



La versión digital de esta tesis está protegida por la Ley de Derechos de Autor del Ecuador.

Los derechos de autor han sido entregados a la "ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL" bajo el libre consentimiento del (los) autor(es).

Al consultar esta tesis deberá acatar con las disposiciones de la Ley y las siguientes condiciones de uso:

- Cualquier uso que haga de estos documentos o imágenes deben ser sólo para efectos de investigación o estudio académico, y usted no puede ponerlos a disposición de otra persona.
- Usted deberá reconocer el derecho del autor a ser identificado y citado como el autor de esta tesis.
- No se podrá obtener ningún beneficio comercial y las obras derivadas tienen que estar bajo los mismos términos de licencia que el trabajo original.

El Libre Acceso a la información, promueve el reconocimiento de la originalidad de las ideas de los demás, respetando las normas de presentación y de citación de autores con el fin de no incurrir en actos ilegítimos de copiar y hacer pasar como propias las creaciones de terceras personas.

Respeto hacia sí mismo y hacia los demás.

ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL

FACULTAD DE INGENIERÍA ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA

**“DISEÑO Y FACTIBILIDAD DE LA NUEVA RED DE DATOS DEL
ISP-P@RQUE.NET CON LA INCLUSIÓN DE UN NOC (NETWORK
OPERATIONS CENTER) PARA EL MONITOREO Y CONTROL DE
SU INTRANET”**

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

GONZALO SEBASTIÁN PAZMAY LÓPEZ

EDISSON ANDRÉS ZURITA HIDALGO

DIRECTOR: ING. CARLOS HERRERA.

Quito, diciembre 2015

DECLARACIÓN

Nosotros, Gonzalo Sebastián Pazmay López, y Edison Andrés Zurita Hidalgo, 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.

Gonzalo Sebastián Pazmay López

Edison Andrés Zurita Hidalgo

CERTIFICACIÓN

Certifico que el presente trabajo fue desarrollado por Gonzalo Sebastián Pazmay López y Edison Andrés Zurita Hidalgo, bajo mi supervisión.

Ing. Carlos Herrera
DIRECTOR DEL PROYECTO

AGRADECIMIENTO

Agradezco eternamente a mis padres, Gonza y Lore por estar siempre ahí, por su apoyo incondicional e infinita comprensión; por todo su esfuerzo y por siempre anteponer mi bienestar a sus deseos personales.

A mi ñaña, Adriana, por saber acompañarme, aguantarme y reír conmigo.

A ti Karen Marilú, por todas las cosas que hemos vivido juntos hasta ahora y por todas las que están por venir; tenemos toda la vida.

A mi familia, mis primos, tíos y tías más cercanos, por ayudarme cuando lo he necesitado.

A mi compañero de tesis, Andrés, por compartir el gusto de aprender cosas nuevas y por tu valiosa amistad.

A mis amigos y a todas las personas que han sido parte de mi vida hasta ahora, que a través de todas las experiencias buenas y malas me han dejado algo nuevo para aprender y mejorar cada día.

Gonzalo Sebastián

AGRADECIMIENTO

Agradezco a mis queridos padres, Ruth y Edison, por ser los puntales en el desarrollo personal mío y de mis hermanos, por su sacrificio y entrega para el bienestar de sus hijos, por el apoyo incondicional, la paciencia y sobre todo por la comprensión en momentos difíciles; la familia siempre será lo más importante.

A mis queridos hermanos, Adriana y Kevin, por compartir momentos de interminables risas, por la compañía y por su cariño.

A mis tíos, tías, primos y primas, de quienes nunca faltó el consejo y apoyo, muy en especial de mi tía Anita María, quien me ha recibido en su hogar con puertas abiertas y ha sido primordial en mi madurez. Gracias infinitas Anita.

A mi amigo y compañero de tesis, Sebastián, por su amistad inquebrantable y las horas de aprendizaje espontáneo compartidas.

A mis amigos, compañeros y demás personas que han pasado por mi vida, porque cada momento vivido ha sido una experiencia enriquecedora para mi crecimiento.

Edisson Andrés

DEDICATORIA

A mi familia, Gonza, Lore, Adri y a la más pequeña Lilita.

Gonzalo Sebastián

DEDICATORIA

A mis abnegados padres, Edison y Ruth, a mis ñaños Adriana y Kevin, y a mis abuelitos quienes ya no nos acompañan

Edisson Andrés

CONTENIDO

CAPÍTULO 1	18
1. REDES FTTH Y TECNOLOGÍA DWDM.....	18
1.1 FIBRA ÓPTICA COMO MEDIO DE TRANSMISIÓN	18
1.1.1 PROPAGACIÓN DE LA LUZ EN LA FIBRA ÓPTICA	18
1.1.2 MODOS DE PROPAGACIÓN EN LA FIBRA ÓPTICA	19
1.1.2.1 FIBRA MULTIMODO	20
1.1.2.1.1 Fibra multimodo de índice gradual	20
1.1.2.1.2 Fibra multimodo de índice escalonado.....	20
1.1.2.2 FIBRA MONOMODO	20
1.1.2.2.1 Fibra monomodo de índice escalonado	20
1.1.3 DISPERSIÓN Y PÉRDIDAS EN LA FIBRA ÓPTICA	21
1.1.4 ESTÁNDARES ITU-T DE FIBRA ÓPTICA	22
1.1.4.1 G.651 – Características de un cable de fibra óptica multimodo de índice gradual de 50/125 μm	22
1.1.4.2 G.652 – Características de un cable de fibra óptica monomodo ..	22
1.1.4.2.1 G.652.A.....	22
1.1.4.2.2 G.652.B.....	23
1.1.4.2.3 G.652.C.....	23
1.1.4.2.4 G.652.D.....	23
1.1.4.3 G.653 – Características de los cables de fibra óptica monomodo con dispersión desplazada	24
1.1.4.4 G.655 – Características de los cables de fibra óptica monomodo con dispersión desplazada no nula	24
1.1.4.4.1 G.655.A.....	24
1.1.4.4.2 G.655.B.....	25
1.1.4.5 G.657 Características de las fibras y cables ópticos monomodo insensibles a la pérdida por flexión para la red de acceso	25
1.1.4.5.1 G.657.A.....	25
1.1.4.5.2 G.657.B.....	25
1.1.5 ELEMENTOS DE UNA RED DE FIBRA ÓPTICA	26
1.1.5.1 SPLITTERS/ACOPLADORES	26
1.1.5.2 CONECTORES Y EMPALMES	26
1.1.5.2.1 Conectores.....	26
1.1.5.2.2 Empalmes	27
1.1.5.3 FUENTES DE LUZ	28
1.1.5.4 DETECTORES DE LUZ	28

1.2 FUNDAMENTOS DE LAS TECNOLOGÍAS FTTx	28
1.2.1 INTRODUCCIÓN A LAS TECNOLOGÍAS PON.....	29
1.2.1.1 ELEMENTOS DE UNA RED PON	29
1.2.2 INTRODUCCIÓN A LAS TECNOLOGÍAS FTTX.....	30
1.2.3 TIPOS DE TECNOLOGÍAS FTTX.....	31
1.2.3.1 FTTH (<i>Fiber to the Home</i>)	31
1.2.3.2 FTTB (<i>Fiber to the Building</i>)	31
1.2.3.3 FTTC (<i>Fiber to the Curb</i>)	31
1.2.3.4 FTDP (<i>Fiber to the Distribution Point</i>).....	31
1.3 TECNOLOGÍA DWDM.....	32
1.3.1 PRINCIPIO DE FUNCIONAMIENTO DE LA TECNOLOGÍA DWDM ...	33
1.3.2 COMPONENTES DE UNA RED DWDM.....	33
1.3.2.1 TRANSMISORES/RECEPTORES ÓPTICOS	34
1.3.2.2 FILTROS MUX/DEMUX.....	34
1.3.2.3 MULTIPLEXORES ÓPTICOS DE ADICIÓN/EXTRACCIÓN (OADM)	
.....	35
1.3.2.4 AMPLIFICADORES ÓPTICOS	35
1.3.2.5 TRANSPONEDORES (CONVERTIDORES DE LONGITUD DE ONDA)	
.....	36
1.4 CARACTERÍSTICAS DE UN NOC (NETWORK OPERATIONS CENTER)	36
1.4.1 ADMINISTRACIÓN DE REDES	36
1.4.2 ELEMENTOS EN LA ADMINISTRACIÓN DE REDES.....	37
1.4.3 MODELOS DE ADMINISTRACIÓN	37
1.4.3.1 ARQUITECTURA TMN (<i>Telecommunications Management Network</i>)	38
1.4.3.2 ADMINISTRACIÓN INTERNET	38
1.4.3.2.1 Arquitectura Funcional	39
1.4.3.2.2 Arquitectura Organizacional	41
1.4.3.2.3 Arquitectura de Comunicaciones	41
1.4.3.2.4 Arquitectura Informática	41
1.4.4 DEFINICIÓN Y OBJETIVOS DE UN NOC	41
1.4.5 FUNCIONES DE UN NOC	42
1.4.5.1 Gestión de Red.....	43
1.4.5.2 Gestión de Configuración	43
1.4.5.3 Gestión de Fallos.....	44
1.4.5.4 Gestión de Seguridad	45
1.4.5.5 Gestión de Contabilidad (Análisis de Datos)	45

1.4.6 PROTOCOLO SIMPLE DE ADMINISTRACIÓN DE RED (SNMP)	45
1.4.6.1 SNMPv1	45
1.4.6.2 SNMPv2/SNMPv2c.....	46
1.4.6.3 SNMPv3	47
1.4.7 BASE DE INFORMACIÓN DE GESTIÓN (MANAGEMENT INFORMATION BASE - MIB).....	47
1.4.7.1 ÁRBOL MIB	48
1.4.7.1.1 Identificadores de Objeto (OID).....	48
CAPÍTULO 2	50
2. SITUACIÓN ACTUAL DE LA RED DEL ISP-P@RQUE.NET	50
2.1 INTRODUCCIÓN	50
2.1.1 MISIÓN	51
2.1.2 VISIÓN	51
2.2 DESCRIPCIÓN DE LA INFRAESTRUCTURA	51
2.2.1 INSTALACIONES.....	51
2.2.2 TOPOLOGÍA DE LA RED	55
2.2.2.1 Centro de Operaciones.....	55
2.2.2.1.1 Router Mikrotik RB450G	56
2.2.2.1.2 Router Mikrotik RB1100AH	56
2.2.2.2 Nodo Principal	57
2.2.2.3 Nodo Quillán Loma	58
2.2.2.4 Nodo Techo Propio	59
2.2.3 DIRECCIONAMIENTO IP	60
2.2.4 ELEMENTOS DE LA RED	61
2.3 DESCRIPCIÓN DE LA RED PASIVA	68
2.3.1 CENTRO DE OPERACIONES (NOC) Y NODO PRINCIPAL.....	68
2.3.2 NODO QUILLÁN LOMA	69
2.3.3 NODO TECHO PROPIO	70
2.4 ENLACE A INTERNET	71
2.5 DISPONIBILIDAD DE LA CONECTIVIDAD USUARIO-INTERNET	73
2.5.1 DISPONIBILIDAD Salida a internet.....	75
2.5.2 DISPONIBILIDAD USUARIOS – internet.....	77
2.6 REQUERIMIENTOS	77
2.6.1 REQUERIMIENTOS-RED	77
2.6.2 REQUERIMIENTOS-NOC	78
2.6.2.1 Respuesta a fallos (FAULT).....	78
2.6.2.2 Configuración de elementos de red (CONFIGURATION).....	79

2.6.2.3	Requerimientos de contabilidad (ACCOUNTING)	79
2.6.2.4	Rendimiento de la red (PERFORMANCE).....	79
2.6.2.5	Requerimientos de seguridad (SECURITY)	79
CAPÍTULO 3	80
3.	DISEÑO DE LA NUEVA RED DEL ISP-P@RQUE.NET	80
3.1	DELIMITACIÓN DEL SECTOR DE COBERTURA	80
3.2	TAMAÑO DE LA MUESTRA.....	83
3.2.1	Sector Residencial	83
3.2.2	Sector No-Residencial.....	84
3.2.3	Oferta actual y demanda del servicio de internet	85
3.2.3.1	Sector Residencial.....	86
3.2.3.2	Sector No-residencial	88
3.3	DIMENSIONAMIENTO Y PROYECCIÓN DE LA DEMANDA.....	89
3.3.1	Proyección de la demanda sector residencial	93
3.3.2	Proyección de la demanda sector no-residencial.....	93
3.3.3	Dimensionamiento de la capacidad requerida	93
3.4	DISEÑO DE LA RED	95
3.4.1	DIAGRAMA DE LA RED	95
3.4.2	DISEÑO DE LA RED DE ACCESO.....	96
3.4.2.1	Selección de la tecnología	96
3.4.2.2	Selección de la tecnología FTTx adecuada.....	97
3.4.2.3	Selección del tipo de tendido de fibra óptica	98
3.4.2.3.1	Tendido aéreo	98
3.4.2.4	Trazado de la red.....	98
3.4.2.4.1	Sectorización de la red.....	98
3.4.2.5	Características de los elementos de red activos y pasivos.....	100
3.4.2.5.1	Características de los elementos activos	100
3.4.2.5.2	Características de los elementos pasivos	103
3.4.3	DISEÑO DE LA RED DE TRANSPORTE	104
3.4.3.1	Interconexión entre la capa de transporte y la capa de acceso ...	104
3.4.3.2	Características de los elementos de red activos y pasivos.....	106
3.4.4	Diseño de la infraestructura de la red.....	107
3.4.4.1	Equipos y herramientas de hardware	107
3.4.4.1.1	Optical Line Terminal	107
3.4.4.1.2	Optical Network Terminal.....	107
3.4.4.1.3	Splitters ópticos.....	108

3.5 DISEÑO DEL NOC (NETWORK OPERATIONS CENTER)	111
3.5.1 Diagrama del noc (Network operations center)	111
3.5.1.1 SERVIDOR DE MONITOREO	112
3.5.1.2 SWITCH	112
3.5.1.3 ESTACIONES DE TRABAJO	112
3.5.2 Diseño de las áreas fundamentales del centro de operaciones	112
3.5.2.1 Diseño de gestión de fallos.....	112
3.5.2.1.1 MANUAL DEL OPERADOR PARA LA GESTIÓN DE FALLOS	113
3.5.2.1.2 Plan de contingencia ante fallos.....	118
3.5.2.2 Diseño de gestión de configuración.....	124
3.5.2.2.1 Configuraciones de equipos de conectividad	124
3.5.2.3 Diseño de gestión de contabilidad	125
3.5.2.4 Diseño de gestión de rendimiento	126
3.5.2.5 Diseño de gestión de seguridad	126
3.5.2.5.1 Control de Activos	126
3.5.2.5.2 Control de Accesos	127
3.5.2.5.3 Seguridad en las comunicaciones.....	128
3.5.3 Estructura jerárquica DEL NOC	129
3.5.3.1 Gerencia General	130
3.5.3.1.1 Gerente General	130
3.5.3.2 Departamento de Tecnologías de Información y Comunicación (TICs).....	130
3.5.3.2.1 Coordinador de TICs.....	131
3.5.3.3 Centro de Operaciones de Red (NOC).....	131
3.5.3.3.1 Operador del NOC 1	131
3.5.3.3.2 Técnico del NOC 1	132
3.5.3.3.3 Analista de Seguridades	132
3.5.3.4 Contratista Externo	132
3.5.4 Diseño de la infraestructura DEL NOC.....	133
3.5.4.1 Herramientas de Hardware del NOC.....	133
3.5.4.1.1 Servidor de monitoreo	133
3.5.4.1.2 Switch	133
3.5.4.1.3 Estaciones de trabajo.....	133
3.5.4.2 Herramientas de software.....	135
3.5.4.2.1 Software de ticketing	135
3.5.4.2.2 Solución de diagramación y configuración de cada equipo. .	135

3.5.4.2.3 Software de monitoreo	137
3.6 ESTUDIO Y COSTOS REFERENCIALES de la red.....	139
3.6.1 Estudio de la red	139
3.6.1.1 Procedimientos legales para el trazado de fibra óptica	139
3.6.2 Costos referenciales.....	140
3.6.2.1 Costos de elementos activos y pasivos.	140
3.6.2.2 Selección del proveedor de servicios de Internet	142
CAPÍTULO 4	143
4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	143
4.1. CONCLUSIONES	143
4.2. RECOMENDACIONES	145
BIBLIOGRAFÍA	147
ANEXO A	152
ANEXO B	154
DISPONIBILIDAD USUARIOS - INTERNET	155
DISPONIBILIDAD USUARIO 1 REDONDEL	155
DISPONIBILIDAD USUARIO 2 REDONDEL	156
DISPONIBILIDAD USUARIO 3 TECHO.....	157
DISPONIBILIDAD USUARIO 2 TECHO.....	159
DISPONIBILIDAD USUARIOS 1 QUILLÁN LOMA	160
DISPONIBILIDAD USUARIO 2 QUILLÁN LOMA.....	162
ANEXO C	164
ANEXO D	175

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1 Estructura de una fibra óptica	18
Figura 1.2 Principios de reflexión y refracción.....	19
Figura 1.3 Fibra multimodo de índice gradual	20
Figura 1.4 Fibra multimodo de índice escalonado.....	20
Figura 1.5 Fibra monomodo de índice escalonado	21
Figura 1.6 Tipos de conectores de fibra óptica.....	27
Figura 1.7 Topologías de una Red PON	29
Figura 1.8 Elementos de una red PON	30
Figura 1.9 Aplicaciones de las tecnologías FTTX	30
Figura 1.10 Tipos de tecnologías FTTX	32
Figura 1.11 WDM	32
Figura 1.12 Espectro de WDM	33
Figura 1.13 Filtros MUX/DEMUX.....	34
Figura 1.14 Funcionamiento de un OADM	35
Figura 1.15 Amplificadores ópticos	35
Figura 1.16 Funcionamiento de un Transponedor.....	36
Figura 1.17 Elementos en la Administración de Red.....	37
Figura 1.18 Modelo FCAPS.....	39
Figura 1.19 Gestión de la Seguridad.....	41
Figura 1.20 Ejemplo de Árbol MIB.....	49
Figura 2.1 Zonas de cobertura actual.....	50
Figura 2.2 Ubicación del ISP-P@RQUE.NET	52
Figura 2.3 Diagrama del Centro de Operaciones actual	52
Figura 2.4 Instalaciones actuales	52
Figura 2.5 Características de la computadora.....	53
Figura 2.6 Rack	54
Figura 2.7 Diagrama de Rack de Piso.....	54
Figura 2.8 UPS.....	54
Figura 2.9 Diagrama Topológico de Red.....	55
Figura 2.10 Equipos instalados en Torreta del Nodo Principal.....	58
Figura 2.11 Equipos instalados en la torreta del nodo Quillán Loma	59
Figura 2.12 Equipos instalados en la torreta del nodo Techo Propio	60
Figura 2.13 Especificaciones técnicas del router D-Link de clientes	62
Figura 2.14 Router D-Link del cliente	62
Figura 2.15 Antena instalada en usuario final	63
Figura 2.16 Antena tipo panel ARC Wireless	64
Figura 2.17 Mikrotik BaseBox5.....	65
Figura 2.18 Antenas tipo grilla instaladas en torreta	66
Figura 2.19 Router Mikrotik 1100 AH	66
Figura 2.20 Router Mikrotik 450G	67
Figura 2.21 Cable FTP tendido desde el centro de operaciones hacia la torreta ..	69
Figura 2.22 Cableado en terraza del nodo principal.....	69
Figura 2.23 Cuarto de Equipos del Nodo Quillán Loma	70
Figura 2.24 Cableado del nodo Quillán Loma	70
Figura 2.25 Equipos del nodo Techo Propio	71
Figura 2.26 Cableado del nodo Techo Propio	71
Figura 2.27 Esquema de la salida a Internet.....	72

Figura 2.28 Equipos administrados por Telconet	73
Figura 2.29 Topología para medición de Disponibilidad de Conectividad Usuario – Internet.....	74
Figura 2.30 Resultados de medición de disponibilidad de salida a Internet (Período diario)	75
Figura 2.31 Resultados de medición de disponibilidad de salida a Internet (Período semanal).....	76
Figura 2.32 Resultados de medición de disponibilidad de salida a Internet (Período mensual).....	76
Figura 2.33 Zona de Cobertura	78
Figura 3.1 Ubicación geográfica de la parroquia Izamba	81
Figura 3.2 Zona de Cobertura	81
Figura 3.3 Porcentajes históricos nacionales de acceso al Internet en hogares según el área	90
Figura 3.4 Proyección nacional internet residencial rural	91
Figura 3.5 Diagrama de red propuesta.....	96
Figura 3.6 Sectorización de la red.....	99
Figura 3.7 Ejemplo de Optical Terminal Line (OLT)	102
Figura 3.8 ONT para clientes residenciales.....	103
Figura 3.9 Ubicación de los OLTs	104
Figura 3.10 Trazado de Fibra Óptica de la red de transporte.....	105
Figura 3.11 Ejemplos de transmisores/receptores ópticos	106
Figura 3.12 Multiplexor/Demultiplexor óptico.....	107
Figura 3.13 Diagrama del NOC	111
Figura 3.14 Diagrama de flujo para la gestión de fallos	114
Figura 3.15 Modelo de capas OSI.....	115
Figura 3.16 Plantilla Digital.....	121
Figura 3.17 Organización de informes por responsable.....	122
Figura 3.18 Equivalencias comandos HUAWEI, CISCO, JUNIPER.....	123
Figura 3.19 Estructura Jerárquica NOC	129
Figura 3.20 Diagrama total de la red diseñada.....	134
Figura 3.22 Costos de planes.....	135
Figura 3.26 Herramientas opcionales PRTG.....	138

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2.1 Suscriptores por Planes de Internet	51
Tabla 2.2 Características del Rack.....	53
Tabla 2.3 Coordenadas geográficas Nodo Principal	57
Tabla 2.4 Coordenadas Geográficas de Nodo Quillán Loma	58
Tabla 2.5 Coordenadas Geográficas del Nodo Techo Propio	59
Tabla 2.6 Direccionamiento IP del Centro de Operaciones.....	60
Tabla 2.7 Direccionamiento IP del Nodo Principal	61
Tabla 2.8 Direccionamiento IP del nodo Quillán Loma.....	61
Tabla 2.9 Direccionamiento IP Techo Propio	61
Tabla 2.10 Especificaciones Técnicas SXT5HPnd.....	63
Tabla 2.11 Especificaciones de antena ARC Wireless.....	64
Tabla 2.12 Especificaciones técnicas Mikrotik BaseBox5	65
Tabla 2.13 Especificaciones técnicas RBMetal5SHPn.....	66
Tabla 2.14 Especificaciones Router Mikrotik 1100AH.....	67
Tabla 2.15 Especificaciones técnicas Router Mikrotik 450G	68
Tabla 3.1 Puntos de interés residenciales.....	82
Tabla 3.2 Puntos de interés no-residenciales.....	83
Tabla 3.3 Resultados de Encuesta Sector Residencial.....	87
Tabla 3.4 Resultados de Encuesta Sector No Residencial	89
Tabla 3.5 Tabla proyección nacional rural acceso internet.	90
Tabla 3.6 Proyección poblacional INEC	91
Tabla 3.7 Proyección población y densidad poblacional	92
Tabla 3.8 Proyección de habitantes y viviendas dentro del sector de cobertura. .	92
Tabla 3.9 Proyección de entidades no-residenciales con acceso a internet dentro del sector de interés.....	93
Tabla 3.10 Paquetes residenciales	94
Tabla 3.11 Paquetes no-residenciales	94
Tabla 3.12 Capacidad anual requerida	95
Tabla 3.13 Tecnologías PON	97
Tabla 3.14 Clientes Corporativos por Zona	99
Tabla 3.15 Características de los Splitters Residenciales.....	108
Tabla 3.16 Características de los Splitters Corporativos	108
Tabla 3.17 Características de modelo de OLT	109
Tabla 3.18 Características de los ONT	110
Tabla 3.19 Datos a ser monitoreados	113
Tabla 3.20 Tabla de asignación de fallos	116
Tabla 3.21 Tabla de procedimientos según el fallo	120
Tabla 3.22 Configuraciones de monitoreo.....	124
Tabla 3.23 Datos a ser procesados.....	125
Tabla 3.24 Características del servidor de monitoreo	133
Tabla 3.25 Características de las estaciones de trabajo	134
Tabla 3.26 Usuarios con acceso a recursos compartidos	136
Tabla 3.27 Costos referenciales de elementos activos y pasivos.	141
Tabla 3.28 Oferta para proveedores de Internet	142

RESUMEN

El presente proyecto se contempla el diseño y factibilidad de la nueva red de datos del ISP-P@RQUE.NET, con la inclusión de un NOC (Network Operations Center) para el monitoreo y control de su intranet. En el diseño se contemplan la capa de acceso para lo que se utiliza tecnología FTTx (Fiber to the X) y la capa de transporte que se basa en la tecnología DWDM (Dense Wavelength Division Multiplexing); se incluye un NOC (Network Operations Center) basado en el modelo FCAPS, en el NOC se diseña cada bloque funcional además de indicar el personal necesario para su correcta operación estableciendo procedimientos, software y hardware a ser utilizados.

Se delimita el sector de cobertura para la cual se realiza el diseño de la red de datos, también se realiza una encuesta para describir la oferta y demanda actual dentro la mencionada zona, se dimensiona y se calcula la proyección de la demanda para 5 años. La capa de acceso y transporte se diseñan en función de lo antes mencionado, dejando un margen de escalabilidad que cumple con lo proyectado.

El estudio realizado contempla los procedimientos para obtener los respectivos permisos legales para su posible implementación, se realiza la descripción de costos referenciales de los equipos necesarios y se determina el proveedor de servicio de Internet (ISP) que cumple con los requerimientos determinados en el diseño.

PRESENTACIÓN

El presente proyecto se contempla el diseño y factibilidad de la nueva red de datos del ISP-P@RQUE.NET con la inclusión de un NOC (Network Operations Center) para el monitoreo y control de su intranet, el mismo que se presenta en 4 capítulos los cuales se describen a continuación:

En el primer capítulo se realiza la descripción de los fundamentos teóricos de la fibra óptica como medio de transmisión de las redes FTTx (Fiber to the x), las bases teóricas de la tecnología DWDM (Dense Wavelength Division Multiplexing), las funciones principales de un NOC (Network Operations Center) y el modelo FCAPS del mismo.

En el segundo capítulo se presenta el estudio de las condiciones actuales de la red de P@RQUE.NET, describiendo el número de usuarios actuales, técnicas de acceso, enlaces de salida hacia internet, estado de los elementos de la red y la disponibilidad de la conectividad usuario-internet

En el tercer capítulo se realiza el diseño la nueva red de transporte y acceso del ISP-P@RQUE.NET, utilizando fibra óptica como medio de transmisión, se incluye la ubicación de los elementos activos de la red, se describe la oferta actual y demanda del servicio de internet basado en una encuesta realizada, para la capa de transporte se utiliza tecnología DWDM (Dense Wavelength Division Multiplexing), y para la capa de acceso una combinación de las técnicas FTTx (Fiber to the x), se incluye un NOC (Network Operations Center) para el monitoreo y control permanente de su intranet. Se realiza un estudio que indica los procedimientos para obtener los respectivos permisos legales para su posible implementación, se realiza la descripción de costos referenciales de los equipos necesarios para la posible implementación de la nueva red del ISP-P@RQUE.NET, y se determina el proveedor de servicio de Internet (ISP) que cumple con los requerimientos determinados en el diseño.

Finalmente en el cuarto capítulo se muestran las conclusiones obtenidas del desarrollo de este Proyecto y las respectivas recomendaciones.

CAPÍTULO 1

1. REDES FTTX Y TECNOLOGÍA DWDM [1]

1.1 FIBRA ÓPTICA COMO MEDIO DE TRANSMISIÓN [2]

El crecimiento acelerado de las redes de comunicación, ha conllevado a que la transmisión de datos sea cada vez más exigente en cuanto a velocidad y a capacidad; los medios de transmisión utilizados hasta hace algún tiempo carecían de estos atributos, lo que desembocó en el desarrollo de un nuevo medio de transmisión: la fibra óptica.

La fibra óptica reemplaza las radiaciones electromagnéticas usadas previamente, por señales luminosas a través de una fibra de vidrio o plástico. Esto representa una ventaja significativa puesto que las señales transmitidas son inmunes a todo tipo de interferencia electromagnética.

La estructura básica de una fibra óptica se muestra en la figura 1.1:

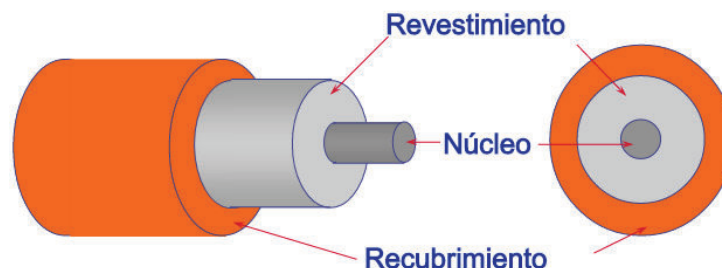


Figura 1.1 Estructura de una fibra óptica [3]

El núcleo de la fibra óptica está constituido por un filamento de vidrio elaborado de Dióxido de Silicio (SiO_2), el revestimiento puede ser de vidrio o de plástico y el recubrimiento es de plástico.

1.1.1 PROPAGACIÓN DE LA LUZ EN LA FIBRA ÓPTICA [2]

Las señales luminosas que viajan a través de la fibra óptica poseen una longitud de onda distinta a las señales electromagnéticas que atraviesan otros medios de transmisión, aunque su velocidad de propagación es la misma en el vacío

(300000km/s), ésta disminuye de acuerdo al medio que atraviesa. Este fenómeno es ocasionado por los efectos de reflexión y refracción, generados cuando las señales pasan de un medio a otro.

La *reflexión* ocurre cuando luego de que un rayo de luz incide sobre una superficie, éste refleja en su totalidad; mientras que, la *refracción* ocurre cuando una parte del rayo de luz es absorbido y otra parte es reflejada luego de incidir sobre una superficie.

Estos principios son utilizados para maximizar la propagación dentro de la fibra óptica, si n_1 es el índice de refracción del núcleo y n_2 es el índice de refracción del recubrimiento, el ángulo para que el rayo de luz permanezca en el núcleo debe ser: [2]

$$\text{sen}(\theta) = \frac{n_2}{n_1} \text{ donde } n_1 > n_2$$

Este ángulo se denomina *ángulo crítico*, y para que los haces de luz permanezcan confinados dentro de la fibra es necesario que el ángulo de incidencia sea mayor que el ángulo crítico. Esta condición se conoce como reflexión interna total, y es la base de la transmisión de datos por fibra óptica; en la figura 1.2 se presenta los principios de reflexión y refracción.

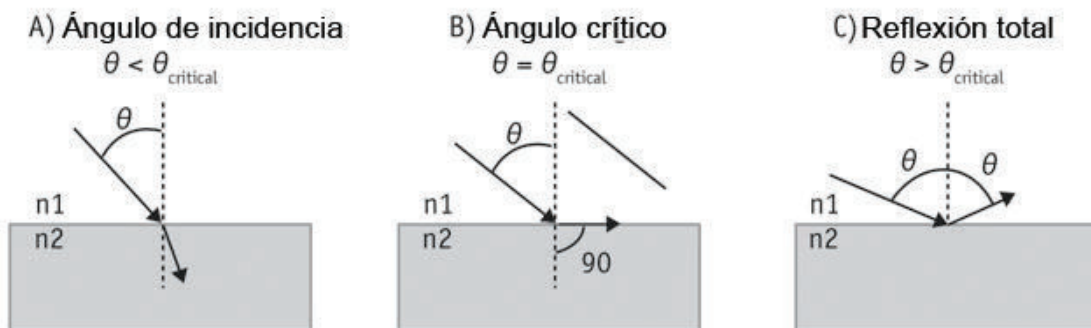


Figura 1.2 Principios de reflexión y refracción [4]

1.1.2 MODOS DE PROPAGACIÓN EN LA FIBRA ÓPTICA [2]

Existen dos modos de propagación en la fibra óptica de acuerdo al número de haces de luz que atraviesan la misma, las cuales son las siguientes:

1.1.2.1 FIBRA MULTIMODO

Estas fibras reciben este nombre porque llevan varios haces de luz sobre una misma fibra óptica. Las fibras multimodo se clasifican de acuerdo a la variación del índice de refracción del núcleo.

1.1.2.1.1 Fibra multimodo de índice gradual

En este tipo de fibras el índice de refracción del núcleo varía progresivamente a medida que se acerca a la cubierta, como se puede observar en la figura 1.3.

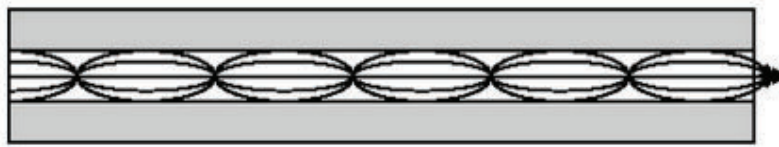


Figura 1.3 Fibra multimodo de índice gradual [5]

1.1.2.1.2 Fibra multimodo de índice escalonado

En este tipo de fibras el índice de refracción del núcleo es mucho mayor al índice de refracción del recubrimiento, ver figura 1.4

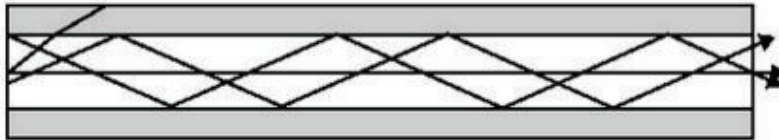


Figura 1.4 Fibra multimodo de índice escalonado [5]

1.1.2.2 FIBRA MONOMODO [6]

En este tipo de fibra se transmite un único haz de luz, por lo que el diámetro del núcleo es bastante menor que el de las fibras multimodo.

1.1.2.2.1 Fibra monomodo de índice escalonado

El índice de refracción del núcleo es claramente superior a su índice de refracción como se muestra en la figura 1.5.



Figura 1.5 Figura monomodo de índice escalonado [5]

1.1.3 DISPERSIÓN Y PÉRDIDAS EN LA FIBRA ÓPTICA [2]

Pese a que el ancho de banda utilizable en una fibra óptica es mucho mayor al utilizable en otros medios guiados, éste se encuentra limitado por el parámetro llamado *dispersión*.

La *dispersión* es la medida del ensanchamiento de los pulsos que atraviesan la fibra óptica, la velocidad a la que estos pulsos son transmitidos debe ser tal que dichos pulsos ensanchados no se solapen. Puede ser causada por los siguientes factores:

- **Dispersión modal:** Se presenta en fibras multimodo, se debe a que la velocidad de propagación de la señal óptica es distinta para haz de luz.
- **Dispersión del material:** Se debe a que el índice de refracción varía según el material.
- **Dispersión cromática:** Es ocasionada debido a que se transmiten varias longitudes de onda dentro de un mismo hilo de fibra óptica, cada una viaja a velocidades distintas debido a que el índice de refracción varía respecto a la longitud de onda.

Las *pérdidas* en una fibra óptica viene dada por: [2]

$$(Pérdidas)_{dB} = 10 \times \log \left(\frac{P_{salida}}{P_{entrada}} \right) \text{ donde } P = \text{Potencia}$$

Existen dos tipos de pérdidas:

- ✓ **Pérdida en materiales:** Se debe a la estructura atómica de cada material y varía según el mismo.

- ✓ Pérdidas por Scattering: Se deben a irregularidades creadas en la fabricación del núcleo de la fibra, generando que los haces de luz que atraviesan ese núcleo se dispersen en varias direcciones.

1.1.4 ESTÁNDARES ITU-T DE FIBRA ÓPTICA [7]

1.1.4.1 G.651 – Características de un cable de fibra óptica multimodo de índice gradual de 50/125 μm

Son fibras ópticas tipo multimodo, que pueden funcionar con longitudes de onda iguales a 850 y 1300 nm, se utilizan para enlaces de distancias cortas, puesto que poseen valores de atenuación y dispersión elevados. Sin embargo, brindan ventajas significativas como menor costo de fabricación y de dispositivos de transmisión/recepción.

Los principales ítems a considerar que nos da esta recomendación son:

- Diámetro del núcleo igual a 50 μm y del revestimiento igual a 125 μm .
- Recubrimiento de silicón de 245 μm .
- Atenuación a 850 nm: entre 2,7 y 3 dB/km.
- Atenuación a 1300 nm: entre 0,7 y 0,82 dB/km.

1.1.4.2 G.652 – Características de un cable de fibra óptica monomodo

Son fibras ópticas monomodo recomendadas para ser usadas con una longitud de onda igual a 1310 nm, aunque también puede operar con una longitud de onda de 1550 nm. La recomendación G.652 contempla cuatro subtipos de fibra óptica los cuales se conocen como: G.652.A, B, C y D, mostrados a continuación:

1.1.4.2.1 G.652.A

Contiene los atributos necesarios para sistemas Ethernet a 1 GBps con una distancia de 40 Km. Los valores más relevantes de esta variante de fibra son los siguientes:

- Diámetro del revestimiento $125 \pm 1 \mu\text{m}$.
- Atenuación a 1310 nm: 0,5 dB/km.
- Atenuación a 1550 nm: 0,4 dB/km.

1.1.4.2.2 G.652.B

Este tipo de fibras ópticas se utilizan en sistemas de mayor capacidad, los valores más relevantes de esta variante de fibra son los siguientes:

- Diámetro del revestimiento $125 \pm 1 \mu\text{m}$.
- Atenuación a 1310 nm: 0,4 dB/Km.
- Atenuación a 1550 nm: 0,35 dB/Km.
- Atenuación a 1625 nm: 0,4 dB/Km.

1.1.4.2.3 G.652.C

Muy similar a G.652.A, pero da paso al uso de longitudes de onda desde 1360 nm a 1530 nm, ideales para aplicaciones que incluyen multiplexación por división de longitud de onda. Los valores relevantes de esta variación de fibra son los siguientes:

- Diámetro del revestimiento $125 \pm 1 \mu\text{m}$.
- Atenuación máxima entre 1310 y 1625 nm: 0,4 dB/Km.
- Atenuación máxima a 1550 nm: 0,3 dB/Km.

1.1.4.2.4 G.652.D

Similar a G.652.B pero extiende su rango de operación a longitudes de onda entre 1360 nm y 1530 nm. Los valores relevantes de esta variación de fibra son los siguientes:

- Diámetro del revestimiento $125 \pm 1 \mu\text{m}$.

- Atenuación máxima entre 1310 y 1625 nm: 0,4 dB/Km.
- Atenuación máxima a 1550 nm: 0,3 dB/Km.

1.1.4.3 G.653 – Características de los cables de fibra óptica monomodo con dispersión desplazada

Esta norma tiene por objetivo tomar ventaja de los valores bajos de atenuación de la fibra óptica cuando se trabaja con longitudes de onda cercanas a 1550 nm.

Estas fibras ópticas son denominadas fibras de dispersión desplazada y permiten transmisiones de bits a mayores velocidades y distancias que las especificadas en las recomendaciones anteriores. A medida que se incrementa la velocidad de transmisión, la dispersión degenera la señal transmitida.

Algunos valores que debe cumplir la fibra óptica definida en esta recomendación son los siguientes:

- Diámetro del campo modal a 1550 nm: $(7,8 \text{ a } 8,5) \pm 0,8 \mu\text{m}$.
- Diámetro del revestimiento $125 \pm 1 \mu\text{m}$.
- Atenuación máxima a 1550 nm: 0,35 dB/Km.

1.1.4.4 G.655 – Características de los cables de fibra óptica monomodo con dispersión desplazada no nula

Esta norma contiene las características de una fibra óptica monomodo que opera en el rango de 1530 a 1565 nm, la recomendación G.655 presenta dos alternativas de fibra (G.655.A y G.655.B):

1.1.4.4.1 G.655.A

Los valores principales establecidos para la G.655.A se muestran a continuación:

- Diámetro del revestimiento $125 \pm 1 \mu\text{m}$.
- Atenuación máxima a 1550 nm: 0,35 dB/Km.

1.1.4.4.2 G.655.B

Éste tipo de fibra soporta aplicaciones a 10 Gbps en enlaces de 400 Km. Son bastante usadas en cables submarinos. Los valores establecidos para éste tipo se muestran a continuación:

- Diámetro del revestimiento $125 \pm 1 \mu\text{m}$.
- Atenuación máxima a 1550 nm: 0,35 dB/Km.
- Atenuación máxima entre 1600 y 1625 nm: 0,4 dB/ Km.

1.1.4.5 G.657 Características de las fibras y cables ópticos monomodo insensibles a la pérdida por flexión para la red de acceso

Este tipo de fibra óptica es usada en redes de acceso al usuario final. Es decir, son cables capaces de soportar grandes curvaturas sin presentar pérdidas de señal óptica. Se divide en las siguientes categorías:

1.1.4.5.1 G.657.A

Son fibras recomendadas para instalaciones en ambientes internos (ambientes tipo residenciales). Presentan las siguientes características:

- Diámetro del revestimiento $125 \pm 0,7 \mu\text{m}$.
- Atenuación máxima a 1550 nm: 0,3 dB/Km.
- Atenuación máxima entre 1310 nm y 1625 nm: 0,4 dB/ Km.

1.1.4.5.2 G.657.B

En esta subcategoría permite instalaciones en redes de acceso con menos de 1000 m de distancia. Sus principales características son:

- Diámetro del revestimiento $125 \pm 0,7 \mu\text{m}$.
- Atenuación máxima a 1550 nm: 0,3 dB/Km.
- Atenuación máxima entre 1310 nm y 1625 nm: 0,5 dB/ Km.

1.1.5 ELEMENTOS DE UNA RED DE FIBRA ÓPTICA

Los elementos principales de una red de fibra óptica son:

1.1.5.1 SPLITTERS/ACOPLADORES [2]

Los *splitters/acopladores* cumplen la función de dividir la señal luminosa en varias ramificaciones usando una distribución de 1 a N o de N a 1; si la distribución es de 1 a N se les denomina *splitters*, caso contrario si la distribución es de N a 1 son llamados *acopladores*.

Existen tres tipos de *splitters/acopladores* principales:

- ❖ *Splitters/acopladores en estrella*: Poseen varias entradas y varias ramificaciones de salida, manteniendo una potencia de salida equivalente a la entrada para cada una.
- ❖ *Splitters/acopladores en T*: Poseen una entrada y varias ramificaciones de salida, no necesitan de alimentación externa.
- ❖ *Otros splitters/acopladores*: Se incluyen los acopladores usados en multiplexación por división de longitud de onda (WDM), cumplen la función de separar (o combinar) dos o más señales con longitud de onda distintas.

1.1.5.2 CONECTORES Y EMPALMES [8]

1.1.5.2.1 Conectores

Existe una selección muy amplia de conectores para cada tipo de fibra óptica, con el tiempo se ha ido perfeccionando la fabricación de cada uno de estos para reducir las pérdidas, entre los conectores más utilizados en el mercado, tenemos:

- a) SC (*Straight Connection*)
- b) ST (*Straight Tip*)
- c) FC (*Fiber Connector*)
- d) LC (*Lucent Connector*)
- e) E-200

En la figura 1.6 se presenta tipos de conectores de fibra óptica.



Figura 1.6 Tipos de conectores de fibra óptica [9]

1.1.5.2.2 Empalmes

A diferencia de los hilos de cobre, la fibra óptica no puede ser soldada, debe ser empalmada a través de procedimientos más complejos.

Para realizar correctamente un empalme, cada extremo debe ser cortado y alineado entre sí para minimizar pérdidas, el empalme puede ser utilizado cuando exista una rotura o se requiera aumentar el alcance.

Existen dos tipos de empalmes:

- a) *Empalme por fusión*: El empalme por fusión se realiza utilizando un equipo especializado, éste alinea cada extremo aplicando presión y emplea calor para fusionar la juntura formando un solo cable.
- b) *Empalme mecánico*: El empalme mecánico consiste en alinear manualmente los extremos de la fibra y se realiza la fusión de la juntura empleando pegamento especial o dispositivos de alta presión.

1.1.5.3 FUENTES DE LUZ [2]

Para que la comunicación a través de fibra óptica sea exitosa se necesitan dispositivos llamados transductores que transforman las señales eléctricas en señales luminosas, existen dos tipos de fuentes de señales luminosas:

- Diodos LED (Light emitting diode)
- Láser (Light amplification by stimulated emission of radiation)

1.1.5.4 DETECTORES DE LUZ [2]

Dentro de la comunicación a través de fibra óptica, los detectores de luz son aquellos que cumplen la función de receptores de la misma, un foto-detector puede ser considerado como el inverso de una fuente LED, aquí la señal de entrada es luminosa y su salida es eléctrica; estos deben cumplir las siguientes características:

- Ser altamente sensibles
- Su tiempo de respuesta debe ser rápido
- El ruido interno generado debe ser mínimo.

Cada fotón de luz debe ser convertido en un electrón, ya que cada electrón generó la emisión de un fotón en la fuente de luz.

Entre los foto-detectores más comunes tenemos:

- ✓ Fotodiodos P-N
- ✓ Fotodiodos PIN
- ✓ Fotodiodos Avalancha (APD)

1.2 FUNDAMENTOS DE LAS TECNOLOGÍAS FTTX [8]

A los largo de los años, los Proveedores de Servicios de Internet han utilizado diferentes tecnologías para brindar el servicio al usuario final, se ha utilizado distintos medios de transmisión como cobre y aire, y se ha intentado perfeccionarlos pero dada la misma naturaleza de estos materiales y la alta

demanda existente por la necesidad de nuevos servicios (VoIP, video, IPTV, etc.), se ha creado la necesidad de buscar otro medio de transmisión que se ajuste con estos nuevos requerimientos de ancho de banda y velocidad de transmisión.

La fibra óptica cumple dichos requerimientos, por lo que en la actualidad se ha implementado fibra óptica para las redes de acceso hacia el usuario.

1.2.1 INTRODUCCIÓN A LAS TECNOLOGÍAS PON [8] [6]

Se entiende por redes ópticas pasivas (*PON, Passive Optical Networks*), aquellas redes que utilizan como medio de transmisión la fibra óptica, punto a multipunto, que no cuentan con elementos activos entre el origen y el destino.

Una red PON brinda ventajas tales como:

- Puede cubrir mayores distancias entre proveedor y usuario.
- Mientras más cerca se encuentre del usuario final, mayor ancho de banda provee al mismo.
- Distancia máxima de 20 km entre equipos del proveedor y equipo del usuario final.
- Simplifica la red, con la exclusión de elementos activos.

Puede estar representada en topologías de anillo, bus o árbol. (Figura 1.7)

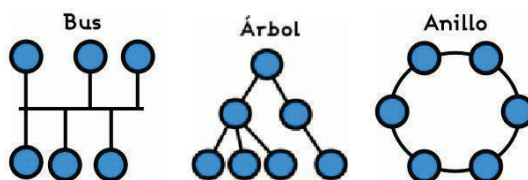


Figura 1.7 Topologías de una Red PON [10]

1.2.1.1 ELEMENTOS DE UNA RED PON [6] [8]

Una red PON elemental está conformada por un terminal de línea óptico (OLT, Optical Line Terminal) y uno o varios terminales de redes ópticos. (ONT, Optical Network Terminal)

El OLT se ubica generalmente parte interna del proveedor de servicios mientras que el ONT está localizado cerca del usuario final. (Figura 1.8)

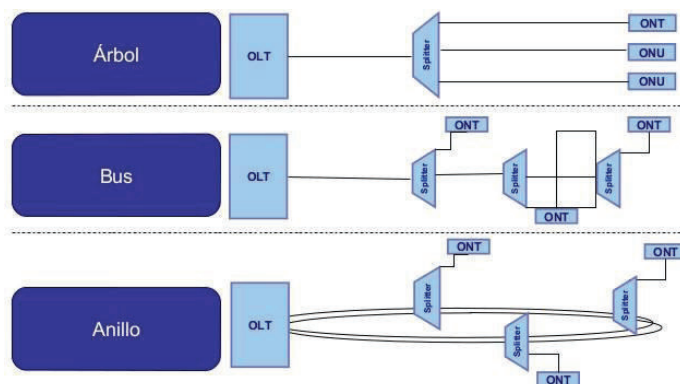


Figura 1.8 Elementos de una red PON [11]

1.2.2 INTRODUCCIÓN A LAS TECNOLOGÍAS FTTX [10] [11] [12]

De acuerdo a la distancia entre el usuario final y el proveedor de internet, las siglas FTTX pueden representar distintos tipos de tecnologías de banda ancha; estas comprenden la red de acceso del proveedor de servicios, tal como se muestra en la figura 1.9. [8]

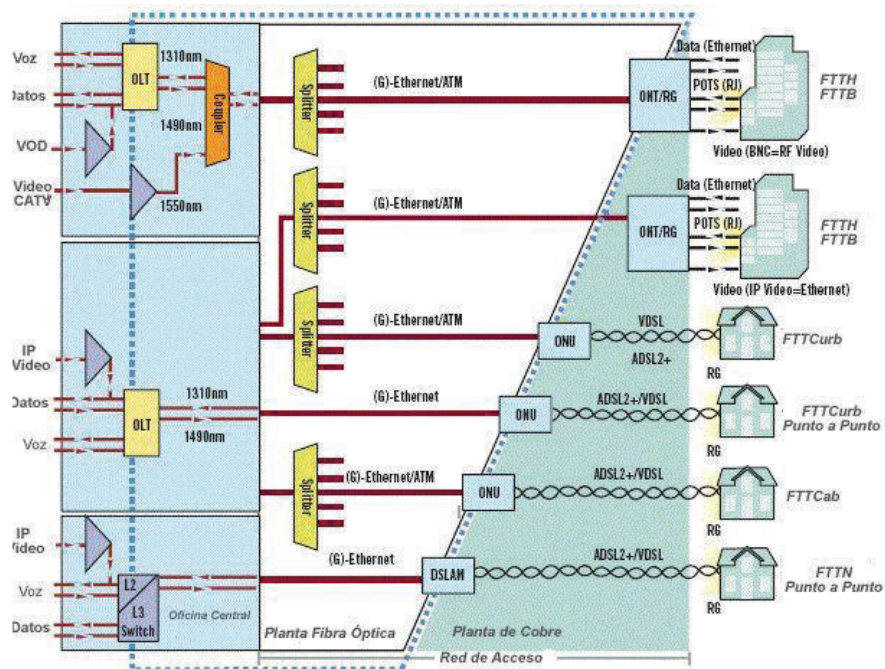


Figura 1.9 Aplicaciones de las tecnologías FTTX [12]

1.2.3 TIPOS DE TECNOLOGÍAS FTTX [8]

Las redes FTTX se clasifican de acuerdo a la distancia de conexión al usuario final desde el proveedor, utilizando un tendido de fibra óptica, estas son:

1.2.3.1 FTTH (*Fiber to the Home*) [13]

Cada suscriptor se conecta al equipo del proveedor (splitter u OLT) a través de un equipo (ONT), que se localiza dentro de las inmediaciones del suscriptor utilizando una fibra dedicada.

1.2.3.2 FTTB (*Fiber to the Building*) [12]

El tendido de fibra óptica del proveedor de servicios llega hasta un equipo de distribución (ONT), ubicado generalmente en el sótano de la edificación. Este equipo de distribución se conecta a un puerto del equipo del proveedor (splitter u OLT) a través de una fibra dedicada. Internamente, los usuarios finales ubicados en el edificio, pueden conectarse al equipo de distribución (ONT) a través de medios alámbricos de cobre.

1.2.3.3 FTTC (*Fiber to the Curb*) [12]

Se utilizan dispositivos intermedios como switches o multiplexores de acceso DSL (DSLAM), encargados de distribuir el tráfico agregado de toda una zona hacia el equipo del proveedor (splitter u OLT) utilizando fibra óptica. Los dispositivos intermedios se encuentran ubicados en armarios dispuestos en las calles y usan cobre para conectarse con los usuarios finales.

1.2.3.4 FTTDP (*Fiber to the Distribution Point*) [12]

Se ubican estratégicamente puntos de distribución dentro de la zona de cobertura, que se conectan a los equipos del proveedor (splitter u OLT), mediante fibra óptica. Los puntos de distribución se conectan a los equipos del usuario final mediante infraestructuras de cobre existentes.

En la figura 1.10 se indica los tipos de tecnologías FTTx.

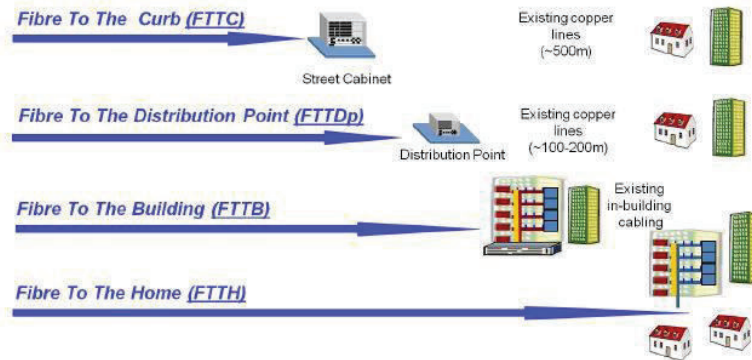


Figura 1.10 Tipos de tecnologías FTTX [13]

1.3 TECNOLOGÍA DWDM

La multiplexación surgió en las comunicaciones como una alternativa para optimizar recursos, ya sean estos, ancho de banda o velocidad de transmisión; tenemos multiplexación por división de tiempo (TDM, Time Division Multiplexing), multiplexación por división de frecuencia (FDM, Frequency Division Multiplexing), multiplexación por división de código (CDM, Code Division Multiplexing) y multiplexación por división de longitud de onda (WDM, Wavelength Division Multiplexing).

En los primeros sistemas de transmisión ópticos, cada enlace de fibra transportaba una única longitud de onda, desperdiciando el ancho de banda que puede soportar la fibra; WDM brinda una solución para este problema, aprovechando la capacidad de la fibra óptica ya que multiplexa varias longitudes de onda sobre una misma fibra óptica. (Figura 1.11)

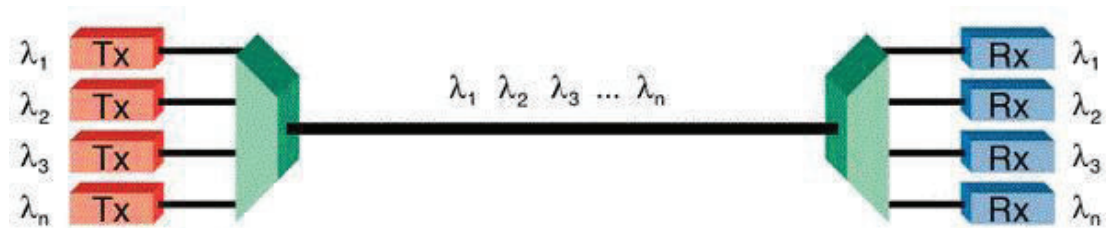


Figura 1.11 WDM [14]

1.3.1 PRINCIPIO DE FUNCIONAMIENTO DE LA TECNOLOGÍA DWDM [15]

La principal diferencia entre WDM y DWDM (*Dense Wavelength Division Multiplexing*) es que DWDM aumenta la capacidad de multiplexación ya que es un sistema más compacto, haciendo que el espaciamiento entre las frecuencias sea menor; con esto se logra aumentar aún más el ancho de banda y la velocidad de transmisión. DWDM, acopla cada longitud de onda que entregan las fuentes de luz, a longitudes de onda distintas para que sean transmitidas sobre una misma fibra óptica.

Las separaciones entre las frecuencias que utiliza DWDM están en el orden de 50 GHz (0.4nm), 100 GHz (0.8nm) y 200 GHz (1.6nm); dentro de las bandas C y L del espectro óptico que son especificadas para la tecnología WDM. (Figura 1.12)

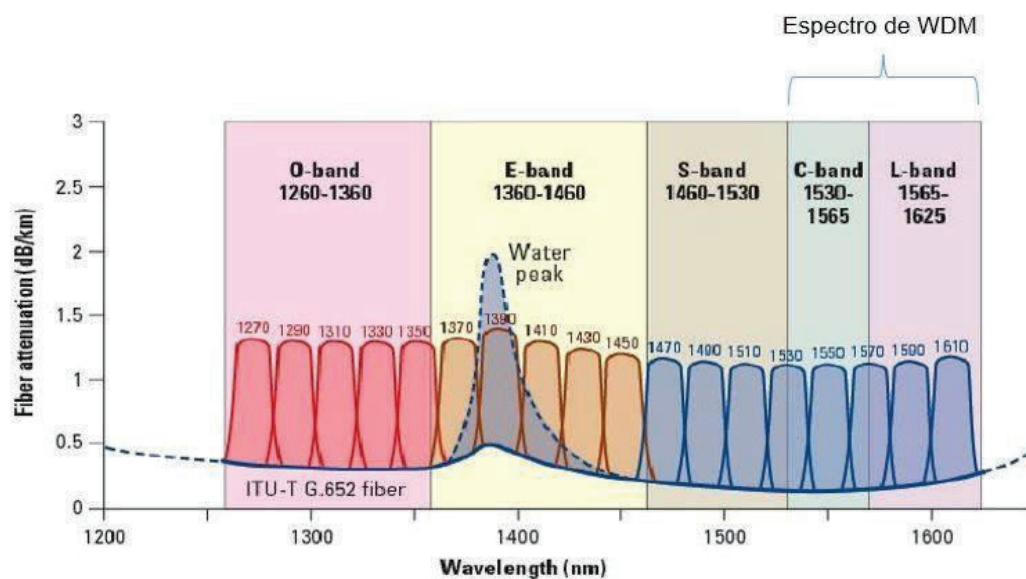


Figura 1.12 Espectro de WDM [16]

1.3.2 COMPONENTES DE UNA RED DWDM [17]

Los componentes de una red DWDM son:

- Transmisores/receptores ópticos
- Filtros MUX/DEMUX
- Multiplexores ópticos de adición/extracción (OADM)

- Amplificadores ópticos
- Transpondedores (Convertidores de longitud de onda)

1.3.2.1 TRANSMISORES/RECEPTORES ÓPTICOS [16] [2]

Los transmisores ópticos proveen las señales fuente que son multiplexadas. Pulsos eléctricos a la entrada (bits 0 y 1) de los transmisores inician la conversión a una señal luminosa. Por ejemplo, la presencia de luz equivale a un 1_L y la ausencia a un 0_L. Los pulsos de luz se propagan a través de la fibra óptica hasta el extremo receptor, aquí se localizan los receptores ópticos, estos detectan las señales luminosas y las transforman en pulsos eléctricos (bits 0 y 1).

1.3.2.2 FILTROS MUX/DEMUX [16] [2]

Las múltiples longitudes de onda que atraviesan el cable de fibra óptica llegan a dispositivos llamados filtros DEMUX (Demultiplexores) que separan la señal compuesta de la fibra óptica en dos o más señales luminosas individuales; la operación inversa se realiza en los filtros MUX (Multiplexores), a éste llegan múltiples longitudes de onda individuales y el MUX se encarga de formar una señal luminosa compuesta. (Figura 1.13)

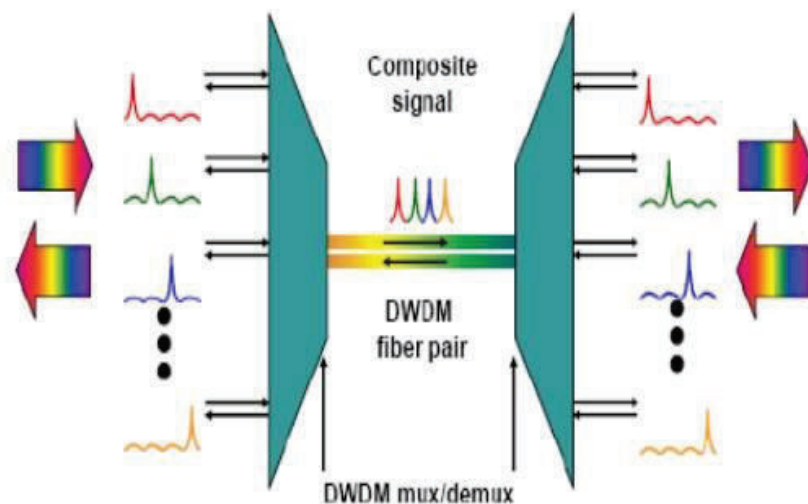


Figura 1.13 Filtros MUX/DEMUX [17]

1.3.2.3 MULTIPLEXORES ÓPTICOS DE ADICIÓN/EXTRACCIÓN (OADM) [16]

En la figura 1.14, se ilustra el funcionamiento de un multiplexor óptico de adición/sustracción de un canal:

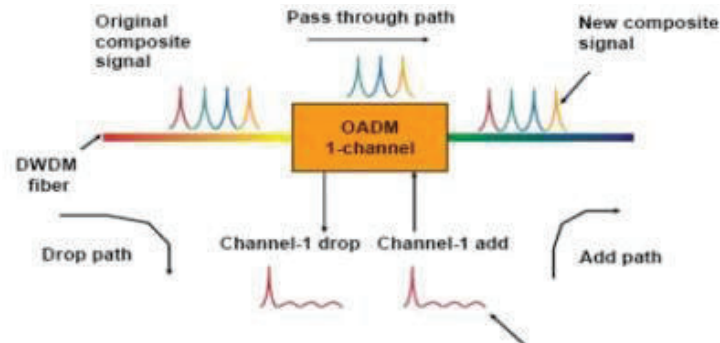


Figura 1.14 Funcionamiento de un OADM [17]

Los dispositivos OADM están diseñados para añadir o extraer señales ópticas con una longitud de onda en particular. De izquierda a derecha, una señal óptica que ingresa al OADM es dividida en dos componentes de extracción y de paso. El OADM extrae solo una señal óptica determinada, la señal de color rojo en la figura 1.14. La señal extraída es transmitida a un cliente, el resto de la señal óptica es multiplexada y se añade una señal que reemplaza a la extraída con la misma longitud de onda, formando una nueva señal compuesta.

1.3.2.4 AMPLIFICADORES ÓPTICOS [2] [16]

Las señales ópticas que atraviesan amplificadores ópticos obtienen una ganancia en un amplio rango de longitudes de onda. (Figura 1.15)

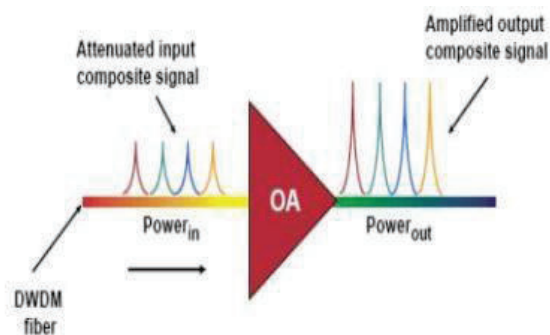


Figura 1.15 Amplificadores ópticos [17]

1.3.2.5 TRANSPONEDORES (CONVERTIDORES DE LONGITUD DE ONDA) [2] [16]

Los transpondedores convierten las señales ópticas de una longitud de onda entrante a una longitud de onda saliente idónea para la aplicación de la tecnología DWDM. Estos funcionan como convertidores de longitud de onda Óptico-Eléctrico-Óptico (O-E-O). (Figura 1.16)

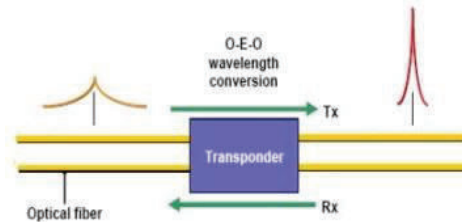


Figura 1.16 Funcionamiento de un Transpondedor [17]

1.4 CARACTERÍSTICAS DE UN NOC (NETWORK OPERATIONS CENTER)

1.4.1 ADMINISTRACIÓN DE REDES [18] [19]

En el día a día de las redes de comunicaciones, es normal que se presenten eventos que pueden alterar o inclusive suspender el funcionamiento apropiado de éstas redes. Muchos de estos eventos pueden afectar actividades o aplicaciones críticas de empresas propietarias de dichas redes, por lo que la presencia de un departamento de TI (Tecnologías de la Información), que controle y solucione estos eventos garantizando un servicio continuo de la red es imprescindible. Este departamento, entre otras muchas actividades, será el encargado de *administrar la red convergente o de datos* de una empresa.

Se define como administración de red al conjunto de actividades, metodologías, procedimientos y herramientas involucradas dentro de la operación, gestión, mantenimiento y aprovisionamiento de sistemas de red. *Operación* hace referencia a mantener la red activa y funcionando correctamente, *gestión* implica llevar un registro de los recursos de red y como se encuentran distribuidos, *mantenimiento* se refiere a realizar reparaciones y actualizaciones de una manera preventiva (programada) y correctiva (sobre la marcha, cuando sea necesario); y,

aprovisionamiento se preocupa por la configuración de recursos de la red para que soporte algún servicio necesario.

1.4.2 ELEMENTOS EN LA ADMINISTRACIÓN DE REDES [18] [19] [20]

La administración de redes utiliza protocolos de red, que se encargan de gestionar un dispositivo llamado agente desde otro dispositivo llamado estación gestora, esta arquitectura se basa en el modelo cliente-servidor.

Los elementos en la administración de red son:

- ✓ *NMS, Network Management Station.*- Es la entidad gestora encargada de administrar los dispositivos de red, además brinda una interfaz que permite la comunicación entre los dispositivos gestionados y el administrador de red.
- ✓ *NME, Network Management Entity.*- Son todos los dispositivos de red administrados por la estación gestora (*NMS*)
- ✓ *Agente.*- Los dispositivos gestionados (*NME*), deben poseer un software que implemente la interfaz de administración para la entidad gestora (*NMS*).
- ✓ *Protocolo de gestión de red.*- Es el encargado de la comunicación entre la entidad gestora (*NMS*) y el dispositivo gestionado (*NME*).

En la figura 1.17, se indica un diagrama de los elementos en la Administración de la Red.

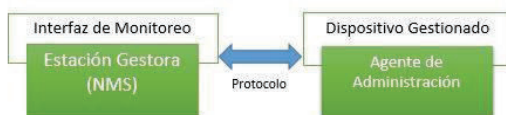


Figura 1.1.17 Elementos en la Administración de Red [18]

1.4.3 MODELOS DE ADMINISTRACIÓN [18] [6]

Se pueden enumerar varios modelos de administración de red, sin embargo los más representativos son los tres siguientes:

- Arquitectura TNM.
- Administración Internet.
- Administración OSI

1.4.3.1 ARQUITECTURA TMN (*Telecommunications Management Network*) [20]

TMN intenta facilitar una estructura de red organizada para la interconexión de diversos tipos de sistemas de administración, operación y mantenimiento y equipos de telecomunicaciones. TMN define las siguientes arquitecturas:

- ❖ *Arquitectura Funcional*, se basa en la definición de un conjunto de bloques funcionales, son:
 - *Bloque funcional de sistema de operación (OSF)*
 - *Bloque funcional de elementos de red (NEF)*
 - *Bloque funcional de estación de trabajo (WCF)*
 - *Bloque funcional de adaptador (QAF)*
 - *Bloque funcional de mediación (MD)*
- ❖ *Arquitectura Física*, indica la manera de implementar en equipos físicos los bloques funcionales.
- ❖ *Arquitectura de Información de TMN*, define el formato de información que se transmite entre los bloques funcionales.
- ❖ *Arquitectura organizativa de TMN*, establece una jerarquía entre los distintos gestores.

1.4.3.2 ADMINISTRACIÓN INTERNET [20]

Es un modelo de administración antiguo que surgió con el Internet, por lo que evolucionó con el mismo hasta llegar a soluciones más avanzadas, enumeradas a continuación:

- *SGMP (Simple Gateway Monitoring Protocol)*, protocolo simple orientado a la gestión de subredes IP.
- *HEMS (High-level Entity Management System)*, sistema de gestión de entidades de alto nivel.
- *CMOT (CMIP)*, adopta los estándares ISO como marco de gestión para Internet sobre un stack de protocolos TCP/IP.

Definido por OSI (*Open System Interconnection*), tiene por objetivo lograr la gestión de recursos siguiendo el modelo de referencia OSI.

Se define utilizando las siguientes arquitecturas:

1.4.3.2.1 Arquitectura Funcional [17]

Las tareas de administración se separan en cinco categorías que componen el modelo FCAPS, de la siguiente manera: (Figura 1.18)



Figura 1.18 Modelo FCAPS [18]

- *Gestión de Fallas*

Trata con las fallas que ocurren en la red, sus funcionalidades incluyen el monitoreo de la red, diagnóstico de fallas, registro histórico de alarmas, generación de tickets por falla y manejo proactivo de fallas

- *Gestión de Configuración*

La gestión de configuración posee funciones tales como configurar los recursos gestionados ya sean equipos de red o servicios sobre la red; auditoría y autodescubrimiento de la red; sincronización de la información de la administración de la red a través de aplicaciones para la gestión y finalmente, respaldo de las configuraciones de la red.

- *Gestión de Contabilidad*

Las organizaciones que brindan servicios sobre una red, necesitan generar ingresos por los servicios que ellos brindan, la gestión de contabilidad maneja las funciones que permiten recaudar ganancias por lo que debe ser altamente robusta, disponible y confiable debido al tipo de información que se maneja.

- *Gestión de Rendimiento*

El rendimiento en las redes es medido a través del cumplimiento de estándares, algunos de los principales valores a ser tomados en cuenta son el *throughput*, contabilizado por unidades de medición con respecto al tiempo; *retraso*, medido en unidades de tiempo y *calidad*, también relacionado con el rendimiento pero puede ser medido de distintas formas.

- *Gestión de Seguridad*

Asegura la red de posibles amenazas, se deben considerar dos aspectos: *seguridad de la gestión*, que asegura que el manejo mismo sea seguro, y la *gestión de seguridad*, que maneja las posibles amenazas a los dispositivos de red.

En la figura 1.19, se muestra un diagrama sobre la gestión de la seguridad.

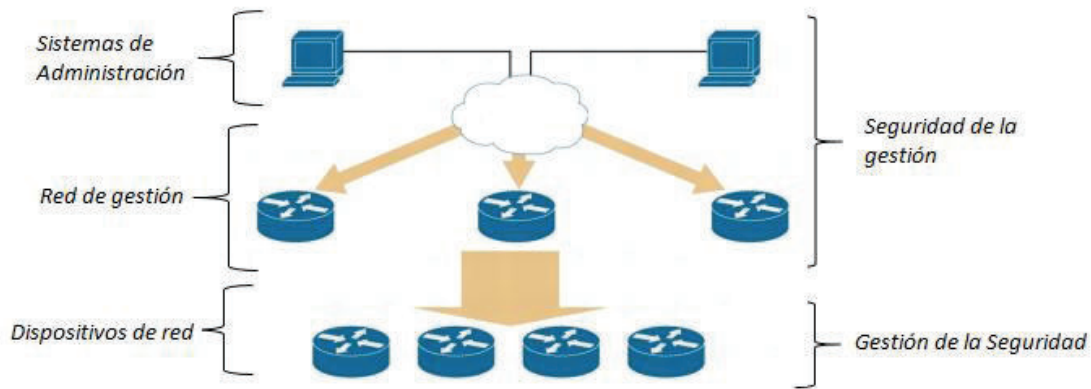


Figura 1.19 Gestión de la Seguridad [17]

1.4.3.2.2 Arquitectura Organizacional [20]

Se definen los roles y formas de cooperación entre los elementos que administran la red.

1.4.3.2.3 Arquitectura de Comunicaciones [20]

Establece las características del protocolo de comunicación a usarse.

1.4.3.2.4 Arquitectura Informativa [20]

Brinda las características de la manera en que van a relacionarse los diferentes elementos de red.

1.4.4 DEFINICIÓN Y OBJETIVOS DE UN NOC [18]

Un NOC (*Network Operations Center*), es una organización cuyo objetivo es supervisar y mantener las operaciones diarias de una red, de acuerdo a la definición dada por la RFC 1302. [21]

Los objetivos de un NOC son:

- Mantener la correcta operación de la red y sus enlaces.
- Implementar herramientas que de alguna manera procuren un adecuado funcionamiento de la red.

- Monitorear enlaces de backbone y equipos activos de red.
- Identificar y resolver problemas o anomalías en la red.
- Dar solución a fallas en la red en corto tiempo.
- Implantar procesos y normativas para una correcta gestión de la red.
- Garantizar la operación ininterrumpida de servicios y equipos de red.
- Funcionar en horario 24/7.
- Contar con personal capacitado y competente para cumplir sus funciones.
- Ofrecer soporte calificado a los usuarios de la red.

1.4.5 FUNCIONES DE UN NOC [20]

Las funciones de un NOC están definidas en su modelo FCAPS (el cual se utiliza en el presente Proyecto). La Figura 1.20 muestra los componentes de un NOC de acuerdo a este modelo.



Figura 1.20 Áreas Funcionales del NOC [18]

Éstas áreas funcionales se explican en a continuación.

1.4.5.1 Gestión de Red

Se encarga del monitoreo del estado actual de la red, reconocer fallas y posibles disminuciones en la calidad de los servicios que brinda la red. Se divide en las siguientes subáreas.

- *Monitoreo*, es la encargada de la inspección permanente de la red y su correcto funcionamiento, esto incluye: verificar alertas de equipos, realizar un seguimiento de incidencias con un registro histórico, elaborar reportes periódicos del estado de la red y operar ininterrumpidamente.
- *Portador*, constituye el punto de entrada de reportes y solicitudes y las redirige al departamento correspondiente para su atención.
- *Análisis de datos*, tiene como función la recolección e interpretación de la información obtenida mediante monitoreo. En esta área se podría identificar inconvenientes relacionados a zonas y equipos críticos de la red, utilización elevada de enlaces o dispositivos, tráfico inusual y/o sospechoso y calidad de servicio.

1.4.5.2 Gestión de Configuración [18]

Es él área encargada de preservar un esquema topológico de la red (desde su diseño inicial hasta posteriores ajustes o modificaciones) y configuración de todos los equipos y nodos que se gestionará, además de enlaces internos y externos de la red. También inspecciona que dichos equipos cuenten con la configuración establecida, caso contrario se genera un reporte indicando este inconveniente. Está formado por:

- *Configuración*, se preocupa por: estado actual de la red, topología de red, dispositivos instalados con su ubicación, estado operacional y personal responsable.

- *Inventario*, mantiene un registro de cambios perpetrados en la topología de red, historial de fallas, nodos y sus funciones, bases de datos de los elementos de red y procedimientos para obtener información.
- *Estado Operacional*, tiene por función registrar cambios de configuraciones, efectuar actualizaciones de software y hardware, indicar métodos de acceso a dispositivos, inicio de componentes individuales y configuración de SNMP y árbol MIB (Management Information Base).

1.4.5.3 Gestión de Fallos [18]

Tiene por función el detectar y solucionar fallos que se puedan presentar en la red, por medio del personal de turno en el NOC. Se puede identificar inconvenientes en la red de dos maneras: de forma *proactiva*, que implica un monitoreo y análisis continuo de la red para prevenir inconvenientes con nodos, dispositivos o enlaces; y de manera *reactiva*, es decir atendiendo problemas en el momento que se los identifica, pudiendo afectar gravemente a la disponibilidad de la red y sus servicios.

El área de gestión de fallos se divide en los siguientes sistemas:

- ✓ *Sistema de Gestión*: Describe el proceso para el tratamiento de una falla mediante siete pasos, en el siguiente orden: Monitoreo, Identificación, Aislamiento, Reacción, Asignación de Recursos, Resolución y Notificación. Es un proceso cíclico.
- ✓ *Sistema de Incidencias*: Da seguimiento a las fallas detectadas, al personal asignado y a las responsabilidades de dicho personal. Establece un tiempo estimado de solución.
- ✓ *Seguimiento de reportes*: Se encarga de asignar una prioridad, notificar y atender un reporte una vez que es ingresado al NOC. Organiza y archiva estos reportes para elaborar informes y estadísticas.

1.4.5.4 Gestión de Seguridad [18]

Cumple con la función de brindar seguridad a la red para su operación permanente, debe considerar los siguientes aspectos:

- ❖ Prevención de ataques.
- ❖ Detección de intrusos.
- ❖ Respuesta a incidentes.
- ❖ Políticas de seguridad.
- ❖ Servicio de seguridad.
- ❖ Mecanismos de seguridad.
- ❖ Procedimiento de seguridad.

1.4.5.5 Gestión de Contabilidad (Análisis de Datos) [18]

Es la encargada de registrar y llevar cuenta del tráfico generado por los equipos de red y que cursen los distintos enlaces. Normalmente esta información se almacena en una base de datos accesible para el personal del NOC, quienes generarán informes y estadísticas útiles para identificar ineficiencias, sobrecargas o nuevos requerimientos de la red.

1.4.6 PROTOCOLO SIMPLE DE ADMINISTRACIÓN DE RED (SNMP) [19] [20]

Es el protocolo de administración de red más utilizado y conocido, fue definido por la IETF (Internet Engineering Task Force) en 1980, existen tres versiones del mismo descritas a continuación:

1.4.6.1 SNMPv1

El dispositivo a ser gestionado no requiere de gran memoria o procesamiento. Para su operación SNMPv1 define cinco operaciones de gestión:

- *GetRequest*, es una petición simple de SNMP y se usa especificando un parámetro de una lista de variables, al agente del dispositivo gestionado.
- *GetNextRequest*, es usado para realizar una petición similar al *getrequest*, con la diferencia de que esta petición no se especifica un único parámetro por lo que realiza un sucesión repetida de peticiones *getrequest*.
- *SetRequest*, es usado por un administrador de red para escribir un valor particular sobre un objeto MIB.
- *GetResponse*, es la respuesta que retorna el agente del dispositivo gestionado a las peticiones SNMP, pueden contener un parámetro con la petición realizada, un estado de error mostrando si la petición fue exitosa o no, un índice de error que brinda mayor información o una lista de variables luego de una petición SNMP exitosa.
- *Trap*, es usada por el agente del dispositivo gestionado para notificar a la entidad gestora de un evento que disparo esta operación SNMP.

1.4.6.2 SNMPv2/SNMPv2c

Algunos de los principales problemas que presentaba SNMPv1 son la ineficiencia cuando se requerían grandes cantidades de información, además ofrecía poca seguridad, por lo que era vulnerable a amenazas, poniendo en peligro la integridad de la red entera.

Por estas razones se desarrolló una nueva versión de SNMP, ésta versión presenta dos operaciones nuevas:

- *GetBulkRequest*, permite al administrador de red solicitar grandes cantidades de información con una sola petición.
- *InformRequest*, informa al receptor que es necesario un mensaje de notificación.

SNMPv2 redefine los formatos de las PDUs para que esa misma trama PDU sea reutilizada por cualquier operación SNMP, incluyendo peticiones y respuestas.

Para la versión SNMPv2c, se incluyó un campo de “comunidad”, que agrupa a los dispositivos de red y las entidades gestoras.

1.4.6.3 SNMPv3

Es la versión más reciente de SNMP, puede ser considerada como SNMPv2c con más seguridad, es menos vulnerable a los ataques, permite encriptación de los mensajes de administración y fuertes caminos de autenticación.

1.4.7 BASE DE INFORMACIÓN DE GESTIÓN (MANAGEMENT INFORMATION BASE - MIB)

La información de administración de un dispositivo es mantenida por el agente de administración del mismo en una base de información de gestión (MIB). Se encuentran especificadas en la RFC 1156 (MIB-I) y la RFC 1158 (MIB-II).

Las MIBs contienen partes individuales de la información de gestión del dispositivo de red, desde aspectos físicos como estado de puertos y tarjetas hasta aspectos lógicos como protocolos, software y características individuales de los servicios de comunicación.

Dado que una MIB es una base que contiene información de un dispositivo, puede ser confundida con una base de datos como SQL, pero existen cuatro diferencias, a continuación:

- *Procesamiento*, una base de datos como SQL requiere de mayor cantidad de procesamiento que una MIB, dado que un dispositivo de red posee capacidades de procesamiento limitado esto puede colaborar a que el dispositivo sobrecargue su procesamiento.
- *Requerimientos específicos*, una MIB posee valores que son de naturaleza jerárquica y deben ser sincronizados periódicamente entre el agente y la entidad gestora; por ejemplo, un dispositivo de red posee una tarjeta de red, la cual contiene puertos, que poseen interfaces y así sucesivamente; si la información se presenta en una base de datos, en una tabla, la información será mucho más difícil de sincronizar y visualizar.

- *Efecto en tiempo real*, debido a la información que contiene cada MIB, ésta puede ser alterada y reconfigurada repetidamente ya sea por el propio administrador de red o por el disparo de algún evento, esta versatilidad no sería probable en una base de datos como SQL.
- *Tipos de datos contenidos*, una base datos contienen grandes cantidades de información, homogéneas y son alojadas en tablas; una MIB posee información heterogénea almacenada en orden jerárquico.

Para definir una variable u objeto MIB se especifica lo siguiente: [18]

- Sintaxis: Especifica el tipo de datos de la variable
- Acceso: Especifica el tipo de permiso. (Lectura, lectura y escritura, sin acceso, etc)
- Estado: Define si la variable es obligatorio u opcional
- Descripción: Describe la variable

1.4.7.1 ÁRBOL MIB [22]

Los objetos MIB se encuentran organizados por grupos, los cuales están organizados de manera jerárquica y secuencial para una identificación única. Esta identificación única se expresa mediante lo que se denomina *identificador de objeto* (OID). Estos OIDs son gestionados por la ITU y la ISO, quienes se encargan de manejar los espacios de nombres y números.

1.4.7.1.1 Identificadores de Objeto (OID) [18]

El OID de los objetos MIB se puede escribir de dos maneras: textualmente, es decir con los nombres de cada grupo o nodo; y numéricamente, escribiendo el número correspondiente a cada nodo. Por ejemplo: para el objeto “sysName”, se lo puede identificar textualmente, .iso.org.dod.internet.mgmt.mib-2.system.sysName; o por su OID en números: .1.3.6.1.2.1.1.5.

Se presenta de manera jerárquica los objetos que son administrados con una identificación única llamada identificador de objeto (OID): (Figura 1.21)

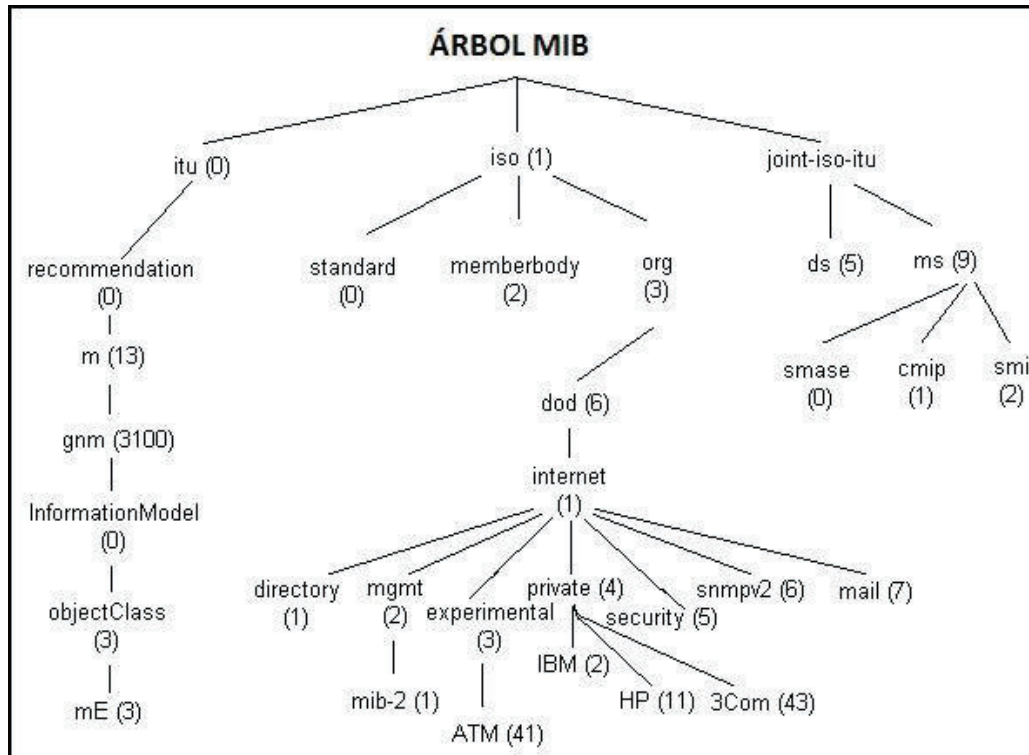


Figura 1.20 Ejemplo de Árbol MIB [22]

CAPÍTULO 2

2. SITUACIÓN ACTUAL DE LA RED DEL ISP-P@RQUE.NET

En este capítulo se describe las condiciones actuales de la red del ISP-P@RQUE.NET, puntualizando el número de usuarios actuales, técnicas de acceso, enlaces de salida hacia internet, estado de los elementos de la red y la disponibilidad de la conectividad usuario-internet.

2.1 INTRODUCCIÓN

El ISP-P@RQUE.NET es un proveedor de servicios de internet ubicado en la parroquia Izamba del cantón Ambato provincia de Tungurahua; El ISP-P@RQUE.NET fue creado en el año 2001, pero en sus inicios funcionaba únicamente como un centro de cómputo que brindaba alquiler de computadores con conexión a Internet a los habitantes de dicha parroquia. La constante demanda por parte de los habitantes del sector de un servicio de Internet en sus hogares y la falta de interés de los proveedores de Internet por brindar dichos servicios a esta parroquia rural de Ambato, hizo que su Propietario y Gerente general, Ingeniero Marcelo Hidalgo expanda el ISP-P@RQUE.NET para convertirse en un ISP (*Internet Service Provider*) que brinde servicios de Internet a los hogares de la parroquia Izamba; el ISP-P@RQUE.NET obtuvo su permiso de la SENATEL para el uso de frecuencias el 13 de enero del 2012. Actualmente, el ISP-P@RQUE.NET posee 63 suscriptores ubicados en la parroquia de Izamba en las zonas descritas en la figura 2.1:

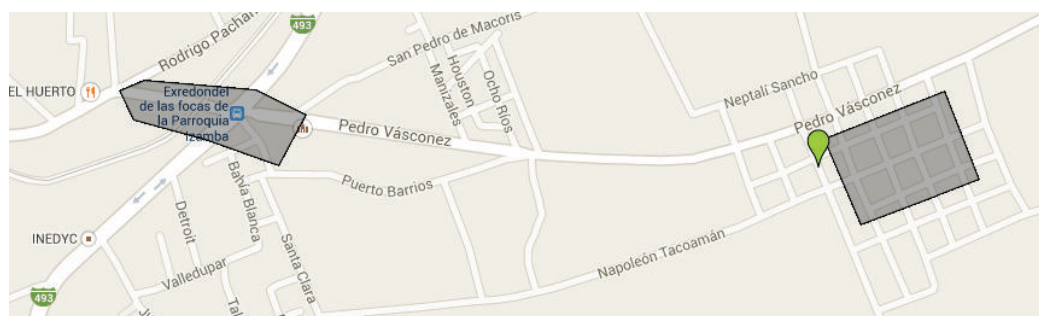


Figura 2.1 Zonas de cobertura actual

Estos suscriptores se encuentran distribuidos en los planes de Internet que se indican en la tabla 2.1:

PLANES DE INTERNET			
	Velocidad de Bajada [kbps]	Velocidad de Subida [kbps]	Suscriptores
Corporativos	2048	512	11
	5120	512	2
Residenciales	1024	256	47
	2048	512	3
		TOTAL SUSCRIPTORES:	63

Tabla 2.1 Suscriptores por Planes de Internet

2.1.1 MISIÓN

Mejorar el estilo de vida de nuestros clientes facilitando el acceso a la información, a través del suministro de servicios de Internet, contribuyendo así con el desarrollo del cantón Ambato provincia de Tungurahua.

2.1.2 VISIÓN

Ser la primera organización facilitadora del acceso a la información en áreas rurales y de difícil acceso, brindando un producto de calidad en el cantón Ambato provincia de Tungurahua.

2.2 DESCRIPCIÓN DE LA INFRAESTRUCTURA

Se describe la infraestructura actual de la red hasta finales del mes de enero del 2015, toda la información se recopiló en el sitio, con la aprobación y colaboración del personal del ISP-P@RQUE.NET.

2.2.1 INSTALACIONES

El ISP-P@RQUE.NET posee un único centro de operaciones ubicado en las calles Pedro Vásquez y Rodrigo Pachano, como se indica en la figura 2.2:

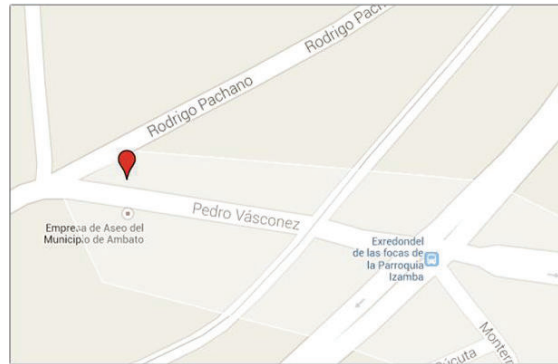


Figura 2.2 Ubicación del ISP-P@RQUE.NET

El centro de operaciones actual se ubica dentro de una habitación dispuesta como se muestra en la figura 2.3:

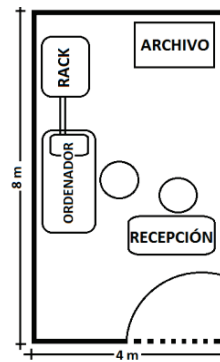


Figura 2.3 Diagrama del Centro de Operaciones actual

En la figura 2.4 se observa una miscelánea de fotos de las instalaciones actuales:



Figura 2.4 Instalaciones actuales

El centro de operaciones actuales posee una computadora que se utiliza para la gestión de red, un archivador, un rack y una UPS.

- Las características de la computadora utilizada en el actual centro de operaciones se exhiben en la figura 2.5; posee una capacidad de memoria en disco de 3 Terabytes, un procesador interno Intel Core i7 de 3.5 Ghz, 16 GB de memoria RAM y un sistema operativo Windows 7 de 64 bits.



Figura 2.5 Características de la computadora

- El modelo del *rack* es I-1043 de marca BEAUCOUP, es un rack de piso, abierto y posee 24 unidades de rack; posee las características indicadas en la tabla 2.2:

RACK ABIERTO DE PISO (Tuerca Encapsulada)		
Modelo	Descripción	Peso
I-1043	RACK Abierto 24 Ur. 1219x565x399 [mm]	16 Kg

Tabla 2.2 Características del Rack

En la figura 2.6 se muestra la condición actual del Rack de piso en el centro de operaciones:

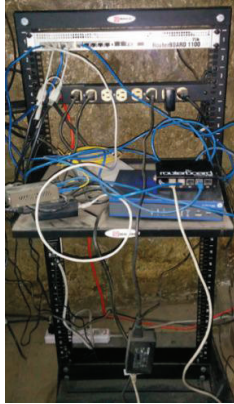


Figura 2.6 Rack

- Dentro del *rack* se encuentran ubicados los elementos de la red dispuestos como se indica en la figura 2.7:

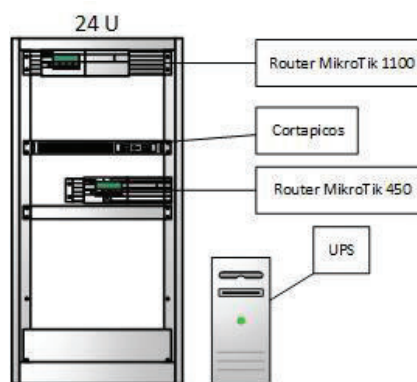


Figura 2.7 Diagrama de Rack de Piso

- El sistema de alimentación ininterrumpida (UPS), es de marca Chicago Digital Power y es el encargado de proveer energía a los equipos en el rack durante un apagón eléctrico y se muestra en la figura 2.8:

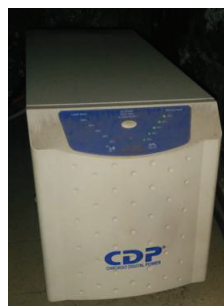


Figura 2.8 UPS

2.2.2 TOPOLOGÍA DE LA RED

La red del ISP-P@RQUE.NET cuenta con una topología tipo estrella, donde todos los nodos confluyen a un mismo punto que es el router de core localizado en el centro de operaciones. La torre principal de transmisión se conecta a cada nodo mediante enlaces punto a punto con una frecuencia de operación de 5.8 GHz, mientras que cada nodo cuenta con un punto de acceso inalámbrico (*Access Point* - AP), que da la cobertura a las zonas requeridas. Cada cliente cuenta con una antena receptora que se conecta al AP más cercano, estableciendo enlaces tipo punto-multipunto para así acceder al servicio. La topología de red se indica en la figura 2.9:

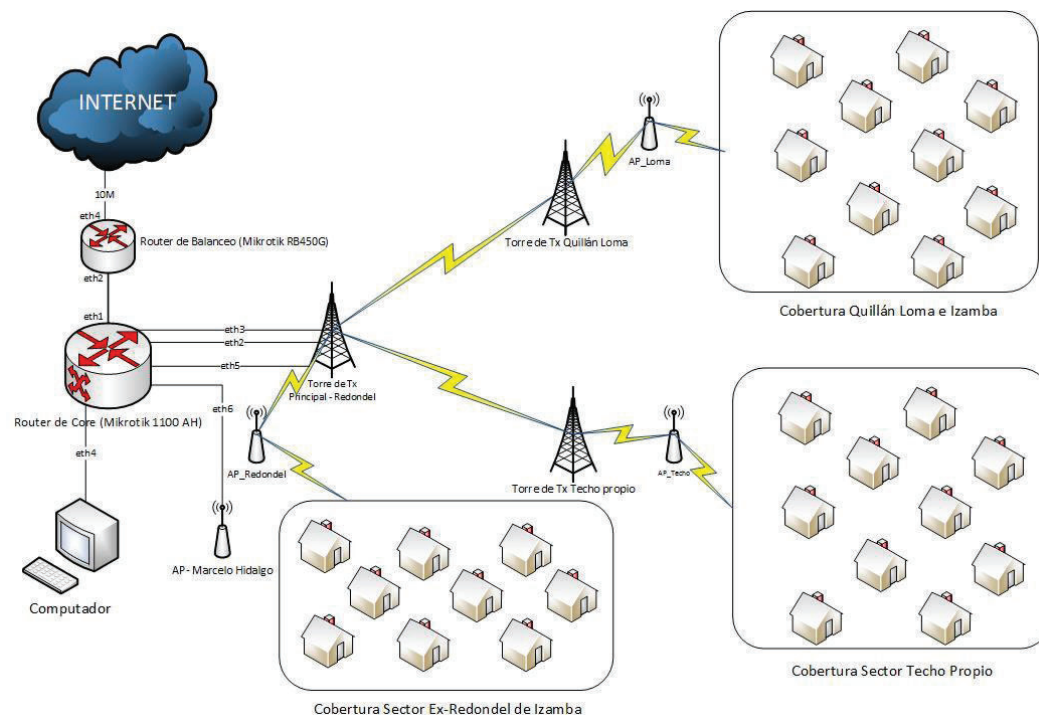


Figura 2.9 Diagrama Topológico de Red

2.2.2.1 Centro de Operaciones

En el centro de operaciones se encuentran ubicados los equipos principales del ISP, es decir, el router de core Mikrotik RB1100AH, el router de borde RB450G (conectado a los equipos de Telconet), el computador utilizado para la gestión de

la red y la torre de transmisión principal. A continuación se describen las funciones principales de cada uno de ellos.

2.2.2.1.1 Router Mikrotik RB450G

Es el equipo de borde del ISP e interactúa con los equipos del proveedor (Telconet). Cuenta con una dirección IP pública mediante la cual se puede acceder desde cualquier red externa a este dispositivo. En este equipo se realizaba una especie de balanceo de carga hace varios meses, puesto que se contaba con dos enlaces hacia Telconet de una capacidad media (un enlace 5 MB y otro de 2 MB, ambos valores tanto para subida como para bajada y compartición de 1 a 1); que posteriormente fue reemplazada con un solo enlace de 10 MB subida/bajada y compartición 1 a 1, por lo que perdió la característica de balanceador de carga. Además proporciona funciones de un firewall básico, ya que establece reglas para prevenir vulnerabilidades de seguridad, como por ejemplo el acceso por telnet o SSH a estos equipos, prevenir ataques de Denegación de Servicio (DoS), limitar el número de conexiones simultáneas, prevenir ataques por medio de DNS, y muchas otras vulnerabilidades más.

Físicamente, este router está conectado hacia el switch HP de Telconet mediante el puerto eth4, y también al router de Core RB1100AH por medio del puerto eth2. Además, se utiliza la interfaz eth1 para energizar al equipo con un adaptador PoE (*Power over Ethernet*).

2.2.2.1.2 Router Mikrotik RB1100AH

Es el router principal del ISP y por ende el de mayores capacidades, donde todos los equipos de la red interna del ISP-P@RQUE.NET confluyen buscando salir a Internet. Aquí es donde se empieza a establecer el direccionamiento de la red interna, se establece y asigna a cada cliente los distintos planes de servicio de internet, así como la partición de la conexión para cada usuario (todos los usuarios residenciales tienen compartición de 1 a 8, mientras que los clientes corporativos de 1 a 1 y 1 a 2 en ciertos casos). Aquí también se añaden las

direcciones IP de los servidores DNS que usan todos los clientes del ISP y actúa de Gateway de todos los dispositivos.

Este router está conectado a los siguientes dispositivos: al router de borde por la interfaz eth1, al punto de acceso para el sector Ex-Redondel de Izamba por la interfaz eth2, a la antena para el enlace al nodo Quillán Loma mediante la interfaz eth3, al servidor para gestión de red mediante la interfaz eth4, a la antena para el enlace con el nodo Techo Propio por la interfaz eth5, al router residencial mediante la interfaz eth6.

2.2.2.2 Nodo Principal

El nodo principal se encuentra ubicado junto al centro de operaciones del ISP-P@RQUE.NET, cuyas coordenadas se indican en la tabla 2.3:

Coordenada Geográfica LATITUD		
° (grados)	' (minutos)	'' (segundos)
1	13	33
Coordenada Geográfica LONGITUD		
° (grados)	' (minutos)	'' (segundos)
78	35	58

Tabla 2.3 Coordenadas geográficas Nodo Principal

Contiene una torre de transmisión de 18 m de altura, en la que se encuentran instalados tres dispositivos: dos antenas tipo grilla con su respectivo radio, una para el enlace hacia el nodo Quillán Loma y otra para el enlace hacia el nodo Techo Propio; y un Access Point donde se conectan los clientes localizados en el sector del Ex-Redondel de Izamba.

Los equipos instalados en la torre se muestran en la figura 2.10:



Figura 2.10 Equipos instalados en Torreta del Nodo Principal

2.2.2.3 Nodo Quillán Loma

Este nodo está localizado en el sector de Quillán Loma, una zona agrícola rural de considerada elevación de la Parroquia Izamba. Las coordenadas geográficas del nodo son las indicadas en la tabla 2.4:

Coordenada Geográfica LATITUD		
° (grados)	' (minutos)	'' (segundos)
1	12	46.4
Coordenada Geográfica LONGITUD		
° (grados)	' (minutos)	'' (segundos)
78	34	0.5

Tabla 2.4 Coordenadas Geográficas de Nodo Quillán Loma

En este nodo se cuenta con una torre de transmisión de 15 m de altura, en la que se encuentran instalados dos dispositivos: una antena tipo panel para el enlace punto a punto con el nodo principal, y un Access Point al que se conectan los clientes ubicados dentro de la zona de cobertura correspondiente, es decir en los sectores más poblados de Izamba. Los equipos instalados en la torre se muestran en la figura 2.11:

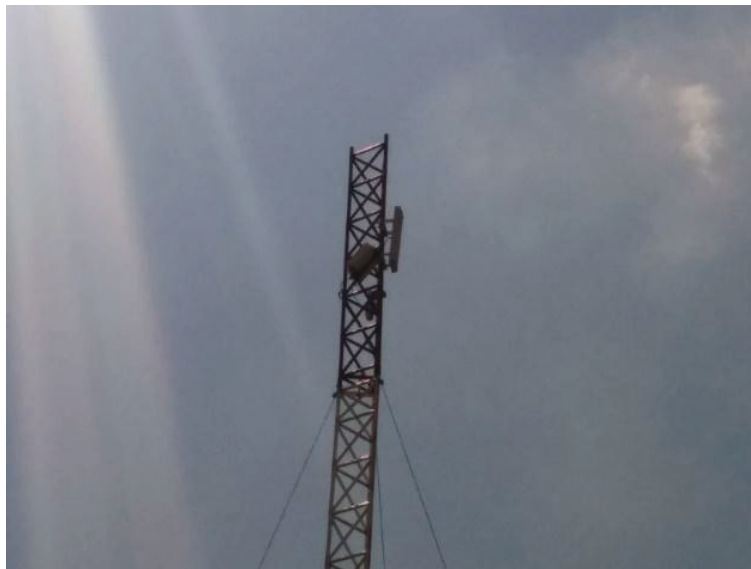


Figura 2.11 Equipos instalados en la torreta del nodo Quillán Loma

2.2.2.4 Nodo Techo Propio

Este nodo se encuentra ubicado en el sector de Techo Propio, parroquia Picaihua del cantón Ambato que fue implementado para dar cobertura a zonas de Izamba que se encuentran obstruidas por pequeñas lomas del sector. Las coordenadas geográficas del nodo son las indicadas en la tabla 2.5:

Coordenada Geográfica LATITUD		
° (grados)	' (minutos)	'' (segundos)
-1	15	12.2
Coordenada Geográfica LONGITUD		
° (grados)	' (minutos)	'' (segundos)
78	35	1.66

Tabla 2.5 Coordenadas Geográficas del Nodo Techo Propio

La torreta de este nodo tiene una altura de 6 metros, en la cual se encuentran fijados los siguientes dispositivos: una antena tipo grilla que con la que se establece el enlace punto a punto con el nodo principal, y un Access Point sectorial apuntando hacia el sector de San Isidro de la parroquia de Izamba. En la figura 2.12 se indican los equipos en la torreta del nodo Techo Propio:



Figura 2.12 Equipos instalados en la torreta del nodo Techo Propio

2.2.3 DIRECCIONAMIENTO IP

Actualmente el ISP-P@RQUE.NET cuenta con un direccionamiento desordenado y poco adecuado para su correcto funcionamiento. Al iniciar la implementación se crearon subredes sobre la marcha y sin planificación previa tomando en cuenta clientes actuales y crecimiento a futuro.

El direccionamiento para el centro de operaciones se indica en la tabla 2.6:

CENTRO DE OPERACIONES		
Dispositivo	Interfaz	Dirección IP
Mikrotik Routerboard 450G	Eth2	172.16.2.1/30
	Eth4	186.101.80.50/30
Mikrotik Routerboard 1100AH	Eth1	172.16.2.2/30
	Eth2	172.16.1.1/30
	Eth3	172.16.0.1/30
	Eth4	192.168.150.1/24
	Eth5	172.16.3.1/30
	Eth6	192.168.250.1/24

Tabla 2.6 Direccionamiento IP del Centro de Operaciones

El direccionamiento del nodo Principal se indica en la tabla 2.7:

Nodo Principal		
Dispositivo	Interfaz	Dirección IP
Antena hacia Quillán Loma	Eth	172.16.0.2/30
	Wlan	172.16.0.5/30
Antena hacia Techo Propio	Eth	172.16.3.2/30
	Wlan	172.16.3.5/30
Access Point Redondel	Eth	172.16.1.2/30
	Wlan	192.168.60.254/24

Tabla 2.7 Direccionamiento IP del Nodo Principal

El direccionamiento del nodo Quillán Loma se indica en la tabla 2.8 a continuación:

Torre de Transmisión Nodo Quillán Loma		
Dispositivo	Interfaz	Dirección IP
Antena hacia Nodo Principal	Eth	172.16.0.9/30
	Wlan	172.16.0.6/30
Access Point Quillán Loma	Eth	172.16.0.10/30
	Bridge	N/A

Tabla 2.8 Direccionamiento IP del nodo Quillán Loma

Se muestra la tabla 2.9 que contiene el direccionamiento del nodo Techo Propio:

Nodo Techo Propio		
Dispositivo	Interfaz	Dirección IP
Antena hacia Nodo Principal	Eth	172.16.0.9/30
	Wlan	172.16.0.6/30
Access Point Techo Propio	Eth	172.16.0.10/30
	Bridge	-----

Tabla 2.9 Direccionamiento IP Techo Propio

2.2.4 ELEMENTOS DE LA RED

Desde el usuario final hasta su salida al Internet, los elementos de la red del ISP-P@RQUE.NET son:

- ❖ El primer elemento existente en las inmediaciones de cada usuario final es un Access Point marca D-Link que se utiliza para que los dispositivos de cada usuario final tengan acceso a Internet; posee las características indicadas en la figura 2.13:

Período de Garantía: 36 meses
Velocidad inalámbrica de hasta 150 Mbps
Antena con tecnología Wireless N para obtener la mejor cobertura
Certificación de la especificación WPS (Wi-Fi Protected Setup)
4 Puertos LAN 10/100Mbps
1 Puerto Internet 10/100Mbps
Motor de calidad de servicio (QoS) opcional para priorizar la voz y los vídeos

Figura 2.13 Especificaciones técnicas del router D-Link de clientes

Se muestra también una miscelánea de fotos del router D-Link en la figura 2.14:



Figura 2.14 Router D-Link del cliente

- ❖ Este Access Point se conecta al equipo de radio que se muestra a continuación, con línea de vista hacia alguna de las antenas dentro de la zona de cobertura. Son antenas MikroTik SXT 5HPnD, de bajo costo con una alta potencia de transmisión, para ser utilizada en exteriores y trabajan en la banda de frecuencia de 5 GHz; a continuación (Tabla 2.10) se muestran sus especificaciones:

Detalles SXT5HPnd	
Código de Producto	RBSXT5HPnD
Frecuencia nominal CPU	400 MHz
Núcleos de CPU	1
RAM	32 MB
Puertos Ethernet 10/100	1
Número de puertos USB	1
PoE in	SI
Monitor de voltaje	SI
Dimensiones	140x140x56mm, 265g
Sistema Operativo	RouterOS
Ganancia de la Antena (dBi)	16
Puerto serial	Ninguno

Tabla 2.10 Especificaciones Técnicas SXT5HPnd

En la figura 2.15 se indica la antena instalada en el usuario final:



Figura 2.15 Antena instalada en usuario final

- ❖ Cada equipo de radio del usuario final se conecta a un Access Point dentro de cada zona de cobertura, estos equipos son de marca ARC Wireless, son antenas tipo panel y trabajan en la banda de frecuencia de 5 GHz; sus especificaciones se indican en la tabla 2.11:

Especificaciones Eléctricas	
Rango de Frecuencias operativas	4.94 - 4.99GHz; 5.15-5.875 GHz
Ganancia (Típica)	19dBi/23dBi
Polarización	Simple Lineal – Vertical y Horizontal
Relación de Onda Estacionaria	≤1.51 típica, ≤1.71 máxima
Relación Frente atrás (front-to-back)	> 40 dBi
Polarización cruzada	> 30 dBi
Impedancia	50 ohms
Protección contra relámpagos	Tierra DC
Tipo de Conector	Jack integral tipo N
Especificaciones Físicas y Ambientales	
Dimensiones	33.8 x 33.8 x 4.3 cm
Peso	1.70 lbs (0.8 kg)
Backplane	Aluminio
Aguante al viento	201 km/h
Temperatura de operación	-45 °C a 65 °C
Diámetro de tubo de montaje	1.9cm a 5.1cm

Tabla 2.11 Especificaciones de antena ARC Wireless

En la figura 2.16 se indica la antena tipo panel:



Figura 2.16 Antena tipo panel ARC Wireless

- ❖ Para interconectar cada nodo a la torre principal ubicada en la azotea del centro de operaciones, se utilizan antenas tipo panel conectadas a un dispositivo de radio MicroTik BaseBox5; se realizan enlaces punto a punto desde cada uno de los nodos a las antenas en la torre principal; sus especificaciones se presentan en la tabla 2.12:

Detalles	
Frecuencia nominal de CPU	600 MHz
Número de núcleos en CPU	1
Tamaño de Ram	64 MB
Puertos Ethernet 10/100/1000	1
Número de puertos USB	1
PoE in	Yes
Dimensiones	246x135x50mm
Sistema Operativo	RouterOS
Ganancia de la antena (dBi)	No

Tabla 2.12 Especificaciones técnicas Mikrotik BaseBox5

En la figura 2.17, se indican las antenas tipo panel utilizadas para los enlaces previamente mencionados:



Figura 2.17 Mikrotik BaseBox5

- ❖ La antena principal de la red está ubicada en la azotea del centro de operaciones, en una torreta de 18 metros, se enlaza punto-punto con cada uno de los nodos y punto-multipunto con las antenas ubicadas en cada uno de los suscriptores dentro de esa zona de cobertura. Se utilizan antenas tipo grilla, conectadas a un dispositivo MikroTik METAL SSHPn, las cuales se indican en la figura 2.18.



Figura 2.18 Antenas tipo grilla instaladas en torreta

Las especificaciones del equipo de radio usado: (Tabla 2.13)

Detalles Metal SSHPn0	
Frecuencia nominal de CPU	400 MHz
Número de núcleos en CPU	1
Tamaño de RAM	64 MB
Puertos Ethernet 10/100	1
Número de Puertos USB	0
PoE in	Yes
Dimensiones	177x44x44mm, 193g
Ganancia de Antena (dBi)	No
CPU	AR7241-AH1A
Consumo de potencia máximo	11.5W

Tabla 2.13 Especificaciones técnicas RBMetal5SHPn

- ❖ Se conecta la antena en la torre principal hacia dentro del centro de operaciones, donde converge en un router MikroTik 1100 AH (mostrado en la figura 2.19). Este equipo es un GigabitEthernet router con una procesador de doble núcleo, trece puertos Ethernet, 2 GB de memoria RAM y un puerto serial.



Figura 2.19 Router MikroTik 1100 AH

En la tabla 2.14 se indican las especificaciones del Router Mikrotik 1100AH:

Detalles RouterBOARD 1100AH	
CPU	P2010 1066 MHz
Memoria	512 KB
Almacenamiento de datos	Memory chip NAND incorporado
Ethernet	13 Puertos Ethernet 10/100/1000 Mbps con Auto-MDI/X
Slots para CompactFlash	Un slot para tarjeta microSD incorporado, accesible al abrir la carcasa
Puerto serial	Un puerto serial asincrónico DB9 RS232C
LEDs	LEDs de encendido y Usuario
Energía en tarjeta madre	12-24VDC en conector, PoE en puerto Ether13: 12-24 VDC
Energía en la carcasa	Conector IEC C14: 110-220 VDC
Ventiladores	JP1202 y JP1204 -12V; 0,2A máx. JP1201 y JP1203 -12V; 0,3A máx. Sólo un ventilador de cada par trabajará, el otro se inicia cuando falla el primero. Sólo un par de ventiladores puede ser conectado al mismo tiempo
Dimensiones	Tarjeta madre: 135 mm x 291 mm 1 UR: 44 x 176 x 442 mm
Peso	365g sólo la tarjeta madre, 1275g con carcasa
Temperatura	Operacional: -20 °C a +65 °C
Consumo de potencia	12W mínimo / 25 W máximo

Tabla 2.14 Especificaciones Router Mikrotik 1100AH

- ❖ El router Mikrotik 1100AH se conecta con al último equipo administrado por el ISP-P@RQUE.NET, éste equipo es un router MikroTik 450, el cual posee cinco interfaces Ethernet y una interfaz Serial de un solo núcleo de procesamiento y 64MB de memoria RAM (mostrado en la figura 2.20). Luego, se conecta a un router marca Cisco administrado por TELCONET, que brinda la conexión de salida hacia el Internet.



Figura 2.20 Router Mikrotik 450G

En la tabla 2.15 se indican las características del Router Mikrotik 450G.

Detalles	
Frecuencia nominal del CPU	300 MHz
Núcleos del CPU	1
Tamaño de la memoria RAM	64 MB
Puertos Ethernet 10/100	5
Puertos Ethernet 10/100/1000	0
Puertos USB	0
Tarjetas de memoria	0
Voltaje de entrada	8 V - 28 V
PoE de entrada	Yes
PoE de salida	No
Ganancia de antena DBI	No
Puerto serial	RS232

Tabla 2.15 Especificaciones técnicas Router Mikrotik 450G

2.3 DESCRIPCIÓN DE LA RED PASIVA

Actualmente, la red de datos del ISP-P@RQUE.NET no cuenta con un cableado estructurado que facilite la administración de dicha red. Esto se debe a la naturaleza de las instalaciones de cada nodo y del centro de operaciones, ya que se encuentran improvisadas dentro de construcciones residenciales arrendadas con el propósito de instalar las torretas y los equipos necesarios para la operación del ISP. Toda la red pasiva del ISP-P@RQUE.NET está implementada con cable FTP (Foiled Twisted Pair) de categoría 5E.

2.3.1 CENTRO DE OPERACIONES (NOC) Y NODO PRINCIPAL

El Centro de Operaciones (NOC) cuenta con un rack de piso de 24 Unidades de Rack de altura (106.68 cm), en el cual se encuentran montados el router de core, una multitoma eléctrica horizontal y una bandeja donde se encuentran los equipos de Telconet. Desde este lugar se conectan el router de core y los equipos ubicados en la torreta del nodo principal. En la figura 2.21 se puede apreciar que los cables utilizados para la conexión se encuentran tendidos en el aire desde el centro de operaciones hacia la terraza donde se encuentra la torreta.



Figura 2.21 Cable FTP tendido desde el centro de operaciones hacia la torreta

Estos cables se encuentran tendidos en el piso de la terraza hasta que ascienden en la torreta principal sujetos con amarras plásticas, como se observa en la Figura 2.22.



Figura 2.22 Cableado en terraza del nodo principal

2.3.2 NODO QUILLÁN LOMA

Este nodo se encuentra en el sector de Quillán Loma, se ocupa un cuarto para la colocación de los equipos necesarios, figura 2.23. Se cuenta con un rack abierto de pared de 10 unidades de Rack (44,45 cm) en el cual se instaló una bandeja para colocar el switch de este nodo. También se cuenta con un multitoma horizontal, un UPS y un banco de baterías para disponer de energía en casos de cortes o apagones espontáneos.



Figura 2.23 Cuarto de Equipos del Nodo Quillán Loma

El cableado de este nodo se extiende desde el rack hacia la terraza de la casa, donde se encuentra la torreta de respectiva con las antenas y el Access Point. Esto se indica en la figura 2.24:



Figura 2.24 Cableado del nodo Quillán Loma

2.3.3 NODO TECHO PROPIO

Este nodo no cuenta con un cuarto de equipos, los equipos se encuentran dentro de un dormitorio de una casa arrendada, como se observa en la figura 2.25:



Figura 2.25 Equipos del nodo Techo Propio

El cableado de este nodo se extiende desde el dormitorio hasta la terraza de la vivienda, donde está instalada la torreta con las antenas. (Figura 2.26)

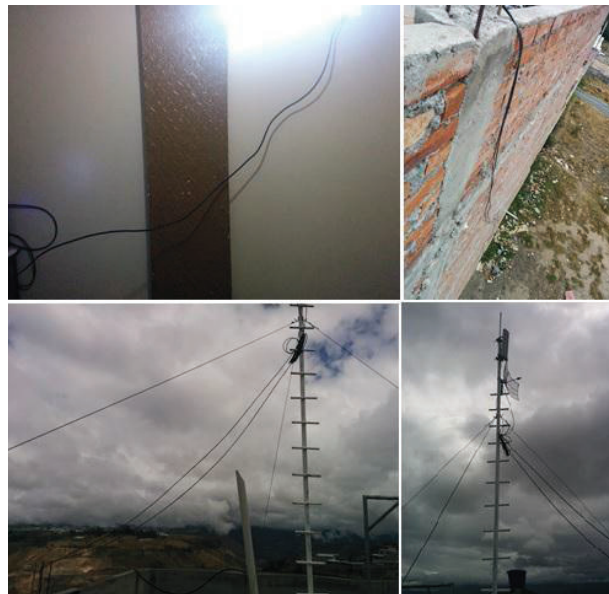


Figura 2.26 Cableado del nodo Techo Propio

2.4 ENLACE A INTERNET

El ISP-P@RQUE.NET cuenta con una salida hacia el internet a través de un enlace de fibra óptica que es proveído por la empresa TELCONET y tiene una

capacidad de 10 Mbps. Todo el tráfico de la red sale hacia el internet utilizando este enlace.

TELCONET entrega un cable de fibra óptica dentro de las inmediaciones del ISP-P@RQUE.NET, utilizando un transductor, se conecta hacia un router administrado por TELCONET; éste último equipo se enlaza a los demás equipos de la red interna del ISP-P@RQUE.NET con lo que se permite el enlace a internet.

Se presenta un diagrama de la interconexión de salida del ISP-P@RQUE.NET hacia el Internet a través del proveedor TELCONET en la figura 2.27:

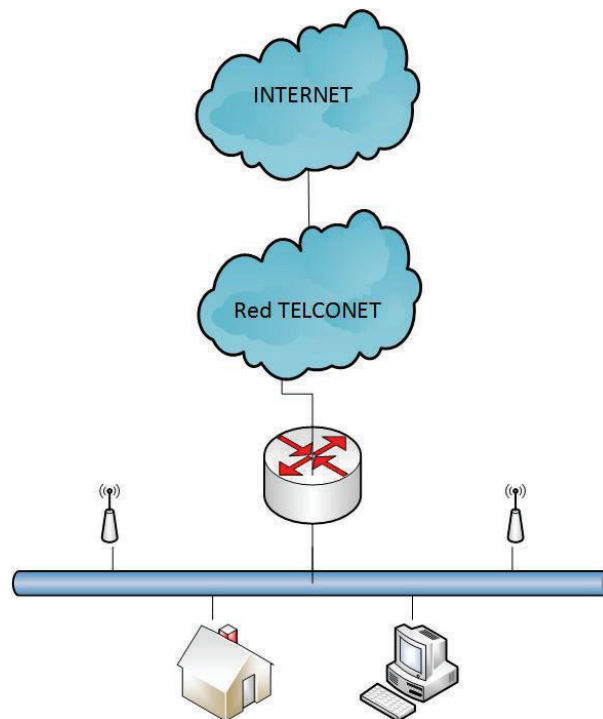


Figura 2.27 Esquema de la salida a Internet

En la figura 2.28 se muestra una miscelánea de fotos de los elementos de red administrados por Telconet:

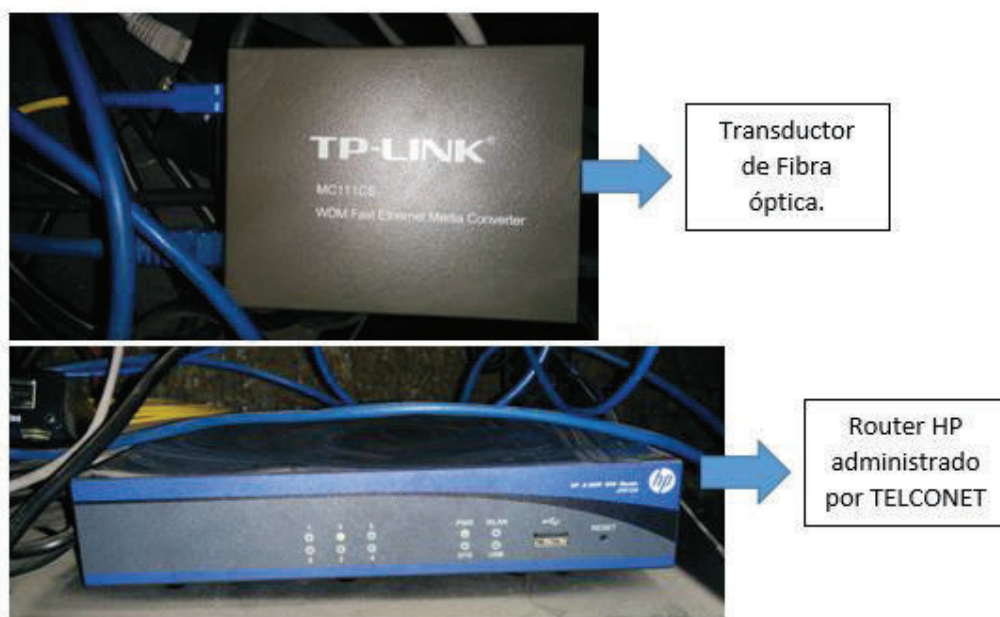


Figura 2.28 Equipos administrados por Telconet

2.5 DISPONIBILIDAD DE LA CONECTIVIDAD USUARIO-INTERNET

Para la medición de la disponibilidad de la conectividad usuario – internet, se utilizó el software de monitoreo de red “PRTG Network Monitor” debido a que es una herramienta muy flexible, de fácil manejo e instalación y que en su sitio web provee una licencia gratuita para el uso de hasta 30 “sensores” o parámetros a medir.

Se solicitó autorización a ISP-P@RQUE.NET para estas mediciones, la cual se otorgó para monitorear dos usuarios por nodo con sondas de ping indefinidas durante todo el día, con una frecuencia de 30 segundos y en un plazo de 7 días a partir del 31 de Diciembre de 2014.

La topología utilizada para la medición de la disponibilidad fue la mostrada en la figura 2.29 a continuación:

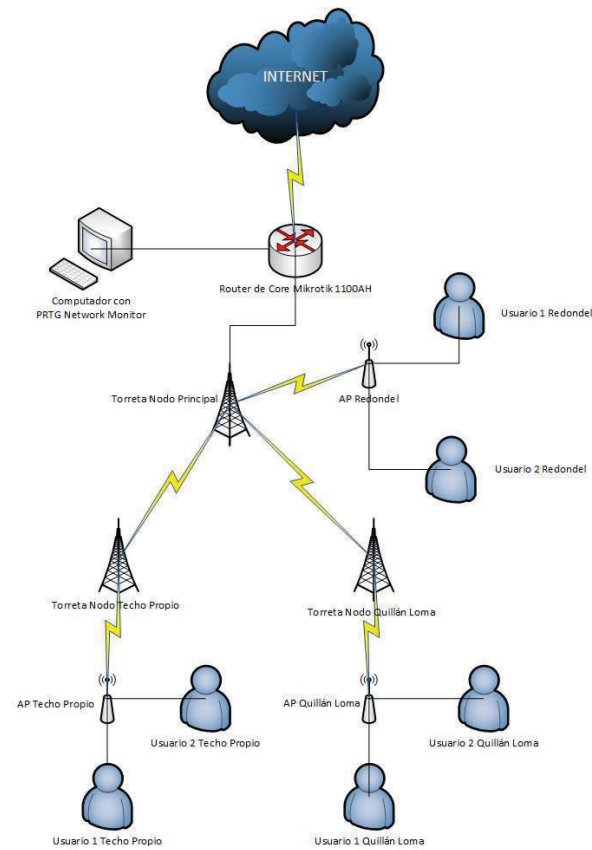


Figura 2.29 Topología para medición de Disponibilidad de Conectividad Usuario – Internet

Por lo tanto, dentro de PRTG se establecieron los siguientes “sensores” o sondas de prueba:

- Ping_Usuario1_Redondel
- Ping_Usuario2_Redondel
- Ping_Usuario3_Techo
- Ping_Usuario2_Techo
- Ping_Usuario1_Loma
- Ping_Usuario2_Loma
- Ping_salida_internet

Esto quiere decir que se realizan pings permanentes desde el servidor con PRTG hasta los equipos del usuario, y separadamente un ping hacia Internet

(específicamente al DNS público de Google, con dirección IP 8.8.8.8) para demostrar que las intermitencias del servicio y quejas de los usuarios no son responsabilidad del proveedor, sino por falencias dentro de la red interna de ISP-P@RQUE.NET. Dicho esto, se muestran los resultados de las mediciones.

2.5.1 DISPONIBILIDAD SALIDA A INTERNET

A continuación se puede observar los resultados de la medición de disponibilidad de la salida a internet. En una medición de un día completo (figura 2.30) se puede observar que la pérdida de paquetes no llega ni al 0.1%, con un fallo en la conexión del 0%. En un período semanal (figura 2.31) se tiene un 0% de fallo en este parámetro, un 0% de inactividad de los mensajes de ping enviados y una pérdida de paquetes bastante marginal (por debajo del 1%) cuyo pico máximo se registró el 6 de Enero de 2015. Finalmente, en el período mensual (figura 2.32) se aprecia que la tendencia se mantiene, con mínimas pérdidas de paquetes que en su máximo valor fue del 1%.

Informe: Ping_salida_internet

Plazo de tiempo de informe:	02/01/2015 0:00:00 - 03/01/2015 0:00:00					
Horas de informe:	24 / 7					
Tipo de sensor:	Ping (60 s Intervalo)					
Sonda, grupo, aparato:	Local probe > Disponibilidad internet > Salida internet					
Estadísticas de tiempo disponible:	Disponible:	100 %	[23h59m43s]	Fallo:	0 %	[0s]
Estadísticas de petición:	Bueno:	100 %	[1440]	Fallo:	0 %	[0]
Promedio (Tiempo de Ping):	115 mseg					

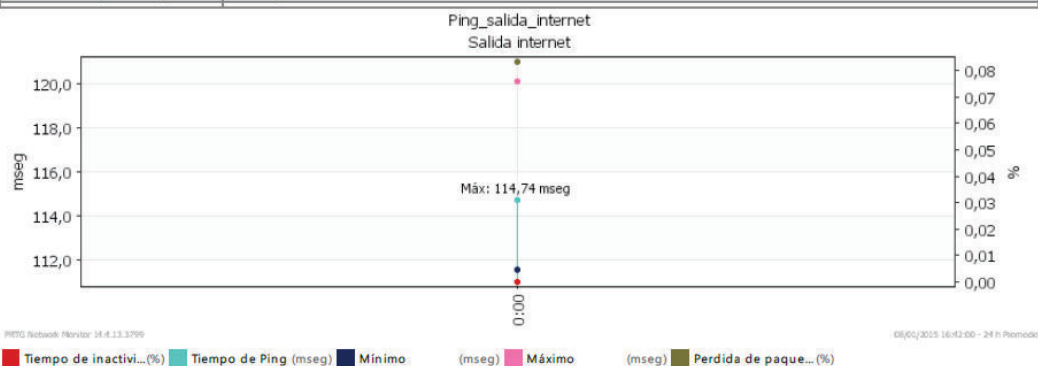


Figura 2.30 Resultados de medición de disponibilidad de salida a Internet (Período diario)

Informe: Ping_salida_internet

Plazo de tiempo de informe:	31/12/2014 0:00:00 - 08/01/2015 0:00:00			
Horas de informe:	24 / 7			
Tipo de sensor:	Ping (60 s Intervalo)			
Sonda, grupo, aparato:	Local probe > Disponibilidad internet > Salida internet			
Estadísticas de tiempo disponible:	Disponible:	100 %	[6d8h18m38s]	Fallo: 0 % [0s]
Estadísticas de petición:	Bueno:	100 %	[9141]	Fallo: 0 % [0]
Promedio (Tiempo de Ping):	115 mseg			

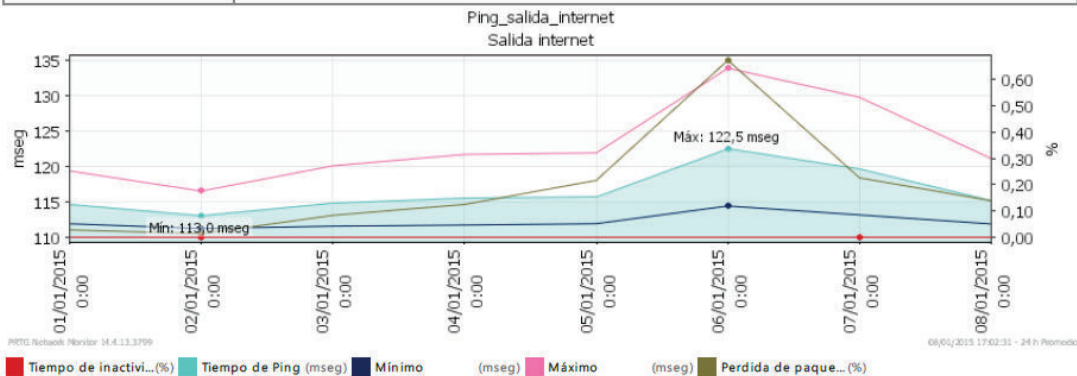


Figura 2.31 Resultados de medición de disponibilidad de salida a Internet (Período semanal)

Informe: Ping_salida_internet

Plazo de tiempo de informe:	31/12/2014 0:00:00 - 31/01/2015 0:00:00			
Horas de informe:	24 / 7			
Tipo de sensor:	Ping (60 s Intervalo)			
Sonda, grupo, aparato:	Local probe > Disponibilidad internet > Salida internet			
Estadísticas de tiempo disponible:	Disponible:	100 %	[26d3h40m10s]	Fallo: 0 % [0s]
Estadísticas de petición:	Bueno:	99,997 %	[37667]	Fallo: 0,003 % [1]
Promedio (Tiempo de Ping):	98 mseg			

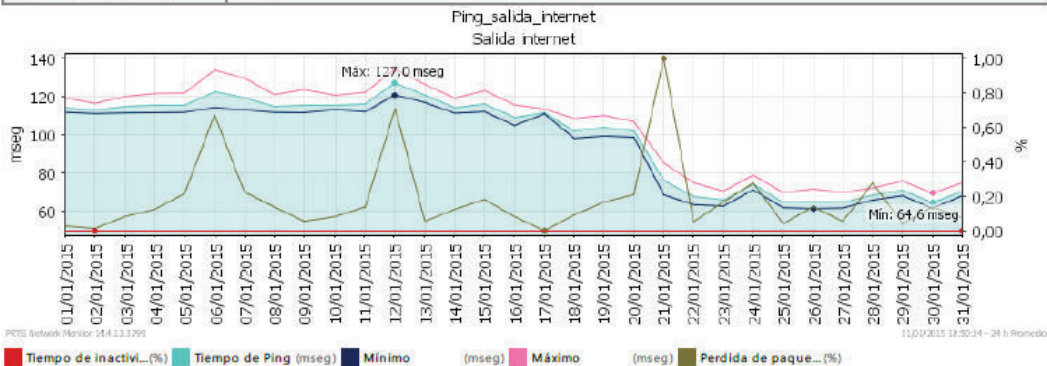


Figura 2.32 Resultados de medición de disponibilidad de salida a Internet (Período mensual)

Por lo tanto se puede afirmar que el proveedor (Telconet) brinda un enlace estable y de buenas propiedades al ISP-P@RQUE.NET, y cualquier fallo o inoperancia del servicio de internet no es de responsabilidad de Telconet.

2.5.2 DISPONIBILIDAD USUARIOS – INTERNET

En la tabla 2.16 se muestra un el resultado de las pruebas obtenidas de las mediciones en un período de tiempo de 24 horas, semanal y mensual; por cada sonda de prueba configurada.

Sonda de Prueba	Medición 24 H (Porcentaje de Pérdida)	Medición Semanal (Porcentaje de Pérdida)	Medición Mensual (Porcentaje de Pérdida)
Usuario1_Redondel	0.00%	4.90%	3.70%
Usuario2_Redondel	0.14%	0.26%	0.09%
Usuario3_Techo	0.00%	17.00%	4.27%
Usuario2_Techo	0.00%	0.55%	0.29%
Usuario1_Loma	0.83%	3.41%	1.66%
Usuario2_Loma	0.00%	0.14%	0.93%

Tabla 2.16 Resumen de resultados.

En el Anexo B se encuentra de manera más detallada los resultados de las pruebas realizadas.

2.6 REQUERIMIENTOS

Tanto para los requerimientos de la red del ISP-P@RQUE.NET y como para el diseño del NOC, se ha tomado en cuenta las peticiones realizadas por el Gerente General siendo estas las siguientes:

2.6.1 REQUERIMIENTOS-RED

- Para el diseño de la red se desea incluir tecnología FTTx.
- El diseño de la red de acceso debe incluir la zona de cobertura representada en la figura 2.33 a continuación:

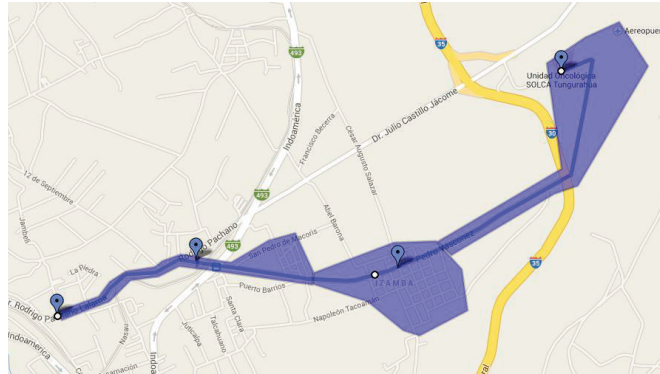


Figura 2.33 Zona de Cobertura

En esta figura se representa la zona de cobertura que posee aproximadamente un área de 4.7 km², comprende el recorrido desde la intersección de la avenida Rodrigo Pachano y calle Cartago, siguiendo hasta la bifurcación donde se toma la calle Pedro Vásquez hasta llegar a la Unidad Oncológica Solca que es el punto referencial final de la zona de cobertura. Se prevé el crecimiento de la red y la adhesión de nuevos suscriptores a un plazo mínimo de 5 años.

2.6.2 REQUERIMIENTOS-NOC

El diseño del NOC debe seguir el modelo FCAPS.

2.6.2.1 Respuesta a fallos (FAULT)

- ✓ Llevar un control de los elementos de la red, activos informáticos y servicios de la misma que sufran de algún desperfecto.
- ✓ Dar solución en el menor tiempo posible a los posibles problemas que se presenten en la red del ISP-P@RQUE.NET.
- ✓ Se debe realizar un monitoreo constante de los elementos de la red que presente los posibles problemas en la red como uno de los pasos para dar solución a los mismos.

2.6.2.2 Configuración de elementos de red (CONFIGURATION)

- ✓ Únicamente las personas autorizadas deben tener acceso a los equipos de red y sus configuraciones.
- ✓ Se debe configurar los parámetros de los elementos de tal manera que se pueda conocer claramente si los equipos de red están trabajando correctamente.

2.6.2.3 Requerimientos de contabilidad (ACCOUNTING)

- ✓ Registrar y llevar cuenta del tráfico generado por los equipos de red y que cursen los distintos enlaces.
- ✓ Generar informes y estadísticas útiles para identificar ineficiencias, sobrecargas o nuevos requerimientos de la red.

2.6.2.4 Rendimiento de la red (PERFORMANCE)

- ✓ Monitorear el rendimiento de la red y sus elementos.
- ✓ Buscar medidas preventivas en base al funcionamiento de la red que sea el primer paso para el correcto funcionamiento de la red.

2.6.2.5 Requerimientos de seguridad (SECURITY)

- ✓ Identificar los posibles riesgos a la seguridad y amenazas que afecten el correcto funcionamiento de la red y sus elementos.
- ✓ Establecer buenas prácticas que fomenten la correcta utilización de los equipos de red.
- ✓ Definir un plan de seguridad de acorde a los riesgos y amenazas previamente identificados.

CAPÍTULO 3

3. DISEÑO DE LA NUEVA RED DEL ISP-P@RQUE.NET

En este capítulo se realiza el diseño la nueva red de transporte y acceso del ISP-P@RQUE.NET, utilizando fibra óptica como medio de transmisión, para la capa de transporte se utiliza tecnología DWDM (Dense Wavelength Division Multiplexing) y para la capa de acceso una combinación de las técnicas FTTx (Fiber to the x), se incluye un NOC (Network Operations Center) para el monitoreo y control permanente de su intranet. Se realiza un estudio que incluya el trazado del tendido de fibra e indique los procedimientos para obtener sus respectivos permisos legales para su posible implementación, ubicación de los elementos activos de la red, descripción de la oferta actual y demanda del servicio de Internet basado en una encuesta a realizarse y que determinará si el diseño es factible para una posible implementación. Además, se realiza la descripción de los costos referenciales de los equipos necesarios para la posible implementación de la nueva red del ISP-P@RQUE.NET, y se determina el proveedor de servicio de Internet (ISP) que cumpla con los requerimientos determinados en el diseño.

3.1 DELIMITACIÓN DEL SECTOR DE COBERTURA

El cantón Ambato capital de la provincia de Tungurahua, está ubicado en la región sierra del Ecuador. El cantón Ambato está formado por 9 parroquias urbanas y 18 parroquias rurales según el Censo de Población y Vivienda del año 2010.

Según el mismo censo, Izamba es la segunda parroquia rural con mayor número de habitantes, su población es de 14563; limita con las parroquias de Unamuncho, Atahualpa y los ríos Ambato y Culapachán. Posee una superficie aproximada de 27.2 km², es un parroquia reconocida por su producción agrícola.

En la figura 3.1 se indica la ubicación geográfica de la parroquia de Izamba:

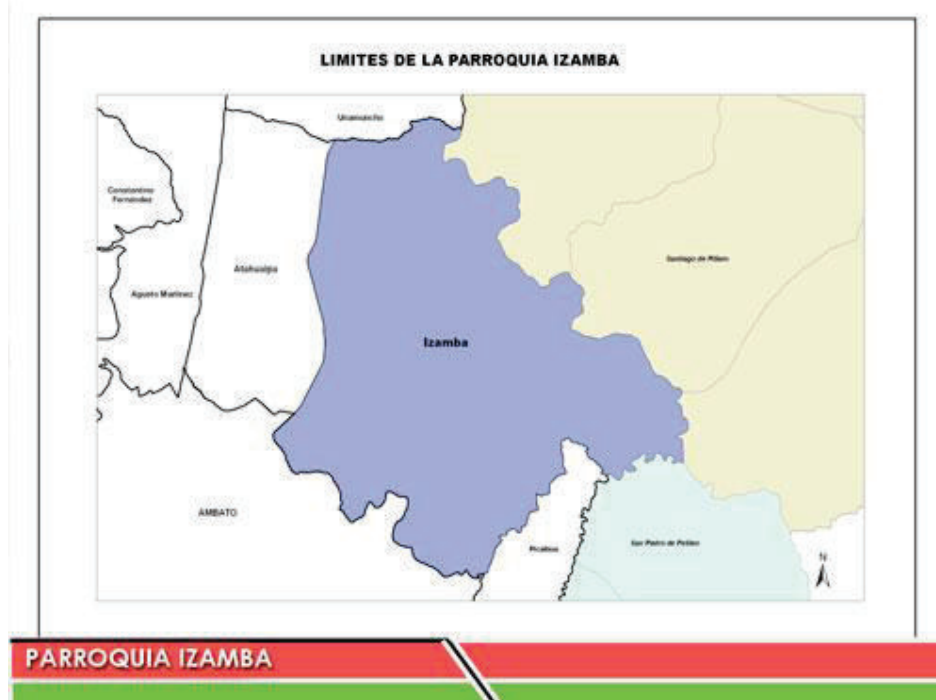


Figura 3.1 Ubicación geográfica de la parroquia Izamba

Para realizar el diseño de la nueva red, las autoridades del ISP-P@RQUE.NET han requerido que se cumpla con la siguiente zona de cobertura (figura 3.2):

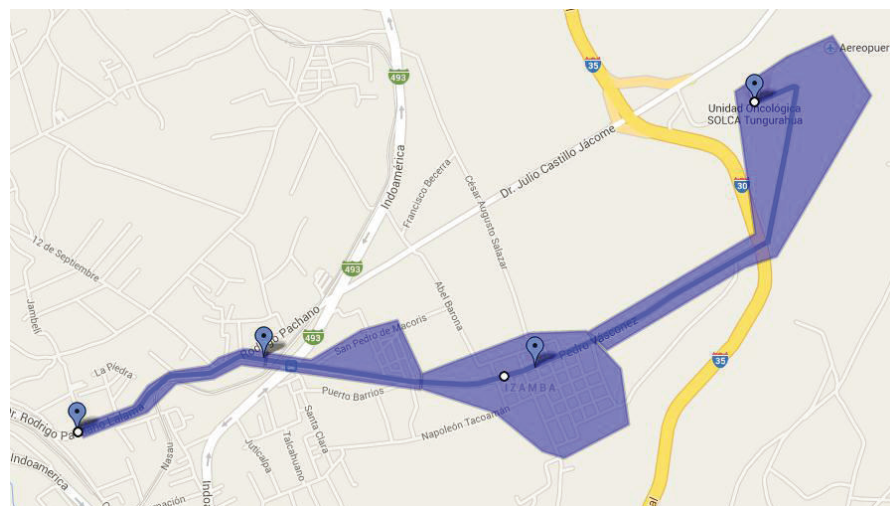


Figura 3.2 Zona de Cobertura

En la figura 3.2 se representa la zona de cobertura que posee aproximadamente un área de 4.7 km^2 , comprende el recorrido desde la intersección de la avenida Rodrigo Pachano y calle Cartago, siguiendo hasta la bifurcación donde se toma la

calle Pedro Vásconez hasta llegar a la Unidad Oncológica Solca que es el punto referencial final de la zona de cobertura, donde se encuentran usuarios residenciales y no-residenciales.

Para el *sector residencial*, la parroquia Izamba posee una densidad poblacional de 484 habitantes por km² [23], con una superficie de 4.7 km.² previamente definida se obtiene un total de 2275 habitantes que corresponden a la población residencial del proyecto.

En la tabla 3.1 se indican urbanizaciones, conjuntos habitacionales y residenciales que comprenden la zona de interés.

Puntos de Interés Residenciales	
Urbanizaciones, Conjuntos Habitacionales y Residenciales	Conjunto Habitacional S/N
	Urbanización "AEROPUERTO"
	Conjunto Residencial Privado "ATENAS"
	Conjunto Habitacional "PRIMAVERA"
	Conjunto Habitacional "CLUB CASA VERDE"
	Conjunto Habitacional "PRADOS DE SARAHIAN"
	Conjunto Residencial "SAN FRANCISCO"
	Conjunto Habitacional "JARDINES DE IZAMBA"
	Conjunto Habitacional "LA MERCED"
	Conjunto Habitacional "SAN JUAN"
	Conjunto Habitacional "SAN JUAN II"
	Conjunto Residencial "LA VICTORIA"
	Conjunto Habitacional "ARIZONA"
	Conjunto Habitacional "NUEVO MEXICO"
Conjunto Habitacional "TERRASOL"	

Tabla 3.1 Puntos de interés residenciales

Para el *sector no-residencial*, la parroquia Izamba posee varias entidades no-residenciales como entidades educativas, financieras, industrias y comerciales, se ha identificado un total de 32 clasificadas, las cuales se pueden observar en la tabla 3.2:

Puntos de Interés No-Residenciales	
ISP-P@RQUE.NET	Centro de Operaciones ISP-P@RQUE.NET
	Matriz ISP-P@RQUE.NET
	Sucursal ISP-P@RQUE.NET
	Unidad Educativa "ATENAS"
	Unidad Educativa Liceo Policial Bilingüe "Myr. GALO MIÑO"
	Centro Educativo Bilingüe Interamericano "CEBI"
	Centro Educativo "AMBATO DE LOS ÁNGELES"

Entidades Educativas	Escuela de Formación y Capacitación de Conductores Profesionales del Sindicato de Izamba
	Escuela "JULIO ENRIQUE FERNÁNDEZ"
	Unidad Educativa "LA MERCED"
	Escuela Particular Liceo "ALEMÁN"
Café Internet	CiberLeo
	Cyber Alty
	Cyber@Internet
	JuniorNet
	Abisan
Entidades Turísticas y de Entretenimiento	Hotel "INTERNATIONAL PRESTIGE"
	Sala de Recepciones "FLOR DE LIZ"
	Centro de Recepciones "MEDITERRÁNEO"
	Centro de Recepciones "QUINTA MAGNOLIA"
	Hostería y Complejo Turístico "REVOLUTION"
	Centro de Recepciones "MARCELO'S"
Entidades Financieras	Centro de Recepciones "PARQUE MÁGICO OASIS"
	Cooperativa de Ahorro y Crédito "ALLY KAWSAY"
Industrias y entidades comerciales	Cooperativa de Ahorro y Crédito "TRINIDAD"
	Industria Licorera "DON GUIDO"
	Industrias "CATEDRAL"
	Supermercado "SANTA MARIA"
Entidades de servicio público no comerciales	Industria Textilera "GRUPO IMPACTEX"
	Unidad Oncológica SOLCA Tungurahua
	Aeropuerto de Ambato
	Casa Parroquial Izamba

Tabla 3.2 Puntos de interés no-residenciales

3.2 TAMAÑO DE LA MUESTRA [24]

Para calcular el tamaño de la muestra se dividió el total en dos sectores, a continuación:

3.2.1 SECTOR RESIDENCIAL

La población residencial a considerar es de 2275 habitantes dentro de la zona de cobertura, debido a que el Internet es un servicio que se provee por vivienda y no por habitante se procede a calcular el número de viviendas, teniendo en cuenta que existe un promedio de 3.7 habitantes por vivienda [23]. Lo que nos da un valor de 615 que serán el total de viviendas.

Para el cálculo de la muestra (n) se utilizó la siguiente fórmula:

$$n = \frac{N * Z_{\alpha}^2 * p * q}{d^2 * (N - 1) + Z_{\alpha}^2 * p * q} \quad [3.1]$$

Donde:

N: Valor total de viviendas. (615)

Z_α: El nivel de confianza para el cálculo de la muestra se lo estableció en 95%, por lo que $Z_{\alpha} = 1.96$ [24]

p: Porcentaje de éxito, para la realización de este proyecto se lo ha establecido como la población que posee servicio de internet en el cantón Ambato, y corresponde al valor de 13.11% [23]

q: Porcentaje de hogares que no poseen internet (1-p), corresponde al valor de 87%

d: La precisión se establece en 5%, el cual se equilibra con el nivel de confianza escogido.

Reemplazando los valores en la fórmula 3.1 tenemos:

$$n = \frac{(615) * (1.96)^2 * (0.13) * (0.87)}{(0.05)^2 * [(615) - 1] + (1.96)^2 * (0.13) * (0.87)}$$

$$n = 135.64$$

Se realiza un total de 136 encuestas a viviendas dentro de la zona de cobertura con el modelo de encuesta que se muestra en la sección 3.2.3.1.

3.2.2 SECTOR NO-RESIDENCIAL

La población no-residencial a considerar es de 32 entidades dentro del sector de interés, para el cálculo de la muestra (**n**) se utilizó la siguiente fórmula:

$$n = \frac{N * Z_{\alpha}^2 * p * q}{d^2 * (N - 1) + Z_{\alpha}^2 * p * q} \quad [3.1]$$

Donde:

N: Valor total de entidades. (32)

Z_{α} : El nivel de confianza para el cálculo de la muestra se lo estableció en 95%, por lo que $Z_{\alpha} = 1.96$ [24]

p : Porcentaje de éxito, para la realización de este proyecto se lo ha establecido el porcentaje de empresas que posee servicio de internet en el cantón Ambato, y corresponde al valor de 11% [25]

q : Porcentaje de entidades que no poseen internet (1-p), corresponde al valor de 89%

d : La precisión se establece en 5%, el cual se equilibra con el nivel de confianza escogido.

Reemplazando los valores en la fórmula 3.1 tenemos:

$$n = \frac{(32) * (1.96)^2 * (0.11) * (0.89)}{(0.05)^2 * [(32) - 1] + (1.96)^2 * (0.11) * (0.89)}$$

$$n = 26.15$$

Se realiza un total de 27 encuestas a las entidades dentro de la zona de cobertura que se muestra en la sección 3.1.

3.2.3 OFERTA ACTUAL Y DEMANDA DEL SERVICIO DE INTERNET

Después de realizarse la encuesta, se procede con la descripción de los resultados para establecer la oferta y demanda actual dentro de la zona de cobertura.

Cabe recalcar que el modelo utilizado para estas encuestas fue creado por los investigadores y el Gerente del ISP-P@RQUE.NET con el fin de obtener una perspectiva general sobre la oferta actual y demanda del servicio de Internet dentro de la zona delimitada en la sección 3.1 llamada como zona de cobertura.

Según los dos tipos de usuarios residenciales y no-residenciales, se realizó dos encuestas enfocadas en los mismos. (La encuesta realizada y los resultados de las mismas se encuentran en el Anexo 1)

3.2.3.1 Sector Residencial

Para el sector residencial se realizó una encuesta de 10 preguntas (Sección 3.2.3.1), utilizando la muestra calculada previamente, que corresponde al valor de 136 hogares. Se encuestó a los hogares dentro del sector de interés, en un período de una semana desde el 16 de Febrero del 2015 hasta el 24 de Febrero del 2015 en un horario entre las 10:00 horas y las 14:00 horas. Se muestran los resultados a continuación por pregunta: (Tabla 3.3)

<u>Pregunta N°01: ¿Dispone actualmente de servicio de internet?</u>				
Si		No		Total
91		45		136
<u>Pregunta N°02</u>				
En caso de no disponer, ¿estaría dispuesto a contratar un servicio de internet?				
Si		No		N/A
41		4		91
<u>Pregunta N°03: ¿Está satisfecho con su servicio de internet?</u>				
Si		No		N/A
18		73		45
<u>Pregunta N°04: ¿Cuál es su proveedor de Internet?</u>				
CNT	Speedy	ISP-P@RQUE.NET	Otro	N/A
36	10	42	3	45
<u>Pregunta N°05</u>				
Seleccione una de las razones por la que usted contrató su servicio de internet con su proveedor				
No existían más opciones		Por su calidad de servicio	Por recomendación	N/A
61		10	20	45
<u>Pregunta N°06: ¿Cuántas horas al día utilizan el servicio de internet en su hogar?</u>				

Menos de 2 horas diarias	De 2 a 4 horas diarias	Más de 4 horas diarias	
20	63	8	
<u>Pregunta N°07: ¿Cuál es la capacidad de su servicio de internet?</u>			
512 Kbps	1024 Kbps	Más de 1024 Kbps	
52	38	1	
<u>Pregunta N°08</u>			
El costo mensual de su servicio de internet se encuentra entre:			
\$10-\$20	\$20-\$30	Más de \$30	N/A
52	36	3	45
<u>Pregunta N°09</u>			
¿Desearía usted contratar un servicio de internet de mayor capacidad?			
Si	No	Total	
128	8	136	
<u>Pregunta N°10: En caso de requerir mayor capacidad, ésta sería:</u>			
1024 kbps	2048 kbps	Más de 2048 Kbps	N/A
52	63	13	8

Tabla 3.3 Resultados de Encuesta Sector Residencial

De lo mostrado en la encuesta se puede observar inconformidad con el servicio de internet de los hogares dentro de la zona de cobertura por distintas razones. Los proveedores de internet que predominan en el mercado dentro del sector de interés son CNT y el ISP-P@RQUE.NET, pero al realizar la encuesta, se muestra que la razón para haberlos elegido es que no existen otras opciones.

En la encuesta realizada, se muestra también que los hogares dentro de la zona de cobertura, utilizan el servicio de Internet en un promedio de 2 a 4 horas diarias y la capacidad de la cual la mayoría dispone es 512 Kbps. En el sector residencial dentro de la zona de cobertura se puede evidenciar notoriamente que existe una demanda por el servicio de Internet, sin embargo los usuarios muestran descontento con el mismo.

3.2.3.2 Sector No-residencial

Para el sector no-residencial se realizó una encuesta de 10 preguntas (Sección 3.2.3.2), utilizando la muestra calculada previamente, que corresponde al valor de 27 entidades. Se encuestó a las entidades dentro de la zona de cobertura, en un período de una semana desde el 16 de Febrero del 2015 hasta el 24 de Febrero del 2015 en un horario entre las 08:00 horas y las 10:00 horas. Se muestran los resultados a continuación por pregunta: (Tabla 3.4)

<u>Pregunta N°01: ¿Su empresa dispone actualmente de servicio de internet?</u>				
Si		Si		Si
25		25		25
<u>Pregunta N°02:</u>				
En caso de no disponer, ¿su empresa estaría dispuesta a contratar un servicio de internet?				
Si		No		N/A
2		0		25
<u>Pregunta N°03: ¿Su empresa está satisfecha con su servicio de internet?</u>				
Si		No		N/A
12		13		2
<u>Pregunta N°04: ¿Cuál es su proveedor de Internet?</u>				
CNT	Speedy	ISP-P@RQUE.NET	Otro	N/A
23	0	2	0	2
<u>Pregunta N°05:</u>				
Seleccione una de las razones por la que usted contrató su servicio de internet con su proveedor				
No existían más opciones		Por su calidad de servicio	Por recomendación	N/A
12		3	10	2
<u>Pregunta N°06:</u>				
¿Qué servicios/departamentos utilizan conexión a internet?				

Todos	Cobranzas	Comunicaciones	N/A
18	3	4	2
<u>Pregunta N°07: ¿Cuál es la capacidad de su servicio de internet?</u>			
512 Kbps	1024 Kbps	Más de 1024 Kbps	N/A
2	4	19	2
<u>Pregunta N°08:</u>			
El costo mensual de su servicio de internet se encuentra entre:			
\$20-\$40	\$40-\$60	Más de \$60	N/A
8	17	0	2
<u>Pregunta N°09:</u>			
¿Desearía usted contratar un servicio de internet de mayor capacidad?			
Si	No	Total	
22	5	27	
<u>Pregunta N°10: En caso de requerir mayor capacidad, ésta sería:</u>			
2 Mbps	5 Mbps	Más de 5 Mbps	N/A
10	7	8	2

Tabla 3.4 Resultados de Encuesta Sector No Residencial

De los resultados expuestos arrojados por la encuesta realizada al sector no-residencial dentro de la zona de cobertura, se puede observar que aunque la mayoría de entidades posee servicio de internet, no se encuentran satisfechos con el mismo; creando de esta manera una demanda por el servicio para dicho sector para cubrir operaciones de áreas empresariales esenciales como por ejemplo cobranzas y comunicaciones.

3.3 DIMENSIONAMIENTO Y PROYECCIÓN DE LA DEMANDA

Para realizar el dimensionamiento de la red tanto de acceso como para transporte y tomar en cuenta el sector residencial y no-residencial, se debe puntualizar los datos históricos que puedan ser aplicables al sector; para ello se recurrió al INEC y se requirió el porcentaje histórico de las viviendas y entidades no residenciales que posean servicio de Internet en la parroquia Izamba cantón Ambato provincia

de Tungurahua. En el INEC no existen registros históricos representativos a nivel parroquial sobre dicho requerimiento, por lo que se utiliza los porcentajes nacionales mostrados en la figura 3.3:

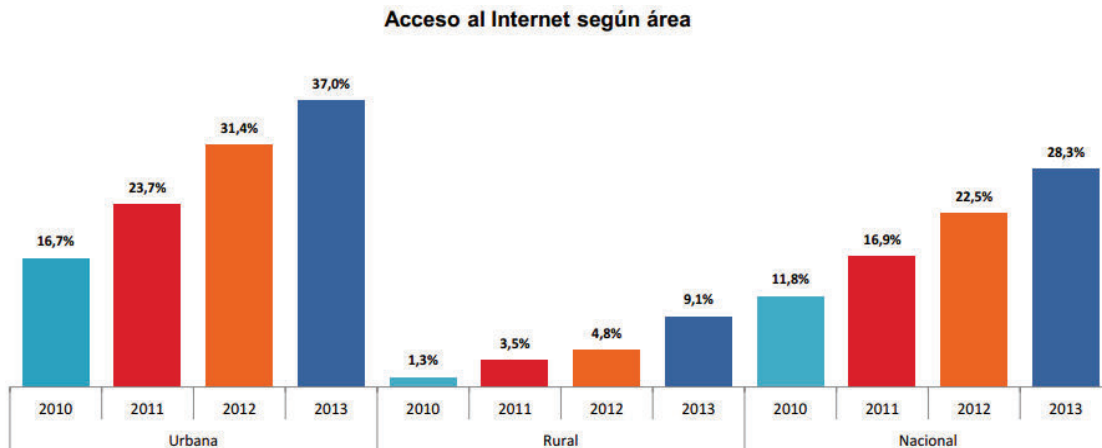


Figura 3.3 Porcentajes históricos nacionales de acceso al Internet en hogares según el área. [23]

En base a los datos del sector rural, se procede a realizar una proyección nacional sobre el acceso al Internet en la parroquia Izamba, esto debido a que no existen datos históricos oficiales que sean locales. En la tabla 3.5 y en la figura 3.4 se indica la proyección realizada hasta el año 2020.

Número	Año	Porcentaje Nacional (%)
1	2010	1.3
2	2011	3.5
3	2012	4.8
4	2013	9.1
5	2014	20.3
6	2015	42.3
7	2016	79
8	2017	134.3
9	2018	212.1
10	2019	316.3
11	2020	450.8

Tabla 3.5 Tabla proyección nacional rural acceso internet.

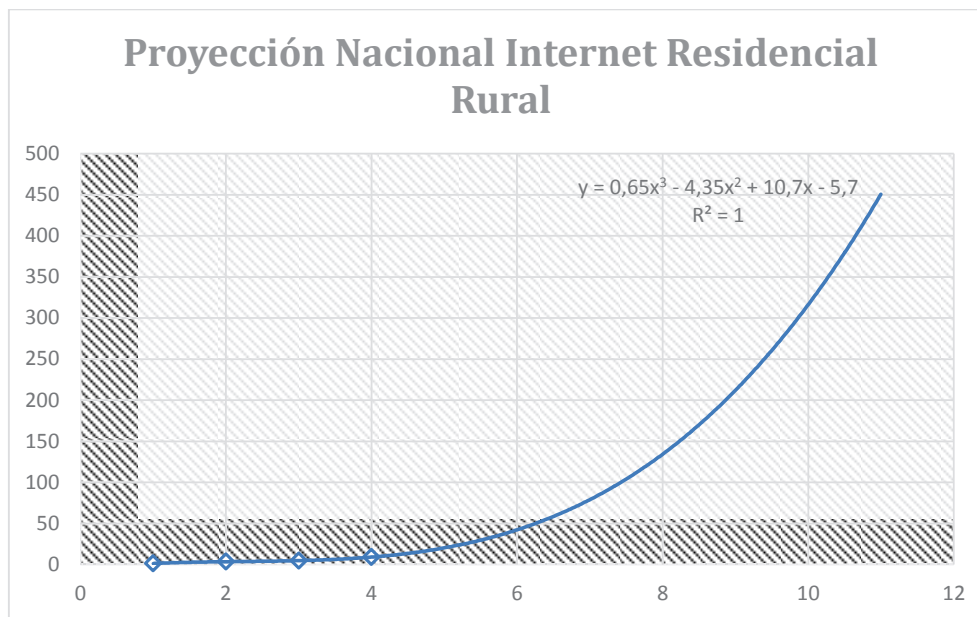


Figura 3.4 Proyección nacional internet residencial rural

Además de esta información, se utilizó una proyección poblacional del área rural realizada por el INEC hasta el año 2020, dicha proyección es para el sector rural de la provincia de Tungurahua y se presenta en la tabla 3.6:

Año	Población	Porcentaje de crecimiento inter-anual (%)
2010	310119	--
2011	315154	1.62
2012	320267	1.62
2013	325428	1.61
2014	325428	0.00
2015	335819	3.19
2016	341022	1.55
2017	346228	1.53
2018	351426	1.50
2019	356609	1.47
2020	361755	1.44

Tabla 3.6 Proyección poblacional INEC [23]

En la tabla 3.6 se muestra el porcentaje de crecimiento inter-anual, con el cual se realizará las proyecciones para el sector residencial y no-residencial.

Dada la falta de información histórica representativa a nivel parroquial se realizó una proyección de la población y densidad poblacional en la parroquia Izamba

utilizando el porcentaje de crecimiento calculado en la tabla 3.7, la población y la densidad poblacional de la parroquia Izamba obtenida del censo nacional 2010. [23]

Año	Porcentaje de crecimiento inter-anual (%)	Población Izamba (Hab)	Densidad Poblacional (Hab/km ²)
2010	--	14563	484
2011	1.62	14799.44	491.86
2012	1.62	15039.54	499.84
2013	1.61	15281.90	507.89
2014	0.00	15281.90	507.89
2015	3.19	15769.86	524.11
2016	1.55	16014.19	532.23
2017	1.53	16258.66	540.35
2018	1.50	16502.75	548.47
2019	1.47	16746.14	556.56
2020	1.44	16987.80	564.59

Tabla 3.7 Proyección población y densidad poblacional

Si tomamos en cuenta el área de cobertura definido en la sección 3.1 cuya superficie es de 4.7 km² y que será una constante a lo largo de los años, lo multiplicamos por la densidad poblacional calculada en la tabla 3.8, se obtuvo la proyección de la población dentro de la zona de cobertura, a continuación:

Año	Habitantes Zona de Cobertura	Viviendas Zona de Cobertura
2010	2274.80	631.89
2011	2311.73	642.15
2012	2349.24	652.57
2013	2387.10	663.08
2014	2387.10	663.08
2015	2463.32	684.25
2016	2501.48	694.86
2017	2539.67	705.46
2018	2577.80	716.05
2019	2615.82	726.62
2020	2653.56	737.10

Tabla 3.8 Proyección de habitantes y viviendas dentro del sector de cobertura.

En la tabla 3.8 se muestra la proyección de habitantes en la zona de cobertura, este valor es dividido para 3.6, constante que representa el número de habitantes

por vivienda, [23] y se obtuvo la proyección anual del número de viviendas dentro de la zona de cobertura.

3.3.1 PROYECCIÓN DE LA DEMANDA SECTOR RESIDENCIAL

Para la proyección de la demanda del sector residencial, se utiliza los datos de la tabla 3.8 correspondientes a la proyección de viviendas dentro de la zona de cobertura; se ha considerado a cada vivienda como un potencial cliente que podría requerir de acceso a internet.

3.3.2 PROYECCIÓN DE LA DEMANDA SECTOR NO-RESIDENCIAL

Para el sector no residencial, se utilizaron los datos de la tabla 3.9 correspondientes al porcentaje de crecimiento inter-anual de la población y se parte de un único dato del número de empresas obtenido por los tesisistas en el sitio, esto debido a la falta de información histórica y actual del INEC.

Año	Entidades no-residenciales con acceso a internet
2015	32
2016	33.02
2017	33.53
2018	34.05
2019	34.56
2020	35.07

Tabla 3.9 Proyección de entidades no-residenciales con acceso a internet dentro del sector de interés

3.3.3 DIMENSIONAMIENTO DE LA CAPACIDAD REQUERIDA

Para establecer la capacidad requerida por la red a ser diseñada del ISP-P@RQUE.NET correspondiente al sector residencial y entidades no-residenciales, dentro de la zona de interés, se utilizó los resultados de la encuesta descrita en la sección 3.2.3.1 y 3.2.3.2.

Para el sector residencial se obtuvo una alta aceptación para paquetes de servicios de internet de 1024 Kbps (1Mbps) y 2048 Kbps (2Mbps) ambos con

capacidad para tráfico P2P. En la tabla 3.10 se indican los paquetes residenciales que serían ofrecidos.

Paquete de Datos	Capacidad		Capacidad Total Downstream
	Capacidad Downstream		
Paquete 1	Internet	1 Mbps	2 Mbps
	P2P	1 Mbps	
Paquete 2	Internet	2 Mbps	3 Mbps
	P2P	1 Mbps	
TOTAL			5 Mbps

Tabla 3.10 Paquetes residenciales

Para el sector no-residencial se obtuvo una alta aceptación para paquetes de servicios de internet de 2 Mbps, 5 Mbps y más de 5 Mbps (6 Mbps) todos con capacidad para tráfico de video conferencias; en la tabla 3.11 se muestra la posible oferta de paquetes no-residenciales.

Paquete de Datos	Capacidad		Capacidad Total Downstream
	Capacidad Downstream		
Paquete 1	Internet	2 Mbps	3 Mbps
	Video Conferencia	1 Mbps	
Paquete 2	Internet	3 Mbps	5 Mbps
	Video Conferencia	2 Mbps	
Paquete 3	Internet	4 Mbps	6 Mbps
	Video Conferencia	2 Mbps	
TOTAL			14 Mbps

Tabla 3.11 Paquetes no-residenciales

En base a los datos anteriores se debe entregar al usuario un máximo 3 Mbps y 6 Mbps para el sector residencial y no-residencial respectivamente. Con la finalidad de ofrecer un servicio de alta capacidad y competitividad con la oferta actual de mercado en proveedores de Internet similares, se establece una compartición 1:8 para usuarios residenciales y 1:2 para usuarios no-residenciales. Para el cálculo de la probabilidad de uso de Internet se consideran las encuestas realizadas, donde se indicó que de los 91 encuestados, 63 de ellos tenían un consumo alto de internet, por lo que:

$$Probabilidad\ Uso\ Internet_{residencial} = \frac{63}{91} \times 100 = 69,23\%$$

Para la Probabilidad de Uso en el sector corporativo, se considera que el 100% de empresas utilizan internet, esto debido a que dichas empresas lo utilizan para sus operaciones diarias como facturación, comunicación y navegación.

Cabe recalcar que se considera que el presente año 2015 sería de implementación, pruebas de funcionamiento, marketing y puesta en marcha de la red; por lo que la proyección de la capacidad requerida por la red se inicia desde el 2016. Se utiliza la siguiente formula [26]:

$$C_{Mbps} = \frac{(Población) * (Capacidad\ Requerida_{Mbps}) * (Probabilidad\ Uso\ Internet)}{Compartición} \quad [3.2]$$

Utilizando la fórmula 3.2 tenemos: (Tabla 3.12)

Año	Capacidad Anual Residencial [Mbps]	Capacidad Anual No Residencial [Mbps]
2016	299.66	231.14
2017	304.23	234.71
2018	308.80	238.35
2019	313.36	241.92
2020	317.88	245.49
Total [Mbps]		563.36

Tabla 3.12 Capacidad anual requerida

Para el correcto funcionamiento de la red, se debe contratar uno o varios ISP que puedan proporcionar un enlace de salida a Internet para el año 2020 de aproximadamente 565 [Mbps].

3.4 DISEÑO DE LA RED

El diseño de la red se lo realizó tomando en cuenta el dimensionamiento y proyección descritos en la sección 3.3.

3.4.1 DIAGRAMA DE LA RED

El diagrama de la red propuesta para el diseño se indica en la Figura 3.5:

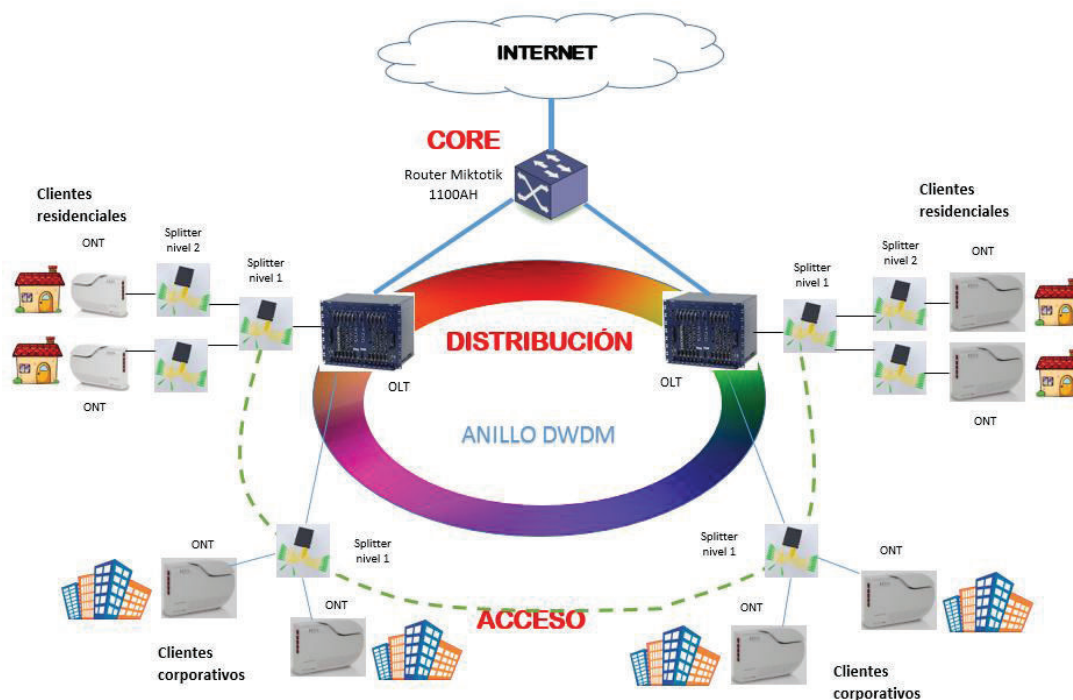


Figura 3.5 Diagrama de red propuesta

Como se indicó en el plan de este Proyecto de Titulación, se procede a diseñar únicamente los componentes de la red de acceso y transporte; puesto que la salida hacia Internet se la realiza utilizando el router de core Mikrotik 1100 AH existente.

3.4.2 DISEÑO DE LA RED DE ACCESO

Según lo planteado en el plan de este Proyecto de Titulación, para el diseño de la red de acceso se toman en cuenta los siguientes aspectos:

3.4.2.1 Selección de la tecnología [27] [8]

Se escoge una red PON ya que permite eliminar elementos activos dentro de la red, para en su lugar, orientar el tráfico en la red utilizando componentes ópticos que son elementos pasivos. Se puede describir tres tecnologías PON como las más representativas, mostradas en la tabla 3.13, a continuación:

Tecnología PON		B-PON	G-PON	E-PON
Relación de división máxima		1:32	1:64	1:32
Capacidad (Mbps)	Downstream	1244, 622, 155	2488, 1244	1250
	Upstream	622, 155	2488, 622, 155	1250
Enlace Simétrico		SI	SI	SI
Eficiencia (%)	Downstream	83	93	61
	Upstream	80	94	73
Alcance máximo (Km)		20	20	10 – 20

Tabla 3.13 Tecnologías PON [8]

En la tabla 3.13 podemos observar ciertas características de las tecnologías PON; para B-PON (Broadband PON), se describe que posee velocidad altas de downstream y upstream, una alta eficiencia y un considerable alcance. GPON (Gigabit PON), posee altas velocidades, la eficiencia más alta, un alcance considerable y la mayor relación de división. Finalmente; E-PON (Ethernet-PON), aunque posee la misma relación de división que B-PON, sus velocidades son más bajas al igual que su eficiencia y su alcance máximo.

Por lo tanto, se procede a escoger G-PON, puesto que es la tecnología que más se ajusta a los requerimientos y más ventajas ofrece.

3.4.2.2 Selección de la tecnología FTTx adecuada

Existen varias opciones de tecnología FTTx, y aunque todas las tecnología FTTx, brindan muchas ventajas sobre otras alternativas; utilizar dicha tecnología es uno de los requerimientos descritos en el plan de este proyecto; por esto, se buscó un equilibrio entre brindar el mejor servicio, cumplir los requerimientos y tener muy presente posibles costos para una futura implementación. Para el *sector residencial* se descartan las tecnologías FTTC y FTTDp, puesto que la distancia entre el usuario final y el nodo hasta donde se entrega la fibra óptica es muy lejano, lo que causaría que existan muchos puntos de falla y en muchos casos no se pueda garantizar las velocidades contratadas. La tecnología FTTB es la utilizada para el sector residencial siempre y cuando se busque entregar el servicio a un departamento dentro de un edificio de varios pisos con departamentos. Para viviendas que posean varias plantas se utilizará tecnología

FTTH, esto garantiza entregar las velocidades ofrecidas y se evita crear más puntos de falla.

Dentro del *sector no-residencial*, se utilizará tecnología FTTB debido a que en muchos casos dichas entidades no-residenciales administran sus propias redes de datos y poseen su propio cableado.

3.4.2.3 Selección del tipo de tendido de fibra óptica [28]

3.4.2.3.1 Tendido aéreo

Se escoge tendido aéreo debido a que sus costos de instalación son muy bajos en relación a los otros tipos de tendido. Además con esta técnica, es mucho más simple localizar fallas, alcanzar la fibra para mantenimiento y cambios. Cabe recalcar que en la zona de cobertura se debe arrendar los postes a la Empresa Eléctrica de Ambato EEASA.

El tendido aéreo consiste en instalar los cables fijándolos entre postes a lo largo del recorrido, bien sea atándolos a un cable de acero que actuará como fiador o guía, o utilizando cables auto soportados. [28]

3.4.2.4 Trazado de la red

En primer lugar se divide por sectores el área de cobertura para facilitar la distribución física del equipamiento.

3.4.2.4.1 Sectorización de la red

Se han establecido dos zonas dentro del área de cobertura determinada por la empresa, las cuales se encuentran delimitadas por la intersección de las calles Pedro Vásconez Sevilla y Pedro Barrios, cercano a la Unidad Educativa “La Merced”. Se eligió este punto de demarcación para tener zonas equiparadas en cuanto a suscriptores de ambos tipos (residenciales y corporativos). La delimitación de las zonas se indica en la figura 3.6.

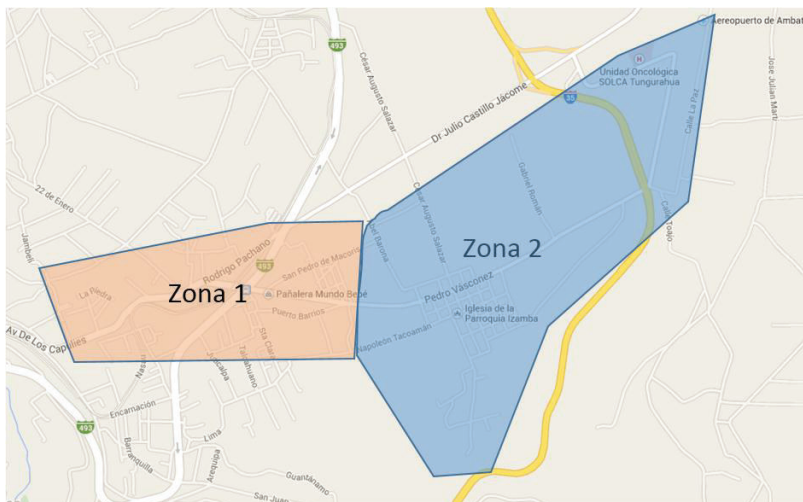


Figura 3.6 Sectorización de la red

Para la distribución de los splitters en las zonas de cobertura, es indispensable tomar en cuenta el número de potenciales suscriptores corporativos por zona, indicados en la tabla 3.14:

Zonas	Número de Clientes Corporativos
Zona 1	13
Zona 2	18

Tabla 3.14 Clientes Corporativos por Zona

Como se puede observar, hay una pequeña diferencia en el número de clientes corporativos, pero se estima que a futuro se incremente progresivamente en ambas zonas, con un margen mayor en la Zona 2 considerando que en esta zona se cuenta con mayor espacio para el desarrollo de la pequeña y mediana empresa. En cuanto a los clientes residenciales, por cada zona se cuenta con un igual número de clientes actuales (34 suscriptores), por lo que los clientes potenciales se distribuirán de la misma manera.

Para la Zona 1, el trazado de fibra se realiza de la siguiente manera:

- Se utiliza un cable de fibra óptica de 12 hilos recorriendo la Av. De los Capulíes desde la intersección con la calle Encarnación hasta el fin de la avenida antes mencionada, del cual se separa una fibra óptica de 6 hilos en dirección norte por la calle 22 de Enero.

- Se utiliza una fibra óptica de 6 hilos recorriendo la desde el inicio de la Av. Pedro Váscquez Sevilla en dirección sureste hasta la Unidad Oncológica SOLCA, límite de la zona 1.
- Se utiliza una fibra óptica de 12 hilos recorriendo la Av. Rodrigo Pachana en dirección noreste hasta la intersección con la calle Julio Castillo Jácome.

Para la Zona 2, el trazado de fibra se lo realizará de la siguiente manera:

- Se utiliza una fibra óptica de 12 hilos en dirección suroeste avanzando por la Av. Pedro Váscquez Sevilla, del cual se separa un cable de 6 hilos por la calle Juan Sevilla, avanzando en dirección norte por toda la calle Abel Barona.
- Se usa una fibra óptica de 6 hilos por la calle César Augusto Salazar recorriendo la Calle sin nombre, por el sector de la industria vinícola “Don Guido”.
- Se usa una fibra óptica de 24 hilos que recorra la Av. Pedro Váscquez Sevilla en dirección noreste, dando servicio a todos los usuarios en el sector. Luego, al llegar a la Av. Dr. Julio Castillo Jácome, del cual se toma una fibra óptica de 6 hilos en dirección suroeste cubriendo así toda la Zona 2.

3.4.2.5 Características de los elementos de red activos y pasivos

Se detalla las características necesarias de los elementos de red (tanto activos como pasivos), para cumplir con el diseño propuesto, el cual se indica a continuación:

3.4.2.5.1 Características de los elementos activos

A. OLT

Es el equipo principal para una red, por donde pasará todo el tráfico desde y hacia los suscriptores. El cual debe cumplir con las siguientes características:

- Tiene que ser un equipo de tipo chasis, al que se le puedan añadir o quitar fácilmente tarjetas o dispositivos de networking para brindar escalabilidad a futuro, de igual manera fuentes de poder para brindar alta disponibilidad y ventiladores o *coolers* para su operación 24/7 sin inconvenientes.
- Debe cumplir con un número mínimo de puertos GPON a los cuales se conectarán los splitters. De acuerdo al diseño establecido en secciones anteriores, el número mínimo de puertos que debe tener la ONT viene dado por:

$$\#puertos\ GPON = \#clientes\ residenciales\ proyectados \times relación\ de\ división \\ \#clientes\ corporativos\ proyectados \times relación\ de\ división [8]$$

$$\#puertos\ GPON = 3322 \times \frac{1}{64} + 35\ clientes\ corp. \times \frac{1}{2} \\ = \mathbf{70\ puertos\ GPON}$$

Cada OLT por lo tanto, debe tener con al menos 35 puertos GPON.

- Tendrá que soportar múltiples tipos de interfaces, como son las interfaces dedicadas para monitoreo y/o administración (esenciales para el funcionamiento del NOC), además de las interfaces para los enlaces de Uplink hacia el router de core (pueden ser GPON, transceivers SFP; obligatoriamente con soporte para DWDM para poder integrarse a la capa de transporte de la nueva red).
- Deberá contar con soporte para los distintos protocolos que correrán sobre la red, los cuales servirán para gestión, calidad de servicio para clientes que lo soliciten, creación de VLANS, seguridad de puertos, etc.

Un ejemplo de OLT que se podría utilizar en este diseño (son sus tarjetas desmontables), se muestra en la figura 3.7 a continuación:



Figura 3.7 Ejemplo de Optical Terminal Line (OLT) [29]

B. ONT

Los ONT son los equipos que se instalan en las viviendas o instalaciones del cliente (según sea el caso), por lo que tiene que cumplir con los siguientes requerimientos:

- ❖ Debe ser un equipo compacto, es decir que no ocupe mucho espacio físico.
- ❖ Debe poseer las siguientes interfaces:
 - Puerto GPON para la conexión con la red de acceso del ISP.
 - Puerto Ethernet para conectarse a los host o router Wi-Fi del cliente.
 - Capacidad de brindar autenticación, calidad de servicio, soporte para VLANs, gestión de red (SNMP).
 - Gestión remota, preferentemente por interfaz Web.
- ❖ En el caso de clientes residenciales, estos equipos deberán brindar servicio Wi-Fi para los usuarios inalámbricos, por lo que tienen que soportar los estándares para WLAN (IEEE 802.11 a/b/g/n).

Un ejemplo de ONT que se puede utilizar se muestra en la figura 3.8.



Figura 3.8 ONT para clientes residenciales [30]

3.4.2.5.2 Características de los elementos pasivos

A. Características de la fibra óptica

Los cables de fibra óptica a utilizarse en este Proyecto deben cumplir con las siguientes características:

- Deben soportar el tipo de tendido aéreo, es decir la instalación en postes de alumbrado público, arreglo de cable en mangas.
- Para la red de acceso, se propone utilizar la fibra óptica G.652, ya que con este tipo de fibra trabaja en las longitudes de onda usadas para redes GPON (ver sección 1.1.4.2).
- Para la sección de la red dentro de las infraestructuras del usuario final, se propone la fibra óptica G.657.A. Esto porque facilita el trato a la fibra óptica dentro de las instalaciones del cliente, como por ejemplo introducirla por lugares estrechos, y sujetarla con grapas a la fachada de residencias o locales comerciales.

B. Características de los splitters

Los splitters deben cumplir con las siguientes condiciones:

- Deben cumplir con la relación de división requerida para cada tipo de cliente (1:2 para clientes corporativos y 1:64 para clientes residenciales).
- Su instalación deben ser compatible con las mangas de fibra óptica detalladas en el trazado de la red.

3.4.3 DISEÑO DE LA RED DE TRANSPORTE

La red de transporte consiste en un anillo redundante de fibra óptica que conecta el OLT con el router de core de la red.

Para la red de transporte se toman en cuenta las siguientes consideraciones:

- Contar con al menos dos enlaces de fibra óptica, cada uno por diferentes rutas, esto para brindar redundancia y tener una alta disponibilidad en el servicio a los clientes.
- Soportar los protocolos necesarios para la operación y monitoreo de la red (en especial VLANs y SNMP).
- Tener una capacidad acorde al tráfico total proyectado en la sección 3.3.3. Esto se con la multiplexación compacta por longitud de onda (DWDM), sumando las capacidades por cada longitud de onda transmitida por la red de transporte

3.4.3.1 Interconexión entre la capa de transporte y la capa de acceso

Como se indica en la sección 3.4.1.4.1, el área total de cobertura se divide en dos zonas, cada una de ellas tiene un OLT para brindar el servicio a los clientes. Los OLT de cada zona se ubicarán como se indica en la figura 3.9.

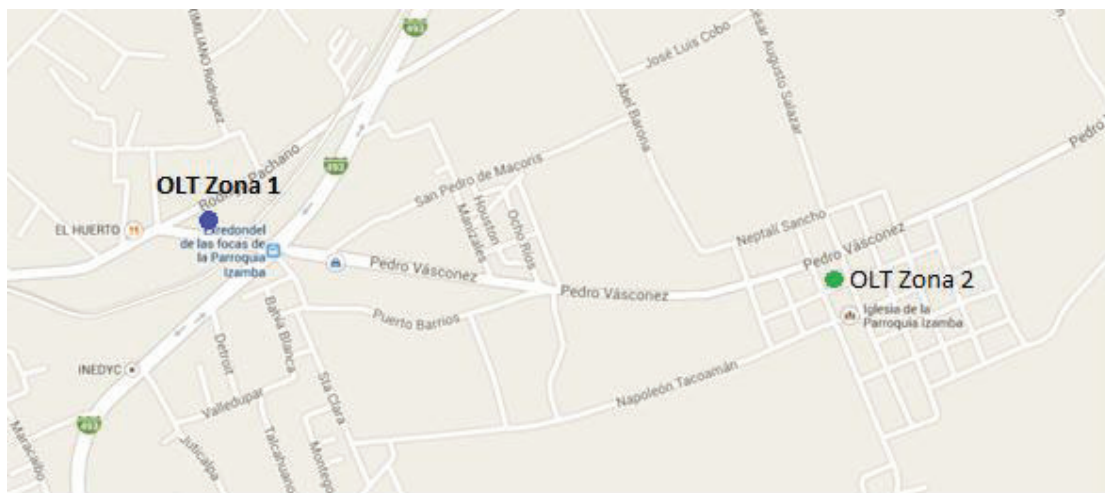


Figura 3.9 Ubicación de los OLTs

La primera OLT estará ubicada en el Centro de Operaciones actual del P@RQUE.NET-ISP, y el segundo OLT estará ubicada dentro de la sucursal de la empresa en el sector centro de Izamba. Esto por conveniencia puesto que las instalaciones son de propiedad de la empresa y se evita costos de alquiler de infraestructura u obras civiles.

La red de transporte consiste en la conexión redundante entre las OLTs, y la conexión de estas OLTs con el router de core. Esto formando un anillo redundante de fibra óptica para que se tenga alta disponibilidad en caso de cortes de cableado o fallas eléctricas.

Las rutas escogidas para la fibra óptica de la red de transporte se muestran en la figura 3.10.



Figura 3.10 Trazado de Fibra Óptica de la red de transporte

El tramo 1 de la red de transporte empieza por la parte posterior del Centro de Operaciones, sigue la avenida Rodrigo Pachano en dirección nororiental, avanzando por la avenida Dr. Julio Castillo Jácome (vía a Pillaro). Luego continúa por la calle César Augusto Salazar en dirección sur, para finalmente tomar la calle Montalvo y llegar al OLT de la zona 2. El recorrido total del tramo 1 es de 2.2 km.

El tramo 2 recorre la Avenida Pedro Vásquez Sevilla en dirección suroriental, doblando la esquina de la intersección con la calle Juan Sevilla, posteriormente

tomando la calle Montalvo y llegando así al OLT de la zona 2. El recorrido total del tramo 2 es de 1.44 km

El uso de DWDM permitirá un ahorro significativo en el costo de la red ya que reduce la cantidad de fibra óptica necesaria; aunque se requiere de equipamiento necesario para la implementación de DWDM como multiplexores y demultiplexores ópticos.

3.4.3.2 Características de los elementos de red activos y pasivos

En esta red de transporte se consideran los siguientes elementos activos:

A. Transmisores/Receptores Ópticos

Estarán localizados en cada OLT de la red de ISP-P@RQUE.NET, en las tarjetas ópticas destinadas a la conexión de las OLTs con el backbone de la red. También se los conoce como transceivers o SFP (small form-factor pluggable transceptor). Es necesario que estos transmisores puedan operar en la banda C (1530 nm – 1565 nm) del espectro óptico, y que se lleve un cronograma para su mantenimiento y limpieza. Ejemplos de transmisores/receptores ópticos se los puede observar en la figura 3.11.



Figura 3.11 Ejemplos de transmisores/receptores ópticos. [31]

Los elementos pasivos de la red de transporte son los siguientes:

A. Multiplexores (MUX) / Demultiplexores (DEMUX) ópticos

Es fundamental que todos estos equipos cumplan características físicas como: ser montables dentro de un rack, ser compactos y brindar facilidades para su mantenimiento.

La figura 3.12 muestra un ejemplo de un MUX/DEMUX óptico.



Figura 3.12 Multiplexor/Demultiplexor óptico. [32]

B. Fibra óptica

Para la red de transporte, la fibra óptica debe poseer una estructura reforzada para soportar posibles daños provocados por impactos sobre los postes o agentes externos. En función de lo anterior se escoge el estándar de fibra óptica G.655B que además ofrece mayor capacidad de crecimiento de la red (sección 1.1.4.4).

3.4.4 DISEÑO DE LA INFRAESTRUCTURA DE LA RED

3.4.4.1 Equipos y herramientas de hardware

Se realiza una comparación de equipos de diferentes marcas que cumplen con las características indicadas en la sección 3.4.2.5.

3.4.4.1.1 *Optical Line Terminal*

En la tabla 3.17 se muestran equipos de tres marcas distintas que cumplen con las características estipuladas en la sección 3.4.2.5.1.

3.4.4.1.2 *Optical Network Terminal*

En la tabla 3.18 se muestran equipos de tres marcas distintas que cumplen con las características estipuladas en la sección 3.4.2.5.1.

3.4.4.1.3 Splitters ópticos

En las tablas 3.15 y 3.16 se muestra splitters de tres marcas distintas que cumplen con las características detalladas en la sección 3.4.2.5.2.



Características	Splitters Residenciales	
	Corning Plus 1x8 PLC Splitter	Furukawa 35500099 splitter PLC 1x8
		
Longitud de Onda de Operación	1260 – 1650 nm	1260 – 1650 nm
División de potencia	Balanceado	Balanceado
Pérdidas de inserción	10.5 dB	10.5 dB
Sensibilidad a la polarización máxima (PDL)	0.25 dB	0.25 dB
Conectorizado	No	No

Tabla 3.15 Características de los Splitters Residenciales [8]

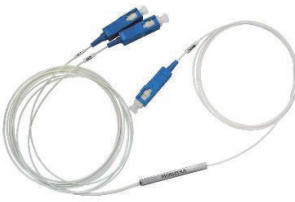
Características	Splitters Corporativos	
	Corning Plus 1x2 PLC Splitter	Furukawa 35500188 Splitter PLC 1x2
		
Longitud de Onda de Operación	1260 – 1650 nm	1260 – 1650 nm
División de potencia	Balanceado	Balanceado
Pérdidas de inserción	<4 dB	3.7 Db
Sensibilidad a la polarización máxima	<0.2 dB	0.2 dB
Conectorizado	No	No

Tabla 3.16 Características de los Splitters Corporativos [8]

Características

OLT

Cisco ME4620-OLT



Alcatel Lucent 7342 ISAM FX



Huawei SmartAX MA5600T



Longitud de Onda de Operación	Downstream: 1490 nm Upstream: 1310 nm. Uplink (transporte): 1510 nm.	Downstream: 1490 nm Upstream: 1310 nm. Uplink (transporte): 1510 nm.	Downstream: 1490 nm Upstream: 1310 nm. Uplink (transporte): 1510 nm.
Tasas de Transmisión	Downstream: 2.5 Gbps Upstream: 1.25 Gbps	Downstream: 2,488 Gbps Upstream: 1,244 Gbps	Downstream: 2,488 Gbps Upstream: 1,244 Gbps
Velocidad de backplane	8.6 Tbps	500 Gbps	3.2 Tbps
Método de encapsulamiento	GEM	GEM	GEM
Relación de división	1:128	1:64	1:128
Total de abonados	32000	3584	16000
N° de tarjetas PON	16	14	16
N° de puertos GPON por tarjeta	16	4	8
Alimentación	Alimentación local a -48 V, por medio de dos fuentes en redundancia	Alimentación local a -48 V, por medio de dos fuentes en redundancia	Alimentación AC y DC, protección de energía dual, alimentación de -48 V
Dimensión (UR)	14	16, tipo armario	16

Tabla 3.17 Características de modelo de OLT [8] [30] [33]

Características	ONT		
	Cisco ME4624-ONT-RGW	Alcatel Lucent I-221E Indoor	Huawei HG245 GPON Terminal
			
Longitud de Onda de Operación	Downstream: 1490 nm Upstream: 1310 nm. Video RF: 1510 nm.	Downstream: 1490 nm Upstream: 1310 nm. Video RF: 1510 nm.	Downstream: 1490 nm Upstream: 1310 nm. Video RF: 1510 nm.
Tasas de Transmisión	Downstream: 2.5 Gbps Upstream: 1.25 Gbps	Downstream: 2,488 Gbps Upstream: 1,244 Gbps	Downstream: 2,488 Gbps Upstream: 1,244 Gbps
Puerto GPON	1 puerto SC/APC	1 puerto SC/APC	1 puerto SC/APC
Puertos Adicionales	2 puertos FXS (RJ11) 4 puertos Ethernet (RJ45) 1 puerto vídeo RF (tipo F)	2 puertos FXS (RJ11) 4 puertos Ethernet (RJ45) 1 puerto coaxial (BNC)	2 puertos FXS (RJ11) 4 puertos Ethernet (RJ45) 1 puerto vídeo RF (tipo F)
Wi-Fi	802.11 b/g/n/ac	802.11 b/g/n	802.11 b/g/n
Relación de división	1:128	1:64	1:64
Alimentación	Alimentación local a -48 V DC	Alimentación local a 11 a 14 V DC	Alimentación local a -48 V DC
Dimensiones (UR)	210 x 210 x 40 mm	195 mm x 208 mm x 38 mm	195 mm x 174 mm x 34 mm

Tabla 3.18 Características de los ONT [8] [34]

3.5 DISEÑO DEL NOC (NETWORK OPERATIONS CENTER)

El diseño se basa en el modelo FCAPS de la arquitectura de gestión ISO. Para el diseño del NOC se considera el monitoreo y supervisión de la intranet del ISP-P@RQUE.NET. Se describe las áreas fundamentales del NOC, la estructura jerárquica de responsabilidades, su infraestructura y los elementos de la red que serán monitoreados.

3.5.1 DIAGRAMA DEL NOC (NETWORK OPERATIONS CENTER)

En la figura 3.13 se muestra el diagrama propuesto para el NOC.

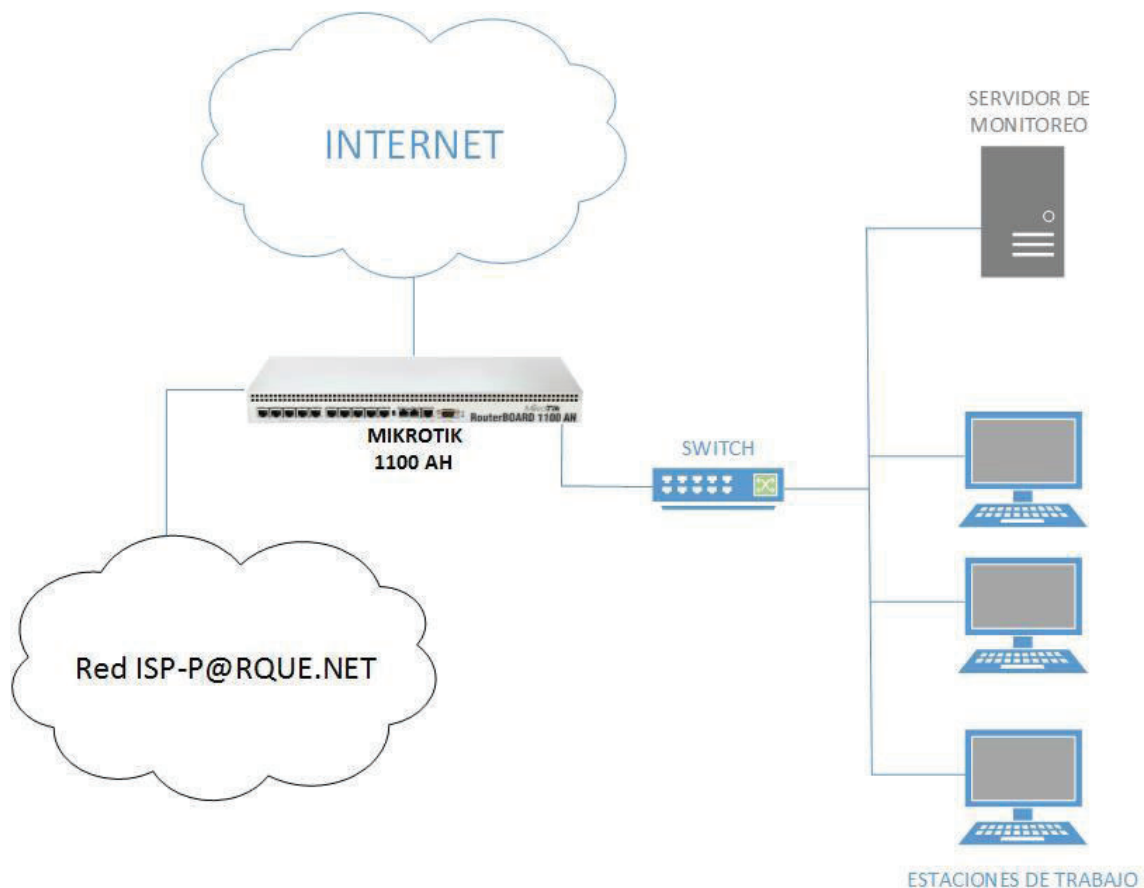


Figura 3.13 Diagrama del NOC

A continuación se detalla las funciones de cada uno de los elementos del NOC:

3.5.1.1 SERVIDOR DE MONITOREO

Este servidor contiene las herramientas de software indicadas en la sección 3.5.4.2 para la operación del NOC. Los operadores del NOC podrán acceder a este servidor mediante escritorio remoto, para realizar las tareas de supervisión y monitoreo cotidianas.

3.5.1.2 SWITCH

Se necesita un switch para interconectar las estaciones de trabajo de los operadores del NOC con el servidor de monitoreo. El puerto Eth6 del Router de Core (Mikrotik 1100 AH) permite conectar este switch a la red, y a su vez se conectan las 3 estaciones de trabajo y el servidor de monitoreo al mismo switch, como se indica en la figura 3.13.

3.5.1.3 ESTACIONES DE TRABAJO

Son los computadores de trabajo de los operadores del NOC, donde se llevan a cabo todas las funciones definidas para ellos (monitoreo y control de la intranet, elaboración de informes, gestión de tickets de incidencias, etc.)

3.5.2 DISEÑO DE LAS ÁREAS FUNDAMENTALES DEL CENTRO DE OPERACIONES [18]

Una vez establecido el diagrama del NOC, se procede a la descripción de las gestiones que debe realizar, de acuerdo a lo planteado en el plan de este Proyecto, se utiliza el modelo FCAPS que contempla 5 áreas fundamentales que se presentan a continuación:

3.5.2.1 Diseño de gestión de fallos [18]

Para la gestión de fallos, se establecen las siguientes condiciones de monitoreo:

- El monitoreo se debe realizar de forma permanente; 24 horas, 7 días, los 365 días del año. Se debe contar con personal capacitado que ofrezca una respuesta proactiva y reactiva a cualquier evento dentro de la red de acceso.

La respuesta proactiva contempla la ejecución de las acciones correctivas antes de que los usuarios finales reporten el desperfecto; mientras que la respuesta reactiva consiste en que el usuario del servicio realiza el reporte de los posibles fallos encontrados en la red.

- Los datos a ser monitoreados se presentan en la tabla 3.19, a continuación:

	Variable	Descripción
Equipos de interconectividad	Procesador	Estadísticas del uso del CPU.
	Memoria	Memoria libre y utilizada.
	Interfaces	Estado actual de las interfaces (activo/ inactivo).
	Errores	Verificación de errores generados por los equipos (logs, traps).
Servidor	Estado	Actividad del servidor (activo/inactivo).
	Procesador	Estadísticas del uso del CPU.
	Memoria	Memoria libre y utilizada.
Enlace de salida	Estado	Enlace activo o inactivo.
	Utilización	Porcentaje de utilización del enlace (gráfico de uso del enlace, valores máximos y promedios).

Tabla 3.19 Datos a ser monitoreados

Una vez establecidas las condiciones de monitoreo en la red, se procede a puntualizar la gestión de fallos que debe responder a procedimientos presentados en el “Manual del Operador para la Gestión de Fallos”. (Sección 3.5.2.1.1)

3.5.2.1.1 MANUAL DEL OPERADOR PARA LA GESTIÓN DE FALLOS [18]

El manual del operador para la gestión de fallos es una guía de procedimientos que el operador del NOC 1 debe seguir ante un evento dentro de la red; está representado en el siguiente diagrama de flujo. (Figura 3.14)

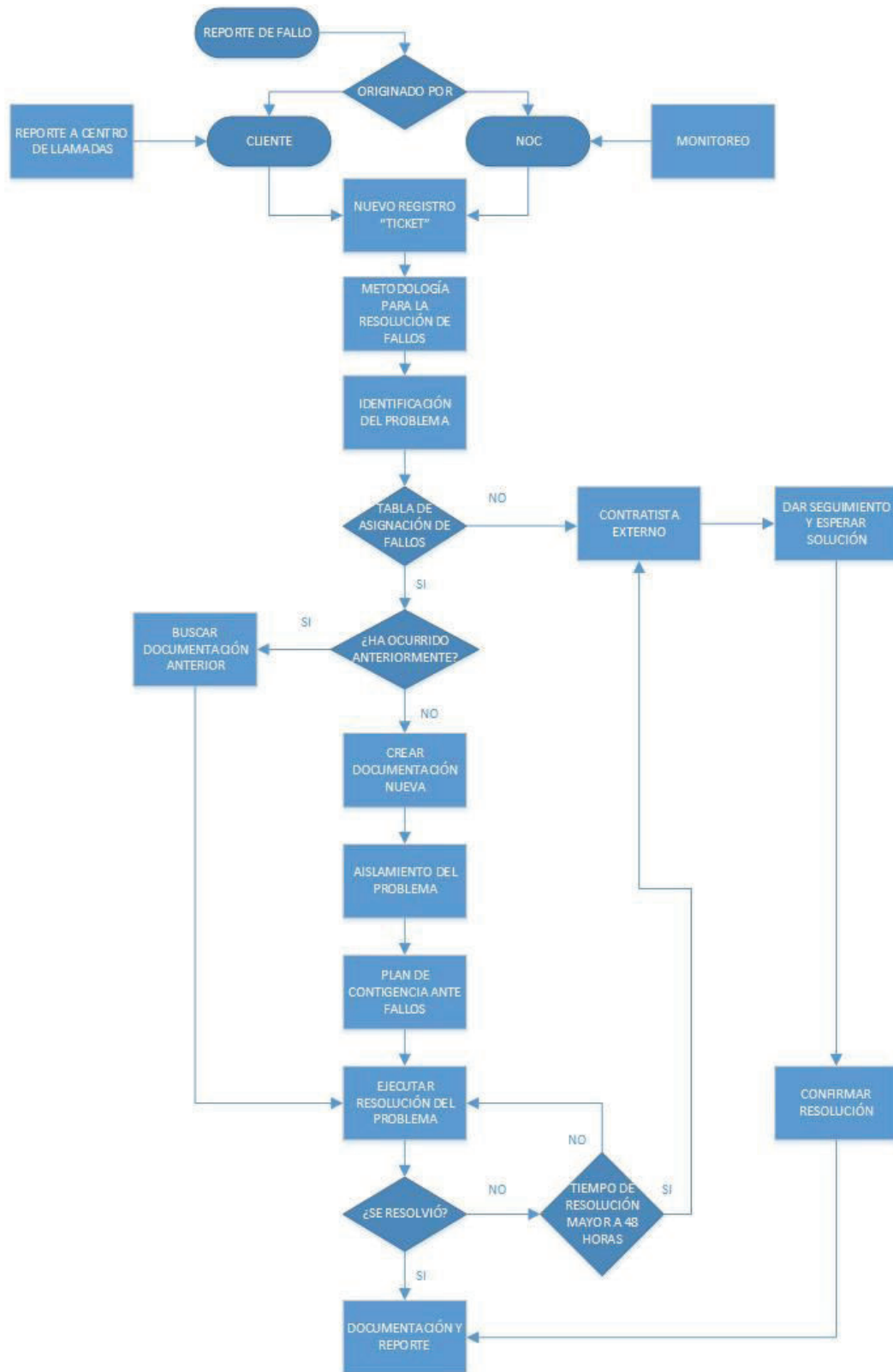


Figura 3.14 Diagrama de flujo para la gestión de fallos

El proceso para la gestión de fallos se inicia con el *Reporte de Fallos*, éste puede ser originado por el *cliente* y el *NOC*; el primero realiza un reporte a un centro de llamadas ubicado en el *NOC*, y el segundo realiza dicho reporte a través de las herramientas de monitoreo que se definen más adelante en éste capítulo (Sección 3.5.4.1). En cualquiera de los dos casos, una vez reportado el incidente, se crea un nuevo registro; esto se lo debe hacer con una aplicación que permita la creación de “tickets“ de una forma organizada, donde se lleve registro de todos los reportes creados, el tiempo de resolución, responsables del ticket, actualizaciones y reportes de estado al cliente en tiempo real. (Sección 3.5.4.1)

Una vez creado el “ticket”; se debe registrar hora y fecha, responsables del ticket, y durante todo el proceso el operador del NOC 1, debe estar en contacto permanente con el personal en campo (si fuere el caso) solicitando actualizaciones en tiempo real sobre el estado del “ticket”.

Se debe seguir un orden apropiado para la resolución de fallos, esto es la *metodología para la resolución de fallos*. Parte de la asociación con el modelo de capas ya sea OSI o TCP/IP y se empieza a buscar los posibles problemas desde la capa inferior que se refiere a los elementos físicos de la red y asciende hacia las capas superiores hasta identificar el problema; se representa en la figura 3.15:

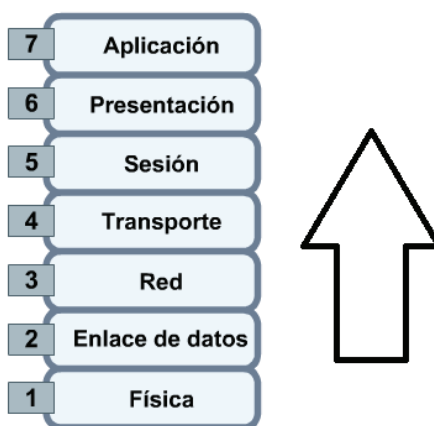


Figura 3.15 Modelo de capas OSI

Esto desemboca en la *Identificación del Problema*, el operador del NOC 1 debe:

- ✓ Verificar conectividad hacia el dispositivo de red problemático.

- ✓ Confirmar acceso al dispositivo vía gestión remota
- ✓ Revisar logs del equipo
- ✓ Respuesta a peticiones SNMP
- ✓ Acceso físico al dispositivo (última instancia)

Una vez identificado el problema, el operador debe referirse a la *Tabla de asignación de fallos* (Tabla 3.20), aquí se encuentra una lista de los posibles fallos dentro de la red asociados con el tipo de personal al que se debe asignar, éste puede ser personal interno del ISP-P@RQUE.NET o un contratista externo según sea el caso. (Sección 3.5.3).

TABLA DE ASIGNACIÓN DE FALLOS		
Capa del Problema	Detalle	Asignación
Física	Atenuación	Contratista Externo
	Terminaciones dañadas	Contratista Externo y/o Personal Interno
	Equipos Inhibidos	Personal Interno
	Conexiones incorrectas	Personal Interno
	Corte de fibra	Contratista Externo
Enlace	Dispositivo de red dañado	Personal Interno
	Configuraciones incorre0ctas	Personal Interno
	Problemas de seguridad	Personal Interno
	Ancho de banda insuficiente	Personal Interno
	VLAN	Personal Interno
Red	Dispositivos de red dañado	Personal Interno
	Enrutamiento incorrecto	Personal Interno
	Direccionamiento IP	Personal Interno
	DHCP	Personal Interno
	NAT	Personal Interno
	Listas de acceso	Personal Interno
Transporte	Dispositivos de red dañado	Personal Interno
	Filtrado de tráfico	Personal Interno
	DNS	Personal Interno
Aplicación	Configuraciones incorrectas equipos usuarios	Personal Interno
	Monitoreo remoto	Personal Interno
Enlace de Salida		Proveedor de Servicio

Tabla 3.20 Tabla de asignación de fallos

La asignación de cualquier otro tipo de fallo no enlistado debe ser escalada al Coordinador de TICs para su respectiva gestión. (Sección 3.5.3)

Si el “ticket” del fallo es asignado a un contratista externo, el operador del NOC 1 del ISP-P@RQUE.NET debe *dar seguimiento y esperar una solución*. Estar en constante contacto con el contratista externo y solicitar permanentemente información en tiempo real sobre el estado del “ticket” asignado; una vez que el contratista externo notifique que el problema fue solucionado, el operador del NOC 1 debe *confirmar la resolución del problema* y proceder a su respectiva *documentación y reporte* al ente que realizó el *reporte de fallo*. Esto se realiza en el software de gestión de “tickets” para cerrar el “ticket” abierto y si hubiese un cambio en la red se debe registrar dicha modificación en el software designado. (Sección 3.5.4.1)

En el caso de que el “ticket” sea asignado al personal interno del ISP-P@RQUE.NET, el operador del NOC 1 debe primero revisar si es un problema que *ha ocurrido anteriormente* en los registros que maneja el ISP-P@RQUE.NET, en el caso de que el exista algún registro histórico sobre el “ticket” en cuestión se debe buscar dicha *documentación anterior* y *ejecutar la resolución del problema*; si éste se resuelve se procede a la *documentación y reporte*, caso contrario se debe esperar un *tiempo de resolución (48 horas)* [18], si se excede este tiempo se debe buscar a un *contratista externo* para la solución del desperfecto, a continuación, se procede como se presenta en el diagrama de flujo de la figura 3.14.

Cuando el “ticket” no presente documentación anterior se deberá registrar una *nueva documentación* (Figura 3.16 Plantilla Digital), luego de eso se procede al *aislamiento del problema*; que consiste en descartar progresivamente las causas del problema desde las más críticas hasta las más superficiales.

A continuación, el operador del NOC 1 tiene como apoyo el *Plan de contingencia ante fallos*, se debe revisar dicha guía antes de *ejecutar la resolución del problema*.

3.5.2.1.2 Plan de contingencia ante fallos

Dado que hasta este punto, se ha *identificado el problema* y se lo ha asignado según la *tabla de asignación de fallos*; el operador del NOC 1 debe apoyarse en el *Plan de contingencia ante fallos*, que proporciona una guía general de procedimientos a tomar ante fallos considerados comunes y establece lineamientos para la resolución de los mismos.

Se deben tomar en consideración los siguientes puntos:

- I. Para la resolución de cualquier fallo, se debe seguir el procedimiento establecido y diagramado en el MANUAL DE OPERACIÓN PARA LA GESTIÓN DE FALLOS. (Sección 3.5.2.1.1)
- II. Es responsabilidad del ISP-P@RQUE.NET capacitar y brindar información al personal que opera el NOC sobre los elementos de la red.
- III. Cada equipo de red posee un manual de operación y/o configuración, los operadores del NOC deberán revisar detalladamente dicho manual, con el fin de conocer el normal funcionamiento de los equipos que conforman la red.
- IV. Cuando se haya asignado alguna tarea a un contratista externo, se debe obligatoriamente dar seguimiento al estado de la resolución del problema; cuando éste haya sido reportado como resuelto por el contratista externo, el personal del NOC debe revisar y confirmar dicha solución.
- V. Cuando el problema lo requiera, se debe disponer la topología física y lógica de la red; y si se realiza una modificación, se debe actualizar obligatoriamente dichas topologías.
- VI. Disponer permanentemente de equipos de red extras para un posible reemplazo, además se debe poseer los archivos de configuración de los mismos.

Se describe a continuación una lista de procedimientos según el fallo (tabla 3.21):

Problema:	Atenuación, Corte de fibra
Asignación:	Contratista Externo
Procedimiento:	1.- Dar seguimiento 2.- Contacto permanente con el contratista 3.-Verificar resolución.
Problema:	Terminaciones dañadas
Asignación:	Contratista Externo y/o Personal Interno
Procedimiento:	1.- Verificar estado de las terminaciones en uso. (Personal Interno) 2.- Realizar el reemplazo de las terminaciones dañadas. (Contratista Externo)
Problema:	Equipos Inhibidos
Asignación:	Personal Interno
Procedimiento:	1.- Reiniciar el equipo manualmente, utilizando botón de resetear.
Problema:	Conexiones incorrectas
Asignación:	Personal Interno
Procedimiento:	1.- Verificar estado de las conexiones. 2.- Conectar correctamente
Problema:	Dispositivo de red dañado
Asignación:	Personal Interno
Procedimiento:	1.- Verificar memoria, uso y procesamiento del dispositivo de red. 2.- Desconectar todos los cables del equipo a reemplazarse. 3.-Cargar archivo de configuración anterior al nuevo equipo de red.
Problema:	Configuraciones incorrectas (NAT, DHCP, Direccionamiento IP, Enrutamiento Incorrecto, VLAN, DNS, Listas de acceso)
Asignación:	Personal Interno
Procedimiento:	1.- Verificar configuración actual del dispositivo. 2.-Revisar topología lógica y física de la red. 3.-Verificación de logs. 4.- Reinicio del equipo o interfaz. 5.- Reconfiguración del equipo.
Problema:	Configuraciones incorrectas equipos clientes
Asignación:	Personal Interno
Procedimiento:	1.- Verificar direccionamiento IP, firewalls, configuración en navegadores. 2.-Indicar al cliente pasos a seguir para configurar correctamente su equipo. NOTA. Realizar este proceso de preferencia vía telefónica.
Problema:	Enlace de Salida
Asignación:	Proveedor de Servicio
Procedimiento:	1.- Revisar cableado hacia el equipo de salida. 2.-Reportar caída del enlace al proveedor de servicios. 3.-Dar seguimiento. 4.- Contacto permanente con el proveedor. 5.-Verificar resolución.
Problema:	Ancho de banda insuficiente
Asignación:	Personal Interno
Procedimiento:	1.- Revisar tráfico cursado en el enlace. 2.- Verificar ancho de banda disponible. 2.- Revisar ancho de banda contratado. 3.- Asignar nuevo ancho de banda.

Problema:	Problemas de seguridad
Asignación:	Personal Interno
Procedimiento:	1.- Revisar logs de equipos afectados. 2.- Respalidar configuración existente. 3.- Implementar políticas de seguridad.
Problema:	Filtrado de tráfico
Asignación:	Personal Interno
Procedimiento:	1. - Revisar políticas de filtrado de tráfico. 2. - Modificar o aumentar políticas de filtrado de tráfico.
Problema:	Monitoreo remoto
Asignación:	Personal Interno
Procedimiento:	1.- Revisión de configuración de monitoreo del dispositivo. 2.-Verificación de logs. 3.-Reinicio del equipo. 4.-Reconfiguración del dispositivo.

Tabla 3.21 Tabla de procedimientos según el fallo

Luego de que el operador ha revisado el *Plan de contingencia ante fallos*, y ha procedido a *ejecutar la resolución del problema*, se debe confirmar si *se resolvió* el mismo. Si la respuesta es positiva, se procede con la *documentación y reporte*; caso contrario, y si el *tiempo de resolución es mayor a 48 horas* se debe acudir a un *contratista externo* y seguir los pasos representados en el diagrama de flujo de la figura 3.14 y previamente explicados.

El encargado de realizar el proceso de *documentación y reporte* es el operador del NOC 1 que atendió el *reporte de fallos* y creó el “ticket”, debido a que ha sido quien ha llevado el seguimiento de los sucesos desde el inicio hasta la resolución del problema. La primera acción a realizar es el cierre del “ticket” en el software de gestión los mismos, llenar la plantilla digital que se presenta en la figura 3.16 bajo el nombre:

“NÚMERO TICKET_NOMBRE CLIENTE_FECHA APERTURA_FECHA CIERRE”

Por ejemplo:

“74_GONZALOPAZMAY_05032015_06032015”

La plantilla digital se encuentra en Microsoft Excel y se muestra en la figura 3.16, a continuación:

Centro de Operaciones de Red ISP - P@RQUE.NET
 Av. Pedro Vasconez Sevilla S/N y Av. Rodrigo Pachano
 Ambato, Ecuador
 Teléfono Celular: (593) 0984250436
 Teléfono Convencional: (593) (03) 2856376
 E-mail: mhs4351@hotmail.com

Control de Eventos

Fecha: dd/mm/aaaa
 Responsable: Nombre Responsable
 Número de Ticket: XXXXXX

Solicitado por: Nombre Solicitante
 Teléfono: XXXXXX
 Ubicación: Dirección cliente

DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

CAUSAS	SOLUCIÓN

Tiempo de solución: XX,XX (En horas)

Equipos afectados: _____

Personal Asignado: Especificar nombres y apellidos de personal.

Contratista externo: Si se trata de un contratista externo, detallar nombre empresa y número de contacto

Criticidad: Ninguna Baja Media Alta Extrema

SUGERENCIAS:

Figura 3.16 Plantilla Digital

Dicho archivo debe guardarse en la unidad lógica D del servidor del ISP-P@RQUE.NET, en la carpeta ""TICKETS", subcarpeta "CAPA_PROBLEMA" haciendo referencia al modelo OSI (Figura 3.15 Modelo de capas OSI) y finalmente "NOMBRE_RESPONSABLE", observar en la figura 3.17. De esta

manera se puede acceder fácilmente a la resolución de tickets anteriores para buscar solución a problemas similares.

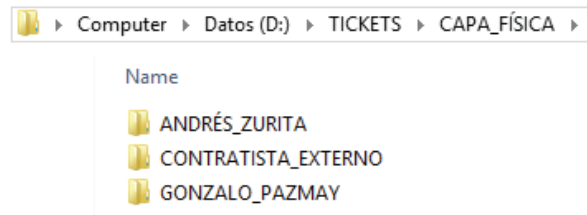


Figura 3.17 Organización de informes por responsable

Como último paso, el operador de red debe obligatoriamente modificar el diagrama de red si fuere el caso; esto se hace mediante la aplicación descrita en la sección 3.5.3, además debe informar al ente que reporta el fallo, que el problema está solucionado.

Se presenta a continuación (figura 3.18) una lista de comandos CLI, útiles para verificar el funcionamiento de los dispositivos en la red. Se incluyen tres marcas (CISCO, JUNIPER, HUAWEI) y sus equivalencias entre comandos, puesto que son marcas reconocidas a nivel mundial.

Comando HUAWEI	Comando CISCO	Comando JUNIPER	Definición
display current-configuration	show run	sh configuration	Presenta la configuración que está corriendo.
display ip interface	show ip interface brief	show interface terse	Muestra el estado de las interfaces configuradas para IP.
display interface [intfc]	show interface [intfc]	show interfaces [intfc] detail	Presenta la configuración de la interfaz, estado y estadísticas.
display controller intfc	show controller intfc	show interfaces intfc extensive	Presenta información del puerto físico del dispositivo.
display ip routing-table	show ip route	show route	Muestra información resumida de las entradas de la tabla de enrutamiento.
display bgp routing-table	show ip bgp summary	show bgp summary	Presenta el estado de todas las conexiones BGP. (Boarder Gateway Protocol)
display version	show version	show version, show system uptime	Presenta la configuración de hardware del sistema, la versión del software y el nombre del archivo de configuración e imagen de arranque.
display diagnostic-information	show diags	show chassis hardware	Muestra el estado de diagnóstico de encendido.
display processes cpu	show processes cpu	show system process	Presenta estadísticas de uso.
display diagnostic-information	show tech-support	request support info	Muestra la imagen del software actual, configuración, controladores, contadores, interfaces y memoria.
display logbuffer	show logging	show log messages	Presenta el estado de los registros al syslog
NONE	show environment all	show chassis environment	Muestra información de la temperatura y el voltaje de la consola.
ping	ping dest	ping dest rapid (for cisco like output)	Para verificar si el destino está activo.
	ping (setting source int)	ping dest (for unix like output)	
display ospf interface	show ip ospf interface	ping dest bypass-routing	Para verificar si el destino está activo.
display ip routing-table protocol ospf	show ip route ospf	show ospf interface	Muestra el ID del vecino, estado, dirección e interface.
disp stp brief	show spanning-tree	show ospf route	Presenta el estado actual de la tabla de enrutamiento.
display snmp-agent statistics	show snmp	show spanning-tree brief	Presenta parámetros del protocolo de spanning-tree usado (puede ser STP, RSTP, o MSTP).
		show configuration snmp	Muestra estadísticas de los paquetes SNMP (Simple Network Management Protocol) enviados y recibidos por el dispositivo.
		show snmp statistics	

Figura 3.18 Equivalencias comandos HUAWEI, CISCO, JUNIPER

3.5.2.2 Diseño de gestión de configuración

El área de gestión de configuración se encarga de llevar un diagrama esquemático de la red junto con la configuración de los equipos a ser gestionados (sección 3.5.2.1), personal responsable (sección 3.5.3) y conocer el estado de los equipos dentro de la red a través de un monitoreo permanente que responde a lo previamente explicado en el diseño de la gestión de fallos. (Sección 3.5.2.1)

Para el monitoreo de toda la red se utiliza el protocolo snmpv2c; además de configurar una comunidad y una vista únicamente para lectura y otra vista para lectura y escritura. (Tabla 3.22)

Comunidad	Grupo	MIBs	Acceso
tic_general	tic_ro	MIB-2, interfaces, snmpv2, (MIB Fabricante)	Lectura
tic_privada	tic_rw		Lectura-Escritura

Tabla 3.22 Configuraciones de monitoreo

Las configuraciones de la NMS (Network Management Station), se realiza sobre Windows 7, esto por un requerimiento por parte del Gerente General del ISP-P@RQUE.NET (En el anexo A, se adjunta oficio de requerimiento). Para los elementos de red, además de lo previamente mostrado en la tabla 3.22; se debe habilitar el envío de traps y logs hacia la NMS.

3.5.2.2.1 Configuraciones de equipos de conectividad

Los elementos activos de red son los encargados de transportar la información desde su origen a su destino, para esto deben contar con configuraciones específicas para su correcto funcionamiento. En esta sección se indican lineamientos generales que se seguirán en la configuración de todos estos equipos:

- ❖ En red de acceso y transporte, se utilizan solamente puertos en modo acceso para dar un mayor rendimiento a la red, evitando el etiquetamiento de VLANs en los paquetes.

- ❖ La conexión entre la red de transporte y el router de núcleo de la red será con puertos troncales que permitan el paso de todas las VLANs y hacer enrutamiento entre VLANs en caso de ser necesario.
- ❖ Todos los puertos serán forzados a una velocidad de 100 Mbps y en modo full dúplex, esto para evitar problemas de negociación que pueden disminuir la disponibilidad del servicio de internet.
- ❖ Puesto que se tendrán enlaces redundantes trabajando activamente al mismo tiempo, se utiliza Multiple Spanning Tree Protocol, para prevenir bucles de capa 2.
- ❖ Especificar al proveedor de internet que el acceso a la red tiene que cumplir con las reglas establecidas en la gestión de seguridad (sección 3.5.2.5), para prevenir ataques externos y cumplir con el ancho de banda contratado.

3.5.2.3 Diseño de gestión de contabilidad

La gestión de contabilidad debe registrar y llevar cuenta del tráfico generado por los equipos de red y que cursen los distintos enlaces; además de generar informes y estadísticas útiles para identificar ineficiencias, sobrecargas o nuevos requerimientos de la red.

En la tabla 3.23 se muestran los datos a ser procesados:

	Variable	Descripción.
Equipos de interconectividad	Procesador	Estadísticas del uso del CPU.
	Memoria	Memoria libre y utilizada.
	Interfaces	Estado actual de las interfaces (activo/ inactivo).
	Errores	Verificación de errores generados por los equipos (logs, traps).
Servidor	Estado	Actividad del servidor (activo/inactivo).
	Procesador	Estadísticas del uso del CPU.
	Memoria	Memoria libre y utilizada.
Enlace de salida	Estado	Enlace activo o inactivo.
	Utilización	Porcentaje de utilización del enlace (gráfico de uso del enlace, valores máximos y promedios).

Tabla 3.23 Datos a ser procesados.

Una vez obtenidos los datos se debe realizar informes mensuales que describan el rendimiento de la red para ser evaluados según lo descrito en el diseño de la gestión de rendimiento. (Sección 3.5.2.4)

Para los aspectos relacionados con la seguridad, se debe seguir lo descrito en el diseño de la gestión de seguridad. (Sección 3.5.2.5)

3.5.2.4 Diseño de gestión de rendimiento

La gestión de rendimiento se basa principalmente en las condiciones de monitoreo establecidas en el diseño de gestión de fallos (sección 3.5.2.1) y en los datos recolectados, determinados en el diseño de gestión de contabilidad. (Sección 3.5.2.4)

Para la realización de los informes mensuales se debe seguir la guía mostrada en el Anexo D.

3.5.2.5 Diseño de gestión de seguridad [35] [36]

Para el diseño de la Gestión de seguridad del ISP-P@RQUE.NET se considera la decisión conjunta con el Gerente General y dado que no se cuenta actualmente con ningún tipo de seguridad, se consideran cuatro dominios de seguridad basados en la norma ISO 27002:2013, los cuales se describen a continuación:

3.5.2.5.1 Control de Activos

“El objetivo del presente dominio es que la organización tenga conocimiento preciso sobre los activos que posee como parte importante de la administración de riesgos.” [36]

A fin de llevar a cabo el control de activos de la empresa, se establecen las siguientes medidas:

- Se debe realizar un inventario completo de todos los activos físicos propiedad de la empresa, se debe incluir el estado de cada activo documentado con fotos que lo avalen.
- Todo equipo que ingresa o sale de las instalaciones del ISP-P@RQUE.NET y que no sea de propiedad del mismo, debe ser registrado incluyendo su marca, serie y propietario.
- Todo equipo que entra o sale de las instalaciones del ISP-P@RQUE.NET y que sea de propiedad del mismo debe ser registrado incluyendo su marca, serie y responsable.
- Deben ubicarse cámaras de seguridad dentro de las inmediaciones del NOC del ISP-P@RQUE.NET.
- Cualquier tipo de información digital o física (archivos digitales o impresos) referente a la red del ISP-P@RQUE.NET, debe ser considerada confidencial y se manejará únicamente al interior de la empresa. En el caso de que sea necesario compartir información a un ente externo, dicha información a compartir debe ser aprobada, al menos por el analista de seguridades, el Coordinador de TICs y/o de ser posible el Gerente General. (Sección 3.5.3)

3.5.2.5.2 Control de Accesos

“El objetivo del presente dominio es controlar el acceso por medio de un sistema de restricciones y excepciones a la información como base de todo sistema de seguridad informática.” [36]

El control de accesos del NOC del ISP-P@RQUE.NET debe cumplir las siguientes políticas:

- El ingreso a las inmediaciones del NOC del ISP-P@RQUE.NET debe ser controlado y registrado con el uso de identificaciones proporcionadas a cada funcionario de la empresa, el ingreso de personas ajenas a la empresa está prohibido; salvo algún caso excepcional que quedará bajo el criterio del analista de seguridades. (Sección 3.5.3)

- Para el acceso inalámbrico a la red dentro de las inmediaciones del ISP-P@RQUE.NET, se debe requerir una contraseña, la cual es compartida según el criterio del analista de seguridades. (Sección 3.5.3)
- Las cámaras de seguridad serán utilizadas también para controlar y grabar el acceso del personal a las inmediaciones del ISP-P@RQUE.NET.
- Cada funcionario debe poseer en su estación de trabajo una IP estática y un usuario de red con su respectiva contraseña.
- Se debe crear una VLAN exclusiva para la administración de dispositivos, el direccionamiento interno de la red debe ser manejado únicamente por los funcionarios de la empresa.
- Se deben crear listas de control de acceso en los dispositivos de red para su administración.
- En caso de ser necesario se sugiere la configuración de protocolos que sirvan para controlar los accesos, tales como RADIUS o TACACS.

3.5.2.5.3 Seguridad en las comunicaciones

“El objetivo es asegurar la protección de la información que se comunica por redes telemáticas y la protección de la infraestructura de soporte.” [36]

Dada la importancia de la información que se transmite a través de la red, se debe cumplir los lineamientos descritos a continuación:

- Usar SSH para el ingreso y configuración remoto de los dispositivos.
- Establecer seguridades por puertos en los dispositivos que lo permitan y se considere pertinente.

Cabe recalcar que cualquier malfuncionamiento de la red, debido a algún tipo de atentado a la seguridad deberá ser tratado como un “ticket” y el procedimiento para esto se define en la gestión de fallos. (Sección 3.5.2.1)

Adicionalmente a los puntos descritos anteriormente, dentro de la gestión de seguridad, se debe innovar las políticas de seguridad; mantener un alto nivel de

exigencia para el cumplimiento de las políticas implementadas y se sugiere que en el futuro el ISP-P@RQUE.NET, realice un estudio de las vulnerabilidades de la red.

3.5.3 ESTRUCTURA JERÁRQUICA DEL NOC

A fin de que se pueda delegar responsabilidades individuales que cubran las funciones del NOC, se propone una estructura jerárquica dentro del ISP-P@RQUE.NET. Se presenta en la figura 3.19:

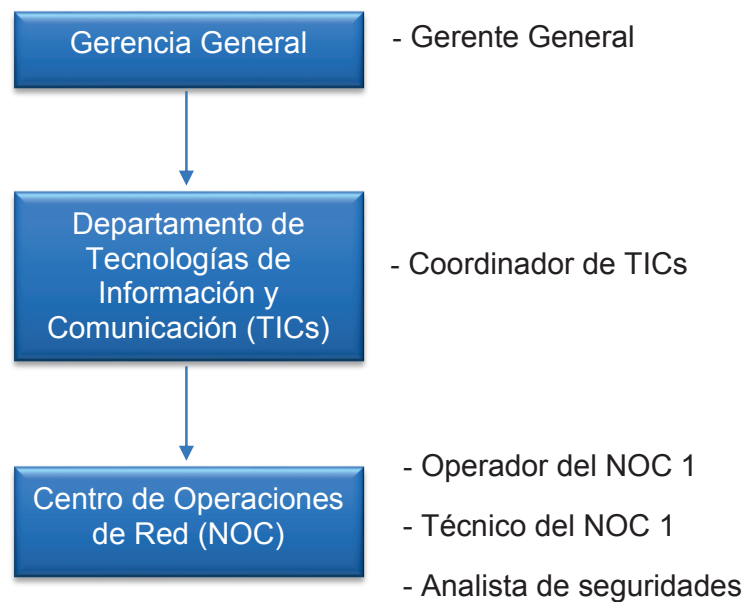


Figura 3.19 Estructura Jerárquica NOC

Se ha diseñado una estructura jerárquica con la menor cantidad de personal posible, para que sea una propuesta real que se ajuste a la economía de la empresa.

Dado que no existe una estructura jerárquica actual, se crea una estructura organizada que consiste en la creación de un Departamento de Tecnologías de Información y Comunicación (TICs) que reporte directamente a la Gerencia General y tenga bajo su supervisión el Centro de Operaciones de Red (NOC);

dentro de cada departamento se sugiere personal con responsabilidades individuales y definidas a continuación:

3.5.3.1 Gerencia General

3.5.3.1.1 Gerente General

Dentro de las muchas responsabilidades del Gerente General del ISP-P@RQUE.NET, se encuentra aquellas ligadas a las tecnologías de información y comunicación, las cuales son:

- ✓ Toma de decisiones de gran escala dentro de las TICs de la empresa.
- ✓ Máximo ente gerencial, a cargo de direcciones administrativas y de recursos humanos.
- ✓ Representante legal del ISP-P@RQUE.NET hacia el entorno exterior de la misma.
- ✓ Responsable de hacer cumplir las obligaciones individuales y departamentales de cada funcionario de la empresa.

Adicionalmente a las funciones principales anteriormente nombradas, el Gerente General posee funciones circunstanciales, que dependerán de la disponibilidad de tiempo e importancia, esta decisión queda a discreción del mismo.

- ✓ Revisión y evaluación de informes mensuales, descritos en la gestión de rendimiento. (Sección 3.5.2.4)
- ✓ Aprobación de información a compartir si fuera necesario, para la gestión de seguridad. (Sección 3.5.2.5)

3.5.3.2 Departamento de Tecnologías de Información y Comunicación (TICs)

El Departamento de Tecnologías de Información y Comunicación, está bajo el mando del Coordinador de TICs.

3.5.3.2.1 Coordinador de TICs

El Coordinador de TICs debe:

- ✓ Coordinar y administrar las actividades del NOC, buscando siempre que el personal cumpla con sus responsabilidades.
- ✓ Planificar políticas para el desarrollo, mantenimiento, fortalecimiento e implementación de la red del ISP-P@RQUE.NET y presentar dichas políticas al Gerente General para su aprobación.
- ✓ Establecer y mantener actualizadas normas y estándares para las TICs dentro del ISP-P@RQUE.NET.
- ✓ Revisión y evaluación de informes mensuales, descritos en la gestión de rendimiento. (Sección 3.5.2.4)
- ✓ Aprobación de información a compartir si fuera necesario, para la gestión de seguridad. (Sección 3.5.2.5)

3.5.3.3 Centro de Operaciones de Red (NOC)

Para establecer las funciones de cada integrante, se considera el tamaño actual de la red, si el dimensionamiento proyectado para la misma llegara a cumplirse, se deberá aumentar personal que será numerado en orden de antigüedad.

3.5.3.3.1 Operador del NOC 1

El Operador del NOC 1 debe cumplir dos funciones principales:

- ✓ Recibir la llamada proveniente del cliente, garantizando un trato que denote educación y respeto hacia el cliente.
- ✓ Seguir a cabalidad el Manual del Operador para Gestión de Fallos (Sección 3.5.2.1.1), donde se describe las acciones a tomar por el Operador del NOC 1 dentro del proceso.

3.5.3.3.2 Técnico del NOC 1

El Técnico del NOC 1, debe cumplir primordialmente una función de manera obligatoria y una función de manera circunstancial.

- ✓ Dar asistencia al Operador del NOC 1 para la solución de fallos dentro de la red y el cumplimiento del Manual del Operador para Gestión de Fallos (Sección 3.5.2.1.1).
- ✓ Cumplir circunstancialmente con cualquier disposición que sea necesaria, requerida por el Analista de Seguridades, Coordinador de TICs y Gerente General; siempre y cuando éstas no interfieran con su función primordial.

3.5.3.3.3 Analista de Seguridades

Para el Analista de Seguridades se establece la siguiente función principal:

- ✓ El Analista de Seguridades es el encargado de cumplir e implementar las políticas descritas en la gestión de seguridad. (Sección 3.5.2.5)

3.5.3.4 Contratista Externo

El contratista externo no consta dentro de la estructura jerárquica del ISP-P@RQUE.NET, debido a que es un ente externo e independiente de la empresa por lo que no se puede establecer responsabilidades específicas; se enlistan a continuación sugerencias que se deberían tomar en cuenta al momento de realizar un contrato con un contratista externo:

- ✓ Debe ser una entidad que tenga experiencia con el manejo y reparación de enlaces con fibra óptica.
- ✓ Debe ser una empresa con más de 2 años de experiencia y de funcionamiento en el mercado.
- ✓ Se debe negociar un contrato eventual con un tiempo de respuesta limitado para atender aquellos fallos dentro de la red que sean derivados hacia dicha entidad.

- ✓ Debe ser una entidad que ofrezca sus servicios 24 horas, 7 días y 365 días al año.

3.5.4 DISEÑO DE LA INFRAESTRUCTURA DEL NOC

3.5.4.1 Herramientas de Hardware del NOC

3.5.4.1.1 Servidor de monitoreo

En la tabla 3.24, se detallan las características del servidor de monitoreo; cabe recalcar que se reutiliza una PC existente recientemente adquirida por la compañía con el fin de abaratar costos.

Característica	Detalle
Procesador	Inter Core i7
Memoria RAM	16 GB
Disco Duro	4 TB
Periféricos necesarios	6 puertos USB (3.0), DVD-ROM Tarjeta de red, Pantalla de 21"

Tabla 3.24 Características del servidor de monitoreo

3.5.4.1.2 Switch

Para este propósito se ha determinado utilizar un switch de 12 puertos, ya que 5 puertos son usados necesariamente, además se requiere puntos de acceso inalámbrico (WiFi) y una impresora para el reporte de los informes. No es necesario que cuente con características avanzadas como spanning tree o VLANs ya que es la red a monitorizar es pasiva. (PON)

3.5.4.1.3 Estaciones de trabajo

En la tabla 3.25, se indican las características mínimas necesarias para las estaciones de trabajo.

Característica	Valor mínimo necesario
Procesador	Inter Core i5
Memoria RAM	4 GB
Disco Duro	500 GB
Periféricos necesarios	3 puertos USB (3.0) DVD-ROM Tarjeta de red (RJ-45 e inalámbrica) Pantalla de 14" Mouse y teclado

Tabla 3.25 Características de las estaciones de trabajo

En la figura 3.20 se muestra el diagrama total de la red, incluidos NOC, red de acceso y red de transporte, diseñados en este proyecto.

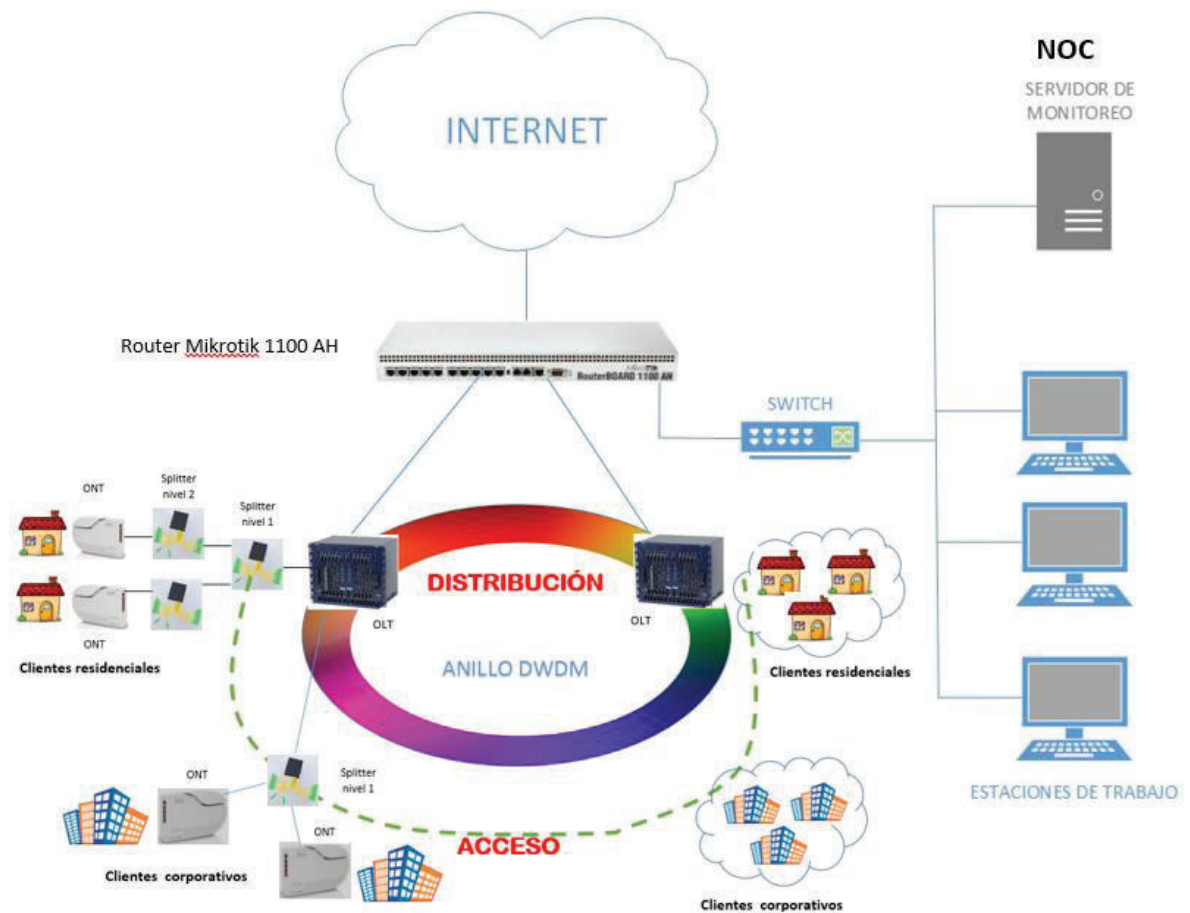


Figura 3.20 Diagrama total de la red diseñada

3.5.4.2 Herramientas de software

3.5.4.2.1 Software de ticketing

Debido a la petición detallada en el Anexo A se realizó una búsqueda en la web para la aplicación de ticketing, aunque se encontraron algunas opciones, se selecciona a osTicket Support Ticket System - “cloud-hosted” ya que es una solución completa, que posee las siguientes ventajas:

- ❖ Instalación y configuración asistida por una profesional.
- ❖ Soporte técnico vía correo electrónico y teléfono.
- ❖ Una sesión explicativa indicando brevemente cómo utilizar el software.
- ❖ El servidor Web y la base de datos están incluidos.
- ❖ La seguridad y los respaldos de la información son garantizados.
- ❖ Esta solución tiene costos que van desde los \$9 hasta los \$16 dólares mensuales y varía según ciertas variables presentadas en la figura 3.21.

Plans That Grow With You

	BASIC	STANDARD	PREMIUM
Cost Per Agent Per Month	\$9	\$12	\$16
Attachment Size Limits	2Mb	8Mb	16Mb
Email Addresses	unlimited	unlimited	unlimited
Number of Tickets	unlimited	unlimited	unlimited
Email Support	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Phone Support	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Custom Domains & Branding	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
SSL Encryption (HTTPS Support)	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Forced HTTPS Support	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Custom SSL Certificates	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
DKIM Email Signing	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
	Get Started Now	Get Started Now	Get Started Now

Start your 30 day free trial →

Figura 3.21 Costos de planes

3.5.4.2.2 Solución de diagramación y configuración de cada equipo.

Para llevar un registro ordenado de los diagramas de red se debe utilizar el programa Visio (incluido en el paquete de Microsoft Office). El archivo de diagrama de red debe ser accesible mediante en una carpeta compartida en el servidor de ISP-P@RQUE.NET que es creada con el nombre

DIAGRAMACION_RED. Como se explica a continuación, solo el Gerente General y el Coordinador de TICs contarán con acceso a estos recursos compartidos con los usuarios indicados en la tabla 3.26 a continuación:

Puesto	Usuario	Clave
Gerente General	Mhidalgo	Xxxxxxxxxx
Coordinador de TIC's	Coordtics	Xxxxxxxxxx

Tabla 3.26 Usuarios con acceso a recursos compartidos

En este archivo debe estar descrito a detalle con los siguientes ítems:

- ✓ Nombre de los dispositivos de la red (hostname).
- ✓ Marca y modelo de los dispositivos de red.
- ✓ Dirección IP de gestión (y de cada interfaz de ser el caso).
- ✓ Puertos de conexión.
- ✓ VLAN(s) que pasa(n) por el enlace.
- ✓ Nombre del suscriptor.
- ✓ Plan contratado.
- ✓ Cable de fibra óptica a la que se conecta (calles donde se ubica), número de splitter (primer y segundo orden) y número de hilo de fibra óptica.

Los diagramas iniciales son elaborados por el Coordinador de TICs, supervisados y posteriormente aprobados por el Gerente General. El Coordinador también se encarga de dar la breve inducción a sus subordinados de la red inicial y de cómo se lleva el proceso para acceder a esta documentación.

A. Acceso de lectura

El Gerente General y el Coordinador de TICs son quienes gocen de acceso directo a esta documentación mediante claves previamente asignadas. Si el Operador de NOC 1, el Analista de Seguridad o el Técnico de NOC necesitan acceder a estos documentos tiene que solicitar acceso al Coordinador de TICs, quien luego de ingresar y descargar el archivo lo enviará vía correo electrónico al solicitante.

B. Acceso de lectura/escritura

De igual manera, quienes tienen permisos para modificar los documentos de diagramación de red serán el Gerente General y el Coordinador de TICs. El resto del personal subordinado tiene que reportar cambios realizados a la red en caso de que sean acciones de contingencia ejecutadas sin planificación previa del Coordinador de TICs. Luego de que se realice cambios a la diagramación de la red, es responsabilidad de quien efectúe estos cambios notificar al personal de la empresa de los cambios realizados vía correo electrónico (con Asunto: Cambios de Diagramación año/mes/día) además de añadir una nota o comentario en el archivo de Visio para llevar cuenta de las modificaciones realizadas a la red para un análisis posterior de estabilidad y rendimiento de la red.

3.5.4.2.3 Software de monitoreo. [38] [39]

En función de lo descrito en el Anexo A se selecciona a *Paessler PRTG Network Monitor* como el software de monitoreo, el cual posee las siguientes características:

- ✓ El software es instalable sobre cualquier distribución de Windows 7; debido a lo solicitado en el oficio de requerimiento. (Anexo A)
- ✓ Brinda soporte en línea en español o en inglés.
- ✓ El software ofrece entrenamiento on-line sobre la utilización del mismo.
- ✓ Ofrece una versión instalable sobre un dispositivo móvil.

Su software principal realiza monitorización de redes, sobre el cual se pueden añadir “herramientas” como un Generador de NetFlow, una herramienta para la facturación, un importador de MIBs, entre otros. (Figura 3.22)

Esta página no está disponible en Español. Rogamos su comprensión.

Home > Productos > Free Networking Tools

Networking Freeware from Paessler

On this web page we provide free network monitoring tools from our labs. The set of free network tools includes "top sellers" as PRTG Network Monitor, as well as small but useful helpers for your daily work. We also use these network monitoring tools to manage our own network and to diagnose and test our software products. All these programs are provided for free. Please understand that we can not provide one-to-one technical support for these products. Please ask questions in our [knowledge base](#).

Tobias, QA Engineer at Paessler AG.

PRTG Network Monitor: Our Flagship Product

Do you want to monitor a network of 10, 100 or 1000 nodes? Looking for a reliable and professional network monitoring software that is easy to set up? You have come to the right place!

With the Freeware of PRTG you can start with reliable monitoring for your network in less than 5 minutes.

We have embedded 15 years of monitoring experience into our software so you don't have to worry about the technical details.

Figura 3.22 Herramientas opcionales PRTG

Para su instalación se requiere como mínimo lo siguiente:

- Un computador o servidor con una RAM mínima de 2048 MB.
- Microsoft Windows 7 (32 bits ó 64 bits).
- Navegador de red Google Chrome, Firefox o Internet Explorer.

El monitoreo se basa en pruebas de conectividad (usando los protocolos ICMP o SNMP) que se configuran en el servidor y que corresponden a cada equipo que será monitoreado; se puede realizar informes mensuales con gráficas sobre los sensores previamente configurados, posee soporte en línea con posibilidad de obtener certificaciones propias de la empresa, lo podemos encontrar en varios idiomas entre ellos inglés y español, instalación y configuración rápida y es fácil de usar. Además, PRTG ofrece una aplicación para dispositivos móviles disponible para Android, IOS, Windows Phone y BlackBerry.

3.6 ESTUDIO Y COSTOS REFERENCIALES DE LA RED

En cuanto a los costos referenciales, se ha hecho una descripción en las que se cita principalmente páginas web como fuente de consulta de los costos de los equipos (tanto activos como pasivos), necesarios para la posible implementación de este Proyecto.

Además se determinó en los organismos pertinentes, los permisos que son necesarios para la implementación del Proyecto, que están enfocados principalmente al tendido aéreo de fibra óptica en los postes pertenecientes a la Empresa Eléctrica de Ambato.

3.6.1 ESTUDIO DE LA RED

3.6.1.1 Procedimientos legales para el trazado de fibra óptica

Puesto que ISP-P@RQUE.NET ya cuenta con el permiso de prestación de servicios de telecomunicaciones de valor agregado, el primer paso para implementar el trazado de fibra óptica, es la aprobación de los planos de tendido aéreo de fibra óptica en la Agencia de Regulación y Control de Telecomunicaciones (ARCOTEL), organismo que a partir de inicios del año 2015 absorbió las competencias pertenecientes al Consejo Nacional de Telecomunicaciones (CONATEL), Secretaría Nacional de Telecomunicaciones (SENATEL) y Superintendencia de Telecomunicaciones (SUPERTEL).

Con la aprobación de la ARCOTEL, el siguiente paso es solicitar el permiso de instalación de fibra óptica a la Empresa Eléctrica Ambato S.A. (EEASA). Esto se inicia con un oficio dirigido al Ing. Jaime Astudillo (Presidente Ejecutivo de EEASA), requiriendo el alquiler de postera de EEASA para instalación de fibra óptica. Luego de esto se realiza una inspección por parte del personal de EEASA para verificar el estado y disponibilidad de la postera a utilizarse en la instalación; una vez pasada la inspección se procede a la firma del contrato de arrendamiento de postera entre EEASA e ISP-P@RQUE.NET, el cual se renueva de manera anual con la respectiva revisión de costos e inspección de cumplimiento de

normativas. Actualmente, el costo referencial por uso de cada poste es de \$6.80. [40]

Por parte del Gobierno Autónomo Descentralizado del Municipio de Ambato (GADMA), es necesario solicitar un permiso para la implementación del trazado de fibra óptica, es decir cuando se inicie el tendido de fibra óptica en la postería (esto debido a que es necesario colocar conos en las vías aledañas para prevenir accidentes). Este trámite consiste en enviar un oficio al Ing. Washington Escobar (Director de Tránsito y Transporte) con copia al Ing. Edward Gaibor (Director de Agencia de Orden y Control Ciudadano), solicitando el permiso de instalación de fibra óptica y uso del espacio público para este fin. [41]

3.6.2 COSTOS REFERENCIALES

3.6.2.1 Costos de elementos activos y pasivos.

De acuerdo a lo planteado en el diseño, en distintos sitios web de ventas de equipos tecnológicos, además de anteriores proyectos de titulación relacionados, se tiene los siguientes costos referenciales mostrados en la tabla 3.27:

OLT	
Cisco ME4620-OLT	\$25872.97 [42]
Alcatel Lucent 7342 ISAM FX	\$44000.00 [8]
Huawei SmartAX MA5600T	\$3210.00 [43]
ONT	
Cisco ME4624-ONT-RGW	\$800.00 [34]
Alcatel Lucent I-221E-A Indoor	\$ 290.40 [8]
Huawei HG245 GPON Terminal	\$83.00 [44]

Splitter óptico (residencial)	
Corning Plus 1x8 PLC Splitter	\$13.00 [8]
Furukawa 35500099 splitter PLC 1x8	\$87.34 [8]
Splitter óptico (corporativo)	
Corning Plus 1x2 PLC Splitter	\$23.00 [8]
Furukawa 35500188 Splitter PLC 1x2	\$201.00 [8]
Transcievers ópticos para DWDM	
1.25Gbps 100GHz DWDM SFP 100km Single-Mode Optical Transceiver	\$246.00 [45]
Mux/Demux para DWDM	
8 channels, 1RU Rack Mount, Duplex, DWDM Mux & Demux	\$588.00 [46]
Switch de 16 puertos (NOC)	
Switch Gigabit Tp-link Tl - sg1016de/16 Puertos	\$70,76 [57]
Estaciones de trabajo (Operadores de NOC)	
Laptop Dell Touch Screen Core I3, 4gb, 750gb	\$658,99 [56]

Tabla 3.27 Costos referenciales de elementos activos y pasivos.

3.6.2.2 Selección del proveedor de servicios de Internet

Para la selección del proveedor de servicios de Internet, se parte de la lista de socios de AEPROVI (Asociación de Empresas Proveedoras de Internet, Valor Agregado, Portadores y Tecnologías de la Información), existen 29 socios pero aquellos que poseen una oferta para proveedores de internet a menor escala se presentan en la tabla 3.28:

Corporación Nacional de Telecomunicaciones CNT E.P.		www.cnt.gob.ec
Level 3 Ecuador LVL T S.A.		www.level3.com
Telconet S.A.		www.telconet.net

Tabla 3.288 Oferta para proveedores de Internet [47]

En la tabla 3.29 se presentan algunas características de los proveedores de internet, estos datos fueron tomados de los sitios web de cada uno [48] [49] [50].

CARACTERÍSTICAS	PROVEEDOR DE INTERNET		
	CNT-EP	Level 3	Telconet
Capacidad de Salida	Hasta 80 Gbps	Hasta 100 Gbps	Hasta 10 Gbps
Direccionamiento IP	Gratuito	Gratuito	Gratuito
Tiempo de Instalación	6 días laborables	7 días laborables	6 días laborables
Disponibilidad	Desde 99.6%	Desde 99.6%	Desde 99.6%
Soporte Técnico	24 horas - 7 días	24 horas - 7 días	24 horas - 7 días
Soluciones personalizadas	NO (Planes fijos)	SI (Soluciones flexibles)	NO (Planes fijos)

Tabla 3.29 Características – Proveedores de Internet

En función de lo descrito en la tabla 3.29 y aunque las características son similares, se sugiere como proveedor de Internet a Level 3, debido a que tiene una mayor capacidad de salida y tiene mayor flexibilidad en la solución.

CAPÍTULO 4

4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1. CONCLUSIONES

Después del desarrollo de este proyecto de titulación se puede concluir lo siguiente:

- El Internet es una herramienta para generar y recoger información sobre cualquier índole; debe ser una herramienta asequible para todos y su buen uso fomenta la búsqueda de información para el crecimiento profesional y personal de cada individuo.
- El objetivo del proyecto, esto es, el diseño y factibilidad de la nueva red de datos del ISP-P@RQUE.NET con la inclusión de un NOC (network operations center) para el monitoreo y control de su intranet, se cumplió en su totalidad.
- El estado de la red actual del ISP-P@RQUE.NET no cumple con ningún tipo de standard o norma dentro de su funcionamiento; el diseño de la red y su implementación actual, en su momento, carecieron del criterio de un profesional. Debido a esto, la red no posee un buen rendimiento y su gestión es casi inexistente.
- El diseño de la red se dividió en dos capas; la red de transporte fue diseñada utilizando tecnología DWDM mientras que para la red de acceso se utilizó tecnologías FTTx.
- Según la encuesta realizada, la parroquia Izamba se encuentra en constante crecimiento demográfico y la oferta actual de servicios de internet es muy pequeña lo que las necesidades de un proveedor de internet que satisfaga esta demanda dentro de dicha zona es creciente.

- El sector corporativo dentro de la parroquia de Izamba tiene un crecimiento sostenido de acuerdo a las encuestas realizadas y a las cifras indicadas en el presente proyecto. Las pequeñas y medianas empresas han tenido una presencia importante en la parroquia y cada una de ellas considera necesario el servicio de internet para su correcto funcionamiento, en especial los pequeños locales de alquiler de internet y negocios de venta de productos agrícolas y ganaderos, el mercado principal en el sector.
- Debido al área de cobertura y al crecimiento poblacional proyectado, durante el diseño se volvió indispensable la presencia de un segundo OLT para cubrir la parte central de la parroquia, donde se concentra la mayoría de la población objetivo del servicio. Esto también abre la posibilidad de cubrir zonas más alejadas donde ningún proveedor tiene cobertura, por ejemplo: Quillán Loma, Puerto Arturo, Cunchibamba en futuras implementaciones, además de optimizar las instalaciones disponibles para aprovechamiento de la empresa.
- La red de transporte es una porción de la red con alta velocidad de transmisión, para soportar el tráfico de todos los usuarios de la red de datos de ISP-P@RQUE.NET. Es por esto que las bondades que DWDM son adecuadas para estos enlaces de alta capacidad y con altas tasas de transmisión y se pueden añadir canales adicionales a los enlaces para aumentar estas características.
- El diseño del NOC fue de acuerdo al modelo FCAPS, cumpliendo con cada bloque funcional, describiendo procesos, soluciones y software para cada uno además se asignó responsabilidades y una estructura jerárquica a ser establecida dentro del NOC.
- De acuerdo a lo descrito durante todo este proyecto se puede establecer que el diseño cumple con los criterios técnicos requeridos, una vez realizados los procedimientos legales y con la financiación adecuada, el

diseño podría ser implementado a futura por el Gerente General del ISP-P@RQUE.NET.

4.2. RECOMENDACIONES

- Se recomienda la implementación del diseño de la nueva red para el ISP-P@RQUE.NET planteado en este proyecto, ya que la red actual no posee un rendimiento adecuado así como también la inclusión del NOC en la red dado que la gestión actual de la red es casi inexistente.
- En caso de que la implementación sea realizada se recomienda fuertemente contratar personal y profesionales especializados en el área; el manejo de los equipos y su configuración son acciones clave para que el rendimiento posterior de la red sea óptimo, además esto asegura que cada equipo utilizado dentro de la red cumpla con su período de vida útil.
- A pesar de que se establece procedimientos para la gestión de seguridad en el NOC se recomienda evaluar permanentemente dicha gestión y si fuere el caso aumentar la seguridad física de las inmediaciones, con puertas y cerraduras reforzadas y/o guardias de seguridad.
- El personal que se estableció en este proyecto fue de acorde a la proyección realizada, sin embargo se recomienda evaluar constantemente las funciones de cada empleado y si existe una sobrecarga de trabajo se sugiere contratar más personal capacitado para cubrir todas las obligaciones requeridas.
- Es recomendable que el centro de operaciones de red – NOC del ISP-P@RQUE.NET mantenga siempre limpias y ordenadas sus inmediaciones; esto debido a que dentro de las instalaciones actuales existe gran cantidad de polvo y desorden que afectan a los empleados y dificulta la gestión de red.

- Debido a cualquier problema que pueda ocurrir dentro de la red, se recomienda siempre tener disponible y de forma organizada, un respaldo de toda la documentación técnica concerniente al diseño e implementación de la red y el NOC.

BIBLIOGRAFÍA

- [1] J. M. Huidrobo y D. Roldán, *Redes y Servicios de banda ancha: Tecnología y Aplicaciones*, Madrid: McGraw-Hill, 2006.
- [2] H. Zanger y C. Zanger, *Fiber Optics: Communications and other Applications*, Toronto: Macmillan Publishing Company, 2004.
- [3] [En línea]. Available: <http://slideplayer.es/slide/149290/> . [Último acceso: 10 Diciembre 2014].
- [4] [En línea]. Available: <http://www.fibraoptica hoy.com/cableado-de-fibra-optica-para-comunicaciones-de-datos-1%C2%AA-parte/> . [Último acceso: 10 Diciembre 2014].
- [5] [En línea]. Available: <http://pablotheone.wordpress.com/2012/11/05/medios-de-transmision-guiados/>. [Último acceso: 10 Diciembre 2014].
- [6] R. Hernando, Julio 2002. [En línea]. Available: <http://www2.rhernando.net/modules/tutorials/doc/redes/Gredes.html>. [Último acceso: Diciembre 2014].
- [7] J. R. Zamora, «JOSÉ R. ZAMORA V. Disertaciones y monográficos,» [En línea]. Available: <http://jzamora.com/2011/06/caracteristicas-de-las-fibras-opticas/>.
- [8] G. Cevallos y C. Fausto, *Diseño y simulación de una red de acceso para brindar servicios TRIPLE PLAY con tecnología FTTX en el centro de la ciudad de Ambato*, Quito: Escuela Politécnica Nacional, 2014.
- [9] [En línea]. Available: <http://www.flukenetworks.com/knowledge-base?nid=138797&tid=283>. [Último acceso: 10 Diciembre 2014].
- [10] [En línea]. Available: <http://manueljosehidalgo.wordpress.com/2012/11/11/webquest-redessin-acabar/>. [Último acceso: 11 Diciembre 2014].
- [11] [En línea]. Available: <http://www.slideshare.net/igravilan/20130808-introduccion-pon>. [Último acceso: 11 Diciembre 2014].
- [12] [En línea]. Available: <http://telecomunicaciones-peru.blogspot.com/2014/08/las-redes-de-acceso-optico-fft.html>. [Último acceso: 11 Diciembre 2014].
- [13] F. C. Europe, «FTTH Council Europe,» 18 Febrero 2014. [En línea]. Available: http://www.ftthcouncil.eu/documents/Publications/FTTH-Handbook_2014-V6.0.pdf. [Último acceso: 11 Diciembre 2014].
- [14] [En línea]. Available: <http://www.newport.com/Fiber-Optic-Basics/978863/1033/content.aspx>. [Último acceso: 11 Diciembre 2014].

- [15] F. Garzón, Propuesta de un manual de procedimiento para el mantenimiento y detección de fallas para una red metropolitana que utiliza la tecnología DWDM, Quito: Escuela Politécnica Nacional, 2013.
- [16] [En línea]. Available: <http://www.slideshare.net/wigunaprasetyo/wdm-12598803>. [Último acceso: 11 Diciembre 2014].
- [17] P. Reena, «International Journal of Scientific and Techonlogy Research,» Diciembre 2012. [En línea]. Available: <http://www.ijstr.org/final-print/dec2012/An-Overview-Of-Dwdm-Technology-&-Network.pdf>. [Último acceso: 11 Diciembre 2014].
- [18] D. Bastidas y S. Ushiña, Estudio para la implementación de un Centro NOC (Network Operations Center) en la intranet de Petroproducción y realización de un proyecto piloto para la Matriz Quito, Quito: Escuela Politécnica Nacional, 2010.
- [19] A. Clemm, Network Management Fundamentals, Indianapolis: CiscoPress, 2007.
- [20] X. Calderón, Administración de Redes: Diapositivas, Quito, 2014.
- [21] IETF, «IETF Tools,» Febrero 1992. [En línea]. Available: <https://tools.ietf.org/html/rfc1302>. [Último acceso: 12 Diciembre 2014].
- [22] [En línea]. Available: <http://www.arcesio.net/osinm/osinminformacion.html>. [Último acceso: 12 Diciembre 2014].
- [23] I. N. d. E. y. Censo-INEC, «www.ecuadorencifras.gob.ec,» 2010. [En línea]. Available: <http://www.ecuadorencifras.gob.ec/informacion-censal-cantonal/>. [Último acceso: Enero 2015].
- [24] A. Paz y T. Mariela, «Universidad Rafel Landívar,» Enero 2013. [En línea]. Available: http://www.tec.url.edu.gt/boletin/URL_02_BAS02.pdf. [Último acceso: Enero 2015].
- [25] M. d. b. INEC, «INEC,» 2015. [En línea]. Available: <http://www.ecuadorencifras.gob.ec/informacion-censal-por-provincias/>. [Último acceso: Enero 2015].
- [26] K. Cevallos y F. Coronel, Diseño y simulación de una red de acceso para brindar servicios triple play con tecnología FTTX en el centro de la ciudad de Ambato, Quito: Escuela Politécnica Nacional, 2014.
- [27] T. R. Inteligentes, «<http://www.telnet-ri.es/>,» 2013. [En línea]. Available: <http://www.telnet-ri.es/soluciones/acceso-gpon-y-redes-ftth/la-solucion-gpon-doctor-a-la-interoperabilidad-gpon/>. [Último acceso: Febrero 2015].
- [28] c3comunicaciones.es, «<http://www.c3comunicaciones.es/>,» 23 Enero 2012. [En línea]. Available: <http://www.c3comunicaciones.es/cables-para-tendido-aereo/>. [Último acceso: 12 Febrero 2015].

- [29] A. Group, «Alibaba.com,» [En línea]. Available: http://www.alibaba.com/product-detail/FTTH-GPON-GEPON-OLT-System_123846626.html. [Último acceso: 19 Marzo 2015].
- [30] H. T. C. Ltd., «Huawei Technologies,» [En línea]. Available: <http://enterprise.huawei.com/fr/products/network/access-network/pon-one/hw-199789.htm>. [Último acceso: 19 Marzo 2015].
- [31] A. O. C. Ltd., «Ascent Optics,» [En línea]. Available: <http://spanish.sfpopticaltransceiver.com/sale-1828169-1-25g-cw-dm-160km-single-mode-sfp-optical-transceiver-fiber-sonet-sdh.html>. [Último acceso: 19 Marzo 2015].
- [32] D. I. Co., «Direct Industry,» [En línea]. Available: <http://www.directindustry.es/prod/jdsu/multiplexores-opticos-21029-1261351.html>. [Último acceso: 19 Marzo 2015].
- [33] C. Prices, «Cisco Prices,» [En línea]. Available: <http://ciscoprize.com/gpl/ME4624-ONT-RGW>. [Último acceso: 02 Abril 2015].
- [34] C. Prices, «Cisco Prices,» [En línea]. [Último acceso: 2 Abril 2015].
- [35] M. Hidalgo, Interviewee, *Entrevista Gerente General*. [Entrevista]. 02 2015.
- [36] iso27000.es, «El portal de ISO 27002 en Español,» 2005. [En línea]. Available: <http://iso27000.es/iso27002.html#gallery>. [Último acceso: 21 03 2015].
- [37] Enhancesoft, «<http://osticket.com/>,» osTicket.com, 2014. [En línea]. Available: <http://osticket.com/>. [Último acceso: 07 04 2015].
- [38] P. AG, «<http://www.es.paessler.com/>,» Paessler AG, 1998. [En línea]. Available: <http://www.es.paessler.com/>. [Último acceso: 07 04 2015].
- [39] S. Works, «<http://www.spiceworks.com/>,» Spiceworks Inc., 2006. [En línea]. Available: <http://www.spiceworks.com/>. [Último acceso: 07 04 2015].
- [40] I. F. Melo, Interviewee, *Entrevista a Jefe de Departamento de Reparaciones y Alumbrado Público de EEASA*. [Entrevista]. 24 Abril 2015.
- [41] W. Escobar, Interviewee, *Entrevista a Director de Tránsito y Transporte de GADMA*. [Entrevista]. 24 Abril 2015.
- [42] P. Microstore, «PC Microstore,» [En línea]. Available: <http://pcmicrostore.com/CISCO-ME4600-AGORA-NG-ME4620-OLT-NETWORK-ELEMENT-LICS/cat-p/c/p7262356.html>. [Último acceso: 15 Abril 2015].
- [43] HUANETWORK, «HUANETWORK S.A.,» [En línea]. Available: http://www.huanetwork.com/huawei-ma5600t-price_p3783.html. [Último acceso: 2 Abril

2015].

- [44] HUANETWORK, «HUANETWORK,» [En línea]. Available: http://www.huanetwork.com/huawei-hg8245-gpon-terminal-price_p3630.html. [Último acceso: 02 Abril 2015].
- [45] F. S.A., «FIBERSTORE,» [En línea]. Available: <http://www.fiberstore.com/1.25gbps-100ghz-dwdm-sfp-100km-single-mode-optical-transceiver-p-14858.html>. [Último acceso: 12 Abril 2015].
- [46] F. S.A., «FIBERSTORE,» [En línea]. Available: <http://www.fiberstore.com/8-channels-1ru-rack-mount-duplex-dwdm-mux-demux-p-11585.html>. [Último acceso: 10 Abril 2015].
- [47] AEPROVI, «<http://www.aeprovi.org.ec/>,» 2007. [En línea]. Available: http://www.aeprovi.org.ec/index.php?option=com_content&task=view&id=30&Itemid=26. [Último acceso: 20 04 2015].
- [48] C. N. d. T. EP, «www.cnt.gob.ec,» Corporación Nacional de Telecomunicaciones EP, 2014. [En línea]. Available: <https://www.cnt.gob.ec/internet/planes-corporativos/>. [Último acceso: 20 04 2015].
- [49] L. 3. Communications, «<http://www.level3.com/es/>,» LEVEL 3 Communications, 2014. [En línea]. Available: <http://www.level3.com/es/products/managed-dedicated-fiber/>. [Último acceso: 20 04 2015].
- [50] T. S.A, «<http://www.telconet.net/>,» Telconet S:A, 2013. [En línea]. Available: <http://www.telconet.net/servicios/backbone>. [Último acceso: 20 04 2015].
- [51] H. Dávalos, «<http://issuu.com/hdavalos/docs>,» 2012. [En línea]. Available: http://issuu.com/hdavalos/docs/datos_tungurahua. [Último acceso: Enero 2015].
- [52] S. Amendaño, «<http://dspace.ups.edu.ec/>,» Universidad Politécnica Salesiana, 2007. [En línea]. Available: <http://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/180/5/Capitulo%204.pdf>. [Último acceso: 12 Febrero 2015].
- [53] M. Encalada, «www.dspace.espol.edu.ec,» Escuela Politécnica del Litoral, 2009. [En línea]. Available: <https://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/1416/8/2759.pdf>. [Último acceso: 12 Febrero 2015].
- [54] F. S.A., «FIBERSTORE,» [En línea]. Available: <http://www.fiberstore.com/8-channels-1ru-rack-mount-duplex-dwdm-mux-demux-p-11585.html>. [Último acceso: 2015 Abril 28].
- [55] F. S.A., «FIBERSTORE,» [En línea]. Available: <http://www.fiberstore.com/1.25gbps-100ghz-dwdm-sfp-100km-single-mode-optical-transceiver-p-14858.html>. [Último acceso: 27 Abril 2015].

- [56] M. L. Ecuador, «Switch NOC,» [En línea]. Available:
http://articulo.mercadolibre.com.ec/MEC-407598615-nuevo-switch-gigabit-tp-link-tl-sg1016de16-puertos-inc-iva-_JM. [Último acceso: 23 Septiembre 2015].
- [57] M. Libre, «Mercado Libre Ecuador,» [En línea]. Available:
http://articulo.mercadolibre.com.ec/MEC-407562698-laptop-dell-touch-screen-core-i3-4gb-750gb-bluetooth-_JM. [Último acceso: 2015 Septiembre 23].

ANEXO A

ANEXO B

DISPONIBILIDAD USUARIOS - INTERNET

DISPONIBILIDAD USUARIO 1 REDONDEL

La figura 2.45 indica la medición de este parámetro durante un día completo, en las que se puede apreciar que existe muy poca pérdida de paquetes y que durante pequeños períodos de tiempo se perdió la conexión (20 segundos). En cambio, en la medición semanal (figura 2.46) se observa que la conexión falló por poco más de siete horas (poco menos del 5% del tiempo total). En la medición mensual (figura 2.47) se aprecia que la conexión falló por más de 23 horas.

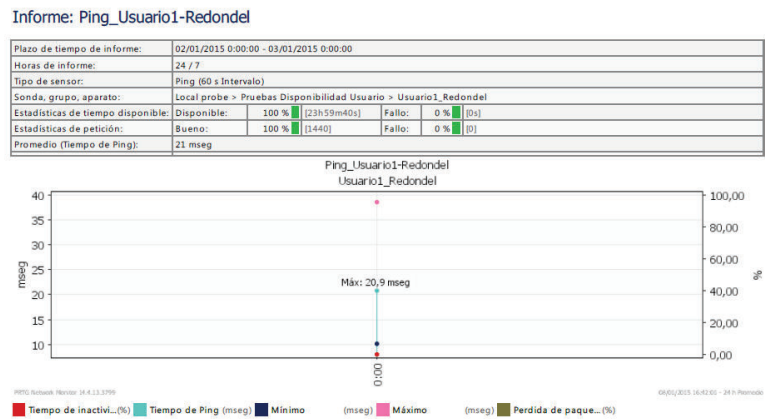


Figura 1. Resultados de medición de disponibilidad de Usuario1_Redondel (Período diario)

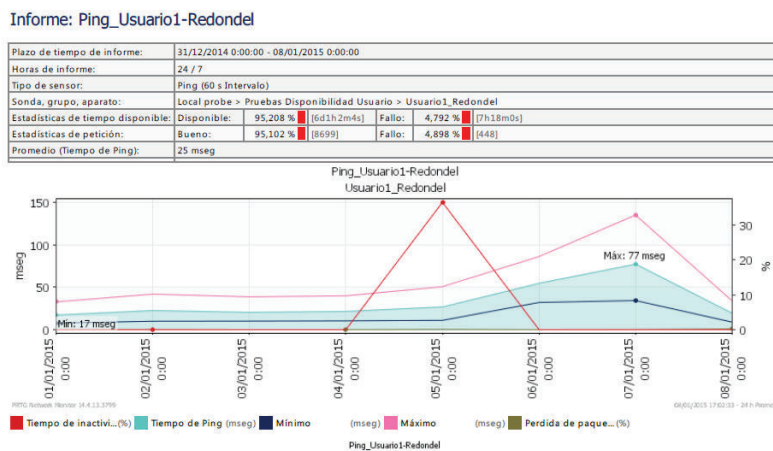


Figura 2. Resultados de medición de disponibilidad de Usuario1_Redondel (Período semanal)

Informe: Ping_Usuario1-Redondel

Plazo de tiempo de informe:	31/12/2014 0:00:00 - 31/01/2015 0:00:00					
Horas de informe:	24 / 7					
Tipo de sensor:	Ping (60 s Intervalo)					
Sonda, grupo, aparato:	Local probe > Pruebas Disponibilidad Usuario > Usuario1_Redondel					
Estadísticas de tiempo disponible:	Disponible:	96,307 %	[25:4h:32m7s]	Fallo:	3,693 %	[23h:11m0s]
Estadísticas de petición:	Buena:	96,266 %	[96269]	Fallo:	3,734 %	[1407]
Promedio (Tiempo de Ping):	16 mseg					

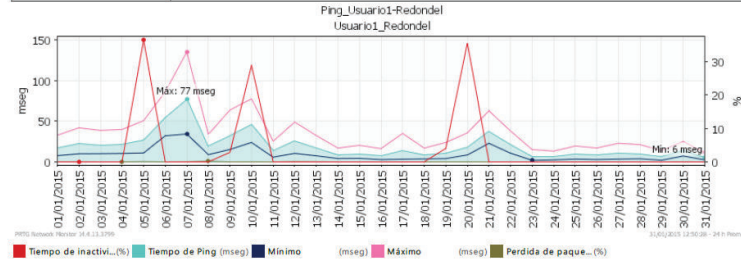


Figura 3. Resultados de medición de disponibilidad de Usuario1_Redondel (Período mensual)

DISPONIBILIDAD USUARIO 2 REDONDEL

La figura 2.48 indica la medición de este parámetro durante un día completo, en las que se expone que hay pérdidas poco significativas de paquetes y que durante pequeños períodos de tiempo se perdió la conexión (55 segundos en total). Por otro lado, en la medición semanal (figura 2.49) se observa que la conexión falló por poco más de siete minutos del tiempo total. En la medición mensual (figura 2.50) se observa que la conexión se perdió por un tiempo de 9 minutos.

Informe: Ping_Usuario2-Redondel

Plazo de tiempo de informe:	02/01/2015 0:00:00 - 03/01/2015 0:00:00					
Horas de informe:	24 / 7					
Tipo de sensor:	Ping (60 s Intervalo)					
Sonda, grupo, aparato:	Local probe > Pruebas Disponibilidad Usuario > Usuario2-Redondel					
Estadísticas de tiempo disponible:	Disponible:	100 %	[23h:59m5s]	Fallo:	0 %	[0s]
Estadísticas de petición:	Buena:	99,861 %	[1440]	Fallo:	0,139 %	[2]
Promedio (Tiempo de Ping):	52 mseg					

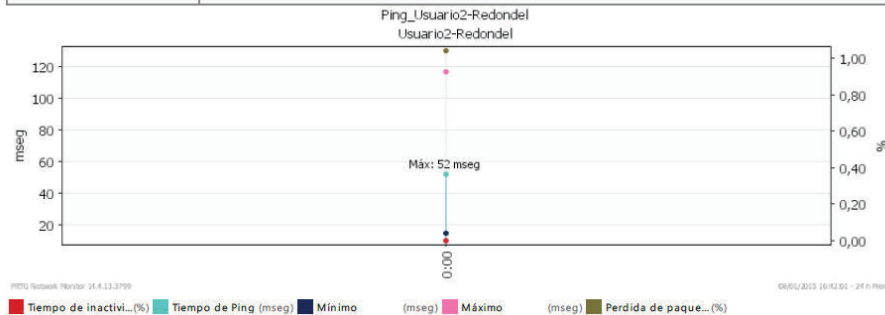


Figura 4. Resultados de medición de disponibilidad de Usuario1_Redondel (Período diario)

Informe: Ping_Usuario2-Redondel

Plazo de tiempo de informe:	31/12/2014 0:00:00 - 08/01/2015 0:00:00		
Horas de informe:	24 / 7		
Tipo de sensor:	Ping (60 s Intervalo)		
Sonda, grupo, aparato:	Local probe > Pruebas Disponibilidad Usuario > Usuario2-Redondel		
Estadísticas de tiempo disponible:	Disponible:	99,902 % [6d8h10m13s]	Fallo: 0,098 % [9m0s]
Estadísticas de petición:	Buena:	99,738 % [9129]	Fallo: 0,262 % [24]
Promedio (Tiempo de Ping):	52 mseg		

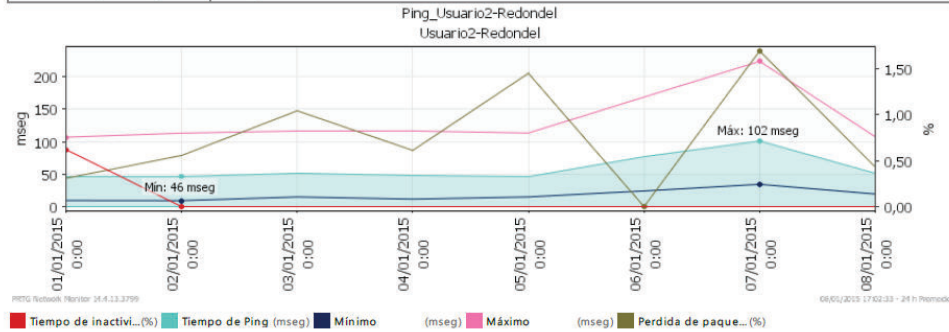


Figura 5. Resultados de medición de disponibilidad de Usuario1_Redondel (Período semanal)

Informe: Ping_Usuario2-Redondel

Plazo de tiempo de informe:	31/12/2014 0:00:00 - 31/01/2015 0:00:00		
Horas de informe:	24 / 7		
Tipo de sensor:	Ping (60 s Intervalo)		
Sonda, grupo, aparato:	Local probe > Pruebas Disponibilidad Usuario > Usuario2-Redondel		
Estadísticas de tiempo disponible:	Disponible:	99,976 % [26d3h33m11s]	Fallo: 0,024 % [9m0s]
Estadísticas de petición:	Buena:	99,912 % [37656]	Fallo: 0,088 % [33]
Promedio (Tiempo de Ping):	44 mseg		

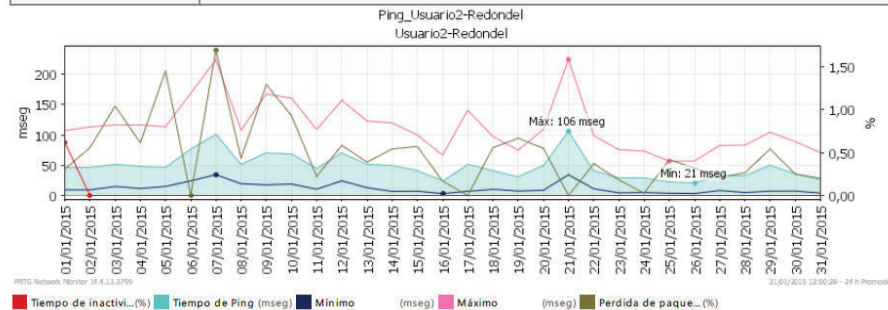


Figura 6. Resultados de medición de disponibilidad de Usuario1_Redondel (Período mensual)

DISPONIBILIDAD USUARIO 3 TECHO

La figura 2.42 indica la medición de este parámetro durante 24 horas, en las que se observa que no existen pérdidas de paquetes y que durante pequeños períodos de tiempo se perdió la conexión (en total 38 segundos). Por otro lado, en la medición semanal (figura 2.43) se observa que la conexión falló por poco más de un día y dos horas (17% del tiempo total). En la medición mensual (figura 2.44)

se observa que se perdió la conexión por un tiempo excesivo (mayor a un día completo).

Informe: Ping_Usuario3_Techo

Plazo de tiempo de informe:	02/01/2015 0:00:00 - 03/01/2015 0:00:00		
Horas de informe:	24 / 7		
Tipo de sensor:	Ping (60 s Intervalo)		
Sonda, grupo, aparato:	Local probe > Pruebas Disponibilidad Usuario > Usuario1_Techo		
Estadísticas de tiempo disponible:	Disponible:	100 % [23h59m22s]	Fallo: 0 % [0s]
Estadísticas de petición:	Bueno:	100 % [1440]	Fallo: 0 % [0]
Promedio (Tiempo de Ping):	19 mseg		

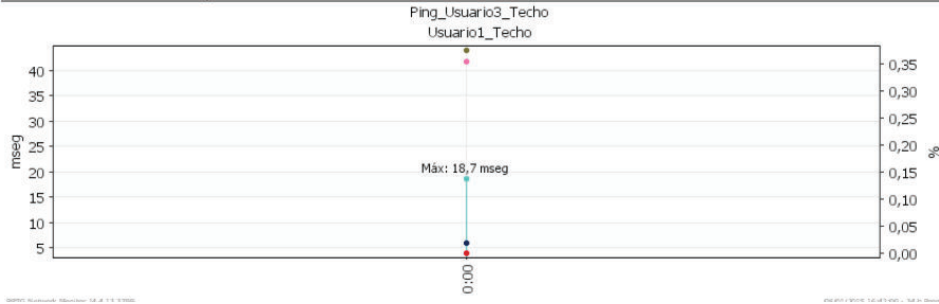


Figura 7. Resultados de medición de disponibilidad de Usuario3_Techo (Período diario)

Informe: Ping_Usuario3_Techo

Plazo de tiempo de informe:	31/12/2014 0:00:00 - 08/01/2015 0:00:00		
Horas de informe:	24 / 7		
Tipo de sensor:	Ping (60 s Intervalo)		
Sonda, grupo, aparato:	Local probe > Pruebas Disponibilidad Usuario > Usuario1_Techo		
Estadísticas de tiempo disponible:	Disponible:	83 % [5d5h55m45s]	Fallo: 17 % [1d2h23m0s]
Estadísticas de petición:	Bueno:	83 % [7556]	Fallo: 17 % [1588]
Promedio (Tiempo de Ping):	21 mseg		

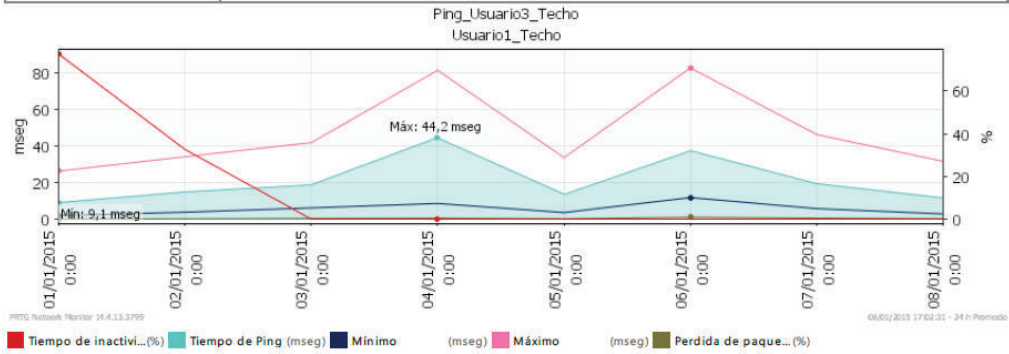


Figura 8. Resultados de medición de disponibilidad de Usuario3_Techo (Período semanal)

Informe: Ping_Usuario3_Techo

Plazo de tiempo de informe:	31/12/2014 0:00:00 - 31/01/2015 0:00:00					
Horas de informe:	24 / 7					
Tipo de sensor:	Ping (60 s Intervalo)					
Sonda, grupo, aparato:	Local probe > Pruebas Disponibilidad Usuario > Usuario1_Techo					
Estadísticas de tiempo disponible:	Disponible:	95,759 %	(25d1h3m14s)	Fallo:	4,241 %	(1d2h37m0s)
Estadísticas de petición:	Bueno:	95,729 %	(196064)	Fallo:	4,271 %	(11609)
Promedio (Tiempo de Ping):	20 mseg					

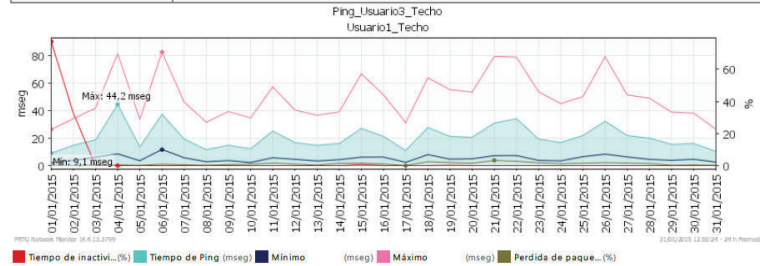


Figura 9. Resultados de medición de disponibilidad de Usuario3_Techo (Período mensual)

DISPONIBILIDAD USUARIO 2 TECHO

La figura 2.39 indica la medición de este parámetro durante 24 horas, en las que se observa que no existen pérdidas de paquetes y que durante pequeños períodos de tiempo se perdió la conexión (tres segundos en total). Mientras en la medición semanal (figura 2.40) se observa que la conexión no estuvo disponible por aproximadamente 15 horas 30 minutos, y falló por poco más de un minuto. También se perdieron un 0.55% del total de los paquetes enviados, con un pico cercano al 0.35% el día 8 de Enero de 2015. Los resultados mensuales (figura 2.41) muestran que la conexión falló por poco menos de una hora con bastantes pérdidas de paquetes.

Informe: Ping_Usuario2-Techo

Plazo de tiempo de informe:	02/01/2015 0:00:00 - 03/01/2015 0:00:00					
Horas de informe:	24 / 7					
Tipo de sensor:	Ping (60 s Intervalo)					
Sonda, grupo, aparato:	Local probe > Pruebas Disponibilidad Usuario > Usuario2_Techo					
Estadísticas de tiempo disponible:	Disponible:	100 %	(23h59m7s)	Fallo:	0 %	(0s)
Estadísticas de petición:	Bueno:	100 %	(1440)	Fallo:	0 %	(0)
Promedio (Tiempo de Ping):	18 mseg					

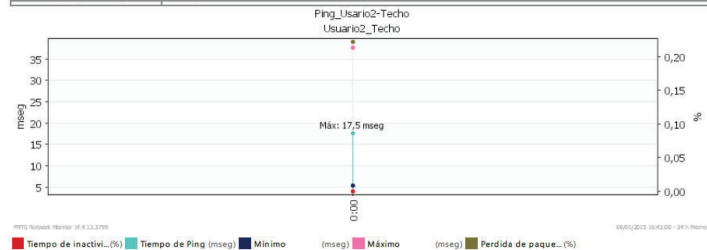


Figura 10. Resultados de medición de disponibilidad de Usuario2_Techo (Período diario)

Informe: Ping_Usuario2-Techo

Plazo de tiempo de informe:	31/12/2014 0:00:00 - 08/01/2015 0:00:00				
Horas de informe:	24 / 7				
Tipo de sensor:	Ping (60 s Intervalo)				
Sonda, grupo, aparato:	Local probe > Pruebas Disponibilidad Usuario > Usuario2_Techo				
Estadísticas de tiempo disponible:	Disponible:	99,987 %	[6d8h18m49s]	Fallo:	0,013 % [1m10s]
Estadísticas de petición:	Bueno:	99,945 %	[9139]	Fallo:	0,055 % [5]
Promedio (Tiempo de Ping):	13 mseg				

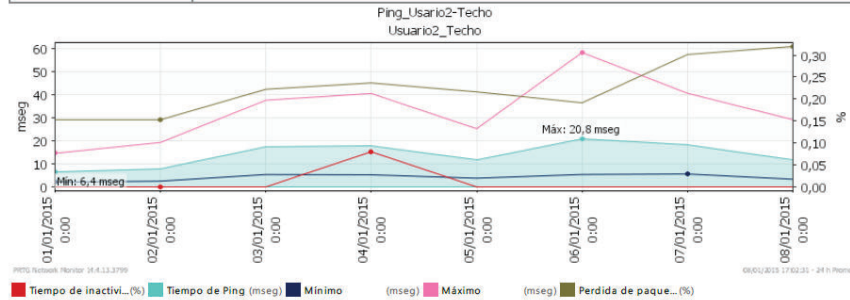


Figura 11. Resultados de medición de disponibilidad de Usuario2_Techo (Período semanal)

Informe: Ping_Usuario2-Techo

Plazo de tiempo de informe:	31/12/2014 0:00:00 - 31/01/2015 0:00:00				
Horas de informe:	24 / 7				
Tipo de sensor:	Ping (60 s Intervalo)				
Sonda, grupo, aparato:	Local probe > Pruebas Disponibilidad Usuario > Usuario2_Techo				
Estadísticas de tiempo disponible:	Disponible:	99,856 %	[26d2h47m45s]	Fallo:	0,144 % [54m25s]
Estadísticas de petición:	Bueno:	99,706 %	[37583]	Fallo:	0,294 % [111]
Promedio (Tiempo de Ping):	16 mseg				

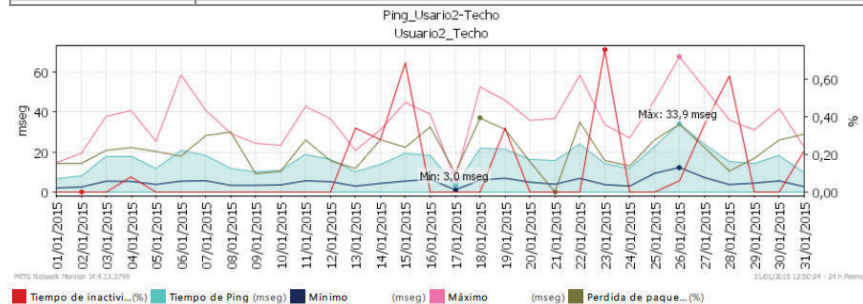


Figura 12. Resultados de medición de disponibilidad de Usuario2_Techo (Período mensual)

DISPONIBILIDAD USUARIOS 1 QUILLÁN LOMA

Se muestran los resultados de las mediciones en las figuras a continuación. La figura 2.33 expone la medición de este parámetro durante 24 horas, en las que se puede observar que existen pérdidas de paquetes de un porcentaje cercano al 1% y que durante pequeños períodos de tiempo se perdió la conexión (tres segundos en total). Mientras en la medición semanal (Figura 2.34) se observa que la conexión no estuvo disponible por aproximadamente 18 horas y falló por un tiempo poco menor a dos horas. También se perdieron un 3% del total de los

paquetes enviados, con un pico cercano al 9% el día 6 de Enero de 2015. Como es de esperarse, en el período mensual (figura 2.35) se observa un fallo mayor cercano a las 4 horas manteniendo la tendencia anterior

Informe: Ping_Usuario1-Loma

Plazo de tiempo de informe:	02/01/2015 0:00:00 - 03/01/2015 0:00:00					
Horas de informe:	24 / 7					
Tipo de sensor:	Ping (30 s Intervalo)					
Sonda, grupo, aparato:	Local probe > Pruebas Disponibilidad Usuario > Usuario1_Loma					
Estadísticas de tiempo disponible:	Disponible:	100 %	[23h59m57s]	Fallo:	0 %	[0s]
Estadísticas de petición:	Bueno:	99,167 %	[2858]	Fallo:	0,833 %	[24]
Promedio (Tiempo de Ping):	33 mseg					

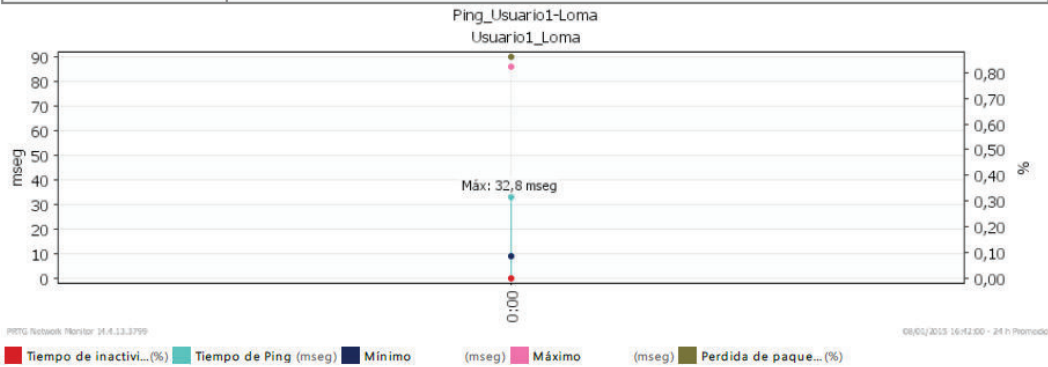


Figura 13. Resultados de medición de disponibilidad de Usuario1_Loma (Período diario)

Informe: Ping_Usuario1-Loma

Plazo de tiempo de informe:	31/12/2014 0:00:00 - 08/01/2015 0:00:00					
Horas de informe:	24 / 7					
Tipo de sensor:	Ping (30 s Intervalo)					
Sonda, grupo, aparato:	Local probe > Pruebas Disponibilidad Usuario > Usuario1_Loma					
Estadísticas de tiempo disponible:	Disponible:	98,872 %	[6d6h37m41s]	Fallo:	1,128 %	[1h43m9s]
Estadísticas de petición:	Bueno:	96,953 %	[17753]	Fallo:	3,047 %	[558]
Promedio (Tiempo de Ping):	99 mseg					

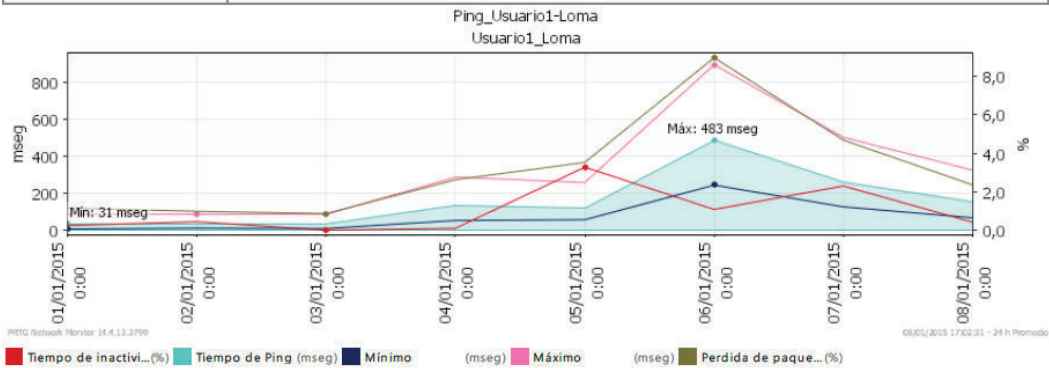


Figura 14. Resultados de medición de disponibilidad de Usuario1_Loma (Período semanal)

Informe: Ping_Usuari01-Loma

Plazo de tiempo de informe:	31/12/2014 0:00:00 - 31/01/2015 0:00:00					
Horas de informe:	24 / 7					
Tipo de sensor:	Ping (60 s Intervalo)					
Sonda, grupo, aparato:	Local probe > Pruebas Disponibilidad Usuario > Usuario1_Loma					
Estadísticas de tiempo disponible:	Disponible:	99,416 %	[26d0h4m55s]	Fallo:	0,584 %	[3h40m8s]
Estadísticas de petición:	Buena:	98,34 %	[74166]	Fallo:	1,66 %	[1252]
Promedio (Tiempo de Ping):	169 mseg					

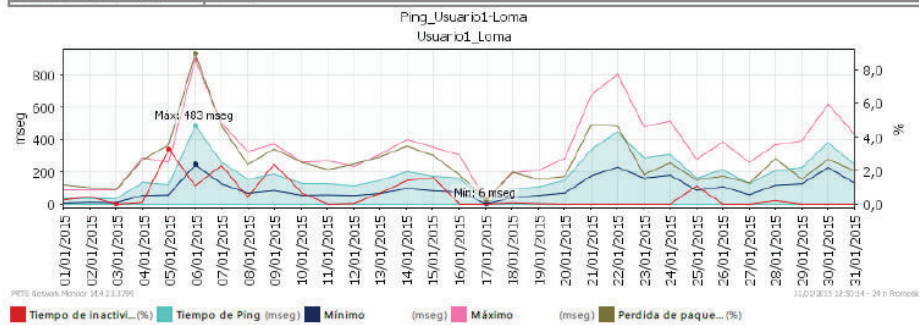


Figura 15. Resultados de medición de disponibilidad de Usuario1_Loma (Período mensual)

DISPONIBILIDAD USUARIO 2 QUILLÁN LOMA

La figura 2.36 muestra la medición de la disponibilidad de este usuario durante 24 horas, y se aprecia que no existen pérdidas de paquetes y que la conectividad del usuario estuvo disponible en todo momento. Por otro lado, en la medición semanal (Figura 2.37) se observa que la conexión no estuvo disponible por aproximadamente 16 horas del total de tiempo y falló por un tiempo cercano a 8 minutos. También se perdió un 0.1% del total de los paquetes enviados, con un pico cercano al 2% el día 7 de Enero de 2015. Por último, en la medición mensual (figura 2.38) se observa que el usuario no estuvo disponible por poco menos de 6 horas con pérdidas bastante significativa de paquetes.

Informe: Ping_Usuari02_Loma

Plazo de tiempo de informe:	02/01/2015 0:00:00 - 03/01/2015 0:00:00					
Horas de informe:	24 / 7					
Tipo de sensor:	Ping (60 s Intervalo)					
Sonda, grupo, aparato:	Local probe > Pruebas Disponibilidad Usuario > Usuario 2-Loma					
Estadísticas de tiempo disponible:	Disponible:	100 %	[23h59m57s]	Fallo:	0 %	[0s]
Estadísticas de petición:	Buena:	100 %	[1440]	Fallo:	0 %	[0]
Promedio (Tiempo de Ping):	9 mseg					

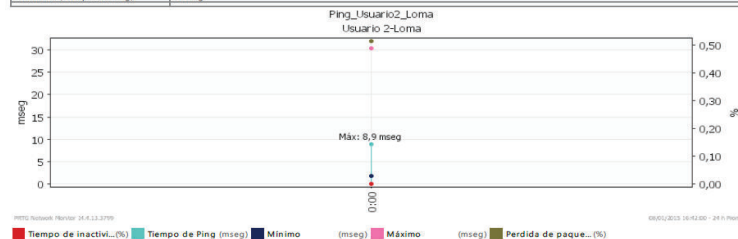


Figura 16. Resultados de medición de disponibilidad de Usuario2_Loma (Período diario)

Informe: Ping_Usuario2_Loma

Plazo de tiempo de informe:	31/12/2014 0:00:00 - 08/01/2015 0:00:00					
Horas de informe:	24 / 7					
Tipo de sensor:	Ping (60 s Intervalo)					
Sonda, grupo, aparato:	Local probe > Pruebas Disponibilidad Usuario > Usuario 2-Loma					
Estadísticas de tiempo disponible:	Disponible:	99,913 %	[6d8h11m55s]	Fallo:	0,087 %	[7m57s]
Estadísticas de petición:	Buena:	99,858 %	[9132]	Fallo:	0,142 %	[13]
Promedio (Tiempo de Ping):	18 mseg					

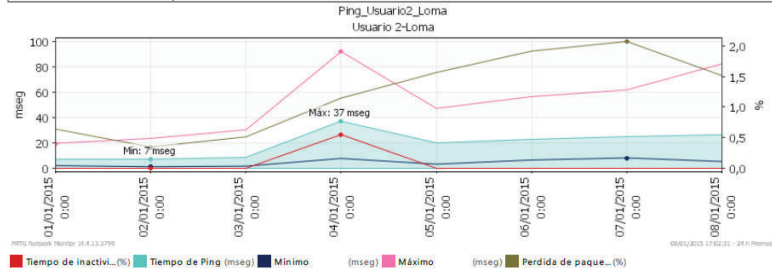


Figura 17. Resultados de medición de disponibilidad de Usuario2_Loma (Perodo semanal)

Informe: Ping_Usuario2_Loma

Plazo de tiempo de informe:	31/12/2014 0:00:00 - 31/01/2015 0:00:00					
Horas de informe:	24 / 7					
Tipo de sensor:	Ping (60 s Intervalo)					
Sonda, grupo, aparato:	Local probe > Pruebas Disponibilidad Usuario > Usuario 2-Loma					
Estadísticas de tiempo disponible:	Disponible:	99,1 %	[25d22h2m10s]	Fallo:	0,9 %	[5h38m59s]
Estadísticas de petición:	Buena:	99,066 %	[77323]	Fallo:	0,934 %	[352]
Promedio (Tiempo de Ping):	24 mseg					

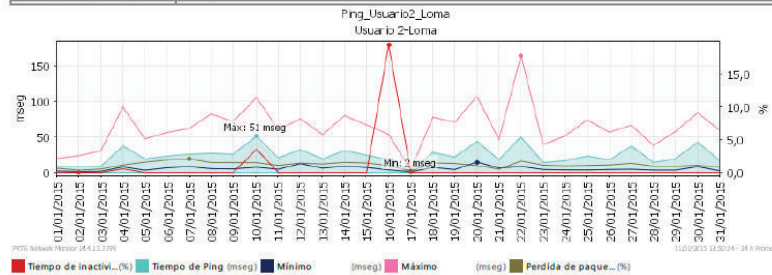


Figura 18. Resultados de medición de disponibilidad de Usuario2_Loma (Período mensual)

ANEXO C

ENCUESTA SECTOR RESIDENCIAL Y RESULTADOS

Pregunta N°01

¿Dispone actualmente de servicio de internet?

Si	No	Total
91	45	136

Tabla1. Resultados Pregunta N°01

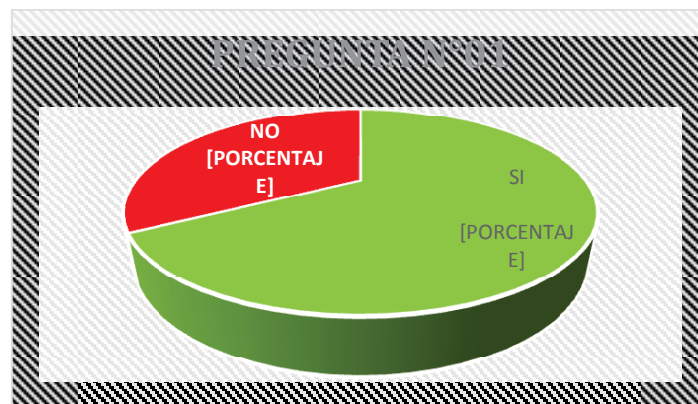


Figura 1. Resultados Pregunta N°01

Pregunta N°02

En caso de no disponer, ¿estaría dispuesto a contratar un servicio de internet?

Si	No	N/A	Total
41	4	91	136

Tabla 2. Resultados Pregunta N°02

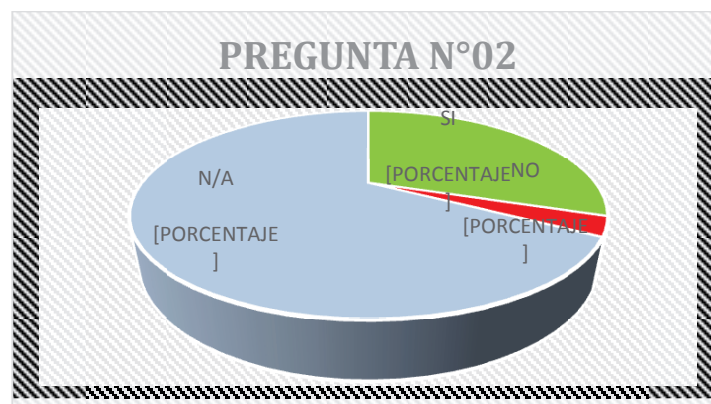


Figura 2. Resultados Pregunta N°02

Pregunta N°03

¿Está satisfecho con su servicio de internet?

Si	No	N/A	Total
18	73	45	136

Tabla 3. Resultados de pregunta N°03

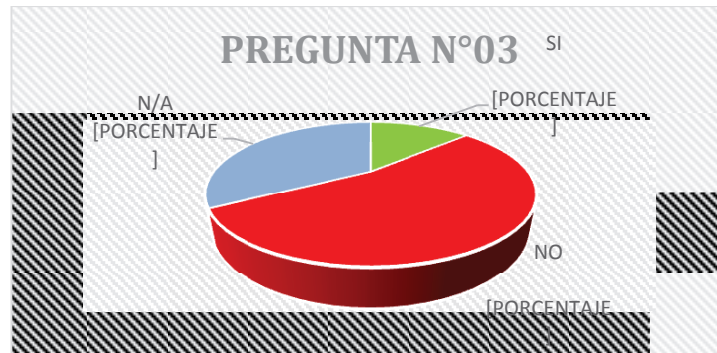


Figura 3. Resultados de Pregunta N°03

Pregunta N°04

¿Cuál es su proveedor de Internet?

CNT	Speedy	ISP-P@RQUE.NET	Otro	N/A	Total
36	10	42	3	45	136

Tabla 4. Resultados de Pregunta N°04

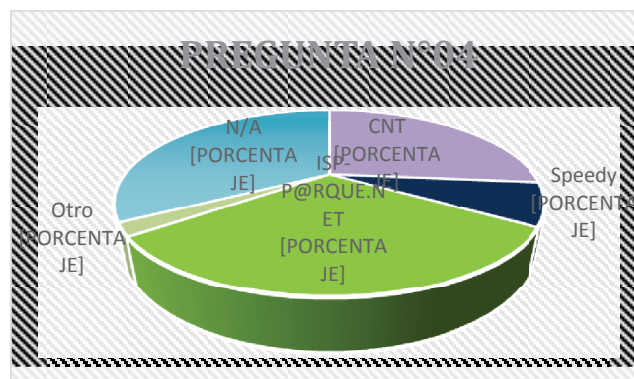


Figura 4. Resultados Pregunta N°04

Pregunta N°05

Seleccione una de las razones por la que usted contrató su servicio de internet con su proveedor:

No existían más opciones	Por su calidad de servicio	Por recomendación	N/A	Total
61	10	20	45	136

Tabla 5. Resultados de Pregunta N°05

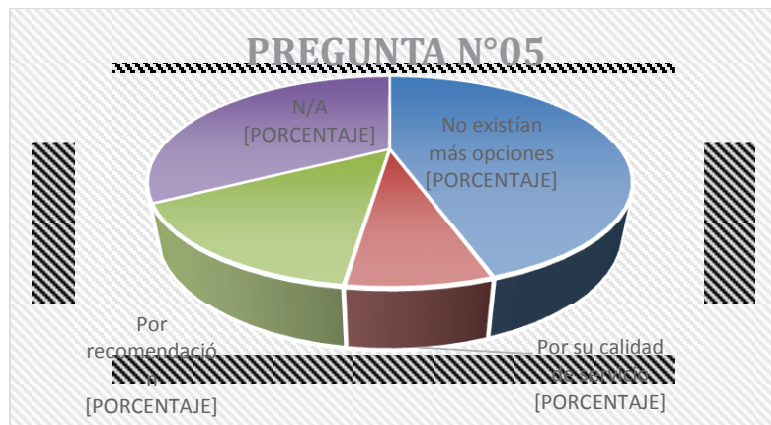


Figura 5. Resultados de Pregunta N°05

Pregunta N°06

¿Cuántas horas al día utilizan el servicio de internet en su hogar?

Menos de 2 horas diarias	De 2 a 4 horas diarias	Más de 4 horas diarias	N/A	Total
20	63	8	45	136

Tabla 6. Resultados de Pregunta N°06

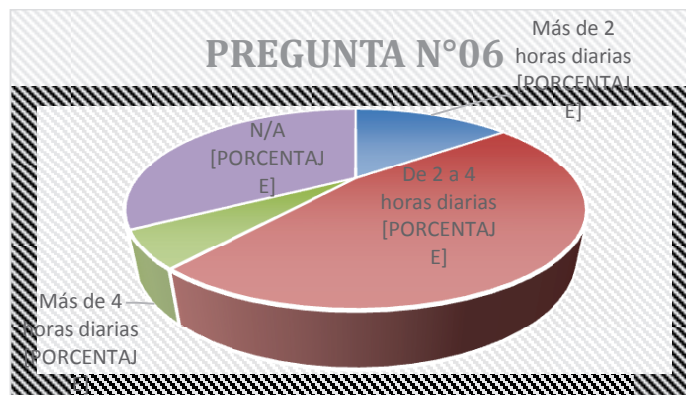


Figura 6. Resultados de Pregunta N°06

Pregunta N°07

¿Cuál es la capacidad de su servicio de internet?

512 Kbps	1024 Kbps	Más de 1024 Kbps	N/A	Total
52	38	1	45	136

Tabla 7. Resultados de Pregunta N°07

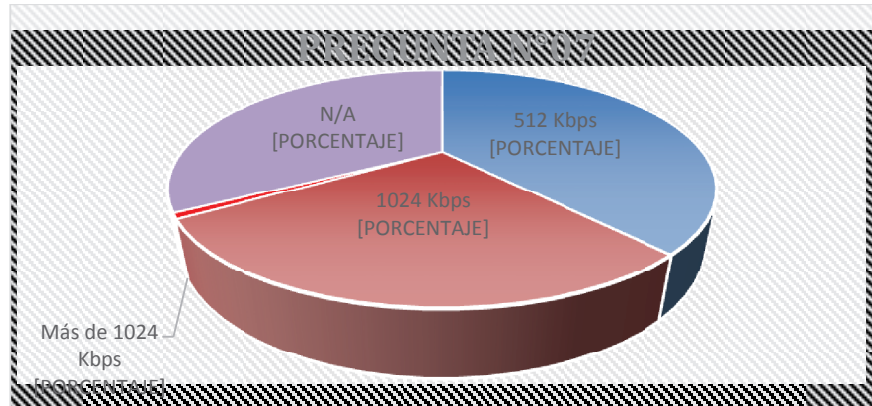


Figura 7. Resultados Pregunta N°07

Pregunta N°08

El costo mensual de su servicio de internet se encuentra entre:

\$10-\$20	\$20-\$30	Más de \$30	N/A	Total
52	36	3	45	136

Tabla 6. Resultados de Pregunta N°08

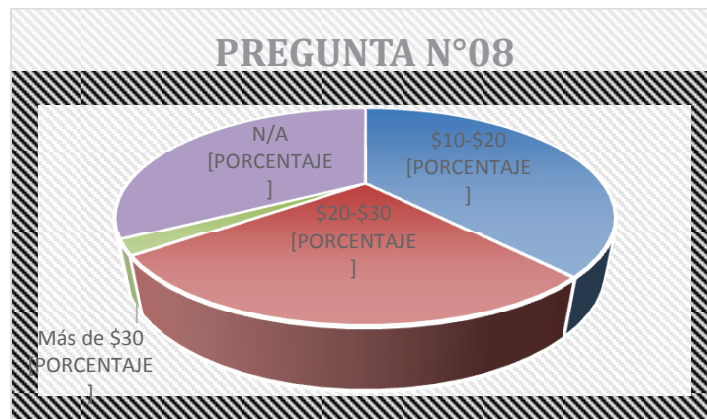


Figura 8. Resultados Pregunta N°08

Pregunta N°09

¿Desearía usted contratar un servicio de internet de mayor capacidad?

Si	No	Total
128	8	136

Tabla 9. Resultados de Pregunta N°09

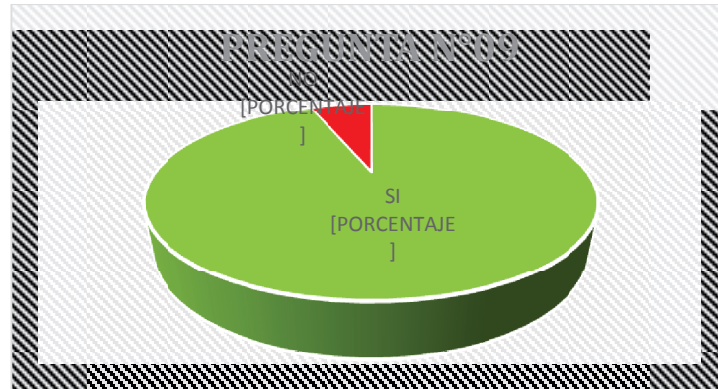


Figura 9. Resultados de Pregunta N°09

Pregunta N°10

En caso de requerir mayor capacidad, ésta sería:

1024 kbps	2048 kbps	Más de 2048 Kbps	N/A	Total
52	63	13	8	136

Tabla 10. Resultados de Pregunta N° 10

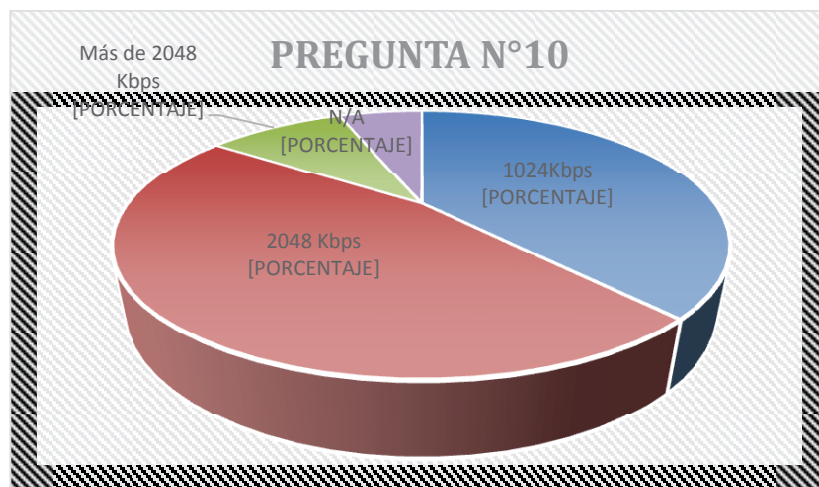


Figura 10. Resultados Pregunta N° 10

A. ENCUESTA SECTOR NO RESIDENCIAL Y RESULTADOS

Pregunta N°01

¿Su empresa dispone actualmente de servicio de internet?

Si	No	Total
25	2	27

Tabla 1. Resultados de Pregunta N°01

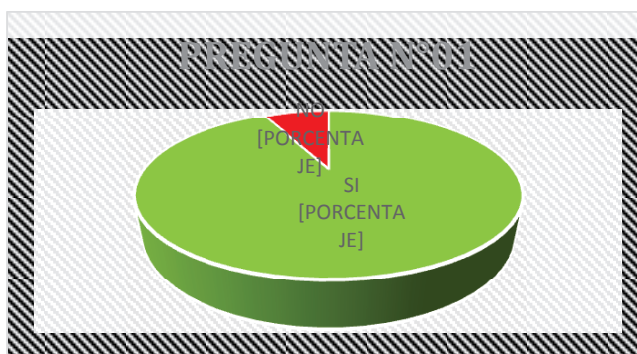


Figura 1. Resultados Pregunta N°01

Pregunta N°02

En caso de no disponer, ¿su empresa estaría dispuesta a contratar un servicio de internet?

Si	No	N/A	Total
2	0	25	27

Tabla 2. Resultados pregunta N°02

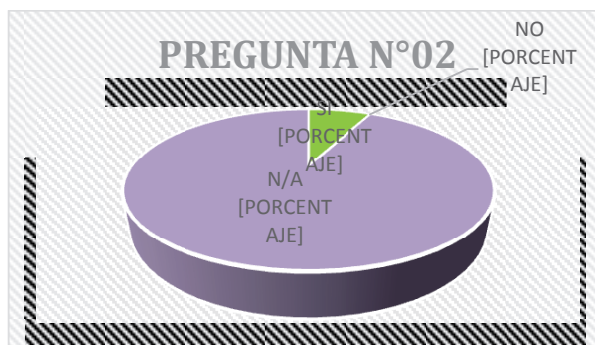


Figura 2. Resultados pregunta N°02

Pregunta N°03

¿Su empresa está satisfecha con su servicio de internet?

Si	No	N/A	Total
12	13	2	27

Tabla 3. Resultados pregunta N°03

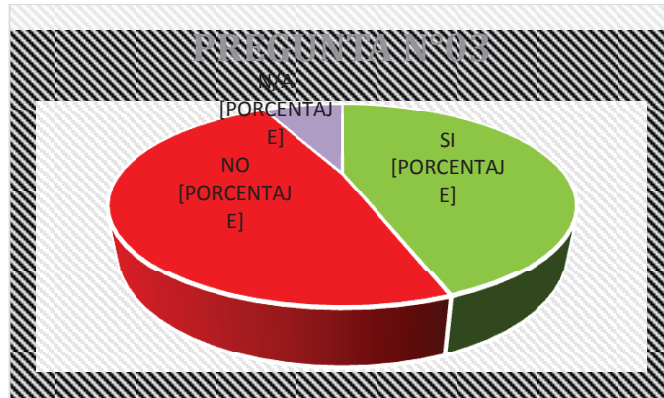


Figura 3. Resultados pregunta N°03

Pregunta N°04

¿Cuál es su proveedor de Internet?

CNT	Speedy	ISP-P@RQUE.NET	Otro	N/A	Total
23	0	2	0	2	27

Tabla 4. Resultados pregunta N°04

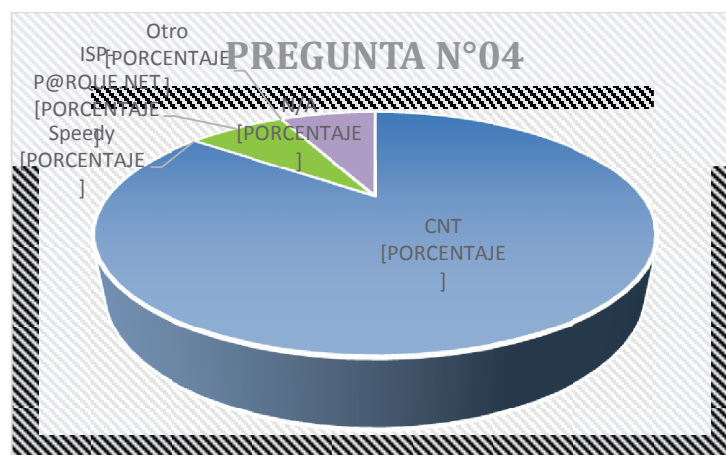


Figura 4. Resultados pregunta N°04

Pregunta N°05

Seleccione una de las razones por la que usted contrató su servicio de internet con su proveedor:

No existían más opciones	Por su calidad de servicio	Por recomendación	N/A	Total
12	3	10	2	27

Tabla 5. Resultados pregunta N°05



Figura 5. Resultados pregunta N°05

Pregunta N°06

¿Qué servicios/departamentos utilizan conexión a internet?

Todos	Cobranzas	Comunicaciones	N/A	Total
18	3	4	2	27

Tabla 6. Resultados pregunta N°06

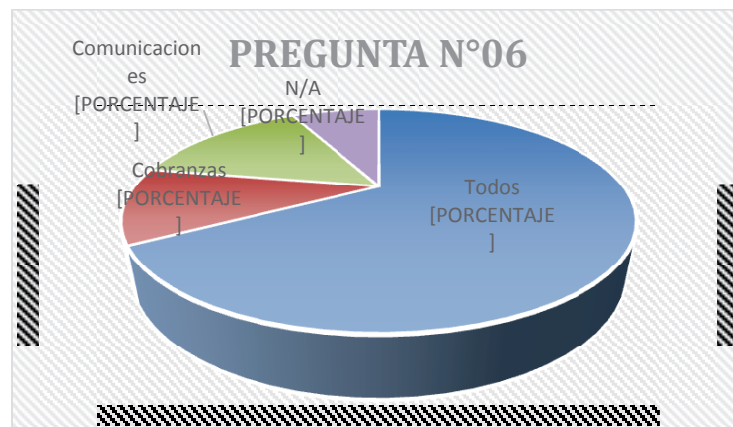


Figura 6. Resultados pregunta N°06

Pregunta N°07

¿Cuál es la capacidad de su servicio de internet?

Todos	Cobranzas	Comunicaciones	N/A	Total
18	3	4	2	27

Tabla 7. Resultados pregunta N°07

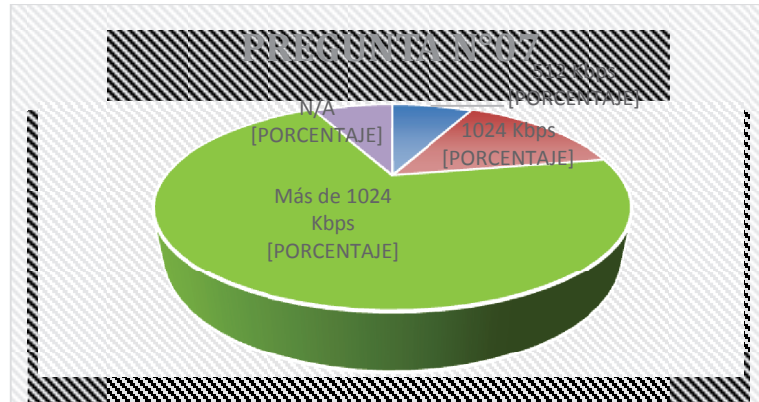


Figura 7. Resultados pregunta N°07

Pregunta N°08

El costo mensual de su servicio de internet se encuentra entre:

\$20-\$40	\$40-\$60	Más de \$60	N/A	Total
8	17	0	2	27

Tabla 8. Resultados pregunta N°08

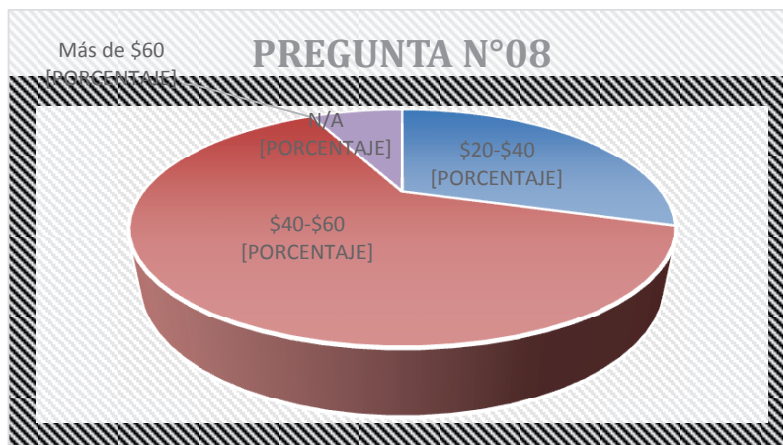


Figura 8. Resultados pregunta N°08

Pregunta N°09

¿Desearía usted contratar un servicio de internet de mayor capacidad?

Si	No	Total
22	5	27

Tabla 9. Resultados pregunta N°09

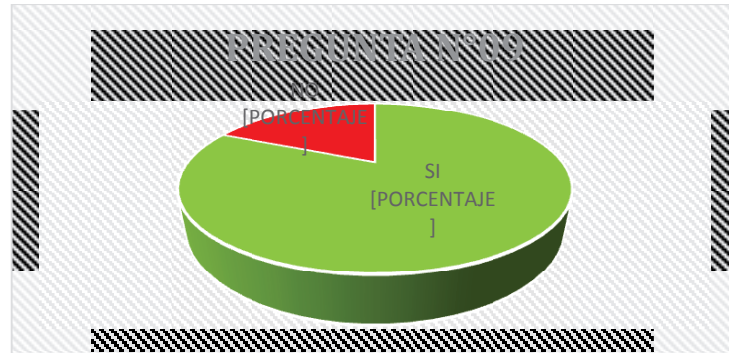


Figura 9. Resultados pregunta N°09

Pregunta N°10

En caso de requerir mayor capacidad, ésta sería:

2 Mbps	5 Mbps	Más de 5 Mbps	N/A	Total
10	7	8	2	27

Tabla 10. Resultados pregunta N°10

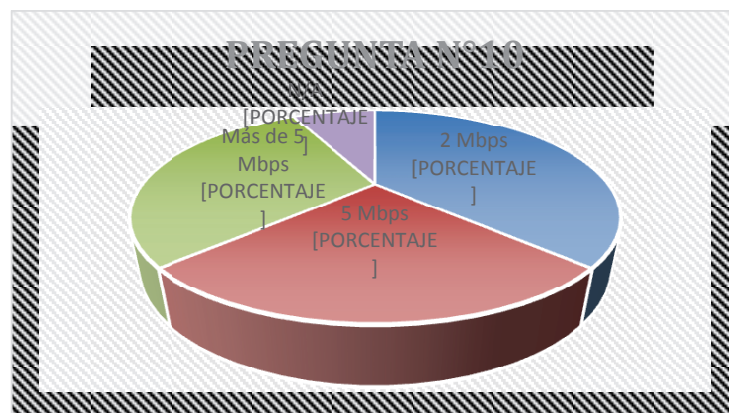


Figura 10. Resultados pregunta N°10

ANEXO D

GUÍA PARA LA ELABORACIÓN DE INFORMES MENSUALES

Los Informes mensuales deben cumplir las siguientes normas:

- ✓ Deben presentarse al final de cada mes, con un plazo máximo de entrega de una semana.
- ✓ Deben ser presentados en una carpeta verde que deberá tener escrito la fecha de presentación y las fechas de recolección de datos en su carilla frontal, con marcador negro y letra legible.
- ✓ Se debe utilizar papel bond blanco de 75 gramos, tamaño INEN A4.
- ✓ El texto debe estar justificado y su tamaño debe ser de 12 puntos y tipo ARIAL.(Excepto para tablas)
- ✓ El espacio entre líneas debe ser 1.5 espacios.
- ✓ Los márgenes para el documento, excepto la portada deben ser:
 - Superior: 3 cm.
 - Inferior: 2.5 cm.
 - Izquierdo: 3 cm.
 - Derecho: 2.5 cm.
- ✓ Deben poseer numeración en la parte inferior derecha de cada página, excepto la portada.
- ✓ Cada título debe estar en negrillas, mayúsculas y debe ser tipo ARIAL de 14 puntos.
- ✓ Cada subtítulo debe estar en negrillas, únicamente la primera letra en mayúscula y debe ser tipo ARIAL de 12 puntos.
- ✓ Se debe poseer un respaldo digital para cada informe presentado.
- ✓ Debe ser impreso a doble lado.

- ✓ Todos los informes deben archivar en un mismo lugar y al que solo tengan acceso el Coordinador de TIC's (sección 3.5.2) y el Gerente General del ISP-P@RQUE.NET.
- ✓ Estos informes mensuales deben ser presentados al Coordinador de TIC's (sección 3.5.2) y al Gerente General del ISP-P@RQUE.NET para su revisión y evaluación; en función de dichos informes se deben tomar decisiones sobre modificaciones y mejoras a realizarse dentro de la red.
- ✓ Se estructuran como se muestra a continuación:

1.- PORTADA DEL INFORME

En la portada del informe mensual se debe incluir la fecha de la presentación del mismo, las fechas entre las cuales se realizó la recolección de datos, el nombre del autor del informe y el cargo que ocupa.

2.- ANTECEDENTES DEL INFORME

En este apartado se debe incluir el número de tickets totales cerrados y pendientes que se han gestionado durante las fechas de recolección de datos, se debe especificar cada ticket utilizando el ejemplo de formato que se muestra en la tabla 3.39, a continuación.

Número de ticket	Nombre Cliente	Fecha de Apertura	Fecha de Cierre	Estado	Nombre Responsable	Cargo
80	Mercados Santa María	05/03/2015	06/03/2015	Cerrado	Gonzalo Pazmay	Operador del NOC 1
82	Mayra López	18/03/2015		Pendiente	Andrés Zurita	Operador del NOC 2
12	NOC	27/02/2015	02/03/2015	Cerrado	Andrés Zurita	Operador del NOC 2
90	Cristian Jácome	21/03/2015		Pendiente	Gonzalo Pazmay	Operador del NOC 1

Tabla 1. Ejemplo de Formato-Antecedentes

Se debe dar una explicación sobre los tickets que todavía estén pendientes; detallar brevemente la razón por la cual siguen abiertos.

3.- RECOLECCIÓN DE DATOS

En esta sección del informe, se debe incluir gráficos obtenidos con la herramienta de software descrita en la sección 3.5.3.1.3 los cuales contemplan los datos a ser monitoreados contenidos en la tabla 3.38 de la sección 3.5.1.3.

4.- ANÁLISIS (INFORME)

Se debe realizar un breve análisis del rendimiento mensual de la red, en base a los antecedentes y datos recolectados presentados en este informe.

5.- SUGERENCIAS (INFORME)

Una vez realizado el análisis del rendimiento mensual de la red, el autor del informe realizará sugerencias pertinentes sobre cualquier tópico inherente al rendimiento de la red; como manejo de tickets, modificaciones de la red, administración del personal del NOC, entre otros.

6.- ANEXOS DEL INFORME

Se deben incluir anexos a cada Informe mensual siempre y cuando sean necesarios para sustentar lo presentado en dicho informe.

En la figura 3.39 se muestra un ejemplo de un informe mensual con su respectivo formato.



Figura 1. Ejemplo de un informe mensual