

ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL

FACULTAD DE INGENIERÍA ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA

**REDISEÑO DE LA RED CORPORATIVA DE TRANSPORTE DE
MULTISERVICIOS DE UNA EMPRESA DE
TELECOMUNICACIONES, PARA AMPLIAR SU COBERTURA Y
SATISFACER LA DEMANDA DE DOS SECTORES COMERCIALES
DE QUITO**

**PROYECTO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO EN
ELECTRÓNICA Y REDES DE INFORMACIÓN**

CARLA AMARILIS LITARDO LÓPEZ
carlylitaro@gmail.com

GABRIELA ALEXANDRA PACHACAMA CASTILLO
gaby_pachacama@hotmail.com

DIRECTOR: ING. PABLO HIDALGO
pablo.hidalgo@epn.edu.ec

CO-DIRECTOR: ING. DIEGO MERA
dmera@tv-cable.com.ec

Quito, Julio 2015

DECLARACIÓN

Nosotras, Carla Amarilis Litardo López y Gabriela Alexandra Pachacama Castillo, declaramos bajo juramento que el trabajo aquí descrito es de nuestra autoría; que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional; y, que hemos consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

A través de la presente declaración cedemos nuestros derechos de propiedad intelectual correspondientes a este trabajo, a la Escuela Politécnica Nacional, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su Reglamento y por la normatividad institucional vigente.

Carla Amarilis Litardo López

Gabriela Alexandra Pachacama Castillo

CERTIFICACIÓN

Certifico que el presente trabajo fue desarrollado por Carla Amarilis Litardo López y Gabriela Alexandra Pachacama Castillo, bajo nuestra supervisión.

Ing. Pablo Hidalgo Lascano
DIRECTOR DE PROYECTO

Ing. Diego Mera
CO-DIRECTOR DE PROYECTO

AGRADECIMIENTOS

Ante todo quiero agradecer a Dios por acompañarme en todo momento y permitir que cumpla un sueño más en mi vida.

A mi familia Carmen, Julio, Taty y Julio C, que con su amor y apoyo han sido y son el pilar fundamental para mi desarrollo personal y profesional.

De todo corazón también agradezco a las personas que han hecho esto posible, con su gran conocimiento y trayectoria nos han sabido guiar en todo este tiempo de la mejor manera, a nuestro Director de Proyecto Ing. Pablo Hidalgo y a nuestro Codirector de Proyecto Ing. Diego Mera.

A mi gran amiga y compañera de proyecto de titulación Gaby, que siempre ha sido un apoyo en todo sentido.

A mis amigos y amigas que a lo largo de mi vida los he conocido y que siempre han estado conmigo brindándome su apoyo incondicional muchas gracias

Carla

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a Dios por haberme dado la fuerza para continuar cuando estaba a punto de desistir. A mis padres, mi ejemplo a seguir, me enseñaron a luchar para alcanzar mis objetivos y a nunca rendirme ante nada “Un resbalón no es caída”. Gracias por todo su cariño.

A mis hermanas, por su comprensión en mis momentos de desesperación y locura, por secar mis lágrimas en los momentos más difíciles e incentivarme a seguir luchando.

A Alberto, mi mejor amigo y una de las personas más importantes en mi vida, quien fue un gran apoyo en la elaboración de este proyecto de titulación, sus consejos, a veces regaños sirvieron y rindieron frutos, mil gracias por todo tu apoyo y ayuda incondicional.

A mi mejor amiga, compañera de proyecto de titulación Carly, éste es un logro que hemos alcanzado juntas, pasamos por momentos difíciles, varias complicaciones de las que pudimos salir hasta llegar a lograr uno de nuestros objetivos. Este proyecto ha fortalecido nuestra amistad gracias por todo.

Al Ing. Pablo Hidalgo por el apoyo y amistad brindada, una persona intachable quien nos ayudó en el momento más crucial de la carrera, y al Ing. Diego Mera por brindarnos todo su apoyo a cada instante.

Finalmente a mis amigas y amigos a los que he conocido a lo largo de esta etapa de mi vida, a quienes aprecio y espero conservar su hermosa amistad.

Gaby

DEDICATORIA

Este proyecto está dedicado a las personas más importantes de mi vida Carmen, Julio, Taty y Julio C, ya que ellos son las personas que me inspiran y me motivan a esforzarme para salir adelante.

De manera muy especial a la empresa proveedora de servicios que nos abrió sus puertas permitiendo involucrarnos en la realidad de las telecomunicaciones, y esperando haber contribuido con un granito de arena para el progreso del país.

De igual manera a la mejor Universidad del país, la Escuela Politécnica Nacional de la cual me siento orgullosa haber formado parte.

Carla

DEDICATORIA

Gracias a las personas más importantes de mi vida mis padres Miguel y Dilma, mis hermanas Any y Vivi y mi mejor amigo Alberto M, quienes estuvieron junto a mí en todo momento y principalmente en las situaciones más difíciles, me alentaron a seguir luchando para alcanzar mis sueños. Con todo mi cariño les dedico este proyecto de titulación.

Gaby

RESUMEN

Las telecomunicaciones son un pilar fundamental en la sociedad, es por ello que las empresas de telecomunicaciones siempre han buscado estar a la vanguardia, con tecnología de punta; por esta y muchas razones más la empresa proveedora de servicios del presente estudio también ha decidido realizar un análisis para mejorar su infraestructura, eficiencia, y lo más importante la satisfacción del cliente.

En el capítulo 1 se tratan algunos temas, entre ellos los medios de transmisión y en específico la fibra óptica con sus características lineales y no lineales, así como algunos tipos de fibras ópticas. Además se hace mención a los tipos de redes, tecnologías de acceso y de transporte.

En el capítulo 2 se estudió la situación actual del mercado corporativo en los sectores comerciales Mariscal e Ñaquito, mediante la utilización del método aleatorio simple para la identificación de la muestra en el universo, datos que fueron obtenidos de la Superintendencia de Compañías. Además se realizó un análisis de la situación actual y una proyección a 5 años de la Empresa de Telecomunicaciones en sus tres redes: datos, Telefonía IP e Internet.

En el capítulo 3 se buscó tener una alternativa eficaz para satisfacer la demanda actual y futura de los clientes, mejorando las velocidades. Es por ello que se planteó un rediseño en la cual se tiene una combinación de la tecnología de transporte IP/MPLS, la misma que ya ha sido implementada, y de acceso GPON mediante FTTX que aún no está implementada.

En el capítulo 4 se realizó un análisis económico a través del flujo de fondos mediante los ingresos y egresos de la empresa, además de la depreciación activos fijos y amortizaciones; es así que se pudieron obtener algunos indicadores económicos como son: TMAR, VAN y TIR.

En el capítulo 5 se observan las conclusiones y recomendaciones del proyecto. Por último se adjuntan las referencias bibliográficas y los anexos tales como la encuesta, proformas, y especificaciones técnicas de los equipos entre otros.

PRESENTACIÓN

El mundo de las telecomunicaciones está creciendo de manera exponencial, cada día se van desarrollando nuevas tecnologías que permiten una mejora en la prestación de servicios. Los clientes requieren mayores velocidades de transmisión de datos y acceso a Internet para satisfacer sus necesidades. Por tales motivos se han desarrollado nuevas tecnologías que permiten solventar estos requerimientos.

Actualmente, la fusión de tecnologías de acceso GPON (*Gigabit Passive Optical Network*) + FTTH (*Fiber To The Home*) se encuentra en auge a nivel mundial debido a las velocidades y distancias que se puede alcanzar con esta combinación. Este proyecto se enmarca en el desarrollo de una propuesta basada en estas tecnologías para ofrecer mejores prestaciones en la red de comunicaciones de un proveedor de servicios para el sector de mayor afluencia comercial en la de la ciudad de Quito.

Este proyecto de titulación permite orientar a las empresas de telecomunicaciones sobre los beneficios de implementar una solución combinando dos tecnologías de última milla como GPON y FTTH. Adicionalmente se puede visualizar los requerimientos básicos para realizar un rediseño y los puntos a considerarse.

Finalmente en el caso de que se requiera desarrollar un proyecto similar se sugiere investigar más sobre las tecnologías anteriormente mencionadas.

CONTENIDO

DECLARACIÓN	I
CERTIFICACIÓN	II
AGRADECIMIENTOS	III
AGRADECIMIENTOS	IV
DEDICATORIA	V
DEDICATORIA	VI
RESUMEN	VII
PRESENTACIÓN	VIII
CONTENIDO	IX
ÍNDICE DE TABLAS	XVI
ÍNDICE DE FIGURAS	XX

CAPÍTULO I

MARCO TEÓRICO	1
1.1 REDES DE INFORMACIÓN	1
1.2 MEDIOS DE TRANSMISIÓN	1
1.2.1 PAR TRENZADO	2
1.2.2 COAXIAL	3
1.2.3 FIBRA ÓPTICA	4
1.2.3.1 Características de la fibra óptica	5
1.2.3.2 Características Lineales	5
1.2.3.2.1 <i>Atenuación</i>	5
1.2.3.2.2 <i>Dispersión cromática</i>	7
1.2.3.2.3 <i>Dispersión por polarización de modo (PMD)</i>	8
1.2.3.2.4 <i>Relación Señal a Ruido Óptica (OSNR)</i>	9
1.2.3.3 Características no lineales	9
1.2.3.3.1 <i>Auto-Modulación de Fase (SPM)</i>	9
1.2.3.3.2 <i>Modulación de Fase Cruzada (XPM)</i>	10
1.2.3.3.3 <i>Mezcla de cuatro ondas (FWM)</i>	10
1.2.3.3.4 <i>Brillouin Scattering (SBS)</i>	10
1.2.3.3.5 <i>Raman Scattering (SRS)</i>	11
1.2.3.4 Tipos de fibra óptica	11

1.2.3.4.1	<i>Plastic Fiber Optic Cable</i>	11
1.2.3.4.2	<i>PCS (Plastic Clad Silica)</i>	12
1.2.3.4.3	<i>FO 62,5/125 μm</i>	12
1.2.3.4.4	<i>FO 50/125 μm</i>	12
1.2.3.4.5	<i>FO SMF (Standard Single Mode Fiber)</i>	12
1.2.3.4.6	<i>Fibra DSF (Dispersion Shifted Fiber)</i>	12
1.2.3.4.7	<i>FO Minimum Loss</i>	13
1.2.3.4.8	<i>Fibra NZDSF (Non Zero Dispersion Shifted Fiber)</i>	13
1.3	TIPOS DE REDES.....	13
1.3.1	RED DE DATOS	14
1.3.2	RED DE INTERNET.....	14
1.3.3	RED DE TELEFONÍA IP	14
1.3.3.1	<i>Softswitch</i>	14
1.3.3.1.1	<i>Softswitch de clase 4</i>	15
1.3.3.1.2	<i>Softswitch de clase 5</i>	15
1.3.3.1.3	<i>CedarPoint - Safari C3</i>	16
1.3.4	VIDEOCONFERENCIA IP.....	16
1.3.4.1	Videoconferencia en base a MCU	17
1.3.4.1.1	<i>Proceso MCU</i>	17
1.3.4.2	Videoconferencia en base a <i>Router</i>	18
1.4	TECNOLOGÍAS DE ACCESO	18
1.4.1	xDSL (x <i>Digital Subscriber Line</i>)	18
1.4.1.1	Características de xDSL	19
1.4.1.2	Funcionamiento de xDSL	19
1.4.1.3	ADSL	20
1.4.1.3.1	<i>Características ADSL</i>	20
1.4.1.3.2	<i>Funcionamiento de ADSL</i>	21
1.4.1.3.3	<i>Concentrador ADSL</i>	22
1.4.2	GPON (<i>Gigabit Passive Optical Network</i>)	22
1.4.3	ELEMENTOS DE LA RED GPON.....	23
1.4.3.1	OLT	24
1.4.3.2	<i>Splitter Óptico</i>	24
1.4.3.2.1	<i>Tecnología PLC</i>	24

1.4.3.2.2	<i>Tecnología FBT</i>	25
1.4.3.3	Conectores Ópticos	26
1.4.3.3.1	<i>Tipos de Pulidos de conectores</i>	27
1.4.3.4	ONT/ONU	27
1.4.4	VENTAJAS DE GPON	27
1.5	TECNOLOGÍAS DE TRANSPORTE	28
1.5.1	JERARQUÍA DIGITAL SINCRÓNICA (SDH)	28
1.5.2	ETHERNET	29
1.5.3	ETHERNET SOBRE SDH	30
1.5.4	MPLS	31
1.5.4.1	Características de MPLS	31
1.5.4.2	Aplicaciones de MPLS	32
1.5.4.2.1	<i>Facilita gestión de VPNs</i>	32
1.5.4.2.2	<i>Soporta Calidad de Servicio QoS</i>	32
1.5.4.2.3	<i>Ingeniería de Tráfico</i>	32
1.5.4.3	Elementos de MPLS	33
1.5.4.4	Funcionamiento de MPLS	33

CAPÍTULO II

ANÁLISIS DE LA RED ACTUAL	35
2.1 SITUACIÓN ACTUAL	35
2.2 INFRAESTRUCTURA GENERAL	35
2.2.1 EQUIPOS	35
2.2.1.1 IP/MPLS	36
2.2.1.1.1 <i>Estructura</i>	36
2.2.1.2 Equipos de Acceso	37
2.2.1.2.1 <i>Acceso ADSL</i>	37
2.2.1.2.2 <i>Acceso HDSL</i>	39
2.2.2 REDES DE LA EMPRESA	40
2.2.2.1 Red de telefonía	40
2.2.2.2 Red de datos	41
2.2.2.3 Red de Internet	41
2.2.3 DESCRIPCIÓN DE NODOS	41

2.2.3.1	Nodo 1.....	43
2.2.3.2	Nodo 2.....	44
2.2.3.3	Nodo 3.....	45
2.2.4	INFRAESTRUCTURA PARA LA CONEXIÓN DE LA RED DE COBRE.....	46
2.3	NÚMERO DE CLIENTES Y COMPORTAMIENTO DE TRÁFICO EN LA RED	48
2.3.1	NODO 1.....	48
2.3.2	NODO 2.....	50
2.3.3	NODO 3.....	51
2.4	PROYECCIÓN DE CLIENTES Y DE TRÁFICO EN LA RED.....	53
2.4.1	NODO 1.....	53
2.4.2	NODO 2.....	55
2.4.3	NODO 3.....	56
2.4.4	PROYECCION TOTAL.....	58
2.5	ESTUDIO DE MERCADO.....	59
2.5.1	IDENTIFICACIÓN Y ANÁLISIS DE COMPETIDORES.....	59
2.5.2	IDENTIFICACIÓN DEL UNIVERSO Y SELECCIÓN DE LA MUESTRA.....	61
2.5.3	ANÁLISIS DE RESULTADOS.....	63
2.5.3.1	Pregunta 1.....	63
2.5.3.2	Pregunta 2.....	64
2.5.3.3	Pregunta 3.....	65
2.5.3.4	Pregunta 4.....	65
2.5.3.5	Pregunta 5.....	66
2.5.3.6	Pregunta 6.....	67
2.5.3.7	Pregunta 7.....	67
2.5.3.8	Pregunta 8.....	68
2.5.3.9	Pregunta 9.....	69
2.5.3.10	Pregunta 10.....	70
2.5.3.11	Pregunta 11.....	71
2.5.3.12	Pregunta 12.....	72

2.6 PROYECCIONES CONSIDERANDO EL CRECIMIENTO DEL SECTOR CORPORATIVO	72
2.7 SERVICIO DE VIDEOCONFERENCIA.....	76
2.8 USUARIOS TOTALES.....	77
2.9 TRÁFICO TOTALES.....	78

CAPÍTULO III

REDISEÑO DE LA RED MULTISERVICIOS DE LA EMPRESA PROVEEDORA DE SERVICIOS DE TELECOMUNICACIONES

3.1 INTRODUCCIÓN.....	79
3.2 ANÁLISIS DE REQUERIMIENTOS	79
3.3 REDISEÑO DE LA RED.....	80
3.3.1 SOLUCIONES PARA LA RED DE ACCESO	80
3.3.1.1 Primera alternativa de diseño	80
3.3.1.2 Segunda alternativa de diseño	83
3.3.1.3 Comparación de alternativas	87
3.3.2 SOLUCIÓN ESCOGIDA PARA LA RED DE ACCESO	88
3.3.3 DESCRIPCIÓN DETALLADA DEL REDISEÑO	89
3.3.3.1 Tecnología seleccionada	89
3.3.3.2 Diagrama físico.....	90
3.3.3.3 Diagrama lógico.....	91
3.3.3.4 Especificaciones técnicas de los equipos.....	91
3.3.3.4.1 OLT (<i>Optical Line Terminal</i>).....	91
3.3.3.4.2 ONT (<i>Optical Network Terminal</i>).....	97
3.3.3.4.3 NMS (<i>Network Management System</i>).....	100
3.3.3.4.4 ODN (<i>Optical Distribution Network</i>)	100
3.3.3.5 Cálculo de pérdidas.....	115
3.3.3.5.1 <i>Nodo 1</i>	116
3.3.3.5.2 <i>Nodo 2</i>	118
3.3.4 VIDEOCONFERENCIA.....	120
3.3.5 RESUMEN DEL MATERIAL REQUERIDO	122

CAPÍTULO IV

EVALUACIÓN FINANCIERA DEL PROYECTO	123
4.1 INTRODUCCIÓN.....	123
4.2 PRESUPUESTO REFERENCIAL.....	123
4.2.1 COMPARACIÓN EQUIPO ACTIVO	124
4.2.1.1 OLT (<i>Optical Line Terminal</i>)	124
4.2.1.2 ONT (<i>Optical Network Terminal</i>)	125
4.2.1.3 NMS (<i>Network Management System</i>)	126
4.2.1.4 Equipo de Videoconferencia.....	126
4.3 INGRESOS.....	127
4.3.1 SERVICIO DE Telefonía IP.....	127
4.3.2 SERVICIO DE INTERNET CORPORATIVO	128
4.3.3 SERVICIO CORPORATIVO DE DATOS	129
4.3.4 SERVICIO DE VIDEOCONFERENCIA	130
4.3.5 RESUMEN DE INGRESOS	132
4.4 EGRESOS.....	132
4.4.1 COSTO DE INVERSIÓN.....	133
4.4.1.1 Inversiones activos fijos.....	133
4.4.1.2 Depreciación.....	134
4.4.1.3 Inversiones nominales.....	134
4.4.1.4 Amortización.....	135
4.4.1.5 Resumen de inversiones	135
4.4.2 COSTOS DE OPERACIÓN.....	135
4.4.2.1 Costos de Producción	135
4.4.2.2 Costos de Ventas	136
4.4.2.3 Gastos Administrativos.....	136
4.4.2.4 Resumen costos de operación	137
4.5 FLUJO DE FONDOS	138
4.5.1 INDICADORES ECONÓMICOS	139
4.5.1.1 TASA MÍNIMA ACEPTABLE DE RENDIMIENTO (TMAR).....	139
4.5.1.2 VALOR ACTUAL NETO (VAN).....	139
4.5.1.3 TASA INTERNA DE RETORNO (TIR)	140
4.5.2 RESULTADO DE LA EVALUACIÓN FINANCIERA	141

CAPÍTULO V	
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	142
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	146
GLOSARIO	153
ANEXOS	158

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 1.1:	VELOCIDADES DE TRANSMISIÓN GPON	23
TABLA 2.1:	CARACTERÍSTICAS EQUIPO MPLS	37
TABLA 2.2:	CARACTERÍSTICAS EQUIPO ADSL	38
TABLA 2.3:	CARACTERÍSTICAS EQUIPO ACCESO HDSL	39
TABLA 2.4:	RESUMEN DE PUERTOS NODO 1	43
TABLA 2.5:	RESUMEN DE PUERTOS NODO 2	44
TABLA 2.6:	RESUMEN DE PUERTOS NODO 3	45
TABLA 2.7:	RESUMEN DE EQUIPOS POR NODO	46
TABLA 2.8:	NÚMERO DE USUARIOS EN NODO 1	48
TABLA 2.9:	TRÁFICO EN NODO 1.....	49
TABLA 2.10:	TRÁFICO PROMEDIO EN NODO 1	49
TABLA 2.11:	NÚMERO DE USUARIOS EN NODO 2	50
TABLA 2.12:	TRÁFICO EN NODO 2.....	50
TABLA 2.13:	TRÁFICO PROMEDIO EN NODO 2	51
TABLA 2.14:	NÚMERO DE USUARIOS EN NODO 3.....	51
TABLA 2.15:	TRÁFICO EN NODO 3.....	52
TABLA 2.16:	TRÁFICO PROMEDIO EN NODO 3	52
TABLA 2.17:	PROYECCIÓN DE USUARIOS EN NODO 1.....	54
TABLA 2.18:	PROYECCIÓN DE TRÁFICO EN NODO 1.....	55
TABLA 2.19:	PROYECCIÓN DE USUARIOS EN NODO 2.....	55
TABLA 2.20:	PROYECCIÓN DE TRÁFICO EN NODO 2.....	56
TABLA 2.21:	PROYECCIÓN DE USUARIOS EN NODO 3.....	57
TABLA 2.22:	PROYECCIÓN DE TRÁFICO EN NODO 3.....	58
TABLA 2.23:	RESUMEN DE PROYECCIÓN DE USUARIOS.....	58
TABLA 2.24:	RESUMEN DE PROYECCIÓN DE TRÁFICO.....	58
TABLA 2.25:	NÚMERO DE EMPRESAS POR VELOCIDAD	66
TABLA 2.26:	VELOCIDADES DE INCREMENTO REQUERIDAS	68
TABLA 2.27:	VELOCIDADES DE DATOS CONTRATADAS	69
TABLA 2.28:	VELOCIDADES DE DATOS REQUERIDAS PARA CONTRATAR.....	70
TABLA 2.29:	REGISTRO HISTÓRICO DE COMPAÑÍAS EN QUITO	73

TABLA 2.30:	PROYECCIONES DE EMPRESAS EN QUITO	74
TABLA 2.31:	PROYECCIÓN DE EMPRESAS EN LOS SECTORES DE MARISCAL E IÑAQUITO.....	74
TABLA 2.32:	PORCENTAJE DE CRECIMIENTO ANUAL DE LAS EMPRESAS EN LOS SECTORES DE MARISCAL E IÑAQUITO.....	75
TABLA 2.33:	EMPRESAS POR CRECIMIENTO COMERCIAL	75
TABLA 2.34:	TOTAL DE USUARIOS PROYECTADOS.....	76
TABLA 2.35:	TOTAL DE USUARIOS PROYECTADOS POR SERVICIO.....	76
TABLA 2.36:	USUARIOS PROYECTADOS PARA EL SERVICIO DE VIDEOCONFERENCIA.....	77
TABLA 2.37:	TRÁFICO PARA EL SERVICIO DE VIDEOCONFERENCIA.....	77
TABLA 2.38:	TOTAL DE USUARIOS PROYECTADOS POR SERVICIO INCLUIDO VIDEOCONFERENCIA.....	78
TABLA 2.39:	TOTAL DE TRÁFICO PROYECTADOS POR SERVICIO INCLUIDO VIDEOCONFERENCIA.....	78
TABLA 3.1:	COMPARACIÓN DE ALTERNATIVAS	87
TABLA 3.2:	CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS EQUIPO FIBERHOME OLT	94
TABLA 3.3:	CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS EQUIPO FURUKAWA OLT	96
TABLA 3.4:	CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS EQUIPO FIBERHOME ONT....	98
TABLA 3.5:	CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS EQUIPO FURUKAWA ONT.....	99
TABLA 3.6:	CANTIDAD DE ONT POR NODO.....	100
TABLA 3.7:	CANTIDAD DE FIBRA ÓPTICA DE CADA TRAMO PARA EL NODO 1	105
TABLA 3.8:	CANTIDAD DE FIBRA ÓPTICA DE CADA TRAMO PARA EL NODO 2	107
TABLA 3.9:	PROMEDIO DE FIBRA ÓPTICA <i>DROP</i> PARA EL NODO 1.....	109
TABLA 3.10:	PROMEDIO DE FIBRA ÓPTICA <i>DROP</i> PARA EL NODO 2.....	109
TABLA 3.11:	ATENUACIONES POR TIPO DE <i>SPLITTER</i>	111
TABLA 3.12:	CANTIDAD DE <i>SPLITTERS</i> TOTALES	113
TABLA 3.13:	UBICACIÓN DE LOS EMPALMES EN NODO 1.....	115
TABLA 3.14:	UBICACIÓN DE LOS EMPALMES EN NODO 2.....	115

TABLA 3.15:	DISTANCIAS DE CADA TRAMO DE FIBRA ÓPTICA NODO 1.....	117
TABLA 3.16:	ATENUACIÓN DE FIBRA ÓPTICA EN CADA TRAMO PARA EL NODO 1	117
TABLA 3.17:	ATENUACIÓN TOTAL EN EL NODO 1	117
TABLA 3.18:	DISTANCIAS DE CADA TRAMO DE FIBRA ÓPTICA NODO 2	118
TABLA 3.19:	ATENUACIÓN DE FIBRA ÓPTICA EN CADA TRAMO PARA EL NODO 2	119
TABLA 3.20:	ATENUACIÓN TOTAL EN EL NODO 2	119
TABLA 3.21:	CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS EQUIPO VIDEOCONFERENCIA.....	121
TABLA 3.22:	RESUMEN DEL MATERIAL REQUERIDO PARA EL REDISEÑO DE LA RED	122
TABLA 4.1:	COMPARACIÓN DE EQUIPOS OLT	124
TABLA 4.2:	COMPARACIÓN DE EQUIPOS ONT	125
TABLA 4.3:	COMPARACIÓN DE EQUIPOS NMS	126
TABLA 4.4:	EQUIPO DE VIDEOCONFERENCIA	127
TABLA 4.5:	PAQUETES TELEFÓNICOS	128
TABLA 4.6:	PROYECCIONES DE USUARIOS DE INTERNET	128
TABLA 4.7:	VALORES DE INTERNET	129
TABLA 4.8:	RECAUDACIÓN ANUAL DE INTERNET	129
TABLA 4.9:	PROYECCIONES DE USUARIOS DE TRANSMISIÓN DE DATOS	129
TABLA 4.10:	VALORES DE TRANSMISIÓN DE DATOS	130
TABLA 4.11:	RECAUDACIÓN ANUAL DE TRANSMISIÓN DE DATOS.....	130
TABLA 4.12:	CARACTERÍSTICAS DEL PAQUETE DE VIDEOCONFERENCIA.....	130
TABLA 4.13:	INGRESOS VIDEOCONFERENCIA AÑO 1	131
TABLA 4.14:	INGRESOS VIDEOCONFERENCIA AÑO 2	131
TABLA 4.15:	INGRESOS VIDEOCONFERENCIA AÑO 3	131
TABLA 4.16:	INGRESOS VIDEOCONFERENCIA AÑO 4	132
TABLA 4.17:	INGRESOS VIDEOCONFERENCIA AÑO 5	132

TABLA 4.18:	RECAUDACIÓN ANUAL DE VIDEOCONFERENCIA.....	132
TABLA 4.19:	INGRESOS ANUALES POR SERVICIOS	132
TABLA 4.20:	INVERSIONES FIJAS.....	133
TABLA 4.21:	DEPRECIACIÓN.....	134
TABLA 4.22:	INVERSIÓN NOMINAL.....	135
TABLA 4.23:	AMORTIZACIÓN.....	135
TABLA 4.24:	COSTO DE INVERSIÓN.....	135
TABLA 4.25:	COSTO DE PRODUCCIÓN.....	136
TABLA 4.26:	INVERSIONES FIJAS.....	136
TABLA 4.27:	GASTOS MENSUALES DEL PERSONAL DE PLANTA.....	137
TABLA 4.28:	GASTOS DE ADMINISTRACIÓN	137
TABLA 4.29:	COSTOS DE OPERACIÓN.....	138
TABLA 4.30:	FLUJO DE FONDOS	138

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1.1:	TIPOS DE PAR TRENZADO	3
FIGURA 1.2:	TIPOS DE CABLE COAXIAL	3
FIGURA 1.3:	ÁNGULOS DE INCIDENCIA, REFRACCIÓN Y CRÍTICO	4
FIGURA 1.4:	CARACTERÍSTICAS DE LA FIBRA ÓPTICA	5
FIGURA 1.5:	ATENUACIÓN VS LONGITUD DE ONDA	6
FIGURA 1.6:	RAYO ÓPTICO DISPERSADO EN MÚLTIPLES DIRECCIONES ..	7
FIGURA 1.7:	DISPERSIÓN POR POLARIZACIÓN DE MODO EN UNA FIBRA MONOMODO ASIMÉTRICA	9
FIGURA 1.8:	MEZCLA DE CUATRO ONDAS.....	10
FIGURA 1.9:	DISPERSIÓN ESTIMULADA RAMAN	11
FIGURA 1.10:	DISPERSIÓN VS LONGITUD DE ONDA	13
FIGURA 1.11:	ARQUITECTURA DE RED <i>SOFTSWITCH</i>	15
FIGURA 1.12:	CEDARPOINT SAFARI C3	16
FIGURA 1.13:	PROCESO MCU	17
FIGURA 1.14:	PRINCIPIO DE LA CODIFICACIÓN DEL VIDEO ESCALABLE ...	18
FIGURA 1.15:	COMPONENTES ADSL	21
FIGURA 1.16:	DSLAM	22
FIGURA 1.17:	GPON	23
FIGURA 1.18:	<i>SPLITTER</i> PLC.....	25
FIGURA 1.19:	<i>SPLITTER</i> FBT	25
FIGURA 1.20:	DIFERENTES TIPOS DE CONECTORES	26
FIGURA 1.21:	CAPAS DE ETHERNET	29
FIGURA 1.22:	REDES ETHERNET	29
FIGURA 1.23:	PROCESO ETHERNET SOBRE SDH.....	31
FIGURA 1.24:	FUNCIONAMIENTO DE MPLS.....	34
FIGURA 2.1:	EQUIPO MPLS	36
FIGURA 2.2:	EQUIPO ADSL.....	38
FIGURA 2.3:	EQUIPO ACCESO HDLSL	39
FIGURA 2.4:	RED DE LA EMPRESA	42
FIGURA 2.5:	CONEXIÓN DE EQUIPOS EN NODO 1	44
FIGURA 2.6:	CONEXIÓN DE EQUIPOS EN NODO 2.....	45

FIGURA 2.7:	CONEXIÓN DE EQUIPOS EN NODO 3.....	46
FIGURA 2.8:	INFRAESTRUCTURA DE ÚLTIMA MILLA PARA LA RED DE COBRE.....	47
FIGURA 2.9:	DISTRIBUCIÓN DEL MERCADO DE SERVICIOS PORTADORES (USUARIOS DIC-13).....	60
FIGURA 2.10:	PERMISIONARIOS-USUARIOS INTERNET FIJO-DICIEMBRE- 2013.....	61
FIGURA 2.11:	SECTOR PÚBLICO O PRIVADO DE LAS EMPRESA.....	63
FIGURA 2.12:	TAMAÑO DE EMPRESA O ENTIDAD.....	64
FIGURA 2.13:	SUCURSALES DENTRO DE LA CIUDAD O PAÍS.....	65
FIGURA 2.14:	SERVICIO DE TELEFONÍA IP/TELEFONÍA IP.....	65
FIGURA 2.15:	¿DESEARÍA AUMENTAR LA VELOCIDAD DE INTERNET QUE TIENE CONTRATADA?.....	67
FIGURA 2.16:	¿DESEARÍA AUMENTAR LA VELOCIDAD DEL SERVICIO DE TRANSMISIÓN DE DATOS QUE TIENE CONTRATADO?.....	70
FIGURA 2.17:	¿DESEARÍA CONTRATAR EN UN FUTURO EL SERVICIO DE TRANSMISIÓN DE DATOS?.....	71
FIGURA 2.18:	¿QUÉ SERVICIO ESTARÍA INTERESADO EN CONTRATAR EN UN FUTURO?.....	72
FIGURA 2.19:	REGISTRO HISTÓRICO DE COMPAÑÍAS.....	73
FIGURA 3.1:	DISTRIBUCIÓN ÓPTICA PASIVA (ODN).....	81
FIGURA 3.2:	PRIMERA ALTERNATIVA DE DISEÑO.....	82
FIGURA 3.3:	INFRAESTRUCTURA DE MDU DE ALTURA ELEVADA/MEDIA.....	85
FIGURA 3.4:	SEGUNDA ALTERNATIVA DE DISEÑO.....	86
FIGURA 3.5:	UBICACIÓN DE NODOS.....	90
FIGURA 3.6:	DIAGRAMA LÓGICO.....	92
FIGURA 3.7:	EQUIPO FIBERHOME AN5516-04 OLT.....	93
FIGURA 3.8:	EQUIPO OLT GPON FK-OLT-G2500.....	95
FIGURA 3.9:	FIBRA SZ- SLOTTED CORE CABLE.....	102
FIGURA 3.10:	ESTRUCTURA SZ EN COMBINACIÓN CON 4 FIBRAS DE CINTA	
	103	
FIGURA 3.11:	SECTOR MARISCAL NODO 1.....	104

FIGURA 3.12: SECTOR IÑAQUITO - NODO 2.....	106
FIGURA 3.13: CABLE DROP	108
FIGURA 3.14: <i>PATCHCORD</i> DE FIBRA ÓPTICA	110
FIGURA 3.15: <i>SPLITTER</i> DE TIPO PLC.....	111
FIGURA 3.16: NÚMERO DE <i>SPLITTERS</i> 1:32 HACIA LA ONT EN NODO 1 ..	112
FIGURA 3.17: NÚMERO DE <i>SPLITTERS</i> 1:32 HACIA LA ONT EN NODO 2. .	113
FIGURA 3.18: ARMARIO DE DISTRIBUCIÓN.....	113
FIGURA 3.19: CAJA DE EMPALMES PARA SOTERRAMIENTO	114
FIGURA 3.20: ELEMENTOS PARA EL CÁLCULO DE LA ATENUACIÓN	116
FIGURA 3.21: ROSETA DE FIBRA ÓPTICA	120
FIGURA 3.22: VIDEOCONFERENCIA A TRAVÉS DE <i>ROUTER</i>	120
FIGURA 3.23: EQUIPO DE VIDEOCONFERENCIA <i>VIDYOROUTER</i>	121

CAPÍTULO I

MARCO TEÓRICO

1.1 REDES DE INFORMACIÓN ^[1]

La comunicación es la base del crecimiento de una sociedad y en la actualidad gracias a la tecnología se han desarrollado nuevos métodos de comunicación, permitiendo que el mundo se mantenga informado de los acontecimientos suscitados en tiempo real.

Una red de comunicación es la infraestructura que posibilita transmitir información de manera local, nacional o internacional. Permite enviar y recibir voz, video y datos de acuerdo a los requerimientos de los usuarios. Dichos datos deben ser procesados de manera confiable, es decir tolerante a fallos, con alta disponibilidad y escalable en el tiempo.

1.2 MEDIOS DE TRANSMISIÓN ^{[1], [2]}

Un medio de transmisión es aquel que permite transferir información entre dos o más dispositivos finales e intermedios de una red. Dicha comunicación puede ser a través de medios guiados o no guiados.

Los medios no guiados transmiten la información libremente a través del vacío o del aire. La ventaja de este medio de transmisión es la de enviar los datos hacia diferentes lugares fijos o móviles y cubrir grandes distancias sin requerir un medio guiado.

Para evitar las interferencias en este tipo de transmisión de datos se envía la información en diferentes frecuencias. Dichos medios se pueden clasificar en tres tipos: radio, microondas, y luz (Infrarrojos/Láser).

Mientras que los medios guiados son aquellos que transmiten la información utilizando un cable (de cobre o fibra óptica), transportando la información como señales eléctricas u ópticas.

Hoy por hoy a grandes distancias la fibra es el medio más utilizado por las ventajas que presenta frente al cobre, ya que tiene baja atenuación y su costo es accesible.

1.2.1 PAR TRENZADO

El par trenzado está conformado por un par de hilos de cobre enrollados entre si lo que permite disminuir la diafonía. A mayor número de trenzas por unidad de longitud menor diafonía tendrá el cable.

Con el pasar del tiempo han existido mejoras en este medio de transmisión, es por ello que actualmente se tienen cables que pueden transmitir velocidades similares a los de un cable de fibra con las respectivas limitaciones a nivel de interferencia y distancia que puede alcanzar. Existen cuatro tipos de par trenzado:

- ✓ UTP (*Unshield Twisted Pair*), par trenzado no apantallado.
- ✓ STP (*Shield Twisted Pair*), par trenzado apantallado con malla de cobre que evita que penetre o salga la interferencia electromagnética.
- ✓ ScTP (*Screened UTP*), par trenzado no apantallado individualmente, con malla de protección por debajo de la cubierta de aluminio.
- ✓ SSTP (*Super Shielded Twisted Pair*), par trenzado apantallado individualmente con aluminio y malla de cobre. Usado para trasmisiones de alta velocidad (Cat 7 y Cat 8).

La figura 1.1 permite divisar la principal diferencia entre un cable UTP y un cable con blindaje o apantallamiento.

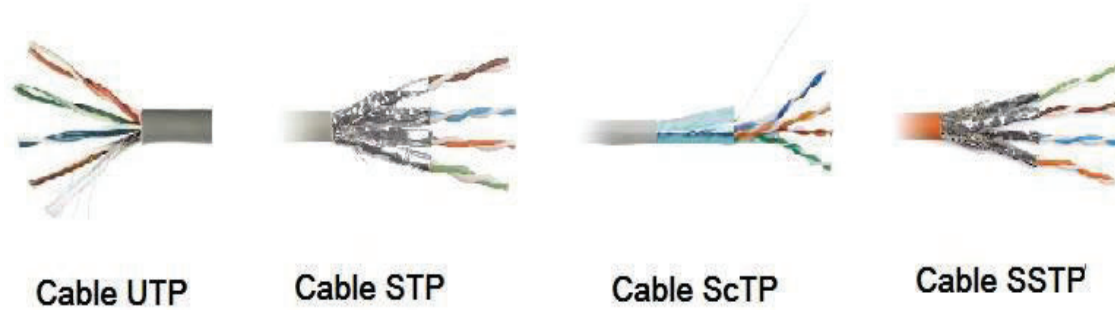


Figura 1.1: Tipos de par trenzado ¹

1.2.2 COAXIAL

Está compuesto por un hilo de cobre llamado núcleo rodeado por una malla de hilos de cobre, separados por un dieléctrico o aislante. Este medio de transmisión fue muy utilizado por su resistencia a interferencias y alta capacidad de transmisión. Su principal desventaja es el grosor lo que dificulta su manipulación. Para redes de datos se tienen dos tipos de cable coaxial (ver figura 1.2):

- ✓ Grueso (*THICK*)
- ✓ Fino (*THIN*)



Figura 1.2: Tipos de cable Coaxial ²

¹<http://serverpruebas.com.ar/news10/nota04/cableado03.htm>

²<http://gygrand.flavors.me/#my-photos>

1.2.3 FIBRA ÓPTICA ^{[3], [4]}

La fibra óptica es un medio de transmisión que se basa en la conducción de luz entre el núcleo y manto de distintos índices de refracción, donde n_1 es el índice de refracción del núcleo y n_2 es el índice de refracción del manto. Además intervienen el ángulo de incidencia θ_1 , el ángulo de refracción θ_2 y el ángulo crítico θ_c como se observa en la figura 1.3.

Para lograr la transferencia de los haces de luz a través de la fibra es necesario que exista una reflexión interna total por lo que deben cumplirse las dos condiciones siguientes:

- ✓ n_1 (índice de refracción del núcleo) $>$ n_2 (índice de refracción del manto).
- ✓ θ_1 (ángulo de incidencia) $>$ θ_c (ángulo crítico).

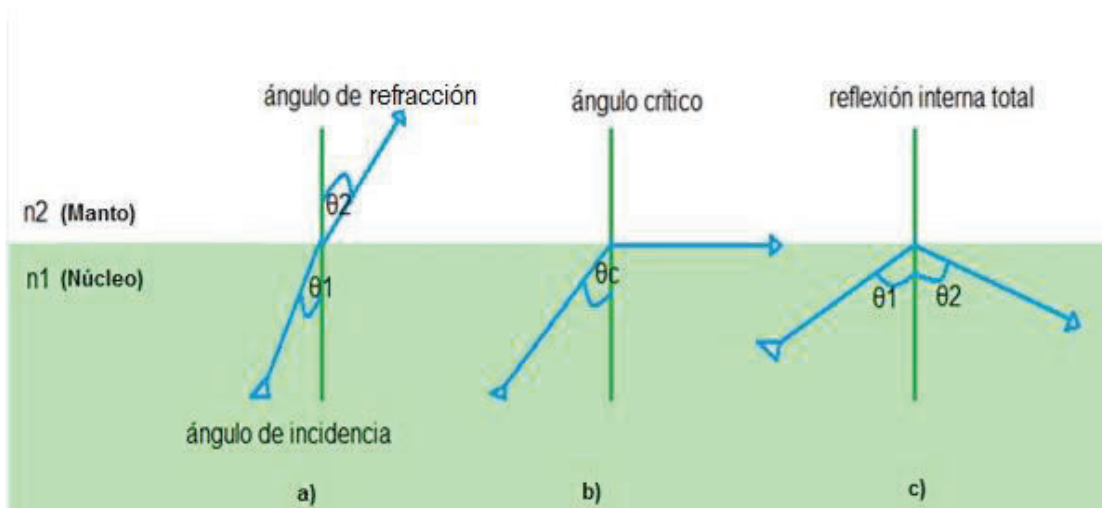


Figura 1.3: Ángulos de incidencia, refracción y crítico³

El ángulo crítico es el ángulo mínimo de incidencia para producir la reflexión interna total, es decir cualquier haz incidente con un ángulo menor será refractado (ver figura 1.3a).

³http://es.wikipedia.org/wiki/Reflexi%C3%B3n_interna_total

En la figura 1.3b se observa cuando el ángulo crítico es igual al ángulo incidente dando como resultado que el haz se dirija al plano horizontal de la fibra óptica.

De esta manera se logra que los rayos de luz reboten dentro de la fibra en los límites del núcleo y el manto continuando el recorrido hasta llegar al otro extremo (ver figura 1.3c).

1.2.3.1 Características de la fibra óptica [5], [6], [7], [8], [9], [10], [11], [12]

En la figura 1.4 se presenta un resumen de las características lineales y no lineales de la fibra óptica.

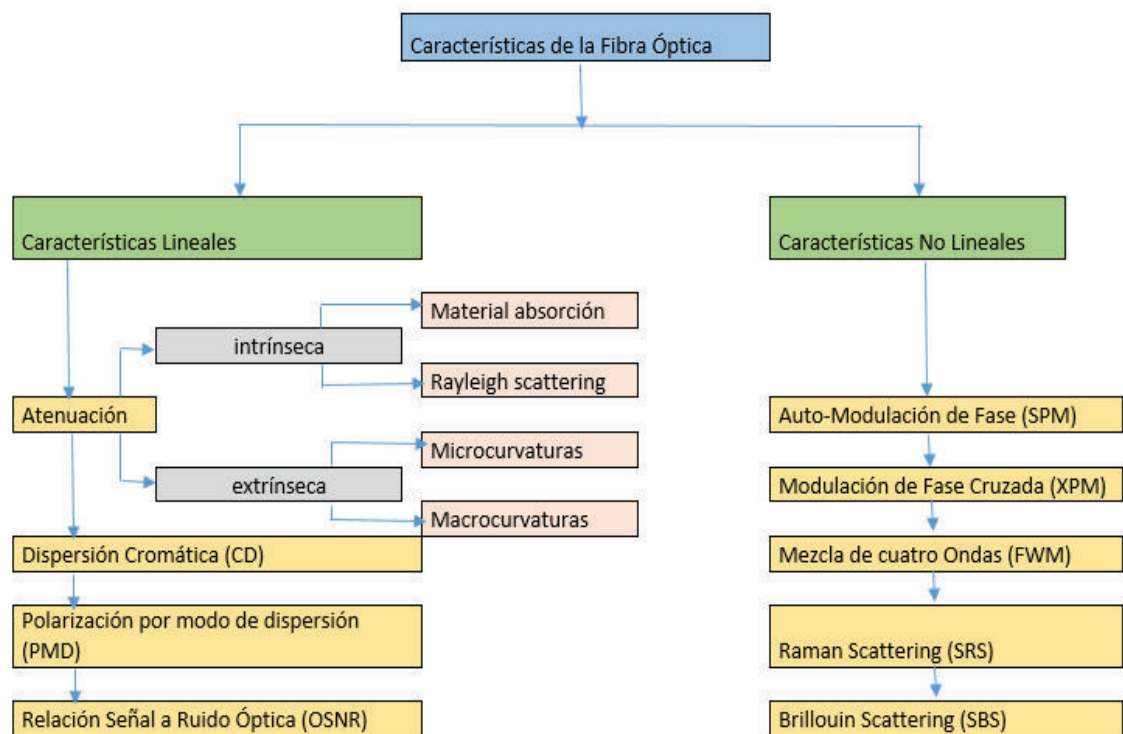


Figura 1.4: Características de la fibra óptica

1.2.3.2 Características Lineales

1.2.3.2.1 Atenuación

Es la pérdida de la potencia en función de la longitud de onda y la distancia. Existen dos tipos de atenuaciones intrínsecas y extrínsecas.

❖ Atenuación intrínseca

Es causada por las impurezas en el vidrio durante el proceso de fabricación. Esto provoca la interacción de los fotones de luz con moléculas propias de la fibra. Pueden ser por absorción, o *scattering*.

- ✓ La absorción es un tipo de atenuación que se debe a las imperfecciones e impurezas de la fibra óptica. La impureza más común es el Hidróxido (OH^-), donde en las ventanas de 950 nm, 1240 nm, 1380 nm, tienen presencia de OH^- , por lo que se incrementa la atenuación, como se puede observar en la figura 1.5.

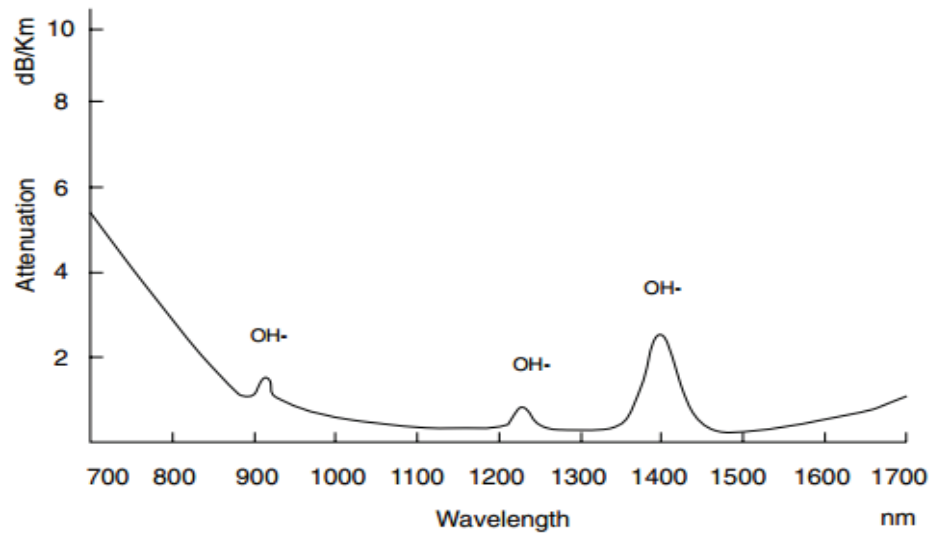


Figura 1.5: Atenuación vs Longitud de Onda⁴

- ✓ *Rayleigh scattering*: la luz viaja en el núcleo y choca con partículas extrañas al material de fibra como son las moléculas de silicio. El diámetro es mucho menor a la longitud de onda provocando que se disperse en distintas direcciones.

⁴ <http://ptgmedia.pearsoncmg.com/images/1587051052/samplechapter/1587051052content.pdf>

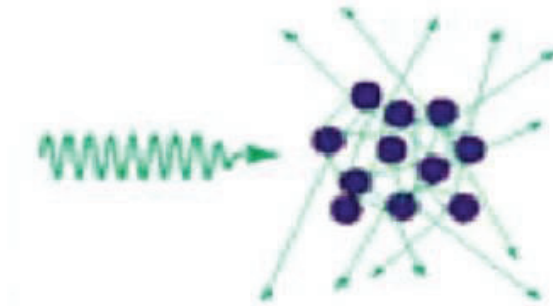


Figura 1.6: Rayo óptico dispersado en múltiples direcciones⁵

❖ Atenuación extrínseca

Es causada por factores externos al material. Se consideran dos tipos de curvaturas en el análisis de pérdidas en las fibras ópticas:

- ✓ Microcurvaturas: son aquellas causadas por las imperfecciones de la geometría del cilindro de la fibra durante el proceso de fabricación. Donde el radio de curvatura es comparable a las dimensiones del núcleo de la fibra.
- ✓ Macrocurvaturas: son aquellas que a simple vista son visibles y generalmente la pérdida es reversible una vez que se corrija el radio de curvatura.

1.2.3.2.2 *Dispersión cromática*

El efecto de la dispersión cromática es el ensanchamiento del pulso y disminución de la velocidad máxima. Este efecto puede darse en todo tipo de fibra debido a que la fuente de luz (LED, Laser) no es totalmente monocromática, es decir presenta un rango de longitudes de onda denominado anchura espectral.

⁵http://www.academia.edu/7661125/PERDIDAS_POR_DISPERSION_SCATTERING_DE_RAYLEI_G_Y_MIE

Mientras menor sea el valor de la dispersión cromática el efecto se reduce en la fibra óptica. La unidad de medida del coeficiente de dispersión cromática es el [ps/nm * km]. La dispersión cromática tiene dos efectos: dispersión del material y dispersión de la guía de onda.

- ✓ Dispersión del material: se produce tanto en los transmisores que trabajan con láseres o LED's, ya que éstos producen un rango de longitudes de onda denominado anchura espectral⁶, dando como resultado que algunas longitudes de ondas lleguen desfasadas.
- ✓ Dispersión de la guía de onda: ocurre debido a los distintos índices de refracción⁷, del núcleo y del manto de la fibra óptica. Debido a que la mayor parte de la energía se propaga es por el núcleo y el resto de propagación es por el manto.

1.2.3.2.3 Dispersión por polarización de modo (PMD)

Este tipo de dispersión limita la distancia a la que un pulso luminoso puede viajar sin degradación. En el caso que una fibra fuera perfectamente circular la constante de propagación entre las polarizaciones vertical y horizontal serían las mismas y por lo tanto también sería la velocidad de propagación de cada polarización.

Pero como se sabe, en el proceso de fabricación o por agente externos la fibra monomodo no suele ser perfectamente circular lo que causa que la velocidad de propagación de cada polarización tanto vertical como horizontal va a ser distinta produciendo la dispersión por polarización del modo PMD. Como se observa en la figura 1.7.

⁶ *anchura espectral*: "el ancho en longitud de onda entre los dos puntos donde la potencia óptica decae a la mitad."

⁷ *Índice de refracción*: "es una medida que determina la reducción de la velocidad de la luz al propagarse por un medio homogéneo."

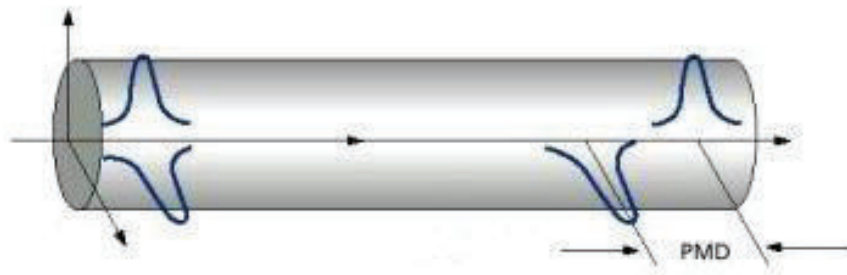


Figura 1.7: Dispersión por polarización de modo en una fibra monomodo asimétrica.⁸

1.2.3.2.4 Relación Señal a Ruido Óptica (OSNR)

Especifica la relación de la potencia neta de la señal y la potencia neta del ruido, por lo tanto identifica la calidad de la señal. La atenuación puede ser compensada por la amplificación de la señal óptica.

1.2.3.3 Características no lineales

A diferencia de los efectos lineales éstos dependen de la intensidad de la señal. El Efecto *Kerr*⁹ se manifiesta en: SPM, XPM y FWM la cual indica la dependencia del índice de refracción con la intensidad del campo aplicada.

Mientras que para altos niveles de potencia, el fenómeno de dispersión puede inducir efectos estimulados, como SBS y SRS.

1.2.3.3.1 Auto-Modulación de Fase (SPM)

Se produce en la transmisión de un único canal. Debido a las variaciones del índice de refracción la misma que da lugar a un desplazamiento inducido de fase. SPM aumenta con niveles altos de potencia, y se incrementa en pequeñas cantidades en el índice de refracción.

⁸ http://nemesiis.tel.uva.es/images/tCO/contenidos/tema1/tema1_5_1.htm

⁹ *Efecto Kerr*: "Se origina debido a que el índice de refracción de un medio es dependiente de la intensidad óptica de la señal que se propaga."

1.2.3.3.2 Modulación de Fase Cruzada (XPM)

Este efecto es debido a la transmisión de dos o más canales ópticos simultáneamente, utilizando la técnica de Multiplexación por división de longitud de onda WDM. Es un efecto que limita el rendimiento del sistema WDM.

Se refiere al desplazamiento de la fase inducido por los campos implicados, ya que el desplazamiento dependerá de la potencia de los otros canales y variará bit a bit, dependiendo del patrón de los bits de los canales vecinos.

1.2.3.3.3 Mezcla de cuatro ondas (FWM)

En sistemas *Dense Wavelength Division Multiplexing* (DWDM), el efecto Mezcla de cuatro ondas es el más crítico en comparación a los anteriores.

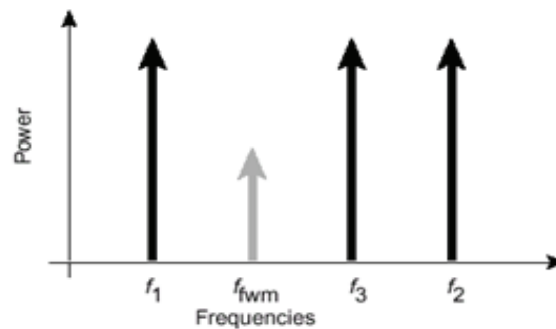


Figura 1.8: Mezcla de cuatro ondas¹⁰

Tres frecuencias (f_1 , f_2 , y f_3) interactúan en un medio no lineal que da lugar a una cuarta frecuencia (f_{fwm}), que se forma por la dispersión de los tres fotones incidentes, dando como resultado una degradación en el *Crosstalk* y Señal a Ruido (SNR), tal como se puede observar en la figura 1.8.

1.2.3.3.4 Brillouin Scattering (SBS)

En SBS se ven involucrados fotones acústicos. Un fotón de onda incidente cede energía a una molécula la misma que produce vibraciones, mientras que el fotón

¹⁰ <http://es.slideshare.net/fapablaza/redes-de-teleco-eie-551-cap3>

lo convierte en fotón de la onda *Stokes* de mayor longitud, en dirección inversa a la onda incidente. La ganancia del espectro depende de la composición del núcleo de la fibra, aproximadamente 20 MHz.

1.2.3.3.5 Raman Scattering (SRS)

Este fenómeno al igual que SBS, se debe al efecto que se produce al introducir en la entrada una potencia suficientemente alta con el fin de compensar las pérdidas de atenuación.

SRS se refiere a la transferencia de energía de los canales de mayor frecuencia a los de menor frecuencia, y esto ocurre en ambas direcciones, como se puede observar en la figura 1.9.

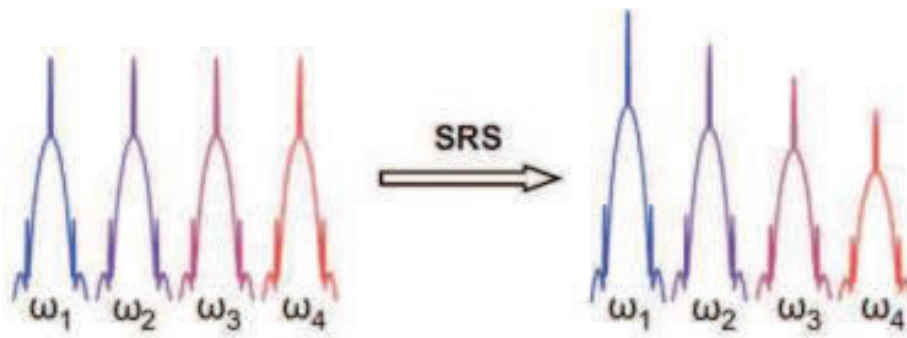


Figura 1.9: Dispersión estimulada Raman¹¹

1.2.3.4 Tipos de fibra óptica

1.2.3.4.1 Plastic Fiber Optic Cable

El núcleo y el revestimiento son de plástico, siendo utilizada para conexiones de corta distancia. Sus dimensiones típicas son de 480/500 μm , 735/750 μm y 980/1000 μm con atenuaciones de 240 dB/Km, 230 dB/Km y 220 dB/Km respectivamente. Entre sus ventajas están su alta flexibilidad e instalación sencilla.

¹¹ Dialnet-EfectosNoLinealesYSuRelacionConLosParametrosDeTran-3914165%20(1).pdf

1.2.3.4.2 PCS (Plastic Clad Silica)

Su núcleo es de silicio y el revestimiento de plástico. Las dimensiones son de 200/300 μm y la atenuación es de 10 dB/Km a 850 nm. No es muy popular debido a que su conector es difícil de conseguir.

1.2.3.4.3 FO 62,5/125 μm

Fibra multimodo con índice de refracción gradual normalizado por la ANSI. Se utiliza en las ventanas de 850 nm y 1310 nm, siendo su ancho de banda típico de 200 / 500 MHz·km. Se emplea para aplicaciones FDDI, conexiones dúplex en anillo, redes de área local (LAN); es también llamada OM1.

1.2.3.4.4 FO 50/125 μm

Fibra multimodo con índice parabólico normalizado por ITU-T G.651. Para aplicaciones con redes de longitud de hasta 2 km; en función de su ancho de banda es también llamada OM2, OM3 y OM4.

OM2 soporta un ancho de banda de hasta 500 MHz·km; OM3 o *laser optimized* su ancho de banda es de 1500 a 2000 MHz ·km; mientras que OM4 tiene un ancho de banda que va desde 3500 a 4700 MHz ·km.

1.2.3.4.5 FO SMF (Standard Single Mode Fiber)

Fibra monomodo. Normalizada en la ITU-T G.652. Trabaja en las ventanas de 1300 nm y 1500 nm, siendo en la ventana de 1300 nm la dispersión cromática de cero, como se observa en la figura 1.10.

1.2.3.4.6 Fibra DSF (Dispersion Shifted Fiber)

Fibra monomodo, de dispersión desplazada. Normalizada en la ITU-T G.653. Posee un gran ancho de banda a largas distancias en la ventana de los 1300 nm.

La dispersión cromática es cero en la ventana de los 1540 nm, como se observa en la figura 1.10.

1.2.3.4.7 FO Minimum Loss

Normalizada por la ITU-T G.654. Tiene una dispersión cromática elevada en la ventana de los 1550 nm. Especialmente diseñada para aplicaciones submarinas de alto recorrido.

1.2.3.4.8 Fibra NZDSF (Non Zero Dispersion Shifted Fiber)

Normalizada en la ITU-T G.655. El cero de dispersión cromática se encuentra alrededor de la ventana de los 1550 nm. Contrarresta los efectos de los fenómenos no lineales. Utilizada para los sistemas WDM (*Wavelength Division Multiplexed*).

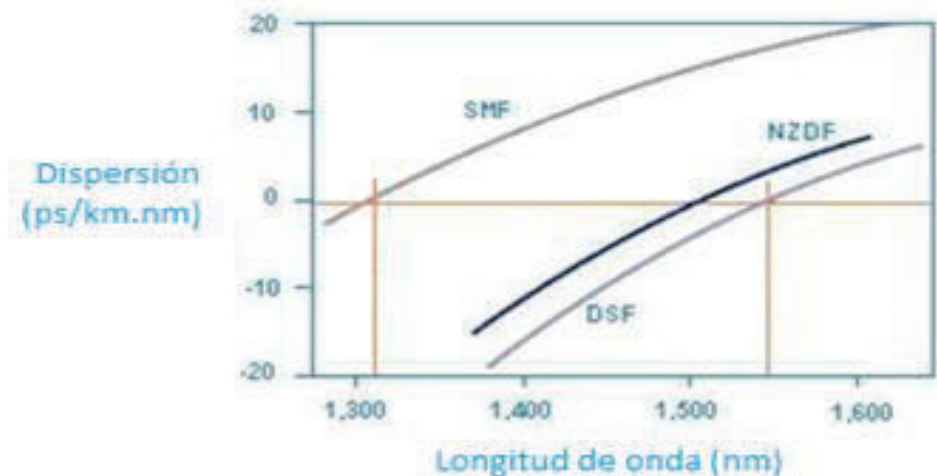


Figura 1.10: Dispersión vs Longitud de onda¹²

1.3 TIPOS DE REDES ^{[13], [14]}

Desde el punto de vista de las aplicaciones existen varios tipos de redes con la finalidad de brindar servicios al usuario final.

¹² http://nemesiis.tel.uva.es/images/tCO/contenidos/tema1/tema1_5_1.htm

1.3.1 RED DE DATOS

La red de datos se emplea para la transmisión de datos, la misma que es muy utilizada en empresas grandes, medianas o pequeñas que requieren intercambiar información importante entre ellas. Estas empresas se encuentran físicamente distantes y es por ello que requieren un canal dedicado o compartido que permita la transmisión de información de manera rápida, segura y confiable.

1.3.2 RED DE INTERNET

Internet es una red de redes que permite acceder a servicios en cualquier parte del mundo; por ejemplo posibilita el acceso a servicios básicos tales como: correo electrónico, navegación web, conexiones vía telnet, FTP entre otros.

1.3.3 RED DE TELEFONÍA IP

El objetivo de la telefonía IP es integrar servicios de voz a través del Internet empleando el protocolo IP.

Servicios como: multiconferencia, planes de marcación, transferencia de llamadas, reenvío de llamadas, llamada en espera, centro de llamadas por la web, múltiples llamadas sobre la misma línea telefónica, mensajería unificada, entre otras, son propios de la Telefonía IP.

1.3.3.1 *Softswitch* ^{[15], [16], [17]}

Es un dispositivo central que contiene un *software* que facilita la gestión de tráfico de voz, mediante la utilización de estándares, logrando la integración de redes de próxima generación multimedia, enrutando llamadas, realizando la señalización para todo tipo de paquetes de protocolos; permite una plataforma flexible, orientada a servicios y aplicaciones.

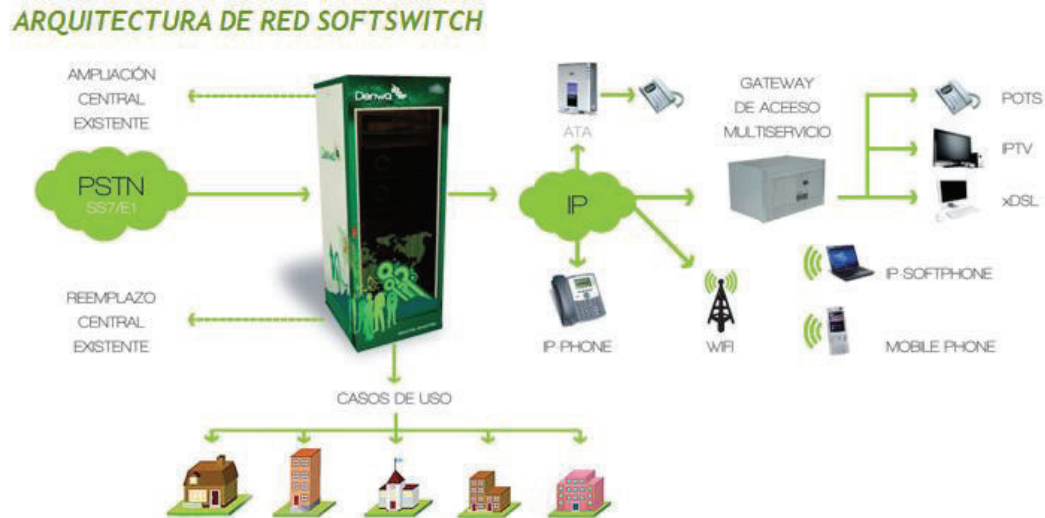


Figura 1.11: Arquitectura de red *softswitch*¹³

Existen dos clases de equipos *softswitch*: *softswitch* de clase 4 y de clase 5 que serán detallados a continuación.

1.3.3.1.1 *Softswitch de clase 4*

Permite transmitir tráfico de telefonía IP entre proveedores y mantener sin interrupciones el enrutamiento de grandes volúmenes de llamadas de telefonía IP de larga distancias.

1.3.3.1.2 *Softswitch de clase 5*

Es utilizado por empresas que prestan servicios a usuarios finales, está diseñado para trabajar con clientes privados y empresariales.

Este *software* soporta hasta 500 llamadas concurrentes por servidor, un número ilimitado de abonados y una estructura jerárquica de distribuidores. Adicionalmente aumenta la calidad y rentabilidad del tráfico realizando un monitoreo constante de direcciones.

¹³<http://www.denwaip.com/softswitch.html>

1.3.3.1.3 CedarPoint - Safari C3

Es una plataforma de *switch* integrado que permite soportar hasta 100000 líneas de capacidad, es una herramienta desarrollada para dar servicio a clientes tanto corporativos como residenciales permitiendo obtener una red integral, segura y privada.



Figura 1.12: CedarPoint Safari C3¹⁴

1.3.4 VIDEOCONFERENCIA IP ^{[18], [19]}

La videoconferencia es un tipo de comunicación que implica audio y video. Esta comunicación es muy importante en cualquier área, sea de educación, social, económica, salud, ya que permite el ahorro de tiempo y dinero.

La videoconferencia permite realizar reuniones de un grupo de personas sin la necesidad de estar físicamente en dicha reunión. El establecimiento de una llamada sigue las siguientes fases:

- ✓ Fase 1: Establecimiento de señalización
- ✓ Fase 2: Iniciación por el canal inicial

¹⁴<https://www.snom.com/en/partners/find-a-partner/interoperability-partners/basic-interoperability-partners/cedarpoint-safari-c3/>

- ✓ Fase 3: Establecimiento de llamada de canales adicionales
- ✓ Fase 4: Inicialización de canales adicionales
- ✓ Fase 5: Establecimiento de parámetros comunes
- ✓ Fase 6: Comunicación de audio y video
- ✓ Fase 7: Fase de terminación
- ✓ Fase 6: Liberación de la llamada

1.3.4.1 Videoconferencia en base a MCU

La unidad de control multipunto (MCU) está bajo la recomendación H.231; sirve para realizar múltiples llamadas simultáneamente de audio y video. La MCU hace uso de canales digitales desde los 2 Mbps, puede ser *software* o *hardware*.

1.3.4.1.1 Proceso MCU

Este dispositivo recibe las señales de video las codifica, decodifica y las compone junto en una nueva imagen, después se vuelve a codificar y finalmente se transmite la señal codificada al receptor.

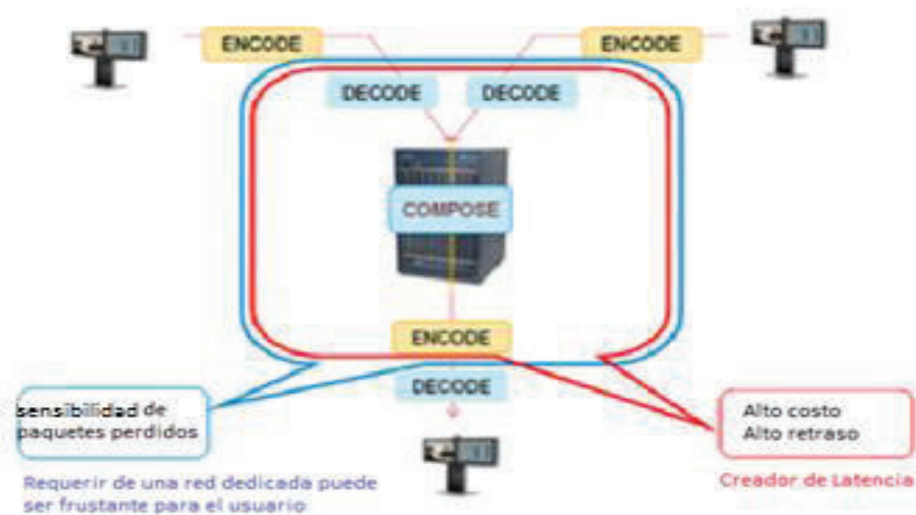


Figura 1.13: Proceso MCU ¹⁵

¹⁵ <https://upcommons.upc.edu/pfc/bitstream/2099.1/3775/1/55806-1.pdf>

1.3.4.2 Videoconferencia en base a *Router*

La videoconferencia basada en *router* trabaja de la misma manera que IP, y maneja el estándar de codificación de video H.264/SVC (*Scalable Video Coding*) el cual es una extensión del estándar H.264/AVC (*Advanced Video Coding*). Con SVC se logra tener mejoras en transmisión y almacenamiento, con una eficiente mejora en la codificación y en el grado de escalabilidad como se puede ver en la figura 1.14.

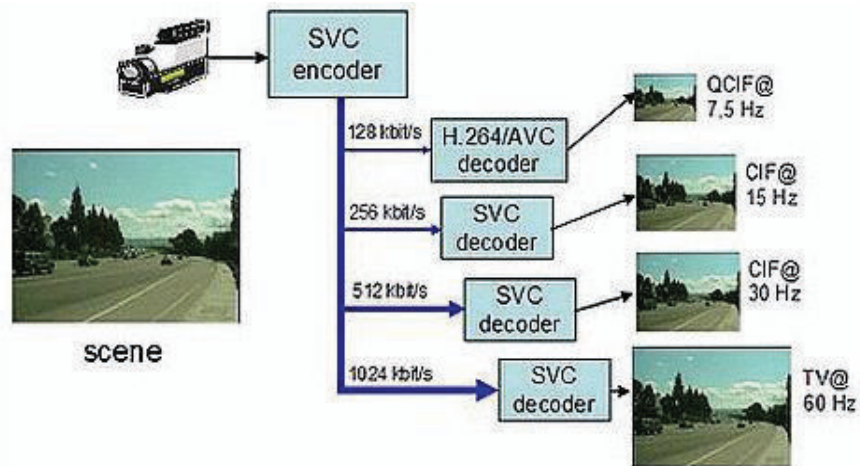


Figura 1.14: Principio de la codificación del video escalable¹⁶

1.4 TECNOLOGÍAS DE ACCESO [20] [21]

1.4.1 xDSL (x *Digital Subscriber Line*)

xDSL se denomina a la agrupación de tecnologías DSL, donde "x" representa la letra que identifica cada tecnología.

La primera especificación sobre la tecnología xDSL fue definida por *Bell Communications Research*, compañía precursora del RDSI (Red Digital de Servicios Integrados) en 1987. En un principio esta tecnología fue desarrollada para el suministro de video bajo demanda. El factor común de este grupo de tecnologías es que funciona sobre par trenzado y utilizan algún tipo de

¹⁶<http://www.hhi.fraunhofer.de/de/kompetenzfelder/image-processing/research-groups/image-video-coding/svc-extension-of-h264avc.html>

modulación para lograr grandes velocidades. Un ejemplo de este grupo de tecnologías son ADSL (*Asymmetric digital subscriber line*), HDSL (*High bit rate digital subscriber line*), VHDSL, (*Very-high-bit-rate digital subscriber line*) entre otras.

1.4.1.1 Características de xDSL

Las características principales de esta tecnología son:

- ✓ Integración de los servicios de voz y datos a través de una conexión digital sobre la línea de abonado de la red telefónica.
- ✓ Aprovecha la infraestructura existente de cableado para telefonía básica.
- ✓ Pueden ser Simétricas (velocidades de subida y bajada iguales) o Asimétricas (velocidades de subida y bajada distintas).

1.4.1.2 Funcionamiento de xDSL

Sobre el mismo canal de cobre, donde se transmite la voz de la red telefónica analógica, se utiliza para enviar datos de manera digital, esto se lo realiza utilizando tres canales independientes:

- ✓ Dos canales de alta velocidad para la transmisión de datos, uno para la recepción de datos y otro para el envío de datos.
- ✓ Otro canal para la transmisión de voz.

Para que la transmisión de voz y datos sea posible, las bandas de frecuencia deben ser diferentes entre sí.

En el caso del canal de voz se transmiten a frecuencias desde los 200 Hz a los 3.4 KHz en banda base, mientras que los canales de datos se transmiten a frecuencias desde los 24 KHz a los 1.1 MHz, distribuyéndose de forma variable entre el canal de subida y el de bajada según el tipo de tecnología xDSL

empleada. Es necesario colocar un dispositivo llamado "*splitter*", que permite la utilización simultánea del servicio telefónico básico y el servicio xDSL.

El *splitter* se coloca delante de los módems del usuario y de la central y está formado por dos filtros, un pasabajo para señales de baja frecuencia (telefonía), y otro pasa alto para señales de alta frecuencia (datos).

1.4.1.3 ADSL

ADSL (*Asymmetric Digital Subscriber Line*) se desarrolló en 1989 en los laboratorios de *Telcordia Technologies Inc*, entonces conocida como *Bellcore*. En un principio ADSL se pensó para poder ofrecer vídeo bajo demanda. En 1995 la *American National Standards Institute* (ANSI) aprobó la primera versión de ADSL, la T1.413. La segunda versión se aprobó en 1998.

Esta tecnología de módem transforma las líneas telefónicas del abonado en líneas de alta velocidad permanentemente establecidas. ADSL facilita el acceso a Internet de alta velocidad así como el acceso a redes corporativas para aplicaciones como el teletrabajo y aplicaciones multimedia.

1.4.1.3.1 Características ADSL

Las características principales de esta tecnología son:

- ✓ **Conexión asimétrica:** los módems situados en la central y en casa del usuario son diferentes.
- ✓ **Velocidades de transmisión de datos:** velocidad de bajada de 1.5 a 8 Mbps para recibir datos y para enviar datos de 16 a 640 kbps velocidad de subida.
- ✓ **Distancia:** Utiliza un par de hilos, hasta 5.5 Km de distancia.
- ✓ **Protocolos:** ADSL permite el transporte de TCP/IP, ATM y datos X.25.

1.4.1.3.2 Funcionamiento de ADSL

Los componentes de un ADSL son los siguientes y se pueden visualizar en la figura 1.15.

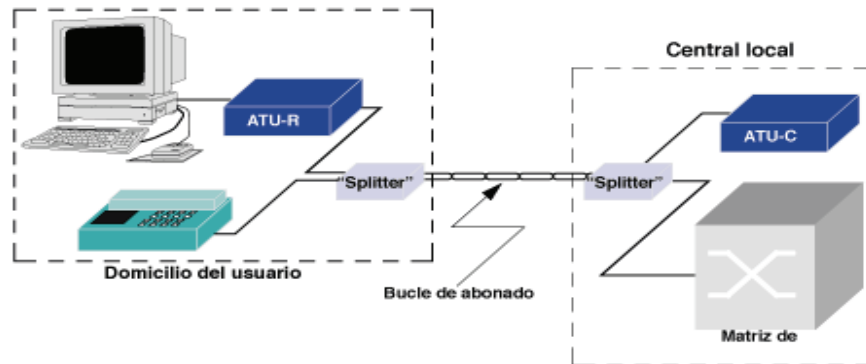


Figura 1.15: Componentes ADSL¹⁷

- ✓ **ATU-R (ADSL Terminal Unit-Remote):** se encuentra del lado del usuario, equivalente al modem.
- ✓ **ATU-C (ADSL Terminal Unit-Central):** se encuentra en el lado de la central, equivalente al modem.
- ✓ **Splitter:** es un filtro pasa bajo y pasa alto.
- ✓ **Bucle de abonado:** par de hilos de cobre que conecta al usuario con la central.
- ✓ **Conmutador RTB:** permite la utilización de los servicios de la red telefónica básica.
- ✓ **DMT Modulación por Multitonos Discretos:** es la técnica de modulación de ambos módems. La diferencia radica en que el MODEM de la central (ATU-C) puede disponer de 256 subportadoras, mientras que el del usuario (ATU-R) sólo dispone de 32.

¹⁷ http://www.oocities.org/es/frencyepinoza/e2/adsl_khz.html

1.4.1.3.3 Concentrador ADSL

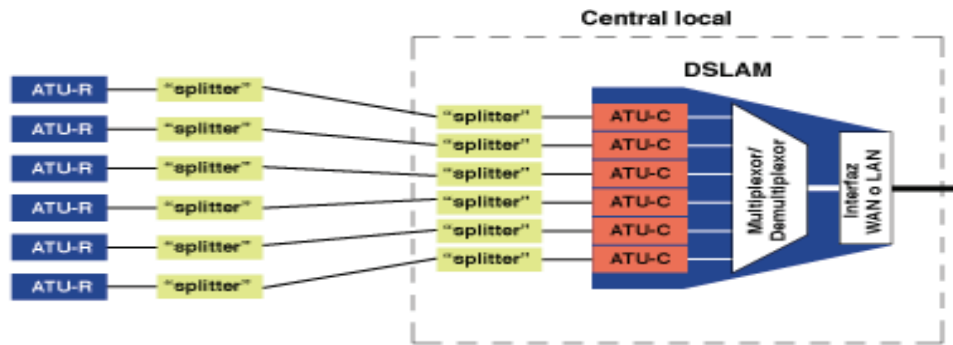


Figura 1.16: DSLAM¹⁸

ADSL necesita una pareja de módems para cada usuario, el que utiliza el usuario en su casa y el correspondiente a la central del operador. Debido a esto se dificultaba la expansión de esta tecnología y para solucionar este problema surgió el DSLAM (*Digital Subscriber Line Access Multiplexer*) que consiste en un armario con varios Módems ATU-C que concentran todo el tráfico de los abonados del ADSL hacia una WAN. Gracias a la aparición de esta tecnología, el despliegue de los módems en las centrales ha sido mucho más sencillo, y se ha conseguido que el ADSL se expanda.

1.4.2 GPON (*Gigabit Passive Optical Network*)^{[22] [23] [24] [25] [26]}

Red Óptica Pasiva con capacidad Gigabit Ethernet fue aprobada 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, precede del conjunto de estándares PON (*Passive Optical Network*).

GPON es una tecnología de acceso mediante fibra óptica que se creó para ofrecer mayor ancho de banda, mayor eficiencia de transporte para servicios IP. Soporta algunas tecnologías como: Ethernet, ATM (*Asynchronous Transfer Mode*), TDM (*Time-division multiplexing*), SDH (*Synchronous Digital Hierarchy*), SONET (*Synchronous Optical Network*), etc. Tiene un alcance máximo de 20 Km y establece soluciones de acceso de alta capacidad para el *triple-play* (voz, vídeo y datos).

¹⁸ <http://interedesjeison3210.blogspot.com/>

Su topología es punto multipunto; esta tecnología permite manejar señales ópticas, por ejemplo de televisión sobre la longitud de onda de fibra óptica sin realizar modificaciones en los equipos portadores. Trabaja con un protocolo síncrono que se basa en una capa de transmisión nueva, el método de encapsulamiento se llama Método de Encapsulamiento GPON (GEM). Soporta varias tasas de transferencia tal como se puede apreciar en la tabla 1.1.

VELOCIDADES DE TRANSMISIÓN	
Subida	Bajada
155 Mbps	1,2 Gbps
622 Mbps	1,2 Gbps
1,2 Gbps	1,2 Gbps
155 Mbps	2,4 Gbps
622 Mbps	2,4 Gbps
1,2 Gbps	2,4 Gbps
2,4 Gbps	2,4 Gbps

Tabla 1.1: Velocidades de transmisión GPON

1.4.3 ELEMENTOS DE LA RED GPON

Los elementos de una red GPON, se visualizan en la figura 1.17.

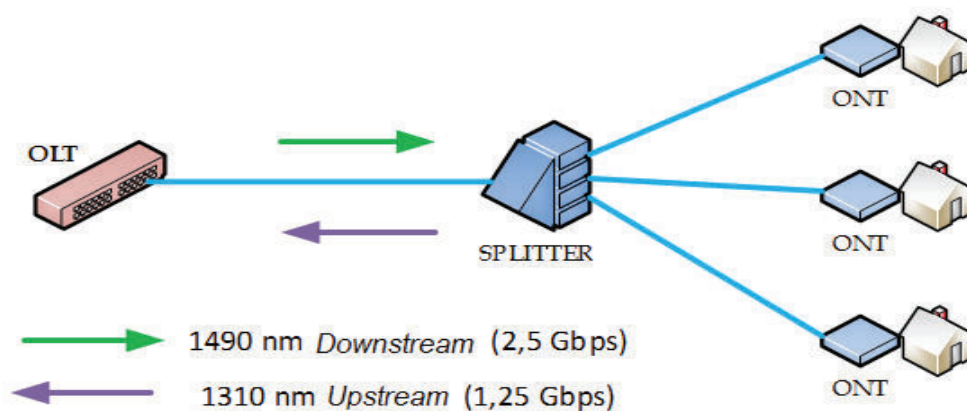


Figura 1.17: GPON ¹⁹

¹⁹ <http://nordin.kembali.net/blog/?p=1221>

1.4.3.1 OLT

(*Optical Line Terminal*), es el elemento activo situado en el nodo principal o en la central y su función principal es adaptar el tráfico de entrada para encaminarlo hacia la red de agregación.

1.4.3.2 *Splitter* Óptico ^[27]

Un divisor óptico sirve para ramificar la red de fibra óptica. Los módulos de *splitters* pueden ser de una o dos ramas de entrada y diferentes tipos de salida comúnmente como: 2, 4, 8, 16, 32 o 64, los mismos que van alojados en *racks* o en cajas.

Los *splitters* pueden ser fabricados de diferentes tecnologías, ya sea por PLC (*Planar Lightwave Circuit*) o FBT (*Fused Biconical Taper*).

1.4.3.2.1 Tecnología PLC

Presenta las siguientes características:

- ✓ Tecnología más compleja.
- ✓ Opera en toda la longitud de onda de 1260 a 1650 nm.
- ✓ Máxima división de un *splitter* es de 1:64.
- ✓ Solo se presenta en las versiones de 1:2, 1:4, 1:8, 1:32, 1:64.
- ✓ Es pequeño.
- ✓ Atenuación del *splitter* por igual.

Como se puede visualizar en la figura 1.18 existen diferentes tipos de *splitters* PLC.



Figura 1.18: *Splitter* PLC²⁰

1.4.3.2.2 Tecnología FBT

En la figura 1.19 se puede ver un *splitter* de 1:2 con tecnología FBT. Presenta las siguientes características:

- ✓ Hecho de materiales más asequibles.
- ✓ Solo opera en las ventanas de 850 nm, 1310 nm y 1550 nm.
- ✓ Máxima división de un *splitter* es de 1:32.
- ✓ Se puede presentar en diferentes versiones como: 1:3, 1:7, 1:11.
- ✓ Son más grandes que los *splitters* PLC.
- ✓ La atenuación del *splitter* es asimétrica.



Figura 1.19: *Splitter* FBT²¹

²⁰ http://www.diytrade.com/china/pd/8554684/PLC_Splitter.html

²¹ <http://www.ingellen.com/in-fbt-d-2xn-2xn-dual-window-fbt-coupler--p-2727.html>

1.4.3.3 Conectores Ópticos

Existen diferentes tipos de conectores, entre los más comunes se tienen: ST, SC, FC, LC.

- ✓ ST (*Straight Tip*) originalmente creado por AT&T, muy utilizado en redes multimodo; tiene una férula larga y cilíndrica de 2.5 mm.
- ✓ SC (*Suscriber Connector*) conector estandarizado en TIA-568-A, también con una férula de 2,5 mm.
- ✓ FC (*Fiber Connection*) su diseño tipo rosca permite asegurar y alinear el conector de manera firme en el adaptador.
- ✓ LC (*Lucent Connector*) simplex o dúplex contienen una férula de 1.25 mm y cuerpo de plástico resistente. Tiene un buen desempeño, y es altamente favorecido para uso monomodo.
- ✓ FDDI (*Fiber Distributed Date Interface*) se emplea en redes de área local estándar como *Ethernet* o *Token Ring*.



Figura 1.20: Diferentes tipos de conectores²²

²² <http://www.fibraoptica.com/informacion-tecnica/identificacion-de-conectores>

1.4.3.3.1 Tipos de Pulidos de conectores ^[28]

Para evitar reflexiones, la fibra se la corta con un cierto ángulo.

- ✓ Pulido PC (*Physical Contact*), el ángulo de corte es artesanal de aproximadamente 30 grados, siendo sus pérdidas de retorno ópticas ORL de 30 dB.
- ✓ Pulido UPC (*Ultra Physical Contact*), el ángulo es obtenido a través de una máquina siendo sus pérdidas de retorno ópticas ORL de 40 dB.
- ✓ Pulido APC (*Angled Physical Contact*), para pérdidas de retorno óptimas de 60 dB con un ángulo de 8 grados.

1.4.3.4 ONT/ONU

Son dispositivos del cliente que transforman la señal óptica en electrónica; los mismos se sitúan de acuerdo a su tecnología de acceso.

ONU (*Optical Network Unit*), es un equipo que está situado externo al cliente; las tecnologías de última milla empleadas con este dispositivo son HTTC (*Fiber To The Curb*) y HTTN (*Fiber To The Neighborhood*). Mientras que en ONT (*Optical Network Terminal*) se encuentra en el lado cliente y las tecnologías de última milla usadas con este equipo son FTTH (*Fiber To The Home*) y FTTP (*Fiber To The Premises*).

1.4.4 VENTAJAS DE GPON

Entre las ventajas principales de GPON están:

- ✓ Mayor capacidad, desde 622 Mbps hasta 2,5 Gbps.
- ✓ Mayor distancia desde la central al abonado debido a la utilización de fibra óptica (normalmente de 20 Km) y bajo el estándar se puede llegar hasta 60 km.

- ✓ Reduce la cantidad de fibra entre la distribución y la llegada al cliente.
- ✓ Ofrece un buen manejo de QoS, facilitando herramientas.
- ✓ Menor degradación de las señales, etc.

1.5 TECNOLOGÍAS DE TRANSPORTE

1.5.1 JERARQUÍA DIGITAL SINCRÓNICA (SDH) ^[29] ^[30]

Jerarquía Digital Sincrónica (SDH *Synchronous Digital Hierarchy*) fue regulada en el año de 1988 mediante las recomendaciones del CCITT G.707²³, G.708²⁴ y G.709²⁵. SDH es una tecnología de capa física para el transporte de diferentes tipos de tráfico como: voz, video, paquetes de datos, etc, y precede de PDH (*Plesiochronous Digital Hierarchy* o Jerarquía Digital Plesiócrona) debido a que en PDH se maneja velocidades de E1, E2, E3, E4 las mismas que están contenidas en SDH de la siguiente manera: 63 E1 o 1 E4, 252 E1 o 4 E4, 1008 E1 o 16 E4, 4032 E1 o 64 E4, denominadas STM-1, STM-2, STM-16, STM-64 respectivamente.

Entre las principales ventajas con respecto a PDH están:

- ✓ Alcanza mayores velocidades.
- ✓ Simplificada y flexible debido a su naturaleza sincrónica e independiente a la velocidad de línea y no es necesario usar una cascada de multiplexores.
- ✓ Es fiable consiguiendo aislar los problemas que puedan surgir en la red y realizando una monitorización extremo a extremo.
- ✓ La inclusión de canales de control en las tramas SDH posibilitan una mejor gestión de red.

²³ G.707: Guía de implementación para ITU-T Rec. G.707/Y.1322

²⁴ G.708: Interfaz de nodo de red sub STM-0 para la jerarquía digital síncrona.

²⁵ G.709: Interfaces para la red óptica de transporte.

1.5.2 ETHERNET ^[31]

Ethernet es una tecnología de redes de área local (LAN) que transmite información a velocidades de 10 Mbps (Ethernet), 100 Mbps (*Fast Ethernet*) ó 1000 Mbps (*Gigabit Ethernet*), 10 Gbps, 40 Gbps, 100 Gbps.

Esta tecnología trabaja en las capas 1 y 2 del modelo OSI, tal como se observa en la figura 1.21.

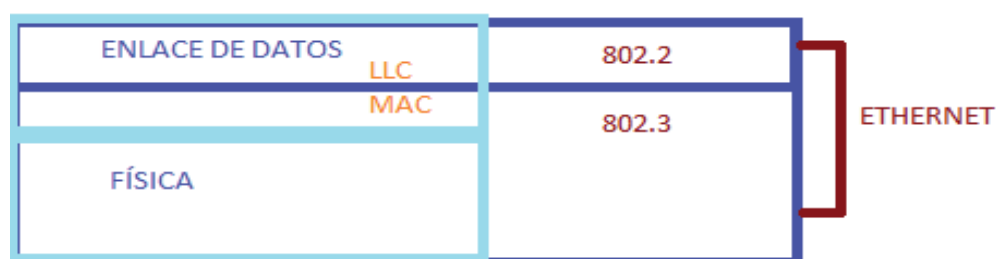


Figura 1.21: Capas de Ethernet

Ethernet utiliza métodos de escucha de onda de la portadora y detección de colisiones, (CSMA/CD). Esta tecnología ha ido creciendo acorde con las necesidades de la industria transmitiendo velocidades desde 10 Mbps hasta 100 Gbps y soportando mayores distancias de hasta 5000 m mediante el uso de cables de fibra óptica para redes tanto LAN como MAN.

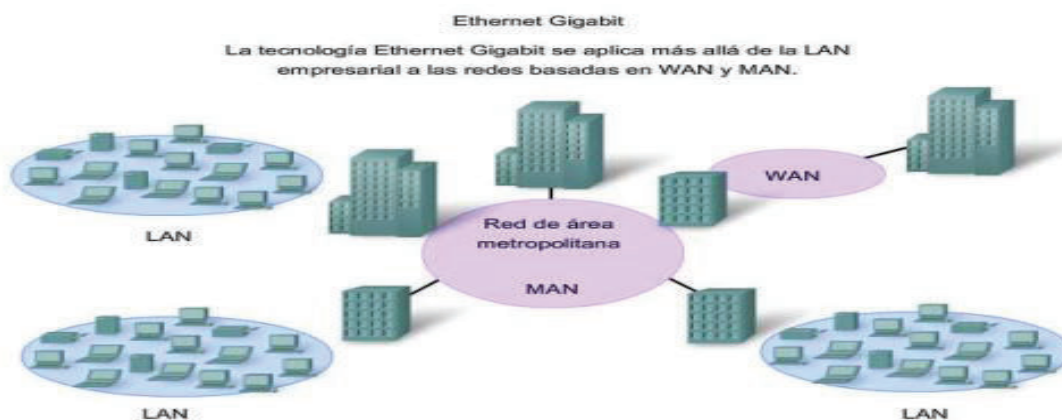


Figura 1.22: Redes Ethernet²⁶

²⁶ http://www.academia.edu/5715033/Capitulo_09_-_ethernet

Ethernet en sus primeros años se limitaba a sistemas de cableado LAN dentro de un mismo edificio, pero esto se extendió a sistemas entre edificios y actualmente también se puede aplicar dentro de una ciudad lo que se conoce como Red de Área Metropolitana (MAN). Como se puede observar en la figura 1.22 la tecnología Ethernet es actualmente utilizada tanto en Redes de Área Local, Redes de Área Metropolitana y Redes de Área Extendida.

1.5.3 ETHERNET SOBRE SDH

Son redes creadas para la entrega de datos con alta velocidad, gran ancho de banda y con un presupuesto muy limitado.

Estas redes se refieren a protocolos que permiten transportar tráfico Ethernet sobre redes SDH; esto se realiza a través de un bloque de encapsulamiento GFP (*Generic Framing Procedure*) encargado de crear un flujo sincrónico de datos a partir de paquetes asincrónicos Ethernet.

Estos paquetes son encapsulados a través de un bloque de mapeo utilizando la concatenación virtual (VC). Una vez que los datos se encuentren mapeados se transmiten al LCAS (*Link Capacity Adjustment Scheme*) el mismo que se encarga de añadir y remover miembros del VCG (*Virtually Concatenated Group*), provisionando así a la red SDH una mayor o menor capacidad de datos sin que afecte el transporte de los mismos y dirigir el flujo de bits en una o más rutas SDH.

Después de recorrer las rutas SDH se realiza el proceso inverso: la concatenación virtual extrae la secuencia original de bytes síncronos, seguido de una desencapsulación para convertir el flujo de datos síncronos en una secuencia asíncrona de tramas Ethernet.

En la figura 1.23 se visualiza el proceso de Ethernet sobre SDH.

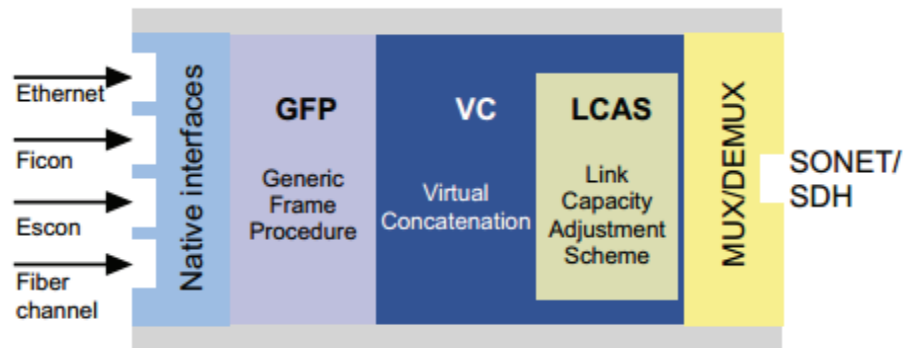


Figura 1.23: Proceso Ethernet sobre SDH²⁷

1.5.4 MPLS ^{[32], [33]}

MPLS (*Multiprotocol Label Switching*) se fundamenta en la conmutación basada en etiquetas. Son redes flexibles y escalables para aplicaciones en tiempo real como: Voz IP, teléfonos móviles con acceso a Internet, videoconferencia, etc.

El IETF (*Internet Engineering Task Force*) organizó el grupo de trabajo MPLS en 1997, y su primera aparición de estándares fue en el 2001.

1.5.4.1 Características de MPLS

Las características más importantes son las siguientes:

- ✓ Opera entre la capa 2 y la capa 3 del modelo OSI.
- ✓ Como su nombre lo indica es multiprotocolo, esto quiere decir que es independiente para cualquier protocolo de capa de red como IPv4, IPv6, IPX, Appletalk, etc, e independiente a cualquier tecnología de enlace como ATM, Frame Relay, Ethernet, etc.
- ✓ Conmutación en base a etiquetas.
- ✓ Flujo del tráfico variable.

²⁷<http://es.scribd.com/doc/227115687/Libro-Introduccion-a-Las-Telecomunicaciones-Fijas-y-Moviles>

- ✓ Dos modos de operación punto-punto (*unicast*) y punto-multipunto (*multicast*).
- ✓ Permite integrar en la red conmutadores MPLS y aquellos que no son necesariamente MPLS.

1.5.4.2 Aplicaciones de MPLS

A continuación se detallan las principales aplicaciones que tiene MPLS en redes IP.

1.5.4.2.1 Facilita gestión de VPNs

Las VPNs sobre redes IP eran conexiones permanentes entre dos puntos, pero utilizando el entorno MPLS; las conexiones IP van a una nube común en las que solamente pueden entrar los miembros de la VPN.

1.5.4.2.2 Soporta Calidad de Servicio QoS

Debido a las exigencias de los nuevos servicios en tiempo real es importante que el retardo sea el mínimo posible, y en el caso de video se requiere un gran ancho de banda. Estas características permiten que los enlaces sean controlados realizando una clasificación del tráfico de acuerdo a los requerimientos de ancho de banda, retardo, *jitter*, y pérdida de paquetes para posteriormente priorizar el tráfico.

1.5.4.2.3 Ingeniería de Tráfico

Es la optimización de los recursos y prestaciones de la red, mediante la correcta distribución de tráfico de acuerdo a su disponibilidad, para evitar las congestiones y poder escoger el mejor camino según el tipo de tráfico, esto no implica necesariamente que deba ser el camino más corto.

Utiliza mecanismos de encaminamiento restringido (*Constraint-Based Routing*, CBR), para que el administrador pueda escoger determinadas rutas de servicios especiales con distintos niveles de calidad.

1.5.4.3 Elementos de MPLS

Es importante mencionar los elementos en una red MPLS los cuales son:

- ✓ **FEC:** Conjunto de paquetes que son clasificados de acuerdo a similares características para que pueden ser tratados de manera igualitaria en la ruta al destino.
- ✓ **Label Switch Router (LSR)** o *routers* internos: Nodo interno que conmuta y encaminar los paquetes en función a la etiqueta.
- ✓ **Label Edge Router (LER)** o *routers* de la periferia: Nodo externo que se encarga de asignar y retirar etiquetas a la entrada o salida de la red MPLS.
- ✓ **Label Switched Path (LSP):** es el camino durante la conmutación de etiquetas

1.5.4.4 Funcionamiento de MPLS

A continuación un resumen del funcionamiento de la red MPLS:

- ✓ **1a) Creación y distribución de etiquetas:** utilización de los algoritmos de encaminamiento como OSPF o RIP permiten la construcción de las tablas de encaminamiento.
- ✓ **1b) Creación de tablas en cada enrutador:** es importante definir la ruta (LSR), con su correspondiente FEC para la distribución de las etiquetas utilizando algún tipo de protocolo como: OSPF (*Open Shortest Path First*), IS-IS (*Intermediate System to Intermediate System*), RIP (*Routing Information Protocol*), ER-LSP (*Explicitly Routed LSP MPLS*), RSVP (*Resource*

ReSerVation Protocol) o CR-LDP (*Constraint-based Label Distribution Protocol*).

- ✓ **2) Creación de LSPs:** los LER son los encargados de etiquetar el paquete de ingreso y enviar al núcleo, a través de la ruta LSP correspondiente al FEC.
- ✓ **3) Agregar etiquetas a los paquetes con la información de la tabla:** los LSR se encargan de la conmutación de paquetes mediante el intercambio de las etiquetas a través del LSP.
- ✓ **4) Envío del paquete:** el LER de salida se encarga de extraer la etiqueta y enviar el paquete al nodo destino.

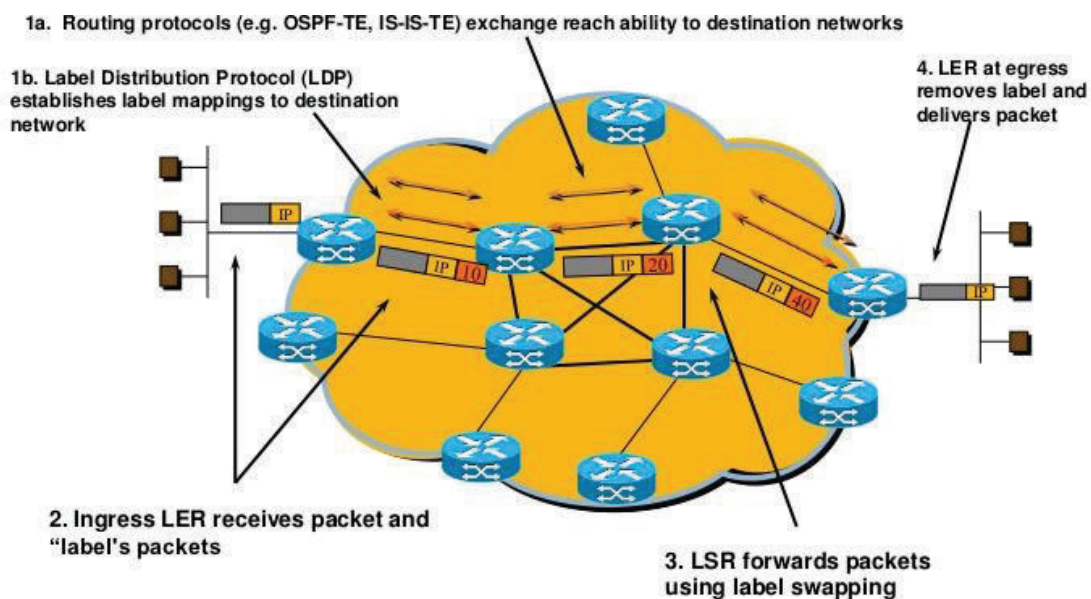


Figura 1.24: Funcionamiento de MPLS²⁸

²⁸ http://ldc.usb.ve/~poc/RedesII/Grupos/G5/funcionamiento_esquema.html

CAPÍTULO II

ANÁLISIS DE LA RED ACTUAL

2.1 SITUACIÓN ACTUAL

La empresa proveedora de servicios de telecomunicaciones con una amplia trayectoria en el mercado, ha contribuido con el desarrollo del país utilizando tecnología de punta, para dar servicios de calidad a sus dos líneas de negocios: clientes residenciales y clientes corporativos.

En la época de auge tecnológico llegó a ser el primer proveedor de banda ancha del Ecuador con la mejor infraestructura de la época. Hoy en día, la empresa cuenta con tecnología MPLS como red de transporte y tres tipos de redes de acceso que son: red HFC, red xDSL y red WLL, para proveer en banda ancha los servicios integrados de internet, telefonía IP y datos.

Debido a la creciente demanda de conectividad de actuales y futuros clientes corporativos, la empresa proveedora de servicios se ve en la necesidad de mejorar la capacidad de sus equipos e innovar las tecnologías de última milla.

Los cambios son principalmente requeridos en los sectores en los que existe mayor afluencia comercial de la ciudad Quito, como son los sectores de Lñaquito y Mariscal donde la empresa proveedora de servicios cuenta con tres nodos que utilizan la red de acceso xDSL para proporcionar servicios a los clientes y que requiere ser actualizada por una red de acceso con mayores velocidades.

2.2 INFRAESTRUCTURA GENERAL

2.2.1 EQUIPOS

La empresa proveedora de servicios cuenta con equipos MPLS para el área de distribución de la información y dos tipos de equipos para proveer acceso a los clientes. A continuación se detallan las características de los equipos.

2.2.1.1 IP/MPLS

Los equipos utilizados en la red MPLS de la empresa proveedora de servicios trabajan en las capas 2 (enlace) y 3 (red) del Modelo OSI; permiten implementar redes y servicios de telecomunicaciones basados en la tecnología MPLS. Adicionalmente estos equipos permiten extender el alcance de las redes de acceso otorgando Calidad de Servicio (QoS) mediante Clase de Servicio (CoS).

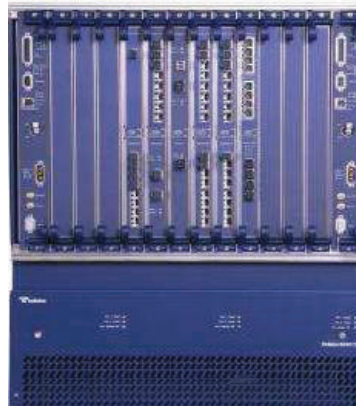


Figura 2.1: Equipo MPLS

2.2.1.1.1 Estructura

El equipo MPLS consta de 14 ranuras, 12 son para interfaces IFC (*Interface Module Concentrador Card*) con interfaces para tráfico de usuario y dos son para CDC (*Control and DC Power Card*). Las tarjetas pueden ser removidas en caliente sin interferir en el funcionamiento general del equipo.

La tarjeta IFC se refiere a la tarjeta de línea general donde se encuentran principalmente las memorias asociadas, el subsistema CPU y la fuente de energía.

La tarjeta CDC provee el control sobre la funcionalidad del nodo, la alimentación eléctrica DC de las tarjetas IFC y ventiladores, y permite sincronizar los enlaces de conexión para que los equipos se puedan comunicar. Esta tarjeta debe ser colocada en la ranura 14 y si se requiere contar con una mayor protección se puede colocar otra tarjeta CDC en la ranura 1. En la tabla 2.1 se presentan las características técnicas de los equipos IP/MPLS.

EQUIPO MPLS	
Puertos	Puertos 10/100/1000 Base-Tx IFM
	Puertos STM-1 / OC-3 IFM
	Puertos STM-4 / OC-12 IFM
	Puertos STM-16/ OC-48 IFM
	Puertos E1/T1 <i>Multiservice</i>
Administración	CLI, FTP, SNMPv2,
	Comunicación de administración de la red
Encapsulaciones	ATM, Ethernet, Frame Relay, PPP, VLAN/Ethernet
Protocolos de ruteo	BGP, MP-BGP, OSPF, OSPF-TE, ISIS-TE
Nivel de distribución	LDP, RSVP-TE, MP-BGP
Funciones	IP VPN
	Integración de <i>Routing</i> y <i>Bridging</i>
	Ethernet/VLAN
	TDM, ATM

Tabla 2.1: Características equipo MPLS

La cantidad de tarjetas y puertos que tiene cada equipo MPLS depende de los requerimientos del nodo en base a la cantidad de empresas a las que provee los servicios.

2.2.1.2 Equipos de Acceso

La empresa proveedora de servicios cuenta con dos equipos de acceso con diferentes características. A continuación se detallan las características generales de cada uno de ellos; posteriormente en el ítem 2.2.3 se detallarán las características específicas de los equipos en cada nodo.

2.2.1.2.1 Acceso ADSL

El equipo de acceso ADSL, que se puede visualizar en la figura 2.2, es un equipo tipo DSLAM que contiene tarjetas de hasta 32 puertos y brinda los servicios de Internet, telefonía IP y Datos mediante equipos terminales CPE. Este equipo se encuentra directamente conectado a un equipo IP/MPLS en el respectivo nodo de acceso.



Figura 2.2: Equipo ADSL

Este equipo puede transmitir información a velocidades de hasta 2 Mbps, velocidades relativamente bajas en comparación a los requerimientos actuales de los clientes empresariales; este tipo de equipo conforme transcurra el tiempo quedará desplazado de la red por su limitada capacidad de transmisión.

En la red actual de la empresa proveedora de servicios se tiene aproximadamente un equipo ADSL por Nodo. En la tabla 2.2 se presenta un resumen de las características del equipo.

EQUIPO ADSL	
Estándares de Soporte	Estándar de ADSL
	<i>Gateway Control protocol</i>
	Estándar de VDSL
	<i>Spanning Tree Protocol</i>
	<i>Traffic class expediting</i>
	Especificaciones Ethernet
	Especificaciones <i>Fast Ethernet</i>
Configuración puerto	ADSL/VDSL/SHDSL/LAN-interface
Modo de trabajo	<i>Full-duplex</i>
Administración de la red	Conexión Telnet CLI
	<i>Simple Network Management Protocol (SNMP)</i>
	<i>Console command-line interface (CLI)</i>
Funciones	Supervisa e informa de las fallas
	Entrega servicios de alta capacidad.

Tabla 2.2: Características equipo ADSL

2.2.1.2.2 Acceso HDSL

El equipo de acceso HDSL con el que cuenta la empresa y que se puede visualizar en la figura 2.3, pueden consolidar el tráfico de varios clientes relacionados con tecnología HDSL o enlaces tradicionales E1 y el servicio de transmisión de datos. Este equipo posee gran flexibilidad debido a que se puede adicionar varios tipos de tarjetas y unidades, excepto con las tarjetas de *cross-connection*, control y de alimentación.



Figura 2.3: Equipo Acceso HDSL

En la tabla 2.3 se presentan las características de los equipos de acceso HDSL que actualmente brindan servicio a los diferentes usuarios empresariales.

EQUIPO ACCESO HDSL	
Estándares de Soporte	Estándar de HDSL
	<i>Gateway Control protocol</i>
	<i>Spanning Tree Protocol</i>
	<i>Traffic class expediting</i>
	Especificaciones <i>Fast Ethernet</i>
	STM-1, STM-16
Configuración puerto	HDSL/VDSL/SHDSL/LAN-interface
Modo de trabajo	<i>Full-duplex</i>
Administración de la red	Conexión Telnet CLI
	<i>Simple Network Management Protocol (SNMP)</i>
	<i>Console command-line interface (CLI)</i>
Funciones	Supervisa e informa de las fallas
	Entrega servicios de alta capacidad.

Tabla 2.3: Características equipo acceso HDSL

2.2.2 REDES DE LA EMPRESA

La empresa proveedora de servicios cuenta con una red de topología estrella que permite a los clientes acceder a los servicios de Internet, telefonía IP y datos. Por ello es importante conocer a detalle la estructura de esta red para ver las mejoras que se puede realizar en los nodos en estudio.

La red cuenta con un *switch* L2 (*layer 2*) - L4 (*layer 4*) o también conocido como *switch* de *core*, el mismo que está encargado de enrutar el tráfico hacia el Internet a través de un enlace de 10 Gbps o a hacia la red de telefonía IP con un enlace de 1 Gbps, dependiendo de los requerimientos del cliente.

Este equipo también cuenta con un enlace hacia el *router* de distribución con una capacidad de 1 Gbps. A continuación se detalla cómo el cliente puede acceder a los servicios contratados.

2.2.2.1 Red de telefonía

La empresa cuenta con un equipo que contiene un *software* llamado *Softswitch* que es el encargado de gestionar y permitir el establecimiento de las llamadas que el usuario desea realizar. Se pueden establecer dos tipos de llamadas:

- ✓ Cliente – Otra operadora
- ✓ Cliente – Cliente

Cliente – Otra operadora: Para las interconexiones de telefonía con otros operadores del país como son la Corporación Nacional de Telecomunicaciones Móvil y Fijo, Level 3, Movistar y Claro; el *Softswitch* se conecta a través de dos enlaces de fibra de capacidad STM-1 hacia un equipo SDH que brinda el transporte hacia dichos operadores.

Cliente – Cliente: Las interconexiones entre clientes se la brinda a través de la red de transporte IP/MPLS y redes de acceso xDSL. Los clientes telefónicos de la empresa se los puede identificar por la serie 600xxxx.

2.2.2.2 Red de datos

La red de datos permite que las empresas transmitan datos a nivel urbano o interurbano a través de una *Virtual Private Network* (VPN). El ancho de banda del enlace depende de los requerimientos de cada empresa privada y de las limitaciones a nivel de red.

Los equipos que participan activamente en esta red son los equipos de distribución IP/MPLS, acceso ADSL, acceso HDSL y los equipos terminales. Esto se puede visualizar en la figura 2.4.

2.2.2.3 Red de Internet

Actualmente la empresa tiene contratados dos enlaces internacionales para salida a Internet; uno con la empresa TIWS y otro con Cable Wireless, cada enlace es de 10 Gbps con su respectivo *backup*. Estas conexiones se dirigen a la red de la empresa ubicada en Guayaquil y se transporta a Quito a través de la red de Telconet, llegando al *router* de *core* de Quito con un enlace de 10 Gbps. Desde este equipo existe un enlace de 10 Gbps hacia el *Switch* de Capa 2 - 4 y para llegar al nodo cabecera pasa por el *router* de distribución con enlaces de 1 Gbps.

Las peticiones de acceso a Internet son receptadas en cada uno de los equipos de acceso ADSL o HDSL, esta información a su vez se envía al equipo IP/MPLS el cual se ubica en cada uno de los nodos. Finalmente se envía al equipo IP/MPLS de cabecera para acceder a Internet. En la figura 2.4 se puede visualizar cómo acceden los clientes de los nodos en estudio a Internet a través de la red de transporte MPLS y la red de acceso xDSL.

2.2.3 DESCRIPCIÓN DE NODOS

La red de transporte MPLS con la que cuenta la empresa en la ciudad de Quito está conformada por 14 nodos interconectados a través de enlaces de fibra óptica transmitiendo a una capacidad de 1 Gbps como se puede ver en la figura 2.4.

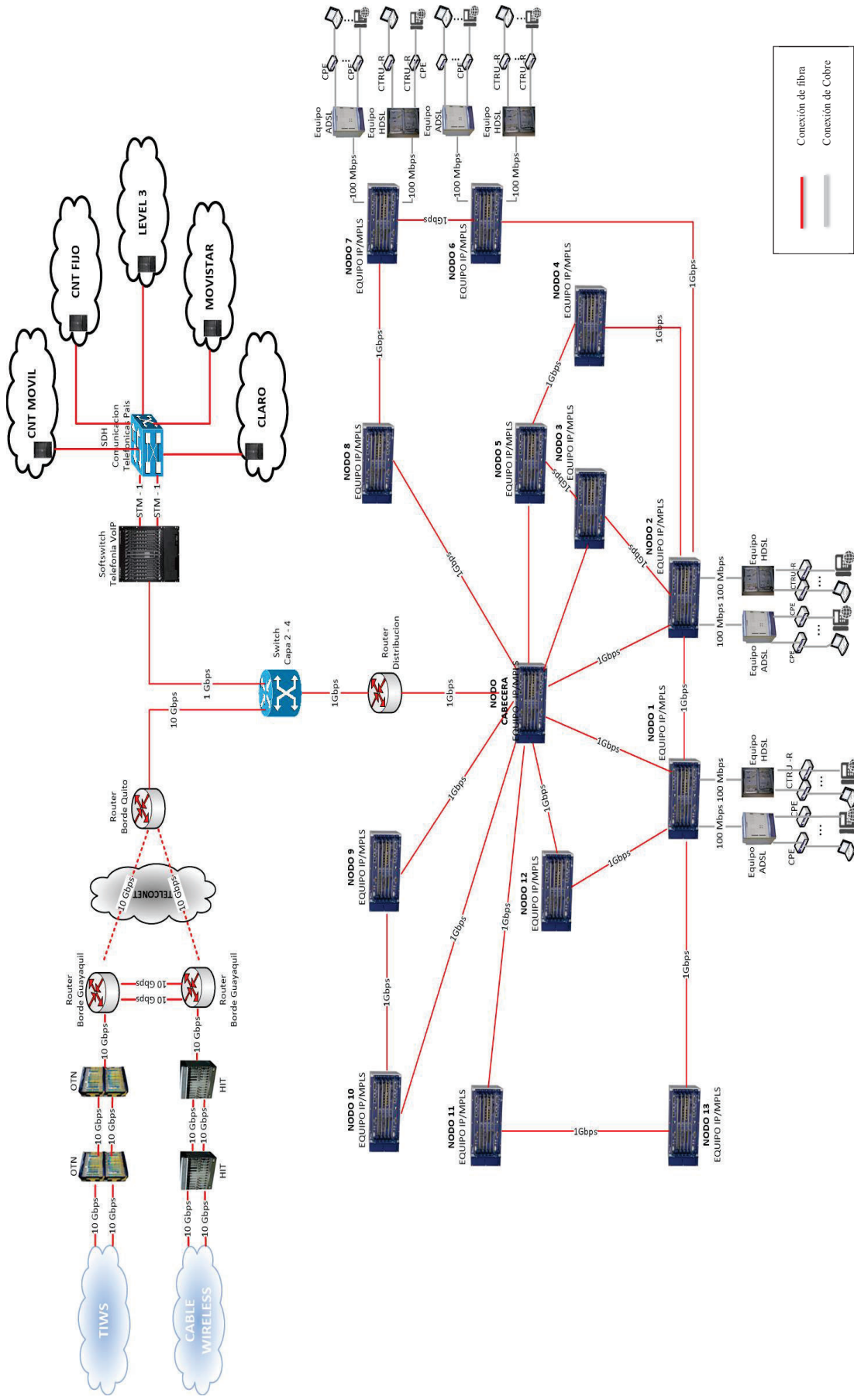


Figura 2.4: Red de la empresa

El presente estudio está enfocado al área corporativa de la ciudad de Quito, en los sectores “La Mariscal e Iñaquito”, por tanto es necesario analizar tres nodos a los que se denominarán Nodo 1, Nodo 2 y Nodo 3 localizados dentro de esta área.

2.2.3.1 Nodo 1

El nodo 1 se encuentra ubicado en el sector de la Mariscal y cuenta con 5 equipos: un equipo IP/MPLS, un equipo de acceso ADSL y tres equipos HDSL; los cuales proveen el servicio a los clientes corporativos del sector.

El equipo IP/MPLS ubicado en el nodo se conecta directamente al equipo IP/MPLS del nodo Cabecera a través de un enlace de fibra a 1 Gbps. Este equipo actualmente cuenta con 8 puertos *Fast Ethernet* y 4 puertos *Gigabit Ethernet*, de los cuales únicamente existen 4 puertos *Fast Ethernet* disponibles.

El equipo de acceso ADSL cuenta con 192 puertos *Fast Ethernet* de los cuales 45 puertos están disponibles, mientras que los equipos de acceso HDSL tienen 24 puertos *Fast Ethernet* cada uno y se encuentran sin puertos disponibles. Cada equipo de acceso se conecta al equipo IP/MPLS a través de un enlace de 100 Mbps. La tabla 2.4 muestra el resumen de los puertos disponibles.

EQUIPO	Cantidad equipos por nodo	Nº Puertos por equipo	Nº Puertos Usados	Nº Puertos Disponibles
IP/MPLS	1	12	8	4
ADSL	1	192	147	45
HDSL	3	24	72	0

Tabla 2.4: Resumen de puertos nodo 1

En la figura 2.5 se puede visualizar la conexión de los equipos en el nodo 1.

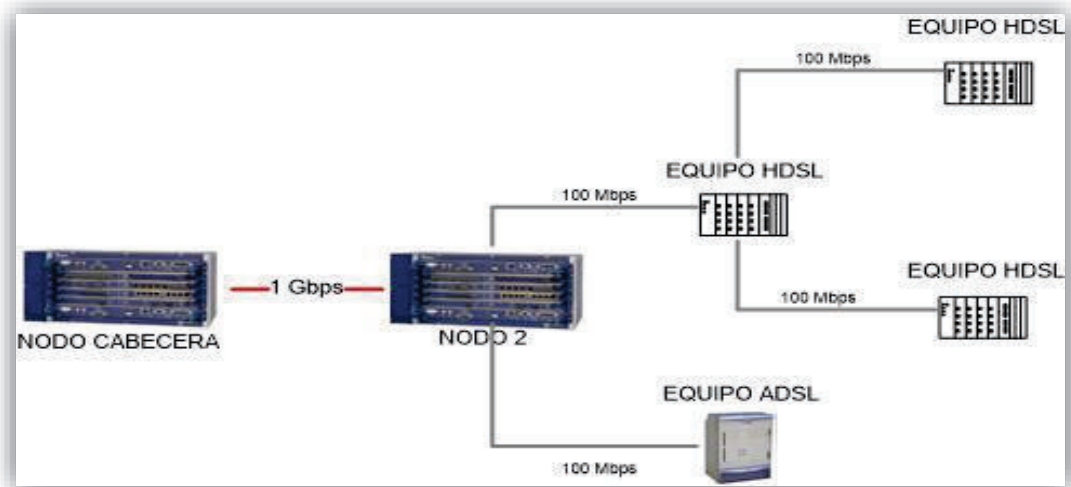


Figura 2.5: Conexión de equipos en nodo 1

2.2.3.2 Nodo 2

Este nodo se encuentra ubicado en el sector de Iñaquito y contiene un equipo IP/MPLS, un equipo ADSL y dos equipos HDSL. El equipo IP/MPLS dispone de 8 puertos *Fast Ethernet* y 6 puertos *Gigabit Ethernet* de los cuales se encuentran disponibles 3 puertos *Fast Ethernet* y 1 puerto *Gigabit Ethernet*.

El equipo ADSL ubicado en este nodo cuenta con 224 puertos de los cuales 76 puertos están disponibles. La cantidad total de puertos para los dos equipos HDSL es de 32 (16 puertos por cada equipo) y de los cuales únicamente existen 5 puertos disponibles. En la tabla 2.5 se tiene un cuadro de la situación actual de los puertos en el nodo 2.

EQUIPO	Cantidad de equipo por nodo	Nº Puertos por equipo	Nº Puertos Usados	Nº Puertos Disponibles
IP/MPLS	1	14	10	4
ADSL	1	224	148	76
HDSL	2	32	27	5

Tabla 2.5: Resumen de puertos nodo 2

La figura 2.6 permite visualizar la conexión actual de los equipos en el nodo 2.

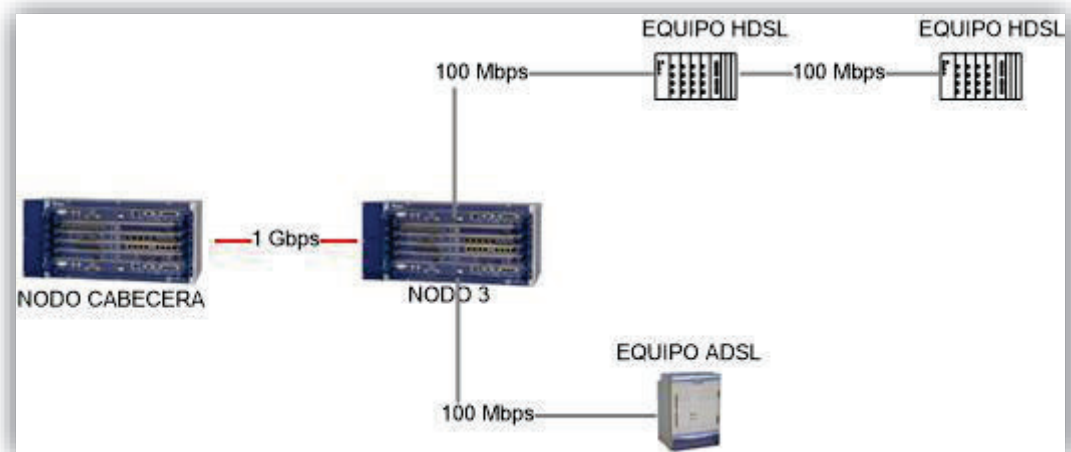


Figura 2.6: Conexión de equipos en Nodo 2

2.2.3.3 Nodo 3

El nodo 3 también se encuentra ubicado en el sector Iñaquito, este nodo al igual que el nodo 2 cuenta con 5 equipos, un equipo IP/MPLS, un equipo ADSL y 3 equipos HDSL. El equipo IP/MPLS tiene actualmente ocupados 8 puertos *Fast Ethernet* y 2 puertos *Gigabit Ethernet* y están disponibles 4 puertos *Fast Ethernet*.

El equipo ADSL tiene 76 puertos disponibles de un total de 224 puertos instalados. En este nodo, de los tres equipos HDSL, dos de ellos poseen 16 puertos cada uno y el restante cuenta con 32 puertos (64 en total) *Fast Ethernet*, de los cuales solo existen 5 puertos disponibles. La tabla 2.6 contiene un resumen de los puertos disponibles en los equipos ubicados en el nodo 3.

EQUIPO	Cantidad de equipos por nodo	Nº Puertos por equipo	Nº Puertos Usados	Nº Puertos Disponibles
IP/MPLS	1	14	10	4
ADSL	1	224	148	76
HDSL	3	2x16 1x32	59	5

Tabla 2.6: Resumen de puertos nodo 3

La conexión de los equipos que se encuentran en el nodo 3 se la puede visualizar en la figura 2.7.

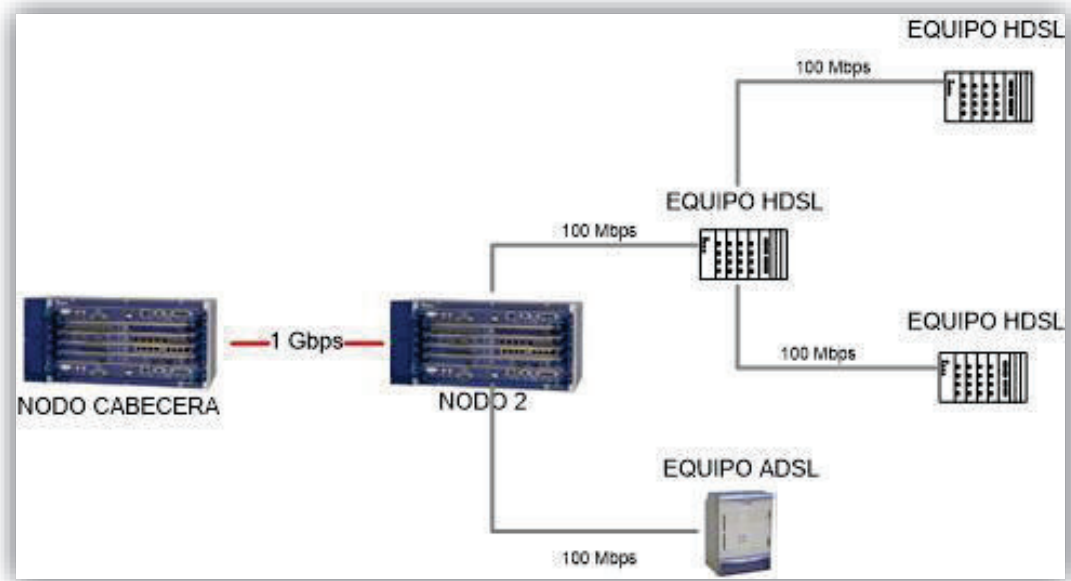


Figura 2.7: Conexión de equipos en Nodo 3

La tabla 2.7 muestra un resumen de los equipos que hay en cada nodo de los sectores de Mariscal e Iñaquito

NODOS	Nº EQUIPOS MPLS	Nº EQUIPOS ACCESO	SECTOR
Nodo 1	1	4	Mariscal
Nodo 2	1	3	Iñaquito
Nodo 3	1	4	Iñaquito

Tabla 2.7: Resumen de equipos por nodo

2.2.4 INFRAESTRUCTURA PARA LA CONEXIÓN DE LA RED DE COBRE

Para llegar al cliente, la empresa proveedora de servicios utiliza enlaces de cobre. El acceso puede ser a través de dos tipos de equipos, un ADSL o el otro HDSL. Si la conexión se realiza mediante ADSL se usa un equipo terminal denominado CPE, mientras si se lo realiza a través de HDSL se hace uso del equipo terminal CTU-R.

Para determinar el equipo más adecuado para el cliente se debe analizar la velocidad que contrató o requiere contratar el cliente; si requiere mayor velocidad se realizará una conexión al equipo de acceso HDSL que presenta un mejor desempeño de procesamiento de información. El cliente puede contratar enlaces compartidos o enlaces de uso exclusivo, el máximo nivel de compartición a nivel de enlace es de 1:8. Las conexiones se las puede visualizar en la figura 2.8.

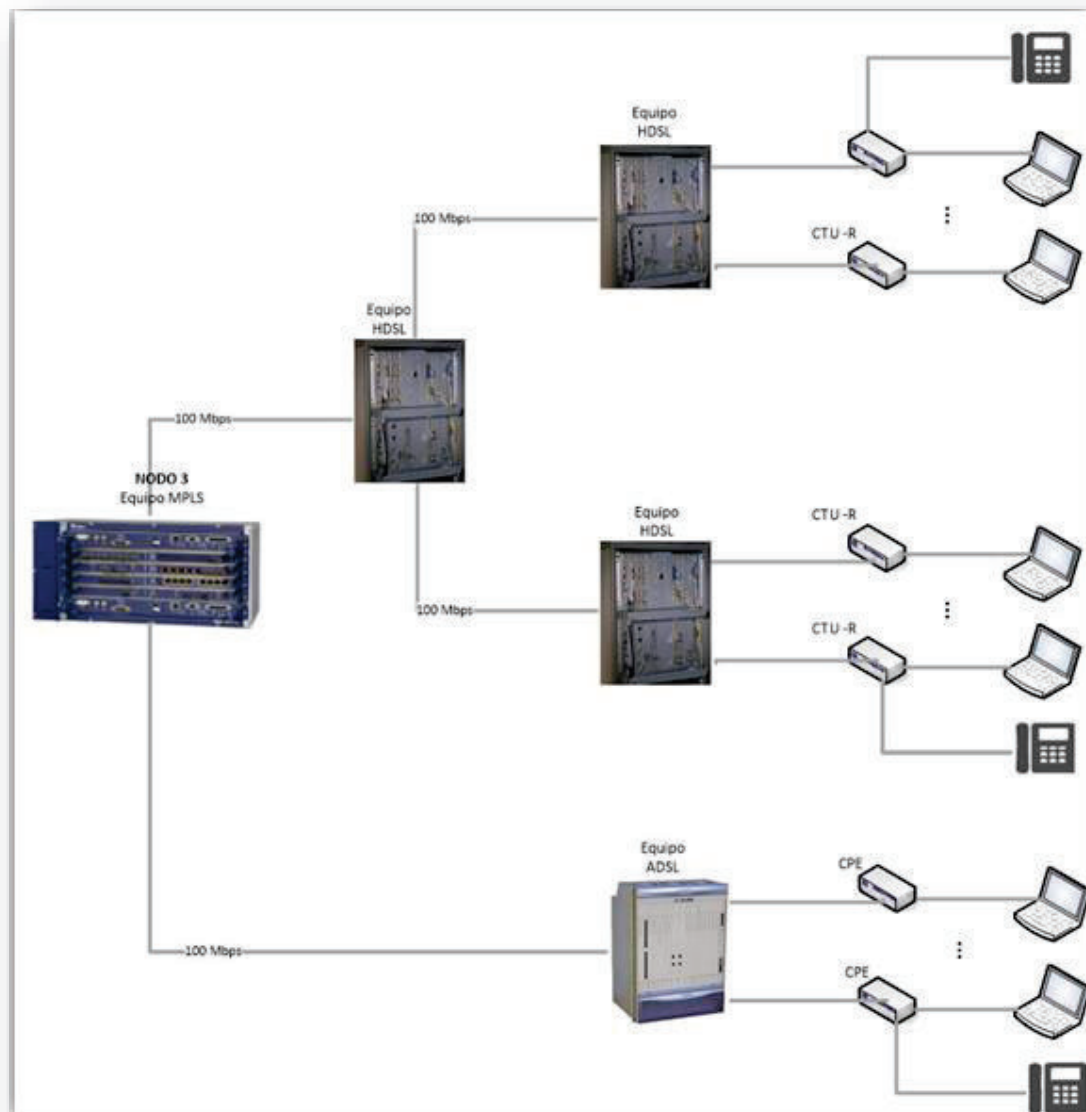


Figura 2.8: Infraestructura de última milla para la red de cobre

2.3 NÚMERO DE CLIENTES Y COMPORTAMIENTO DE TRÁFICO EN LA RED

De acuerdo a los datos recolectados durante el período 2011 – 2013, que se mostrarán a continuación, se puede observar un crecimiento sostenido en los servicios de telefonía IP e Internet y una relativa estabilidad en el servicio de transmisión de datos. A continuación se presenta la manera en la que se determinó el porcentaje de crecimiento en los nodos 1, 2 y 3.

Datos empresa:

- ✓ Nro. usuarios(2011): x
- ✓ Nro. de usuarios(2012): y
- ✓ Nro. de usuarios(2013): z
- ✓ % crecimiento (2011-2012): $\frac{y-x}{x} = a$
- ✓ % crecimiento (2012-2013): $\frac{z-y}{y} = b$

$$\% \text{ crecimiento promedio: } \frac{a+b}{2}$$

2.3.1 NODO 1

Como se puede verificar en la tabla 2.8, el número de usuarios en el nodo 1 para el servicio de transmisión de datos tienen un porcentaje de crecimiento del 3%; el servicio de Internet tiene un incremento del 5% al igual que el servicio telefonía IP durante el período 2011 - 2013.

NÚMERO DE LOS USUARIOS			
SERVICIOS \ AÑO	Nº Usuarios 2011	Nº Usuarios 2012	Nº Usuarios 2013
DATOS	28	29	30
INTERNET	60	62	66
Telefonía IP	41	42	45

Tabla 2.8: Número de usuarios en nodo 1

El tráfico de los diferentes servicios desde el 2011 al 2013 en el nodo 1 fue proporcionado por la empresa proveedora de servicios.

En este nodo se puede visualizar que para el servicio de datos la velocidad mínima contratada es 96 Kbps y la velocidad máxima es 4 Mbps; para el servicio de Internet la velocidad mínima contratada es 320 Kbps y la velocidad más alta es de 4 Mbps. Finalmente en el servicio de telefonía IP el mínimo valor que se contrata es de 256 Kbps y el máximo valor 2 Mbps.

TRÁFICO NODO 1			
SERVICIOS \ AÑO	2011 (Mbps)	2012 (Mbps)	2013 (Mbps)
DATOS	32.38	33.79	34.83
INTERNET	127.10	131.10	139.92
Telefonía IP	34.88	35.71	38.25

Tabla 2.9: Tráfico en nodo 1

Para obtener la velocidad promedio para cada servicio se consideró el total de clientes y tráfico por servicio en cada nodo. A continuación se presenta un ejemplo de cálculo.

- ✓ **Tráfico (Datos 2013):** 34.83 Mbps
- ✓ **Número de usuarios:** 30
- ✓ **Velocidad promedio contratada:** $\frac{34.83 \text{ Mbps}}{30}$
1.16 Mbps

Basado en este cálculo, la velocidad promedio anual por servicio en el nodo 1 se puede visualizar en la tabla 2.10.

TRÁFICO PROMEDIO NODO 1			
SERVICIOS \ AÑO	2011 (Mbps)	2012 (Mbps)	2013 (Mbps)
DATOS	1.16	1.17	1.16
INTERNET	2.12	2.11	2.12
Telefonía IP	0.85	0.85	0.85

Tabla 2.10: Tráfico promedio en nodo 1

2.3.2 NODO 2

Las tendencias de usuarios en el nodo 2 para el servicio de transmisión de datos no ha tenido una variación significativa, en el servicio de Internet y de Telefonía IP tuvo un crecimiento promedio de usuarios del 5% durante el período 2011 – 2013 como se observa en la tabla 2.11.

NÚMERO DE LOS USUARIOS			
SERVICIOS \ AÑO	Nº Usuarios 2011	Nº Usuarios 2012	Nº Usuarios 2013
DATOS	25	25	25
INTERNET	50	52	55
Telefonía IP	40	45	48

Tabla 2.11: Número de usuarios en nodo 2

El tráfico en el nodo 2 de los diferentes servicios registrados en la empresa proveedora de servicios se los puede visualizar en la tabla 2.12. También se puede ver que para el servicio de transmisión de datos la velocidad mínima contratada es 64 Kbps y la velocidad máxima es 2 Mbps; en el servicio de Internet la velocidad mínima contratada es 320 Kbps, y la velocidad más alta es de 4 Mbps. Referente al servicio de Telefonía IP la velocidad mínima en este servicio es 128 Kbps, la velocidad máxima es de 2.5 Mbps.

TRÁFICO NODO 2			
SERVICIOS \ AÑO	2011 (Mbps)	2012 (Mbps)	2013 (Mbps)
DATOS	23.73	23.73	23.73
INTERNET	109.74	109.74	116.16
Telefonía IP	33.34	33.34	35.66

Tabla 2.12: Tráfico en nodo 2

La velocidad promedio de cada servicio considera el total de clientes y tráfico por servicio en cada nodo. A continuación se presenta un ejemplo de cálculo.

✓ **Tráfico (Datos 2013):** 23.73 Mbps

- ✓ **Número de usuarios:** 25
- ✓ **Velocidad promedio contratada:** $\frac{23.73 \text{ Mbps}}{25}$

0.95 Mbps

La velocidad promedio anual por servicio en el nodo 2 es:

TRÁFICO PROMEDIO NODO 2					
SERVICIOS		AÑO	2011	2012	2013
			(Mbps)	(Mbps)	(Mbps)
DATOS			0.95	0.95	0.95
INTERNET			2.10	2.11	2.11
Telefonía IP			0.74	0.74	0.74

Tabla 2.13: Tráfico promedio en nodo 2

2.3.3 NODO 3

La tendencia de usuarios en el nodo 3 (ver tabla 2.14) para el servicio de transmisión de datos no ha tenido una variación significativa, mientras que para el servicio de Internet y Telefonía IP se tuvo un crecimiento promedio de usuarios del 5% durante el período 2011 – 2013, pero esto puede deberse a que algunos usuarios han decidido seguir con la empresa de telecomunicaciones, mientras que otros han decidido terminar el contrato, pero pese a todo en este periodo de tiempo se observa un incremento de usuarios.

NÚMERO DE LOS USUARIOS					
SERVICIOS		AÑO	Nº Usuarios	Nº Usuarios	Nº Usuarios
			2011	2012	2013
DATOS			30	30	30
INTERNET			74	76	79
Telefonía IP			67	69	72

Tabla 2.14: Número de usuarios en nodo 3

En los datos recolectados por la empresa proveedora de servicios se tiene que el tráfico en el nodo 3 en los diferentes servicios son los detallados en la tabla 2.15.

También se puede observar que en el servicio de datos se tiene una velocidad mínima contratada de 192 Kbps y una velocidad máxima de 2 Mbps. Para el servicio de Internet la velocidad mínima contratada es 640 Kbps y la velocidad más alta es de 4 Mbps. En el servicio de Telefonía IP el mínimo valor que se contrata es de 128 Kbps y el máximo 4 Mbps.

TRÁFICO			
SERVICIOS \ AÑO	2011 (Mbps)	2012 (Mbps)	2013 (Mbps)
DATOS (Mbps)	28.58	28.58	28.58
INTERNET (Mbps)	162.34	166.84	173.44
Telefonía IP (Mbps)	61.12	62.91	65.70

Tabla 2.15: Tráfico en Nodo 3

La velocidad promedio de cada servicio considera el total de clientes y el tráfico por servicio en cada nodo. A continuación se presenta un ejemplo de cálculo.

- ✓ **Tráfico (Datos 2013):** 28.59 Mbps
- ✓ **Número de usuarios:** 30
- ✓ **Velocidad promedio contratada:** $\frac{28.58 \text{ Mbps}}{30}$
0.95 Mbps

La velocidad promedio anual por servicio en el nodo 3 es:

TRÁFICO PROMEDIO NODO 3			
SERVICIOS \ AÑO	2011 (Mbps)	2012 (Mbps)	2013 (Mbps)
DATOS	0.95	0.95	0.95
INTERNET	2.19	2.20	2.20
Telefonía IP	0.91	0.91	0.91

Tabla 2.16: Tráfico promedio en nodo 3

2.4 PROYECCIÓN DE CLIENTES Y DE TRÁFICO EN LA RED^{134]}

La proyección de usuarios y tráfico se la realizó en base a los datos obtenidos durante el período 2011 – 2013, calculando el porcentaje de crecimiento como se lo puede apreciar en el ítem 2.3. A partir de este análisis se obtuvo que en el Nodo 1 para Telefonía IP e Internet existe un crecimiento aproximado del 5%, mientras que para el servicio de datos es de 3%. En el Nodo 2 existe una variación del 5% en Internet y Telefonía IP, y en el servicio de datos no existe un crecimiento significativo. Finalmente en el Nodo 3 no se obtiene ningún porcentaje de crecimiento significativo para el servicio de datos y existe un crecimiento del 5% para el servicio de Internet y Telefonía IP. Para calcular la proyección de usuarios se utilizará el método matemático de crecimiento lineal aplicando la siguiente fórmula²⁹:

$$P_n = P_o * (1 + T_c)^n$$

P_n = Población final

P_o = Población inicial

T_c = Tasa de crecimiento

n = número de años proyectado

2.4.1 NODO 1

En el Nodo 1 de acuerdo al análisis realizado, en el servicio de transmisión de datos se tiene una tendencia de crecimiento porcentual del 3% anual a nivel de usuarios, es por ello que se estima que para el año 2019 existirá aproximadamente 36 usuarios; en cuanto al servicio de Internet y telefonía se produce un incremento de usuarios corporativos del 5% anual obteniendo un

²⁹ http://catarina.udlap.mx/u_dl_a/tales/documentos/lat/bortolotti_s_e/capitulo3.pdf, pág. 2

estimado de 88 clientes que requerirán el servicio de Internet y 60 para el servicio de telefonía para el año 2019.

A continuación se presenta un ejemplo de cálculo de la proyección de usuarios en el nodo 1.

- ✓ **Po:** 30
- ✓ **n:** 1
- ✓ **Tc (Datos) :** 3%
- ✓ **Pn:** $30 * (1 + 0.03)^1$
- ✓ **Pn:** 31

PROYECCIONES DE USUARIOS						
SERVICIOS \ AÑO	Usuarios 2014	Usuarios 2015	Usuarios 2016	Usuarios 2017	Usuarios 2018	Usuarios 2019
DATOS	31	32	33	34	35	36
INTERNET	69	73	76	80	84	88
Telefonía IP	47	50	52	55	57	60

Tabla 2.17: Proyección de usuarios en nodo 1

Respecto al tráfico en los diferentes servicios se proyecta un crecimiento porcentual similar al obtenido a nivel de usuarios, alcanzando un tráfico para el año 2019 en el servicio de transmisión de datos de 41.80 Mbps; en lo que se refiere al servicio de Internet el tráfico que se llegaría a tener es de 186.56 Mbps y en servicio de Telefonía IP se alcanzaría un tráfico de 51.00 Mbps.

A continuación se presenta un ejemplo de cálculo de la proyección de tráfico en el nodo 1.

- ✓ **Tráfico promedio (Datos):** 1.16 Mbps
- ✓ **Número de usuarios:** 31

✓ **Tráfico Datos 2014 :** 35.99 Mbps

PROYECCIONES DE TRÁFICO						
SERVICIOS \ AÑO	2014 (Mbps)	2015 (Mbps)	2016 (Mbps)	2017 (Mbps)	2018 (Mbps)	2019 (Mbps)
DATOS	35.99	37.15	38.31	39.47	40.64	41.80
INTERNET	146.28	154.76	161.12	169.60	178.08	186.56
Telefonía IP	39.95	42.50	44.20	46.75	48.45	51.00

Tabla 2.18: Proyección de tráfico en nodo 1

2.4.2 NODO 2

En este nodo el porcentaje de crecimiento en datos es del 0% por lo que la proyección para el año 2019 se mantendría en 25 usuarios; para el servicio de Internet es de 5%, por lo que para el 2019 el estimado de usuarios corporativos es de 74 usuarios; en Telefonía IP crece 5% anualmente y en este nodo se llegaría a tener 64 clientes en el año 2019.

A continuación se presenta un ejemplo de cálculo de la proyección de usuarios en el nodo 2.

- ✓ **Po:** 55
- ✓ **n:** 1
- ✓ **Tc (Internet) :** 5%
- ✓ **Pn:** $55 * (1 + 0.05)^1$
- ✓ **Pn:** 58

PROYECCIONES DE USUARIOS						
SERVICIOS \ AÑO	Usuarios 2014	Usuarios 2015	Usuarios 2016	Usuarios 2017	Usuarios 2018	Usuarios 2019
DATOS	25	25	25	25	25	25
INTERNET	58	61	64	67	70	74
Telefonía IP	50	53	56	58	61	64

Tabla 2.19: Proyección de usuarios en nodo 2

A nivel del servicio de transmisión de datos el porcentaje de crecimiento de usuarios es de 0%, mientras que el porcentaje de crecimiento en tráfico es de 1,5%. Estas cifras revelan que algunos usuarios decidieron cambiar sus velocidades contratadas en el transcurso del período 2011-2013, por ello para el año 2019 se estima un tráfico aproximado de 23.73 Mbps para el servicio de transmisión de datos.

En este nodo, en Internet y Telefonía IP tienen una variación porcentual de tráfico del 4.6%, obteniendo en el 2019 un tráfico de Internet de 156.29 Mbps y de telefonía IP de 47.55 Mbps. Esto se puede visualizar en la tabla 2.20.

A continuación se presenta un ejemplo de cálculo de la proyección de tráfico en el nodo 2.

- ✓ **Tráfico promedio (Internet):** 2.11 Mbps
- ✓ **Número de usuarios:** 58
- ✓ **Tráfico Datos 2014 :** 122.50 Mbps

PROYECCIONES DE TRÁFICO							
SERVICIOS	AÑO	2014 (Mbps)	2015 (Mbps)	2016 (Mbps)	2017 (Mbps)	2018 (Mbps)	2019 (Mbps)
DATOS		23.73	23.73	23.73	23.73	23.73	23.73
INTERNET		122.50	128.83	135.17	141.50	147.84	156.29
Telefonía IP		37.15	39.38	41.61	43.09	45.32	47.55

Tabla 2.20: Proyección de tráfico en nodo 2

2.4.3 NODO 3

El porcentaje de crecimiento en datos es del 0% esto quiere decir que no existe ninguna variación debido al ingreso y cancelación de usuarios en el periodo 2011-2013, por lo tanto se tendrá aproximadamente 30 usuarios corporativos para el año 2019; el crecimiento anual en los servicios de Internet y Telefonía IP se mantiene en un 5%.

Este nodo provee servicios a un mayor número de clientes por tanto para el año 2019 se estima que se proveerá servicio a 106 usuarios para Internet y 96 Telefonía IP. La tabla 2.21 muestra el crecimiento de usuarios hasta el 2019.

A continuación se presenta un ejemplo de cálculo de la proyección de usuarios en el nodo 3.

- ✓ **Po:** 72
- ✓ **n:** 1
- ✓ **Tc (Telefonía IP) :** 5%
- ✓ **Pn:** $72 * (1 + 0.05)^1$
- ✓ **Pn:** 76

PROYECCIONES DE USUARIOS						
SERVICIOS \ AÑO	2014	2015	2016	2017	2018	2019
DATOS	30	30	30	30	30	30
INTERNET	83	87	91	96	101	106
Telefonía IP	76	79	83	88	92	96

Tabla 2.21: Proyección de usuarios en nodo 3

El tráfico proyectado al 2019 para el servicio de datos es de 28.59 Mbps, capacidad que se ha mantenido constante durante el período 2011 – 2013; en cuanto a la velocidad proyectada para el servicio de Internet es de 232.78 Mbps y para el servicio de telefonía es de 87.65 Mbps para el año 2019.

A continuación se presenta un ejemplo de cálculo de la proyección de tráfico en el nodo 3.

- ✓ **Tráfico promedio (Telefonía IP):** 0.91 Mbps
- ✓ **Número de usuarios:** 76
- ✓ **Tráfico Telefonía IP 2014 :** 69.39 Mbps

PROYECCIONES DE TRÁFICO						
SERVICIOS \ AÑO	2014 (Mbps)	2015 (Mbps)	2016 (Mbps)	2017 (Mbps)	2018 (Mbps)	2019 (Mbps)
DATOS	28.59	28.59	28.59	28.59	28.59	28.59
INTERNET	182.27	191.05	199.84	210.82	221.80	232.78
Telefonía IP	69.39	72.13	75.78	80.34	83.99	87.65

Tabla 2.22: Proyección de tráfico en nodo 3

2.4.4 PROYECCION TOTAL

En la tabla 2.23 se presenta la proyección del total de usuarios a los que se proveerá servicios en los nodos en estudio. Cabe mencionar que en promedio el 18.34% de los usuarios totales es del servicio de transmisión de datos, el 44.78 % del servicio de Internet y el 36.88% de telefonía IP.

PROYECCIÓN TOTAL DE USUARIOS						
SERVICIOS \ AÑO	Usuarios 2014	Usuarios 2015	Usuarios 2016	Usuarios 2017	Usuarios 2018	Usuarios 2019
DATOS	86	87	88	89	90	91
INTERNET	210	221	231	243	255	268
Telefonía IP	173	182	191	201	210	220
TOTAL	469	490	510	533	555	579

Tabla 2.23: Resumen de proyección de usuarios

La proyección de tráfico que se tiene en los tres nodos se la puede visualizar en la tabla 2.24.

PROYECCIONES DE TRÁFICO						
SERVICIOS \ AÑO	2014 (Mbps)	2015 (Mbps)	2016 (Mbps)	2017 (Mbps)	2018 (Mbps)	2019 (Mbps)
DATOS	88.31	89.47	90.63	91.79	92.95	94.11
INTERNET	451.04	474.64	496.12	521.92	547.72	575.62
Telefonía IP	146.49	154.01	161.59	170.19	177.77	186.20
TOTAL	685.84	718.12	748.34	783.9	818.44	855.93

Tabla 2.24: Resumen de proyección de tráfico

2.5 ESTUDIO DE MERCADO ^{[35], [36]}

2.5.1 IDENTIFICACIÓN Y ANÁLISIS DE COMPETIDORES

El sector de las telecomunicaciones se ha convertido en un eje importante para el crecimiento de un país, es por ello que cada vez se han hecho mayores inversiones para mejorar las tecnologías. La Superintendencia de Telecomunicaciones es el organismo encargado de comprobar el correcto funcionamiento y manejo de las telecomunicaciones en el país y mostrar datos estadísticos del crecimiento.

Según la Superintendencia de Telecomunicaciones (SUPERTEL / ARCOTEL), la demanda de los servicios de telecomunicaciones en el Ecuador se ha incrementado significativamente a partir del año 2006, lo que se ve reflejado en las estadísticas de mercado³⁰.

En diciembre de 2009 en Pichincha se tenían 684.853 abonados de telefonía fija, mientras que para mayo de 2013 el número de abonados creció a 726.812. Respecto al número de suscriptores de Internet se puede visualizar que a finales del año 2009 en Pichincha se tenía un estimado de usuarios totales de 779.768 mientras que a inicios del año 2013 se tiene un aumento significativo a un estimado de 2.237.940 usuarios totales.

Con estas cifras se puede notar que la demanda de los servicios de telecomunicaciones se ha ido incrementado, motivo suficiente para incentivar la creación de nuevas empresas prestadoras de estos servicios e impulsar a las empresas ya existentes a mejorar su infraestructura para poder mantenerse en el mercado y atraer nuevos clientes.

Analizando las estadísticas de las empresas que se encuentran liderando el mercado de las telecomunicaciones, se observa que la empresa en la que está

³⁰ SUPERTEL actualmente ARCOTEL(Agencia de Regulación y Control de las Telecomunicaciones), 2005, Estadísticas de telefonía fija y móvil, acceso a internet, cibercafés, televisión pagada y Servicios Portadores, http://www.supertel.gob.ec/index.php?option=com_k2&view=item&id=21:servicios-de-telecomunicaciones&Itemid=90

basado el estudio de este proyecto (SURATEL S.A.) tiene un considerable porcentaje de participación en la distribución del mercado de Servicios Portadores.

La empresa que ha tenido gran acogida por parte de los usuarios, alcanzado una aceptación mayoritaria con un porcentaje de aproximadamente 60% a nivel Nacional es la Corporación Nacional de Telecomunicaciones (CNT). En la figura 2.9 se presentan las estadísticas de la distribución del mercado de servicios portadores de las diversas empresas de telecomunicaciones según la Superintendencia de Telecomunicaciones (SUPERTEL).

De la figura 2.9 se desprende que existen varias empresas que en el año 2013 han entrado en competencia por el mercado de las telecomunicaciones y gracias a ello estas empresas buscan mejoras respecto a costos, tecnologías y servicios. La empresa que tuvo mayor acogida en el año 2013 para transmisión de datos es CNT con el 61,90%.

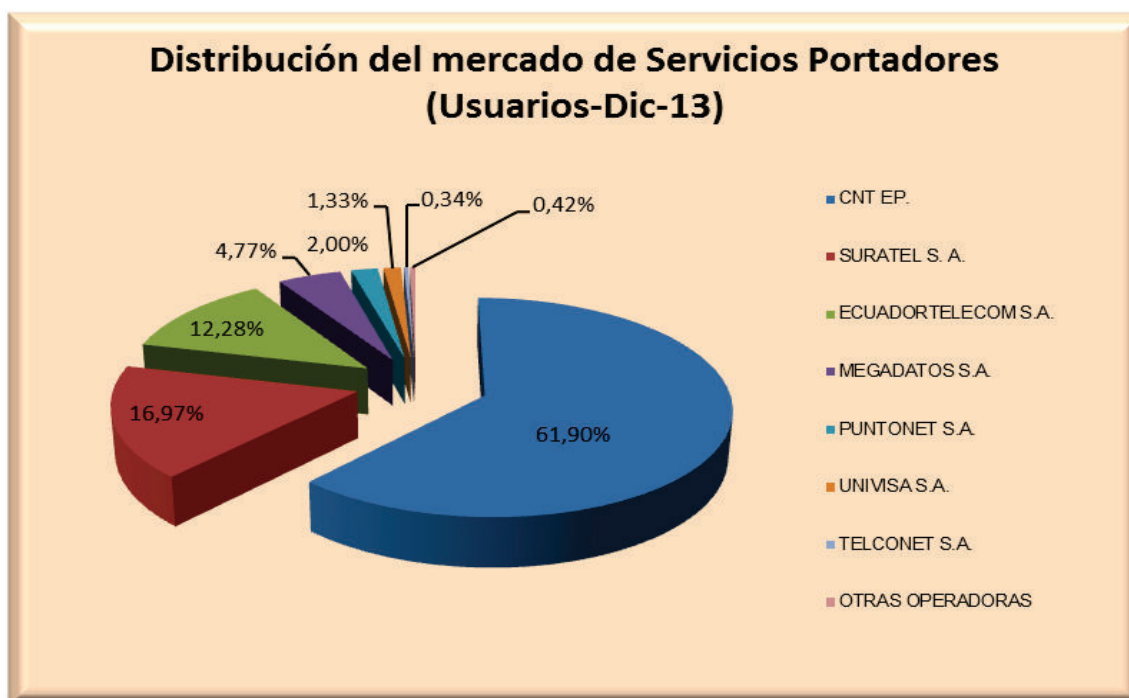


Figura 2.9: Distribución del Mercado de Servicios Portadores (Usuarios Dic-13)

En la figura 2.10 se pueden observar las principales empresas proveedoras del Servicio de Internet a nivel nacional.

Según las estadísticas se puede visualizar que la empresa con mayor acogida a nivel nacional es la Corporación Nacional de Telecomunicaciones ya que abarca el 50,8% del total de usuarios, la empresa que le sigue en cantidad de clientes es SURATEL S.A con un porcentaje de 20,71% y el porcentaje restante se divide entre TELCONET S.A, ECUADORTELECOM S.A, PUNTONET S.A, MEGADATOS S.A, LEVEL 3 S.A, CONECEL S.A, SETEL S.A, entre otros.

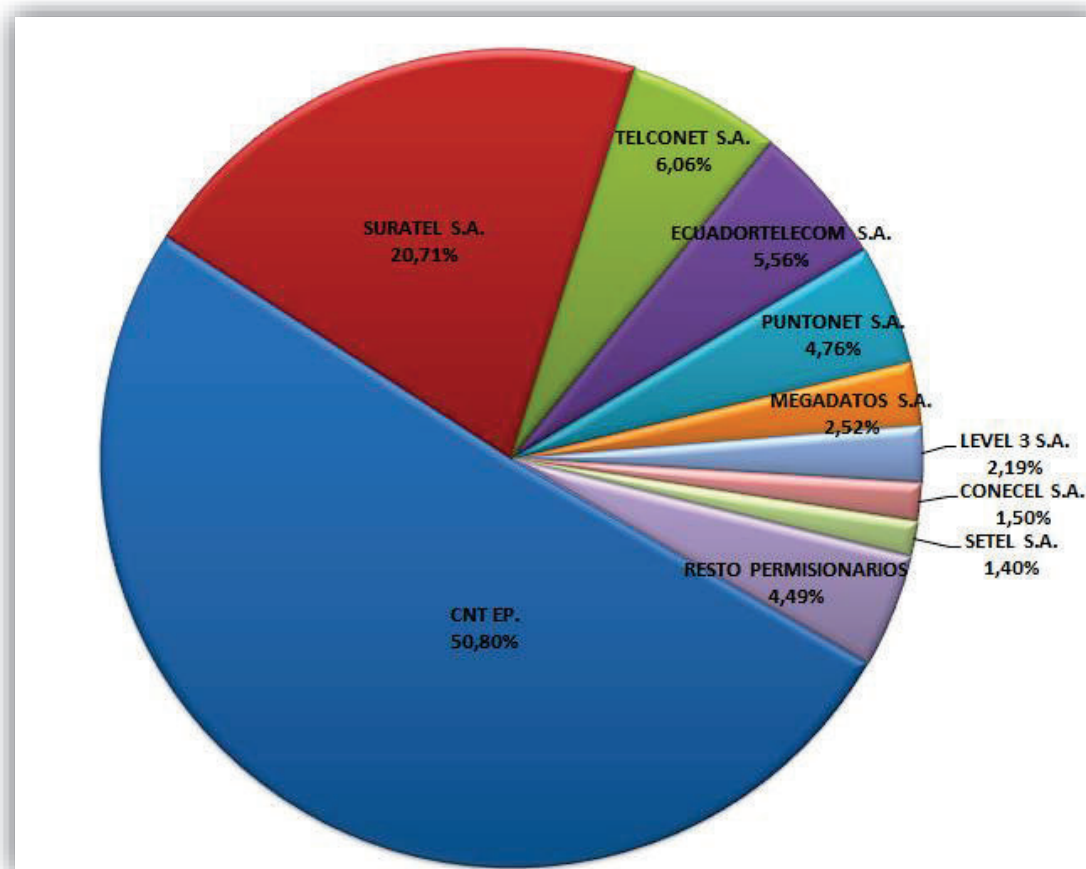


Figura 2.10: Permisarios-Usuarios Internet Fijo-Diciembre-2013

2.5.2 IDENTIFICACIÓN DEL UNIVERSO Y SELECCIÓN DE LA MUESTRA ^[37]

El estudio está enfocado en dos de los sectores de mayor afluencia comercial de la ciudad de Quito: “Mariscal e Iñaquito”.

Con el propósito de ofertar velocidades más altas a precios competitivos en el mercado se plantea el rediseño de la red corporativa de la empresa proveedora de servicio. En estos sectores existen aproximadamente 1020 empresas según la Superintendencia de Compañías dedicadas a diferentes actividades comerciales que son consideradas el universo del presente estudio. Debido a que este universo es homogéneo y se cuenta con un listado finito de elementos de la población a ser analizada, y con una probabilidad de inclusión igual a n/N se eligió el método aleatorio simple para la selección de la muestra, utilizando la siguiente fórmula³¹:

$$n = \frac{Z^2 pqN}{E^2(N-1) + Z^2 pq}$$

Donde:

$p = 0.95$, Probabilidad que las empresas tengan la característica en estudio.

$q = 0.05$, Probabilidad que las empresas no tengan la característica en estudio.

$E = 3\%$, Error en la encuesta

$Z = 1.96$, Coeficiente de confianza

$N = 1020$, Total de población de las empresas ubicadas en ese sector

n = Número de empresas a las que se les aplicará la encuesta

$$n = \frac{(1020) * (1.96)^2 * 0.05 * 0.95}{(0.03)^2 * (1020 - 1) + (1.96)^2 * 0.05 * 0.95}$$

$$n = 169.21 = 170 \text{ encuestas}$$

$$n = 170 \text{ encuestas}$$

³¹ <http://www.feedbacknetworks.com/cas/experiencia/sol-preguntar-calcular.html>

Los valores (p, q, Z, E) de la fórmula se definió en base a la situación actual del mercado. Con ello se determinó una muestra de ciento setenta (170) empresas ubicadas en estos sectores a quienes se les aplicó la encuesta, la misma que permite definir los posibles nuevos clientes, las necesidades de cada empresa, así como los tipos de servicios que tienen contratados y si existen falencias en los mismos. Estos criterios serán importantes para el desarrollo del presente proyecto.

2.5.3 ANÁLISIS DE RESULTADOS

A continuación se presentan los resultados obtenidos de las encuestas aplicadas al segmento corporativo de los sectores “La Mariscal e Iñaquito” de la ciudad de Quito.

2.5.3.1 Pregunta 1

Indique el sector de actividad económica de la empresa

Con esta pregunta se pretende identificar cuál de los sectores público o privado tiene mayor concentración en la Mariscal e Iñaquito.

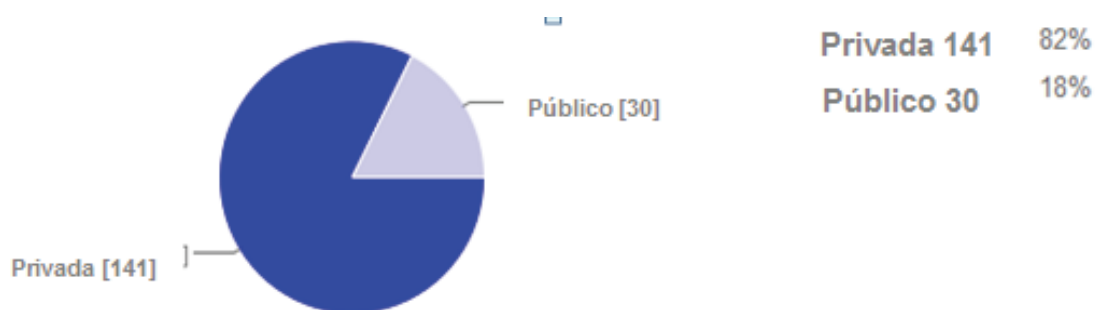


Figura 2.11: Sector público o privado de las empresa

Al analizar la encuesta se obtuvo como resultado que el 82% de las empresas que se encuentran en este sector son privadas y tan solo el 18% pertenecen al sector público, lo que indica que existe un número considerable de posibles clientes en el sector privado donde se centra el estudio.

2.5.3.2 Pregunta 2

Indique el tamaño de empresa o entidad

Esta pregunta es planteada con el objetivo de identificar, según el tamaño de las empresas, las necesidades de los servicios de telecomunicaciones en cada una de ellas.



Figura 2.12: Tamaño de empresa o entidad

Para conocer el tamaño de la empresa, se las segmentó en cuatro grupos de acuerdo a la cantidad de empleados existentes en cada entidad.

Una empresa grande es considerada cuando cuenta con un número mayor a 250 empleados; una empresa mediana es la que tiene entre 50 y 249 empleados; una empresa pequeña es aquella que tiene entre 10 y 49, finalmente se considera que es microempresa cuando tiene menos de 9 empleados.

Gracias a esta encuesta se obtuvo que de las empresas encuestadas el 35% pertenecen al grupo de empresas grandes, el 29% al de empresas medianas, el 19% a pequeñas empresas y el 17% a microempresas.

Con estos datos se puede concluir que existe un gran consumo de recursos energéticos, económicos y tecnológicos, debido a que predominan empresas de mediano y gran tamaño influyentes en la economía del país.

2.5.3.3 Pregunta 3

¿Su empresa tiene sucursales dentro de la ciudad o país?

Esta pregunta se formuló con la finalidad de conocer si la empresa tiene extensiones dentro de la ciudad o país y analizar la importancia de contratar el servicio de transmisión de datos entre las diferentes sucursales, fuera de la ciudad.

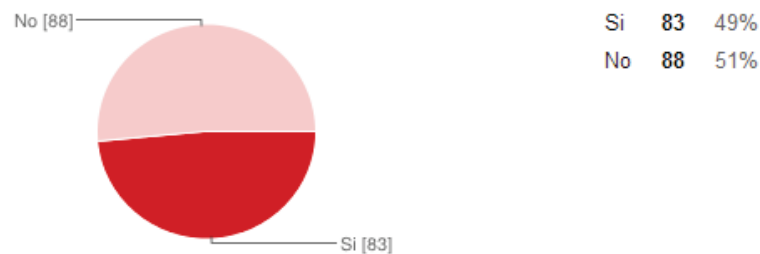


Figura 2.13: Sucursales dentro de la ciudad o país

Se observa según la figura 2.13 que el 51% de las empresas no tiene sucursales, mientras que el 49% si tiene sucursales.

2.5.3.4 Pregunta 4

Tiene contratado el servicio de Telefonía IP/Telefonía IP

En este proyecto el servicio de Telefonía IP/Telefonía IP utilizará los recursos de la red de la Empresa de estudio para su transmisión, es por ello que es necesario conocer el porcentaje de empresas que utilizan este servicio.

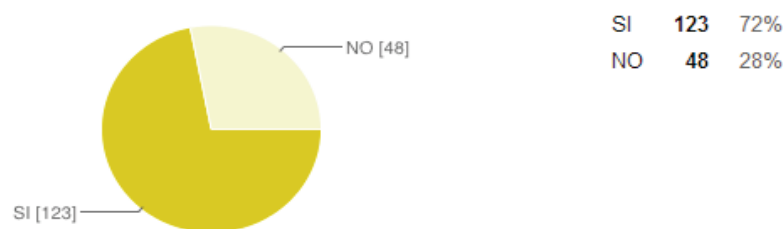


Figura 2.14: Servicio de Telefonía IP/Telefonía IP

Se obtuvo como resultado que mayoritariamente existe el 72% de empresas que utilizan este servicio, mientras que el 28% restante utiliza telefonía convencional.

2.5.3.5 Pregunta 5

Si tiene contratado el servicio de Internet especifique la velocidad del plan contratado y su respectivo costo.

Esta pregunta se formuló con el objetivo de poder analizar la situación actual del mercado en los sectores de estudio según la velocidad contratada vs el costo del mismo. Debido a la variedad de velocidades y costos que se oferta en el mercado, se optó por clasificar las empresas de acuerdo a la velocidad que tienen contratada.

Como se puede observar en la Tabla 2.25 de las 170 empresas encuestadas, el 82% de ellas tienen contratado el servicio de Internet, siendo las más sobresalientes las velocidades que están en los rangos: mayor a 10 Mbps, entre 2.1 - 3 Mbps, y entre 1.1 - 2 Mbps.

Según los resultados se puede observar que el 18% aun no tienen contratado el servicio de Internet; cabe recalcar que este porcentaje pertenece al sector de micro empresas, seguido con un 16% de las empresas que tienen contratada altas velocidades y el 14%, 15% y 12% para velocidades promedio entre 1.1 y 4 Mbps.

	Empresas	Empresas (%)	\$15 -50	\$51 – 100	\$101 – 150	\$151 – 500	> \$500
< 1 Mbps	9	5%	7	1	1		
1.1 – 2 Mbps	24	14%	7	13	4		
2.1 – 3 Mbps	25	15%	1	14	7	1	2
3.1 – 4 Mbps	20	12%		5	6	6	3
4.1 – 5 Mbps	7	4%			2	1	4
5.1 – 6 Mbps	6	4%			1	3	2
6.1 – 7 Mbps	1	1%					1
7.1 – 8 Mbps	6	4%				1	5
8.1 – 9 Mbps	4	2%					4
9.1 – 10 Mbps	11	6%					11
> 10 Mbps	27	16%					27
sin servicio	30	18%					

Tabla 2.25: Número de empresas por velocidad

2.5.3.6 Pregunta 6

¿Desearía aumentar la velocidad de Internet que tiene contratada?

Esta pregunta es clave para sondear las tendencias del mercado y la disponibilidad para aumentar la velocidad.

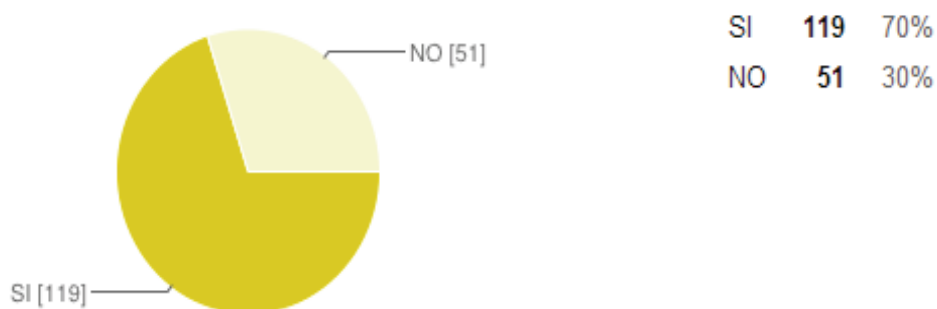


Figura 2.15: ¿Desearía aumentar la velocidad de Internet que tiene contratada?

De acuerdo a la figura 2.15 al 70% del total de las empresas encuestadas le gustaría aumentar la velocidad de Internet, mientras que el 30% está conforme con la velocidad actual. Ésta es una clara muestra que la mayoría de los usuarios les interesaría aumentar la velocidad de Internet.

2.5.3.7 Pregunta 7

En el caso de responder afirmativamente la pregunta 6. ¿Cuánto estaría dispuesto a pagar de acuerdo a la velocidad que requeriría aumentar?

Este ítem hace referencia a la pregunta anterior, cuestionando cual sería el interés de las empresas en aumentar la velocidad con el objetivo de observar cuáles velocidades estarían interesadas en contratar a futuro las empresas y así poder sondear al mercado.

	Empresa	% Empresa	\$15-100	\$101- 200	\$201-300	\$301-400	\$401-500	> \$500
< 1 Mbps	0	0%						
1.1 – 2 Mbps	8	7%	7	1				
2.1 – 3 Mbps	5	4%	5					
3.1 – 4 Mbps	19	16%	3	12	1	1		2
4.1 – 5 Mbps	14	12%	1	6	2			5
5.1 – 6 Mbps	12	10%	1	5			1	5
6.1 – 7 Mbps	3	3%						3
7.1 – 8 Mbps	6	5%						6
8.1 – 9 Mbps	3	3%					1	2
9.1 – 10 Mbps	3	3%						3
> 10 Mbps	47	39%					1	46

Tabla 2.26: Velocidades de incremento requeridas

En la Tabla 2.26 se puede observar que se obtuvo como resultado que del total de encuestados, el 70.6% desearía aumentar la velocidad de Internet que actualmente tienen contratada. También se puede observar que la tendencia es contratar velocidades mayores a 10 Mbps y que estarían dispuestos a pagar un valor mayor a 500 dólares.

Las velocidades de 3.1 Mbps a 5 Mbps también son requeridas por los clientes y el valor que pagarían por este servicio varía entre 100 y 200 dólares.

2.5.3.8 Pregunta 8

Si tiene contratado el servicio de transmisión de datos para la transmisión de información interna de su empresa especifique la velocidad con su respectivo precio. Caso contrario pase a la pregunta 11

Esta pregunta se la realizó con el fin de determinar el porcentaje de contratación del servicio de transmisión de datos en las empresas del sector.

También se puede identificar la velocidad con la que transfieren los datos, el costo que cancelan por dicho servicio y la variedad de costos que existen en el mercado para cada velocidad.

	Empresa	% Empresa	\$15 -100	\$101 – 200	\$201 – 300	\$301 - 400	\$401 – 500	> \$500
< 0.5 Mbps	0	0%						
0.5 - 1 Mbps	3	4%	3					
1.1 – 2 Mbps	13	18%	3	5	3	1	1	
2.1 – 3 Mbps	16	23%	2	6	3	3	2	
3.1 – 4 Mbps	10	14%			2	4	4	
4.1 – 5 Mbps	5	7%		1	1		2	1
5.1 – 6 Mbps	7	10%				3	1	3
6.1 – 7 Mbps	4	6%					1	3
7.1 – 8 Mbps	2	3%					2	
> 8 Mbps	11	15%				1	4	6

Tabla 2.27: Velocidades de Datos contratadas

En la Tabla 2.27 se puede observar un resumen de los resultados obtenidos de aquellas empresas que tienen contratado el servicio de transmisión de datos.

Del total de encuestados, 71 empresas que corresponde al 41.7% tienen contratado algún plan del servicio de transmisión de datos.

Las velocidades entre 1.1 – 4 Mbps son las que tienen mayor acogida por parte de las empresas para la transmisión de datos. Además se pudo verificar que el costo para un mismo plan de datos es considerablemente variable.

Cabe recalcar que existe un porcentaje considerable de empresas que tienen contratada una velocidad mayor a 8 Mbps y por este plan pagan 400 dólares o una cantidad superior.

2.5.3.9 Pregunta 9

¿Desearía aumentar la velocidad del servicio de transmisión de datos que tiene contratado?

Esta pregunta es clave para conocer el interés de las empresas en contratar una mayor velocidad de la que actualmente dispone para el servicio de transmisión de datos; cabe recalcar que esta pregunta solo responden aquellas empresas que tienen contratado el servicio de transmisión de datos en referencia a la pregunta anteriormente mencionada.

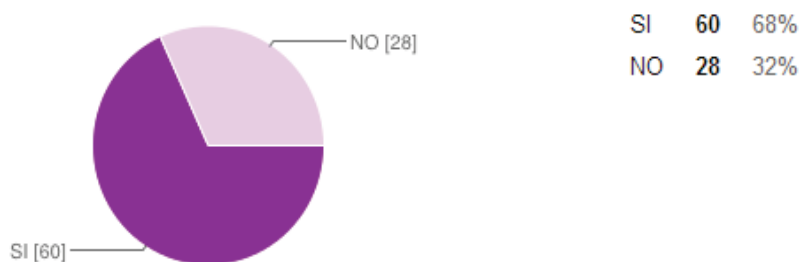


Figura 2.16: ¿Desearía aumentar la velocidad del servicio de transmisión de datos que tiene contratado?

Se obtuvo como resultado que el 68% si desearían aumentar la velocidad y el 28% no desean. Se puede concluir que existe un gran interés en aumentar las velocidades que actualmente tienen contratadas.

2.5.3.10 Pregunta 10

En el caso de responder afirmativamente la pregunta 9. ¿Cuánto estaría dispuesto a pagar de acuerdo a la velocidad que requeriría aumentar?

En esta pregunta es con el objetivo de identificar cuáles son las velocidades requeridas por los clientes para el servicio de transmisión de datos.

	Empresa	%Empresa	\$15 -100	\$101 - 200	\$201 – 300	\$301 – 400	\$501 - 500	> \$500
< 0.5 Mbps	0	0%						
0.5 – 1 Mbps	0	0%						
1.1 – 2 Mbps	4	7%	2	2				
2.1 – 3 Mbps	1	2%		1				
3.1 – 4 Mbps	10	17%	1	2		6	2	
4.1 – 5 Mbps	7	12%		2		1	2	2
5.1 – 6 Mbps	6	10%			1	2	3	
6.1 – 7 Mbps	0	0%						
7.1 – 8 Mbps	5	8			1	2		2
> 8 Mbps	27	43%				1	3	23

Tabla 2.28: Velocidades de Datos requeridas para contratar

Del total de empresas que tienen contratado el servicio de transmisión de datos el 84,5% respondieron que desearían aumentar la velocidad contratada, por lo que

se puede concluir que existe demanda en el mercado por contratar mayores velocidades a las que actualmente tienen.

Según la Tabla 2.28 se puede observar que entre las velocidades de mayor interés para las empresas están las velocidades mayores a 8 Mbps con precios superiores a 500 dólares, seguida por velocidades entre 3.1 y 4 Mbps con rangos de costos variados.

2.5.3.11 Pregunta 11

¿Desearía contratar en un futuro el servicio de transmisión de datos?

Con esta pregunta se pretende determinar el porcentaje de empresas que no tienen contratado el servicio de transmisión de datos y que en el futuro les gustaría hacerlo.

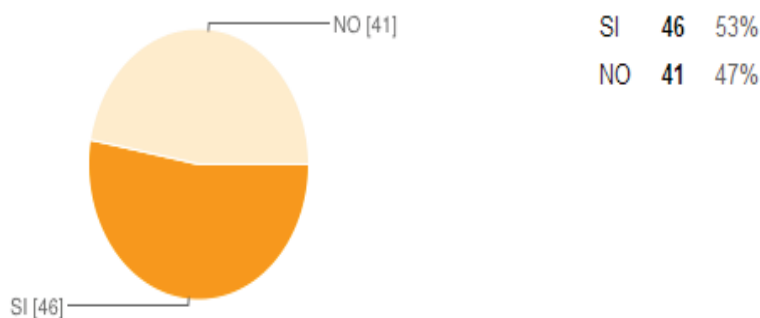


Figura 2.17: ¿Desearía contratar en un futuro el servicio de transmisión de datos?

Existe un número considerable de empresas que requerirían contratar el servicio de transmisión de datos como se puede visualizar en la figura 2.17. Con este resultado también se puede determinar que existen empresas que aunque tienen contratado este servicio desearían cambiar de proveedor.

De acuerdo a los datos obtenidos en la encuesta se puede concluir que existe una gran tendencia de contratar altas velocidades y de incrementar sus velocidades actuales, motivo por el cual la empresa proveedora de servicios se vio en la necesidad de realizar un rediseño en los sectores de mayor afluencia comercial, con la finalidad de satisfacer los requerimientos actuales y futuros clientes

2.5.3.12 Pregunta 12

¿Qué servicio estaría interesado en contratar en un futuro?

Esta pregunta es planteada con la finalidad de conocer la cantidad de empresas que están interesadas en contratar un servicio de videoconferencia.

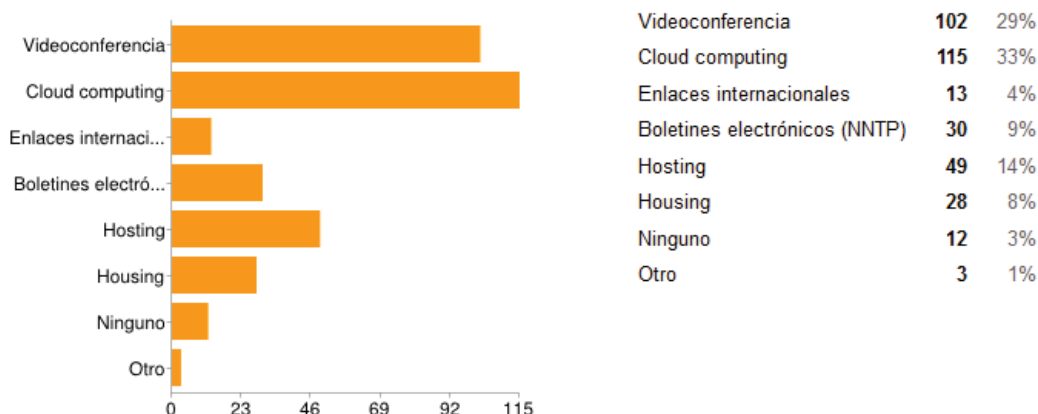


Figura 2.18: ¿Qué servicio estaría interesado en contratar en un futuro?

Como se puede visualizar en la figura 2.18 se obtuvieron resultados favorables, ya que el 29%, es decir, 50 del total de empresas encuestadas están interesadas en contratar un servicio de videoconferencia.

La calidad de la transmisión de este servicio es indispensable ya que será utilizado en el área corporativa para realizar negocios, es por ello que se considerará para el rediseño este punto para poder definir el equipo que va a ser utilizado para proveer el servicio de videoconferencia a sus clientes. Cabe recalcar que en Ecuador existe únicamente una empresa que provee este servicio.

2.6 PROYECCIONES CONSIDERANDO EL CRECIMIENTO DEL SECTOR CORPORATIVO

En esta proyección se considera el número de empresas creadas en Quito los 5 últimos años y en base a ello se realiza la proyección de usuarios en Quito.

Posteriormente se obtendrá la cantidad de empresas que se estima tener en el sector y el porcentaje que se proyecta captar durante los años en estudio.

En la tabla 2.29 se presentan las estadísticas registradas en la Superintendencia de Compañías desde el 2008, donde se puede visualizar el crecimiento anual de las empresas en Quito.

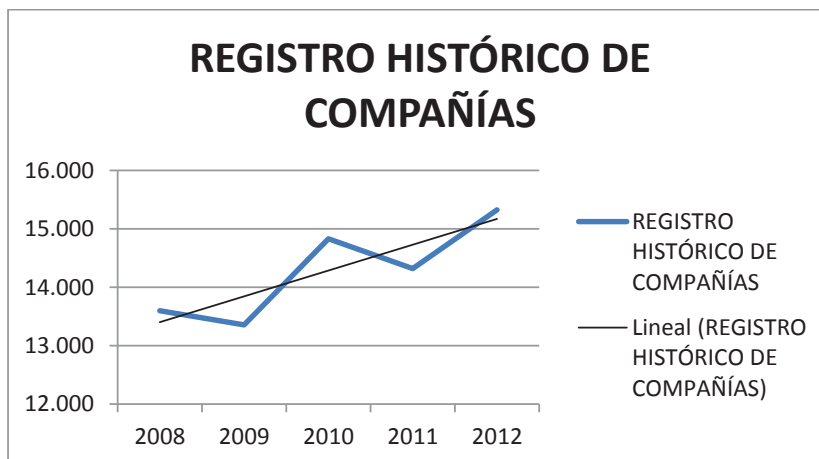


Figura 2.19: Registro histórico de compañías

REGISTRO HISTÓRICO DE COMPAÑÍAS					
AÑO	2008	2009	2010	2011	2012
EMPRESAS	12797	13355	14830	12322	15326

Tabla 2.29: Registro histórico de compañías en Quito³²

Basados en estos registros se obtuvo un promedio del crecimiento de las empresas y se realizó la proyección de usuario hasta el 2019, esto se puede visualizar en la tabla 2.30. A continuación se presenta un ejemplo del cálculo de tráfico para el servicio de datos en el año 2013.

✓ **Porcentaje de crecimiento año 1:** $\left(\frac{13355 - 12797}{12797}\right) * 100 = 4.36\%$

✓ **Promedio de crecimiento últimos 5 años:** $\frac{año1+año2+año3+año4+año5}{5}$

1.03%

³² <http://181.198.3.71/portal/cgi-bin/cognos.cgi>

- ✓ **Proyección usuario (2013):** $15326 * 1.03$

15809 empresas

PROYECCIÓN DE EMPRESAS							
AÑO	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
EMPRESAS	15809	16308	16822	17352	17900	18464	19046

Tabla 2.30: Proyecciones de empresas en Quito

En el apartado 2.6.2 se detalló que para el año 2012 se tenía en los sectores la Mariscal e Iñaquito 1020 empresas que corresponde al 6.66% del total de empresas existentes en Quito para ese año. Con este dato se puede obtener el número de empresas que se tendría hasta el año 2019 que se muestra en la tabla 2.31.

Para el año 2013 el número de empresas en los sectores en estudio se los tendría de la siguiente manera:

- ✓ **Empresas en Quito (año 2013):**15809
- ✓ **Porcentaje en Iñaquito y Mariscal:** 6.66%
- ✓ **Empresas en Iñaquito y Mariscal (año 2013):** $15809 * 6.66\%$

1052 empresas

PROYECCIONES DE EMPRESAS SECTOR IÑAQUITO Y MARISCAL							
AÑO	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
EMPRESAS	1052	1085	1120	1155	1191	1229	1268

Tabla 2.31: Proyección de empresas en los sectores de Mariscal e Iñaquito

Referente al crecimiento de la empresa en los sectores de Iñaquito y Mariscal, se realizó un resumen del total de clientes que se tendrá hasta el año 2019 calculado en la tabla 2.23. Luego se procede a calcular el porcentaje de crecimiento anual como se observa en la tabla 2.32.

PROYECCIONES DE EMPRESAS SECTOR IÑAQUITO Y MARISCAL						
AÑO	2014	2015	2016	2017	2018	2019
EMPRESAS	469	490	510	533	555	579
% Crecimiento		0.043	0.039	0.043	0.040	0.041

Tabla 2.32: Porcentaje de crecimiento anual de las empresas en los sectores de Mariscal e Iñaquito

Para tener un valor más real de la proyección de usuarios, se ha decidido relacionar el crecimiento de las empresas con el crecimiento anual de la empresa de telecomunicaciones.

En base a estos datos se puede obtener información más real de la cantidad de posibles clientes que se tendrá en los sectores de estudio y se podrá diseñar un esquema real apegado al crecimiento tecnológico y empresarial. A continuación se presenta un ejemplo de cálculo:

- ✓ **Crecimiento de empresas (2015):** 1120
- ✓ **% crecimiento(2015):** 4.3%
- ✓ **Usuarios:** $1120 * 4.3\%$
48 usuarios

AÑO	2015	2016	2017	2018	2019
Crecimiento de empresas	1120	1155	1191	1229	1268
% de crecimiento	0.043	0.039	0.043	0.040	0.041
Usuarios	48	45	51	49	53

Tabla 2.33: Empresas por crecimiento comercial

Para obtener el valor de total de los usuarios se ha tomado en cuenta el crecimiento de la empresa de telecomunicaciones y el crecimiento de las empresas en los sectores Mariscal e Iñaquito con relación al crecimiento de la empresa de telecomunicaciones y la suma de éstos es el total de los usuarios proyectados.

AÑO	2015	2016	2017	2018	2019
Total usuarios	490	510	533	555	579
Usuarios acorde el crecimiento	48	45	51	49	53
Total de usuarios	538	555	584	604	632

Tabla 2.34: Total de usuarios proyectados

Realizando el cálculo de los usuarios proyectados en relación a los servicios de telecomunicaciones de datos, internet y voz se tiene el resultado de la tabla 2.35.

Ejemplo de cálculo:

- ✓ **Usuarios totales (2015):** 538
- ✓ **% Datos (ítem 2.4.4):** 18.34%
- ✓ **Usuarios datos totales(2015):** $538 * 18.34\%$
99 usuarios

PROYECCIÓN TOTAL POR SERVICIO						
SERVICIOS	AÑO	Usuarios 2015	Usuarios 2016	Usuarios 2017	Usuarios 2018	Usuarios 2019
DATOS		99	99	101	101	102
INTERNET		241	250	265	275	290
Telefonía IP		198	206	219	228	239

Tabla 2.35: Total de usuarios proyectados por servicio

2.7 SERVICIO DE VIDEOCONFERENCIA

Actualmente la empresa en estudio provee al sector corporativo los servicios de Internet, Transmisión de datos y Telefonía. Con la finalidad de incrementar los ingresos para la empresa se decidió proveer un servicio adicional, es por ello que se incluyó una pregunta en la encuesta realizada que permitió visualizar el mercado para los diversos servicios.

El servicio de videoconferencia es el segundo servicio con mayor acogida en el mercado y existe una sola empresa que provee este servicio en el país, por tanto ésta sería una opción óptima para ser implementada.

Debido a que es un servicio relativamente nuevo en el país no existen datos históricos de la acogida que tiene el servicio, por lo cual únicamente se ha considerado el crecimiento de acuerdo a las estadísticas de la empresa.

AÑO	2015	2016	2017	2018	2019
No Usuarios	52	54	57	59	65

Tabla 2.36: Usuarios proyectados para el servicio de Videoconferencia

Para calcular el tráfico del servicio de Videoconferencia se consideró que existen dos paquetes que fueron ofertados a los clientes, el 50% de los clientes opto por el primer paquete de 128 Kbps y el 50% restante selecciono el paquete de 256 kbps.

Ejemplo de cálculo:

- ✓ **Usuarios videoconferencia (2015):** 26
- ✓ **Paquete contratado:** 128 Kbps
- ✓ **Tráfico videoconferencia(2015):** 26 * 128 Kbps
3.328 Mbps

AÑO	2015	2016	2017	2018	2019
Paquete 1 (Mbps)	3.328	3.456	3.712	3.84	4.224
Paquete 2 (Mbps)	6.656	6.912	7.168	7.424	8.192
TOTAL	9.984	10.368	10.88	11.264	12.416

Tabla 2.37: Tráfico para el servicio de Videoconferencia

2.8 USUARIOS TOTALES

Para el año 2019 se tiene que considerar el crecimiento de usuarios de cada uno de los servicios que actualmente provee la empresa e incrementar la cantidad estimada de usuarios para el nuevo servicio considerado. En la tabla 2.38 se puede visualizar la cantidad de usuarios totales por servicio.

De acuerdo a la cantidad de usuarios totales se puede definir que para el año 2019 se tendría 697 usuarios de los cuales el 44% que equivale a 307 empresas pertenecerán al nodo que se encuentra en el sector de “La Mariscal” y 390 empresas al nodo “Iñaquito”.

PROYECCIÓN TOTAL DE USUARIOS					
SERVICIOS \ AÑO	2015	2016	2017	2018	2019
DATOS	99	99	101	101	102
INTERNET	241	250	265	275	290
Telefonía IP	198	206	219	228	239
VIDEOCONFERENCIA	52	54	57	59	65
TOTAL	590	609	641	663	697

Tabla 2.38: Total de usuarios proyectados por servicio incluido videoconferencia

2.9 TRÁFICO TOTALES

Para determinar el tráfico total requerido por los servicios de Telefonía IP, datos e Internet se utilizó el tráfico promedio de servicio por nodo y ese valor se multiplico por la cantidad de usuarios obtenida. El tráfico de videoconferencia se lo obtuvo de la tabla 2.39

- ✓ **Trafico promedio:** $\frac{1.16+0.95+0.95}{3} = 1.021 \text{ Mbps}$
- ✓ **Usuarios datos(2015):** 99
- ✓ **Tráfico total datos(2015):** $1.021 \text{ Mbps} * 99$
101.079 Mbps

PROYECCIÓN TOTAL DE TRÁFICO					
SERVICIOS \ AÑO	2015	2016	2017	2018	2019
DATOS (Mbps)	101.079	101.079	103.121	103.121	104.142
INTERNET (Mbps)	516.383	535.667	567.807	589.233	621.373
Telefonía IP (Mbps)	165.396	172.079	182.938	190.456	199.645
VIDEOCONFERENCIA (Mbps)	9.984	10.368	10.880	11.264	12.416
TOTAL (Mbps)	792.842	819.192	864.746	894.074	937.576

Tabla 2.39: Total de tráfico proyectados por servicio incluido videoconferencia

CAPÍTULO III

REDISEÑO DE LA RED MULTISERVICIOS DE LA EMPRESA PROVEEDORA DE SERVICIOS DE TELECOMUNICACIONES

3.1 INTRODUCCIÓN

En este capítulo se analizan los requerimientos para el rediseño de la Red de la Empresa Proveedor de Servicios, que se definen en base a las falencias encontradas a nivel de escalabilidad y baja capacidad, que se ofertan actualmente en el mercado.

Una vez definidos los requerimientos se presentarán dos soluciones, de las cuales se seleccionará la alternativa que provea mayor beneficio a la empresa y al usuario, procediendo a detallar el material necesario para su implementación.

3.2 ANÁLISIS DE REQUERIMIENTOS

Actualmente la Empresa Proveedor de Servicios presenta falencias en la red corporativa que provee los servicios a los sectores “Iñaquito” y “Mariscal”. Las capacidades limitadas a 4 Mbps que puede proveer a sus clientes y la carencia de puertos en los equipos de última milla fueron los motivos principales por los que la empresa decidió realizar el rediseño de dicha red.

Según los datos obtenidos a través de la encuesta aplicada, se pudo corroborar los problemas existentes en la red y determinar que una gran cantidad de empresas del sector de interés requiere contratar capacidades mayores a 10 Mbps y el costo que están dispuestos a pagar por esas velocidades, en su mayoría, es superior a \$300. Dicho universo representa los posibles clientes.

La red actual garantiza un servicio rápido y con un 99,6% de confiabilidad³³, por ello, el objetivo principal es implementar una red que provea mayores velocidades, mejorando o manteniendo los beneficios de la red actual.

3.3 REDISEÑO DE LA RED

En este ítem se detallan dos propuestas que solventen las necesidades de la red. Al comparar las soluciones presentadas, se selecciona el diseño de red que beneficie tanto a la empresa como al usuario final, orientándose a ofertar mejores velocidades a un costo asequible al usuario y realizando una inversión recuperable a corto plazo.

Adicionalmente se despliega una descripción de los equipos y se procede a definir el material necesario para su implementación, así como la especificación de la aplicación de esta tecnología.

3.3.1 SOLUCIONES PARA LA RED DE ACCESO

Las propuestas presentadas están desarrolladas en base a las tecnologías que actualmente se encuentran en auge y que se encuentran detalladas en el ítem 1.5 del primer capítulo.

3.3.1.1 Primera alternativa de diseño

Basándose en los requerimientos de la red se definió que las tecnologías a ser aplicadas serán GPON³⁴ + FTTH³⁵. Para estas tecnologías se utilizará fibra óptica que cumpla con el estándar ITU-T G.657³⁶ y varios elementos tanto ópticos como no ópticos. Los elementos ópticos que se utilizarían son el equipo de distribución

³³ Información tomada de la empresa de Telecomunicaciones.

³⁴ GPON (*Gigabit Passive Optical Network*).-Tecnología de acceso mediante fibra óptica con tecnología punto multipunto.

³⁵ FTTH (*Fiber To The Home*). - Tecnología de acceso de fibra que llega hasta el hogar.

³⁶ ITU-T G.657.- Estándar definido por la Unión Internacional de Telecomunicaciones para fibra óptica en la red de acceso.

óptica pasiva (ODN), en los mismos que estarán contenidos los elementos OLT, ONT, empalmes, divisores y cables de fibra óptica.

Mientras que los elementos no ópticos serán equipos tales como: armarios, paneles de conexión, cajas de empalme y hardware.

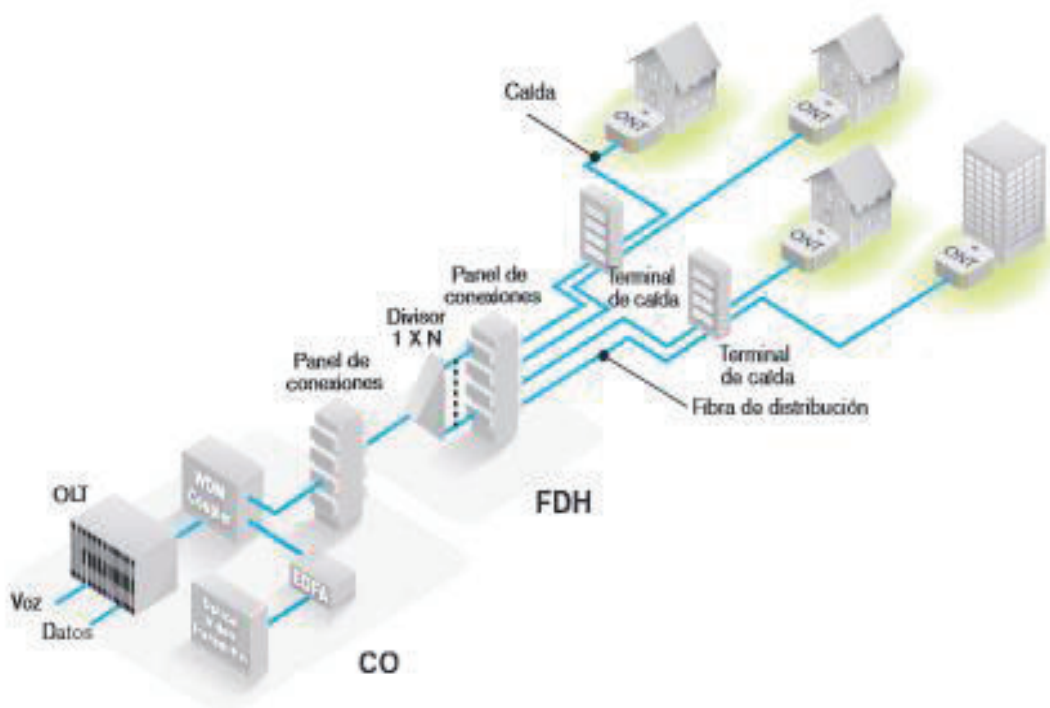


Figura 3.1: Distribución Óptica Pasiva (ODN)³⁷

La combinación de tecnologías GPON + FTTH permite brindar servicios de calidad, capacidades altas, así como incrementar la capacidad de clientes, proveer servicios de hasta 128 usuarios por puerto GPON; siendo las velocidades de 2.5 Gbps de bajada y 1,25 Gbps de subida. Si se supone que se encuentran simultáneamente los usuarios conectados daría como resultado velocidades entre el OLT y ONT de 20 Mbps de bajada y 10 Mbps de subida por usuario.

³⁷

<http://www.c3comunicaciones.es/Documentacion/Guia%20FTTH%20PON%20de%20EXFO%2013.pdf>

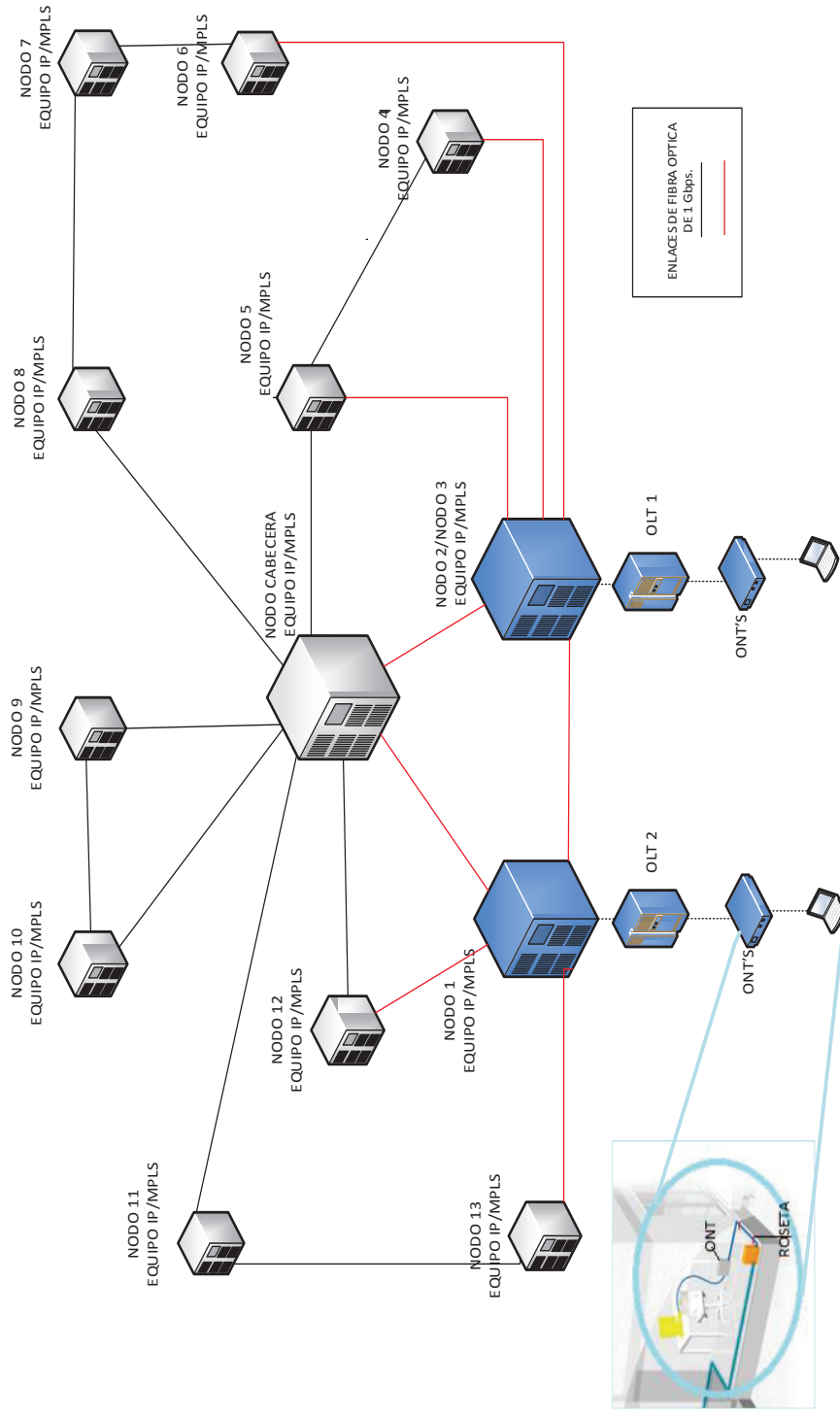


Figura 3.2: Primera alternativa de diseño ³⁸

³⁸ Primera propuesta de rediseño para la EMPRESA PROVEEDORA DE SERVICIOS, realizado por las autoras.

Pero si disminuye el número de usuarios por puerto se puede llegar a tener velocidades mayores a 100 Mbps por usuario. Si se asume que un OLT tiene 8 puertos GPON, se tendría una escalabilidad de hasta 1024 usuarios lo que permitirá incluir a empresas que se encuentren fuera de los sectores en estudio. Esto brindará mayores beneficios a la empresa y al cliente ya que permitirá recuperar la inversión en menor tiempo, considerando un usuario por fibra.

Para la aplicación de estas tecnologías es necesaria una inversión considerable porque se utilizará tecnología de punta, tanto para la implementación como para el mantenimiento de la misma.

En el diagrama de red que se presenta en la figura 3.2 se puede visualizar una de las alternativas que satisface las necesidades de los sectores en los que se centra este estudio. La propuesta es tener un solo nodo que proveerá los diferentes tipos de servicios al sector “Iñaquito” y mantener el nodo “La Mariscal”.

Todos los enlaces se implementarán a través de fibra hasta llegar al equipo terminal de usuario; para esta tecnología se requieren dos OLT³⁹ y 1024 ONTs⁴⁰ como equipos de última milla.

3.3.1.2 Segunda alternativa de diseño

Como una segunda alternativa de diseño se tiene la aplicación de la tecnología GPON + FTTB⁴¹, es decir únicamente se llega hasta la MDU⁴² con fibra y se utilizará cable de cobre hasta el equipo terminal de usuario. En este esquema se mantiene el número de nodos de la primera alternativa debido a que se tiene mayor escalabilidad por puerto con la tecnología FTTB.

³⁹ OLT (*Optical Line Terminal*).- equipo de nivel de acceso que consta de varios puertos GPON y soporta hasta 64 ONU/ONT por puerto.

⁴⁰ ONT (*Optical Network Terminal*). - Equipo de usuario final.

⁴¹ FTTB (*Fiber To The Building*). - Tecnología de acceso que determina que se llegará con fibra hasta el edificio.

⁴² MDU (*Multi-Dwelling Units*).- Equipo que provee de servicios a múltiples usuarios, tiene un puerto de entrada de fibra y sus puertos de salida pueden ser de fibra o cobre.

Para la implementación de esta tecnología se va a utilizar la fibra que cumpla con el estándar ITU-T G.657, dos equipos OLT, y la cantidad de MDUs dependerá del número de clientes en cada edificio. Las velocidades están limitadas a 100 Mbps por usuario en tramos menores a 500 m o hasta 50 Mbps en tramos de 1 Km.

Cabe mencionar la diferencia del costo de las tecnologías: "FTTH es cerca de 15 veces más costoso que ofrecer ADSL desde una central. FTTB se sitúa en una escala de costes de 10, un 30% más barato que FTTH"⁴³.

Internamente los edificios requerirán las siguientes conexiones para colocar los MDU's:

- ✓ El segmento entre la CO (cabecera) y el Concentrador de Distribución de fibra (FDH) se encuentra generalmente en la parte inferior del edificio; este equipo contiene: armarios, caja de empalmes, divisores, paneles de conexiones, y elementos de gestión de fibra.
- ✓ El Terminal de Distribución de fibra (FDT) ubicado en la planta sirve para la conexión entre el FDH y el cable de caída, el mismo que puede conectorizarse o empalmarse.
- ✓ El Colector de Fibra (FC) sirve como punto de conexión entre el FDH y unos pocos FDTs.

Estas conexiones se las puede visualizar en la figura 3.3.

⁴³ Dato tomado de la página: <http://www2.alcatel-lucent.com/techzine/es/los-numeros-lo-indican-la-vectorizacion-2-0-hace-que-g-fast-sea-mas-rapido/#sthash.34IVnBBU.dpuf>

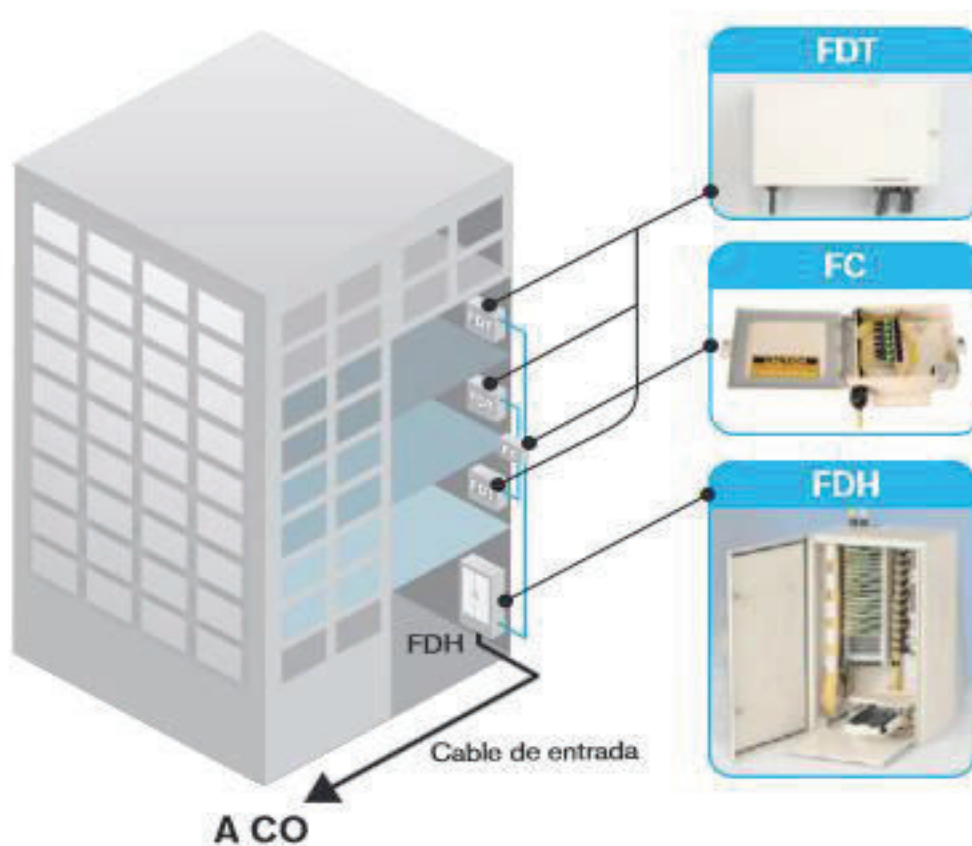


Figura 3.3: Infraestructura de MDU de altura elevada/media⁴⁴

Las velocidades que se pueden ofertar estarán limitadas por el número de usuarios por puerto GPON, así como por la capacidad máxima de transmisión que admita el cable de cobre que se utilice para llegar al terminal de usuario y de las características del MDU.

La implementación de esta combinación de tecnologías permite tener un mayor escalamiento a nivel de usuario, pero limitado a la velocidad máxima del cobre de 100 Mbps. La figura 3.4 permite observar cómo quedaría esta solución.

⁴⁴<http://www.c3comunicaciones.es/Documentacion/Guia%20FTTH%20PON%20de%20EXFO%20013.pdf>

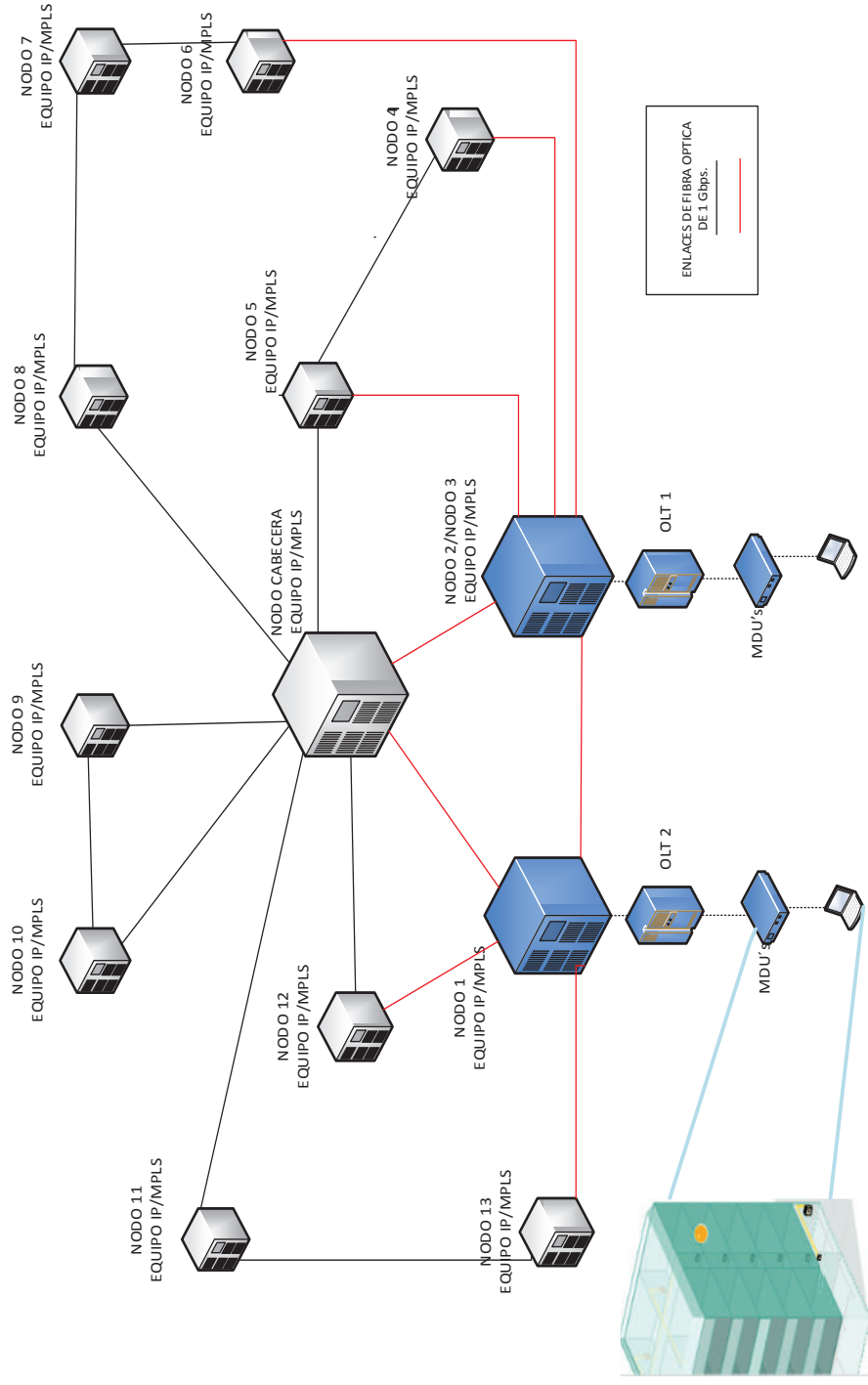


Figura 3.4: Segunda alternativa de diseño⁴⁵

⁴⁵ Segunda propuesta de rediseño para la EMPRESA PROVEEDORA DE SERVICIOS, realizado por las autoras.

3.3.1.3 Comparación de alternativas

Las opciones de diseño presentadas fueron estructuradas en base a los requerimientos de red analizados, satisfaciendo cada uno de ellas las necesidades existentes; es por ello que para seleccionar la mejor alternativa a ser implementada se procederá a realizar una comparación de la opción que establezca mayores beneficios a la empresa y al usuario.

Las velocidades que se pueden ofertar a usuarios finales es un punto crucial para la selección de la combinación de tecnologías de acceso óptima que se ofertará a los clientes de la empresa proveedora de servicios. Cabe recalcar que una de las principales diferencias entre las alternativas 1 y 2 es la tecnología de acceso, FTTH y FTTB, y por ende sus velocidades.

SECTOR IÑAQUITO Y MARICAL	ALTERNATIVA 1	ALTERNATIVA 2
# de Nodos	2	2
# de equipos OLT	2	2
# de equipos ONT/MDU	1024 ONT's	Mucho menor a 1024 MDU's
Escalabilidad	Hasta 2048	Hasta 3092
Disponibilidad	Alta	Alta
Costos por usuario en la instalación	15 veces más caro que ADSL	10 veces más caro que ADSL, 30 % mas barato que FTTH
Costo de operación	Más barato debido a la presencia de menos dispositivos de monitoreo	Más caro debido a la presencia de más dispositivos de monitoreo
Medio de Transmisión	Fibra SM / Fibra	Fibra SM / Cable de cobre
Distancias	20 Km	20 Km
Tecnología de acceso	FTTH	FTTB
Velocidad máxima por usuario	+100 Mbps	100 Mbps
Número máximo de usuarios por puerto GPON	128	4096

Tabla 3.1: Comparación de alternativas

Analizando las soluciones planteadas se visualizó que existen ciertas similitudes en lo que se refiere a disponibilidad, seguridad, el medio que va a ser utilizado para sus interconexiones, la cobertura y las velocidades que se pueden proveer a sus clientes.

La diferencia más representativa de la segunda propuesta es que se tiene una tecnología de acceso FTTB lo que permite mayor escalabilidad de usuarios por puerto, el costo también es muy conveniente debido a que se conserva el cableado de cobre de última milla, pero cabe mencionar que la velocidad estará limitada a 100 Mbps.

3.3.2 SOLUCIÓN ESCOGIDA PARA LA RED DE ACCESO

Después de realizar una comparación de las dos alternativas de red sugeridas se definió que la primera solución planteada representa un mayor beneficio tanto para la empresa como para el usuario final, debido a que se obtendrá con la tecnología FTTH servicios de más de 100 Mbps y se llega con 1 hilo de fibra óptica para cada oficina, mientras que con FTTB tan solo soporta hasta 100 Mbps y se comparte 32 oficinas por fibra.

En alternativa 2 se llegará con fibra óptica externamente y cobre internamente lo cual sería beneficioso en los costos del cableado interno del edificio ya que se utilizaría la misma infraestructura del cableado estructurado, y por ende la velocidad hacia el usuario final está limitada por el enlace de cobre. Además los equipos del cliente final en alternativa 1 es de 1024 ONTs, frente a la alternativa 2 que se tendrán menos equipos hacia el cliente final cifras que demuestran un mayor costo de la alternativa 1 en comparación a la alternativa 2 y por ende mayor costo al usuario.

Adicionalmente con la alternativa 1 se tendría un nivel de escalabilidad que satisface las proyecciones de clientes y que al año 2019 tendría aun capacidad de proveer los diversos servicios a más clientes. Se tiene que recalcar que ambas soluciones tienen redundancia que es controlada a través del bloqueo lógico de

ciertos enlaces para evitar la generación de lazos que pueden causar problemas significativos en el transporte de la información.

Además en la alternativa 1, el coste de operación es menor frente a la alternativa 2 que existen más protocolos y dispositivos, que suponen más puntos de fallos y una mayor complejidad en la monitorización de la red.

Con la alternativa 1, se estima un beneficio a corto y largo plazo ya que la demanda de las empresas es buscar siempre altas velocidades, con la mejor tecnología y al mejor precio, en comparación de la alternativa 2 que con el transcurso de los años las velocidades ofrecidas se quedarán cortas en el mercado.

La alternativa 1 es la opción escogida no solo por las ventajas técnicas que presenta frente a FTTB; cabe mencionar que en los sectores de interés la mayoría de las construcciones no son edificios elevados, y si así fuese el caso no todas las empresas en un edificio tienen contratado el servicio con la empresa proveedora de servicios.

3.3.3 DESCRIPCIÓN DETALLADA DEL REDISEÑO

3.3.3.1 Tecnología seleccionada

De acuerdo al análisis de la red actual y a las proyecciones tanto de usuarios como de tráfico que se generaría en la red para el año 2019, con la infraestructura actual no se podrían satisfacer los requerimientos de las empresas debido a que la tendencia es contratar capacidades mayores a 8 Mbps y actualmente la empresa puede proveer únicamente capacidades de hasta 4 Mbps. Como se mencionó en el ítem 3.3.2 se decidió realizar una combinación de tecnologías de acceso FTTH y GPON que permitirá una gran escalabilidad según el número de usuarios existentes en los sectores y proveer grandes velocidades.

3.3.3.2 Diagrama físico

El diagrama físico permite visualizar la ubicación estimada de los nodos, los enlaces de fibra para interconectar los equipos OLT y la conexión al nodo Cabecera.

Como se observa en la figura 3.5 existen un nodo en el sector Iñaquito y uno en el sector de la Mariscal, los mismos que tienen un enlace directo hacia el nodo principal; en esta red se puede visualizar que existe un gran nivel de redundancia, lo que permite que la red sea altamente disponible.

A partir de los nodos se llegará a los clientes con enlaces de fibra desde el OLT hasta el equipo terminal de usuario. En el caso de que la empresa se encuentre ubicada en un edificio se requerirá tantos ONTs como clientes deseen contratar o existan en la edificación.

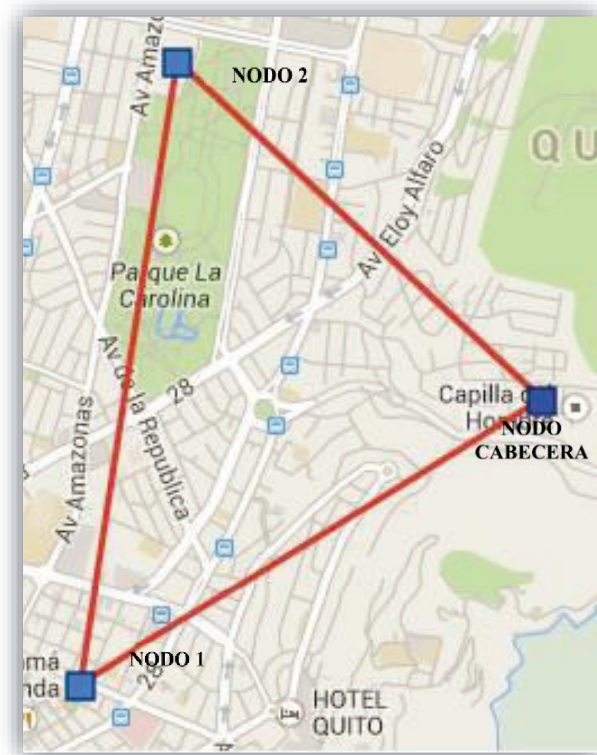


Figura 3.5: Ubicación de nodos⁴⁶

⁴⁶ Esquema detallado utilizando la herramienta Google Map, hecho por el autor.

3.3.3.3 Diagrama lógico

El diagrama lógico diseñado para la empresa proveedora de servicios se lo realizó en base a los requerimientos tanto de usuarios como de tráfico estimado para el año 2019.

El esquema planteado tiene alto nivel de redundancia y para evitar la generación de bucles que creen problemas en el transporte de la información se bloquearán los enlaces conflictivos.

La disponibilidad, seguridad y escalabilidad son puntos importantes que fueron tomados en cuenta al momento del planteamiento del rediseño. En la figura 3.6 se puede visualizar el esquema planteado para el rediseño de la red para la empresa proveedora de servicios.

3.3.3.4 Especificaciones técnicas de los equipos

La tecnología GPON + FTTH se caracteriza por tener equipos como OLT, ONT y un conjunto de elementos pasivos conocidos como ODN. Se debe considerar que la tecnología FTTH indica que se llega con fibra hasta los terminales de usuario utilizando un ONT.

A continuación se realiza un análisis de la cantidad de equipos y las características que deben cumplir los diferentes elementos para satisfacer las demandas proyectadas de usuarios.

3.3.3.4.1 OLT (*Optical Line Terminal*)^{[38], [39]}

OLT como se explicó en el capítulo 1 es el equipo que se encuentra del lado de la central de la red. Para el rediseño se debe tener en consideración las siguientes características mínimas:

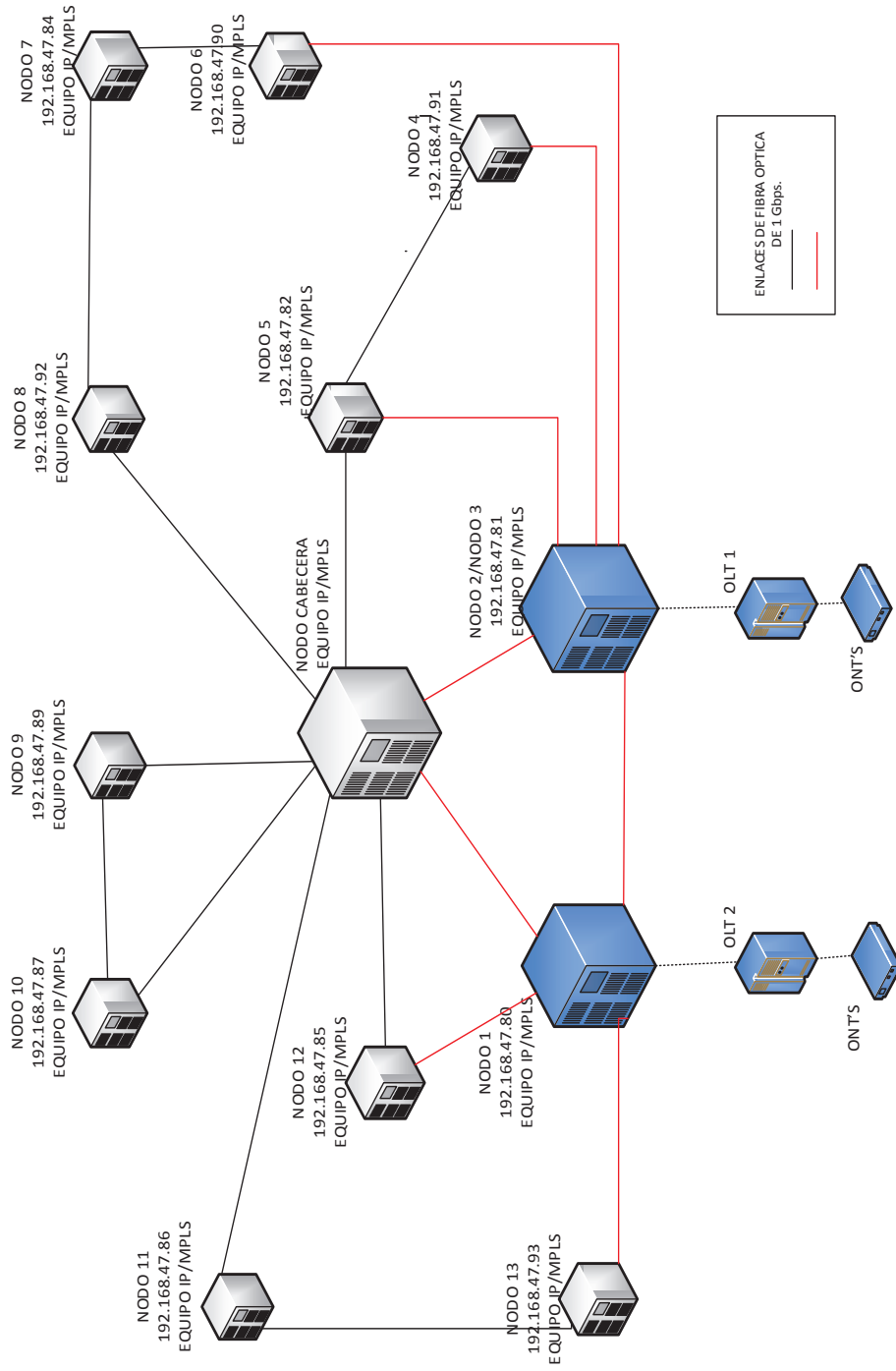


Figura 3.6: Diagrama Lógico 47

47 Rediseño del diagrama lógico de la Empresa Proveedora de Servicios, hecho por las autoras

- ✓ Permitir en su configuración la interacción con la tecnología IP⁴⁸/MPLS⁴⁹.
- ✓ Disponer una interfaz para la comunicación con el equipo IP/MPLS.
- ✓ Las interfaces físicas del OLT deben tener la capacidad de transmitir a una velocidad ascendente de 2.5 Gbps y descendentes de 1.25 Gbps.
- ✓ Soportar la transmisión de múltiples servicios, como son servicios de voz, datos e Internet.
- ✓ Cada puerto OLT debe tener la capacidad de dar servicio a máximo 64 ONT.
- ✓ Alcance máximo de 60 Km.
- ✓ Manejar protocolos de seguridad y gestión.

A continuación se presenta en la tabla 3.2 las características técnicas del equipo fiberhome AN5516-04 OLT

a) *EQUIPO FIBERHOME AN5516-04 OLT*



Figura 3.7: Equipo FiberHome AN5516-04 OLT

⁴⁸ IP (*Internet Protocol*)

⁴⁹ MPLS (*Multiprotocol Label Switching*)

FIBERHOME AN5516-04 OLT	
Capacidad por rack	1024 usuarios ONT
Capacidad por tarjeta de servicios	4/8 PON por tarjeta de servicios GPON
	4/8 PON por tarjeta de servicios EPON
Capacidad de Agregación	488 Gbps
Parámetros ambientales	Temperatura de operación -10 °C a 55 °C
	Temperatura de almacenamiento -40 °C a 65 °C
	Humedad del ambiente 5 % a 95 %
Servicios	Servicios de Ethernet
	Servicios de CATV
	NGN voice (MGCP/H.248/SIP)
	Servicios TDM
	Servicios <i>Broadcast</i> para IPTV
	VOD <i>unicast</i>
Interfaces Puertos PON	Puerto GPON completado con Class B+/C para ODN
	Puerto EPON 1000BASE-PX10/PX20 para ODN
	Llega hasta 60 Km
	Conector SC/PC
	Soporta G.652/G.657 Fibra monomodo
Longitud de Onda	TX 1490nm(1550nm)/RX 1310nm
Velocidades	<i>Upstream/Downstream data rate</i> : 1.244G/2.488G for GPON
	<i>Upstream/Downstream data rate</i> : 1.25G/1.25G for EPON
Energía	220 V AC
Seguridad	Soporta en los puertos Uplink políticas basadas de tráfico como: Filtrado de paquetes basado en MAC, IP, tipo Ethernet, VLAN, CoS.
	Soporta tres mecanismos de Programación de Cola, (<i>Queue Scheduling</i>) SP, WRR y SP + WRR 8 colas por puerto
	802.1q VLAN, IP ToS, Dirección IP, TCP/UDP
	Soporta hasta 8 niveles de servicio.
Seguridad	Soporta autenticación de la ONU por dirección física, Identificador lógico, e identificador Lógico + contraseña
	Soporta bloqueo de paquetes basados en la dirección MAC
	Soporta filtrado de mensajes por: dirección MAC, Tipo Ethernet, VLAN, CoS, Dirección IP, Puerto y Tipo de Protocolos.
	Protección DoS
	Soporta un número máximo de direcciones MAC
Gestión	Soporta Algoritmo AES-128
	Telnet Protocolo de Acceso Remoto
	SNMP (<i>Simple Network Management Protocol</i>)
	DHCP (<i>Dynamic Host Configuration Protocol</i>)
	Administración de Equipo
	Soporta la administración de múltiples Ips/VLAN's
	Syslog

Tabla 3.2: Características técnicas equipo FiberHome OLT

b) EQUIPO OLT GPON FK-OLT-G2500 FURUKAWA

Cabe mencionar que los equipos FURUKAWA solo presentan 2 modelos de soluciones GPON, el uno corresponde a 2560 usuarios y el otro corresponde 256 usuarios, es por ellos que se escogió el modelo *OLT GPON FK-OLT-G2500* para 2560 usuarios.

Si éste es el equipo seleccionado se lo solicitará con los *slots* de servicios necesarios, para que se pueda cubrir el número de clientes corporativos.

En la tabla 3.3 se presentan las características técnicas del equipo FK-OLT-G2500 FURUKAWA.

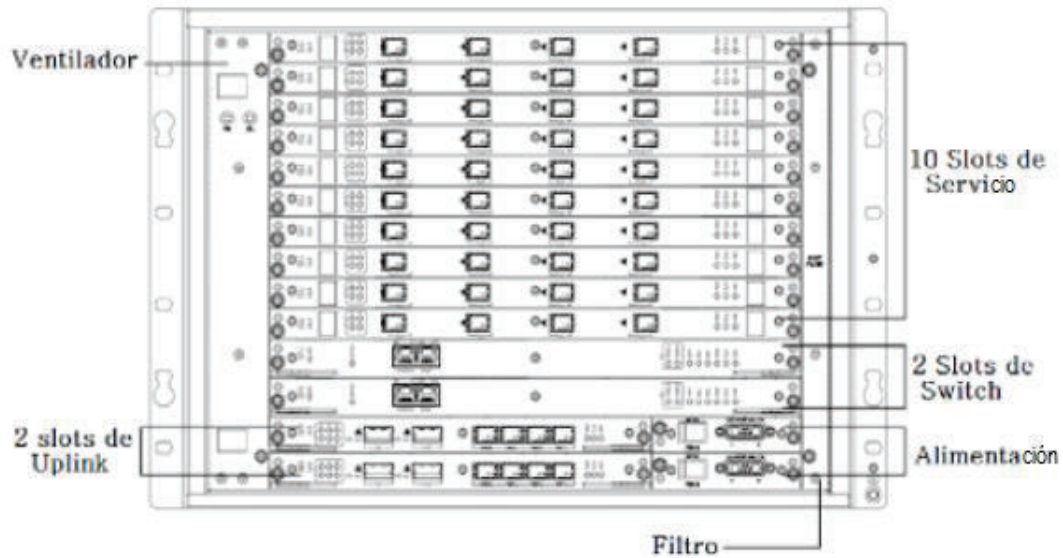


Figura 3.8: Equipo Olt Gpon Fk-Olt-G2500

OLT GPON FK-OLT-G2500 FURUKAWA	
Capacidad máxima	2560 usuarios ONT
Capacidad por tarjeta de servicios	4 PON por tarjeta de servicios GPON
Capacidad de agregación	296 Gbps
Parámetros ambientales	Temperatura de operación 0 °C a 50 °C
	Temperatura de almacenamiento -40 °C a 70 °C
	Humedad del ambiente 0 % a 90 %
Beneficios del producto	SFU / PON / Uplink / Fuente de alimentación redundante
	<i>In Service Software Upgrade (ISSU)</i>
	<i>Non Stop Forwarding (NSF)</i>
	<i>Non Stop Routing (NSR)</i>
Interfaces Puertos PON	Puertos GPON SFP
	20 Km (60 Km de alcance lógico)
	Conector SC/UPC
	Fibra monomodo
Longitud de Onda	TX 1490nm(1550nm)/RX 1310nm
Velocidades	<i>Upstream/Downstream data rate: 1.244G/2.488G para GPON</i>
Energía	DC -48/60 V
QoS	Soporta mecanismos de Programación de Cola, (<i>Queue Scheduling</i>) SP, WRR, e DRR
	8 Colas por puerto
	Limitación condicional de tasas
	Control de acceso basado en listas de puertos, direcciones MAC
	Tipo de Ethernet, Dirección IP, IP Multicast, TCP/UDP.
	Clasificación de prioridad de Cola por MAC, 802.1p ToS/DSCP, 802.1Q
	Dirección IP, TCP/UDP
Seguridad	Autenticación basada en 801.1x MAC/Puerto
	<i>Storm control</i> para <i>broadcast</i> , <i>multicast</i> y paquetes <i>unicast</i> desconocidos
	Protección DoS
	<i>IP Source Guard</i>
	Secure Shell (SSH) V1/v2
Gestión	Serie/Telnet
	SNMP v1 /v2/v3
	DHCP server, cliente
	Gestión IP única
	RMON
	Syslog
	<i>Link Layer Discovery Protocol (LLDP)</i>

Tabla 3.3: Características técnicas equipo Furukawa OLT

De acuerdo a las características mencionadas ambos equipos de las marcas Fiberhome y Furukawa tienen características técnicas similares.

Una de las principales diferencias del equipo Furukawa con respecto al equipo Fiberhome, es que el equipo Furukawa tiene mayor escalabilidad, debido a que cuenta con 10 *Slots* de servicios de los cuales solo se pedirían 4 *slots* de servicios, valor correspondiente a 16 puertos GPON. El equipo Fiberhome en cambio tan solo cuenta con 16 puertos GPON sin la posibilidad seguir expandiéndose.

Otra de las diferencias es que el equipo Furukawa tiene mejores características de Gestión con respecto al protocolo SNMP v1/v2/v3 y RMON, características que el equipo Fiberhome no hace mención en sus diferentes versiones de SNMP y la herramienta de gestión RMON.

El equipo Fiberhome cuenta con mejores características de seguridad ya que cuenta con algoritmos de encriptación, autenticación de la ONU por dirección física, Identificador lógico, además el filtrado de mensajes lo hace por: dirección MAC, Tipo Ethernet, VLAN, CoS, Dirección IP, Puerto y Tipo de Protocolos. Mientras que el equipo Furukawa presenta autenticación basada en 801.1x MAC/Puerto.

A lo que respecta con el resto de características como: parámetros ambientales, servicios, Interfaces Puertos GPON, longitud de onda, velocidades y QoS ambos equipos tienen características similares. Por lo cual el equipo que se escogerá es el equipo FIBERHOME debido a sus características técnicas mencionadas prestando un mayor beneficio tanto para el usuario como para la empresa.

3.3.3.4.2 *ONT (Optical Network Terminal)* ^{[40], [41]}

Este equipo se encuentra en la parte del usuario final y debe tener las siguientes características mínimas:

- ✓ Debe disponer del estándar 802.1p que brinda calidad de servicio al usuario.
- ✓ La ONT debe ser compatible con la tecnología que se va a aplicar, en este caso GPON.
- ✓ Debe poseer al menos un puerto óptico para conexión del hilo de fibra; un puerto RJ-45 y un puerto RJ-11 para brindar los servicios de Internet, Voz y Video.
- ✓ Soporte 802.11 ac (tecnología Wifi).

a) *EQUIPO FIBERHOME AN5506-04F ONT*

En la tabla 3.4 se pueden visualizar las características técnicas del equipo FiberHome.



<i>FIBERHOME AN5506-04F ONT</i>	
Interfaces de servicio	4 Puertos Ethernet
	2 POTS
	Wifi
	USB
Interfaz Uplink	1 Puerto GPON
Energía	DC 12 V - AC 220 V
Fibra Óptica	G.652/G.657 <i>Single mode</i>
Conector	SC/UPC
Velocidad	<i>Upstream/Downstream 1,244 G/2,488 G</i>
Distancia	20 Km
Wireless	IEEE 802.11b/g/n
QoS	IEEE 802.1 p

Tabla 3.4: Características técnicas equipo FiberHome ONT

b) *GPON FK-ONT-G420W*

En la tabla 3.5 se pueden visualizar las características técnicas del equipo Furukawa.



GPON FK-ONT-G420W	
Interfaces de servicio	4 Puertos Ethernet
	2 POTS RJ-11 FxS
	Wifi
	USB
Interfaz Uplink	1 Puerto GPON
Alimentación	DC 12 V - AC 240 V
Fibra Óptica	G.652/G.657 <i>Single mode</i>
Conector	SC/APC
Velocidad	<i>Upstream/Downstream 1,244 G/2,488 G</i>
Distancia	20 Km
Wireless	IEEE 802.11b/g/n
QoS	Filas de prioridad basadas en IEEE 802.1p

Tabla 3.5: Características técnicas equipo Furukawa ONT

Como se observa en las tablas 3.4 y 3.5 las características técnicas de ambos equipos ONT's son muy similares es por ello que se ha escogido el equipo FIBERHOME AN5506-04F ONT, para que esté acorde con el equipo FIBERHOME OLT.

❖ **Nodo 1**

Como se mencionó anteriormente en este nodo se proveerá servicio a 307 clientes, que se encuentran ubicados en el sector "Mariscal" a los que se les dará los servicios utilizando 307 equipos ONTs.

❖ **Nodo 2**

En este nodo se proyecta tener 390 clientes para la empresa proveedora de servicios que recibirán sus servicios a través de 390 equipos ONTs. Éste es uno de los nodos que tiene mayor cantidad de usuarios, debido a que es la unión de dos de los nodos que actualmente proveen los servicios al sector "Iñaquito".

En la tabla 3.6 se puede visualizar un resumen de la cantidad de usuarios existentes por nodo y a su vez el número de *Optical Network Terminal* necesarios.

#NODO	# Usuarios	# ONTs
1	307	307
2	390	390
TOTAL	697	697

Tabla 3.6: Cantidad de ONT por Nodo

3.3.3.4.3 NMS (*Network Management System*)

Una NMS es un *software* de monitoreo que permite controlar el estado en el que se encuentran los equipos de la red, indicando cuando exista algún problema en los equipo para solucionarlo inmediatamente.

Este *software* debe poseer las siguientes características mínimas:

- ✓ Soportar administración remota.
- ✓ Admitir el protocolo SNMP que es el protocolo más utilizado para la gestión de equipos.
- ✓ Permitir la gestión integrada.

Se requiere únicamente un equipo NMS con el que se podrá monitorear toda la red y el estado de los diferentes equipos.

3.3.3.4.4 ODN (*Optical Distribution Network*)

ODN (*Optical Distribution Network*) es una Red de Distribución Óptica (fibra óptica, divisores ópticos pasivos, *splitters*, mufas o mangas, *patch – cords*, conectores, etc.).

Una ODN debe garantizar que a lo largo de la red exista el rango más pequeño de atenuación, es por ello que para este tramo se ha planteado las siguientes características básicas requeridas:

❖ **Fibra de distribución**

Quito es una ciudad moderna y para ello uno de los aspectos a considerar ha sido el soterramiento de los cables, lo que ayuda a la ciudad a mejorar su aspecto físico y evitar que existan cortes o intervenciones producidas por agentes externos como son choques, sobrecarga en los postes, etc. Por ello en este estudio el tipo de instalación que se va a considerar es la subterránea.

El tipo de cable óptico subterráneo es aplicable para distancias cortas, en áreas geográficas planas y donde el suelo sea fácilmente excavable. En estos casos los cables se instalan directamente enterrados o en el interior de ductos.

Una de las desventajas de manejar fibra óptica es que se debe tomar en cuenta los quiebres bruscos, las curvaturas excesivas y los desniveles que puedan sobre tensionar el material. La sismicidad también es un aspecto importante a tener en cuenta.

El tipo de fibra que se va a utilizar debe tener las siguientes características:

- ✓ Fibra Monomodo de 60 hilos.
- ✓ Fibra óptica *SZ-Slotted* para tener acceso en la mitad de la trama.
- ✓ Estructura *Ribbon* para reducir costos de instalación y empalme facilitando la manipulación.
- ✓ Protección anti-roedores y resistente al agua.
- ✓ Debe cumplir con la especificación: G.652.d para baja pérdida de atenuación.
- ✓ Debe cumplir con la especificación: G.652.d y G.657. A1 ya que es menos sensible a ángulos de curvatura.

- ✓ Para aplicaciones soterradas.

La fibra óptica que se escogió para los tramos que van desde el Punto de Distribución Óptica hasta el *closure* y que cumple con las características mencionadas anteriormente es la siguiente:

a) *SZ-SLOTTED CORE CABLE*

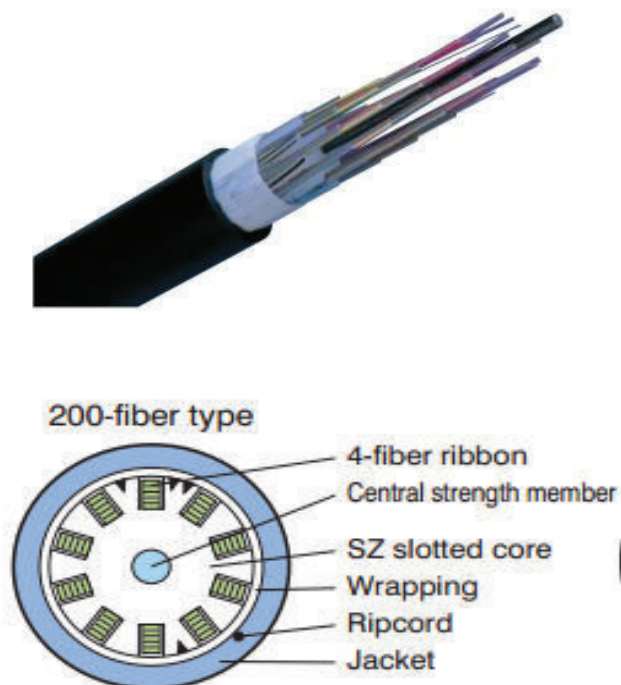


Figura 3.9: Fibra *SZ- Slotted Core Cable*

- ✓ Especificación G.655. C, D.
- ✓ Especificación G.655. C, E y G.656.
- ✓ Especificación G.652. D.
- ✓ Especificación G.652. D y G.657.A1
- ✓ Diseñado para aplicaciones soterradas.
- ✓ Soporta de 4 a 300, fibras de Cinta
- ✓ Conector SC/PC

- ✓ Fácil acceso a la fibra en cualquier parte de la trama debido a su fabricación SZ en combinación con su estructura *Ribbon*, como se observa en la figura 3.10.

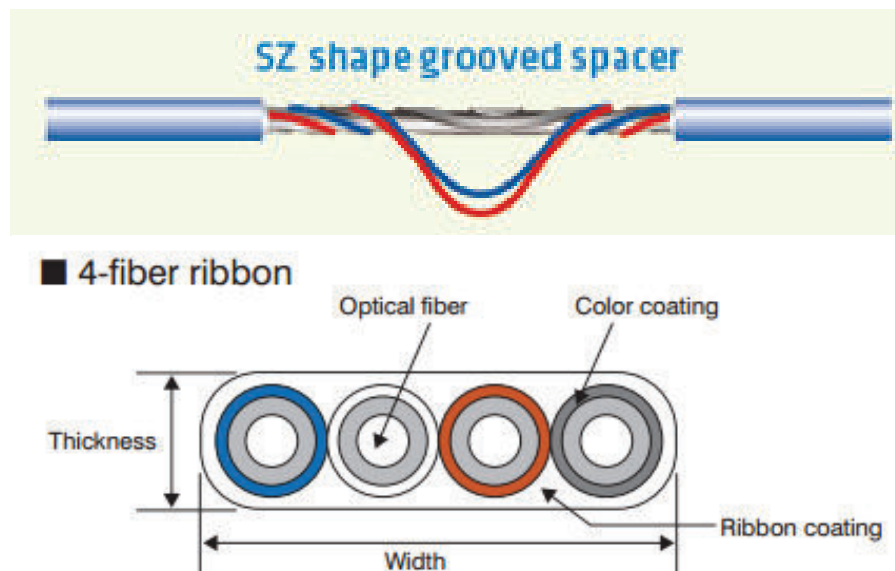


Figura 3.10: Estructura SZ en combinación con 4 fibras de cinta

➤ **Nodo 1**

El nodo 1 se encuentra ubicado en la Av. Colón y Av. Juan León Mera, mientras que el Punto de Distribución de Fibra óptica se encuentra ubicado en la Av. Orellana y Av. Amazonas debido a que es un punto céntrico para el sector de "La Mariscal".

Desde el punto de distribución de Fibra óptica hacia los empalmes o *closure* se midió la fibra óptica necesaria para cubrir todo el sector con la herramienta de Google Maps.

Este nodo provee los servicios al sector de "La Mariscal", y está limitado al norte por la Av. Eloy Alfaro, al sur por la Av. Patria, al este con la Av. 6 de Diciembre y al oeste en la Av. 10 de Agosto, tales como se puede observar en la figura 3.11

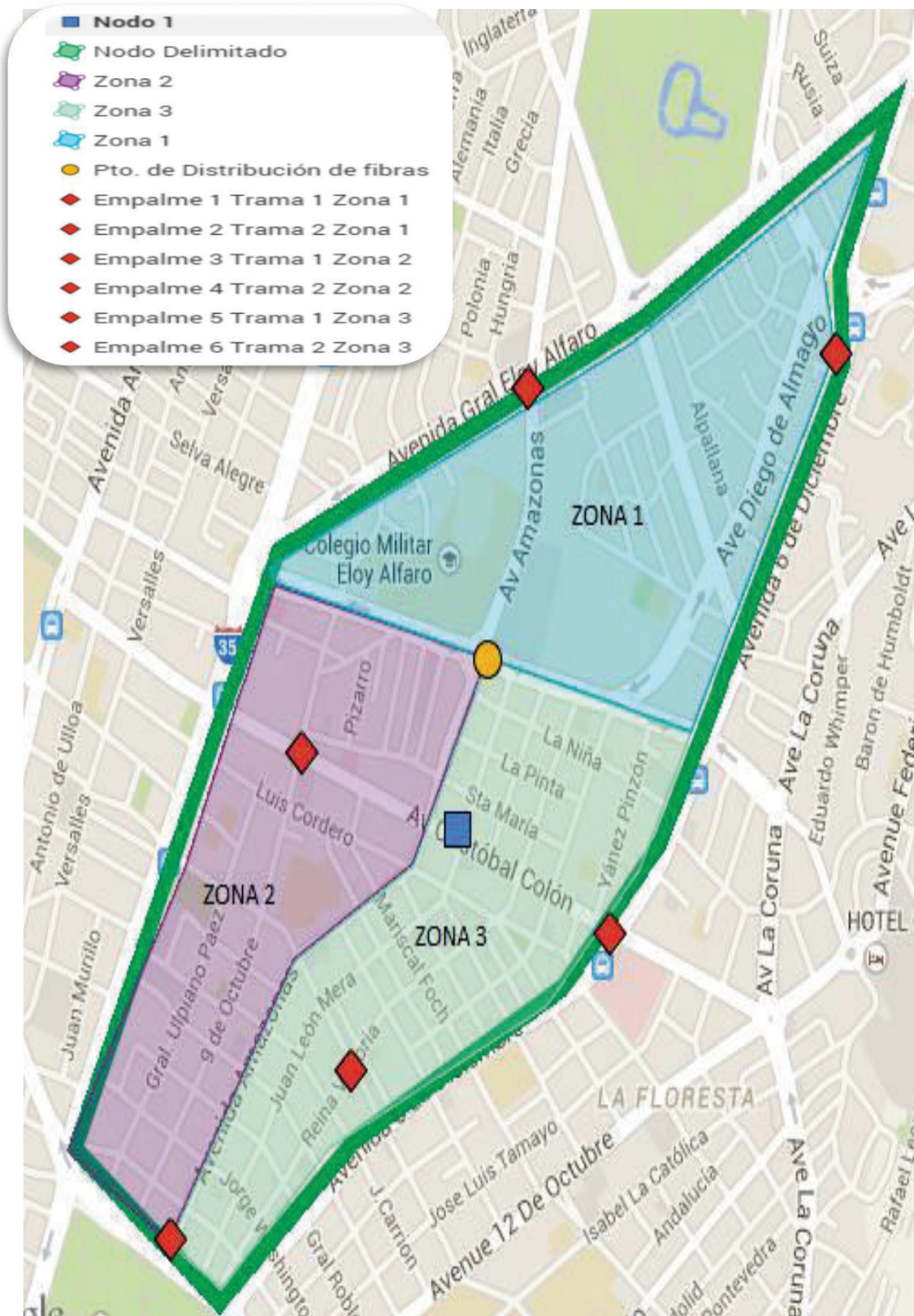


Figura 3.11: Sector Mariscal Nodo 1

Para poder determinar la cantidad de fibra necesaria se dividió al sector en 3 zonas cada una de ellas abarcará el 33% de usuarios totales. La **Zona 1** está relativamente distante al **Nodo 1** y abarca los clientes que se encuentran al lado norte de dicho nodo, la **Zona 3** da cobertura a los clientes que se encuentran a lado sur oriental del nodo y la **Zona 2** que provee a los clientes que se encuentran ubicados al lado sur occidental del nodo, como se puede apreciar en la figura 3.11.

Para el tramo desde el Nodo 1 al Punto de distribución de fibra óptica se necesitan 460 m de fibra óptica de 16 hilos. Además se cubrirá un total de 307 usuarios el cual se dividió en 3 zonas. En cada Zona se tiende 2 tramos que llegan a 2 empalmes o *closures*. Es decir que se dividen los 307 para el total de empalmes 6, la cantidad de hilos por fibra que se necesita en cada tramo es de 52, este valor estandarizando es igual a 60 hilos.

Zonas	Tramos	Fibra de distribución hasta el empalme (Km)	Dirección del empalme
Zona 1	Tramo 1	1,5	Av. 6 de diciembre y Pareja
	Tramo 2	0,6	Av. Eloy Alfaro y Amazonas
Zona 2	Tramo 1	1,5	Av. Amazonas y Av Patria
	Tramo 2	0,7	Av. 9 de Octubre y Colón
Zona 3	Tramo 1	1,2	Av. Reina Victoria y Veintimilla
	Tramo 2	1,1	Av. 6 de diciembre y Colón

Tabla 3.7: Cantidad de Fibra óptica de cada tramo para el Nodo 1

En la tabla 3.7 se puede visualizar la cantidad de fibra que se requiere por cada tramo en cada una de las zonas. Sumando dichos valores da como resultado un total de 6,5 Km de fibra óptica de 60 hilos.

➤ **Nodo 2**

El nodo 2 se encuentra ubicado en la Av. 6 de Diciembre y German Alemán, mientras que el Punto de Distribución de Fibra Óptica se encuentra ubicado en la Av. 6 de Diciembre y Av. Naciones Unidas, el mismo que se considera que es un punto céntrico para el sector de "Iñaquito".

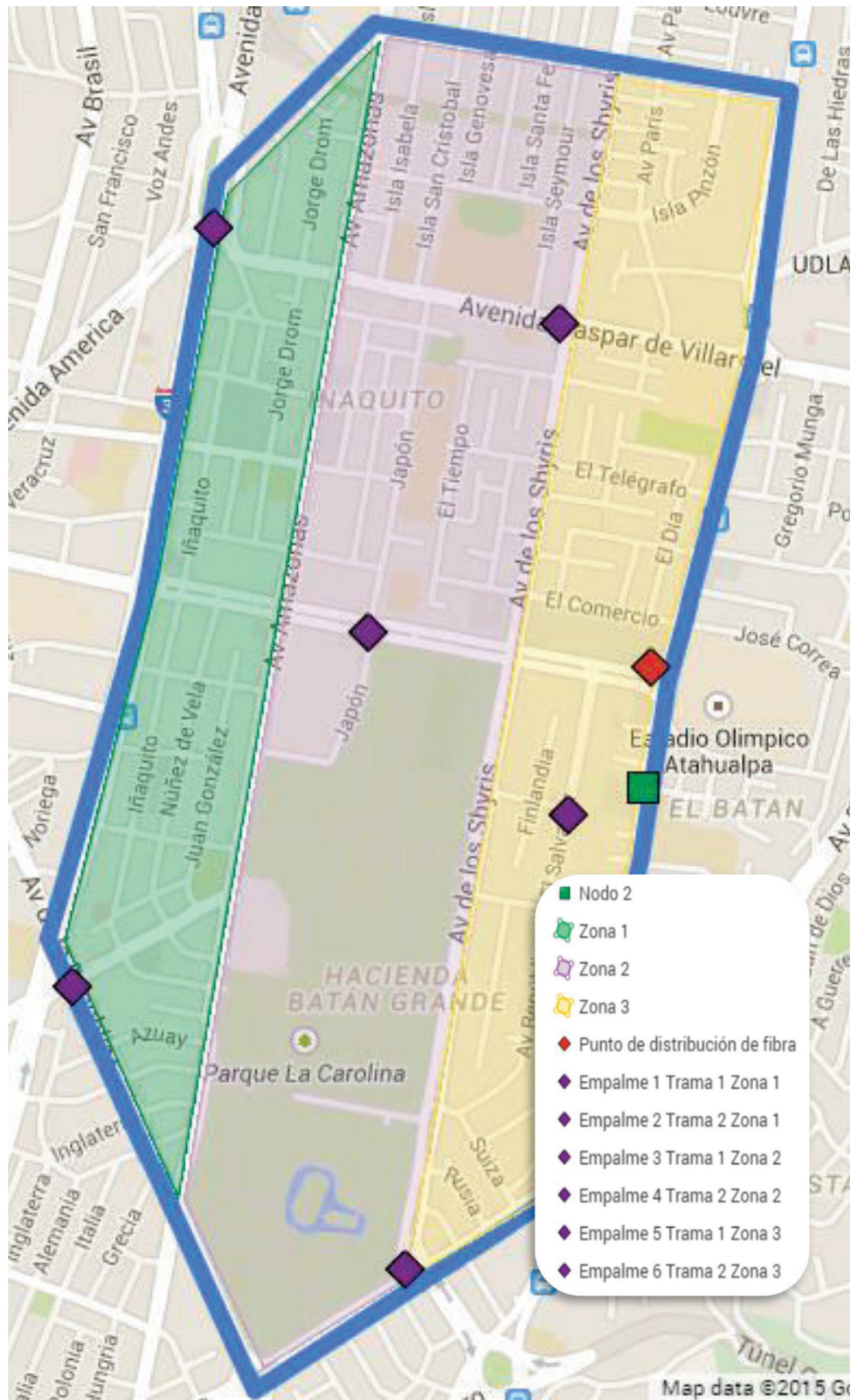


Figura 3.12: Sector Iñaquito - Nodo 2

El nodo 2 que provee los servicios al sector “Iñaquito” está delimitado al norte por la Av. Río Coca, al sur por la Av. República y la Av. Eloy Alfaro, al este por la Av. 10 de Agosto y al finalmente al oeste por la Av. 6 de Diciembre.

Actualmente existen dos nodos que proveen los servicios de telecomunicaciones a este sector, pero la propuesta es colocar un solo nodo que brinde los servicios a todo el sector para que exista una distancia equitativa hacia los extremos del sector.

El tramo que va desde el Nodo 2 al equipo de Distribución de Fibra es de 300 m con fibra de las características anteriormente mencionadas y de 16 hilos.

Además partiendo de los 390 usuarios para el sector Iñaquito, y al igual que el anterior caso se dividió cada zona en 2 tramos a excepción de la zona 3 que tiene 3 tramos debido a que en la zona 3 es donde existe mayor concentración de clientes y futuros clientes. Por tal motivo se divide 390 para los 7 empalmes da como resultado 56 hilos de fibra óptica, pero su valor estandarizado es de 60 hilos.

Zonas	Tramos	Fibra de distribución hasta el empalme (Km)	Dirección de los empalmes
Zona 1	Tramo 1	2,0	Av. 10 de Agosto y Londres
	Tramo 2	2,1	Av. República y Av. Atahualpa
Zona 2	Tramo 1	0,9	Av. Naciones Unidas y Av. Amazonas
	Tramo 2	1,4	Av. Gaspar de Villarroel y Japón
Zona 3	Tramo 1	0,5	Av República de El Salvador y Suecia
	Tramo 2	1,2	Av. de los Shyris y Holanda
	Trama 3	0,8	Av. de los Shyris y El Telégrafo

Tabla 3.8: Cantidad de Fibra óptica de cada tramo para el Nodo 2

En la Tabla 3.8 se observa la cantidad de fibra necesaria para el Nodo 2. Desde el Punto de Distribución de fibra óptica hasta el empalme es igual a 8,8 Km con 60 hilos de fibra óptica.

La cantidad de fibra que va desde los Nodos 1 y 2 al Punto de distribución de fibra, más el 15 % de holgura es igual a 874 m.

Además la fibra de distribución que se necesita para cubrir la demanda proyectada para el año 2019 es la suma del Nodo 1 + Nodo 2 + 15% de Holgura, valor que da como resultado 18 Km de fibra con 60 hilos, monomodo y que cumpla con las características anteriormente mencionadas.

❖ **Fibra de acometida**

La fibra de acometida o *Drop* se encuentra desde el empalme hasta la roseta del usuario final. Esta fibra presenta las siguientes características técnicas:



Figura 3.13: Cable Drop

- ✓ Fibra monomodo de 1 hilo.
- ✓ Especificada en G.657.A.
- ✓ Radio Mínimo de Curvatura con material metálico es: Dinámico 30 (mm) y Estático 15 (mm).
- ✓ Tensión máxima de 460 N.
- ✓ Conector SC/PC.

Para el cálculo del cable *drop* se lo realizó midiendo en cada Nodo la distancia mínima y máxima de los clientes, y obteniendo un promedio, el mismo que se lo multiplicó por el total de número de usuarios.

➤ **Nodo 1**

En la tabla 3.9 se observa el promedio de fibra óptica *drop*. Si a este valor se le multiplica por el número de usuarios 307, da como resultado un total de 77,005 Km.

Zonas	Tramos	Distancia mínima (m)	Distancia Máxima (m)	Promedio (m)
Zona 1	Tramo 1	20,0	720,0	370,0
	Tramo 2	35,0	430,0	232,5
Zona 2	Tramo 1	10,0	630,0	320,0
	Tramo 2	15,0	120,0	67,5
Zona 3	Tramo 1	40,0	410,0	225,0
	Tramo 2	60,0	520,0	290,0
Promedio Nodo 1				250,8

Tabla 3.9: Promedio de Fibra óptica *Drop* para el Nodo 1

➤ **Nodo 2**

En la tabla 3.10 se observa el promedio de fibra óptica *drop*, valor de 211,4 m. el mismo que si es multiplicado por el número de usuarios 390, da como resultado un total de 82,290 Km.

Zonas	Tramos	Distancia mínima (m)	Distancia Máxima (m)	Promedio (m)
Zona 1	Tramo 1	15	680	347,5
	Tramo 2	25	315	170
Zona 2	Tramo 1	10	605	307,5
	Tramo 2	45	525	285
Zona 3	Tramo 1	10	101	55,5
	Tramo 2	20	463	241,5
	Trama 3	15	130	72,5
Promedio Nodo 2				211,4

Tabla 3.10: Promedio de Fibra óptica *Drop* para el Nodo 2

Es decir que en total de fibra *drop* para cubrir dichos usuarios en el año 2019 es la suma del Nodo 1 + Nodo 2 + 10% de holgura, valor que da como resultado 175 Km de un hilo de fibra óptica, monomodo y que cumpla con las características anteriormente mencionadas.

❖ **Patchcord de Fibra Óptica**



Figura 3.14: *Patchcord* de fibra óptica

- ✓ *Patchcord* de fibra óptica de 3 m. de largo
- ✓ Estándar G.657
- ✓ Conector SC/PC

Los *PatchCords* sirven para conectar la roseta al equipo ONT del usuario final, es por ello que se utilizan 697 *Patchcords* de fibra óptica para todos los usuarios finales

❖ **Splitters**

Se considerará un nivel de *splitters* para evitar que la atenuación sea demasiado alta. Para determinar el tipo de *splitter* que va a ser utilizado se consultó la atenuación que produciría cada *splitter* de acuerdo al número de entradas y salidas de cada uno de ellos. El cálculo de atenuación en los *splitters* se realiza a través de la fórmula descrita a continuación:

dB = Atenuación del *splitter*

*salidas* = Cantidad de salidas que tiene el *splitter*

*entradas* = Cantidad de entradas que tiene el *splitter*

$$dB = 10 \log_{10} \left(\frac{\# \text{ entradas}}{\# \text{ salidas}} \right)$$

Con esta fórmula se obtuvo como resultado que la atenuación de los *splitters* es la siguiente:

SPLITTER (DIVISIÓN ÓPTICA)	ATENUACIÓN [DB]
1:2	3,01
1:4	6,02
1:8	9,03
1:16	12,04
1:32	15,05
1:64	18,06

Tabla 3.11: Atenuaciones por tipo de *Splitter*

Como se observa en la tabla 3.11 a medida que se va incrementando el número de divisiones ópticas lo hace la atenuación de cada elemento pasivo. Pero también se puede observar que el *splitter* 1:4 es el doble de atenuación que el *splitter* de 1:2, el *splitter* 1:8 es la suma de los *splitters* 1:2 y 1:4, el *splitter* 1:16 es la suma de los *splitters* 1:2 y 1:8 y así sucesivamente.

El *splitter* que se utilizará es del tipo PLC debido a sus ventajas técnicas frente al *splitter* tipo FBT. Además se tendrán divisiones ópticas de 1 a 32.

A continuación se indican las especificaciones técnicas para el *splitter* PLC de 1:32.



Figura 3.15: *Splitter* de tipo PLC

- ✓ PLC funciona en la banda de 1260~1650 nm.
- ✓ Pérdida de inserción máxima de 17,1 dB.

- ✓ Uniformidad 1,5 dB.
- ✓ Máxima sensibilidad de polarización 0,4 dB.
- ✓ Temperatura de Operación -25~+70°C.
- ✓ Temperatura de Almacenamiento -40~+85°C.

➤ **Nodo 1**

En el Nodo 1 para el año 2019 se tendría aproximadamente 307 usuarios que requieren un servicio de voz, Internet, datos y video.

Para ofrecer los diferentes servicios a la cantidad de usuarios mencionada se requieren 10 *splitters* con división óptica 1:32, ya que se multiplica la cantidad de 10 *splitters* por las 32 divisiones de cada uno esto es igual a 320, por lo tanto cubre los 307 usuarios para el sector "La Mariscal". Además los *splitters* contarán con las especificaciones anteriormente mencionadas.

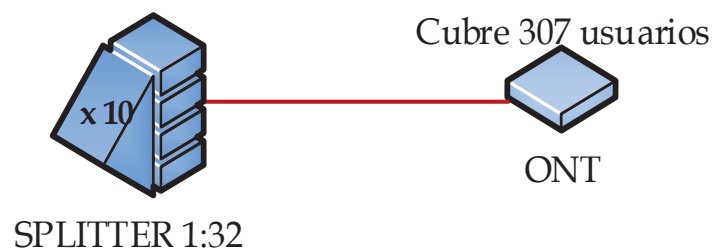


Figura 3.16: Número de *splitters* 1:32 hacia la ONT en Nodo 1

➤ **Nodo 2**

En el Nodo 2 para el año 2019 se tendrán 390 usuarios para los diferentes servicios y se utilizarán 13 *splitters* con división óptica 1:32; así como en el caso anterior la multiplicación de 13 *splitters* con 32 Divisiones ópticas da como resultado 416, valor que cubre los 390 clientes corporativos del sector "Iñaquito".

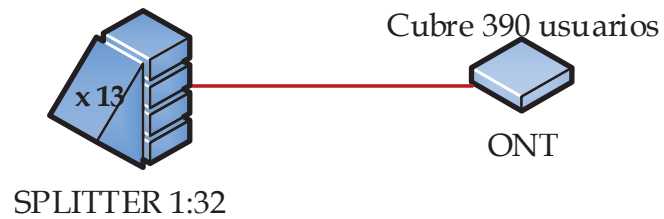


Figura 3.17: Número de *splitters* 1:32 hacia la ONT en Nodo 2.

Se concluye que en total para el diseño que se va a implementar se requieren 23 *splitters* con división óptica de 1:32.

Nodos	# <i>SPLITTERS</i> 1:32
Nodo 1	10
Nodo 2	13
Total	23

Tabla 3.12: Cantidad de *Splitters* totales

❖ Punto de distribución de fibra óptica

El armario de distribución permitirá almacenar a los *splitters* de 1:32, el mismo que deberá tener una capacidad mínima de 320 para el nodo 1 y 416 para el nodo 2. Es por ello que se ha escogido un Punto de Distribución de Fibra Óptica con la capacidad de almacenamiento de hasta 576 fibras.



Figura 3.18: Armario de distribución

➤ **Nodo 1**

En el nodo Mariscal se tiene un armario de distribución de fibra óptica localizado en la Av. Orellana y Av. Amazonas debido a que es un punto céntrico para el sector de "La Mariscal".

➤ **Nodo 2**

En el nodo Ñaquito se tiene un armario de Distribución de Fibra Óptica localizado en Av. 6 de Diciembre y Av. Naciones Unidas, el mismo que se considera que es un punto céntrico para el sector de "Ñaquito".

❖ **Caja de empalmes o Closures**



Figura 3.19: Caja de empalmes para soterramiento

- ✓ Capacidad de hasta 60 empalmes de fibra óptica.
- ✓ Para aplicaciones soterradas.
- ✓ Factible para acomodar sensor de inmersión en agua.

➤ **Nodo 1**

En el nodo 1 se tienen distribuidas 6 cajas de empalmes, de las cuales hay 2 en cada una de las zonas con capacidad de 60 empalmes.

Zonas	Tramos	Dirección del empalme
Zona 1	Tramo 1	Av. 6 de diciembre y Pareja
	Tramo 2	Av. Eloy Alfaro y Amazonas
Zona 2	Tramo 1	Av. Amazonas y Av. Patria
	Tramo 2	Av. 9 de Octubre y Colón
Zona 3	Tramo 1	Av. Reina Victoria y Veintimilla
	Tramo 2	Av. 6 de diciembre y Colón

Tabla 3.13: Ubicación de los empalmes en Nodo 1

➤ **Nodo 2**

En el nodo 2 se tiene distribuidas 7 cajas de empalmes de las cuales 4 están en la zona 1, 2 y los otros 3 empalmes en zonas 3 con la capacidad de 60 empalmes cada uno.

Zonas	Tramos	Dirección de los empalmes
Zona 1	Tramo 1	Av. 10 de Agosto y Londres
	Tramo 2	Av. República y Av. Atahualpa
Zona 2	Tramo 1	Av. Naciones Unidas y Av. Amazonas
	Tramo 2	Av. Gaspar de Villarroel y Japón
Zona 3	Tramo 1	Av. República de El Salvador y Suecia
	Tramo 2	Av. de los Shyris y Holanda
	Tramo 3	Av. de los Shyris y El Telégrafo

Tabla 3.14: Ubicación de los empalmes en Nodo 2

3.3.3.5 Cálculo de pérdidas

La pérdida de potencia en función de la longitud de onda es a lo que se denomina atenuación. En la red propuesta se realiza el cálculo de la atenuación de la fibra y empalmes.

La atenuación de fibra no es tan crítica como la de empalmes, ya que la fibra óptica está fabricada con silicio de alta pureza pero pese a todo se pueden tener pequeñas impurezas e imperfecciones que hagan que la potencia se pierda o se convierta en otro tipo de energía.

El cálculo de la atenuación total⁵⁰ en un tramo se lo calcula de la siguiente manera:

Atenuación Total

$$= (\text{Atenuación splitter}) + \left(\text{Atenuación} \frac{\text{fibra}}{\text{km}} * \text{Distancia} \right) \\ + (\text{Atenuación empalme} * \#) + (\text{Atenuación conectores} * \#)$$

3.3.3.5.1 Nodo 1

- ✓ Atenuación de conectores SC/SPC menor igual a 0,3 dB.
- ✓ Empalmes mecánicos o por fusión es equivalente a 0,3 dB.
- ✓ Atenuación fibra óptica es menor igual a 0,34 dB.
- ✓ Atenuación del *splitter* de 1 a 32 es de 17,1 dB.

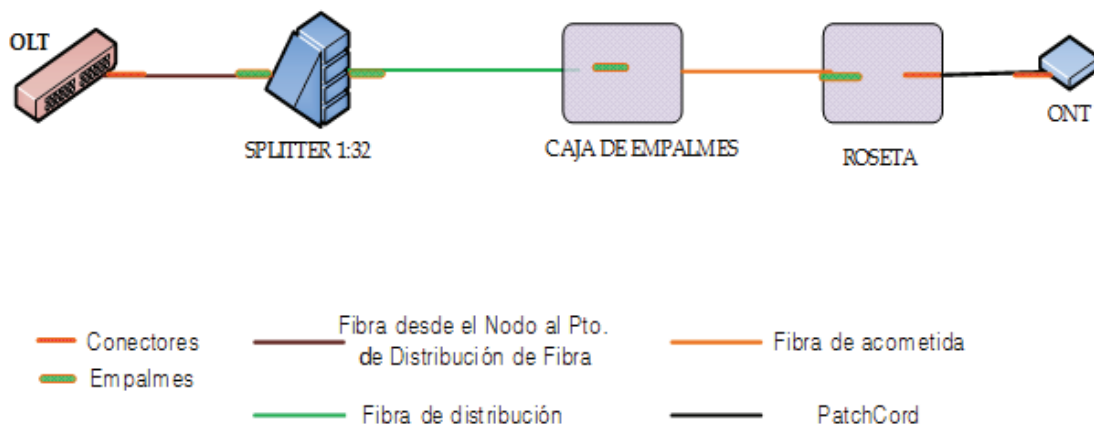


Figura 3.20: Elementos para el cálculo de la atenuación

En la tabla 3.15 se observa la cantidad de fibra necesaria para cada tramo, los cuales deben ser multiplicados de acuerdo a la fórmula anteriormente mencionada con los valores correspondientes al Nodo 1.

⁵⁰ <http://www.ccapitalia.net/descarga/docs/2012-gpon-introduccion-conceptos.pdf>

Zonas	Tramos	Fibra desde el nodo hasta punto de distribución (km)	Fibra de distribución hasta el empalme (Km)	Fibra de acometida (Km)	PatchCord (Km)
Zona 1	Tramo 1	0,46	1,5	0,37	0,003
	Tramo 2	0,46	0,6	0,23	0,003
Zona 2	Tramo 1	0,46	1,5	0,32	0,003
	Tramo 2	0,46	0,7	0,07	0,003
Zona 3	Tramo 1	0,46	1,2	0,23	0,003
	Tramo 2	0,46	1,1	0,29	0,003

Tabla 3.15: Distancias de cada tramo de Fibra óptica Nodo 1

En la tabla 3.16 se visualiza la atenuación de fibra óptica en cada tramo.

Zonas	Tramos	Fibra desde el nodo hasta punto de distribución (km)	Fibra de distribución hasta el empalme (Km)	Fibra de acometida (Km)	PatchCord (Km)	Atenuación de fibra (dB)
Zona 1	Tramo 1	0,156	0,493	0,126	0,001	0,776
	Tramo 2	0,156	0,194	0,079	0,001	0,431
Zona 2	Tramo 1	0,156	0,510	0,109	0,001	0,776
	Tramo 2	0,156	0,241	0,023	0,001	0,421
Zona 3	Tramo 1	0,156	0,418	0,077	0,001	0,652
	Tramo 2	0,156	0,360	0,099	0,001	0,616

Tabla 3.16: Atenuación de Fibra óptica en cada Tramo para el Nodo 1

En la tabla 3.17 se puede visualizar la atenuación total en cada uno de los tramos.

Zonas	Tramos	Atenuación splitter (dB)	Atenuación fibra (dB)	Atenuación empalmes (dB) 0,3*4	Atenuación conectores (dB) 0,3*3	Atenuación total de cada tramo (dB)
Zona 1	Tramo 1	17,10	0,78	1,20	0,90	19,98
	Tramo 2	17,10	0,43	1,20	0,90	19,63
Zona 2	Tramo 1	17,10	0,78	1,20	0,90	19,98
	Tramo 2	17,10	0,42	1,20	0,90	19,62
Zona 3	Tramo 1	17,10	0,65	1,20	0,90	19,85
	Tramo 2	17,10	0,62	1,20	0,90	19,82

Tabla 3.17: Atenuación Total en el Nodo 1

En el cálculo de la atenuación se observa que la atenuación más alta es de 19,98 dB en la zona 1 y zona 2 pertenecientes al tramo 1, por lo tanto no existiría problema a nivel de atenuación porque el valor de atenuación aceptable es de 24 dB⁵¹.

3.3.3.5.2 Nodo 2

En nodo 2 se tienen los mismos elementos de atenuación de fibra. En este caso solo variaría la distancia de la fibra óptica.

Además se tienen los mismos parámetros de nodo 1:

- ✓ Atenuación de conectores SC/SPC menor igual a 0,3 dB.
- ✓ Empalmes mecánicos o por fusión es equivalente a 0,3 dB.
- ✓ Atenuación fibra óptica es menor igual a 0,34 dB.
- ✓ Atenuación del *splitter* de 1 a 32 es de 17,1 dB.

En la tabla 3.18 se observa la distancia de la fibra óptica en cada tramo.

Zonas	Tramos	Fibra desde el nodo hasta punto de distribución (km)	Fibra de distribución hasta el empalme (Km)	Fibra de acometida (Km)	PatchCord (Km)
Zona 1	Tramo 1	0,300	2,0	347,5	0,003
	Tramo 2	0,300	2,1	170,0	0,003
Zona 2	Tramo 1	0,300	0,9	307,5	0,003
	Tramo 2	0,300	1,4	285,0	0,003
Zona 3	Tramo 1	0,300	0,5	55,5	0,003
	Tramo 2	0,300	1,2	241,5	0,003
	Tramo 3	0,300	0,8	72,5	0,003

Tabla 3.18: Distancias de cada tramo de Fibra óptica Nodo 2

En la tabla 3.19 se observa la atenuación de fibra óptica en cada tramo.

⁵¹ http://www.arcelect.com/Calculating_fiber_loss_and_distance.pdf

Zonas	Tramos	Fibra desde el nodo hasta punto de distribución (km)	Fibra de distribución hasta el empalme (Km)	Fibra de acometida (Km)	PatchCord (Km)	Atenuación de fibra (dB)
Zona 1	Tramo 1	0,102	0,7	0,12	0,001	0,884
	Tramo 2	0,102	0,7	0,06	0,001	0,875
Zona 2	Tramo 1	0,102	0,3	0,10	0,001	0,500
	Tramo 2	0,102	0,5	0,10	0,001	0,676
Zona 3	Tramo 1	0,102	0,2	0,19	0,001	0,469
	Tramo 2	0,102	0,4	0,08	0,001	0,593
	Tramo 3	0,102	0,3	0,25	0,001	0,622

Tabla 3.19: Atenuación de Fibra óptica en cada Tramo para el Nodo 2

En la tabla 3.20 se puede visualizar la atenuación total en cada uno de los tramos.

Zonas	Tramos	Atenuación splitter (dB)	Atenuación fibra (dB)	Atenuación empalmes (dB) 0,3*4	Atenuación conectores (dB) 0,3*3	Atenuación total de cada tramo (dB)
Zona 1	Tramo 1	17,10	0,88	1,20	0,90	20,08
	Tramo 2	17,10	0,87	1,20	0,90	20,07
Zona 2	Tramo 1	17,10	0,50	1,20	0,90	19,70
	Tramo 2	17,10	0,68	1,20	0,90	19,88
Zona 3	Tramo 1	17,10	0,47	1,20	0,90	19,67
	Tramo 2	17,10	0,59	1,20	0,90	19,79
	Tramo 3	17,10	0,62	1,20	0,90	19,82

Tabla 3.20: Atenuación Total en el Nodo 2

En el cálculo de la atenuación se observa que la atenuación más alta es 20,08 dB en la zona 1 tramo 1, por lo tanto no existiría problema a nivel de atenuación porque el valor de atenuación aceptable es de 24 dB⁵².

❖ Rosetas de fibra

Las rosetas de fibra son equipos pasivos donde se encuentra la fusión de la fibra del exterior con la fibra interna, de ahí sale un cable de fibra conectado al equipo ONT. El número de rosetas depende del número de clientes finales equivalente a 697 ONTs.

⁵² http://www.arcelect.com/Calculating_fiber_loss_and_distance.pdf



Figura 3.21: Roseta de fibra óptica

3.3.4 VIDEOCONFERENCIA ^[42]

Para el servicio de videoconferencia se debe tener mínimo las siguientes características:

- ✓ Accesible para 3 a más participantes simultáneos.
- ✓ Calidad HD para video de todos los participantes en la reunión a distancia.
- ✓ El audio debe ser claro y nítido para una mejor comprensión.
- ✓ Se pueda acceder desde cualquier dispositivo de trabajo.
- ✓ Ofrecer calidad de servicio.
- ✓ Eficiente con el ancho de banda.



Figura 3.22: Videoconferencia a través de *router*



Figura 3.23: Equipo de videoconferencia *VidyoRouter*

VidyoRouter	
Interfaces	2 puertos LAN RJ45: 100Base-Tx y 1000 Base-T
	1 puerto serie externo
	4 puertos USB 2.0
	1 puerto VGA.
	1 puerto de teclado PS/2
	1 puerto de ratón PS/2
Indicadores Leds	Encendido y apagado
	Actividad del disco duro
	Actividad de la red
	Sobrecalentamiento del sistema
Temperatura de funcionamiento	10 a 35 °C
Temperatura en descanso	-40 a 70 °C
Intervalos de Humedad	20% a 90%
Características adicionales	Admite hasta 100 VidyoLines HD
	Se ajusta de forma inteligente al ancho de banda
	Estándar H.264 SVC ⁵³
	Tiempo de recuperación menos de 20 mseg
	No se produce ninguna pérdida de calidad de audio o video
	Redundancia N+1

Tabla 3.21: Características técnicas equipo videoconferencia

Se estima que para el año 2019 según el crecimiento de la empresa se tendrán 65 usuarios que utilizarán este servicio, de los cuales se asume que 35 de los usuarios se encuentran en el nodo 1 y el resto en el nodo 2.

⁵³ Estándar H.264 SVC: H.264 *Scalable Video Codec* adapta los flujos de los participantes de videoconferencias, permitiendo obtener la mayor calidad de imagen dependiendo del ancho de banda de conexión. Además es la solución más robusta ante pérdidas de hasta el 20%.

3.3.5 RESUMEN DEL MATERIAL REQUERIDO

En la tabla 3.22 se muestra un resumen de los equipos y elementos que son requeridos para el diseño propuesto con el fin de satisfacer la demanda de clientes para el año 2019.

El número de equipos fue definido en base a la demanda de clientes, las distancias que se requieren alcanzar y a las velocidades solicitadas por las empresas de acuerdo a las encuestas realizadas.

RESUMEN DE LOS EQUIPOS Y ELEMENTOS			
ITEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD
1	OLT 16 puertos GPON según ITU-T G984.X	U	2
2	ONT Ethernet 10/100/1000	U	697
3	NMS System	U	1
4	PLC Splitters 1:32 según ITU-T G984.X	U	23
5	SZ-Slotted Core Cable 60 hilos SM según las especificaciones G.652.x,G.655.x, G.656.x, G.657.x	Km	18
6	SZ-Slotted Core Cable 16 hilos SM según las especificaciones G.652.x,G.655.x, G.656.x, G.657.x	Km	0,874
7	Underground Clouser para 60 empalmes	U	13
8	Cable de Acometida o Drop 2 Hilos SM	Km	175
9	Patchcord de fibra óptica 3m largo G.657	U	697
10	Cabina de distribución de fibra para 400 splitters	U	2
11	Roseta de fibra óptica	U	697
12	Equipo de videoconferencia	U	1

Tabla 3.22: Resumen del material requerido para el rediseño de la red

CAPÍTULO IV

EVALUACIÓN FINANCIERA DEL PROYECTO

4.1 INTRODUCCIÓN

El estudio de la viabilidad financiera de un proyecto es parte fundamental para definir si se realiza o no la implementación del mismo.

En este capítulo se presenta el análisis relacional costo – beneficio del Rediseño de la Red Corporativa de la Empresa Proveedora de Servicios para dos sectores de mayor afluencia comercial de la ciudad de Quito.

Se considerarán los ingresos que se tendrán al ofrecer Internet, Datos y Telefonía IP durante un período de 5 años, tomando en cuenta que en el año 0 se realizará la implementación del proyecto, así como los egresos que conlleva la implementación del proyecto. Cabe recalcar que en los egresos se debe considerar tanto los gastos operacionales, indispensables para la puesta a producción del proyecto, así como los costos de inversión o costos de los equipos a adquirirse.

Finalmente se presentará un informe, detallando algunos de los principales indicadores financieros que permitan determinar la rentabilidad del presente proyecto tales como el TIR (Tasa Interna de Retorno) y el VAN (Valor Actual Neto).

4.2 PRESUPUESTO REFERENCIAL

Se detallará el presupuesto de los equipos necesarios para el rediseño del presente proyecto, para lo cual se establecerá un cuadro comparativo de equipo activo con dos marcas diferentes cotizadas de forma paralela con distintos proveedores.

Hay que considerar que tanto el equipo pasivo como el equipo activo deben cumplir con las características especificadas en el capítulo 3, y que las cotizaciones han sido solicitadas especificando dichos requerimientos del equipo.

4.2.1 COMPARACIÓN EQUIPO ACTIVO

Los equipos que intervienen efectivamente en la distribución de la Información de la Empresa Proveedor de Servicios en una red GPON son el OLT y ONT. A continuación se realiza la respectiva comparación.

4.2.1.1 OLT (*Optical Line Terminal*)

La tabla 4.1 permite visualizar las diferencias técnicas existentes entre las dos marcas de equipos que fueron ofertadas en la cotización y sus variaciones de costos.

CARACTERÍSTICAS	FIBERHOME AN5516-04 OLT	FURUKAWA OLT GPON FK-OLT-G2500
Usuarios ONT	1024	2560
Tarjeta de servicios	4 GPON, 4 EPON	4 GPON
Capacidad de Agregación	488 Gbps	296 Gbps
Parámetros ambientales	Operación -10 °C a 55 °C Almacenamiento -40 °C a 65 °C Humedad 5 % a 95 %	Operación 0 °C a 50 °C Almacenamiento -40 °C a 70 °C Humedad 0 % a 90 %
Fibra	Fibra monomodo, distancia máxima 60 Km, conector SC/PC	Fibra monomodo, distancia máxima 60 Km conector SC/UPC
Longitud de Onda	TX 1490nm(1550nm)/RX 1310nm	TX 1490nm(1550nm)/RX 1310nm
Velocidades	Up:1.244G/Down. 2.488G GPON Up:1.25G/Down.1.25G EPON	Up 1.244G/ Down 2.488G GPON
QoS	Soporta tres mecanismos de programación de colas y soporta 8 colas por puerto, permite clasificación de prioridad de cola por MAC, 802.1p, control de acceso basado en listas de puertos y direcciones MAC, soporta hasta 8 niveles de servicio y filtrado de paquetes basado en: MAC, IP, tipo Ethernet, VLAN, CoS.	Soporta tres mecanismos de programación de colas y soporta 8 colas por puerto, permite clasificación de prioridad de cola por MAC, 802.1p, control de acceso basado en listas de puertos y direcciones MAC
Seguridad	Autenticación basada en MAC/Puerto, bloqueo de paquetes basados en la dirección MAC, protección DoS, filtrado de mensajes por: dirección MAC, tipo Ethernet, VLAN, CoS, dirección IP, puerto y tipo de Protocolos, soporta un número máximo de direcciones MAC y el algoritmo AES-128	Autenticación basada en MAC/Puerto, bloqueo de paquetes basados en la dirección MAC, protección DoS, <i>Secure Shell</i> (SSH) V1/v2
Gestión	Telnet, SNMP v1 /v2/v3, DHCP, administración de equipo, administración de múltiples IPs/VLAN's, syslog	Telnet, SNMP v1 /v2/v3, DHCP, gestión IP única, RMON, syslog
COSTO	\$ 10775.22	\$14600.00

Tabla 4.1: Comparación de equipos OLT

Los equipos OLT que fueron comparados cumplen con los requerimientos técnicos necesarios para ser utilizados en el rediseño.

Para poder definir el equipo que va a ser utilizado en este diseño se consideró la cantidad de usuarios a los que se proyectó proveer el servicio y cuál de estos equipos puede proporcionar mayores ventajas tanto para la empresa como para los usuarios. Es por ello que se determinó que el equipo que cumple con estos requisitos es el equipo FiberHome, ya que a menor costo se tiene un equipo con mejores características, con el número de puertos que permite satisfacer la demanda de usuarios de cada nodo.

4.2.1.2 ONT (*Optical Network Terminal*)

En la tabla 4.2 se encuentra la comparación de las características técnicas de los equipos ONT de dos diferentes marcas, también se puede visualizar su diferencia a nivel de costos, lo cual servirá para escoger la mejor opción.

CARACTERÍSTICAS	FIBERHOME AN5506-04F ONT	GPON FK-ONT-G420W
Interfaces de servicio	4 Puertos Ethernet	4 Puertos Ethernet
	2 POTS	2 POTS RJ-11 FxS
	Wifi	Wifi
	USB	USB
Interfaz Uplink	1 Puerto GPON	1 Puerto GPON
Energía	DC 12 V - AC 220 V	DC 12 V - AC 240 V
Fibra Óptica	G.652/G.657 <i>Single mode</i>	G.652/G.657 <i>Single mode</i>
Conector	SC/UPC	SC/APC
Velocidad	Up1,244 G / Down 2,488 G	Up 1,244 G / Down 2,488 G
Distancia	20 Km	20 Km
Wireless	IEEE 802.11b/g/n	IEEE 802.11b/g/n
QoS	Prioridad basada en IEEE 802.1 p	Prioridad basada en IEEE 802.1p
Costo	\$90.73	\$104.05

Tabla 4.2: Comparación de equipos ONT

Estos equipos pese a que son de diferentes marcas tienen las mismas características. Por lo tanto la selección de este equipo se realizó en base al costo y la compatibilidad con el equipo OLT seleccionado, es por ello que el equipo que va a ser utilizado es el equipo FiberHome.

4.2.1.3 NMS (*Network Management System*)

Una NMS es una plataforma que permite realizar un control y monitoreo de los equipos que conforman la red, con la finalidad de tener una rápida reacción frente a cualquier evento que se presente y poder identificarlo con exactitud.

Los elementos que se deben considerar en la NMS son *Database for Server*, *EMS Software* y licencia por un año. La tabla 4.3 muestra una comparación de los equipos y la diferencia de costos de acuerdo a la marca de los equipos.

EQUIPO NMS	FIBERHOME	FURUKAWA
BASE DE DATOS PARA SERVIDOR	✓	✓
EMS SOFTWARE	✓	✓
LICENCIA POR AÑO (OLT)	✓	✓
PRECIO	\$2650	\$2500

Tabla 4.3: Comparación de equipos NMS

La selección de la NMS se basó en la compatibilidad con los equipos elegidos para la implementación del diseño ya que la diferencia a nivel de costos entre estos equipos es mínima, por ello se decidió comprar el equipo FiberHome.

4.2.1.4 Equipo de Videoconferencia

Para proveer el servicio de videoconferencia se requiere un equipo que permita priorizar el tráfico de video y sonido para proporcionar una videoconferencia de alta calidad.

Hoy en día en el mercado existe un solo equipo que puede proveer este servicio con características óptimas y que permite satisfacer la cantidad de clientes proyectada en el 2019. En la tabla 4.4 se puede visualizar el equipo que ha sido considerado para solventar las necesidades planteadas. Cabe recalcar que este equipo será importado ya que en Ecuador no existe una distribuidora directa de la infraestructura requerida para videoconferencia.

EQUIPO VIDEOCONFERENCIA VIDYOROUTER	
Capacidad	Hasta 100 <i>VidyoLines HD</i> <i>VidyoLines</i> basadas en software
Rendimiento	Estándar H.264 SVC Retraso imperceptible (menos de 20 mseg) No hay pérdida en la calidad de audio o video.
Puertos	2 puertos LAN RJ45: 100BASE-TX, y 1000BASE-T. 1 puerto serie externo. 2 puertos USB 2.0. 1 puerto VGA. 1 puerto de teclado PS/2. 1 puerto de ratón PS/2.
Temperatura en funcionamiento	De 10 a 35 °C (de 50 a 95 °F)
Temperatura en descanso	De -40 a 70 °C (de -40 a 158 °F)
Humedad en descanso	De 20% a 90% (sin condensación)
Fuente de alimentación	100-240v ~, 4-2A, 60-50Hz.
PRECIO	\$6922.24

Tabla 4.4: Equipo de videoconferencia

4.3 INGRESOS

Para obtener un estimado de los ingresos del proyecto se utilizará el estudio de mercado que se realizó en el capítulo 2, del cual se podrán obtener los potenciales clientes de los sectores de la Mariscal e Iñaquito para los servicios de Internet, Datos y Telefonía IP. Los servicios de Internet y transmisión de datos serán clasificados de acuerdo al porcentaje de velocidad que desean aumentar.

Para definir el precio que tendrá cada servicio se analizó el mercado, con el objetivo de encontrar un valor competitivo que satisfaga las necesidades del cliente y pueda ser provechoso tanto para el cliente como para el proveedor. Se debe considerar que para realizar la proyección a 5 años se consideró un porcentaje de crecimiento de usuario del 3.6% en base al análisis realizado en el capítulo 2.

4.3.1 SERVICIO DE Telefonía IP

Con el objetivo de ser competitivos y captar mercado, el servicio de Telefonía IP se lo brindará sin costo alguno a las empresas que contraten el servicio de Internet o de transmisión de datos.

El paquete de telefonía básico será ofertado a las empresas que contraten velocidades menores a 4 Mbps de Internet o transmisión de datos; el medio será para empresas que contraten paquetes de entre 4 Mbps – 8 Mbps y para los que contraten velocidades mayores a 8 Mbps se incluirá el paquete superior. La tabla 4.5 indica los minutos que incluye cada paquete.

MENSUALIDADES DE TELEFONÍA		
PAQUETE	Minutos para llamadas misma operadora	Minutos para llamadas otra operadora
BÁSICO	200	100
MEDIO	300	150
SUPERIOR	400	200

Tabla 4.5: Paquetes telefónicos

4.3.2 SERVICIO DE INTERNET CORPORATIVO

En base a la encuesta realizada se pudo determinar que el 70% del total de empresas encuestadas se encuentran interesadas en incrementar la velocidad de Internet actual, es por ello que existe un porcentaje significativo de posibles clientes. En la tabla 4.6 se pueden visualizar las proyecciones calculadas.

SERVICIOS	AÑO 2015	AÑO 2016	AÑO 2017	AÑO 2018	AÑO 2019
Internet	276	301	352	395	473

Tabla 4.6: Proyecciones de usuarios de Internet

Los valores mensuales y de inscripción fueron definidos en base a los costos que actualmente se encuentran en el mercado.

En la tabla 4.7 se visualizan los valores especificados para la nueva tecnología y el valor adicional que tendrían que cancelar los clientes actuales para obtener un enlace dedicado.

Cabe recalcar que la diferencia a cancelar es mínima en comparación a los beneficios que tendrá la empresa al cambiar de tecnología.

Velocidad	Inscripción	Aporte mensual nuevos clientes	Aporte adicional clientes antiguos
1.1 – 2 Mbps	\$90.00	\$55.90	\$18.80
2.1 – 3 Mbps	\$90.00	\$65.90	\$18.00
3.1 – 4 Mbps	\$90.00	\$79.90	\$26.15
4.1 – 5 Mbps	\$360.00	\$89.90	\$27.48
5.1 – 6 Mbps	\$360.00	\$99.90	\$27.39
6.1 – 7 Mbps	\$360.00	\$109.90	\$26.68
7.1 – 8 Mbps	\$360.00	\$129.90	\$34.13
8.1 – 9 Mbps	\$360.00	\$199.90	\$94.67
9.1 – 10 Mbps	\$360.00	\$259.90	\$106.57
> 10 Mbps	\$360.00	\$299.90	\$91.69

Tabla 4.7: Valores de Internet

Una vez definidos los valores, se calculó el total a recaudar por año. El primer año se estima tener un total de \$119568.92, debido a que en este año todos los clientes cancelan el valor de inscripción. En la tabla 4.8 se puede observar los valores recaudados (Ejemplo: Anexo D).

DATOS	AÑO 0	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5
Usuarios Internet	0	241	250	265	275	290
Recaudación anual	0	\$119568.92	\$54123.62	\$58384.12	\$58589.12	\$63583.62

Tabla 4.8: Recaudación anual de Internet

4.3.3 SERVICIO CORPORATIVO DE DATOS

De las encuestas realizadas, en el segundo capítulo se observó que el 60% de empresas se encuentran interesadas en aumentar el servicio de Transmisión de Datos, esto quiere decir que existe un número considerable de potenciales clientes, tal como se lo puede visualizar en la tabla 4.9.

SERVICIOS	AÑO 2015	AÑO 2016	AÑO 2017	AÑO 2018	AÑO 2019
Datos	99	99	101	101	102

Tabla 4.9: Proyecciones de usuarios de Transmisión de Datos

El pago mensual del cliente así como su valor de inscripción fueron calculados en base al valor vigente en el mercado. En la tabla 4.10 se puede visualizar estos

valores y la diferencia que deberían cancelar los clientes actuales por el servicio utilizando la nueva tecnología.

Velocidad	Inscripción	Aporte mensual de nuevos Clientes	Aporte adicional mensual de clientes antiguos
1.1 – 2 Mbps	\$90.00	\$88.90	\$10.50
2.1 – 3 Mbps	\$360.00	\$99.90	\$17.35
3.1 – 4 Mbps	\$360.00	\$105.50	\$10.38
4.1 – 5 Mbps	\$360.00	\$109.90	\$8.79
5.1 – 6 Mbps	\$360.00	\$129.90	\$15.49
6.1 – 7 Mbps	\$360.00	\$199.90	\$67.78
7.1 – 8 Mbps	\$360.00	\$259.90	\$97.12
8 Mbps -10 Mbps	\$360.00	\$349.90	\$118.03

Tabla 4.10: Valores de Transmisión de datos

En la tabla 4.11 se puede visualizar el valor recaudado para cada año para el servicio de Transmisión de datos; también se observa que el valor que se recaudará el primer año es considerablemente superior al valor que se recauda los años restantes, debido a que en el primer año existe mayor número de clientes nuevos en este servicio (Ejemplo: Anexo D).

DATOS	AÑO 0	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5
Usuarios Datos	0	241	250	265	275	290
Recaudación anual	0	\$60779.34	\$28048.14	\$29223.54	\$28503.54	\$28969.04

Tabla 4.11: Recaudación anual de Transmisión de datos

4.3.4 SERVICIO DE VIDEOCONFERENCIA

El servicio de videoconferencia es relativamente nuevo en el país, es por ello que el costo por el servicio es considerablemente alto. Para poder ser competitivos se proveerán dos paquetes.

PAQUETE	CALIDAD (Cuadros x seg)	ANCHO DE BANDA (Kbps)	CONSUMO REAL DE ANCHO DE BANDA (Kbps)
Paquete 1	15	128	128
Paquete 2	30	256	256

Tabla 4.12: Características del paquete de videoconferencia

Paquete 1 (High Definition) se debe cancelar un valor de inscripción de \$759 incluido IVA y una mensualidad por servicio de \$659 incluido IVA.

Paquete 2 (Full High Definition) se debe cancelar un valor de inscripción de \$859 incluido IVA y una mensualidad por servicio de \$759 incluido IVA.

El primer año se estima tener 52 empresas que requerirán contratar el servicio de videoconferencia y con ello se estima recaudar \$42068 por inscripción y \$36868 mensualmente. Esto se puede visualizar en la tabla 4.13.

VELOCIDAD	%CLIENTE	CLIENTES	APORTE MENSUAL	INSCRIPCIÓN INICIAL	TOTAL MENSUAL	TOTAL INSCRIPCIÓN
PAQUETE 1	50%	26	\$659	\$759	\$17134	\$19734
PAQUETE 2	50%	26	\$759	\$859	\$19734	\$22334
TOTAL					\$36868	\$42068

Tabla 4.13: Ingresos videoconferencia Año 1

En el segundo año se estima tener un crecimiento de usuarios con lo que se recaudará un valor de inscripción de \$1618 y un valor mensual por servicio de \$38286 como se lo puede visualizar en la tabla 4.14.

VELOCIDAD	%CLIENTE	CLIENTES ADICIONALES	CLIENTES ANTERIORES	RECAUDACIÓN MENSUAL	RECAUDACIÓN INSCRIPCIÓN
PAQUETE 1	50%	1	26	\$17793	\$759
PAQUETE 2	50%	1	26	\$20493	\$859
TOTAL				\$38286	\$1618

Tabla 4.14: Ingresos videoconferencia Año 2

En la tabla 4.15 se puede observar que el valor recaudado en el año 3, por inscripción es de \$2377 y por mensualidad de servicio de \$40363.

VELOCIDAD	%CLIENTE	CLIENTES ADICIONALES	CLIENTES ANTERIORES	RECAUDACIÓN MENSUAL	RECAUDACIÓN INSCRIPCIÓN
PAQUETE 1	50%	2	27	\$19111	\$1518
PAQUETE 2	50%	1	27	\$21252	\$859
TOTAL				\$40363	\$2377

Tabla 4.15: Ingresos videoconferencia Año 3

Para el cuarto año se espera recaudar por concepto de inscripción un valor de \$1618 y mensualmente por servicio un valor de \$41,781. Estos valores se los puede visualizar en la tabla 4.16.

VELOCIDAD	%CLIENTE	CLIENTES ADICIONALES	CLIENTES ANTERIORES	RECAUDACION MENSUAL	RECAUDACION INSCRIPCIÓN
PAQUETE 1	50%	1	29	\$19770	\$759
PAQUETE 2	50%	1	28	\$22011	\$859
TOTAL				\$41781	\$1618

Tabla 4.16: Ingresos videoconferencia Año 4

En el quinto año se espera tener un valor por inscripción de \$4854 y un valor mensual por servicio de \$46035, tal como se lo puede visualizar en la tabla 4.17.

VELOCIDAD	%CLIENTE	CLIENTES ADICIONALES	CLIENTES ANTERIORES	RECAUDACIÓN MENSUAL	RECAUDACIÓN INSCRIPCIÓN
PAQUETE 1	50%	3	30	\$21747	\$2277
PAQUETE 2	50%	3	29	\$24288	\$2577
Total				\$46035	\$4854

Tabla 4.17: Ingresos videoconferencia Año 5

En la tabla 4.18 se presentan los valores anuales ser recaudados por el servicio de videoconferencia.

DATOS	AÑO 0	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5
Usuarios video	0	52	54	57	59	65
Recaudación anual	0	\$78936	\$39904	\$42740	\$43399	\$50889

Tabla 4.18: Recaudación anual de videoconferencia

4.3.5 RESUMEN DE INGRESOS

En la tabla 4.19 se presenta un resumen del total de ingresos recibidos en los cinco años proyectados.

DATOS	AÑO 0	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5
INTERNET	0	\$119568.92	\$54123.62	\$58384.12	\$58589.12	\$63583.62
DATOS	0	\$60779.34	\$28048.14	\$29223.54	\$28503.54	\$28969.04
VIDEOCONFERENCIA	0	\$78936.00	\$39904.00	\$42740.00	\$43399.00	\$50889.00
TOTAL	0	\$259284.26	\$122075.76	\$130347.66	\$130491.66	\$143441.66

Tabla 4.19: Ingresos anuales por servicios

4.4 EGRESOS

Para los egresos del proyecto se tomará en cuenta los costos de Inversión, y costos de Operación del proyecto.

Se debe considerar que la inversión se clasifica en los activos fijos y activos nominales, en tanto que los costos de operación del proyecto se los clasificará en costos de producción, costos de ventas, gastos administrativos, costos financieros.

4.4.1 COSTO DE INVERSIÓN

En esta sección se detallarán los costos de inversión que se obtienen al sumar el valor de los activos fijos que son los bienes tangibles de una empresa (equipos, terrenos, etc.) y la inversión nominal que son los bienes intangibles de la empresa (licencias, patentes, etc.).

4.4.1.1 Inversiones activos fijos

Las inversiones fijas se refieren a los activos de los cuales no se puede desprender fácilmente ya que forman parte de la productividad; tienen una vida útil mayor a un año para depreciarse y se basa en cotizaciones o proformas de los bienes y servicios a utilizarse. Los datos incluyen el precio por instalación de equipos y fueron proporcionados por las empresas que comercializan los productos de telecomunicaciones.

DESCRIPCIÓN	AÑO 0	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5
OLT 16 puertos GPON según ITU-T G984.X	\$21550.44	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00
ONT Ethernet 10/100/1000	\$53530.70	\$1723.87	\$2903.36	\$2903.36	\$3084.82	\$0.00
NMS System	\$2650.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00
PLC Splitters 1:32 según ITU-T G984.X	\$1407.60	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00
SZ-Slotted Core Cable 60 hilos SM	\$39060.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00
SZ-Slotted Core Cable 16 hilos SM	\$1573.20	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00
Underground Clouser para 60 empalmes	\$1430.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00
Cable de Acometida o Drop 2 Hilos SM	\$140000.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00
Patchcord de fibra óptica 3m largo G.657	\$10620.00	\$342.00	\$576.00	\$396.00	\$612.00	\$0.00
Cabina de distribución de fibra para 400 splitters	\$210.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00
Roseta de fibra óptica	\$21310.80	\$686.28	\$1155.84	\$794.64	\$1228.08	\$0.00
Equipo de videoconferencia	\$6922.24	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00
TOTAL	\$300264.98	\$2752.15	\$4635.20	\$4094.00	\$4924.90	\$0.00

Tabla 4.20: Inversiones fijas

4.4.1.2 Depreciación

Adicionalmente se ha calculado la depreciación de los activos fijos, que para el caso del equipo de telecomunicaciones es de 5 años. En la tabla 4.21 se pueden visualizar dichos valores.

DESCRIPCIÓN	AÑO 0	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5
OLT 16 puertos GPON según ITU-T G984.X		\$4310	\$4310	\$4310	\$4310	\$4310
ONT Ethernet 10/100/1000		\$10706	\$10706	\$10706	\$10706	\$10706
<i>NMS System</i>		\$530	\$530	\$530	\$530	\$530
PLC Splitters 1:32 según ITU-T G984.X		\$282	\$282	\$282	\$282	\$282
<i>SZ-Slotted Core Cable 60 hilos SM</i>		\$7812	\$7812	\$7812	\$7812	\$7812
<i>SZ-Slotted Core Cable 16 hilos SM</i>		\$315	\$315	\$315	\$315	\$315
Underground Clouser para 60 empalmes		\$286	\$286	\$286	\$286	\$286
Cable de Acometida o <i>Drop 2 Hilos SM</i>		\$28000	\$28000	\$28000	\$28000	\$28000
<i>Patchcord de fibra óptica 3m largo G.657</i>		\$2124	\$2124	\$2124	\$2124	\$2124
Cabina de distribución de fibra para 400 <i>splitters</i>		\$42	\$42	\$42	\$42	\$42
Roseta de fibra óptica		\$4262	\$4262	\$4262	\$4262	\$4262
Equipo de videoconferencia		\$1384	\$1384	\$1384	\$1384	\$1384
ONT Ethernet 10/100/1000			\$345	\$345	\$345	\$345
<i>Patchcord de fibra óptica 3m largo G.657</i>			\$68	\$68	\$68	\$68
Roseta de fibra óptica			\$137	\$137	\$137	\$137
ONT Ethernet 10/100/1000				\$581	\$581	\$581
<i>Patchcord de fibra óptica 3m largo G.657</i>				\$115	\$115	\$115
Roseta de fibra óptica				\$231	\$231	\$231
ONT Ethernet 10/100/1000					\$399	\$399
<i>Patchcord de fibra óptica 3m largo G.657</i>					\$79	\$79
Roseta de fibra óptica					\$159	\$159
ONT Ethernet 10/100/1000						\$617
<i>Patchcord de fibra óptica 3m largo G.657</i>						\$122
Roseta de fibra óptica						\$246
TOTAL DEPRECIACIÓN	\$0	\$60053	\$60603	\$61530	\$62168	\$63153

Tabla 4.21: Depreciación

4.4.1.3 Inversiones nominales

Las inversiones diferidas se refieren a los gastos que no están sujetos a depreciaciones físicas, y para este caso es el costo de la NMS. Esto se puede visualizar en la tabla 4.22.

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	COSTO UNITARIO	COSTO TOTAL
LICENCIA POR NMS	1	\$12500	\$12500

Tabla 4.22: Inversión nominal

4.4.1.4 Amortización

La amortización está dada para los equipos nominales y en este caso para la licencia que requiere el equipo de monitoreo.

DESCRIPCIÓN	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
LICENCIA POR NMS	0	\$2500	\$2500	\$2500	\$2500	\$2500

Tabla 4.23: Amortización

4.4.1.5 Resumen de inversiones

El costo de inversión se obtiene al sumar la inversión de activos fijos y la inversión nominal que se realizó anualmente. En la tabla 4.24 se presenta un resumen de los gastos por inversión:

TIPO INVERSIÓN	AÑO 0	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5
FIJO	\$300264.98	\$2752.15	\$4635.20	\$4094.00	\$4924.90	\$0.00
NOMINAL	\$12500.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00
TOTAL	\$312764.98	\$2752.15	\$4635.20	\$4094.00	\$4924.90	\$0.00

Tabla 4.24: Costo de Inversión

4.4.2 COSTOS DE OPERACIÓN

Son todos los gastos, egresos, o dinero desembolsado por la empresa para el desarrollo de las actividades. En este estudio se han realizado los cálculos de los costos de operación en 3 grupos importantes que son: Costos de Producción, Costos de ventas, Gastos Administrativos

4.4.2.1 Costos de Producción

Referente a los gastos de energía eléctrica se toma el valor de 0,068 Kw/h⁵⁴, y se estima que se tiene aproximadamente 2 kw/h de consumo al mes por cada nuevo equipo instalado. Esto da como resultado \$136 al mes y anualmente \$1632.

⁵⁴ Empresa Eléctrica Quito, (2014), PLIEGO TARIFARIO VIGENTE, <http://200.93.231.248/upload/pliegos/20140227072713.pdf>

Actualmente la velocidad que tienen contratada la empresa proveedora de servicios es de 10 Gbps para la salida internacional y mantenimiento que tiene un costo anual de \$144000 y el valor que se debe cancelar anualmente por este servicio de Internet.

En la tabla 4.25 se puede divisar un resumen de los gastos costos de producción en los años proyectados.

COSTO PRODUCCIÓN	AÑO 0	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5
ENERGÍA	0	\$1632.00	\$1632.00	\$1632.00	\$1632.00	\$1632.00
INTERNET MANTENIMIENTO	0	\$10372.74	\$10808.28	\$11322.38	\$11818.62	\$12377.60
TOTAL	0	\$12004.74	\$12440.28	\$12954.38	\$13450.62	\$14009.60

Tabla 4.25: Costo de Producción

4.4.2.2 Costos de Ventas

Con el objetivo de estimular las ventas se asignará un presupuesto de \$2000 mensuales para publicidad, ya que ésta juega un rol importante aumentando el conocimiento en el mercado del producto y permitiendo la generación de ingresos y ganancias para la empresa proveedora de servicios.

Se debe resaltar que la empresa proveedora de telecomunicaciones cuenta con un departamento de ventas y *marketing* que tiene actualmente designado un presupuesto para publicidad. La cantidad que se indica se estima como adicional a la ya asignada. La tabla 4.26 permite visualizar un resumen del valor que se invertirá en publicidad.

COSTO VENTAS	AÑO 0	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5
PUBLICIDAD	\$24000	\$24000	\$24000	\$24000	\$24000	\$24000

Tabla 4.26: Inversiones fijas

4.4.2.3 Gastos Administrativos

Respecto a los gastos de administración se tomará en cuenta el personal de planta, la salida internacional, y el consumo de energía eléctrica en los 2 nodos de

interés. En relación al personal de planta se asume que se contratarán 3 Ingenieros de telecomunicaciones o Redes para el proceso de activación de los puntos y monitoreo, y 4 técnicos para soporte y activación.

Cabe recalcar que es personal extra al que actualmente se encuentra laborando para la empresa proveedora de servicios. La tabla 4.27 presenta un resumen del personal requerido.

PERSONAL DE PLANTA	# PERSONAS	MENSUALIDAD x PERSONA	x MES
INGENIEROS DE PLANTA	3	\$1200	\$3600
TÉCNICOS PARA EL SOPORTE	4	\$530	\$2120
TOTAL			\$5720

Tabla 4.27: Gastos mensuales del personal de planta

También se considerará una capacitación de 20 horas que incluya el manejo eficiente del nuevo equipo, la estructura de la red entre otros conocimientos básicos que necesita el personal para el correcto manejo de la red.

El valor por hora de la capacitación es de \$30 por lo que se invertirá en la capacitación un total de \$600. Esta capacitación será realizada en el primer año.

En la tabla 4.28 se puede visualizar un resumen de los gastos administrativos.

GASTOS ADMINISTRATIVOS	AÑO 0	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5
PERSONAL PLANTA	\$68640.00	\$68640.00	\$68640.00	\$68640.00	\$68640.00	\$68640.00
CAPACITACIÓN	\$600.00					
TOTAL	\$69240.00	\$68640.00	\$68640.00	\$68640.00	\$68640.00	\$68640.00

Tabla 4.28: Gastos de administración

4.4.2.4 Resumen costos de operación

A continuación, en la tabla 4.29 se presenta un resumen de los Costos de operación del proyecto.

COSTOS OPERACIÓN	AÑO 0	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5
PRODUCCIÓN		\$12004.74	\$12440.28	\$12954.38	\$13450.62	\$14009.60
VENTAS	\$24000.00	\$24000.00	\$24000.00	\$24000.00	\$24000.00	\$24000.00
ADMINISTRACIÓN	\$69240.00	\$68640.00	\$68640.00	\$68640.00	\$68640.00	\$68640.00
TOTAL	\$93240.00	\$104644.74	\$105080.28	\$105594.38	\$106090.62	\$106649.60

Tabla 4.29: Costos de operación

4.5 FLUJO DE FONDOS ^[43]

Para poder evaluar un proyecto se necesita determinar el flujo de fondos que este proyecto generará año a año; para ello se realizó previamente un análisis tanto de ingresos como de egresos de la empresa, así también de la depreciación de activos fijos y amortizaciones. En la tabla 4.30 se puede visualizar un detalle del Flujo de Fondos.

Descripción	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Ingresos de Operación	\$0.00	\$259284.26	\$122075.76	\$130347.66	\$130491.66	\$143441.66
Costos de Operación	\$93240.00	\$104644.74	\$105080.28	\$105594.38	\$106090.62	\$106649.60
Depreciación	\$0.00	\$60053.00	\$60603.00	\$61530.00	\$62168.00	\$63153.00
Amortización de activos diferidos	\$0.00	\$2500.00	\$2500.00	\$2500.00	\$2500.00	\$2500.00
Utilidad antes de participación de impuestos	\$(93240.00)	\$92086.52	\$(46107.52)	\$(39276.72)	\$(40266.96)	\$(28860.94)
Participación a trabajadores (15% de la utilidad)	\$0.00	\$13812.98	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00
Utilidad antes de impuestos	\$(93240.00)	\$78273.54	\$(46107.52)	\$(39276.72)	\$(40266.96)	\$(28860.94)
Impuesto a la circulación de capitales (% de los ingresos titaes)	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00
Utilidad antes del impuesto a la renta	\$(93240.00)	\$78273.54	\$(46107.52)	\$(39276.72)	\$(40266.96)	\$(28860.94)
Impuesto a la renta 25%	\$0.00	\$19568.39	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00
Utilidad Neta	\$(93240.00)	\$58705.16	\$(46107.52)	\$(39276.72)	\$(40266.96)	\$(28860.94)
Depreciación	\$0.00	\$60053.00	\$60603.00	\$61530.00	\$62168.00	\$63153.00
Amortización de activos diferidos	\$0.00	\$2500.00	\$2500.00	\$2500.00	\$2500.00	\$2500.00
Costo de inversión	\$312764.98	\$2752.15	\$4635.20	\$4094.00	\$4924.90	\$0.00
FLUJO DE FONDOS PARA EL INVERSIONISTA CON FINANCIAMIENTO	\$(406004.98)	\$118506.01	\$12360.28	\$20659.28	\$19476.14	\$36792.06

Tabla 4.30: Flujo de Fondos

4.5.1 INDICADORES ECONÓMICOS ^{[44], [45]}

La empresa proveedora de servicios de telecomunicaciones asumirá el costo total del proyecto. Para realizar esta inversión es importante conocer si éste es rentable por medio de un análisis de los indicadores económico, Tasa Mínima Aceptable de rendimiento, Valor Actual Neto y Tasa Interna de Retorno.

4.5.1.1 TASA MÍNIMA ACEPTABLE DE RENDIMIENTO (TMAR)

La Tasa Mínima Aceptable de Rendimiento (TMAR) es uno de los indicadores económicos que permite analizar la rentabilidad en un proyecto. El TMAR está basado en la “tasa de inflación vigente en el país” ⁵⁵ y el “premio al riesgo” ⁵⁶, estos factores varían de acuerdo a la situación del país⁵⁷.

$$\text{TMAR} = i + f$$

Donde:

i = Tasa de Inflación Vigente en el país

f = Premio al Riesgo

$$\text{TMAR} = 2.85\% + 9.75\% = 12.6\%$$

4.5.1.2 VALOR ACTUAL NETO (VAN)

Para el cálculo del valor actual neto⁵⁸ se tomará en cuenta los ingresos y egresos que se generarán en un período de 5 años, la tasa de interés fija y la inversión inicial⁵⁹.

$$\text{VAN} = -I_0 + \frac{\text{FNE}}{(1+i)^1} + \frac{\text{FNE}}{(1+i)^2} + \frac{\text{FNE}}{(1+i)^3} + \frac{\text{FNE}}{(1+i)^4} + \frac{\text{FNE}}{(1+i)^5}$$

⁵⁵ Banco Central del Ecuador (2014), Inflación,

http://contenido.bce.fin.ec/resumen_ticker.php?ticker_value=inflacion

⁵⁶ Premio al riesgo, Country Default Spreads and Risk Premiums, 2015, http://pages.stern.nyu.edu/~adamodar/New_Home_Page/datafile/ctryprem.html

⁵⁷ Libro Formulación y evaluación de proyectos, Ing. Tarquino Sánchez 2011

⁵⁸ Capítulo v, Evaluación Económica,

<http://webquery.ujmd.edu.sv/siab/bvirtual/Fulltext/ADCE0000690/C5.pdf>

⁵⁹ Libro Formulación y evaluación de proyectos, Ing. Tarquino Sánchez 2011

Dónde:

Io = Inversión en el momento cero de la evaluación

FNE= Flujo Neto Efectivo

i = Tasa Mínima Aceptable de Rendimiento (TMAR)

Al sumar los ingresos netos futuros o presentes de un proyecto se puede determinar si se debe o no invertir en el proyecto planteado. A continuación se detalla el cálculo del valor actual neto.

$$VAN = -(\$393504.98) + \frac{\$118506.01}{(1 + 0.126)^1} + \frac{12360.28}{(1 + 0.126)^2} + \frac{20659.28}{(1 + 0.126)^3} + \frac{18717.14}{(1 + 0.126)^4} + \frac{36792.06}{(1 + 0.126)^5}$$

$$VAN = \$244097.80$$

El valor anual neto es una cantidad positiva, con este resultado se puede concluir que la inversión tiene una tasa de crecimiento mayor a la tasa de descuento seleccionada.

4.5.1.3 TASA INTERNA DE RETORNO (TIR)

La tasa interna de retorno permite definir el rendimiento de una inversión y es la tasa de interés que hace que el valor actual neto sea cero. Si el TIR es mayor o igual al TMAR es rentable, en caso contrario se dice que no es un proyecto rentable. La fórmula que permite determinar este valor es⁶⁰:

$$VPN = -Io + \frac{FNE\ 1}{(1+i)^1} + \frac{FNE\ 2}{(1+i)^2} + \frac{FNE\ 3}{(1+i)^3} + \frac{FNE\ 4}{(1+i)^4} + \frac{FNE\ 5}{(1+i)^5} = 0$$

Dónde:

VAN= Valor Anual Neto

i = Tasa Mínima Aceptable de Rendimiento

⁶⁰ <http://www.wisis.ufg.edu.sv/www.wisis/documentos/TE/629.248%202-M534e/629.248%202-M534e-Capitulo%20VI.pdf>

Al aplicar la fórmula indicada se tiene:

$$\text{TIR} = 22.66\%$$

Nota: Para el cálculo de la TIR se utilizó el programa Microsoft Excel 2010.

Este resultado permite confirmar la rentabilidad del proyecto debido a que el valor del TIR es de 22.66% y la Tasa Mínima Aceptable de Rendimiento es 12.6%.

4.5.2 RESULTADO DE LA EVALUACIÓN FINANCIERA

Los indicadores financieros como el Valor Anual Neto y la Tasa Interna de Rentabilidad permiten definir si un proyecto es o no rentable y si es conveniente el invertir en su implementación. Para poder concluir que un proyecto es rentable, el indicador financiero VAN tiene que ser un valor mayor o igual a 0 y el TIR debe ser un valor mayor o igual a la Tasa Mínima Aceptable de Rendimiento.

Con los resultados obtenidos en la aplicación de estos indicadores se pudo determinar que el VAN es de \$244097.80, el TIR es del 22.66% y que en el cuarto año ya se puede recuperar la inversión realizada. Con estos resultados se puede concluir que es un proyecto atractivo para su ejecución. Estas cifras pueden ir en aumento si la empresa proveedora de servicios supera la cantidad de clientes corporativos proyectada, es por ello que es indispensable el realizar una publicidad de calidad para captar su atención.

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

El estudio del proyecto llevó a realizar una investigación del crecimiento y decrecimiento de las empresas en la ciudad de Quito, es por ello que de acuerdo a las estadísticas se puede observar que en el período 2008 al 2010 se tuvo un crecimiento y en el año 2011 un decrecimiento de las empresas. Este comportamiento puede deberse a que la inversión nacional que en el periodo del 2010 al 2012 tuvo un decremento con respecto al 2008 – 2009. Es por ello que resulta de suma importancia el realizar un estudio de la situación actual del país antes de proceder con una inversión de un proyecto.

El despliegue de la red de acceso GPON / FTTH, es un paso hacia las nuevas generaciones de redes, esto se debe a que se han desarrollado nuevas aplicaciones que tienen gran aceptación por parte del usuario y requieren bajos retardos y consumen gran ancho de banda. Un ejemplo de esta evolución es que apenas 10 años atrás (año 2005) no existía Youtube y hoy por hoy tiene alrededor de 6000 millones de visitas al día, cifras que revelan el incremento significativo del tráfico en el transcurso de estos años.

Con la finalidad de proponer un diseño acorde a las exigencias del segmento corporativo de los sectores de “Mariscal e Iñaquito”, se aplicó una encuesta a 170 empresas ubicadas en los sectores mencionados y se pudo conocer que el 70% de las empresas encuestadas requiere incrementar la velocidad de Internet, el 60% incrementar la velocidad de Transmisión de Datos y que en su mayoría demandan velocidades superiores a 8 Mbps. Estas estadísticas revelan que el diseño debe satisfacer velocidades considerablemente altas para este grupo de usuarios.

El análisis de la red actual de la empresa proveedora de servicios permitió conocer tanto las fortalezas como las debilidades de la red y en base a estas establecer los requerimientos para implementar la red GPON/FTTH.

Actualmente la empresa cuenta con una infraestructura lógica tipo estrella-malla, la misma que hace que la red sea altamente disponible, por lo tanto es recomendable conservar esta topología.

Para captar la atención de nuevos clientes corporativos y mantener a los actuales es clave que las empresas proveedoras de servicios estén siempre innovando su tecnología e infraestructura, es por ello que el rediseño sugerido cumple con mejorar las velocidades de transmisión de datos, Telefonía IP e Internet y ofrece un alto grado de escalabilidad, disponibilidad y seguridad.

El alcance máximo de la tecnología GPON es de 20 Km, es decir abarca perfectamente la cobertura de los sectores Mariscal e Iñaquito ya que la distancia máxima que se tiene en dichos sectores es alrededor de 3 Km, esto quiere decir que se puede ofrecer este servicio de banda ancha en sectores aledaños, ya que la capacidad de la red planteada lo permite porque se tiene una escalabilidad adicional de hasta el 5%.

De acuerdo a los datos proporcionados por la empresa se pudo verificar que el tráfico promedio durante el periodo 2011 – 2013 se mantuvo. Basándonos en este resultado se calculó que para el año 2019 se tendría un tráfico estimado de 880 Mbps. Esta cifra permite conocer que no se tendría saturación en el enlace internacional de Internet a futuro.

El valor aceptable o recomendable de la atenuación entre el equipo OLT y el equipo terminal ONT es de 24 dB, el diseño sugerido cumple con este parámetro ya que dicho valor calculado es de 20 dB.

La tecnología de acceso FTTH se consideró como la mejor opción debido a que es viable en relación al costo, tiempo, mano de obra y a la infraestructura de la ciudad de Quito.

Para la implementación del rediseño se plantea utilizar una fibra que cumpla con los estándares G.652.D y G.657 A1, permitiendo disminuir la atenuación y obtener

un radio de curvatura flexible, esto es muy útil si se requiere hacer una instalación subterránea. Además es importante considerar una holgura del 10% al 20 % para prevenir inconvenientes en la implementación.

Para lograr obtener un mayor beneficio económico en el proyecto es muy importante que se tome en cuenta los equipos que forman parte de la distribución óptica pasiva denominado (ODN), ya que éstos deben estar estratégicamente colocados en lugares céntricos de los sectores de la “Mariscal e Ñaquito”, esto con el fin de poder abarcar el mayor número de usuarios sin utilizar muchos recursos ópticos.

Las tecnologías de acceso FTTH y FTTB tienen características similares, por ello para poder definir cuál es la mejor opción en este proyecto de titulación se consideraron dos aspectos importantes como son la infraestructura de la ciudad de Quito y el costo de mantenimiento de cada una de ellas.

Este proyecto de titulación sugiere la tecnología GPON + FTTH como la opción más conveniente pero se recomienda analizar otras alternativas tanto inalámbricas como cableadas que podrían satisfacer las necesidades del cliente y beneficiar a la empresa.

A partir del estudio financiero en el que se obtuvo que la Tasa Interna de Retorno (TIR) es del 22.66% y la Tasa Mínima Aceptable de Rendimiento (TMAR) es 12.6%, se concluye que el proyecto es viable, ya que se cumple que el TIR es mayor o igual al TMAR.

En este proyecto se comparó dos marcas de equipos activos Furukawa y Fiberhome, pero es importante considerar que en el mercado existen otras marcas a precios competitivos las cuales deberían ser tomadas en cuenta en el caso de que se requiera aplicar esta solución.

Según el análisis del proyecto se observa que el indicador financiero TIR es igual al TMAR, es recomendable incrementar el indicador TIR para lo cual se sugiere

realizar mayor publicidad para captar más clientes y de esta manera aumentar sus ingresos.

Los requerimientos de clientes corporativos difieren de los requerimientos de clientes residenciales, por tanto es recomendable realizar un análisis del comportamiento de estos clientes. Cabe mencionar que en este proyecto no se considera este análisis debido a que se encuentra fuera del alcance del mismo.

Cuando se haya implementado el proyecto, se recomienda realizar un control del tráfico que se consume para poder determinar el momento en el que se requiera incrementar la velocidad del enlace internacional.

El crecimiento del sector corporativo en la ciudad de Quito ha tenido variaciones significativas en los últimos años, por ello se recomienda remitirse a los datos registrados en la Superintendencia de Compañías con respecto a este tema.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] ANDREW S. Tanenbaum, Redes de Computadoras Cuarta Edición, Amsterdam, Alemania 2003. 914p.
- [2] MSc. María Soledad Jiménez, Comunicaciones Ópticas, Quito.
- [3] Universidad Nebrija, «Módulo 5: Reflexión y refracción», [en línea]. Disponible en:
http://www.nebrija.es/~cmalagon/Fisica_Aplicada/transparencias/05-Luz/18_-_reflexion_y_refraccion.pdf
- [4] Alvaro Llorente, «Cableado de fibra óptica para comunicaciones de datos », [en línea]. Actualizado el 26 de mayo del 2011 Disponible en:
<http://www.fibraopticahoy.com/cableado-de-fibra-optica-para-comunicaciones-de-datos-1%C2%AA-parte/>
- [5] Chapter 3, «*Fiber Optic Technologies*», [en línea]. Disponible en:
<http://ptgmedia.pearsoncmg.com/images/1587051052/samplechapter/1587051052content.pdf>
- [6] McGraw –Hill Interamericana de España, SL « Características de las fibras ópticas », [en línea]. Disponible en:
https://www.mhe.es/cf/ciclos_informatica/844819974X/archivos/unidad2_recurso2.pdf
- [7] Compilado, anexado y redactado por el Ing. Oscar M. Santa Cruz, « Los Cables de Fibra », [en línea]. Disponible en:
<http://www.profesores.frc.utn.edu.ar/electronica/ElectronicaAplicadaIII/PlantelExterior/IntroduFO3.pdf>

- [8] Universidad de las Palmas de Gran Canaria, Capítulo 3, «Características de transmisión de Fibras ópticas», [en línea]. Disponible en: http://www.iuma.ulpgc.es/~jrsendra/Docencia/Com_Opt_I/download/Com_Opt_I/Temario/caracteristicas.pdf
- [9] Ana Belén Martín López, Universidad de Madrid, 2007 «OPTIMIZACIÓN DE UN BANCO DE MEDIDA DE ATENUACIÓN ESPECTRAL PARA FIBRAS MONOMODO Y MULTIMODO », [en línea]. Disponible en: <http://digital.csic.es/bitstream/10261/11343/1/memoria.pdf>.
- [10] Academia.edu, «PERDIDAS POR DISPERSION SCATTERING DE RAYLEIG Y MIE», [en línea]. Disponible en: http://www.academia.edu/7661125/PERDIDAS_POR_DISPERSION_SCATTERING_DE_RAYLEIG_Y_MIE
- [11] Andrés Moscoso y Javier Torres, « Comunicaciones ópticas Fenómenos no lineales en fibras ópticas», [en línea]. Disponible en: <http://profesores.usfq.edu.ec/renej/Contenidos%20Comunicaciones%20Opticas/Exposiciones2009/SBS.pdf>
- [12] Escuela Politécnica Nacional, Sangucho Cristina, «Diseño de la red de backhaul para una nueva salida de cable submarino, utilizando la fibra óptica del oleoducto de crudos pesados a disposición del estado Ecuatoriano». [en línea]. Disponible en: <http://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/1506/1/CD-2161.pdf>
- [13] DATWYLER, «Sistema de Redes de Información FTTD,» [en línea]. Actualizado en Septiembre del 2012, Disponible en: <http://www.urkunde.com/sistema/conceptos-lan/fttd>.

- [14] D. Chancusi y L. Salazar, ELABORACIÓN DE UNA GUÍA PARA LA INSTALACIÓN DE LOS SERVICIOS xDSL DE LA CNT, Y HERRAMIENTAS MULTIMEDIA RELACIONADAS, Quito, 2011.
- [15] IXC, « *Telefonía IP Softswitch and It's Categories* » 2011. [en línea]. Disponible en: <http://www.ixc.ua/Telefonía IP-softswitch-and-its-categories>.
- [16] Telefonía IP-Info.org, Shenzhen, China «*Softswitch*» [en línea]. Actualizado 12 de Noviembre del 2014. Disponible en: <http://www.Telefonía IP-info.org/wiki/view/softswitch>.
- [17] Recursos Telefonía IP – Noticias , «La Universidad de Massachusetts pondrá a prueba SAFARI C(Cubed) », [en línea]. Actualizado el 17 de febrero del 2006, Disponible en: <http://www.recursosTelefonía IP.com/b2/noticias.php?s=switching&paged=3>
- [18] Javier López Rubio, « MCU para multiconferencias en alta definición », [en línea]. Actualizado en febrero 2007, Disponible en: <https://upcommons.upc.edu/pfc/bitstream/2099.1/3775/1/55806-1.pdf>
- [19] Fraunhofer Heinrich-Hertz Institut, «*Image Processing SVC Extension of H.264/AVC*», 2015, [en línea]. Disponible en: <http://www.hhi.fraunhofer.de/de/kompetenzfelder/image-processing/research-groups/image-video-coding/svc-extension-of-h264avc.html>
- [20] Wikipedia, «Línea de abonado digital», [en línea]. Actualizado 23 de enero del 2015. Disponible en: http://es.wikipedia.org/wiki/L%C3%ADnea_de_abonado_digital.

- [21] Eduard Sanz Peris, «El ADSL », [en línea]. Disponible en: <https://www.google.com.ec/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=3&cad=rja&uact=8&ved=0CC8QFjAC&url=http%3A%2F%2Fwww.uv.es%2F~montanan%2Fredes%2Ftrabajos%2FADSL.doc&ei=W0XSVN-3ApPjsASj8IKQAg&usg=AFQjCNHMCya3jd8JwO82vmWx0VupKXIMBA&sig2=Zlt6wkpvh3k7A-aGve8cw&bvm=bv.85076809,d.cWc>
- [22] M. A. Fernandez, «GUÍA DE IMPLEMENTACION DE REDES PON,» [en línea]. Actualizado el 29 Abril 2013, Disponible en: http://www.comunitelsa.com.ar/micrositios_contents/78arch_guia_implem_redes_pon.pdf
- [23] K. Sarmiento, Reingeniería de la red MAN de la Corporación Nacional de Telecomunicaciones-Loja y diseño de una red GPON para sus clientes corporativos, Quito, 2012.
- [24] Adolfo García Yagüe, TELNET, «TELNET Redes Inteligentes,» [en línea]. Noviembre 2012. Disponible en: <http://www.telnet-ri.es/soluciones/>
- [25] Adolfo García, GPON Introducción y Conceptos Generales, 2012, Disponible en: <http://www.ccapitalia.net/descarga/docs/2012-gpon-introduccion-conceptos.pdf>
- [26] Nicholas Lippis, GPON vs. Gigabit Ethernet in Campus Networking. Febrero del 2012. [en línea]. Disponible en: http://www.cisco.com/web/strategy/docs/gov/gpon_paper.pdf
- [27] FIBERBIT Technology CO. LTD, « *Differences between FBT and PLC type splitters* » [en línea]. Actualizado 10 del 2013. Disponible en: <http://fiberbit.com.tw/infographic-differences-between-fbt-and-plc-splitters/>

- [28] paratorpes.es « Conectores de Fibra Óptica, según su pulido: Plano/PC/UPC/APC » [en línea]. Disponible en: <http://www.paratorpes.es/pulidos%20opticos.html>
- [29] Aldana Montiel Héctor Hugo, Hernández Ruesga Carlos Armando, Toledo Toledo Iván, México, Jerarquía Digital Plesiócrona (PDH) Y Jerarquía Digital Síncrona (SDH), [en línea]. Disponible en: https://www.google.com.ec/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=10&cad=rja&uact=8&ved=0CFwQFjAJ&url=http%3A%2F%2Fwww.icicm.com%2Ffiles%2FPDHySDH.doc&ei=UNfNU6faFLDisASnmYLYBA&usg=AFQjCNHSWlz2q_NabsnSTEVkD4KmkZINpw&bvm=bv.71198958,d.cWc
- [30] CCITT COMITÉ CONSULTIVO INTERNACIONAL TELEGRÁFICO Y TELEFÓNICO Jerarquía Digital Síncrona (SDH), SERIE G: SISTEMAS Y MEDIOS DE TRANSMISIÓN, SISTEMAS Y REDES DIGITALES, G.707, 11/1988.
- [31] Felipe Trejo, Ethernet, [en línea]. Disponible en: http://www.academia.edu/5715033/Capitulo_09_-_ethernet
- [32] Pablo Hidalgo, Junio 2011, *Multiprotocol Label Switching (MPLS)*
- [33] Alejandro Diaz, Fabiana Di Polo, Luis Lopez, Jesus Piñeiro, Homer Vargas, *Multiprotocol Label Switching (MPLS)*, [en línea]. Disponible en: <http://dc.usb.ve/~poc/RedesII/Grupos/G5/index.html>
- [34] CAPITULO 3, «Metodología», [en línea]. Disponible en: http://catarina.udlap.mx/u_dl_a/tales/documentos/lat/bortolotti_s_e/capitulo3.pdf

- [35] SUPERTEL ECUADOR, «SUPERINTENDENCIA DE TELECOMUNICACIONES,» [en línea]. Actualizado en Abril 2014. Disponible en: http://www.supertel.gob.ec/index.php?option=com_k2&view=item&id=21:servicios-de-telecomunicaciones&Itemid=90#startOfPageId21.
- [36] SUPERTEL, «Revista Institucional,» Revista Institucional, p. 39, 2011.
- [37] E. Gómez, «Estadísticas, Matemática y Computación,» Actualizada el 7 de Julio 2011. [en línea]. Disponible en: <http://reyesestadistica.blogspot.com/2011/07/muestreo-simple-aleatorio.html>.
- [38] FiberHome, « FiberHome AN5516 OLT Series», [en línea]. Disponible en: <http://wdcnet.com.br/wp-content/uploads/2012/05/FiberHome-GPON-Solution.pdf>
- [39] Furukawa, « OLT GPON FK-OLT-G2500 FURUKAWA», [en línea]. Septiembre 2014, Disponible en: http://www.tecnoredsa.com.ar/documentacion/GPON_OLT_des.pdf
- [40] Alibaba, « Original FiberHome wireless AN5506-04-FG GPON ONU with 4+2 ports + USB + WIFI Supports double SIP and H.248 portocol», [en línea]. Disponible en: http://www.alibaba.com/product-detail/Original-FiberHome-wireless-AN5506-04-FG_2010624708.html
- [41] TecnoRedsa, «Línea de Equipamiento FBS», [en línea]. Disponible en: http://www.tecnoredsa.com.ar/documentacion/GPON_FRKW.pdf

- [42] VIDYOROUTER, «VIDYOROUTER El corazón del sistema », [en línea]. Disponible en: http://www.comm-tec.es/pdf/Vidyorouter_v.pdf
- [43] MSc. Tarquino Sánchez, « Documento en Excel Evaluación Financiera»
- [44] MSc. Tarquino Sánchez, « Administración de Proyectos», Mayo 2007.
- [45] MSc. Tarquino Sánchez, «Libro Formulación y evaluación de proyectos », 2011

GLOSARIO

AES (*Advanced Encryption Standard*): Algoritmo de cifrado por bloques.

ANSI (*American National Standards Institute*): Organización de estandarización de tecnologías para la estandarización de productos, servicios, procesos y sistemas en los Estados Unidos.

ATM (*Asynchronous Transfer Mode*): Es una tecnología de conmutación creada por la CCITT con la finalidad de transportar servicios de banda ancha, basada en la conmutación de celdas.

CATV (*Community Antenna Television*): Televisión por cable. Servicios de sistemas de televisión por suscripción que se ofrece a través de señales de radiofrecuencia.

CSMA/CD (*Carrier Sense Multiple Access with Collision Detection*): Es un protocolo de acceso al medio compartido con detección de colisiones.

DoS (*Denial of Service*): En un ataque al sistema que vuelve inaccesible a los usuarios legítimos.

DRR (*Deficit Round Robin*): Admite paquetes de longitud variable pero no está preparado para garantizar QoS.

DSCP (*Differentiated Services Code Point*): Punto de Codificación de servicios Diferenciados.

EIA (*Electronics Industry Association*): Es una asociación que desarrolla y publica normas relacionadas con principales áreas técnicas tales como componentes electrónicos, electrónica del consumidor, información electrónica, y telecomunicaciones.

GFP (*Generic Framing Procedure*): Es una tecnología de técnicas de multiplexación especificado por ITU-T G.7041.

GPON Encapsulamiento Método (GEM): Es una evolución del entramado genérico GFP, que define la manera de encapsular la información con longitud variable para transportar redes como SDH.

H.231: Un estándar de la ITU para MCU en videoconferencia.

H.248: Definido por la IETF RFC 3525 pero el trabajo fue realizado por IETF y la ITU. Permite la conmutación de llamadas de voz, fax y multimedia entre la red PSTN y las redes IP de siguiente generación.

H.264 SVC (*Scalable Video Coding*): Es un estándar de compresión de video, para realizar un uso efectivo del Ancho de Banda, reducir latencia, aumentar número de usuarios entre otros.

HD (*High Definition o High Quality*): es un sistema de vídeo con una mayor resolución que la definición estándar, alcanzando resoluciones de 1280 × 720 y 1920 × 1080 píxeles.

HDSL (*High bit-rate Digital Subscriber Line*): tecnología que transmite en full dúplex por dos pares telefónicos.

Head End: En este caso se refiere a la parte central o donde se encuentran todos los equipos que permiten la comunicación.

IFM (*Interface Module*): Módulo que contiene interfaces físicas.

IP Source Guard: Mecanismo de seguridad que impide que los equipos conectados a puertos no confiables envíen paquetes hasta que no negocien dinámicamente su IP.

ISSU (*In-Service Software Upgrade*): Es una técnica para actualizar el software en un dispositivo de red sin tener que desconectarse y por lo tanto sin alterar los servicios de red.

ITU-T (*Telecommunication Standardization*): Sector son recomendaciones de telecomunicaciones.

MCU (*Multipoint control unit*): Son equipos centrales pueden ser por hardware o software y permite la participación simultánea de video entre varios participantes.

MGCP (*Media Gateway Control Protocol*): Definido en la RFC 3435 es un protocolo interno de Telefonía IP cuya arquitectura se diferencia del resto de los protocolos Telefonía IP por ser del tipo cliente – servidor.

***Multicast*:** Transmitir los mismos datos solo a los destinatarios interesados.

NGN (*Next- Generation Network*): Transporta toda la información y servicios de voz, datos y video.

Nodo: Punto de intersección, conexión o unión de varios elementos que confluyen en el mismo lugar.

NSF (*Non Stop Forwarding*): Es la capacidad de empezar casi de inmediato el envío de paquetes a raíz de un daño.

NSR (*Non Stop Routing*): Se mantiene toda la información de la relación del vecino e la información relevante de ruteo.

OC (*Optical Carrier / Portadora Óptica*): Conjunto de protocolos físicos para transmisión de señales digitales a través de fibra óptica.

OM: Siglas que se utilizan para identificar a la fibra óptica multimodo.

PDH (*Plesiochronous Digital Hierarchy*): Es una tecnología usada en telecomunicación tradicionalmente para telefonía que permite enviar varios canales telefónicos sobre un mismo medio.

PPP (*Point to Point Protocol*): Protocolo de nivel de enlace, utilizado para establecer, configurar, probar, mantener y terminar la conexión del enlace de datos.

Red Frame Relay: Tecnología de red orientada a conexión, basada en conmutación de paquetes y multiplexaje estadístico.

SDH (*Synchronous Digital Hierarchy*): Es un conjunto de protocolos de transmisión de datos donde el principal objetivo era la adopción de una verdadera norma mundial, especificando velocidades de transmisión formato de las señales, etc.

SIP (*Session Initiation*): Definido por *IETF (Internet Engineering Task Force)* es una comunicación en tiempo real para Telefonía IP. Protocolo de señalización de Internet para conferencia, telefonía, notificación de eventos y mensajería instantánea.

SIP (*Session Initiation Protocol*): Es un protocolo que brinda seguridad mediante mecanismos para la creación, modificación y finalización de sesiones, y se encuentra presente en Telefonía IP.

SM: Siglas que se utilizan para identificar a la fibra óptica monomodo.

SP (*Static Priority*): La Prioridad estricta se encarga de priorizar el tráfico más importante, por encima de las aplicaciones donde el tráfico no es tan importante.

SSH (*Secure Shell*): Es un protocolo de red de cifrado para la comunicación segura de datos, como por ejemplo el inicio de sesión, ejecución remota de comandos, entre otros.

STP (*Shielded twisted pair*): Son cables trenzados con protección o malla metálica para proteger la transmisión de interferencias.

TIA (*Telecommunications Industry Association*): Asociación que desarrolla normas de cableado para productos de telecomunicaciones.

ToS (*Type of service*): Se encuentra en el encabezado de los paquetes para proporcionar QoS.

Transceivers: Son equipos que sirven para enviar y recibir información, estos convierten la señal luminosa en señal entendible, este equipo tienen 2 extremos el uno se conecta la fibra óptica el otro a un aparato eléctrico.

Unicast: Transmitir los mismos datos a todos los destinatarios posibles.

VDSL o VHDSL (*Very high bit-rate Digital Subscriber Line*): tecnología de acceso a Internet de banda ancha. Utiliza 4 canales para transmitir datos, dos para subida y dos para bajada.

WRR (*Weighted Round Robin*): “garantiza diferentes anchos de banda pero no admite paquetes de longitud variable ni tampoco la posibilidad de ofrecer diferentes calidades”.

X.25: Es un conjunto de protocolo estándar muy antiguo para la conmutación de paquetes en las redes de área extendida (WAN).

ANEXOS

ANEXO A

ANEXO A-1 Encuesta sobre servicios de telecomunicaciones

ANEXO B

ANEXO B-1 Proformas de Equipos Furukawa

ANEXO B-2 Proformas de Equipos Fiberhome

ANEXO C

ANEXO C-1 Especificaciones técnicas de Equipos Furukawa

ANEXO C-2 Especificaciones técnicas de Equipos Fiberhome

ANEXO C-3 Especificaciones técnicas de fibra óptica

ANEXO D

ANEXO D-1 Recaudación anual de Datos

ANEXO D-2 Recaudación anual de Internet

ANEXO A

Encuesta sobre servicios de telecomunicaciones

Encuesta Sobre Servicios de Telecomunicaciones

ENCUESTA SOBRE SERVICIOS DE TELECOMUNICACIONES

El objetivo de la siguiente encuesta es mejorar los Servicios de Telecomunicaciones del mercado ecuatoriano. Por favor lea detenidamente los enunciados y responda de acuerdo a la situación de su empresa.

*** Required**

Indique el sector de actividad económica de la empresa. *

Indique tamaño de empresa o entidad *

- Grande (> 250 empleados)
 Mediana (50 - 249 empleados)
 Pequeña (10 - 49 empleados)
 Micro (< 9 empleados)

Su empresa tiene sucursales dentro de la ciudad? *

- Si
 No

Tiene contratado el servicio de Telefonía IP/Voz IP? *

- SI
 NO

Si tiene contratado el servicio de Internet especifique la velocidad del plan contratado y su respectivo costo.

Enlace para medir la velocidad contratada: <http://www.aeprovi.org.ec/medidorvelocidad/>

	\$15-50	\$51-100	\$101-150	\$151-200	>\$200
256 kbps	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
512 kbps	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
1 Mbps	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
1.5 Mbps	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
2 Mbps	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
2.5 Mbps	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
3 Mbps	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
3.5 Mbps	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
4 Mbps	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
> 4 Mbps	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Desearía aumentar la velocidad de Internet que tiene contratado?

- SI
 NO

Figura A-1: Encuesta Sobre Servicios de Telecomunicaciones

En el caso de responder afirmativamente la pregunta 6. Cuanto estaría dispuesto a pagar de acuerdo a la velocidad que requeriría aumentar.
 Por favor seleccione los valores de costo en relación a la velocidad seleccionada

	\$15-50	\$51-100	\$101-150	\$151-200	>\$200
256 kbps	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
512 kbps	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
1 Mbps	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
1.5 Mbps	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
2 Mbps	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
2.5 Mbps	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
3 Mbps	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
3.5 Mbps	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
4 Mbps	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
> 4 Mbps	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Si tiene contratado el servicio de transmisión de Datos para la transmisión de información interna de su empresa especifique la velocidad con su respectivo precio. Caso contrario pase a la pregunta 11

	\$15-50	\$51-100	\$101-150	\$151-200	>\$200
64 Kbps	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
128 Kbps	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
256 Kbps	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
512 Kbps	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
1 Mbps	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
1.5 Mbps	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
2 Mbps	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
2.5 Mbps	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
3 Mbps	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
> 3 Mbps	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Desearía aumentar la velocidad del servicio de transmisión de Datos que tiene contratado?

SI

NO

Figura A-2: Encuesta Sobre Servicios de Telecomunicaciones

En el caso de responder afirmativamente la pregunta 9. Cuanto estaría dispuesto a pagar de acuerdo a la velocidad que requeriría aumentar.
 Por favor seleccione los valores de costo en relación a la velocidad seleccionada

	\$15-50	\$51-100	\$101-150	\$151-200	>\$200
64 Kbps	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
128 Kbps	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
256 Kbps	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
512 Kbps	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
1 Mbps	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
1.5 Mbps	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
2 Mbps	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
2.5 Mbps	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
3 Mbps	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
> 3 Mbps	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>


Desearía contratar en un futuro el servicio de transmisión de Datos?

SI
 NO

Qué servicio estaría interesado en contratar en un futuro?

Videoconferencia
 Cloud computing
 Enlaces internacionales
 Boletines electrónicos (NNTP)
 Hosting
 Housing
 Other:

Never submit passwords through Google Forms.

Powered by  Google Forms

This content is neither created nor endorsed by Google.
[Report Abuse](#) - [Terms of Service](#) - [Additional Terms](#)

Figura A-3: Encuesta Sobre Servicios de Telecomunicaciones

ANEXO B

Proformas de Equipos

Principales prestaciones de Furukawa :

1. Línea Monomarca, pues usted en su proyecto podrá integrar tanto soluciones de Cobre como de Fibra Óptica en la misma marca.
2. Nuestros precios son Regulados por Fabrica y estandarizados en America.
3. Nuestra Garantía es de 25 años en sus Proyectos porque se basa en la Alta Calidad de nuestros procesos y materia Prima.
4. Nuestras Certificaciones y Avaes:

- **CISCO Developer Networking Program.** El programa de mas alto nivel de Cisco Systems, como proveedor compatible con sus Equipos y Sistemas.
- **UL LISTED & VERIFIED** , este último tiene que ver con la garantía del desempeño correcto de la red.
- **Únicos con el certificado ETL de Intertek, TIA/EIA-568-B.2-10 Category 6A (Bundled 6 around 1)** Este garantiza durabilidad y desempeño en el tiempo.
- **Certificación ROHS & GREEN IT.** Usamos productos de poco y ningún impacto ambiental. Esto nos convierte en un proveedor socioambiental para su negocio y sus Proyectos.

5. Convenciones y Capacitaciones Internacionales para el desarrollo técnico y profesional con el programa de Entrenamiento Continuo para integradores y clientes finales.
6. Certificamos su Red de Datos y Voz, con el equipo Lantek II de Ideal. Así garantizamos su correcto funcionamiento.

Furukawa también es miembro de participación activa de los siguientes organismos reguladores:

**Elaborado por:**

MIGUEL UGALDE
 ASESOR TÉCNICO COMERCIAL
 593-4-2385843
 0993-780-800
 Cdla. Urdenor 2 Mz 237 S 1-2
contacto@bicom.com

Figura B-2: Cotización de equipos Furukawa

EQUIPOS FIBERHOME

B-3

Project				
List of Price				
No.	Description	Total Qty.	Subtotal Price (USD)	Remark
1	OLT			
1,1	AN5516-04	4	\$5.263,45	
Total Price for OLT (USD)			\$5.263,45	
2	ONU			
2,1	GPON SFU	100	\$9.073,00	
Total Price for ONU (USD)			\$9.073,00	
3	NMS			
3,1	ANM2000 system	1	\$2.650,00	
Total Price for ONU (USD)			\$2.650,00	
4	ODN			
4,1	Splitter 1:2,1:8;terminal box	96	\$7.776,00	
Total Price for ONU (USD)			\$7.776,00	
Total Price for the Project (USD EXW-WUHAN)			\$24.762,45	
VALIDITY OF QUOTATION: 60 days				

Tabla B-3: Lista de precios de los equipos Fiberhome

Project					
AN5516-04 OLT					
No.	Description	Code	Bid Price (USD)	OLT	Total Qty.
Rack & PDP					
1.1	21" Rack (2200×600×300mm)	4102591	\$295,84	0	0
1,2	21"High capacity power PDP (with alarm)	30000682FAR1A	\$256,45	0	0
Subtotal Price for Rack & PDP (USD)					\$0,00
Universal Unit & Modules					
2,1	AN5516-04 subrack (2U)	3061103	\$241,94	1	1
2,2	DC power uint for AN5516-04	2200742	\$91,94	1	1
2,3	Core Switch & Uplink Card (HSUA)	2200737	\$1.470,97	1	1
2,4	GE optical module (10km)	FH-PON-GE-S-10	\$63,48	1	1
Service Card					
3,1	GPON Card (8 Port) (GC8B)	2200012	\$2.264,52	1	1
3,2	GPON optical module (CLASS B+)	FH-PON-GP-20B	\$251,61	4	4
Subtotal Price for AN5516-04 (USD)					\$5.139,29
Cabling & Accessories					
4.1	Ethernet cable (RJ45, parallel)	3695095-10	\$8,06	1	1
4.2	Patchcord (Single Mode for PON)	OFC-SC/PC-FC/PC-S-30-20	\$19,35	4	4
4.3	Patchcord (Single Mode for GE/XGE Uplink)	OFC-LC/PC-FC/PC-S-30-20	\$19,35	2	2
Subtotal Price for AN5516-04 Cabling & Accessories (USD)					\$124,16
Total Price for AN5516-04 (USD)					\$5.263,45

Tabla B-4: Lista de precios de los equipos Fiberhome

Project				
AN5506 Series GPON SFU				
No.	Description	Code	Bid Price (USD)	Qty.
AN5506-04-A				
1.1	AN5506-01-A	2134318-A1G1	\$90,73	100
Subtotal Price for AN5506-04-A (USD)				\$9.073,00
Total Price for GPON SFU (USD)				\$9.073,00

ODN				
No.	Description	Code	Bid Price (USD)	Qty.
Splitter				
1.1	Splitter 1:8 Non-Ruggedized with connectors SC/APC		\$45,00	32
1.2	Splitter 1:2 Non-Ruggedized with connectors SC/APC		\$14,00	24
1.3	FTTx 16 port Fiber Optical Terminal Box		\$150,00	40
Subtotal Price for Splitter (USD)				\$7.776,00
Total Price for Splitter (USD)				\$7.776,00

Qt y.	Unity	Description	Vendor	Model	Unit Price(USD)	Sub Total (USD)	Remark
1	piece	EMS Server Hardware	Fiber Home	R720	-	-	Optional
1	piece	OS for Server	Fiber Home	windows 2008	-	-	Optional
1	piece	Database for Server	Fiber Home	Informix	1150,00	1.150,00	Mandatory
1	piece	EMS Software	Fiber Home	ANM2000	1400,00	1.400,00	Mandatory
1	piece	License per NE (OLT)	Fiber Home		100,00	100,00	Mandatory
Total Price For EMS(USD)-EXW WUHAN						2.650,00	

Tabla B-5: Lista de precios de los equipos Fiberhome

ANEXO C

Especificaciones técnicas

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

EQUIPOS FURUKAWA

CORDÓN ÓPTICO MONOFIBRA O DUPLEX

ESPECIFICACIÓN TÉCNICA
1854 - V 15 (24/07/2013)



CORDÓN ÓPTICO MONOFIBRA O DUPLEX

Tipo del Producto Cordón Óptico

Familia del Producto TeraLan

Descripción Cordón óptico montado es el cable óptico monofibra o duplex con conectores ópticos en las dos extremidades

Aplicaciones

Ambiente de Instalación Interno

Ambiente de Operación No Agresivo

Compatibilidad Toda la línea FCS

Garantía 12 meses

Garantía Extendida 15 o 25 años ⁽¹⁾

Ventajas

- Recomendado para utilización en ambientes internos en la interconexión de distribuidores ópticos con equipamientos de red en sistemas ópticos de bajas pérdidas y alta banda pasante, como: sistemas de larga distancia, redes principales, distribución y transmisión de datos y vídeo;
- Supera los requisitos de desempeño del estándar EIA/TIA-568-C.3;
- Atiende aplicaciones conforme estándares IEEE 802.3 (Gigabit y 10 Gigabit Ethernet) ⁽²⁾, ANSI T11.2 (Fibre Channel) ⁽²⁾ y ITU-T-G-984 ⁽¹¹⁾;
- Montado y testado 100% en fábrica;
- Alto desempeño en pérdida de inserción y pérdida de retorno;
- Disponible para los principales conectores ópticos;
- Disponible en fibras monomodo y multimodo;
- Disponible en pulimento PC y APC;
- Disponible en varias longitudes.

Grabación

Longitud 1,5m; 2,5m; 3,0m; 4,0m; 5,0m; 7,0m; 10m; 15m y 20m ⁽³⁾

Diámetro Nominal

CORDÓN ÓPTICO ⁽⁴⁾	
MONOFIBRA	DUPLEX
2,0 mm	2,0 x 4,5 mm
3,0 mm	3,0 x 5,9 mm

Figura C-1: Especificaciones técnicas cordón óptico

ESPECIFICACIÓN TÉCNICA
1854 - V 15 (24/07/2013)

Color	Monomodo Standard (G.652B)	Amarillo ⁽⁴⁾
	Monomodo LWP (G.652D)	Amarillo ⁽⁴⁾
	Monomodo (G.657)	Gris o amarillo ⁽⁵⁾
	Monomodo NZD (G.655)	Amarillo ⁽⁴⁾
	Multimodo OM1 (62,5 mm)	Naranja ⁽⁴⁾
	Multimodo OM2 (50 mm)	Naranja ⁽⁴⁾
	Multimodo OM3 (50 mm)	Acqua ⁽⁴⁾
	Multimodo OM4 (50 mm)	Acqua ⁽⁴⁾

Tipo del conector

LC

- Conector do tipo SFF "push-pull"
- Cuerpo plástico
- Cerrojo cerámico (zirconia)
- Fibra SM o MM
- Pulimento PC (SPC/UPC)
- SM-PC Azul
- MM Beige
- Pulimento APC
- SM-APC Verde
- Opción con clip removible para LC duplex
- Cordón duplex montado TX-RX paralelo

SC

- Conector do tipo "push-pull"
- Cuerpo plástico
- Cerrojo cerámico (zirconia)
- Fibra SM o MM
- Pulimento PC (SPC/UPC)
- SM-PC Azul
- MM Beige
- Pulimento APC
- SM-APC Verde

MT-RJ

- Conector do tipo "push-pull"
- Conector macho (con pino guía) o hembra (sen pino guía)
- Duplex con dimensiones reducidas
- Cuerpo e Cerrojo plástico
- Fibra SM o MM
- Pulimento PC
- Negro
- Disponible en montaje Paralelo o Cross

ST

- Conector do tipo pino guía (BNC)
- Cuerpo metálico
- Cerrojo cerámico (zirconia)
- Fibra SM o MM
- Pulimento PC (SPC/UPC)
- Metálico

FC



Ese informativo es de autoría y propiedad exclusiva de Furukawa Industrial S.A. Productos Eléctricos. Es vedada su reproducción en el todo o en parte sin mencionar su autoría, así como la alteración de su contenido o contexto.

Figura C-2: Especificaciones técnicas cordón óptico monofibra o duplex

ESPECIFICACIÓN TÉCNICA
1854 - V 15 (24/07/2013)

- Conector tipo con rosca
- Cuerpo metálico
- Cerrojo cerámico (zirconia)
- Fibra SM o MM
- Pulimento PC (SPC/UPC)
- Pulimento APC
- Metálico

E-2000

- Conector do tipo "push-pull"
- Cuerpo plástico
- Cerrojo cerámico (zirconia)
- Fibra SM
- Pulimento APC
- Verde

Tipo de pulimentos

- PC (SPC/UPC) - Fibras Multimodo y Monomodo
- APC - Fibras Monomodo

Tipo da Fibra

- Monomodo Standard G.652B (9,0µm) ⁽⁶⁾
- Monomodo LWP G.652D (9,0µm) ⁽⁶⁾
- Monomodo G.657-A (9,0µm) ⁽⁶⁾
- Monomodo G.657-B (9,0µm) ⁽⁶⁾
- Monomodo NZD G.655 (9,0µm) ⁽⁶⁾
- Multimodo OM1 (62,5µm) ⁽⁶⁾
- Multimodo OM2 (50,0µm) ⁽⁶⁾
- Multimodo OM3 (50,0µm) ⁽⁶⁾
- Multimodo OM4 (50,0µm) ⁽⁶⁾

Tipo de cable

Cable Óptico Monofibra: totalmente dieléctrico constituido por una fibra óptica do tipo multimodo o monomodo, con revestimiento primario en acrilato y revestimiento secundario en material termoplástico. Sobre lo revestimiento secundario son colocados elementos de tracción dieléctricos y capa en PVC no propagante à llama.

Cable Óptico Duplex Zip-cord: totalmente dieléctrico constituido por dos fibras ópticas do tipo multimodo o monomodo, con revestimiento primario en acrilato y revestimiento secundario en material termoplástico. Sobre lo revestimiento secundario son colocados elementos de tracción dieléctricos y capa en PVC no propagante à llama. Los dos cordones monofibra paralelos son unidos durante lo proceso de capa (figura 8).

Grado de Flamabilidad

- COG - Cable Óptico General (Equivalente OFN)
 - COR - Cable Óptico Riser (Equivalente OFNR) ⁽⁷⁾
 - LSZH - Low Smoke and Zero Halogen ⁽⁷⁾
-

Figura C-3: Especificaciones técnicas cordón óptico monofibra o duplex

ESPECIFICACIÓN TÉCNICA
1854 - V 15 (24/07/2013)
Pérdida de inserción

TIPO DE CONECTOR	PULIMENTO	FIBRA	PÉRDIDA DE INSERÇÃO TÍPICA - MÁXIMA (10)	CLASSE (NBR 14433) (10)
LC	SPC	MM	0,30 - 0,50	II
LC	UPC	MM	0,15 - 0,30	III
LC	SPC	SM	0,30 - 0,50	II
LC	UPC	SM	0,15 - 0,30	III
LC	APC	SM	0,15 - 0,30	III
SC	SPC	MM	0,30 - 0,50	II
SC	UPC	MM	0,15 - 0,30	III
SC	SPC	SM	0,30 - 0,50	II
SC	UPC	SM	0,15 - 0,30	III
SC	APC	SM	0,15 - 0,30	III
MT-RJ	-	MM	0,30 - 0,50	II
MT-RJ	-	SM	0,50 - 0,80	I
ST	SPC	MM	0,30 - 0,50	II
ST	UPC	MM	0,15 - 0,30	III
ST	SPC	SM	0,30 - 0,50	II
ST	UPC	SM	0,15 - 0,30	III
FC	SPC	MM	0,30 - 0,50	II
FC	UPC	MM	0,15 - 0,30	III
FC	SPC	SM	0,30 - 0,50	II
FC	UPC	SM	0,15 - 0,30	III
FC	APC	SM	0,15 - 0,30	III
E2000	APC	SM	0,15 - 0,30	III

Figura C-4: Especificaciones técnicas cordón óptico monofibra o duplex

ESPECIFICACIÓN TÉCNICA
1854 - V 15 (24/07/2013)
Pérdida de retorno

TIPO DE CONECTOR	PULIMENTO	FIBRA	PÉRDIDA DE RETORNO - MÓDULO ⁽¹⁰⁾	CATEGORÍA (NBR 14433) ⁽¹⁰⁾
LC	SPC	MM	>30	A
LC	UPC	MM	>30	A
LC	SPC	SM	>40	B
LC	UPC	SM	>50	C
LC	APC	SM	>60	D
SC	SPC	MM	>30	A
SC	UPC	MM	>30	A
SC	SPC	SM	>40	B
SC	UPC	SM	>50	C
SC	APC	SM	>60	D
MT-RJ	-	MM	>30	A
MT-RJ	-	SM	>40	B
ST	SPC	MM	>30	A
ST	UPC	MM	>30	A
ST	SPC	SM	>40	B
ST	UPC	SM	>50	C
FC	SPC	MM	>30	A
FC	UPC	MM	>30	A
FC	SPC	SM	>40	B
FC	UPC	SM	>50	C
FC	APC	SM	>60	D
E2000	APC	SM	>60	D

Curva mínima Radio Mínimo de Curvatura: 30 mm

Cantidad de ciclos > 500 conexiones ⁽⁸⁾

Carga máxima admisible cordón monofibra o duplex 30N ⁽⁹⁾
cordón reforzado 300N

Tracción de Ruptura Mínima

- 200N - Cordón Monofibra ⁽⁹⁾
- 400N - Cordón Duplex ⁽⁹⁾

Resistencia à Tracción > 100N ⁽⁸⁾

Temperatura de Instalación 20°C

Temperatura de Operación -25°C a 75°C

Embalaje

Figura C-5: Especificaciones técnicas cordón óptico monofibra o duplex

ESPECIFICACIÓN TÉCNICA
1854 - V 15 (24/07/2013)

Cantidad por caja (gift)	<ul style="list-style-type: none"> • Hasta 5m: 10 piezas/caja • De 6 hasta 15m: 5 piezas/caja • De 16 hasta 24m: 3 piezas/caja • De 25 hasta 35m: 2 piezas/caja • De 36 hasta 60m: 1 pieza/caja • Mayor que 60m: 5 piezas/caja
	Nota: estándar para cables de 2,0 mm
Lote mínimo	1 caja
Soluciones Relacionadas	Data Center, Commercial Building, Gobierno / Finanzas, Salud, Educación, FTx.
Normas y Certificaciones	
Norma	<p>ISO 8877 - Information Technology - Telecommunications and information exchange between systems - Interface connector and contact assignments for ISDN basic access interface located at reference points S and T</p> <p>ANSI/TIA/EIA-568-C.1 - Comercial Building Telecommunications Cabling Standard - General Requirements</p> <p>ANSI/TIA/EIA-568-C.3 - Optical Fiber Cabling Components Standard</p> <p>ABNT NBR 14433 - Conectores montados en cordones o cables de fibras ópticas y adaptadores - Especificación</p> <p>ABNT NBR 14106 - Cordón Óptico Monofibra - Especificación</p> <p>ABNT NBR 14705 - Clasificación dos cables internos para telecomunicaciones cuanto a lo comportamiento frente a llama - Especificación</p> <p>ISO/IEC 11.701 Ed.02</p>
Certificación	<p>LC-PC 1344-06-0256</p> <p>LC-APC 0583-08-0256</p> <p>No Aplicable</p> <p>SC-APC 0483-02-0256</p> <p>FC-PC 1366-06-0256</p> <p>FC-APC 0485-02-0256</p> <p>ST-PC 0484-02-0256</p> <p>MT-RJ 1364-06-0256</p> <p>E2000-APC 0482-02-0256</p>

Figura C-6: Especificaciones técnicas cordón óptico monofibra o duplex

ESPECIFICACIÓN TÉCNICA
1854 - V 15 (24/07/2013)**Nota**

- 1 - Garantía Extendida de 15 o 25 años, demanda que la solución esté de acuerdo con el Programa Especial de Garantía Extendida FCS.
 - 2 - Depende de la opción del tipo de fibra óptica.
 - 3 - Otras longitudes bajo consulta.
 - 4 - Otros diámetros y padrones de color bajo consulta.
 - 5 - Colores no están definidos en los estándares existentes.
 - 6 - Las fibras ópticas deben estar conforme Anexos "A" (Fibra Monomodo), "B" (Fibra Multimodo) o "C" (Fibra Non-Zero Dispersion).
 - 7 - Suministrado con calificación de inflamabilidad tipo COG. Otras calificaciones bajo consulta.
 - 8 - Desempeños mecánicos en conformidad con los procedimientos de teste de cables ópticos monofibras y Duplex conectorizados del estándar ABNT NBR 14433.
 - 9 - Desempeños mecánicos en conformidad con los procedimientos de teste de cables ópticos monofibras y Duplex del estándar ABNT NBR 14106.
 - 10 - Desempeños para producto estándar en conformidad con el estándar ABNT NBR 14433. Las pérdidas pueden ser optimizadas según el conector trabajado, bajo consulta.
-

Figura C-7: Especificaciones técnicas cordón óptico monofibra o duplex

DIVISOR ÓPTICO 1XN EQUILIBRADO

ESPECIFICACIÓN TÉCNICA
2371 - V 6 (17/09/2013)



Divisor Óptico 1xN Equilibrado

Tipo del Producto	Divisor óptico
Familia del Producto	FBS - Furukawa Broadband System
Descripción	<p>Splitters Ópticos son componentes pasivos que realizan la división del señal óptico en una red PON. Ellos son constituidos por una fibra de entrada y N fibras de salida, las cuales dividen la potencia del señal óptico en proporción entre ellas, caracterizándolos como splitters equilibrados. Son utilizados principalmente en redes ópticas FTx/PON y redes HFC (Cable TV).</p> <p>Disponible em tres modelos: - Conectorizado en la entrada y salidas; - Conectorizado sólo en las salidas; - No conectorizado.</p>
Ambiente de Instalación	Interno o Externo (Alojamiento en caja adecuada).
Ambiente de Operación	No Agresivo
Compatibilidad	Bandejas de Empalme o Módulos Conectorizados.
Garantía	12 meses
Ventajas	<ul style="list-style-type: none"> • Modelos 1x2 fabricados con tecnología FBT o PLC; • Modelos 1x4, 1x8, 1x16, 1x32, 1x64 fabricados con tecnología PLC; • Operación en las tres ventanas de comunicación para los estándares de redes ópticas pasivas: 1310nm, 1490nm y 1550nm; • Pérdida de Inserción y Uniformidad estables entre 1260 y 1650nm para modelos PLC – Full Spectrum; • Para modelos FBT, los parámetros de Pérdida de Inserción y Uniformidad se aplican a los anchos de 1260~1360 y 1480~1650nm; • Tamaño compacto permite el almacenamiento en diversos tipos de bandejas ópticas de empalme; • Baja Pérdida de Inserción y excelente Uniformidad; • Alta fiabilidad; • Fibra especial G.657A - optimizado para almacenamiento en bandejas con radio de curvatura reducidas.

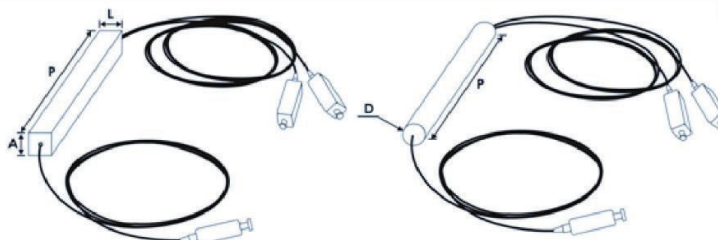
Figura C-8: Especificaciones técnicas divisor óptico 1xn equilibrado

ESPECIFICACIÓN TÉCNICA
2371 - V 6 (17/09/2013)
**Parámetros de
desempeño**

Modelos	1x2	1x4	1x8	1x16	1x32	1x64
Banda Óptica Pasante	PLC: 1260~1650		FBT: 1260~1360nm y 1480~1650nm			
Pérdida de Inserción Máxima (Sin Tener en Cuenta las Pérdida de las Conexiones)	3,7dB	7,1 dB	10,5dB	13,7dB	17,1 dB	20,5dB
Uniformidad	0,5 dB	0,6 dB	1,0 dB	1,3 dB	1,5 dB	1,7 dB
Sensibilidad a la Polarización Máxima (PDL)	0,2 dB	0,2 dB	0,25dB	0,3 dB	0,4 dB	0,5 dB
Directividad	>55 dB					
Pérdida de Retorno	>55 dB					

**Especificaciones
ambientales**

Modelos	1x2	1x4	1x8	1x16	1x32	1x64
Temperatura de Operación	-40~+85°C		-25~+70°C			
Temperatura de Almacenamiento	-40~+85°C					
Humedad Relativa de Operación	5~95%					
Humedad Relativa de Almacenamiento	5~95%					

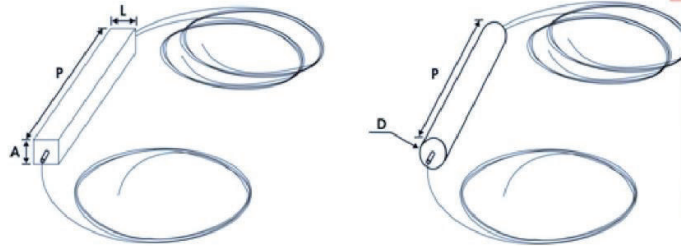
Splitter con conector

**Características
dimensionales
para splitter
con conector**

Modelos	1x2 FBT		1x2 PLC		1x4		1x8		1x16		1x32	
Tipo de Conectorización	E/S	S	E/S	S	E/S	S	E/S	S	E/S	S	E/S	S
Profundidad (P)	66mm		40mm		55mm		55mm		60mm		80mm	
Diámetro (D)	3.8mm		N/A		N/A		N/A		N/A		N/A	
Anchura (L)	N/A		4mm		7mm		7mm		12mm		30mm	
Altura (A)	N/A		4mm		4mm		4mm		4mm		4mm	
Largura del Pigtail de Entrada	1.5m	0.6m	1.5m	0.6m	1.5m	0.6m	1.5m	0.6m	1.5m	0.6m	1.5m	0.6m
Largura del Pigtail de Salida	0.6m	0.6m	0.6m	0.6m	0.6m	0.6m	0.6m	0.6m	0.6m	0.6m	0.6m	0.6m
Diámetro del Pigtail	900µm											

- S - Splitter Conectorizado sólo en las Salidas;
- E/S - Splitter Conectorizado en la Entrada y en las Salidas.

Figura C-9: Especificaciones técnicas divisor óptico 1xn equilibrado

ESPECIFICACIÓN TÉCNICA
 2371 - V 6 (17/09/2013)

Splitter sin conector


Modelos	1x2	1x4	1x8	1x16	1x32	1x64
Profundidade (P)	50mm	40mm	40mm	40mm	50mm	55mm
Diámetro (D)	3mm	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
Anchura (L)	N/A	4mm	4mm	4mm	7mm	12mm
Altura (A)	N/A	4mm	4mm	4mm	4mm	4mm
Largura de la Fibra	2m					
Diámetro da Fibra Desnuda	250µm					

Código de Colores

Puerta 1	Azul
Puerta 2	Naranja
Puerta 3	Verde
Puerta 4	Marrón
Puerta 5	Grís
Puerta 6	Blanco
Puerta 7	Púrpura
Puerta 8	Negro

- En los divisores de 16, 32 y 64 salidas, el grupo de colores se repetirá a cada 8 puertas, siendo separados e identificados a través de tubos plásticos y etiquetas;
- Código de colores válido para splitters no conectorizados;
- Splitters Conectorizados presentan identificación de las puertas por medio de etiquetas numeradas.

Tipo del conector

Conectores	Atenuación Óptica por Conexión (dB)		Pérdida de Retorno Máxima por Conexión (dB)	Características
	Típica	Máxima		
SC-APC	0,15	0,30	>60	- Conector del tipo "Push-Pull";
SC-UPC	0,15	0,30	>50	- Cuerpo Plástico; - Cerrojo Cerámico (Zirconia).

- Para los Splitters Conectorizados es necesario sumar las pérdidas de las conexiones a las pérdidas presentes en el splitter. De esa forma, se obtiene los parámetros de rendimiento del conjunto.

Tipo da Fibra

 Fibras de Entrada y Salidas del Tipo "Bend Insensitive" G.657A ⁽²⁾.

Figura C-10: Especificaciones técnicas divisor óptico 1xn equilibrado

ESPECIFICACIÓN TÉCNICA
2371 - V 6 (17/09/2013)

Normas Aplicables	<ul style="list-style-type: none"> • Telcordia GR-1209-CORE (Generic Requirements for Passive Optical Components) • Telcordia GR-1221-CORE (Reliability Requirements for Passive Optical Components)
Certificaciones	ANATEL (Homologación 1837-11-0256 y 1835-11-0256)
Grabación Padrón Furukawa	<p>SPLITTER OPTICO XXX 1XN YY/ZZ G.657A GG-GGG/AA-AAA BBDCC/EEDFF</p> <p>XXX = Tecnología de fabricación (FBT ou PLC);</p> <p>N = Cantidad de salidas;</p> <p>YY = Si es un componente no balanceado, indica la porcentaje de potencia óptica de la primera salida;</p> <p>ZZ = Si es un componente no balanceado, indica la porcentaje de potencia óptica de la segunda salida;</p> <p>G.657A= Tipo da fibra;</p> <p>GG-GGG = Tipo de conector de las entradas;</p> <p>AA-AAA = Tipo de conector de las salidas;</p> <p>BB = Longitud de la fibra de entrada (m);</p> <p>CC = Diámetro do revestimiento de la fibra de entrada (0,9 mm ou 2 mm);</p> <p>EE = Longitud de las fibras de salida (m);</p> <p>FF = Diámetro del revestimiento de la fibra de salida (0,9 mm ou 2 mm).</p>

Figura C-11: Especificaciones técnicas divisor óptico 1xn equilibrado

ESPECIFICACIÓN TÉCNICA
2371 - V 6 (17/09/2013)

Código del Producto SPLITTERS SIN CONECTORES:

35500100	SPLITTER OPTICO FBT 1X2 50/50 G.657A NC/NC 2M/2M
35500104	SPLITTER OPTICO PLC 1X4 G.657A NC/NC 2M/2M
35500099	SPLITTER OPTICO PLC 1X8 G.657A NC/NC 2M/2M
35500108	SPLITTER OPTICO PLC 1X16 G.657A NC/NC 2M/2M
35500112	SPLITTER OPTICO PLC 1X32 G.657A NC/NC 2M/2M
35500109	SPLITTER OPTICO PLC 1X64 G.657A NC/NC 2M/2M

SPLITTERS CONECTORIZADOS SÓLO EN LA SALIDA:

35500174	SPLITTER OPTICO PLC 1X4 G.657A NC/SC-APC 1.5D0.9/0.6D0.9 SEM BREAKOUT
35500178	SPLITTER OPTICO PLC 1X8 G.657A NC/SC-APC 1.5D0.9/0.6D0.9 SEM BREAKOUT
35500191	SPLITTER OPTICO PLC 1X2 G.657A NC/SC-APC 1.5D0.9/0.6D0.9 SEM BREAKOUT
35500192	SPLITTER OPTICO PLC 1X16 G.657A NC/SC-APC 1.5D0.9/0.6D0.9 SEM BREAKOUT
35500196	SPLITTER OPTICO PLC 1X32 G.657A NC/SC-APC 1.5D0.9/0.6D0.9 SEM BREAKOUT
35500175	SPLITTER OPTICO PLC 1X4 G.657A NC/SC-UPC 1.5D0.9/0.6D0.9 SEM BREAKOUT
35500179	SPLITTER OPTICO PLC 1X8 G.657A NC/SC-UPC 1.5D0.9/0.6D0.9 SEM BREAKOUT
35500189	SPLITTER OPTICO PLC 1X2 G.657A NC/SC-UPC 1.5D0.9/0.6D0.9 SEM BREAKOUT
35500193	SPLITTER OPTICO PLC 1X16 G.657A NC/SC-UPC 1.5D0.9/0.6D0.9 SEM BREAKOUT
35500197	SPLITTER OPTICO PLC 1X32 G.657A NC/SC-UPC 1.5D0.9/0.6D0.9 SEM BREAKOUT

SPLITTERS CONECTORIZADOS EN LAS SALIDAS Y ENTRADA:

35500173	SPLITTER OPTICO PLC 1X4 G.657A SC-APC/SC-APC 0.6D0.9/0.6D0.9 SEM BREAKOUT
35500177	SPLITTER OPTICO PLC 1X8 G.657A SC-APC/SC-APC 0.6D0.9/0.6D0.9 SEM BREAKOUT
35500188	SPLITTER OPTICO PLC 1X2 G.657A SC-APC/SC-APC 0.6D0.9/0.6D0.9 SEM BREAKOUT
35500195	SPLITTER OPTICO PLC 1X16 G.657A SC-APC/SC-APC 0.6D0.9/0.6D0.9 SEM BREAKOUT
35500199	SPLITTER OPTICO PLC 1X32 G.657A SC-APC/SC-APC 0.6D0.9/0.6D0.9 SEM BREAKOUT
35500172	SPLITTER OPTICO PLC 1X8 G.657A SC-UPC/SC-UPC 0.6D0.9/0.6D0.9 SEM BREAKOUT
35500176	SPLITTER OPTICO PLC 1X4 G.657A SC-UPC/SC-UPC 0.6D0.9/0.6D0.9 SEM BREAKOUT
35500190	SPLITTER OPTICO PLC 1X2 G.657A SC-UPC/SC-UPC 0.6D0.9/0.6D0.9 SEM BREAKOUT
35500194	SPLITTER OPTICO PLC 1X16 G.657A SC-UPC/SC-UPC 0.6D0.9/0.6D0.9 SEM BREAKOUT
35500198	SPLITTER OPTICO PLC 1X32 G.657A SC-UPC/SC-UPC 0.6D0.9/0.6D0.9 SEM BREAKOUT

Accesorios Incluidos Hoja de Pruebas (Medidas de Pérdida de Inserción y Pérdidas de Retorno⁽¹⁾).

Notas
1-Medidas sin conectores
2-Tiene baja sensibilidad a la curvatura, y es compatible con las fibras G.652, que pueden ser utilizados en toda la red de fibra óptica

Figura C-12: Especificaciones técnicas divisor óptico 1xn equilibrado

DIVISOR ÓPTICO MODULAR

ESPECIFICACIÓN TÉCNICA
 2375 - V 3 (13/03/2012)


Divisor Óptico Modular

Tipo del Producto	Divisor óptico
Familia del Producto	FBS - Furukawa Broadband System
Descripción	<ul style="list-style-type: none"> • Divisores ópticos con salidas equilibradas o desequilibradas • Modelos 1x2 fabricado con la tecnología FBT • Modelos 1x4, 1x8, 1x16, 1x32 y 1x64 fabricado con tecnología PLC) • Utiliza el tipo de fibra G.657A1. Compatible con G.652D y G.657A2. • Interno o Externo (Fijación en caja apropiada); • Utilización en Redes Ópticas FTx/PON y redes HFC (TV a Cable); • Operación en las tres ventanas de comunicación para los padrones de redes ópticas pasivas: 1310nm, 1490nm y 1550nm; • PLC - Full Spectrum: la pérdida de inserción y uniformidad son estables de 1260nm hasta 1650nm. • FBT - Con Pico d'água: la pérdida de inserción y uniformidad son estables de 1260nm hasta 1360 y 1480nm hasta 1650.
Ambiente de Instalación	Interno o Externo (Alojamiento en caja adecuada).
Compatibilidad	35050266 - PATCH PANEL MODULAR LGX 35260119 - MODULO DE TERMINAÇÃO LGX OFS PRETO LST1U-072/07 35260153 - MODULO DE TERMINAÇÃO LGX OFS BRANCO LST1U-072/07
Garantía	12 meses
Ventajas	<ul style="list-style-type: none"> • Suministrado con adaptadores o cordones ópticos conectorizados para rápida implantación y utilización; • Baja pérdida de inserción y excelente uniformidad; • Alta confiabilidad.

Figura C-13: Especificaciones técnicas divisor óptico modular

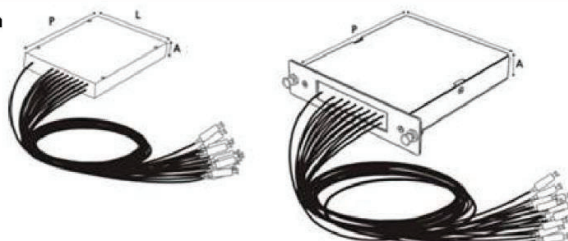
ESPECIFICACIÓN TÉCNICA
 2375 - V 3 (13/03/2012)

**Parámetros de
desempeño**

ESPECIFICACIÓN	MODELO				
	1x2	1x4	1x8	1x16	1x32
Banda Óptica Pasante	1260~1360nm e 1480~1580nm				
Pérdida de Inserción Máxima (sin tener en cuenta las pérdidas de los conectores)	3,7 dB	7,1 dB	10,5 dB	13,7 dB	17,1 dB
Uniformidad	0,5 dB	0,6 dB	1,0 dB	1,3 dB	1,5 dB
Sensibilidad a la Polarización Máxima (PDL)	0,2 dB	0,2 dB	0,25 dB	0,3 dB	0,4 dB
Direktividad	>55 dB				
Pérdida de Retorno	>55 dB				

**Especificaciones
ambientales**

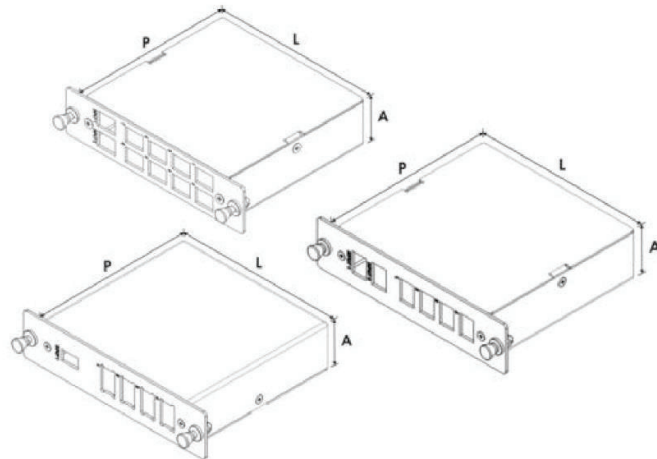
ESPECIFICACIÓN	MODELO					
	1x2	1x4	1x8	1x16	1x32	1x64
Temperatura de Operación	-40~+85°C			-25~+70°C		
Temperatura de Almacenamiento	-40~+85°C					
Humedad Relativa de Operación	5~95%UR					
Humedad Relativa de Almacenamiento	5~95%UR					

Splitter modular con cordón

**Características
dimensionales splitter
modular cordón**

Tipo de módulo	LGX		Cassete	
	1x16	1x32	1x32	1x64
Longitud	129,6mm		120	
Ancho	101,5mm		80	
Alto	29,5mm		18	
Longitud del pigtail	0,6m			
Diámetro del pigtail	0,9mm			

Figura C-14: Especificaciones técnicas divisor óptico modular

ESPECIFICACIÓN TÉCNICA
 2375 - V 3 (13/03/2012)

Características constructivas módulos LGX

Características dimensionales módulos LGX

Conector Óptico-Adaptador Óptico	SC-APC/SC-APC			SC-APC/MPO-APC LC-APC/MPO-APC	
	1x2	1x4	1x8	1x16	1x32
Modularidad					
Longitud	129.6mm				
Ancho	101.5mm				
Alto	29.5mm				

Tipo del conector

Conectores	Atenuación Óptica (dB)		Pérdida por Retorno Máxima (dB)	Características
	Típica	Máxima		
SC-APC	0,15	0,30	>60	<ul style="list-style-type: none"> • Conector "push-pull" • Cuerpo plástico • Cerrojo cerámico (zirconia) • Fibra SM

Tipo da Fibra

 Fibras de Entrada y Salidas del Tipo "Bend Insensitive" G.657A ⁽²⁾.

Normas Aplicables

- Telcordia GR-1209-CORE (Generic Requirements for Passive Optical Components)
- Telcordia GR-1221-CORE (Reliability Requirements for Passive Optical Components)

Certificaciones

 Splitter 1XN PLC:
 Anatel (Homologación 1837-11-0256)
 Splitter 1X2 FBT:
 Anatel (Homologación 1835-11-0256)

Figura C-15: Especificaciones técnicas divisor óptico modular

ESPECIFICACIÓN TÉCNICA
2375 - V 3 (13/03/2012)
Grabación Padrón
Furukawa

SPLITTER OPTICOMODULAR XXX 1XN YY/ZZ G.657A GG-GGG/AA-AAA BBDCC/EEDFF

 XXX = Tecnología de fabricación (FBT ou PLC ⁽³⁾ ou LGX)

N = Cantidad de salidas

YY = Si es un componente no balanceado, indica el porcentaje de potencia óptica de la primera salida

ZZ = Si es un componente no balanceado, indica el porcentaje de potencia óptica de la segunda salida

GG-GGG = Tipo de conector de las entradas

AA-AAA = Tipo de conector de las salidas

BB = Longitud de la fibra de entrada (m)

CC = Diámetro do revestimiento de la fibra de entrada (0,9 mm o 2 mm)

EE = Longitud de las fibras de salida (m)

FF = Diámetro del revestimiento de la fibra de salida (0,9 mm o 2 mm)

G.657A = tipo de la fibra

Código del Producto	Descripción
35500000	SPLITTER MODULAR 1X8 SC/APC LGX FURUKAWA
35500013	SPLITTER MODULAR 1X2 SC/APC LGX FURUKAWA
35500014	SPLITTER MODULAR 1X4 SC/APC LGX FURUKAWA
35500015	SPLITTER MODULAR 1X16 CORDAO SC/APC LGX FURUKAWA
35500016	SPLITTER MODULAR 1X32 CORDAO SC/APC LGX FURUKAWA
35500025	SPLITTER MODULAR 1X2 DESBALANCEADO 20/80 SC/APC LGX FURUKAWA
35500068	SPLITTER OPTICO MODULAR 1X2 DESBALANCEADO 30/70, COM CONECTOR SC-APC, LGX FURUKAWA
35500069	SPLITTER OPTICO MODULAR 1X2 DESBALANCEADO 40/60, COM CONECTOR SC-APC, LGX FURUKAWA
35500070	SPLITTER OPTICO MODULAR 1X2 DESBALANCEADO 05/95, COM CONECTOR SC-APC, LGX FURUKAWA
35500071	SPLITTER OPTICO MODULAR 1X2 DESBALANCEADO 15/85, COM CONECTOR SC-APC, LGX FURUKAWA
35500147	SPLITTER OPTICO MODULAR LGX 1X2 01/99 G.657A SC-APC/SC-APC
35500148	SPLITTER OPTICO MODULAR LGX 1X2 02/98 G.657A SC-APC/SC-APC
35500149	SPLITTER OPTICO MODULAR LGX 1X2 05/95 G.657A SC-APC/SC-APC
35500150	SPLITTER OPTICO MODULAR LGX 1X2 10/90 G.657A SC-APC/SC-APC
35500152	SPLITTER OPTICO MODULAR LGX 1X2 15/85 G.657A SC-APC/SC-APC
35500153	SPLITTER OPTICO MODULAR LGX 1X2 20/80 G.657A SC-APC/SC-APC
35500154	SPLITTER OPTICO MODULAR LGX 1X2 25/75 G.657A SC-APC/SC-APC
35500155	SPLITTER OPTICO MODULAR LGX 1X2 30/70 G.657A SC-APC/SC-APC
35500156	SPLITTER OPTICO MODULAR LGX 1X2 35/65 G.657A SC-APC/SC-APC
35500157	SPLITTER OPTICO MODULAR LGX 1X2 40/60 G.657A SC-APC/SC-APC
35500158	SPLITTER OPTICO MODULAR LGX 1X2 45/55 G.657A SC-APC/SC-APC
35500159	SPLITTER OPTICO MODULAR LGX 1X2 50/50 G.657A SC-APC/SC-APC
35500160	SPLITTER OPTICO MODULAR LGX 1X4 G.657A SC-APC/SC-APC
35500110	SPLITTER OPTICO PLC 1X64 G.657A SC-APC/SC-APC 1.5D2/ 1.5D2
35500122	SPLITTER OPTICO PLC 1X32 G.657A SC-APC/SC-APC 1.5D2/ 1.5D2
35500107	SPLITTER OPTICO PLC 1X16 G.657A SC-APC/SC-APC 1.5D2/ 1.5D2
35500161	SPLITTER OPTICO MODULAR LGX 1X8 G.657A SC-APC/SC-APC
35500162	SPLITTER OPTICO MODULAR LGX 1X16 CORDAO G.657A SC-APC/SC-APC
35500165	SPLITTER OPTICO MODULAR LGX 1X32 CORDAO G.657A SC-APC/SC-APC

Accesorios Incluidos

 Hoja de Pruebas (Medidas de Pérdida de Inserción y Pérdidas de Retorno⁽¹⁾).


Ese informativo es de autoría y propiedad exclusiva de Furukawa Industrial S.A. Productos Eléctricos. Es vedada su reproducción en el todo o en parte sin mencionar su autoría, así como la alteración de su contenido o contexto.

4 / 5

Figura C-16: Especificaciones técnicas divisor óptico modular

ESPECIFICACIÓN TÉCNICA
2375 - V 3 (13/03/2012)

Notas

- 1-Medidas sin conectores
 - 2-Tiene baja sensibilidad a la curvatura,y es compatible con las fibras G.652,que pueden ser utilizados en toda la red de fibra óptica
 - 3- Válido para Splitter Modular Cordón
-

Figura C-17: Especificaciones técnicas divisor óptico modular

GPON

ESPECIFICACIÓN TÉCNICA
2746 - V 2 (11/07/2013)
GPON FK-ONT-G420W


Tipo del Producto	Equipo GPON FBS
Familia del Producto	FBS - Furukawa Broadband System
Representación del Producto	
Descripción	La FK-ONT-G420W es una ONT (Optical Network Terminal) compatible con estándar ITU-T G.984. El equipamiento soporta tasas de hasta 1.25Gbps para upstream y 2.5Gbps para downstream. La ONT soporta servicios completos de datos y voz, con antena WiFi integrada.
Interfaces	<ul style="list-style-type: none"> • 1 interfaz óptica GPON SC-APC; • 4 interfaces metálicas RJ-45 10/100/100Base-T (GbE); • 2 interfaces metálicas RJ-11 FxS (para telefonía analógica); • Antena WiFi;
GPON	<ul style="list-style-type: none"> • De acuerdo con el estándar GPON ITU-T G.984.x; • Transmisor de 1.244Gbps sentido upstream en modo rajada; • Receptor de 2.488Gbps sentido downstream; • Longitud onda de transmisión: 1310nm; • Longitud de onda de recepción: 1490nm; • Framing totalmente compatible con ITU-T G.984; • Múltiples T-CONTs por dispositivo; • Múltiples GEM Ports por dispositivo; • Soporta modo Single T-CONT o modo Multiple T-CONTs; • Mapeo flexible entre GEM Ports y T-CONTs; • Forward Error Correction (FEC); • Soporte para Multicast GEM Port; • Mapeo de GEM Ports en una T-CONT con scheduling basado en filas de prioridad;
Telefonía Analógica	<ul style="list-style-type: none"> • 5-REN por puerta FxS; • Balanced Ring, 55V RMS; • RTP, RTCP (RFC3550,3551); • Múltiples Codecs: G.711u, G.711a, G.729, G.723.1; • Cancelación de eco; • Envío de DTMF in-band u out-band; • Soporte a servicios SIP: Caller ID, Call Waiting, Call Waiting Control, Direct Call, CLIP (onhook, offhook), Call Forwarding, Call Transfer, Three Way Calling, Call Toggle, Distinctive Ringing; • Modo T.38 FAX o pass-through; • Plan de discase configurable; • Configuración de cliente DHCP o IP estático;

Figura C-18: Equipo ONT

ESPECIFICACIÓN TÉCNICA
2746 - V 2 (11/07/2013)

Layer 2

- En conformidad con IEEE 802.1D y 802.1Q;
- Configuración de puerta untagged;
- Soporte la Spanning Tree Protocol
- Hasta 128 direcciones MAC por dispositivo;
- Aprendizaje de direcciones MAC con auto-aging;
- Switch virtual basado en 802.1Q VLAN;
- Hasta 16 grupos VLAN activos por dispositivo;
- VLAN tagging/untagging por puerta Ethernet;
- VLAN stacking (Q-in-Q) y VLAN Translation;
- Filtro de VLAN por puerta;
- Filtro de dirección de destino por puerta;

Layer 3

- Cliente PPPoE: un cliente por ONT;
- Inicio de sesión automático;
- Keep Alive automático;
- Servidor DHCP;
- Servidor DNS (DNS relay, DNS transparent);
- NAT y NAT: sesión de 16K (8K upstream, 8k downstream);
- Port forwarding;
- Firewall stateful integrado con ACL;

QoS

- Filas de prioridad basadas en Hardware en soporte la IEEE 802.1p (Cos);
- 8 filas por puerta;
- Mapeo de IP TE Los/DSCP para 802.1p;
- Clasificación de servicio basada en MAC, puerta, VLAN-ID, 802.1p bit, TE Los/DSCP;
- Marking/remarking de 802.1p;
- Scheduling controlado de prioridad y tasa;
- Limitador de tasa Broadcast/Multicast;

MultiCast

- IGMP Snooping;

Comunicación Wireless

- Compatible con IEEE 802.11b/g/n;
- Múltiplos SSIDs;
- Seguridad: WEP, WPA-PSK (TKIP) y WPA2-PSK (AES);
- Frecuencia de operación en 2,4GHz;
- Dos caminos de transmisión y dos caminos de recepción (2T2R);
- Tasa máxima de transmisión: 54Mbps en 802.11g y 300Mbps en 802.11n;

ESPECIFICACIÓN TÉCNICA
2746 - V 2 (11/07/2013)**Gerencia e
Aprovisionamiento**

- Gestión en conformidad con ITU-T 984.4 OMCI;
- Activación con descubrimiento automático SN y seña, en conformidad con ITU-T G.984.3;
- Configuración de banda por servicio o puerta (fija, garantizada y máxima);
- Aprovisionamiento de todos los servicios, incluyendo Ethernet, VoIP, etc.;
- Alarmas y monitoreo de performance;
- Manipulación de MIB a través de OMCI por mandos Create, Delete, Set, Get, Get Next;
- Download remoto de imagen de software;
- Mantiene dos conjuntos de imagen de software, para comprobación de integridad y rollback automático;
- Activación y rebooting remoto;
- Gestión web-based;

**Características
constructivas**

- Temperatura de operación: 0 a 40°C;
- Humedad relativa de Operación: 5 a 90% (sin condensación);
- Alimentación DC 12V/2A con adaptador AC/DC incluso 100-240V, 50/60Hz;
- Dimensiones (LxAxC): 190 x 62 x 150 mm;
- LEDs indicativos de status;

Garantía

- Garantía de 1 año

CHASSI OLT

ESPECIFICACIÓN TÉCNICA
 2720 - V 2 (21/05/2013)

CHASSI OLT GPON FK-OLT-G1040

Tipo del Producto	Equipo Laserway
Familia del Producto	FBS - Furukawa Broadband System
Descripción	<p>Chasi GPON con altura de 7RU (unidades de rack). Soporta hasta 10 slots de servicio para hasta 4 puertos PONs en cada slot, totalizando capacidad de 40 puertos PON.</p> <p>Utilizado como agregador y distribuidor de tráfico. Además de los 10 slots de servicio, el equipo posee 2 slots de uplink y 2 módulos switching en redundancia (módulos de gerencia).</p> <p>Puede disponibilizar simultáneamente servicios de GPON y de Gigabit Ethernet.</p>

Ambiente de Instalación	Ambientes con control de temperatura
Compatibilidad	ONT GPON FK-ONT-G420R

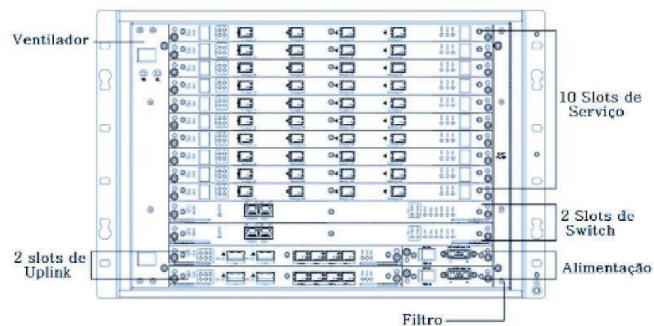
Overview del Producto


Figura C-21: Chasis OLT

ESPECIFICACIÓN TÉCNICA
2720 - V 2 (21/05/2013)

Características Generales

- Switch agregador (296Gbps);
- Aplicaciones de sistemas IP en convergencia;
- Presenta alimentación redundante;
- Presenta redundancia de switch;
- Presenta redundancia ou agragación de uplink;
- Presenta módulo de servicio con puertos PON en redundancia;
- Presenta filtro de aire e ventilación;

- SLOTS:

	Switching	Servicio	Red (Uplink)
Número de SLOTS / chasis	2	10	2
Número de puertos / SLOT	2 puertos de acceso	4 puertos PON ou 4 puertos GE	2 puertos 10GE + 4 puertos GE

Total: 14 slots hot swappable.

Slots no ocupados deben ser cerrados con paneles de cierre.

*** Los módulos y puertos con que se componen el Chasis son suministrados em separado.**

Características Dimensionales

Especificaciones ambientales

Transferencia de calor:

- Entrada de aire: lado derecho del chasis
- Salida de aire: lado izquierdo del chasis

Temperatura de funcionamiento:

- 0°C a 50°C

Temperatura de almacenamiento:

- -40°C a 70°C

Humedad de funcionamiento:

- 0% a 90% (sin condensación)

Alimentación DC:

- -48/60 V

Consumo máximo de energía:

- 390W

ESPECIFICACIÓN TÉCNICA
2720 - V 2 (21/05/2013)
Puerta GPON**MÓDULO SFP**

- Longitud de onda: 1490nm/1310nm
- Distancia: 20 kilómetros
- Modo: monomodo
- Conector: SC-UPC
- Velocidad de datos: 2.5Gbit/s (down), 1.25Gbit/s (up)
- Tipo de la base: Single Core
- Temperatura de funcionamiento: -40 °C ~ 85 °C

Puerto de Uplink

MÓDULOS SFP	
SFP-GE-SX	<ul style="list-style-type: none"> • Longitud de onda: 850 nm • Distancia: 550m • Modo: multimodo • Conector: LC • Tasa de datos: 1.25Gbit/s • Núcleo: Dual Core • Temperatura de Operación: 0°C - 70°C
SFP-GE-LX10	<ul style="list-style-type: none"> • Longitud de onda: 1310nm • Distancia: 10km • Modo: monomodo • Conector: LC • Tasa de datos: 1.25Gbit/s • Núcleo: Dual Core • Temperatura de Operación: 0°C - 70°C
SFP-GE-LX20	<ul style="list-style-type: none"> • Longitud de onda: 1310nm • Distancia: 20km • Modo: monomodo • Conector: LC • Tasa de datos: 1.25Gbit/s • Núcleo: Dual Core • Temperatura de Operación: 0°C - 70°C
SFP-GE-LX40	<ul style="list-style-type: none"> • Longitud de onda: 1310nm • Distancia: 40km • Modo: monomodo • Conector: LC • Tasa de datos: 1.25Gbit/s • Núcleo: Dual Core • Temperatura de Operación: 0°C - 70°C
MÓDULOS XFP	
XFP-10GE-SR	<ul style="list-style-type: none"> • Longitud de onda: 850nm • Distancia: 300m • Modo: multimodo • Conector: LC • Tasa de datos: 10.3125Gbit/s



Ese informativo es de autoría y propiedad exclusiva de Furukawa Industrial S.A. Productos Eléctricos. Es vedada su reproducción en el todo o en parte sin mencionar su autoría, así como la alteración de su contenido o contexto. 13/01/2014 17:34

3 / 5

Figura C-23: Chasis OLT

ESPECIFICACIÓN TÉCNICA
2720 - V 2 (21/05/2013)

	<ul style="list-style-type: none"> • Núcleo: Dual Core • Temperatura de Operación: 0°C - 70°C
XFP-10GE-LR	<ul style="list-style-type: none"> • Longitud de onda: 1310nm • Distancia: 10km • Modo: monomodo • Conector: LC • Tasa de datos: 9.95 - 11.08Gbit/s • Núcleo: Dual Core • Temperatura de Operación: 0°C - 70°C
XFP-10GE-ER	<ul style="list-style-type: none"> • Longitud de onda: 1550nm • Distancia: 40km • Modo: monomodo • Conector: LC • Núcleo: Dual Core • Temperatura de Operación: 0°C - 70°C

Funciones

Beneficios del producto

- SFU / PON / Uplink / Fuente de alimentación redundante;
- In Service Software Upgrade (ISSU);
- Non Stop Forwarding (NSF);
- Non stop routing (NSR) para los protocolos de enrutamiento específicas.

GPON

- Compatible con ITU-T G.984.4 para la Interfaz de Gestión y Control (ONT OMCI);
- Gestión remota de ONT / MDU;
- Soporta NSR y SR DBA (G.984.3);
- Soporta múltiples T-ports por ONT;
- Soporta hasta 64 (max. 128) conexiones en una sola fibra;
- Soporta 2.5Gbps downstream y 1.25Gbps upstream;
- Distancia de transmisión máxima: 60 kilómetros.

Capa 2

- Estándar Ethernet Bridging;
- Soporta 32K MAC;
- Soporta 4K Vlans activos a través de 802.1Q tagged;
- Port/Subnet/Protocol-based VLAN;
- VLAN stacking/translation;
- Spanning Tree (STP, RSTP y MSTP);
- Agregación de links basado en MAC o dirección IP según 802.3ab;
- Marcos hasta 9K

Capa 3

- Enrutamiento IPv4;
- Ruta estática;
- RIPv1/v2;



Ese informativo es de autoría y propiedad exclusiva de Furukawa Industrial S.A. Productos Eléctricos. Es vedada su reproducción en el todo o en parte sin mencionar su autoría, así como la alteración de su contenido o contexto. 13/01/2014 17:34

4 / 5

Figura C-24: Chasis OLT

ESPECIFICACIÓN TÉCNICA
2720 - V 2 (21/05/2013)

- OSPFv2;
- BGPv4;
- Virtual Router Redundancy Protocol (VRRP);

Multicast

- IGMPv1/v2/v3;
- IGMP Snooping;
- IGMP Proxy;
- IGMP static join;
- Multicast Vlan Registration (MVR);
- PIM-SM, SSM;

QoS

- Traffic scheduling (SP, WRR e DRR);
- 8 colas por puerto;
- Limitación condicional de tasas;
- Colas de asignación de acuerdo a la entrada / salida del puerto, MAC, 802.1Q, 802.1p ToS / DSCP, IP SA / DA, TCP / UDP;
- Control de acceso basado en listas de puertos, direcciones MAC, tipo de Ethernet, IP SA / DA, IP Multicast, TCP / UDP.

Seguridad

- Autenticación basada en 802.1x MAC / puerto;
- Storm control para broadcast, mullicas y paquetess unicast desconocidos;
- Protección DoS;
- Gestión Out-of-band;
- IP Source Guard;
- Secure Shell (SSH) v1/v2.

Gestión

- Serie / Telnet (CU);
- SNMPv1/v2/v3;
- DHCP server, cliente relay con la opción 82;
- Gestión IP única;
- RMON;
- Syslog;
- Link Layer Discovery Protocol (LLDP).

OSP

Distribution

Orbital 288, 576

The new ORBITAL Fiber Distribution Cabinet (FDC) 288 and 576 solve the usual routing problems with the new and innovative ORBITAL fiber management system. By combining the radial fiber routing with our components' superior optical performance, the ORBITAL FDC 288 and 576 are the next generation in FTTx splitter management systems.



Orbital 288



Orbital 576

Closure/Cabinet/Splitter

Features and Benefits

- Serves up to 288 or 576 homes
- Provides short fiber runs
- Minimizes fiber routing congestion
- Easier and faster parking of unused splitter connections
- MPO splitter module support 1×8, 16, 32
- The orbital FDC 288's modular design allows incremental usage of splitters that helps to reduce the amount of congestion inside the cabinet
- Extensive and easily-accessible parking - up to 77% less parking required due to MPO fanout (Please note this: when a fanout is added for a single subscriber, 7 connectors must be parked. When a splitter module is added for a single subscriber, 31 connectors must be parked)
- It can maximize splitter and OLT usage

Specification

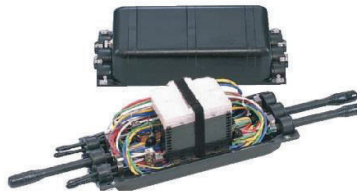
Cable entry	Splitter module	Connector	Number of connection
Bottom	1×8	SC and MPO passive splitter module	288
	1×16 1×32		576

Figura C-26: Cabina de Distribución

Underground

Underground Closure J363

The J363 closure is for underground application suitable for high fiber count connections (Max. 1200 fiber splicing). Compact design allows installation in hand hole, which is suitable for feeder cable connection.



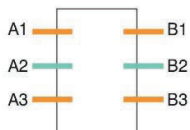
Features and Benefits

- Underground application
- Allows installation in hand hole (Small size)
- High fiber counts connection
- Enable to accommodate water immersion sensor (Optional)

Specification

Item		Specification		Remark
Product name		J363		
Product No.		J363 <T9>		
Dimension (H×W×L mm)		200×200×550		—
Weight (kg)		11.0		—
Water proof		IPX7		—
Environmental condition		Temperature: -20 to +60°C Humidity: 0 to 100%RH		—
Max. cable entry	Cable size	φ 7-30 mm	2 cables/side	Information for cable outer diameter is required
		φ 8-35 mm	1 cables/side	
	Strength member outer diameter (mm)	≤ 6		
Max. fiber splices	Single fiber	150		10 splices/tray
	2-fiber ribbon	300		10 splices/tray
	4-fiber ribbon	600		10 splices/tray
	8-fiber ribbon	1200		10 splices/tray
Applicable splitter		1×4, 1×8		—

Installation



Position	Applicable cable type	Position	Applicable cable type
A1 (mm)	φ 7-30	B1 (mm)	φ 7-30
A2 (mm)	φ 8-35	B2 (mm)	φ 8-35
A3 (mm)	φ 7-30	B3 (mm)	φ 7-30

Closure/Cabinet/Splitter

Figura C-27: Clousure

OLT

EQUIPOS *FIBERHOME*

FiberHome AN5516 OLT Series

AN5516 OLT equipment is a carrier-class 10 Gigabit PON Platform as central office equipment, which adopts industry-leading technology and supports full front card & front lines design, and high-density XPON port cards. In addition, it supports uplink interfaces on GE/10GE/STM-1/E1, which can be shared on the same platform with GPON/EPON/10G PON/P2P for sustainable evolution to make the network construction more effectively. Using high performance chips makes it cost effective, green and network reliable

➤ AN5516 OLT Series



**AN5516-06B High Capacity
OLT (11U)**

➤ Large carrier-class central office equipment

➤ Super Access Ability

- High capacity and Density carrier-class 10 Gigabit platforms supporting 128 PON ports, switch card capacity of 976 G and backplane bus capacity of 3.52 T.
- Support 1*10GE+ 4*GE ,2*10GE+ 2*GE and 6*GE (optical or electrical)
- Support STM-1/E1 private uplink interface and Maximum up to 16*16GE downlink interfaces.
- It has capability to support split-ratio of 1:32/64/128 long haul transmission and CLASS C+ enabled optical module.

➤ Multi-service Access

- Provide Internet, Voice, IPTV, CATV and TDM services.
- Support IEEE 1588v2 protocol and 1PPS+TOD Clock interface.
- Support OSPF, VRRP and RIP L3 protocols.
- Common platform of EPON/GPON/10G PON/P2P for FTTX Smooth evolution.

➤ High Reliability Optimization Design

- Standard 19" inches cabinet supporting 16 service slots.
- Full front card and front lines design.
- Support hot plug for all cards and PON modules.
- Support redundancy error-check protection for services, controller and uplink cards.
- End-to-end protection, uplink ports RSTP/LACP protection and downlink PON port millisecond level switch protection.

➤ Green Energy

- With high performance and low power consumption chip the overall power consumption is lower than the average industry level
- 8-level temperature control intelligent fan supporting free ports sleep mode and energy saving



AN5516-06 Medium OLT (6U)

Figura C-28: Equipo OLT *FiberHome*



- **Compact carrier-class central office equipment**
- Suitable for medium-sized density equipment users
- Dimensions (mm) 480W/265H/230D
- Total Slot 10
- Service Slot 6
- Switch card capacity 976G
- Backplane bus capacity 1.6T
- Support 48 PON Ports
- Common platform of EPON/GPON/10G PON/P2P
- Common software and interface card sharing with AN5516-06B



AN5516-04 Mini OLT (2U)

- **Mini carrier-class central office equipment**
- Suitable for low density users access
- Dimensions (mm) 480W/88H/239D
- Total Slot 5
- Service Slot 2
- Switch card capacity 488G
- Backplane bus capacity 800G
- Support 16 PON Ports
- Common platform for EPON/GPON/10G PON/P2P
- Common software and interface card sharing with AN5516-06B

- **Typical Network**

Figura C-29: Equipo OLT *FiberHome*

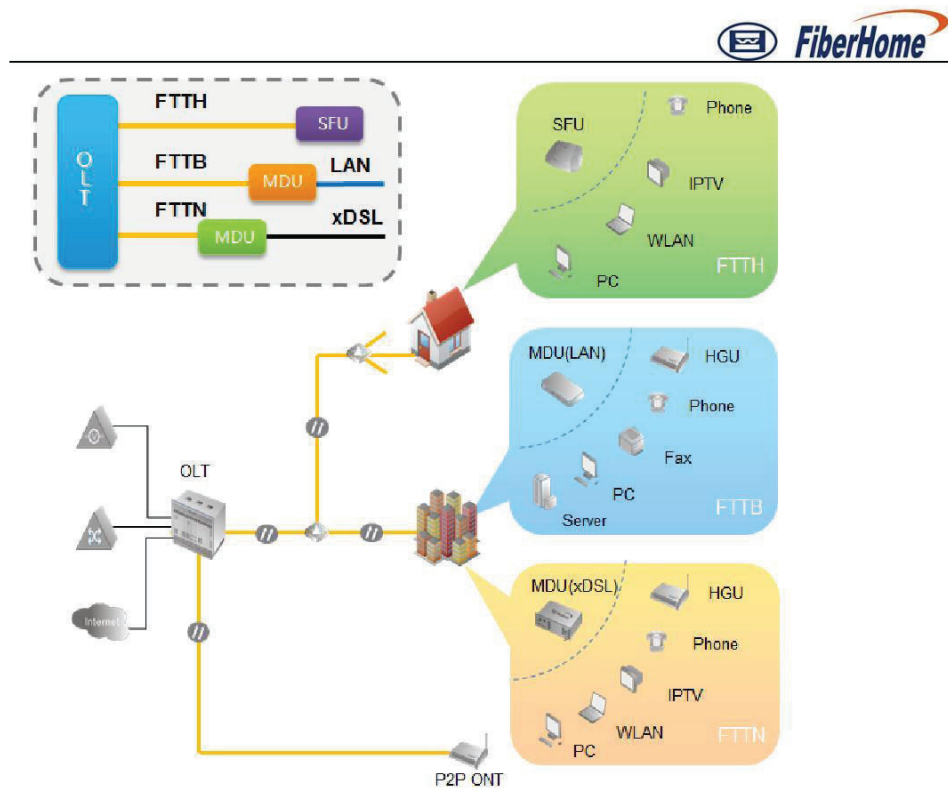


Figura C-30: Equipo OLT *FiberHome*

ONT

EQUIPOS *FIBERHOME***FiberHome GPON SFU/ONT Series**

AN5506 EPON SFU/ONT series equipments are independently developed and manufactured by FiberHome, which is a leader in FTTH/ FTTO broadband access network field in China.

AN5506 series can be properly manageable added with features such as high-bandwidth, high reliability, low power consumption and satisfy the users requirement to access broadband, voice, data, video and etc.

Physical Appearance

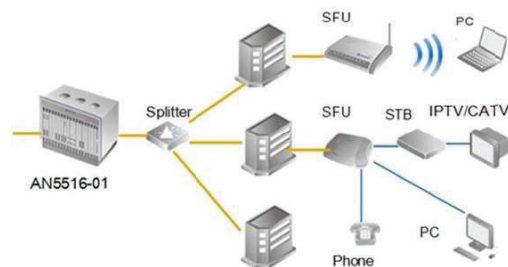
Indoor Modules



Outdoor Modules

**Solutions:**

SFU is applied to meet multi-service demands for single family or enterprise in FTTO/FTTO scenarios, which get uplink access through PON and is deployed in the houses for the user's differential demands like broadband/voice and video etc.

**Advantages**

- Suitable for home broadband, e-government and enterprise access with integrated access demands of broadband, voice, data and video etc.
- Providing complete series of FTTH solutions for pure data, double play and triple play services, both indoor and outdoor types can be applied to meet the different application environment.

Figura C-31: Equipos ONT *FiberHome*



- The outdoor type of ONT with cast-aluminum shell adopts an industrial design.
- Support user-friendly GUI with plug-in and play capability instead of field configuration.
- High efficiency management and maintenance with port based mode configuration as well as port based status query.
- Carrier-level reliability in hardware/,software and other system design to fully guarantee the normal operation of equipment.

GPON Series SFU Specifications

Type	AN5506-01A	AN5506-01B	AN5506-04A	AN5506-04AW	AN5506-04B	AN5506-04C	AN5506-04FG
Diagram							
H/W/D	27×163×117	27×163×117	32×170×130	111×178×199	32×170×130	35×210×150	45×235×190
Network Side Interface	GPON	GPON	GPON	GPON	GPON	GPON	GPON
User Side Interface	1*GE	1*FE+1*POTS	4*FE	4*FE	4*FE/GE+2*POTS	4*FE+2*POTS+1*CATV	4*GE+2*POTS+1*WIFI
Power Supply	AC: 220V	AC: 220V	AC: 220V	AC: 220V	AC: 220V	AC: 220V	AC: 220V
Power	≤3.5W	≤3.5W	≤4.8W	≤4.8W	≤5W	≤6W	≤6W
Lightning Protection	Power 4KV, user interface 1.5KV	Power 4KV, user interface 1.5KV	Power 4KV, user interface 1.5KV	Power 6KV, user interface 4KV	Power 4KV, user interface 1.5KV	Power 4KV, user interface 1.5KV	Power 4KV, user interface 1.5KV
Operating Temperature	-10℃~55℃	-10℃~55℃	-10℃~55℃	-30℃~75℃	-10℃~55℃	-10℃~55℃	-10℃~55℃
Ambient Humidity	Non-condensing, 10%~90%	Non-condensing, 10%~90%	Non-condensing, 10%~90%	Non-condensing, 5%~100%	Non-condensing, 10%~90%	Non-condensing, 10%~90%	Non-condensing, 10%~90%

Product Characteristics

GPON Feature	Complied with ITU G.984 series of standards
Broadband	VLAN number: 4K, QinQ, VLAN 1:1 and N: 1 translation
	Support dual management model based on DBA technology and priority ACL filtering and unicast/multicast/broadcast service suppression for unknown packet
Multicast	IGMP V2/V3
	IGMP Snooping Multicast program number: 1024
Voice	H.248/SIP protocol
Security	PPPoE and DHCP Option82
	AES-128, Triple Churning
	MAC/IP filter, binding function
	Anti-DOS attack, firewall function
Maintenance Management	Ethernet looping detection
	Support port state query Support remote upgrading and remote monitoring

Figura C-32: Equipos ONT *FiberHome*

FIBRA ÓPTICA

Drop

G.652, D and G.657, A1

Drop Cable

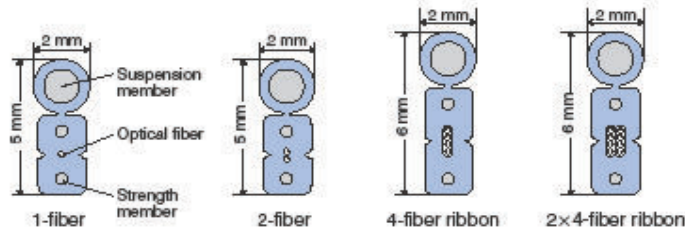
Drop cable is designed for last-one-mile in the FTTx network, enhancing the accessibility to the fiber and maximizes the installation workability.



Optical Fiber Cable

Features and Benefits

- Time proven technologies with long supplied record
- Easy jacket removal without special tools
- Self support structure
- Compact cable size
- Available with flame retardant jacket
- Available from 1 to 8-fiber counts



Specification

Item		Specification			
Cable type		Drop cable			
Fiber count		1	2	4	8
Outer diameter (W×H mm)		2.0×5.0		2.0×6.0	
Suspension member (mm)		φ 1.2			
Strength member (mm)	Metallic	Steel wire: φ 0.4			
	Non-metallic	FRP: φ 0.5			
Weight (kg/km)		20		25	
Maximum pulling tension (N)		460			
Minimum bending radius (mm)	With suspension member		240		
	Without suspension member	metallic	Dynamic: 30	Static: 15	Dynamic: 50 Static: 50
non-metallic		Dynamic: 50	Static: 15		
Standard length (m)		500			

* This is typical specification. Furukawa Electric reserves the right to improve, enhance and modify the specification of these products without prior notification.

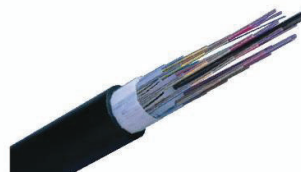
Figura C-33: Cable fibra óptica drop

Underground

SZ-Slotted Core Cable

- G.655, C, D
- G.655, C, E and G.656
- G.652, D
- G.652, D and G.657, A1

SZ-slotted core cable is designed for feeder cable in underground duct application and/or Mid-Span Access (mid-span cable branch), realizing the ease of FTTx network construction. Either 4-fiber or 8-fiber ribbons are accommodated into the grooves, reducing the splicing time during the installation.

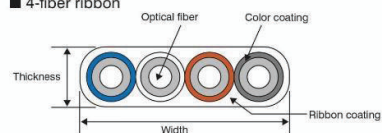


Features and Benefits

- **Easy mid-span access**
- **High density fiber count** - Up to 800-fiber counts are available
- **Mass fusion splice** - Reduces the splicing time
- **Totally dry core structure** enhances the installation workability
- Proven slotted core design provides outstanding optical fiber protection
- Available with full range of fiber types
- Cable structure is customizable upon the request

Cross Sectional View of Fiber Ribbon

4-fiber ribbon



Item	4-fiber ribbon	8-fiber ribbon
Optical fiber count	4	8
Ribbon coating (µm)	Material	UV curable acrylate
	Width	1100±100 / 2100±100
	Thickness	320±50
Identification	Color coating	

8-fiber ribbon



Specification

Item	Specification							
	4-fiber ribbon				8-fiber ribbon			
Fiber ribbon type	4-24	28-60	64-100	104-200	204-300	304-400	408-640	648-800
Fiber count	4-24	28-60	64-100	104-200	204-300	304-400	408-640	648-800
Outer diameter (mm)	9	10.5	13	16.5	21	20.5	23	28.5
Weight (kg/km)	65	80	115	185	305	260	360	510
Maximum pulling tension (N)	630	820	1290	1710	2180	2180	3690	3690
Minimum bending radius (mm)	90	105	130	165	210	205	230	285

* This is typical specification. Furukawa Electric reserves the right to improve, enhance and modify the specification of these products without prior notification.

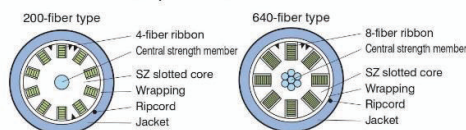
Fundamental Construction

Cable core structure



The ribbon is easily taken off from the slotted core at the any point of the network (mid-span access).

Example of cross sectional view



Optical Fiber Cable

Figura C-34: Cable fibra óptica soterrado

ANEXO D

Recaudación anual

EJEMPLO DE CÁLCULO

Recaudación anual de Datos

DATOS Año 1										
Velocidad	Cientes antiguos	Cientes nuevos	Aporte adicional clientes antiguos	Aporte clientes nuevos	Inscripción	Total clientes antiguos	Total clientes nuevos	Total inscripción	Total Recaudado	
1.1 – 2 Mbps	6	7	\$10,50	\$88,90	\$90,00	\$63,00	\$622,30	\$630,00	\$1.315,30	
2.1 – 3 Mbps	2	2	\$17,35	\$99,90	\$360,00	\$34,70	\$199,80	\$867,60	\$1.102,10	
3.1 – 4 Mbps	15	16	\$10,38	\$105,50	\$360,00	\$155,70	\$1.688,00	\$3.470,40	\$5.314,10	
4.1 – 5 Mbps	10	12	\$8,79	\$109,90	\$360,00	\$87,90	\$1.318,80	\$9.543,60	\$10.950,30	
5.1 – 6 Mbps	9	10	\$15,49	\$129,90	\$360,00	\$139,41	\$1.299,00	\$8.676,00	\$10.114,41	
6.1 – 7 Mbps	1	1	\$67,78	\$199,90	\$360,00	\$67,78	\$199,90	\$2.602,80	\$2.870,48	
7.1 – 8 Mbps	7	8	\$97,12	\$259,90	\$360,00	\$679,84	\$2.079,20	\$4.338,00	\$7.097,04	
8 Mbps -10 Mbps	37	43	\$118,03	\$349,90	\$360,00	\$4.367,11	\$15.045,70	\$2.602,80	\$22.015,61	
Total	87	99				\$5.595,44	\$22.452,70	\$32.731,20	\$60.779,34	

Tabla D-1 : Recaudación anual de Datos Año 1

DATOS AÑO 2											
Velocidad	Cientes antiguos	Cientes nuevos	Cientes nuevos sin inscripción	Aporte adicional clientes antiguos	Aporte clientes nuevos	Inscripción	Total clientes antiguos	Total clientes nuevos	Total inscripción	Total Recaudado	
1.1 – 2 Mbps	6	7	7	\$10,50	\$88,90	\$90,00	\$63,00	\$622,30	\$0,00	\$685,30	
2.1 – 3 Mbps	2	2	2	\$17,35	\$99,90	\$360,00	\$34,70	\$199,80	\$0,00	\$234,50	
3.1 – 4 Mbps	15	16	16	\$10,38	\$105,50	\$360,00	\$155,70	\$1.688,00	\$0,00	\$1.843,70	
4.1 – 5 Mbps	10	12	12	\$8,79	\$109,90	\$360,00	\$87,90	\$1.318,80	\$0,00	\$1.406,70	
5.1 – 6 Mbps	9	10	10	\$15,49	\$129,90	\$360,00	\$139,41	\$1.299,00	\$0,00	\$1.438,41	
6.1 – 7 Mbps	1	1	1	\$67,78	\$199,90	\$360,00	\$67,78	\$199,90	\$0,00	\$267,68	
7.1 – 8 Mbps	7	8	8	\$97,12	\$259,90	\$360,00	\$679,84	\$2.079,20	\$0,00	\$2.759,04	
8 Mbps -10 Mbps	37	43	43	\$118,03	\$349,90	\$360,00	\$4.367,11	\$15.045,70	\$0,00	\$19.412,81	
Total	87	99	99				\$5.595,44	\$22.452,70	\$0,00	\$28.048,14	

Tabla D-2: Recaudación anual de Datos Año 2

DATOS AÑO 3										
Velocidad	Clientes antiguos	Clientes nuevos	Cientes nuevos sin inscripción	Aporte adicional clientes antiguos	Aporte clientes nuevos	Inscripción	Total clientes antiguos	Total clientes nuevos	Total inscripción	Total Recaudado
1.1 – 2 Mbps	6	7	7	\$10,50	\$88,90	\$90,00	\$63,00	\$622,30	\$0,00	\$685,30
2.1 – 3 Mbps	2	2	2	\$17,35	\$99,90	\$360,00	\$34,70	\$199,80	\$0,00	\$234,50
3.1 – 4 Mbps	15	17	16	\$10,38	\$105,50	\$360,00	\$155,70	\$1.793,50	\$360,00	\$2.309,20
4.1 – 5 Mbps	10	12	12	\$8,79	\$109,90	\$360,00	\$87,90	\$1.318,80	\$0,00	\$1.406,70
5.1 – 6 Mbps	9	10	10	\$15,49	\$129,90	\$360,00	\$139,41	\$1.299,00	\$0,00	\$1.438,41
6.1 – 7 Mbps	1	1	1	\$67,78	\$199,90	\$360,00	\$67,78	\$199,90	\$0,00	\$267,68
7.1 – 8 Mbps	7	8	8	\$97,12	\$259,90	\$360,00	\$679,84	\$2.079,20	\$0,00	\$2.759,04
8 Mbps -10 Mbps	37	44	43	\$118,03	\$349,90	\$360,00	\$4.367,11	\$15.395,60	\$360,00	\$20.122,71
Total	87	101					\$5.595,44	\$22.908,10	\$720,00	\$29.223,54

Tabla D-3: Recaudación anual de Datos Año 3

DATOS AÑO 4											
Velocidad	Cientes antiguos	Cientes nuevos	Cientes nuevos sin inscripción	Aporte adicional clientes antiguos	Aporte clientes nuevos	Inscripción	Total clientes antiguos	Total clientes nuevos	Total inscripción	Total Recaudado	
1.1 – 2 Mbps	6	7	7	\$10,50	\$88,90	\$90,00	\$63,00	\$622,30	\$0,00	\$685,30	
2.1 – 3 Mbps	2	2	2	\$17,35	\$99,90	\$360,00	\$34,70	\$199,80	\$0,00	\$234,50	
3.1 – 4 Mbps	15	17	17	\$10,38	\$105,50	\$360,00	\$155,70	\$1.793,50	\$0,00	\$1.949,20	
4.1 – 5 Mbps	10	12	12	\$8,79	\$109,90	\$360,00	\$87,90	\$1.318,80	\$0,00	\$1.406,70	
5.1 – 6 Mbps	9	10	10	\$15,49	\$129,90	\$360,00	\$139,41	\$1.299,00	\$0,00	\$1.438,41	
6.1 – 7 Mbps	1	1	1	\$67,78	\$199,90	\$360,00	\$67,78	\$199,90	\$0,00	\$267,68	
7.1 – 8 Mbps	7	8	8	\$97,12	\$259,90	\$360,00	\$679,84	\$2.079,20	\$0,00	\$2.759,04	
8 Mbps -10 Mbps	37	44	44	\$118,03	\$349,90	\$360,00	\$4.367,11	\$15.395,60	\$0,00	\$19.762,71	
Total	87	101					\$5.595,44	\$22.908,10	\$0,00	\$28.503,54	

Tabla D-4: Recaudación anual de Datos Año 4

DATOS AÑO 5

Velocidad	Cientes antiguos	Cientes nuevos	Cientes nuevos sin inscripción	Aporte adicional clientes antiguos	Aporte clientes nuevos	Inscripción	Total clientes antiguos	Total clientes nuevos	Total inscripción	Total Recaudado
1.1 – 2 Mbps	6	7	7	\$10,50	\$88,90	\$90,00	\$63,00	\$622,30	\$0,00	\$ 685,30
2.1 – 3 Mbps	2	2	2	\$17,35	\$99,90	\$360,00	\$34,70	\$199,80	\$0,00	\$234,50
3.1 – 4 Mbps	15	18	17	\$10,38	\$105,50	\$360,00	\$155,70	\$1.899,00	\$360,00	\$2.414,70
4.1 – 5 Mbps	10	12	12	\$8,79	\$109,90	\$360,00	\$87,90	\$1.318,80	\$0,00	\$1.406,70
5.1 – 6 Mbps	9	10	10	\$15,49	\$129,90	\$360,00	\$139,41	\$1.299,00	\$0,00	\$1.438,41
6.1 – 7 Mbps	1	1	1	\$67,78	\$199,90	\$360,00	\$67,78	\$199,90	\$0,00	\$267,68
7.1 – 8 Mbps	7	8	8	\$97,12	\$259,90	\$360,00	\$679,84	\$2.079,20	\$0,00	\$2.759,04
8 Mbps -10 Mbps	37	44	44	\$118,03	\$349,90	\$360,00	\$4.367,11	\$15.395,60	\$0,00	\$19.762,71
Total	87	102					\$5.595,44	\$23.013,60	\$360,00	\$28.969,04

Tabla D-5: Recaudación anual de Datos Año 5

DATOS	AÑO 0	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5
USUARIOS DATOS	0	241	250	265	275	290
RECAUDACIÓN ANUAL	0	\$60.779,34	\$28.048,14	\$29.223,54	\$28.503,54	\$28.969,04

Tabla D-5: Recaudación anual de Datos en el período de 5 años

EJEMPLO DE CÁLCULO

Recaudación anual de Internet

INTERNET Año 1											
Velocidad	Cientes antiguos	Cientes nuevos	Aporte adicional clientes antiguos	Aporte nuevos	Inscripción	Total clientes antiguos	Total clientes nuevos	Total inscripción	Total Recaudado		
1.1 – 2 Mbps	8	14	\$18,80	\$55,90	\$90,00	\$150,40	\$782,60	\$1.260,00	\$2.193,00		
2.1 – 3 Mbps	5	10	\$18,00	\$65,90	\$90,00	\$90,00	\$659,00	\$867,60	\$1.616,60		
3.1 – 4 Mbps	19	39	\$26,15	\$79,90	\$90,00	\$496,85	\$3.116,10	\$3.470,40	\$7.083,35		
4.1 – 5 Mbps	14	27	\$27,48	\$89,90	\$360,00	\$384,72	\$2.427,30	\$9.543,60	\$12.355,62		
5.1 – 6 Mbps	12	24	\$27,39	\$99,90	\$360,00	\$328,68	\$2.397,60	\$8.676,00	\$11.402,28		
6.1 – 7 Mbps	3	7	\$26,68	\$109,90	\$360,00	\$80,04	\$769,30	\$2.602,80	\$3.452,14		
7.1 – 8 Mbps	6	12	\$34,13	\$129,90	\$360,00	\$204,78	\$1.558,80	\$4.338,00	\$6.101,58		
8.1 – 9 Mbps	3	7	\$94,67	\$199,90	\$360,00	\$284,01	\$1.399,30	\$2.602,80	\$4.286,11		
9.1 – 10 Mbps	3	7	\$106,57	\$259,90	\$360,00	\$319,71	\$1.819,30	\$2.602,80	\$4.741,81		
> 10 Mbps	47	94	\$91,69	\$299,90	\$360,00	\$4.309,43	\$28.190,60	\$33.836,40	\$66.336,43		
Total		241				\$6.648,62	\$43.119,90	\$69.800,40	\$119.568,92		

Tabla D-6: Recaudación anual de Internet Año 1

INTERNET AÑO 2										
Velocidad	Cientes antiguos	Cientes nuevos	Cientes nuevos sin inscripción	Aporte adicional clientes antiguos	Aporte clientes nuevos	Inscripción	Total clientes antiguos	Total clientes nuevos	Total inscripción	Total Recaudación
1.1 – 2 Mbps	8	15	14	\$18,80	\$55,90	\$90,00	\$150,40	\$838,50	\$90,00	\$1.078,90
2.1 – 3 Mbps	5	10	10	\$18,00	\$65,90	\$90,00	\$90,00	\$659,00	\$0,00	\$749,00
3.1 – 4 Mbps	19	40	39	\$26,15	\$79,90	\$90,00	\$496,85	\$3.196,00	\$90,00	\$3.782,85
4.1 – 5 Mbps	14	28	27	\$27,48	\$89,90	\$360,00	\$384,72	\$2.517,20	\$360,00	\$3.261,92
5.1 – 6 Mbps	12	25	24	\$27,39	\$99,90	\$360,00	\$328,68	\$2.497,50	\$360,00	\$3.186,18
6.1 – 7 Mbps	3	7	7	\$26,68	\$109,90	\$360,00	\$80,04	\$769,30	\$0,00	\$849,34
7.1 – 8 Mbps	6	13	12	\$34,13	\$129,90	\$360,00	\$204,78	\$1.688,70	\$360,00	\$2.253,48
8.1 – 9 Mbps	3	7	7	\$94,67	\$199,90	\$360,00	\$284,01	\$1.399,30	\$0,00	\$1.683,31
9.1 – 10 Mbps	3	7	7	\$106,57	\$259,90	\$360,00	\$319,71	\$1.819,30	\$0,00	\$2.139,01
> 10 Mbps	47	98	94	\$91,69	\$299,90	\$360,00	\$4.309,43	\$29.390,20	\$1.440,00	\$35.139,63
Total		250					\$6.648,62	\$44.775,00	\$2.700,00	\$54.123,62

Tabla D-7: Recaudación anual de Internet Año 2

INTERNET AÑO 3											
Velocidad	Clientes antiguos	Clientes nuevos	Clientes nuevos sin inscripción	Aporte adicional clientes antiguos	Aporte clientes nuevos	Inscripción	Total clientes antiguos	Total clientes nuevos	Total inscripción	Total Recaudado	
1.1 – 2 Mbps	8	16	15	\$18,80	\$55,90	\$90,00	\$150,40	\$894,40	\$90,00	\$1.134,80	
2.1 – 3 Mbps	5	11	10	\$18,00	\$65,90	\$90,00	\$90,00	\$724,90	\$90,00	\$904,90	
3.1 – 4 Mbps	19	42	40	\$26,15	\$79,90	\$90,00	\$496,85	\$3.355,80	\$180,00	\$4.032,65	
4.1 – 5 Mbps	14	29	28	\$27,48	\$89,90	\$360,00	\$384,72	\$2.607,10	\$360,00	\$3.351,82	
5.1 – 6 Mbps	12	27	25	\$27,39	\$99,90	\$360,00	\$328,68	\$2.697,30	\$720,00	\$3.745,98	
6.1 – 7 Mbps	3	8	7	\$26,68	\$109,90	\$360,00	\$80,04	\$879,20	\$360,00	\$1.319,24	
7.1 – 8 Mbps	6	13	13	\$34,13	\$129,90	\$360,00	\$204,78	\$1.688,70	\$0,00	\$1.893,48	
8.1 – 9 Mbps	3	8	7	\$94,67	\$199,90	\$360,00	\$284,01	\$1.599,20	\$360,00	\$2.243,21	
9.1 – 10 Mbps	3	8	7	\$106,57	\$259,90	\$360,00	\$319,71	\$2.079,20	\$360,00	\$2.758,91	
> 10 Mbps	47	103	98	\$91,69	\$299,90	\$360,00	\$4.309,43	\$30.889,70	\$1.800,00	\$36.999,13	
Total		265					\$6.648,62	\$47.415,50	\$4.320,00	\$58.384,12	

Tabla D-8: Recaudación anual de Internet Año 3

INTERNET AÑO 4										
Velocidad	Clientes antiguos	Clientes nuevos	Clientes nuevos sin inscripción	Aporte adicional clientes antiguos	Aporte clientes nuevos	Inscripción	Total clientes antiguos	Total clientes nuevos	Total inscripción	Total Recaudado
1.1 – 2 Mbps	8	17	16	\$18,80	\$55,90	\$90,00	\$150,40	\$950,30	\$90,00	\$1.190,70
2.1 – 3 Mbps	5	11	11	\$18,00	\$65,90	\$90,00	\$90,00	\$724,90	\$0,00	\$814,90
3.1 – 4 Mbps	19	44	42	\$26,15	\$79,90	\$90,00	\$496,85	\$3.515,60	\$180,00	\$4.192,45
4.1 – 5 Mbps	14	30	29	\$27,48	\$89,90	\$360,00	\$384,72	\$2.697,00	\$360,00	\$3.441,72
5.1 – 6 Mbps	12	28	27	\$27,39	\$99,90	\$360,00	\$328,68	\$2.797,20	\$360,00	\$3.485,88
6.1 – 7 Mbps	3	8	8	\$26,68	\$109,90	\$360,00	\$80,04	\$879,20	\$0,00	\$959,24
7.1 – 8 Mbps	6	14	13	\$34,13	\$129,90	\$360,00	\$204,78	\$1.818,60	\$360,00	\$2.383,38
8.1 – 9 Mbps	3	8	8	\$94,67	\$199,90	\$360,00	\$284,01	\$1.599,20	\$0,00	\$1.883,21
9.1 – 10 Mbps	3	8	8	\$106,57	\$259,90	\$360,00	\$319,71	\$2.079,20	\$0,00	\$2.398,91
> 10 Mbps	47	107	103	\$91,69	\$299,90	\$360,00	\$4.309,43	\$32.089,30	\$1.440,00	\$37.838,73
Total		275					\$6.648,62	\$49.150,50	\$2.790,00	\$58.589,12

Tabla D-9: Recaudación anual de Internet Año 4

INTERNET AÑO 5										
Velocidad	Cientes antiguos	Cientes nuevos	Cientes nuevos sin inscripción	Aporte adicional clientes antiguos	Aporte clientes nuevos	Inscripción	Total clientes antiguos	Total clientes nuevos	Total inscripción	Total Recaudado
1.1 – 2 Mbps	8	17	17	\$18,80	\$55,90	\$90,00	\$150,40	\$950,30	\$0,00	\$1.100,70
2.1 – 3 Mbps	5	12	11	\$18,00	\$65,90	\$90,00	\$90,00	\$790,80	\$90,00	\$970,80
3.1 – 4 Mbps	19	45	44	\$26,15	\$79,90	\$90,00	\$496,85	\$3.595,50	\$90,00	\$4.182,35
4.1 – 5 Mbps	14	32	30	\$27,48	\$89,90	\$360,00	\$384,72	\$2.876,80	\$720,00	\$3.981,52
5.1 – 6 Mbps	12	29	28	\$27,39	\$99,90	\$360,00	\$328,68	\$2.897,10	\$360,00	\$3.585,78
6.1 – 7 Mbps	3	9	8	\$26,68	\$109,90	\$360,00	\$80,04	\$989,10	\$360,00	\$1.429,14
7.1 – 8 Mbps	6	15	14	\$34,13	\$129,90	\$360,00	\$204,78	\$1.948,50	\$360,00	\$2.513,28
8.1 – 9 Mbps	3	9	8	\$94,67	\$199,90	\$360,00	\$284,01	\$1.799,10	\$360,00	\$2.443,11
9.1 – 10 Mbps	3	9	8	\$106,57	\$259,90	\$360,00	\$319,71	\$2.339,10	\$360,00	\$3.018,81
> 10 Mbps	47	113	107	\$91,69	\$299,90	\$360,00	\$4.309,43	0	\$2.160,00	\$40.358,13
Total	120									\$63.583,62

Tabla D-10: Recaudación anual de Internet Año 5

DATOS	AÑO 0	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5
USUARIOS INTERNET RECAUDACIÓN ANUAL	0	241	250	265	275	290
	0	\$119.568,92	\$54.123,62	\$58.384,12	\$58.589,12	\$63.583,62

Tabla D-10: Recaudación anual de Internet en el periodo de 5 años