



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO

**FACULTAD DE INGENIERÍA EN SISTEMAS, ELECTRÓNICA E
INDUSTRIAL**

CARRERA DE TELECOMUNICACIONES

Tema:

**NODO DE GESTIÓN Y MONITOREO DE CALIDAD DE SERVICIO DE LA
EMPRESA AJNET EN EL CANTÓN LATACUNGA.**

Trabajo de Integración Curricular Modalidad: Proyecto de Investigación, presentado
previo a la obtención del título de Ingeniera en Telecomunicaciones.

ÁREA: Comunicaciones

LÍNES DE INVESTIGACIÓN: Tecnologías de Comunicación

AUTOR: Nancy Estefanía Zapata Tapia

TUTOR: Ing. Geovanni Danilo Brito Moncayo, Mg.

Ambato – Ecuador

marzo – 2023

APROBACIÓN DEL TUTOR

En calidad de tutor del Trabajo de Integración Curricular con el tema: NODO DE GESTIÓN Y MONITOREO DE CALIDAD DE SERVICIO DE LA EMPRESA AJNET EN EL CANTÓN LATACUNGA, desarrollado bajo la modalidad Proyecto de Investigación por la señorita Nancy Estefanía Zapata Tapia, estudiante de la Carrera de Telecomunicaciones, de la Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial, de la Universidad Técnica de Ambato, me permito indicar que la estudiante ha sido tutorada durante todo el desarrollo del trabajo hasta su conclusión, de acuerdo a lo dispuesto en el Artículo 17 de las segundas reformas al Reglamento para la ejecución de la Unidad de Integración Curricular y la obtención del Título de Tercer Nivel, de grado en la Universidad Técnica de Ambato y el numeral 7.4 del respectivo instructivo del reglamento.

Ambato, marzo 2023.

Ing. Geovanni Danilo Brito Moncayo, Mg.

TUTOR

AUTORÍA

El presente trabajo de Integración Curricular titulado: NODO DE GESTIÓN Y MONITOREO DE CALIDAD DE SERVICIO DE LA EMPRESA AJNET EN EL CANTÓN LATACUNGA, es absolutamente original, auténtico y personal. En tal virtud, el contenido, efectos legales y académicos que se desprenden del mismo son de exclusiva responsabilidad del autor.

Ambato, marzo 2023.



Nancy Estefanía Zapata Tapia

C.C. 0550264832

AUTOR

DERECHOS DE AUTOR

Autorizo a la Universidad Técnica de Ambato, para que haga uso de este Trabajo de Integración Curricular como un documento disponible para la lectura, consulta y procesos de investigación.

Cedo los derechos de mi Trabajo de Integración Curricular en favor de la Universidad Técnica de Ambato, con fines de difusión pública. Además, autorizo su reproducción total o parcial dentro de las regulaciones de la institución.

Ambato, marzo 2023.



Nancy Estefanía Zapata Tapia

C.C.: 0550264832

AUTOR

APROBACIÓN TRIBUNAL DE GRADO

En calidad de par calificador del Informe Final del Trabajo de Integración Curricular presentado por la señorita Nancy Estefanía Zapata Tapia, estudiante de la Carrera de Telecomunicaciones, de la Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial, bajo la Modalidad Proyecto de Investigación, titulado NODO DE GESTIÓN Y MONITOREO DE CALIDAD DE SERVICIO DE LA EMPRESA AJNET EN EL CANTÓN LATACUNGA, nos permitimos informar que el trabajo ha sido revisado y calificado de acuerdo al Artículo 19 de las segundas reformas al Reglamento para la ejecución de la Unidad de Integración Curricular y la obtención del título de tercer nivel, de grado de la Universidad Técnica de Ambato, y sus reformas y al numeral 7.6 del respectivo instructivo del reglamento. Para cuya constancia suscribimos, conjuntamente con la señora Presidente del Tribunal.

Ambato, marzo 2023.

Ing. Elsa Pilar Urrutia Urrutia, Mg.

PRESIDENTE DEL TRIBUNAL

Ing. Santiago Altamirano, Mg.

PROFESOR CALIFICADOR

Ing. Vicente Morales, Mg.

PROFESOR CALIFICADOR

DEDICATORIA

A Dios por permitirme tener a mi familia, a mis queridos padres Xavier y Nancy, que me han acompañado en este largo camino para cumplir uno de mis sueños. A Cesitar, Goita, Germánico, Elenita y mis tíos quienes siempre han estado pendientes de mí, a Andreita que es mi ejemplo de superación y constancia para cumplir los sueños.

A Adrián por acompañarme, apoyarme y ayudarme en estos años, a mis amigos Naythan, Jona y Sarita que han sido mi segunda familia y han estado en los momentos más complicados y alegres brindándome su apoyo y compañía.

Nancy Estefanía Zapata Tapia

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por darme fuerza y valentía para cumplir mis sueños. A mis padres y hermana por su amor y apoyo incondicional a lo largo de este camino.

A mi tutor, el Ing. Geovanni Brito por su guía, paciencia, apoyo y sus conocimientos aportados en la elaboración de este proyecto.

Un agradecimiento especial al Ing, Mauricio Aguilera, por su confianza y apoyo para elaborar mi proyecto de investigación en las instalaciones de AJnet. Al personal que trabaja en la empresa por su colaboración y ayuda en el desarrollo de este proyecto especialmente a Diego.

Nancy Estefanía Zapata Tapia

RESUMEN EJECUTIVO

La Calidad de Servicio (QoS) permite controlar el tráfico y garantizar el rendimiento de aplicaciones que requieren el uso de internet para asegurar un excelente servicio a los usuarios, esto se realiza mediante diferentes parámetros que posibilitan el monitoreo y a partir de los datos recibidos mejorar el servicio, para ello se ha implementado el “Nodo de gestión y monitoreo de calidad de servicio de la empresa AJnet en el cantón Latacunga”.

La aplicación se desarrolló a partir de herramientas previas que son compatibles con los equipos de la empresa. Para definir la compatibilidad y el diseño de la aplicación primero se analizó la situación actual de la empresa AJnet y los equipos que poseen, considerando el estudio, se implementó un servidor y se realizó el enrutamiento con los routers Mikrotik que la empresa dispone. A su vez se recolectó información de la Calidad de Servicio que disponen los clientes a través de encuestas, esto con la finalidad de buscar los parámetros que permitan mejorar y que sean medibles en el desarrollo de la aplicación.

En el proyecto se desarrolló una aplicación web que está alojada en un servidor de Ubuntu Server, en el mismo se encuentran integradas diferentes herramientas de monitoreo de redes, tales como, Zabbix, Ntop y Graphing de MikroTik. La aplicación web cuenta con un sistema de alertas que envía mensajes a través de Telegram desde el inicio del problema y al momento de tener solución. A su vez cuenta con una base de datos para el registro de la información y la comunicación con la plataforma principal.

Finalmente se desarrollaron pruebas de funcionamiento y corrección de errores en el sistema. Para mayor facilidad en el funcionamiento se cuenta en el interfaz principal un enlace para ingresar al manual donde se detallan las funciones y cómo manejar el programa.

Palabras clave: Calidad de Servicio, ancho de banda, Net Flow, MikroTik, aplicación web

ABSTRACT

The Quality of Service (QoS) allows to control the traffic and guarantee the performance of the applications that require the use of the Internet to ensure an excellent service to the users, this is done through different parameters that allow monitoring and based on the data received. , improve the service, for this the "Node for management and monitoring of service quality of the company AJnet in the Latacunga city" has been implemented.

The application was implemented from previous tools supported by the company's teams. To define the compatibility and design of the application, the current situation of the AJnet company and the equipment it owns were first analyzed, considering the study, a server was implemented, and routing was carried out with the Mikrotik routers that the company has. At the same time, information was collected on the Quality of Service that is available to customers through surveys, this to find the parameters that can be improved and that are measurable in the development of the application.

In the project, a web application was implemented that is hosted on an Ubuntu Server, in which different network monitoring tools such as Zabbix, Ntop and MikroTik Graphing are integrated. The web application has an alert system that sends messages through Telegram from the start of the problem and when there is a solution. It also has a database for recording information and communication with the main platform.

Finally, functional and error correction tests were developed in the system. For easier operation, there is a link on the main interface to enter the manual detailing the functions and how to use the program.

Keywords: Quality of Service, bandwidth, NetFlow, MikroTik, web application

ÍNDICE GENERAL

APROBACIÓN DEL TUTOR.....	ii
AUTORÍA.....	iii
DERECHOS DE AUTOR.....	iv
APROBACIÓN TRIBUNAL DE GRADO.....	iv
DEDICATORIA	vi
AGRADECIMIENTO.....	vii
RESUMEN EJECUTIVO	viii
ABSTRACT.....	ix
ÍNDICE DE ECAUCIONES.....	xx
CAPÍTULO I.....	1
MARCO TEORICO	1
1.1 Antecedentes Investigativos.....	1
1.2 Contextualización del Problema	3
1.3 Fundamentación Teórica.....	4
1.3.1 Arquitectura de redes FTTx	4
1.3.2 Redes GPON	6
1.3.2.1 Arquitectura de redes GPON	6
1.3.2.2 Elementos de la red GPON	7
1.3.3 Gestión del tráfico de la red	10
1.3.4 Técnicas de gestión de tráfico y de control de congestión.....	10
1.3.5 Gestión de red	11
1.3.6 Sistema de gestión de red.....	11
1.3.7 Calidad de Servicio (QoS)	11
1.3.7.1 Parámetros de medida de QoS	12

1.3.8 Regulación de los servicios de internet en Ecuador.....	14
1.3.9 MikroTik	14
1.3.10 Ubuntu.....	16
1.3.11 Monitoreo de redes.....	16
1.3.11.1 Ntop.....	17
1.3.12 Monitoreo de Ping.....	17
1.3.12.1 Zabbix	17
1.4 Objetivos	19
1.4.1 Objetivo General	19
1.4.2 Objetivos Específicos.....	19
CAPÍTULO II.....	20
METODOLOGÍA	20
2.1 Materiales.....	20
2.2 Métodos.....	20
2.2.1 Modalidad de la Investigación	20
2.2.2 Recolección de la Información.....	21
2.2.3 Procesamiento y Análisis de Datos	21
2.2.4 Propuesta de Solución.....	21
2.2.5 Desarrollo del Proyecto.....	22
CAPÍTULO III.....	23
RESULTADOS Y DISCUSIONES.....	23
3.1 Análisis y Discusión de los resultados	23
3.2 Desarrollo de la propuesta.....	23
3.2.1 Descripción de la situación actual de la empresa AJnet.	23
3.2.1.1 Descripción de la empresa	23
3.2.1.2 Cobertura de la empresa AJnet	24

3.2.1.3 Ubicación.....	24
3.2.1.4. Descripción de la red de Fibra óptica de la empresa AJnet	25
3.2.2 Análisis de parámetros técnicos de las redes GPON.	43
3.2.3 Recolección de información de la calidad de servicio (QoS) ofrecido por la empresa.	43
3.2.3.1 Población y muestra.....	43
3.2.3.2 Recolección de información	45
3.2.4 Análisis de la Calidad de Servicio de internet que disponen los clientes.	45
3.2.4.1 Análisis de datos	45
3.2.4.2 Análisis de la encuesta realizada	46
3.2.4.3 Análisis e interpretación	60
3.2.5 Reconocimiento de los problemas existentes en la Calidad de Servicio ofrecida a los clientes.	61
3.2.6 Búsqueda de parámetros que permitan mejorar la Calidad de Servicio de la empresa AJnet.	66
3.2.6.1 Indicadores de Calidad de Servicio	67
3.2.7 Análisis de softwares que permitan elaborar aplicaciones.....	70
3.2.8 Diseño de una aplicación que permita automatizar y generar un sistema de alertas de los inconvenientes que presente la red GPON.	75
3.2.9 Implementación de la aplicación.....	96
3.2.10 Ejecución de pruebas, detección y corrección de errores del sistema.....	99
3.2.11 Elaboración del manual de usuario.	102
3.3 Resultados.....	103
3.4 Presupuesto	108
CAPÍTULO IV	110
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	110
4.1 Conclusiones	110

4.2	Recomendaciones	111
BIBLIOGRAFÍA	112
ANEXOS	118
ANEXO A:	Cobertura de la red AJnet en Latacunga	119
ANEXO B:	Red troncal AJnet	120
ANEXO C:	Red de distribución.....	121
ANEXO D:	Empresa AJnet	122
ANEXO E:	Número de Clientes hasta el 14/11/2022	124
ANEXO F:	Encuesta	125
ANEXO G:	Configuración de routers y ONTs	127
ANEXO H:	Manual de usuario	130
ANEXO I:	Principales problemas reportados	135
ANEXO J:	Funciones de Zabbix.....	141

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Arquitectura Redes FTTx	5
Figura 2 Arquitectura Redes GPON	7
Figura 3 Interfaz sistema operativo RouterOS	15
Figura 4 Funcionamiento Zabbix	18
Figura 5 Componentes básicos del monitoreo Zabbix	18
Figura 6 Logo y Slogan AJnet	24
Figura 7 Arquitectura red GPON	25
Figura 8 Segunda división óptica.....	26
Figura 9 OLT MA5683T.....	27
Figura 10 MikroTik Cloud Core Router CCR1072-1G-8S+	29
Figura 11 Huawei convertidor AC a DC (ETP48100-B1-50A).....	29
Figura 12 Bandeja ODF 48 fibras (SC/UPC).....	30
Figura 13 Hilos puros por sectores.....	33
Figura 14 Estado de los clientes según señal óptica	34
Figura 15 Asignación de la IP desde la OLT	34
Figura 16 Información de la ONU controlada desde la OLT.....	35
Figura 17 Asignación de VLANs por interfaces del Router	35
Figura 18 Cálculo del presupuesto de enlace	36
Figura 19 Análisis de la estructura de los enlaces.....	37
Figura 20 Asignación del nombre de los enlaces	37
Figura 21 Asignación de VLANs de acuerdo con el sector	38
Figura 22 Topología Lógica y Física de la red de AJnet	42
Figura 23 Resultados obtenidos de la pregunta 1	46
Figura 24 Resultados obtenidos de la pregunta 2.....	48

Figura 25 Resultados obtenidos de la pregunta 3.....	49
Figura 26 Resultados obtenidos de la pregunta 4.....	50
Figura 27 Resultados obtenidos de la pregunta 5.....	51
Figura 28 Resultados obtenidos de la pregunta 6.....	52
Figura 29 Resultados obtenidos de la pregunta 7.....	54
Figura 30 Resultados obtenidos de la pregunta 8.....	55
Figura 31 Resultados obtenidos de la pregunta 9.....	57
Figura 32 Resultados obtenidos de la pregunta 10.....	58
Figura 33 Resultados obtenidos de la pregunta 11.....	59
Figura 34 Ping	69
Figura 35 Arquitectura de la aplicación web	75
Figura 36 Principio de funcionamiento de la aplicación web	76
Figura 37 Instalación Ubuntu Server 20.04	76
Figura 38 Configuración del archive ntopng.conf	78
Figura 39 Página de ingreso a la cuenta de ntop.....	78
Figura 40 Cambio de contraseña ntop.....	79
Figura 41 Selección del puerto de monitoreo de la red.....	79
Figura 42 Interfaz de inicio de ntop	80
Figura 43 Verificación de la habilitación de apache.....	80
Figura 44 Interfaz de inicio de apache	81
Figura 45 Creación de un usuario y habilitar permisos en mysql.....	81
Figura 46 Verificación de la instalación del repositorio de zabbix.....	82
Figura 47 Verificación de la habilitación de los agentes de zabbix.....	83
Figura 48 Configuración de apache	83
Figura 49 Selección del lenguaje de zabbix.....	84
Figura 50 Habilitar el idioma español en apache.ini.php.....	84

Figura 51 Ingreso al interfaz de phpMyAdmin.....	85
Figura 52 Página inicial de zabbix	85
Figura 53 Comprobación de requisitos de instalación	86
Figura 54 Configuración con la base de datos	86
Figura 55 Configuración de detalles del servidor y el nombre	87
Figura 56 Configuración de la zona horaria y el tema.....	87
Figura 57 Confirmación de la información para la instalación de zabbix	88
Figura 58 Instalación de zabbix finalizada.....	88
Figura 59 Ingreso a Zabbix	89
Figura 60 Página inicial de zabbix	89
Figura 61 Crear un bot	90
Figura 62 Crear un IDBot	90
Figura 63 Crear un grupo en telegram	91
Figura 64 Verificar ID del grupo	91
Figura 65 Configuración media telegram en zabbix	92
Figura 66 Creación triggers en zabbix	92
Figura 67 Creación de eventos de alertas en zabbix	93
Figura 68 Configuración envío de alertas a telegram desde zabbix.....	93
Figura 69 Configuración mensaje de inicio del problema en zabbix.....	94
Figura 70 Configuración del mensaje fin del problema en zabbix	94
Figura 71 Página de inicio 10.0.0.101.....	95
Figura 72 Página de monitoreo a los clientes e integración de funciones	95
Figura 73 Algoritmo de gestión y monitoreo de calidad de servicio QoS.....	96
Figura 74 Configuración tarjeta de red	97
Figura 75 Integración del servidor en la red, diseño lógico y físico	97
Figura 76 Implementación de la comunicación con el servidor desde los routers	98

Figura 77	Habilitación de gráficos desde winbox.....	99
Figura 78	Creación de la base de datos.....	99
Figura 79	Verificación de alertas en telegram.....	100
Figura 80	Errores registrados en zabbix.....	101
Figura 81	Corrección de errores registrados.....	101
Figura 82	Verificación del funcionamiento de ntop.....	102
Figura 83	Interfaz manual de usuario.....	103
Figura 84	Verificación alerta de telegram FOR.....	104
Figura 85	Ingreso interfaz inicial.....	104
Figura 86	búsqueda cliente afectado.....	105
Figura 87	Verificación de problemas existentes desde zabbix.....	105
Figura 88	Verificación consumo desde Graphics de MikroTik.....	106
Figura 89	Verificación de tráfico desde ntop.....	106
Figura 90	Verificación del problema desde el U2000.....	107
Figura 91	Mensaje solución del problema.....	107

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Monitoreo Zabbix: Componentes básicos	19
Tabla 2 Actividades del proyecto investigativo	22
Tabla 3 Características principales OLT MA5683T	28
Tabla 4 Características Huawei MA5683T OLT C+	28
Tabla 5 características principales del equipo CCR1072-1G-8S+.....	29
Tabla 6 Huawei converter AC to DC (ETP48100-B1-50A).....	30
Tabla 7 características principales de la bandeja ODF 48 fibras (SC/UPC).....	31
Tabla 8 Situación actual de la infraestructura de la red AJnet.....	31
Tabla 9 Planes de internet de AJnet	32
Tabla 10 Información de los clientes según el estado de los equipos	34
Tabla 11 Parámetros de atenuación.....	36
Tabla 12 Distribución de VLANs	39
Tabla 13 Asignación de los enlaces con el sector de conexión.....	40
Tabla 14 Balance de potencias enlace principal	40
Tabla 15 Direccionamiento IP	41
Tabla 16 Análisis de parámetros técnicos de las redes GPON	43
Tabla 17 Resultados obtenidos de la pregunta 1	46
Tabla 18 Resultados obtenidos de la pregunta 2.....	47
Tabla 19 Resultados obtenidos de la pregunta 3.....	49
Tabla 20 Resultados obtenidos de la pregunta 4.....	50
Tabla 21 Resultados obtenidos de la pregunta 5.....	51
Tabla 22 Resultados obtenidos de la pregunta 6.....	52
Tabla 23 Resultados obtenidos de la pregunta 7.....	53
Tabla 24 Resultados obtenidos de la pregunta 8.....	55

Tabla 25 Resultados obtenidos de la pregunta 9.....	56
Tabla 26 Resultados obtenidos de la pregunta 10.....	58
Tabla 27 Resultados obtenidos de la pregunta 11.....	59
Tabla 28 Parámetros de calidad para la provisión del servicio de valor agregado de internet.....	61
Tabla 29 Tipos de retraso y características	68
Tabla 30 Factores que afectan a RTT	68
Tabla 31 Comparación entre lenguajes PHP y Python	70
Tabla 32 Características monitoreo de red.....	71
Tabla 33 Monitoreo de ping.....	73
Tabla 34 Funcionamiento de alertas	101
Tabla 35 Presupuesto implementación del nodo de gestión y monitoreo.....	108
Tabla 36 Presupuesto planta interna	108
Tabla 37 Presupuesto de la red troncal	109

ÍNDICE DE ECUACIONES

Ecuación 1 Ancho de Banda	12
Ecuación 2 Delay	13
Ecuación 3 Jitter - Variación de retardo.....	13
Ecuación 4 Pérdida de paquetes	14
Ecuación 5 Cálculo de muestra	44
Ecuación 6 Relación con el cliente	62
Ecuación 7 Porcentaje de reclamos procedentes.....	63
Ecuación 8 Tiempo máximo de resolución de reclamos.....	63
Ecuación 9 Porcentaje de reclamos en facturación	64
Ecuación 10 Tiempo promedio de reparación de fallas en la red	65
Ecuación 11 Porcentaje de módems ocupados.....	65
Ecuación 12 Porcentaje de reclamos por la capacidad del canal de acceso por el cliente	66

CAPÍTULO I

MARCO TEORICO

1.1 Antecedentes Investigativos

A nivel mundial y en el Ecuador se han elaborado varios proyectos de investigación en el ámbito de las telecomunicaciones y parámetros importantes de la Calidad de Servicio (QoS), de ellos se presentan los más relevantes:

Manjarres Holguer (2017), desarrolló el proyecto “EVALUACIÓN DE UNA RED DE DISTRIBUCIÓN ÓPTICA UTILIZADA EN EL ESTÁNDAR GPON G984 PARA MEDIR PARÁMETROS ÓPTIMOS DE CALIDAD DE SERVICIO SOBRE OPTISYSTEM UTILIZANDO NORMATIVA CNT” en el proyecto se realizó un análisis de la situación actual FTTH para conocer el nivel de satisfacción del servicio brindado de acuerdo a la normativa CNT, mediante el programa optisystem se realiza el sistema de amplificador óptico basado en el Amplificador de Fibra Óptica Dopada con Erblio (EDFA) en el cual se evaluará los parámetros de calidad del servicio de internet, y también facilitaron obtener características como el factor Q y mínimo BER, también se presenta un análisis de los presupuestos de potencia óptica según la normativa de CNT, tráfico promedio de la red y ancho de banda [1].

Balladares Jorge (2017), de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador, elaboró una investigación acerca de “PARÁMETROS DE CALIDAD DEL SERVICIO DE ACCESO A INTERNET EN REDES CONVERGENTES Y CONSTRUCCIÓN DE UNA Sonda PARA LA MEDICIÓN DE PARÁMETROS DE VELOCIDAD DE DESCARGA, VELOCIDAD DE SUBIDA, TIEMPO DE PING Y LATENCIA PARA USUARIOS FINALES DEL SERVICIO DE ACCESO A INTERNET PARA LA COORDINACION ZONAL 4 DE LA AGENCIA DE REGULACIÓN Y CONTROL DE LAS TELECOMUNICACIONES” en el cual se desarrolla un análisis comparativo de normas internacionales de calidad del Servicio de Valor Agregado de Internet, esto basado en la metodologías definidas en las recomendaciones de varios países, como Chile, Colombia, España y Brasil. El análisis se realiza mediante sondas que miden parámetros de velocidad de descarga, velocidad de subida y tiempo de ping en los

usuarios finales del Servicio de Acceso a Internet, esto con el objetivo de realizar mejoras en la medición de parámetros de calidad del Servicio de Valor Agregado de Internet aplicables a la realidad del país en redes convergentes, mismo que en Ecuador el organismo regulador es la Agencia de Regulación y Control de las Telecomunicaciones (ARCOTEL), teniendo como resultado una página web que permite al usuario verificar los resultados de las pruebas de todas las sondas por rango de fechas seleccionables por el usuario, y por parámetro de calidad [2].

Chico Luis (2021), de la Universidad Técnica de Ambato, realizó el tema de investigación “GESTIÓN Y CALIDAD DE SERVICIO PARA UNA RED IPTV CON TECNOLOGÍA GPON” en el que se implementó un sistema que verifique que las instalaciones de última milla cumplan con los requerimientos de presupuesto óptico, configuraciones en los equipos de Core y borde, con políticas eficientes de seguridad y calidad de servicio, se desarrolló mediante el diseño de una red IPTV con tecnología GPON. Como resultado se obtuvo mejorar toda la gestión de los usuarios existentes y de los nuevos clientes de la red de FASTER_ISP, con procesos en la ODN y en los equipos de planta interna que optimizan y priorizan recursos técnicos en el manejo del tráfico multimedia de la red mejorando la calidad de experiencia QoE de los usuarios en relación con el contenido multimedia distribuido por el servidor local [3].

Cando Jorge (2021), de la Universidad Técnica de Ambato, desarrolló un “SISTEMA DE GESTIÓN DE SERVICIOS DE INTERNET DE LA RED DE ACCESO FIJO DE CNT EP DEL CANTÓN AMBATO” en el mismo se propone obtener información de primera línea desde el cliente sobre el estado de conectividad del servicio de internet y, el uso o la actividad para la que requiere el servicio de internet, mediante la aplicación de Google Chrome Connectivity Diagnostics de manera remota que permite recolectar los datos como son: la velocidad de descarga, velocidad de carga, latencia de descarga de información sobre el servicio de internet contratado. Esto permitirá organizar los paquetes de red dependiendo la prioridad y funcionalidad que se requiera, sacando provecho a las funcionalidades que por añadidura brindan las OLT's para garantizar la Calidad de Servicio (QoS) y obtener la Calidad de Experiencia (QoE) del cliente que depende tanto de la administración y priorización de tráfico sobre la red como, de la red de acceso en la que se brinda un servicio [4].

Rosales Luis (2022), de la Universidad Estatal de Santa Elena, desarrolló el tema “GESTIÓN DE LA CALIDAD DE SERVICIO "QoS" PARA CONTROLAR EL TRÁFICO DE DATOS PARA UN ISP LOCAL DE LA PROVINCIA DE SANTA ELENA” en el cual se diseñó una práctica de Calidad de Servicio (QoS) para mejorar el flujo de datos y determinar puertos y priorizar un tráfico en específico, se realizará mediante el correcto seguimiento de acuerdo con las necesidades de la empresa, el control de tráfico de datos se realizará utilizando la tecnología Mikrotik, mismo que tiene varias características en su sistema operativo RouterOS y contiene técnicas para aplicar Calidad de Servicio “QoS”. Esto permitirá tener un control de ancho de banda por marcado de paquetes, de manera que al momento de definir las prioridades se garantice un fluido ancho de banda y mejore la conectividad y consumo gradual del ancho de banda contratado por el cliente final [5].

1.2 Contextualización del Problema

En la actualidad se han incrementado los requerimientos del servicio de internet en todos los ámbitos de la vida cotidiana. Razón por la cual han aparecido nuevas empresas proveedoras de servicio de internet y las actuales han extendido sus redes de última milla para llegar a nuevos sectores y también mejorar las redes existentes con parámetros de calidad de servicio que aseguren un nivel óptimo de satisfacción y confiabilidad de los clientes.

En Ecuador, según datos oficiales de SIETEL-ARCOTEL en el último recorte elaborado en marzo del 2022(I Trimestre) y publicado en abril 2022 se registran 12.839.597 cuentas y usuarios del Servicio de Acceso a Internet, de ellas 34.285 cuentas se encuentran en la provincia de Cotopaxi, en los datos presentados se incluye el valor del Servicio de Internet Móvil provisto por las operadoras de servicio móvil Avanzado. De acuerdo con los datos el 13.93% corresponde al servicio de internet fijo y el 57.45% a las cuentas de internet móvil hasta el mes de Abril [6], estos datos muestran el crecimiento de los usuarios de Acceso al Servicio de Internet.

Desde el punto de vista tanto de los usuarios como de los operadores de las redes de comunicación, se debe considerar un factor importante, que es la garantía de la calidad de servicio (QoS) que se brinda en las redes de datos. Para ello, es necesario implementar medidas para asegurar que las redes brinden el servicio acordado con los

clientes, lo que caracteriza la calidad del servicio. Existen varias iniciativas como: IP Performance Metrics (IPPM), NetFlow, SFlow e IP Flow Information Export (IPFIX) para consensuar el nivel de calidad del servicio prestado y medir el cumplimiento de parámetros como escalabilidad, eficiencia, cobertura y latencia.

AJnet es una empresa que brinda servicios de internet en la ciudad de Latacunga, la comunicación es un factor importante que se debe tomar en cuenta, por lo que se menciona que el principal problema en la red de Fibra óptica está relacionado con el Ancho de Banda, lo que ha provocado falencias a nivel de la red, causando deficiencias en la navegación por internet de los clientes.

La Empresa AJnet se propone mejorar la Calidad de Servicio (QoS) que ofrece a sus clientes evaluando aspectos como son: tiempo de atención, parámetros importantes en las redes con fibra óptica, como: la señal de recepción-transmisión desde OLT (Terminal de Línea Óptica), tiempo de respuesta, atenuación y ancho de banda.

1.3 Fundamentación Teórica

1.3.1 Arquitectura de redes FTTx

FTTx es un término que se utiliza para detallar varias arquitecturas de redes de acceso que utilizan fibra óptica. Los diferentes tipos de FTTX dependen de que tan cercana esté la OLT del usuario final [7].

Una red de acceso PON basada en fibra óptica conecta una gran cantidad de usuarios finales a un nodo de acceso (AN). Los principales puntos de servicio son [7]:

- ✓ Estaciones base de red móvil.
- ✓ Suscriptores en SDU (Unidad de Vivienda Individual) o MDU (Unidad de Vivienda Múltiple).
- ✓ Edificios más grandes como escuelas, hospitales, empresas y gobierno.

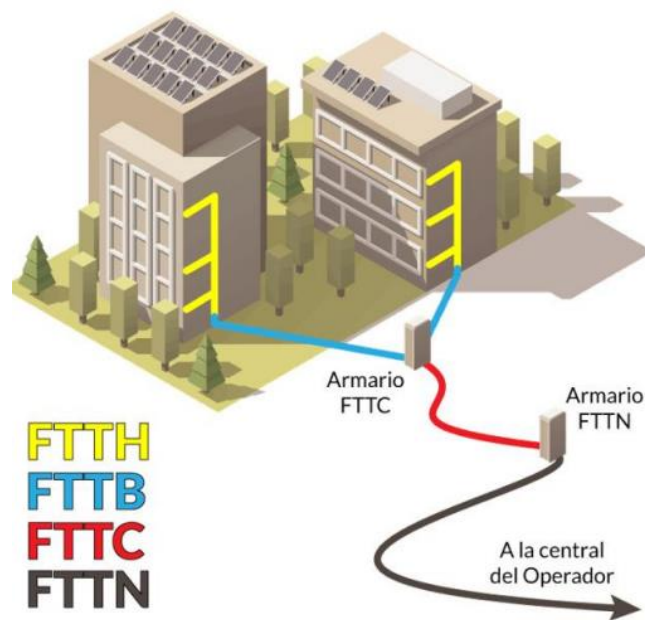


Figura 1 Arquitectura Redes FTTx [3]

- **FTTH**

Fibra hasta el Hogar (FTTH), es una arquitectura en la cual la fibra óptica llega hasta el interior de la casa u oficina. Esta arquitectura de red está basada en redes ópticas pasivas en la que la conexión se realiza de punto a multipunto. Dichas redes cuentan con la capacidad de proporcionar los servicios como voz, datos y video [8].

- **FTTB**

Fibra hasta el Edificio (FTTB) es una arquitectura de comunicaciones en la que la fibra llega al límite del edificio y el otro cableado como cable coaxial, par trenzado, inalámbrico o comunicación por línea eléctrica proporciona la conexión a hogares, oficinas u otras instalaciones [9].

- **FTTC**

Fibra hasta el gabinete, describe el tendido de cables de fibra óptica desde el equipo de la oficina central hasta un interruptor de comunicación ubicado dentro de los 1000 pies (alrededor de 300 m) de una casa o empresa. Las redes a veces se denominan arquitecturas de red de fibra profunda porque su implementación implica ampliar el acceso a la red central en la conectividad de backhaul mediante cables de fibra óptica

profundamente en la red de acceso. El cable de fibra proporciona conectividad backhaul de alta capacidad a Digital [7].

1.3.2 Redes GPON

Actualmente, las interfaces GPON pueden transmitir servicios a través de fibras ópticas pasivas a una tasa de bits simétrica de 1,25 Gbit/s o una tasa de bits asimétrica de 2,5 Gbit/s en sentido descendente y 1,25 Gbit/s de subida para una distancia de 20 km. En sentido descendente, GPON OLT transmite tráfico de usuarios cifrados a través del ancho de banda compartido. Upstream, utiliza la tecnología de acceso múltiple por división de tiempo (TDMA) para proporcionar ancho de banda de alta tasa de bits. Mientras tanto, GPON OLT es compatible con el algoritmo de banda ancha dinámica, lo que hace que la distribución del ancho de banda a la unidad de red óptica (ONU) sea más flexible [10].

1.3.2.1 Arquitectura de redes GPON

En la solución central GPON, la OLT se coloca en la oficina central para proporcionar el modo de acceso GPON; divisores en la entrada del bloque residencial o cerca de la oficina de administración del bloque residencial. Para el FTTH, las series ONT se proporcionan directamente en la caja multimedia de cada abonado. Para el FTTB, la ONU remota podría colocarse cerca del edificio para soportar las tecnologías ADSL2+, VDSL2, G.SHDSL para utilizar el recurso de par trenzado existente en todos los equipos están conectados directamente con fibras ópticas [10].

La plataforma de acceso integrado OLT realiza la infraestructura de acceso flexible según el escenario diferente al requisito del operador. Además, todos los equipos, incluida la OLT, la unidad de red óptica/unidad multivivienda (ONU/MDU) y la ONT, pueden ser administrados por el servidor de administración de red de banda ancha para realizar la solución de administración de extremo a extremo. La arquitectura GPON se muestra compatible con NGN y plataforma de Internet [10].

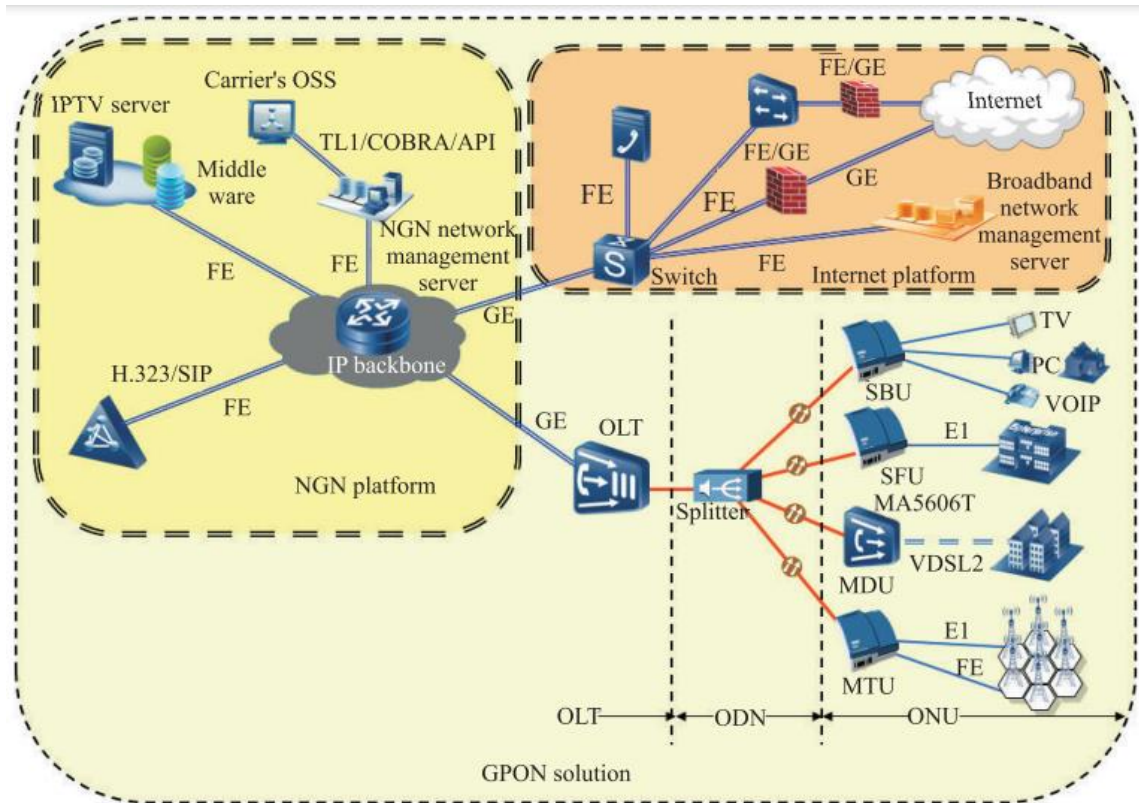


Figura 2 Arquitectura Redes GPON [10]

1.3.2.2 Elementos de la red GPON

- Terminal de Línea Óptica (OLT)

Una OLT proporcionará funcionalidad de agregación y conmutación entre la red central y las interfaces PON. Ofrecerá interfaces PON (hacia ONU/ONT) e interfaces de servicio (hacia la red central). Las interfaces hacia ONU/ONT se denominan interfaces PON (IFPON) y las interfaces hacia la red central se denominan interfaces Uplink (SNI) [11].

Una OLT posee dos objetivos principales:

- ✓ Transformar las señales estándar ocupadas por proveedores de servicios FiOs en tramas y frecuencias aplicadas por el sistema PON.
- ✓ Coordinar el multiplexado entre los dispositivos de conversión en los terminales de red óptica (ONTs) ubicados en las instalaciones de los clientes.

- **Red de Distribución Óptica (ODN)**

La red de distribución óptica (ODN) es una ruta para la transmisión de datos en la red óptica pasiva (PON), que provoca consecuencias directas al rendimiento, la escalabilidad del sistema PON y la confiabilidad. Como componente de un sistema PON, ODN existe como una ruta física entre OLT y ONT para la transmisión. Tiene un alcance de 20 kilómetros o más. Las fibras ópticas ODN, los conectores ópticos, los divisores ópticos pasivos y los componentes auxiliares funcionan juntos [11].

El ODN es forma parte de la red, el cual cuenta con cinco segmentos, como son: nodo de acceso y distribución ópticos, fibra principal, distribución y derivación. La fibra alimentadora que forma parte del marco de distribución óptica (ODF) en la central de telecomunicaciones (CO) y termina en el punto de distribución óptica para cubrir sectores lejanos [11].

- **Fibra Óptica**

Una fibra óptica es una guía de ondas dieléctrica cilíndrica hecha de materiales de baja pérdida como vidrio de silicio. Tiene un núcleo central en el que se guía la luz, incrustado en un revestimiento exterior de índice de refracción ligeramente inferior. Los rayos de luz que inciden en el límite entre el núcleo y el revestimiento en ángulos mayores que el ángulo crítico experimentan una reflexión interna total y son guiados a través del núcleo sin refracción. Los rayos de mayor inclinación respecto al eje de la fibra pierden parte de su potencia en el revestimiento en cada reflexión y no son guiados [11].

- **Marco de Distribución Óptica (ODF)**

El marco de distribución óptica o el marco de distribución de fibra es el nombre completo de ODF/ FDF. El significado de ODF en telecomunicaciones es un dispositivo de soporte esencial para terminar y distribuir cables de fibra en el sistema de transmisión óptica. Se utiliza principalmente para el empalme por fusión de fibra del terminal del cable óptico, la instalación de conectores ópticos, el despliegue de caminos ópticos, el almacenamiento del exceso de coletas y la protección de fibras ópticas. Por lo tanto, las funciones de conexión, terminación, distribución, envío y administración de cables de fibra están centralizadas en un solo aparato. El marco de

distribución de fibra es importante para el funcionamiento seguro y el despliegue flexible de las redes de fibra óptica [11].

Un marco de distribución óptica es un dispositivo portador para terminar y enrutar cables de fibra óptica dentro de una red ODN. Los tipos de ODF incluyen montaje en bastidor ODF, montaje en pared ODF y gabinete ODF en gabinete, etc. [11].

- **Divisor óptico o Splitter**

Se prevén divisores ópticos capaces de proporcionar una división óptica de hasta 1:128, de extremo a extremo, por interfaz PON en OLT. Habrá varias opciones proporcionadas al comprador, como m: N donde m = 1 o 2 y N = 2, 4, 8, 16, 32, 64 y 128. El comprador puede utilizar una combinación de estas opciones divididas. El comprador deberá comunicar los requisitos exactos [11].

- **Mangas de empalmes**

Los manguitos de protección se utilizan comúnmente cuando dos fibras se empalman por fusión. El manguito de protección está destinado a proteger la junta de empalme y la fibra expuesta después de que se haya completado el empalme [12].

El empalme por fusión es un proceso en el que dos fibras ópticas se alinean y luego se unen fundiendo el vidrio óptico de manera controlada. Una vez que esto se completa, el empalme proporciona una pérdida de conexión de casi 0dB. El empalme puede someterse a prueba de resistencia a la tracción como prueba final y aprobación [12].

- **Punto de Acceso de la Red (NAP)**

Un punto de acceso a la red (NAP) es un punto importante donde los proveedores de servicios de Internet (ISP) pueden conectarse entre sí en acuerdos de interconexión [7].

- **Terminal de Red Óptica (ONT)**

El Terminal de Red Óptica u ONT es el dispositivo encargado de entregar los servicios del operador suscrito por el usuario. La gama de terminales se ajusta a los criterios de instalación y servicios implementados. ONT se puede utilizar en topologías de red

FTTx: fibra hasta el hogar (FTTH), fibra hasta la habitación (FTTR), fibra hasta el edificio (FTTB), fibra hasta la empresa (FTTb), fibra hasta la acera (FTTC), etc [11].

Las señales de reproducción múltiple que cumplen con ITUG.984.x proporcionadas en la cabecera FibreData están disponibles en sus conectores; señales como Internet de alta velocidad (Internet de alta velocidad - HSI), VoIP, WiFi, IPTV y/o RF Overlay, etc [11].

1.3.3 Gestión del tráfico de la red

Traffic Management garantiza un rendimiento óptimo de la red con herramientas de monitoreo de red y ancho de banda. Hacerlo ayuda a maximizar el rendimiento y la seguridad de su red existente. También puede identificar qué actividades son intensivas en la red para incluirlas en la estrategia de planificación y crecimiento de su red. La gestión del tráfico de red se utiliza además de otras técnicas de optimización para garantizar el buen funcionamiento de la infraestructura de TI [13].

1.3.4 Técnicas de gestión de tráfico y de control de congestión

Las técnicas de gestión de tráfico son acciones orientadas a la satisfacción de la calidad del funcionamiento de la red, de la misma manera el control de la congestión tiene como finalidad minimizar la intensidad, dispersión y duración de la congestión [14].

El control del tráfico permite manejar el flujo de los paquetes mediante una serie de funciones o técnicas como el control de admisión, control de parámetros de tráfico, marcación de paquetes, conformación de tráfico y gestión de recursos de la red. Todo ello con la finalidad de brindar un servicio de calidad mediante el uso eficiente de la red [14].

Para el control de la congestión de datos se utiliza el control de descarte de paquetes mediante el descarte del tráfico marcado y la notificación de la congestión explícita que se trata de dar un aviso al receptor informando la existencia de una congestión en la red, de esa manera el receptor pueda ejecutar acciones inmediatas y apropiadas para solucionar la congestión [14].

1.3.5 Gestión de red

La gestión de red se enfoca en la organización, control y planificación de los componentes comunicacionales con la finalidad de ofrecer una excelente calidad de servicio, siempre buscando mejorar la disponibilidad y efectividad de este. De la misma manera, se establecen varios parámetros de calidad y control con el objetivo de garantizar un mejor acceso y operatividad [15].

1.3.6 Sistema de gestión de red

Los sistemas de gestión de red o también conocidos como áreas funcionales fueron desarrollados para facilitar y apoyar en la gestión de redes, en varios aspectos como la solución de fallos, congestiones, simplificar la configuración, y entre otros. Como resultados se tiene los siguientes sistemas de gestión [15]:

- Gestión de configuración: Establece los valores y atributos.
- Gestión de fallos: Mide la calidad y servicio.
- Gestión de configuración: Detecta fallos y sus causas.
- Gestión de seguridad: Establece los valores y atributos.
- Gestión de costos: Asigna, contabiliza costos y recursos.

1.3.7 Calidad de Servicio (QoS)

Calidad de Servicio o QoS se refiere al grupo de mecanismos que aseguran la adecuada ejecución de aplicaciones, en el cual garantiza el ancho de banda idóneo para la correcta ejecución, la definición se basa en priorizar tráficoes específicos, controlando los recursos de ancho de banda, equipos, enlaces, entre otros, y permitiendo una mejor gestión y uso más eficiente de los recursos de internet [16].

De la misma manera, posee la función de priorizar segmentos de tráfico en relación con el protocolo, la dirección y el número de puerto. Otra importante acción es el control de la congestión en los dispositivos y la pérdida de paquetes aplicando algoritmos que generen alertas tempranas, y de esa manera el dispositivo reconozca los paquetes que debe procesar o anular [17].

1.3.7.1 Parámetros de medida de QoS

Entre los principales parámetros que se deben controlar en una red que cuente con Calidad de Servicio son:

- **Ancho de Banda mínimo**

El elemento principal de una red es el ancho de banda, mismo que “es una cantidad de la capacidad libre en un enlace de red, es decir, la capacidad de un enlace” [18], generalmente se mide en bits por segundo (bps). De acuerdo con eso el ancho de banda mínimo, hace referencia a la medida del ancho de banda mínima necesaria por el flujo de una aplicación. Es necesario establecer el intervalo de tiempo para la medición de este, puesto que varios intervalos de medición pueden generar diferentes efectos, está relacionado con la cantidad mínima de ancho de banda requerida por el flujo de la aplicación [16].

$$AB = \frac{Tm}{T}$$

Ecuación 1 Ancho de Banda

Donde:

AB = Ancho de Banda “Megabits por segundo” (Mbps);

Tm = Tamaño del Archivo (Mb);

T = Tiempo de transferencia (s).

- **Delay (Retardo)**

Retardo o latencia, “el retraso hace referencia al tiempo que se demora un paquete en arribar del remitente al receptor” [19] por lo tanto, mientras mayor es el tiempo que tarda, más lenta “parece” la red. La latencia comúnmente se evalúa en milisegundos (ms). Los retrasos de solicitud se pueden especificar como su retraso promedio (retraso promedio) o por el retraso siendo un caso desfavorable. Por lo tanto, el retraso experimentado por un paquete tiene tres componentes: retraso de propagación, retraso de transmisión y retraso de procesamiento experimentado por el paquete. Obtener un parámetro que establezca el tiempo de transmisión de los paquetes [16].

$$D_{prom} = \frac{L}{C}$$

Ecuación 2 Delay

Donde:

D_{prom} = Retardo promedio (ms);

L = Longitud del paquete (bits);

C = Tasa de transmisión del paquete (bps)

- **Jitter (Variación de retardo)**

Este término hace referencia a “la medida en la que varía el retraso entre paquetes”. Jitter establece la diferencia máxima existente entre los retrasos más cortos y largos experimentados por un paquete. En cualquier caso, la variación generada por la demora no debe ser mayor que la demora del peor caso o del procesamiento relacionada con la fórmula [16]:

$$j_{prom} = \frac{\sum_i^n |Di|}{n}$$

Ecuación 3 Jitter - Variación de retardo

Donde:

J_{prom} = Jitter promedio (ms);

Di = Retardo promedio (ms);

n = Número de retardos

- **Pérdida de paquetes**

“A medida que los paquetes “viajan” por una red, algunos de ellos tienen la posibilidad de perderse, es decir, no lograr su destino”. En este sentido, la pérdida de paquetes se representa por el porcentaje de paquetes que no logran su meta, lo cual es un problema en las redes porque los errores de transmisión pueden estropear bits y demorar la transmisión. Esta pérdida puede ser generada por inconvenientes en cualquier dispositivo que establezca conectividad de red, o por superar la capacidad de un búfer, dispositivo o aplicación durante una congestión a la que se aplica la ecuación. [16]:

$$Tp = \frac{P_s - P_r}{P_s} * 100$$

Ecuación 4 Pérdida de paquetes

Donde:

Tp = Tasa de pérdida de paquetes (%);

P_s = Paquetes enviados;

P_r = Paquetes recibidos.

La pérdida de paquetes de datos se ocurre cuando existen factores que no posibilitan que los datos lleguen a su destino, tales como:

- Mala calidad del medio físico o electromagnético
- Mala configuración de los equipos
- Congestión de enlaces.
- Cambio en los protocolos o el esquema de enrutamiento [5]

1.3.8 Regulación de los servicios de internet en Ecuador

La entidad encargada de regular los servicios de internet es ARCOTEL, esta entidad regula el uso del espectro radioeléctrico y de telecomunicaciones protegiendo el derecho de acceso a sistemas de calidad. Otras de sus funciones es la asignación transparente, equitativa y eficiente de la gestión de los recursos inherentes, de igual manera se encarga de controlar el uso del espectro radioeléctrico y la prestación de servicios de telecomunicaciones con un enfoque en la calidad, seguridad, accesibilidad y protección de datos personales [20].

1.3.9 MikroTik

La empresa fue creada en Letonia en el año 1995 con la finalidad de desarrollar sistemas inalámbricos y routers. El primer sistema operativo lanzado por la empresa fue RouterOS, el cual tuvo una gran acogida entre pequeñas y grandes empresas. En el ámbito de desarrollo de redes ofrece estabilidad y flexibilidad en aspectos como la gestión y configuración de la red [21].

- Sistema operativo RouterOS

Los productos hardware llamados RouterBoard de MikroTik utilizan el sistema operativo RouterOS. Está basado en el núcleo Linux que contiene varias facilidades para llevar a cabo un Proveedor de Servicios de Internet (ISP) [21].

El sistema operativo es compatible con una gran variedad de tarjetas de red como ethernet, Wireless 802.11 en varias versiones y con algunas generaciones de módems. Una de sus ventajas es su interfaz sencilla e intuitiva que facilita el uso de sus funciones como enrutamiento, firewall, punto de acceso inalámbrico y entre otras funciones [21].

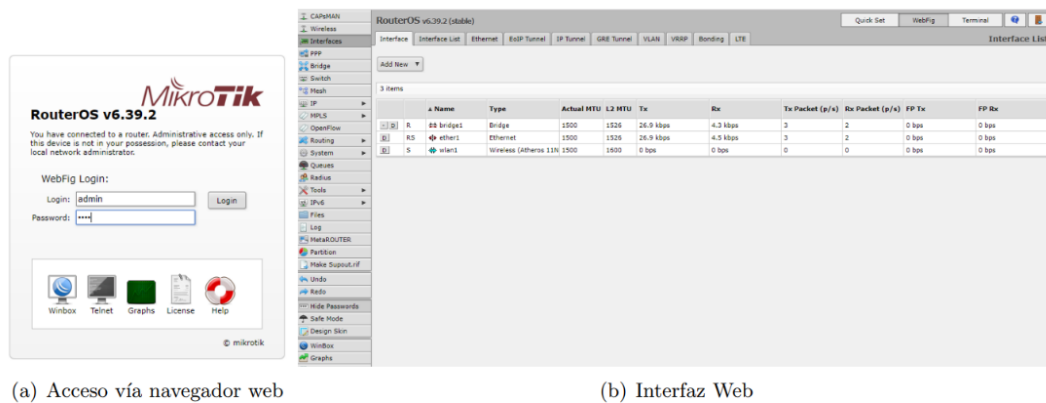


Figura 3 Interfaz sistema operativo RouterOS [21]

- RouterBoard

RouterBoard son una gama de productos con varios modelos de placas base que son parte fundamental de los routers. Estos poseen varios slots de expansión que permiten la conexión con cables Ethernet, puertos USB, tarjetas de red inalámbricas y otros dispositivos. Estos productos utilizan el sistema operativo RouterOS, los cuales poseen la ventaja de poder actualizar el software de los equipos y de esa manera mantenerlos siempre operativos [21].

- WinBox

MikroTik es propietaria de la herramienta llamada WinBox, cuya función es permitir el acceso a los routers, mediante el sistema operativo RouterOS. Mediante esta

herramienta se puede llevar a cabo la mayor cantidad de configuraciones de RouterOS [21].

1.3.10 Ubuntu

Ubuntu fue desarrollado por una compañía británica llamada Canonical en el año 2004. Una nueva versión es lanzada cada 6 meses, además existe una comunidad de Ubuntu, a la cual se le permite contribuir a comprobar los errores existentes en el software, así como dar soporte de manera gratuita [22].

Ubuntu tiene una gran facilidad de uso, así como varios aspectos importantes como su sólida seguridad, además, tiene una estricta política de privacidad de datos, posee un rendimiento liviano con la facilidad de ser compatible con una gran cantidad de aplicaciones [22].

- Ubuntu Server

Ubuntu Server es un sistema operativo desarrollado por Canonical junto a programadores de código abierto de todo el mundo. Este sistema funciona casi con cualquier hardware. Ofrece una mayor facilidad en el uso con sitios web, recursos compartidos de archivos y actualmente ha tenido presencia en la nube [23].

Aproximadamente un 35.9% de las páginas web que existen funcionan con Ubuntu Server. Este sistema puede ser utilizado para otras funciones como servidor de correo, servidor de archivos, servidores en la nube, servidor de base de datos [23].

1.3.11 Monitoreo de redes

Los sistemas de monitoreo de red incluyen herramientas de hardware y software que permite detectar fallas inmediatas en dispositivos, conexiones o problemas que limitan el flujo de datos, el uso del ancho de banda y el tiempo de actividad. Estos sistemas cuentan con alertas inmediatas de los problemas presentes, los cuales se envían por correo electrónico, mensaje de texto o telegram, a la vez proporcionar informes constantes del análisis de red [24].

1.3.11.1 Ntop

Ntop es una herramienta simple de monitoreo y medición de tráfico móvil (GPL) de código abierto que admite una amplia gama de actividades de administración, incluida la planificación y optimización de redes, y la detección de brechas en la red [25].

Esta herramienta ha sido creada para solucionar los problemas de un monitoreo real. La herramienta es portable y tiene un uso de recursos mínimos. Tiene muchas funciones relacionadas con la medición de tráfico, caracterización y monitoreo de tráfico, optimización y planificación de red y entre otras funciones más [25].

1.3.12 Monitoreo de Ping

El monitoreo de ping es cuando un usuario hace ping a un dispositivo y espera una respuesta. Luego, el monitor evalúa la fuerza de la conexión según el tiempo de respuesta. El monitoreo de ping es una de las técnicas de acceso que utiliza un administrador para verificar la disponibilidad de los dispositivos de red. Luego, el monitor evalúa la fuerza de la conexión según el tiempo de respuesta. El uso de una herramienta de software de escaneo de ping para monitorear dispositivos puede indicar si un dispositivo está activo o inactivo. Supervisar la red y de esta manera brindar una perspectiva clara de la salud de los dispositivos clave, lo que a su vez asegura la estabilidad de las conexiones de red [26].

1.3.12.1 Zabbix

Zabbix tiene la capacidad de monitorear varios parámetros de una red. El software permite crear alertas, lo que facilita una rápida reacción a los problemas generados en los dispositivos en relación con la capacidad, rendimiento y disponibilidad de los servidores. Otra importante característica de esta herramienta es que ofrece reportes y visualizaciones de los datos de calidad, todo ello mediante la recolección y almacenamiento de los datos [27].

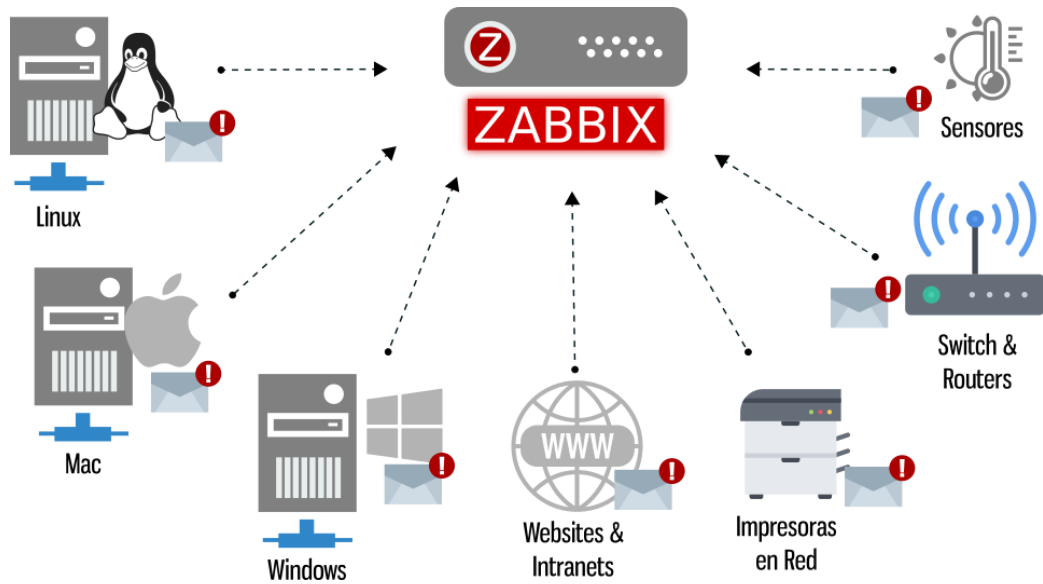


Figura 4 Funcionamiento Zabbix [27]

Características

- Capacidad de monitoreo de dispositivos
- Alto rendimiento
- Monitoreo Centralizado (FrontEnd)
- Visualización en tiempo real
- Notificaciones inmediatas
- Open Source

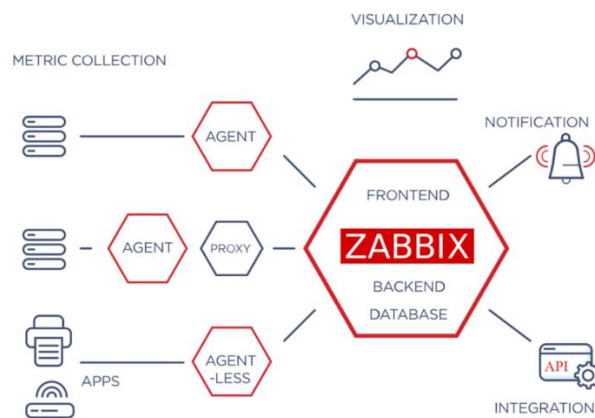


Figura 5 Componentes básicos del monitoreo Zabbix [28]

Existen componentes esenciales al momento de implementar el sistema de monitoreo Zabbix, se detallan a continuación:

Tabla 1 Monitoreo Zabbix: Componentes básicos [28]

Componente	Detalle	Función
FrontEnd	Parte imprescindible, interfaz de usuario	Interactuar con el usuario
		Mostrar los datos recolectados
		Configurar dispositivos, medida, condiciones de error, alertas
BackEnd	Parte imprescindible, configuraciones importantes	Analizar los datos recolectados
		Cosechar datos centralizadamente
		Almacenar los datos en la DB
		Notificar a los usuarios
Base de datos	Parte imprescindible, lugar donde se guarda toda la información	Administrar la base de datos
		Configuraciones de monitoreo
Proxy	Su instalación no es obligatoria	Datos históricos
		Saltar proxies
		Compartir trabajos con el Server
Agente	Su instalación no es obligatoria	Agrupar configuraciones por características
		Independizarnos del sistema operativo
		Cosechar datos
		Ejecutar comandos remotos
		Compartir trabajos con el Server o Proxy

1.4 Objetivos

1.4.1 Objetivo General

- Implementar un sistema para el nodo de gestión y monitoreo de Calidad de Servicio de la empresa AJnet en el Cantón Latacunga

1.4.2 Objetivos Específicos

- Analizar la situación actual del proveedor de servicios de Internet AJnet en la ciudad de Latacunga.
- Desarrollar una aplicación para controlar la Calidad de Servicio de la red GPON.
- Evaluar los resultados obtenidos del sistema implementado en la red GPON de la empresa AJnet.

CAPÍTULO II

METODOLOGÍA

2.1 Materiales

En el presente proyecto de investigación se emplearon varios dispositivos propiedades de la empresa AJnet como: routers MikroTik para la conexión y envío de información, un CPU para configurarlo como servidor de la aplicación y colector de la información, terminales de fibra y routers de clientes para realizar pruebas de funcionamiento. En referencia con la estructura física se realizó la conexión del servidor acoplándolo a la topología previamente implementada en la empresa y siguiendo parámetros de configuración de la red.

Para el desarrollo de la aplicación web destinada a la gestión y monitoreo de la calidad de servicio de la empresa AJnet, se empleó para el backend el lenguaje HTML y PHP; mientras que el frontend se realizó en CSS y JavaScript, para la recolección y gestión de la información se implementó MySQL como gestor de base de datos para administrar y procesar la información de parámetros de calidad de servicio.

2.2 Métodos

2.2.1 Modalidad de la Investigación

Para el desarrollo de la presente investigación se trabajó bajo un estudio aplicado, el cual partió de los conocimientos adquiridos en la formación académica y que planteó el diseño de una aplicación que permitió monitorizar las variables de control de fibra óptica para mejorar el servicio de los clientes.

Investigación bibliográfica, se realizó la búsqueda de información referente a parámetros que se evalúan en las redes de fibra óptica y Calidad de Servicio (QoS), en fuentes documentales como revistas, artículos y trabajos investigativos existentes en repositorios académicos.

En el proyecto se realizó investigación de campo, debido a que el investigador analizó a la empresa AJnet ubicada en la ciudad de Latacunga para conocer su diseño de la red

de fibra óptica, la Calidad de Servicio que ofrece a sus clientes y de esta manera percibir la situación actual de la empresa.

2.2.2 Recolección de la Información

La técnica aplicada para el desarrollo del proyecto fue la lectura de artículos técnicos acerca de la calidad de servicio que prestan los ISP, los equipos que manejan, las configuraciones y las normas que deben trabajar de acuerdo con la Agencia de Regulación y Control de las Telecomunicaciones.

2.2.3 Procesamiento y Análisis de Datos

La información fue tomada de la investigación de campo, misma que ayudó a aclarar dudas y elaborar la aplicación que permitió mejorar la calidad de servicio que se ofrece a los clientes.

- Revisión de la información recopilada.
- Estudio de propuestas de solución para determinar el monitoreo y gestión de la red.
- Planteamiento de la propuesta de solución
- Verificación de la correcta implementación de la aplicación y su funcionalidad para monitorear y gestionar la red

2.2.4 Propuesta de Solución

En el desarrollo del nodo de gestión y monitoreo de calidad de servicio de la empresa AJnet en el Cantón Latacunga, se analizó la infraestructura de la red con tecnología GPON implementada en la empresa, desarrollando una aplicación que recopiló los datos de los clientes y a su vez integró un sistema de alertas, para mejorar el tiempo de atención y la monitorización de los parámetros importantes de la red. Con los datos obtenidos se evaluó la calidad de servicio de los clientes y las falencias a nivel de la red.

2.2.5 Desarrollo del Proyecto

Para el desarrollo del sistema de gestión y monitoreo de Calidad de Servicio de la empresa AJnet en el Cantón Latacunga se realizó las siguientes actividades:

Tabla 2 Actividades del proyecto investigativo

Tema	
Nodo de gestión y monitoreo de calidad de servicio de la empresa AJnet en el Cantón Latacunga.	
Objetivo General	
Implementar un sistema para el nodo de gestión y monitoreo de Calidad de Servicio de la empresa AJnet en el Cantón Latacunga.	
Objetivo Específico 1	
Analizar la situación actual del proveedor de servicios de Internet AJnet en la ciudad de Latacunga.	
1	Descripción de la situación actual de la empresa AJnet.
2	Análisis de parámetros técnicos de las redes GPON.
3	Recolección de información de la calidad de servicio ofrecido por la empresa.
4	Análisis de la Calidad de Servicio de internet que disponen los clientes.
5	Reconocimiento de los problemas existentes en la Calidad de Servicio ofrecida a los clientes.
Objetivo Específico 1	
Desarrollar una aplicación para controlar la calidad deservicio de la red GPON.	
1	Búsqueda de parámetros que permitan mejorar la Calidad de Servicio de la empresa AJnet.
2	Análisis de softwares que permitan elaborar aplicaciones.
3	Diseño de una aplicación que permita automatizar y generar un sistema de alertas de los inconvenientes que presente la red GPON.
Objetivo Específico 3	
Evaluar los resultados obtenidos del sistema implementado en la red GPON de la empresa AJnet.	
1	Implementación de la aplicación.
2	Ejecución de pruebas, detección y corrección de errores del sistema.
3	Elaboración del manual de usuario.

Fuente: Investigador

CAPÍTULO III

RESULTADOS Y DISCUSIONES

3.1 Análisis y Discusión de los resultados

El desarrollo e implementación del nodo de gestión y monitoreo de Calidad de Servicio de la empresa AJnet en el cantón Latacunga permite la navegación por internet sin inconvenientes de acuerdo con los requerimientos que presentan sus clientes. Esta aplicación permite mejorar la atención al cliente en cuanto a falencias a nivel de la red y a su vez el tiempo de respuesta ante emergencias como ausencia de Señal Óptica, Potencia Baja y fallas en los equipos.

3.2 Desarrollo de la propuesta

El proyecto se desarrolló con una metodología teórico-práctica, para ello se realizó una revisión documental en repositorios nacionales e internacionales, de la misma manera, se indagó en investigaciones en las que presenta la importancia de contar con Calidad de Servicio en las redes implementadas con tecnología GPON, ya que asegura un excelente servicio a los clientes y cumple con los requerimientos de ancho de banda, tiempo de retardo y factores claves en el diseño de redes. Adicionalmente, debido a los requerimientos del proyecto fue necesario entrevistar al personal de soporte técnico y a un grupo de usuarios del servicio de internet de diferentes sectores de acuerdo con la distribución de la red.

3.2.1 Descripción de la situación actual de la empresa AJnet.

3.2.1.1 Descripción de la empresa

AJnet es una empresa proveedora de servicios de internet, trabaja mediante fibra óptica, está ubicada en la calle Guayaquil 5-27, entre Belisario Quevedo y Quito, en el centro de la ciudad de Latacunga, provincia de Cotopaxi. Fue constituida en el año 2011 como Persona Natural, con RUC 0501873913001 siendo su representante legal, Ingeniero Aguilera Jiménez Jorge Mauricio, su logotipo es AJnet y su slogan “Tu Proveedor de Internet”.



Figura 6 Logo y Slogan AJnet

Fuente: AJnet

3.2.1.2 Cobertura de la empresa AJnet

Actualmente la empresa AJnet brinda cobertura a los siguientes cantones en la provincia de Cotopaxi.

- Cantón Latacunga
- Cantón Pujilí
- Cantón Salcedo

En el cantón Latacunga se encuentra el nodo principal, lugar donde se desarrolló el proyecto de investigación.

En el anexo A se adjunta la cobertura de la red AJnet en Latacunga.

3.2.1.3 Ubicación

Latacunga es un cantón perteneciente a la provincia de Cotopaxi, posee una población de 170.489 habitantes según el último censo realizado en el 2010.

El nodo principal de la empresa AJnet se encuentra ubicado en la oficina del cantón Latacunga, en las calles Guayaquil 5-27, entre Belisario Quevedo y Quito.

Análisis de la red actual de provisión de AJnet

La red de Fibra óptica de la empresa AJnet tiene como proveedor a la empresa UFINET-NEDETEL, la cual provee un ancho de banda de 10 Gbps distribuida entre los clientes de AJnet en los tres cantones que son: Latacunga, Pujilí y Salcedo.

3.2.1.4. Descripción de la red de Fibra óptica de la empresa AJnet

En el cantón de Latacunga, la empresa AJnet cuenta con una red implementada de tipo Fiber To The Home (FTTH) con tecnología GPON.

Arquitectura de la Red

La arquitectura de la red implementada en AJnet cuenta con una topología de árbol, ya que en GPON se maximiza la cobertura minimizando el número de divisiones y a su vez reduciendo la potencia óptica que llega al cliente final.

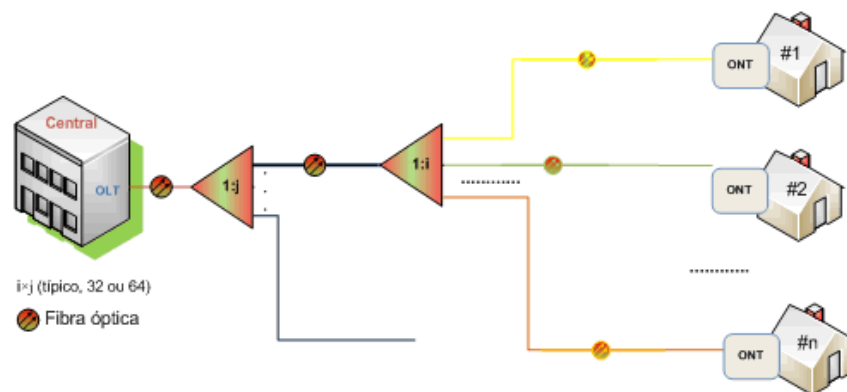


Figura 7 Arquitectura red GPON [29]

Red de planta externa

La empresa AJnet tiene cobertura en la parte urbana y rural del cantón Latacunga, la red de planta externa cuenta con un Red de Distribución Óptica que conecta la OLT ubicada en el centro de la ciudad con los clientes de finales que se encuentran en ramificaciones de la red principal. Para asegurar una conexión eficiente es necesario verificar que el presupuesto óptico sea el correcto, en el mismo se debe considerar las pérdidas que se generan en los elementos pasivos de la red.

Red Troncal

La red troncal de AJnet está conformada por una fibra ADSS de 48, mismo que se despliega de la OLT ubicada en el centro de la ciudad hacia el norte por la Av. Amazonas, sur por la Av. Unidad Nacional y este por la Av. Marco Aurelio Subía.

En el anexo B se adjunta la red troncal de la empresa.

Red de distribución

La red de distribución está conformada por los cables que están después de la red troncal de la empresa AJnet, considerando esto, la red está conformada por ADSS de 24, 12 y 6 hilos. Para esta red es necesario el sangrado de la fibra principal y la utilización de mangas y splitters que posteriormente formarán las NAP's.

En el anexo C se adjunta la red de distribución de la empresa.

Red de última milla

La red de última milla es la que conecta el equipo ONT que está donde el cliente final y la NAP, para esta conexión se utiliza flat drop de dos hilos.

En la red AJnet en las NAP's se utiliza conectores mecánicos por medio de una conexión SC/APC que se conecta en la salida del splitter de segundo nivel por medio de cable drop hacia el cliente, en el mismo se coloca una roseta donde se fusiona el pigtail SC/APC, para conectar mediante un patch cord de tipo SC/APC - SC/UPC que conecta a una ONU o un terminal de fibra conectado a un Router.



Figura 8 Segunda división óptica

Fuente: Investigador

Red de planta interna

La red de planta interna de AJnet en el nodo Latacunga, cuenta con varios equipos activos, cada uno tiene su función en la red, los cables que llegan hasta el ODF es

ADSS de 48 hilos, por medio de un patch-cord SC/APC – SC/UPC se conecta el ODF con la OLT, seguido se conecta hasta los equipos de núcleo de la red y administrar el tráfico de la red por medio de patch-cord integrados con conectores SFP, al equipo de borde llega los cables de fibra óptica del proveedor de servicios de internet. AJnet cuenta con UFINET-NEDETEL como empresa proveedora, y hacia el equipo de Core se realiza el uplink hacia la OLT, en el mismo equipo se ejecuta todo el control, políticas y funcionamiento de la red.

Parámetros Técnicos

A continuación, se detallan los parámetros técnicos de los equipos que componen el nodo central de AJnet en la ciudad de Latacunga.

OLT MA5683T

La OLT MA5683T es un sistema GPON/EPON de media capacidad, la OLT está ubicada en el primer rack de AJnet, se encarga de gestionar las ONT y opera en la capa 2.

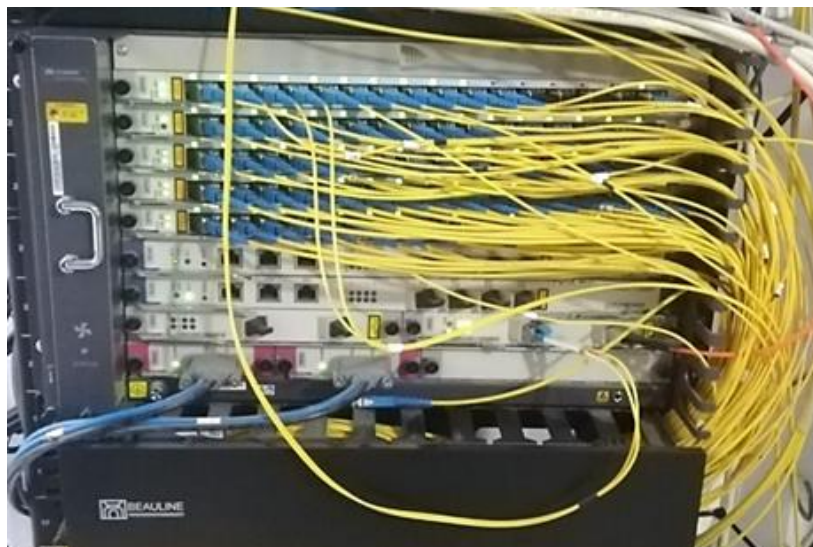


Figura 9 OLT MA5683T

Fuente: Investigador

Se detalla a continuación las características principales del equipo **OLT MA5683T**.

Tabla 3 Características principales OLT MA5683T

Característica	Detalle
Gabinete compatible	Gabinete interior: N66E-18 Gabinete al aire libre: F01S300, F01T500, F01T300
Tarjeta de servicio	Tablero de control principal: 2 SCUN Tablero de servicio: 6 GPFD Tarjeta de interfaz universal: 1 espacio Placa de interfaz de enlace ascendente: 2 X2CS Tarjeta de alimentación: 2 PRTE
Tipo de acceso	GPON, EPON, P2P
Chasis	16 slots de 21"
Alimentación	2 fuentes redundantes de Corrientes directa DC
Configuración de los puertos de salida	EPON y GPON simultáneamente
Splitter	1:128

Fuente: Investigador basado en [30] [30]

Huawei MA5683T OLT C+

Tabla 4 Características Huawei MA5683T OLT C+

Detalle	Características
Capacidad de conmutación del bus de fondo	1,5 Tbit/s
Retardo de conmutación/reenvío	Breve retraso de reenvío: el puerto Ethernet de 100 Mbit/s envía los paquetes Ethernet de 64 bytes con un retraso inferior a 20 μ s.
BER a plena carga	BER al transmitir datos a plena carga $< 10 e^{-7}$
Puerto GPON	GPBD/GPBH: 8 puertos por placa GPFD: 16 puertos por placa
Puerto 10G GPON	XGBC: 4 puertos por placa XGBD: 8 puertos por placa
Potencia óptica de salida mínima	3,00dBm
Potencia óptica de salida máxima	7,00dBm
Sensibilidad máxima del receptor	-32,00dBm
Tipo de conector óptico	SC/PC

Fuente: Investigador basado en [30]

MikroTik Cloud Core Router CCR1072-1G-8S+

El CCR1072 está alimentado por una CPU de 72 núcleos, cada uno tiene una frecuencia de 1 GHz, está equipado con 8 puertos 10G SFP+ conectados de manera independiente, cuenta con dos fuentes de alimentación extraíble para redundancias.



Figura 10 MikroTik Cloud Core Router CCR1072-1G-8S+

Fuente: Investigador

Se detalla a continuación las características principales del equipo CCR1072-1G-8S+

Tabla 5 características principales del equipo CCR1072-1G-8S+

Modelo	CCR1072-1G-8S+_
Frecuencia nominal del CPU	1GHz
RAM	16GB
10/100/1000 puertos Ethernet	1
Núcleos de CPU	72
Sistema Operativo	RouterOS
Puerto Serial	RJ45
SFP	8x 10G Ethernet SFP+ soporte DDMI
Fuente de alimentación	2x conectores estándar IEC C14 110/220V
Voltaje de entrada compatible	12V
Consumo máximo de energía	100W

Fuente: Fuente: Investigador basado en [31]

Huawei convertidor AC a DC (ETP48100-B1-50A)



Figura 11 Huawei convertidor AC a DC (ETP48100-B1-50A)

Fuente: Investigador

Se detalla a continuación las características principales del equipo Huawei convertidor AC a DC (ETP48100-B1-50A)

Tabla 6 Huawei converter AC to DC (ETP48100-B1-50A)

Voltaje de entrada	Rango de voltaje monofásico de 220 V CA: 176 V CA a 290 V CA
Frecuencia de voltaje de entrada	45 Hz a 65 Hz
Tensión de salida	Rango de voltaje: -42 V CC a -58 V CC
Corriente de salida	30 a para la alimentación de entrada monofásica de 220 V CA
Potencia máxima de salida (W)	3000W (176–290V CA); 1250W (85–175 V CA reducido linealmente)
Capacidad de protección contra sobretensiones	2 kV en modo diferencial 4 kV en modo común

Fuente: Investigador basado en [32]

Bandeja ODF 48 fibras (SC/UPC)

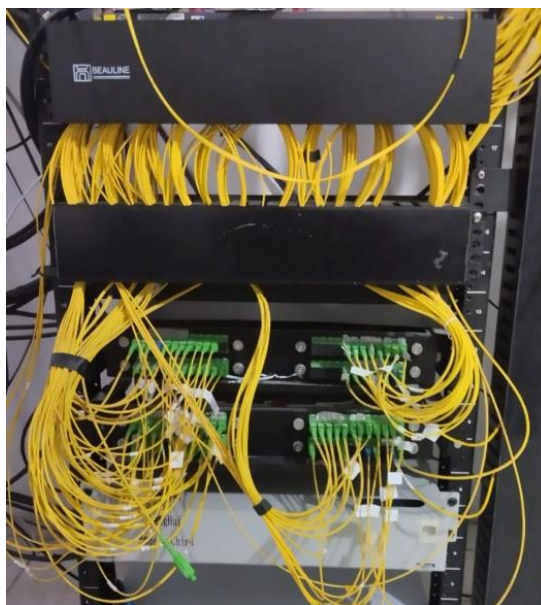


Figura 12 Bandeja ODF 48 fibras (SC/UPC)

Fuente: Investigador

Se detalla a continuación las características principales de la bandeja ODF 48 fibras (SC/UPC)

Tabla 7 características principales de la bandeja ODF 48 fibras (SC/UPC)

Tipo de la Fibra	La Bandeja de Fibra puede ser utilizado con cualquier tipo de fibra	Óptica
Tipo de Conector	Compatible con LC, SC, ST y FC utilizando las placas estándar LGX	es
Soporte para empalmes	Hasta 48 empalmes	
Cantidad de Adaptadores	Posee capacidad para hasta 48 fibras en 01U con conectores LC Posee capacidad para hasta 36 fibras en 01U con conectores SC Posee capacidad para hasta 24 fibras en 01U con conectores FC y ST.	
Tipo de Cable	Es recomendable la instalación con cables tipo "tight". Puede ser utilizado con cables tipo "loose"	

Fuente: Investigador basado en [33]

Situación actual de la infraestructura de la red AJnet

La red GPON de AJnet, está formado por equipos de la red de planta interna y la ODN, los equipos de la red de planta externa e interna están detallados en la siguiente tabla:

Tabla 8 Situación actual de la infraestructura de la red AJnet

Infraestructura de la red troncal AJnet	
Componente	Descripción
Fibra óptica	FIBRA PRINCIPAL 1 OPTICA 48 HILOS (MTS)
	FIBRA DISTRIBUCION 1 OPTICA 12 HILOS (MTS)
	FIBRA DISTRIBUCION 2 OPTICA 6 HILOS (MTS)
Elementos	MANGAS PARA FIBRA OPTICA 48 HILOS
	MANGAS PARA FIBRA OPTICA 12 HILOS
	NAP 1X16 PUERTOS
	SPLITER OPTICO 1X8 SC/APC
Pasivos	UNIONES SC-UPC
Herrajes	PREFORMADOS FIBRA 48 HILOS
	PREFORMADOS FIBRA 12 HILOS
	ROLLOS BANDIMEX
	VINCHAS 3/4
	HERRAJE BRAZO FAROL (MTS)
	HERRAJES TIPO ARGOLLA
	HERRAJES DE PASO
ACRILICOS CON NOMENCLATURA	

Headen	BANDEJA ODF 48 FIBRAS (SC/UPC)
	PATCH CORD CAT 6A RJ-45 2M
	PATCH CORD SC/UPC - SC/UPC 1M
	HUAWEI MA5683T OLT C+
	MikroTik cloud core router CCR1072-1G-8S+
	Gabinete Rack Beaucoup 42ur 1,9m
	HUAWEI converter AC to DC (ETP48100-B1-50A)
	UPC APC 3KVA CON BATERIAS
Abonados	CONECTOR MECANICOS SC/APC
	KIT DE LIMPIEZA FO
	KIT PARA INSTALADORES FO MECANICOS
	CABLE DROP G657 A2 HILOS X METRO
	HUAWEI GPON ONT, 1GE (HG8010C)

Fuente: AJnet

En el anexo D se adjunta imágenes de la empresa AJnet.

Modo de operación actual de la red AJnet

Una vez dimensionada la infraestructura con la que cuenta la red de AJnet, se detallará a continuación los softwares que se ocupa en la empresa para establecer los parámetros de Calidad de Servicio (QoS), políticas y los servicios que ofrece.

Los planes de internet y oferta económica con los que cuenta la empresa son los siguientes:

Tabla 9 Planes de internet de AJnet

Planes	Velocidad [Mbps]	Precio [\$]
Plan 1 – Pro	40	20.00
Plan 2 – Super	70	25.00
Plan 3 – Ultra	100	30.00
Plan 4 – Inmejorable	125	35.00

Fuente: AJnet

Software de administración

Wisphub

- Permite la administración de wisp e ISP, este sistema se basa en la nube, es decir no requiere un equipo adicional que funcione como servidor. Se integran a la red de forma transparente por medio de la API de MikroTik [34].

U2000

- El U2000 admite la gestión unificada de equipos multidominio, también la gestión unificada en las capas de los elementos y de la red. El U2000 ha revolucionado el modo de gestión basado en capas para cumplir con los requisitos de gestión para la transformación de la red vertical existente a la red horizontal aplanada [35].
- El U2000 es un sistema de gestión de red unificada (NMS) para múltiples dominios que tiene como objetivo minimizar los costos de O & M y traer más beneficios de red a los transportistas [35].

U2000 Software de control de OLT

Hilos puros por sectores: U2000 permite identificar los hilos que salen de la OLT, a cada uno de ellos se les asignará un nombre de acuerdo con la estructura de cableado estructurado de acuerdo con el FRAME/SLOT/PUERTO.



Status	Name	Alias	Min. Distance (km)	Max. Distance (km)
●	Frame:0/Slot:5/Port:6	AKI SUR - LEON	0	
●	Frame:0/Slot:5/Port:5	REMANSO-BOSQUE-SIXTO LAN-SAN ORE	0	
●	Frame:0/Slot:5/Port:4	HOSP IESS - REMANZO	0	
●	Frame:0/Slot:5/Port:3	TAPALAN - LAGUNA	0	
●	Frame:0/Slot:5/Port:2	RUMIÑAHUI-JUNTA CALIF-LA LAGUNA	0	
●	Frame:0/Slot:5/Port:15	UTC - ARUPOS	0	
●	Frame:0/Slot:5/Port:14	FUENTES - NEVADOS - CHOFER	0	
●	Frame:0/Slot:5/Port:13	GUAYAQUIL A.VELA MARCO A. SUBIA	0	
●	Frame:0/Slot:5/Port:12	LA LIBERTAD - ITSA - HNO MIGUEL	0	
●	Frame:0/Slot:5/Port:11	CARMEN- FAE	0	
●	Frame:0/Slot:5/Port:10	ANTONIA VELA	0	
●	Frame:0/Slot:5/Port:1	ESPE - SAN AGUSTIN	0	
●	Frame:0/Slot:5/Port:0	AJ - MERCED - SALLE	0	
●	Frame:0/Slot:4/Port:9	GUALUNDUN - SAN SEBAS	0	
●	Frame:0/Slot:4/Port:8	AV. ORIENTE - EL CALVARIO	0	
●	Frame:0/Slot:4/Port:7	CDLA. PATRIA - MOGOLLON	0	
●	Frame:0/Slot:4/Port:6	NICARAGUA Y 10 DE AGOSTO	0	

Figura 13 Hilos puros por sectores

Fuente: Investigador

Información estado de los equipos: El programa permite verificar el estado de los equipos de los clientes que están conectados en cada hilo de fibra, en el mismo se observa el estado de la ONU con los siguientes colores:

Tabla 10 Información de los clientes según el estado de los equipos

Color	Estado
Verde	Activo
Rosa	Apagado
Morado	Desactivado
Rojo	LOS

Fuente: Investigador

Status	ONU ID	Name	Alias	Vendor ID	Te
●	46	YANEZ VILLAGOMEZ SONNIA DANIELA	YANEZ VILLAGOMEZ SONNIA DANIELA	HWTC	HG
●	45	NINASUNTA CHANALUISA MARCO VINCIO	NINASUNTA CHANALUISA MARCO VINCIO	HWTC	HS
●	44	JACOME VALLEJO MANUEL ISAIAS	JACOME VALLEJO MANUEL ISAIAS	HWTC	HG
●	43	CEDENO CEDENO JOSE	CEDENO CEDENO JOSE	HWTC	HS8545M5
●	42	TOAPANTA CANDO MARCELO	TOAPANTA CANDO MARCELO	HWTC	HG
●	41	SILVA DIAZ XIMENA DEL ROCIO	SILVA DIAZ XIMENA DEL ROCIO	HWTC	HG
●	40	ZAPATA CHAVEZ MONICA ALEXANDRA	ZAPATA CHAVEZ MONICA ALEXANDRA	HWTC	HS
●	39	GININ BUESTAN MAYRA JAQUELINE	GININ BUESTAN MAYRA JAQUELINE	HWTC	HS
●	38	CAÑAR GONZAGA VICTOR MANUEL	CAÑAR GONZAGA VICTOR MANUEL	HWTC	HS
●	37	CAIZA CHICAIZA SAUL WILFRIDO	CAIZA CHICAIZA SAUL WILFRIDO	HWTC	EG
●	36	YUVI TUCUMBI JEFFERSON	YUVI TUCUMBI JEFFERSON	HWTC	EG
●	35	CALVACHE GUILCASO CARLOS JAVIER	CALVACHE GUILCASO CARLOS JAVIER	HWTC	EG

Figura 14 Estado de los clientes según señal óptica

Fuente: Investigador

Asignación de la IP desde la OLT: Debido a que es un software de control del servicio de internet permite dar de alta a los clientes, es decir permitir el paso de internet a los equipos configurados en la OLT, para ello es necesario asignar la IP, el plan de datos, la VLAN, el FRAME/SLOT/PUERTO, al momento que están estos parámetros configurados se presenta el equipo de la siguiente manera:

Oper...	Stat...	Slot	Port	ONU	Name	SN	Terminal
Activate	●	2	4	40	TAPIA TAPIA GALO RAMIRO	4857544337790D92(HWTC37790D92)	EG8141A

Multicast Forwarding Entry		IP Host	POTS User	MG	WAN Interface	RTP Interface
T-CONT	GEM Port	FEC Details	Line Profile	Service Profile	Service Port Info	Alarm Profile

Name	Service Type	Connection Type	IPv4 Conne...	IPv4 Address	IPv6 Connection Status	IPv6 Address
1_INTERNET_R_VID_224	Internet	IP Route	Connected	172.16.224.70	Invalid	--

Figura 15 Asignación de la IP desde la OLT

Fuente: Investigador

Información de la ONT verificada en la OLT: Permite ver la información del equipo ONU, como la potencia de transmisión y recepción, voltaje, temperatura, etc.

Multicast Forwarding Entry	IP Host	POTS User	MG	Multicast Forwarding Entry	IP Host	POTS User	MG	
IGMP User	T-CONT	GEM Port	FEC Data	IGMP User	T-CONT	GEM Port	FEC Data	
Details	Running Info	Alarm State	ONU Optics M	Details	Running Info	Alarm State	ONU Optics M	
ONU Optics Module Info				Rx optical power Warning upper threshold (dBm) = --				
-----				Rx optical power Warning lower threshold (dBm) = --				
Temperature (°C)			= 52	Voltage (V)			= 3.3	
Temperature alarm upper threshold (°C)			= 95	Supply voltage alarm upper threshold (V)			= 3.6	
Temperature alarm lower threshold (°C)			= -61	Supply voltage alarm lower threshold (V)			= 3	
Temperature Warning upper threshold (°C)			= --	Supply voltage Warning upper threshold (V)			= --	
Temperature Warning lower threshold (°C)			= --	Supply voltage Warning lower threshold (V)			= --	
Bias Current (mA)			= 14	OLI Rx ONU Optical Power (dBm)			= -23.47	
Bias current alarm upper threshold (mA)			= 100	CAIV Rx Power (dBm)			= --	
Bias current alarm lower threshold (mA)			= 2	Upper Threshold of CAIV Rx Power Alarm (dBm)			= --	
Bias current Warning upper threshold (mA)			= --	Lower Threshold of CAIV Rx Power Alarm (dBm)			= --	
Bias current Warning lower threshold (mA)			= --	-----				
Ix Optical Power (dBm)			= 1.88	Specs Information				
Ix optical power alarm upper threshold (dBm)			= 5	-----				
Ix optical power alarm lower threshold (dBm)			= 0	Vendor PN			= HW-BOB-0007	
Ix optical power Warning upper threshold (dBm)			= --	Module Type			= GPON	
Ix optical power Warning lower threshold (dBm)			= --	Module Subtype			= CLASS B+	
Rx Optical Power (dBm)			= -23.18	Used Type			= ONU	
Rx optical power alarm upper threshold (dBm)			= -7	Encapsulation Type			= BOSA ON BOSA	
Rx optical power alarm lower threshold (dBm)			= -29	Optical Power Precision (dBm)			= 3	
Rx optical power Warning upper threshold (dBm)			= --	-----				
Rx optical power Warning lower threshold (dBm)			= --					

Figura 16 Información de la ONU controlada desde la OLT

Fuente: Investigador

MikroTik

Asignación de VLANs: Permite asignar las VLANs que se van a configurar en un Router.

Interface List														
Interface	Interface List	Ethernet	EoIP Tunnel	IP Tunnel	GRE Tunnel	VLAN	VRRP	Bonding	LTE					
										Detect Internet				Fin
Name	Type	Actual MTU	L2 MTU	Tx	Rx	Tx Packet (p/s)	Rx Packet (p/s)	FP Tx	FP Rx	FP Tx Packet (p/s)	FP Rx Packet (p/s)	FP F	FP R	
ether1	Ethernet	1500	1600	0 bps	0 bps	0	0	0 bps	0 bps	0	0	0	0	
sfp-sfpplus1	Ethernet	1500	1580	0 bps	0 bps	0	0	0 bps	0 bps	0	0	0	0	
sfp-sfpplus2	Ethernet	1500	1580	0 bps	0 bps	0	0	0 bps	0 bps	0	0	0	0	
... WAN														
R sfp-sfpplus3-W...	Ethernet	1500	1580	159.2 Mbps	1621.5 Mbps	77 199	188 994	159.2 Mbps	1621.5 Mbps	77 199				
... LAN														
R sfp-sfpplus4-L...	Ethernet	1500	1580	1534.2 Mbps	159.4 Mbps	180 250	77 084	1534.2 Mbps	159.4 Mbps	180 250				
R vlan204	VLAN	1500	1576	329.1 Mbps	36.1 Mbps	39 828	15 939	0 bps	36.1 Mbps	0				
R vlan208	VLAN	1500	1576	371.8 Mbps	45.5 Mbps	47 919	19 637	0 bps	45.5 Mbps	0				
R vlan216	VLAN	1500	1576	603.5 Mbps	56.2 Mbps	67 593	30 253	0 bps	56.2 Mbps	0				
R vlan224	VLAN	1500	1576	196.6 Mbps	17.7 Mbps	21 887	10 572	0 bps	17.7 Mbps	0				
R vlan232	VLAN	1500	1576	19.2 Mbps	876.5 kbps	2 119	305	0 bps	876.5 kbps	0				
R sfp-sfpplus5-C...	Ethernet	1500	1580	0 bps	0 bps	0	0	0 bps	0 bps	0	0	0	0	
sfp-sfpplus6	Ethernet	1500	1580	0 bps	0 bps	0	0	0 bps	0 bps	0	0	0	0	
sfp-sfpplus7	Ethernet	1500	1580	0 bps	0 bps	0	0	0 bps	0 bps	0	0	0	0	
sfp-sfpplus8	Ethernet	1500	1580	0 bps	0 bps	0	0	0 bps	0 bps	0	0	0	0	

Figura 17 Asignación de VLANs por interfaces del Router

Fuente: Investigador

Análisis de cada enlace

Parámetros de atenuación

Tabla 11 Parámetros de atenuación

Elemento	Unidad	Atenuación
Conector	dB	0.35
Empalme de fusión	dB	0.1
Empalme mecánico	dB	0.2
F.O G.652D	dB	0.35
F.O G.657	dB	0.4
Splitter 1:2	dB	3.2
Splitter 1:4	dB	7.2
Splitter 1:8	dB	10.5
Splitter 1:16	dB	13.7
Splitter 1:32	dB	16.9

Fuente: Investigador basado en [36]

El presupuesto de enlace se obtiene mediante la suma de las atenuaciones introducidas por los distintos elementos de red desde la OLT hasta la ONU, esto es en la red de planta externa del ISP.



Figura 18 Cálculo del presupuesto de enlace

Fuente: Investigador basado en y

Se asigna un puerto del Slot para cada sector, estos son conocidos como hilos puros los cuales van a conectarse al primer Splitter, el cual será de 1 a 8. Se presentan 96 hilos en un FRAME esto es porque cuenta con 6 Slots con 16 puertos cada uno, es decir se tendrá la red disponible para 96 sectores que pueden contar con la segunda división de la potencia óptica de 1 a 8 y de 1 a 16.

Análisis de la estructura de los enlaces



Figura 19 Análisis de la estructura de los enlaces

Fuente: Investigador

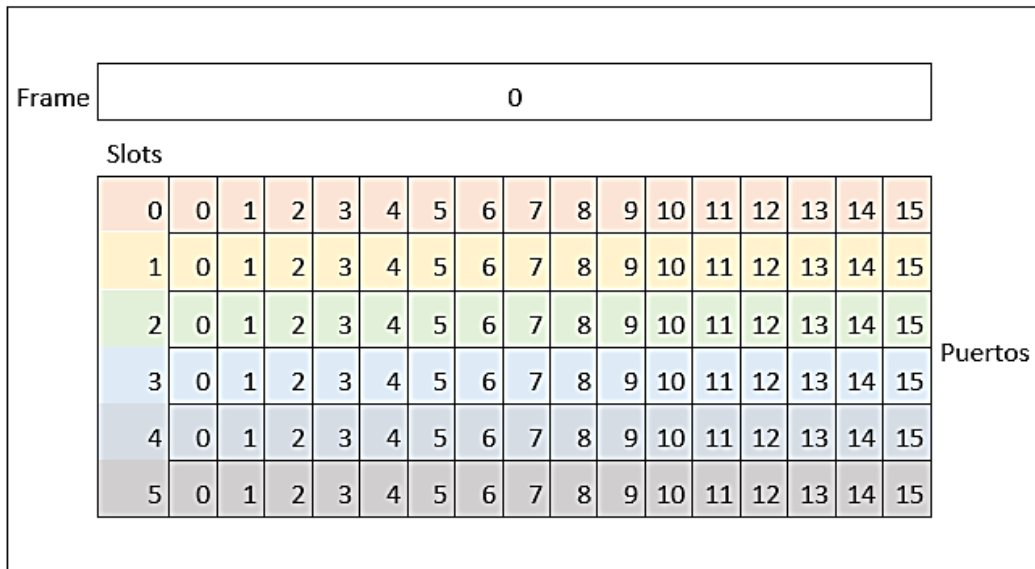


Figura 20 Asignación del nombre de los enlaces

Fuente: Investigador

Cada enlace se forma por la unión del FRAME, seguido del SLOT empezando desde la parte inferior es decir 5, 4, 3, 2, 1 y 0 para completar el nombre del enlace se le asigna el número de puerto que está utilizando.

Los enlaces se realizan con un puerto de hilo puro para cada sector de la ciudad de Latacunga en la parte urbana y rural.

Frame	0																
Slots																	
	5	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
	VLAN 240								VLAN 244								
4	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
	VLAN 232								VLAN 236								
3	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
	VLAN 224								VLAN 228								
2	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
	VLAN 216								VLAN 220								
1	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
	VLAN 208								VLAN 212								
0	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
	VLAN 200								VLAN 204								

Figura 21 Asignación de VLANs de acuerdo con el sector

Fuente: Investigador

Las VLANs creadas proporcionan conexión a los abonados, mismas que son asignadas en la división de las bahías, cada 8 puertos forman una VLAN, se empieza desde la 200 hasta la 244, esto debido a los 8 puertos en las 2 secciones de cada bahía. A los 8 primeros puertos (0 al 7) se le asigna la VLAN 200 en la que se puede utilizar la 200, 201, 202 y 203.

En la figura 20, se puede apreciar cómo está dividida la OLT y como es la asignación de las VLANs por puertos, cabe recalcar que se está realizando un análisis de la situación actual de la empresa AJnet, es decir esta división ya está presente.

Tabla 12 Distribución de VLANs

SLOT	VLAN principal	VLANs utilizables			
5	200	201	202	203	
	204	205	206	207	
4	208	209	210	211	
	212	213	214	215	
3	216	217	218	219	
	220	221	222	223	
2	224	225	226	227	
	228	229	230	231	
1	232	233	234	235	
	236	237	238	239	
0	240	241	242	243	
	244	245	246	247	

Fuente: Investigador

Cada conjunto de VLANs tiene la capacidad para 1024 IP de las cuales en cada VLAN proporciona 256 IP, en este análisis se reduce el Gateway y Broadcast quedando 254 utilizables en la primera asignación, es decir en el caso de la VLAN 200, en las siguientes VLANs las direcciones ya son utilizables ya que no ocasionan problemas en la red. Se detalla en la Tabla 11 las VLANs de acuerdo con el Frame/Slot/Puerto y en la Tabla 12 se especifica el enlace y el sector en al que se designa la VLAN.

Estos datos son crecientes y los puertos vacíos seguirán siendo asignables a conexiones para diferentes sectores de acuerdo con el crecimiento de la red.

Tabla 13 Asignación de los enlaces con el sector de conexión

A	B	A	B	A	B	A	B	A	B
0/5/0	La Merced, La Salle	0/4/0	Av. Cotopaxi	0/3/0	Loma grande	0/2/0	Chantan	0/1/0	Escalera Loma
0/5/1	ESPE	0/4/1	Maldonado Toledo, 5 de junio	0/3/1	Terranova	0/2/1	San José de Pichulo	0/1/1	Patutan
0/5/2	La Laguna	0/4/2	Bloques la FAE	0/3/2	Isimbo	0/2/2	Gualundun 2	0/1/2	
0/5/3	Sanches de Orellana	0/4/3	Av. Iberoamericana	0/3/3	Antonio Vela	0/2/3	La Cangagua	0/1/3	
0/5/4	Hospital IEES	0/4/4	Maldonado Toledo	0/3/4	Santa Rosa de Pichul	0/2/4	Pichalo	0/1/4	
0/5/5	Sixto Lanas	0/4/5	Niagara	0/3/5	Zumbalica	0/2/5	Salveapamba	0/1/5	
0/5/6	AKI del Sur	0/4/6	10 de agosto	0/3/6	Paraguay	0/2/6	Brazales	0/1/6	
0/5/7	San Carlos	0/4/7	Ciudadela Patria	0/3/7	Santan	0/2/7	Hermano Miguel	0/1/7	
0/5/8	Ángel de la estrella	0/4/8	Avenida Oriente	0/3/8	Brazales	0/2/8	Laipo	0/1/8	
0/5/9	El Carmen; Melchor de Benavidez	0/4/9	Gualundu	0/3/9	Tilipulo	0/2/9	Bellavista	0/1/9	
0/5/10	Antonio Vela	0/4/10	Locoa	0/3/10	Santa Marianita	0/2/10	Puente de Alaquez	0/1/10	
0/5/11	El Carmen	0/4/11	La Laguna	0/3/11	Pusuchisi	0/2/11	Ashpacruz	0/1/11	
0/5/12	La libertad, ITSA	0/4/12	La Cocha	0/3/12	Estadio Aucas	0/2/12	San Marcos	0/1/12	
0/5/13	Guayaquil	0/4/13	San Francisco	0/3/13	Mario Mogollon	0/2/13	-----	0/1/13	
0/5/14	Ciudadela del chofer	0/4/14	Niagara	0/3/14	Belisario Quevedo	0/2/14	La Calerita	0/1/14	
0/5/15	UTC	0/4/15	La Calera	0/3/15	Ichuchi	0/2/15	Aláquez	0/1/15	

Fuente: Investigador

Tabla 14 Balance de potencias enlace principal

A	B	Atenuación por splitter db	Distancia Km	Tipo de Fibra Monomodo	Atenuación del Cable dB/Km	Conectores	Atenuación en conectores Db	Potencia de salida del transmisor dbm	Total de atenuación primer splitter	Potencia recibida en el emisor
0/5/0	La Merced, La Salle	10,5	0,2514	ADCS 48 hilos	0,25	1	0,35	28	10,9128375	17,087
0/5/8	Ángel de la estrella	10,5	1,1882	ADCS 48 hilos	0,25	1	0,35	28	11,14704925	16,853
0/5/9	El Carmen	10,5	1,1882	ADCS 48 hilos	0,25	1	0,35	28	11,14704925	16,853
0/5/10	Antonio Vela	10,5	1,5190	ADCS 12 hilos	0,25	1	0,35	28	11,2297425	16,770
0/5/11	El Carmen	10,5	1,3807	ADCS 48 hilos	0,25	1	0,35	28	11,195165	16,805
0/5/12	La libertad, ITSA	10,5	1,7518	ADCS 48 hilos	0,25	1	0,35	28	11,2879575	16,712
0/4/9	Gualundu	10,5	1,0314	ADCS 12 hilos	0,25	1	0,35	28	11,10785	16,892
0/2/4	Pichalo	10,5	7,2475	ADCS 12 hilos	0,25	1	0,35	28	12,6618725	15,338
0/2/7	Hermano Miguel	10,5	4,8349	ADCS 12 hilos	0,25	1	0,35	28	12,0587325	15,941
0/2/8	Laipo	10,5	10,2676	ADCS 12 hilos	0,25	1	0,35	28	13,4169075	14,583
0/2/9	Bellavista	10,5	2,5106	ADCS 48 hilos	0,25	1	0,35	28	11,4776575	16,522

Fuente: Investigador

En el balance de potencias se realiza el análisis para 11 sectores de la ciudad, los cuales se encuentran en un sector cercano y lejano del centro de la central de servicio de internet.

Direccionamiento IP

Una dirección IP es una dirección que se asigna a cada abonado, es único e irrepetible dentro de la red de manera lógica para evitar errores en el funcionamiento, las

direcciones son privadas y mediante un direccionamiento IP, que por medio de la NAT que existen entre los routers de distribución y los de borde, mismos que tienen salidas a las IP's públicas y de esa manera a internet.

Tabla 15 Direccionamiento IP

Direccionamiento IP				
Ítem	Descripción	Dirección IP Privada		Dirección IP pública
1	OLT Huawei MA5683T	20.1.0.99		
2	Router MikroTik CCR1072-1G- 8S+ - Latacunga 1	20.1.0.254/24	Servidores	165.200.150.110/29
		20.1.2.1/30	Latacunga 2	165.200.150.111/29
		20.1.2.9/30	Latacunga 3	
		20.1.2.5/30	Router red de antenas	
3	Router MikroTik CCR1072-1G- 8S+ - Latacunga 2	20.1.2.2/30		165.200.150.118/29 165.200.150.119/29
4	Router MikroTik CCR1072-1G- 8S+ - Latacunga 3	20.1.2.10/30		165.200.150.112/29 165.200.150.113/29

Fuente: Investigador

Diseño Lógico de la Red de Planta Interna

En el diseño lógico que se presenta se detalla cómo es la estructura de la red de planta interna.

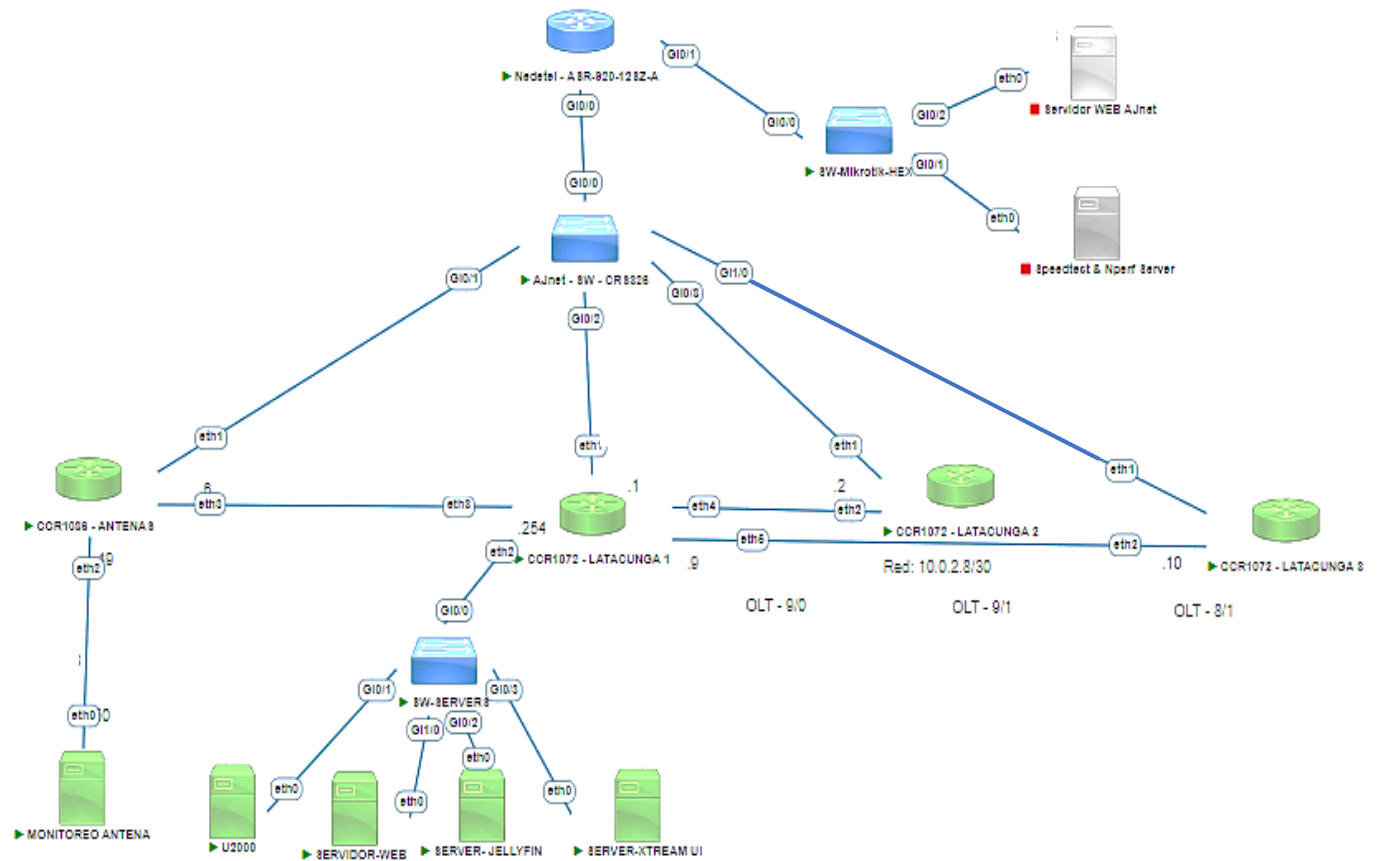


Figura 22 Topología Lógica y Física de la red de AJnet
Fuente: Investigador

3.2.2 Análisis de parámetros técnicos de las redes GPON.

Tabla 16 Análisis de parámetros técnicos de las redes GPON

Características técnicas	GPON
Estándar	ITU-T G.984.x
Velocidad de transmisión (Mbps)	Down:1244, 2488 Up:155, 622, 1244, 2488
Tipo de fibra	Monomodo estándar (ITU-TG.652)
Numero de fibras por ONT	1 ó 2
Ratio de división óptica	1:128 (en la practica 1:64)
Distancia Máxima de fibra entre OLT y ONT	20 km
Modo de tráfico	ATM, Ethernet, TDM
Arquitectura de transmisión	Asimétrica, simétrica
OAM	PLOAM
Seguridad	AES
Eficiencia típica (Depende del servicio)	73% downstream 61% upstream
Pérdidas de inserción máxima	15/20/25 dB
Ráfaga	Guarda: 25.6 ns Preámbulo: 35.2 ns
Longitudes de onda de funcionamiento	Para 1 Fibra: Do:1480-1500 nm Up:1260-1360 nm Vid:1550-1560 nm Para 2 Fibras: Do:1260-1360 nm Up:1260-1360 nm Vid:1550-1560 nm

Fuente: Investigador en base a [37]

3.2.3 Recolección de información de la calidad de servicio ofrecido por la empresa.

3.2.3.1 Población y muestra

Población

En el presente trabajo de investigación se considera como población a los clientes residenciales y PYMES que tiene la empresa AJnet en el cantón Latacunga, los usuarios que se consideran cuentan con el servicio por Fibra Óptica los cuales

conforman 2672 usuarios a la fecha 14/11/2022, se considera ese valor ya que la empresa tiene un crecimiento constante.

En el anexo E se adjunta el número de clientes hasta la fecha 14/11/2022.

Muestra

Para determinar la muestra, se emplea la siguiente ecuación estadística para proporciones poblacionales:

$$n = \frac{k^2 * p * q * N}{(e^2 * (N - 1)) + k^2 * (p * q)}$$

Ecuación 5 Cálculo de muestra

Donde:

n = Tamaño de la muestra

k = Constante que depende del nivel de confianza asignado

N = Tamaño de la población

p = Proporción de la población con la característica deseada (éxito)

q = Proporción de la población sin la característica deseada (fracaso)

e = Nivel de error dispuesto a cometer

Nivel de confianza = 95%

$e = 5\%$

$k = 1.96$

$p = q = 0.5$

$N = 2672$

$$n = \frac{1.96^2 * 0.5 * 0.5 * 2672}{(0.05^2 * (2672 - 1)) + 1.96^2 * (0.5 * 0.5)}$$

$$n = \frac{2566.1888}{7.6379}$$

$$n = 335.980937 \approx 336$$

$$n = 336$$

Tamaño de la muestra es de 336 personas

3.2.3.2 Recolección de información

Plan de recolección de información

Se inició la recolección de información después del reconocimiento y análisis de la situación actual de la empresa AJnet.

Para recolectar la información se solicitó autorización del gerente de la empresa y la verificación de las preguntas, seguido se realizó una encuesta a los usuarios del servicio de AJnet en Latacunga indicándoles que se realiza la recolección de información para mejorar el servicio de internet que se ofrece a los usuarios.

Mediante la encuesta se recopiló información escrita de la Calidad de Servicio y atención que reciben los clientes por parte de la empresa de AJnet y como se solucionan los problemas o inconvenientes existentes en la red.

Procesamiento y análisis de información

La información recopilada de la investigación formó parte de un proceso estadístico que consiste en:

- Revisión de la información recogida
- Tabulación de datos
- Manejo de información
- Análisis de información
- Presentación de la información

3.2.4 Análisis de la Calidad de Servicio de internet que disponen los clientes.

3.2.4.1 Análisis de datos

Los datos fueron analizados de las respuestas de las encuestas realizadas por los clientes de la empresa AJnet en la ciudad de Latacunga, después de la recolección de información de cuantifico y organizó matemáticamente, la técnica empleada fue encuestas mediante la plataforma de Google Forms.

3.2.4.2 Análisis de la encuesta realizada

Las encuestas fueron realizadas a los clientes residenciales y PYMES de la empresa AJnet en la ciudad de Latacunga, las personas encuestadas fueron 338 según la muestra determinada, se detalla el análisis mediante datos estadísticos basados en la relación matemática de cada pregunta.

Se detallan el formato de la encuesta en el anexo F

Pregunta 1: En términos generales, califique el servicio de AJnet

Tabla 17 Resultados obtenidos de la pregunta 1

Ítem	Frecuencia	Porcentaje
Excelente	60	17,86%
Muy bueno	101	30,06%
Bueno	112	33,33%
Regular	51	15,18%
Malo	12	3,57%
Total	336	100,00%

Fuente: Encuesta aplicada

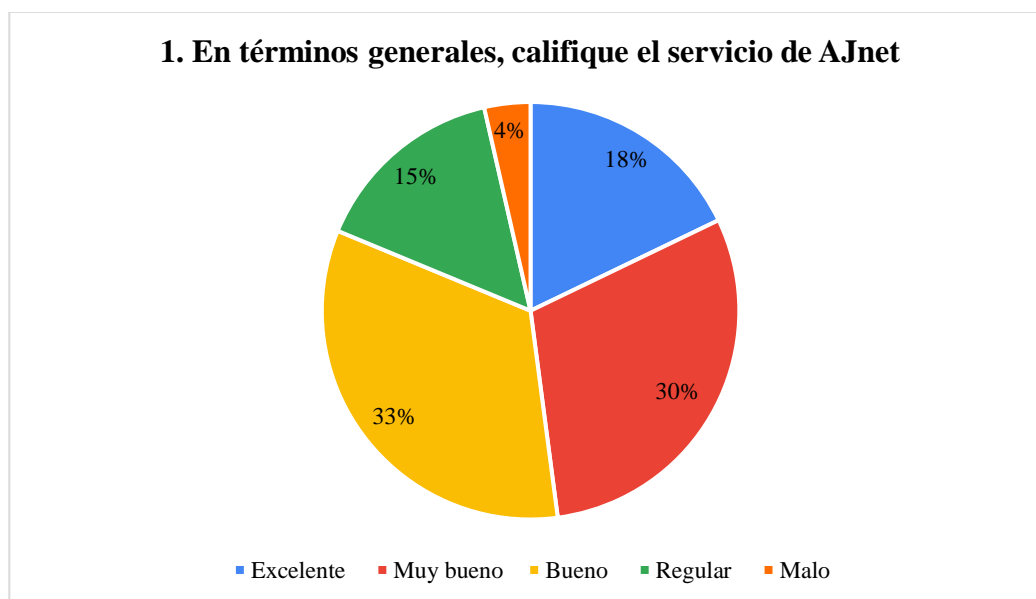


Figura 23 Resultados obtenidos de la pregunta 1

Fuente: Encuesta aplicada

Análisis:

Los resultados de la encuesta refleja que del 100%, el 17,86% que corresponde a 60 respuestas califica el servicio de AJnet como excelente, el 30,06% que corresponde a 101 respuestas como muy bueno, el 33,33% que corresponde a 112 respuestas califica el servicio como bueno, el 15,18% que corresponde a 51 respuestas califica el servicio como regular, mientras que 3,57% que corresponde a 12 respuestas califican el servicio como malo.

Interpretación:

En conclusión, de 336 clientes existe un alto porcentaje de clientes que califican el servicio como bueno, regular y malo, esto debido a que han presentado algún problema en el servicio.

Pregunta 2: Considerando que su plan es simétrico, ¿qué velocidad de carga y descarga le ofrecieron?

Tabla 18 Resultados obtenidos de la pregunta 2

Ítem	Frecuencia	Porcentaje
25 Mbps	114	33,93%
30 Mbps	41	12,20%
40 Mbps	20	5,95%
50 Mbps	49	14,58%
60 Mbps	42	12,50%
70 Mbps	42	12,50%
100 Mbps	24	7,14%
125 Mbps	4	1,19%
Total	336	100,00%

Fuente: Encuesta aplicada

2. Considerando que su plan es simétrico, ¿qué velocidad de carga y descarga le ofrecieron?

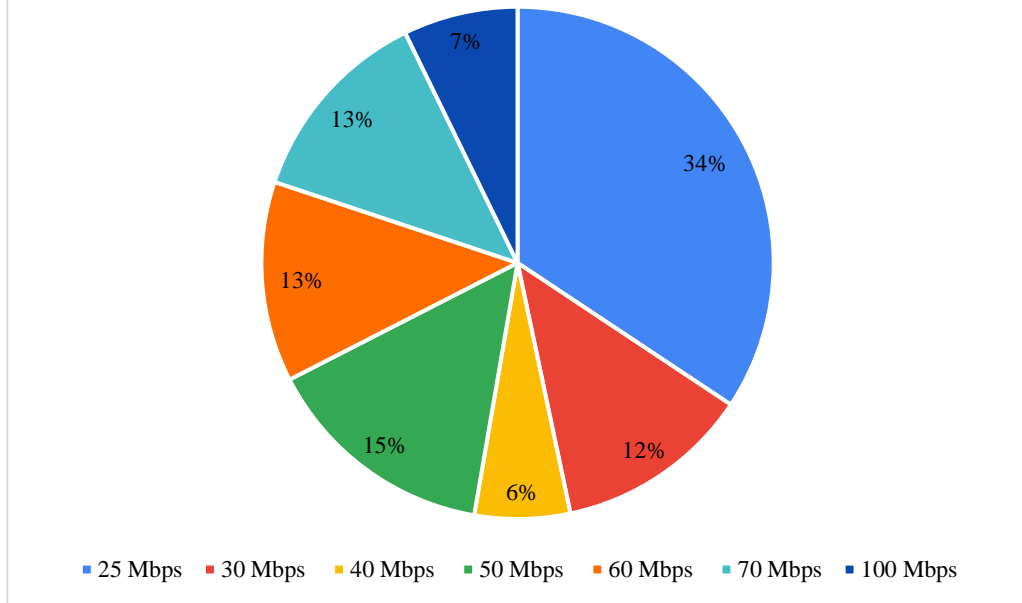


Figura 24 Resultados obtenidos de la pregunta 2

Fuente: Encuesta aplicada

Análisis

Según la encuesta refleja que del 100%, el 33,93% que corresponde a 114 respuestas cuentan con 25Mbps, el 12,20% que corresponde a 41 respuestas cuentan con 30Mbps, el 5,95% que corresponde a 20 respuestas cuentan con 40Mbps, el 14,58% que corresponde a 49 respuestas cuentan con 50Mbps, el 12,50% que corresponde a 42 respuestas cuentan con 60Mbps y 70 Mbps, el 7,64% que corresponde a 24 respuestas cuentan con 100Mbps y el 1,19% que corresponde a 4 cuentan con 125Mbps.

Interpretación

En esta pregunta la mayoría de los clientes cuentan con una velocidad limitada de 25Mbps respecto a la ofrecida actualmente por el mismo valor económico.

Pregunta 3: ¿Realiza algún tipo de prueba para verificar la velocidad de conexión que dispone?

Tabla 19 Resultados obtenidos de la pregunta 3

Ítem	Frecuencia	Porcentaje
No	155	46,13%
Sí, cuando presenta problemas de conexión	147	43,75%
Sí, una vez al mes o más	34	10,12%
Total	336	100,00%

Fuente: Encuesta aplicada

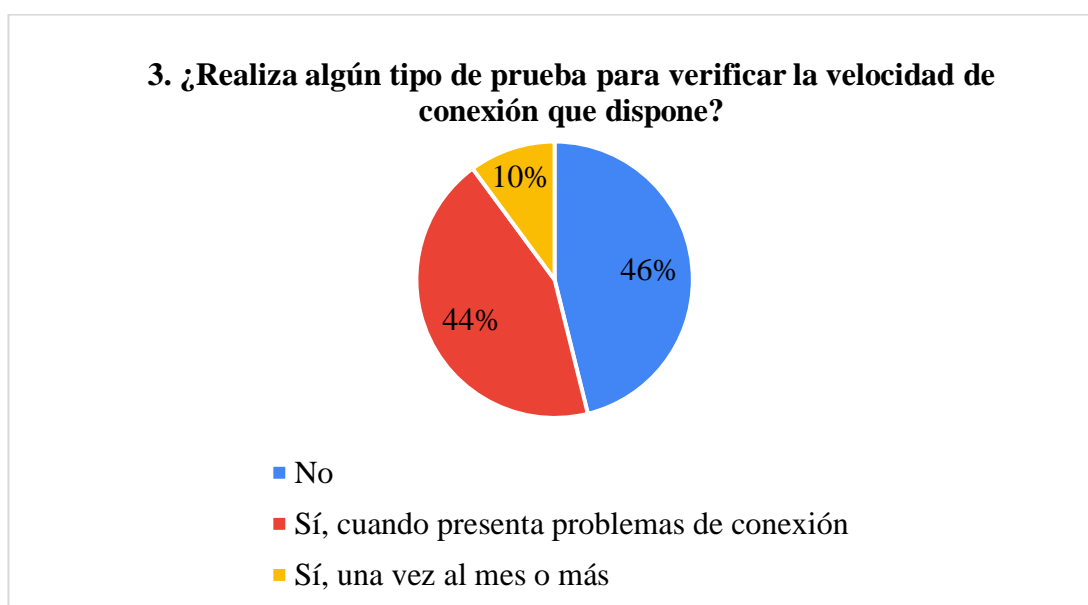


Figura 25 Resultados obtenidos de la pregunta 3

Fuente: Encuesta aplicada

Análisis

La encuesta manifiesta que del 100%, el 46,13% que corresponde a 155 respuestas no realizan algún tipo de prueba para verificar la velocidad de conexión, el 43,75% que corresponde a 147 respuestas realiza encuestas cuando presenta problemas de conexión, por otra parte, el 10,12% que corresponde a 34 respuestas sí realizan encuestas una vez al mes o más.

Interpretación

En conclusión, las pruebas de velocidad son importantes para asegurar la calidad de servicio de internet, pero la mayoría de los clientes no verifica si cuenta con el ancho de banda contratado.

Pregunta 4: ¿Cuántos dispositivos se conectan a internet en su domicilio?

Tabla 20 Resultados obtenidos de la pregunta 4

Ítem	Frecuencia	Porcentaje
1	12	3,57%
2	59	17,56%
3-4	192	57,14%
5 o más	73	21,73%
Total	336	100,00%

Fuente: Encuesta aplicada

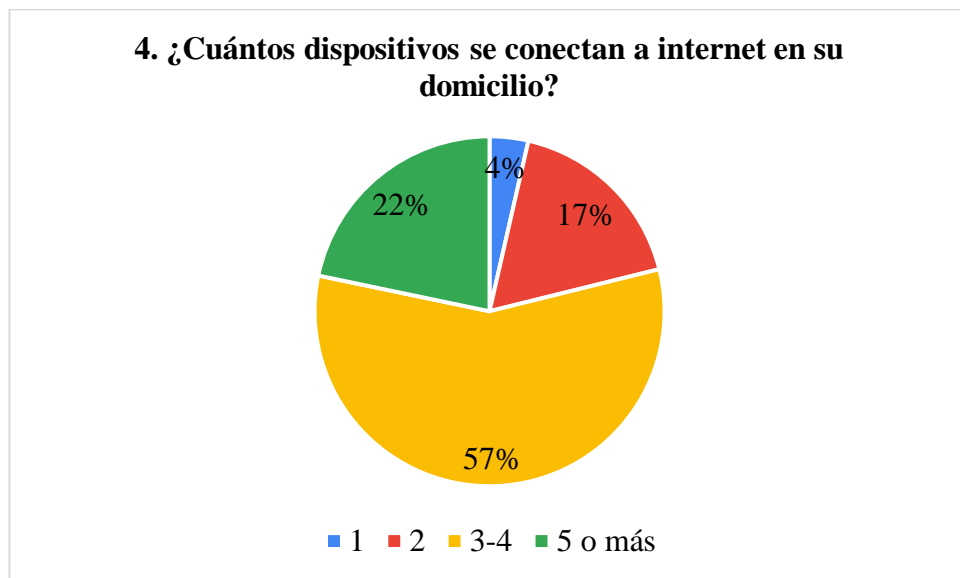


Figura 26 Resultados obtenidos de la pregunta 4

Fuente: Encuesta aplicada

Análisis

Los resultados de la encuesta refleja que del 100%, el 3,57% que corresponde a 12 respuestas solo conectan un dispositivo a la red, el 17,56% que corresponde a 59 respuestas conectan dos dispositivos, el 57,14% que corresponde a 192 respuestas conectan 3 o 4 dispositivos, en cambio el 21,73% que corresponde a 73 respuestas conectan 5 o más dispositivos a la red.

Interpretación

De acuerdo con los resultados de las encuestas la mayoría de los clientes conectan de 3 a 4 dispositivos a la red de AJnet, esto debido al número de integrantes de las

familias y los dispositivos que conectan, siendo por lo general un televisor, dos celulares y un computador.

Pregunta 5: ¿Cuántas veces ha presentado interrupciones en su servicio de internet en los últimos 2 meses?

Tabla 21 Resultados obtenidos de la pregunta 5

Ítem	Frecuencia	Porcentaje
Nunca	35	10,42%
1 vez	61	18,15%
2 veces	81	24,11%
3 veces	58	17,26%
4 veces o más	101	30,06%
Total	336	100,00%

Fuente: Encuesta aplicada

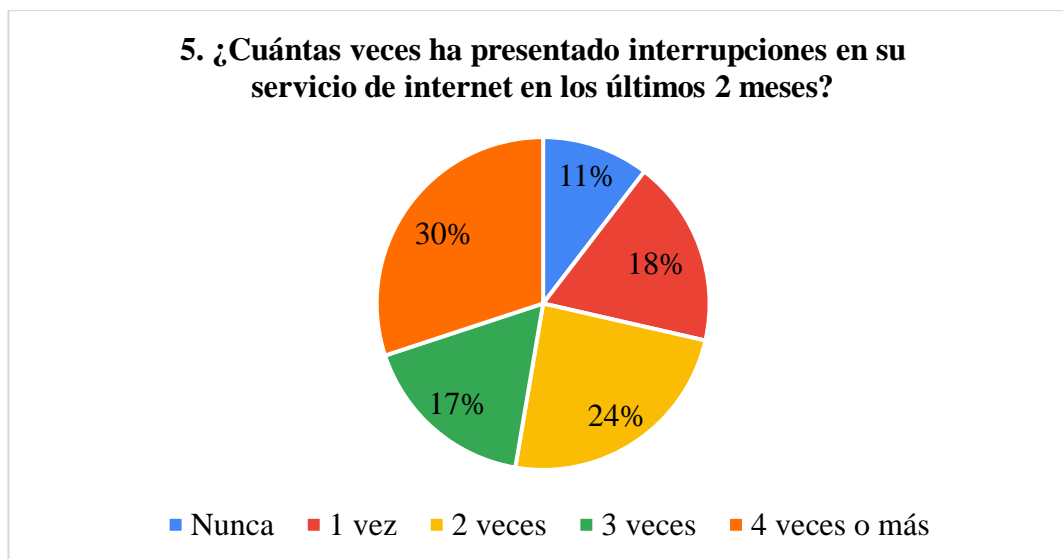


Figura 27 Resultados obtenidos de la pregunta 5

Fuente: Encuesta aplicada

Análisis

Los resultados de la encuesta refleja que del 100%, el 30,06% que corresponde a 101 respuestas han presentado 4 interrupciones o más en su servicio, el 18,15% que corresponde a 61 respuestas presentan una interrupción en los dos últimos meses, el 24,11% que corresponde a 81 respuestas presentan dos interrupciones, el 17,26% que

corresponde a 58 respuestas presentan tres interrupciones, por otro lado, el 10,42% que corresponde a 35 respuestas no han presentado interrupciones en su servicio,

Interpretación

En esta pregunta necesitaría un análisis más a fondo ya que han existido vario cortes de energía eléctrica en los últimos dos meses en la ciudad de Latacunga, también existe la posibilidad de los equipos desconectado o quemados por fallas eléctricas.

Pregunta 6: ¿Recuerda el tiempo que duró la interrupción de su servicio de internet?

Tabla 22 Resultados obtenidos de la pregunta 6

Ítem	Frecuencia	Porcentaje
Algunos minutos	147	43,75%
Algunas horas	135	40,18%
Algunos días	23	6,85%
Algunas semanas	4	1,19%
No han surgido interrupciones	27	8,04%
Total	336	100,00%

Fuente: Encuesta aplicada

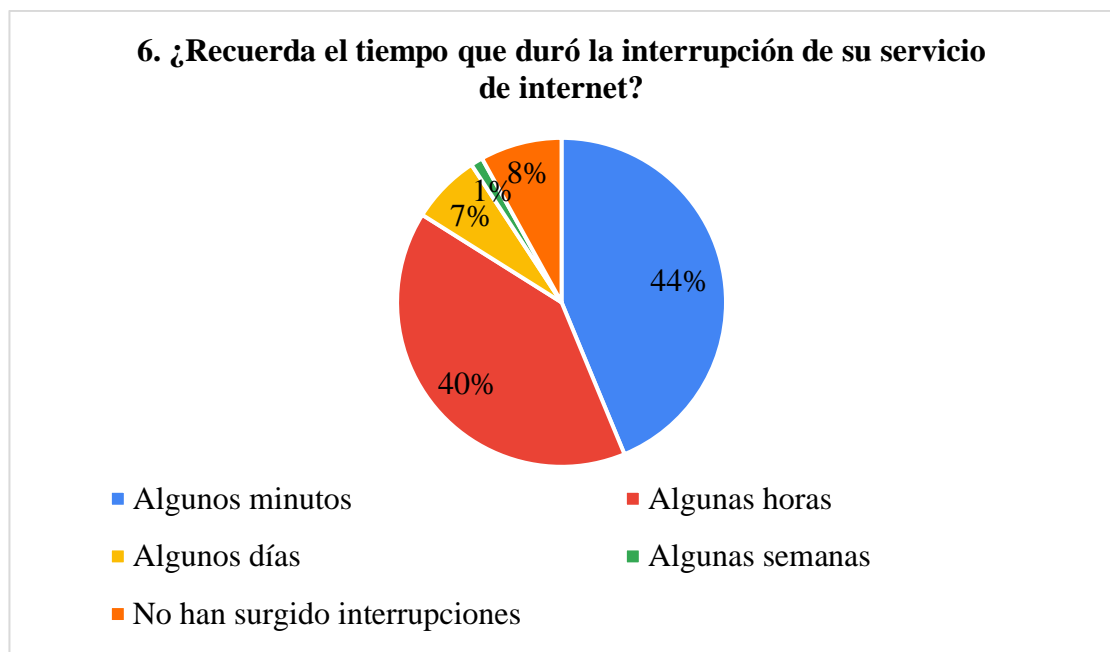


Figura 28 Resultados obtenidos de la pregunta 6

Fuente: Encuesta aplicada

Análisis

De acuerdo con la encuesta refleja que del 100%, el 43,75% que corresponde a 147 respuestas han sufrido interrupciones solo algunos minutos, el 40,18% que corresponde a 135 respuestas presentan algunas horas con interrupciones, el 6,85% que corresponde a 23 respuestas presentan algunos días y un 1,19% que corresponde a 4 respuestas han sufrido cortes por algunas semanas, no obstante, el 8,04% que corresponde a 27 respuestas no han presentado interrupciones.

Interpretación

En conclusión, por lo general los reportes pueden ser solucionados en el transcurso del día de acuerdo con el problema que se presente, sin embargo, hay problemas como Fibra óptica rota que se demoran en reportar los usuarios y se pasa a solucionar en horas o días

Pregunta 7: Indique el nivel de dificultad de reportar el daño en su servicio. (Califique como 1 fácil y 5 difícil)

Tabla 23 Resultados obtenidos de la pregunta 7

Ítem	Frecuencia	Porcentaje
1	120	35,71%
2	66	19,64%
3	87	25,89%
4	39	11,61%
5	24	7,14%
Total	336	100,00%

Fuente: Encuesta aplicada

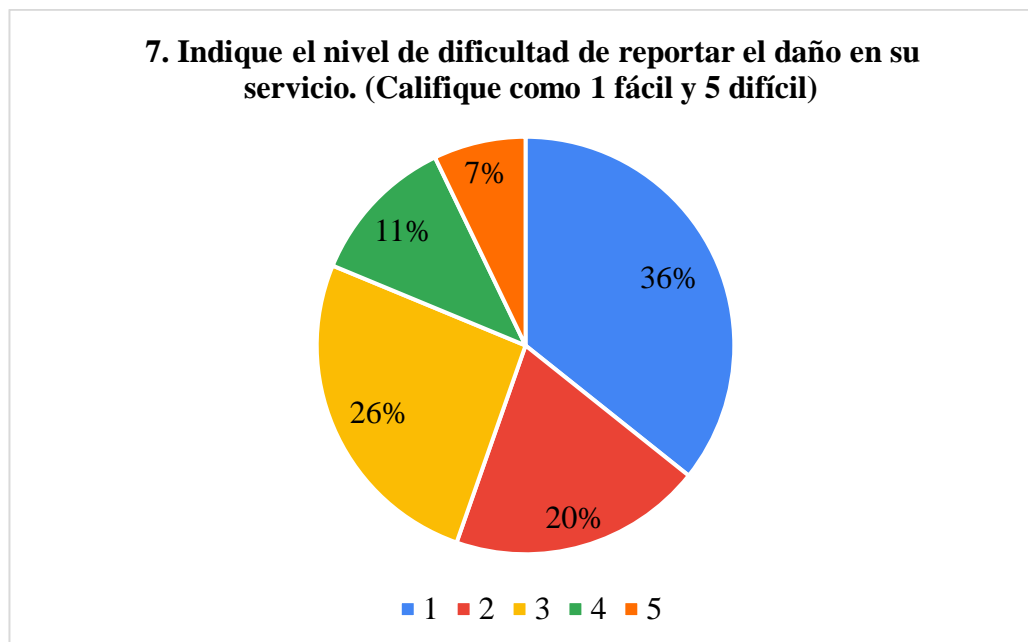


Figura 29 Resultados obtenidos de la pregunta 7
Fuente: Encuesta aplicada

Análisis

De las encuestas realizadas el 19,64% que corresponde a 66 respuestas, manifiestan un nivel de dificultad 2 al momento de reportar problemas, el 25,89% que corresponden 87 respuestas manifiestan un nivel de dificultad 3 al momento de reportar problemas, el 11,61% que corresponden 39 respuestas manifiestan un nivel de dificultad 4 al momento de reportar problemas, el 7,14% que corresponden 24 respuestas manifiestan un nivel de dificultad 5 al momento de reportar problemas, mientras que el 35,71% manifiestan un nivel de dificultad 1 al momento de reportar inconvenientes.

Interpretación

Los resultados obtenidos en esta pregunta dan a conocer que hay sectores donde la comunicación no es fácil y por ello tienen problemas de reportar los inconvenientes, esto debido a que no lo pueden hacer por medio de llamadas telefónicas y es necesario acercarse a las oficinas de la empresa para reportar y que le agenden un turno de revisión.

Pregunta 8: ¿Su último reclamo a que inconveniente correspondía?

Tabla 24 Resultados obtenidos de la pregunta 8

Ítem	Frecuencia	Porcentaje
Lentitud	98	29,17%
Intermitencia o cortes repentinos	119	35,42%
La velocidad no es la contratada	31	9,23%
Inconvenientes en los pagos	14	4,17%
Equipos en mal estado	13	3,87%
Cobertura Wi-Fi limitada	10	2,98%
No presento inconvenientes	47	13,99%
Aplicaciones de Tv por internet	4	1,19%
Total	336	100,00%

Fuente: Encuesta aplicada

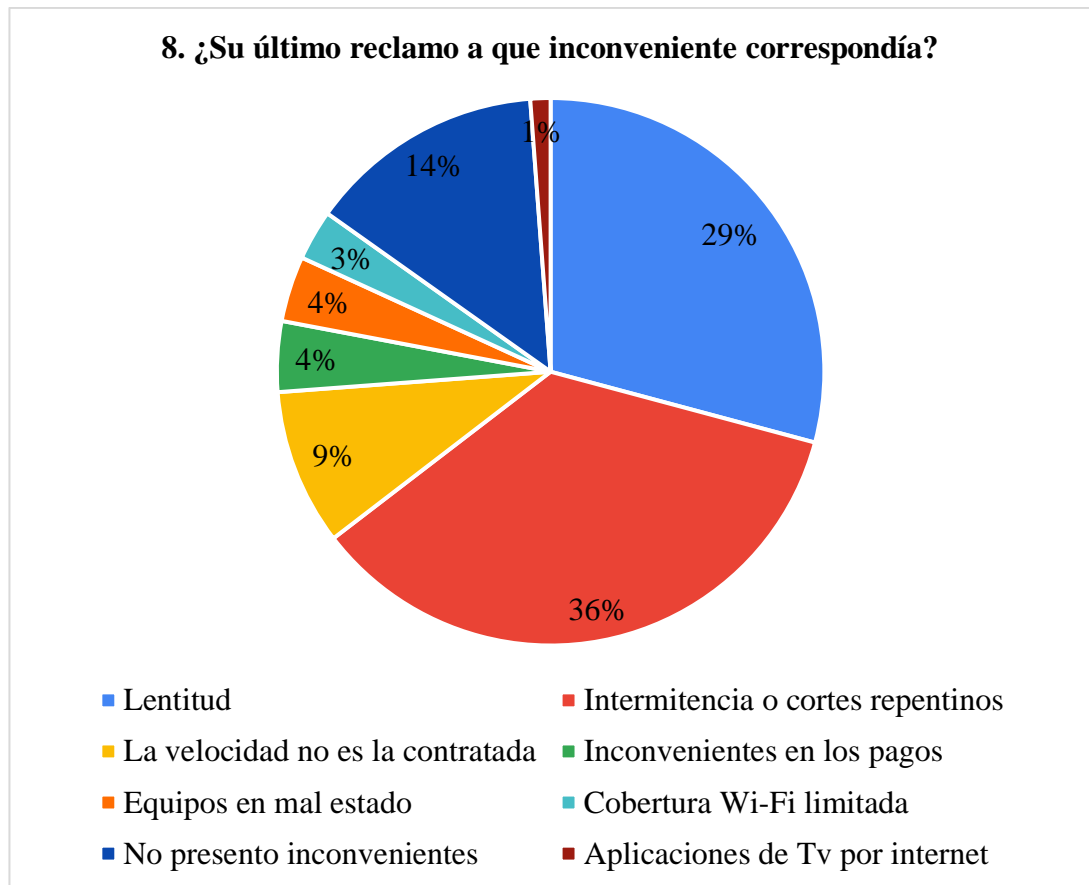


Figura 30 Resultados obtenidos de la pregunta 8

Fuente: Encuesta aplicada

Análisis

Los resultados de esta pregunta reflejan que el 29,17% que corresponde a 98 de los encuestados presentan lentitud, el 35,42% que corresponde a 119 respuestas presentan intermitencia en su servicio de internet, el 9,23%, 4,17%, 3,87%, 2,98%, y el 1,19% tiene otros problemas como la velocidad no es la contratada. inconvenientes en los pagos, equipos en mal estado, cobertura Wi-Fi limitada y aplicaciones de Tv por internet, un 35,42% que corresponde a 119 respuestas presenta intermitencias, mientras que una mínima parte que corresponde al 13,99% no presenta inconvenientes.

Interpretación

En conclusión, esta pregunta refleja que la mayoría de los encuestados presentan problemas de lentitud o intermitencia en su servicio de internet, mismos que son los problemas principales que se deben solucionar para dar un mejor servicio de internet.

Pregunta 9: Después del reporte ¿Cuánto tiempo se demoró el personal de soporte técnico en solucionar el inconveniente?

Tabla 25 Resultados obtenidos de la pregunta 9

Ítem	Frecuencia	Porcentaje
Algunos minutos	83	24,70%
Algunas horas	122	36,31%
Algunos días	63	18,75%
Algunas semanas	4	1,19%
No he presentado reportes	64	19,05%
Total	336	100,00%

Fuente: Encuesta aplicada

9. ¿Después del reporte ¿Cuánto tiempo se demoró el personal de soporte técnico en solucionar el inconveniente?

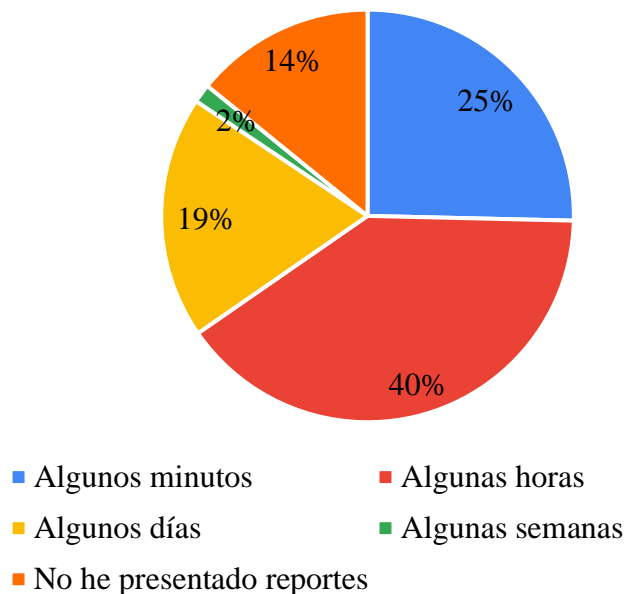


Figura 31 Resultados obtenidos de la pregunta 9

Fuente: Encuesta aplicada

Análisis

De acuerdo con la encuesta refleja que del 100%, el 24,70% que corresponde a 83 respuestas han recibido soporte técnico en minutos, el 36,31% que corresponde a 122 respuestas presentan algunas horas en la solución del reclamo, el 18,75% que corresponde a 63 respuestas presentan algunos días, el 1,19% que corresponde a 4 personas manifiestan que se han demorado semanas en solucionar el inconveniente, no obstante, el 19,05% que corresponde a 29 no han presentado reportes.

Interpretación

En conclusión, al momento de recibir los reportes pueden ser solucionados por llamadas guiándoles a los usuarios en los pasos que deben seguir, o mediante aplicaciones que permiten revisar vía remota el funcionamiento de los equipos, no obstante, hay problemas como fibra óptica rota, potencia alta, equipos en mal estado que se agenda su turno para solucionar el inconveniente en horas o al siguiente día.

Pregunta 10: Seleccione en qué tipo de aplicaciones presenta problemas de conexión al servicio de internet

Tabla 26 Resultados obtenidos de la pregunta 10

Ítem	Frecuencia	Porcentaje
No presenta problemas de conexión	80	23,81%
Descarga y carga de archivos	68	20,24%
Juegos	27	8,04%
Videollamadas	40	11,90%
Llamadas	2	0,60%
Siempre que navega	119	35,42%
Total	336	100,00%

Fuente: Encuesta aplicada

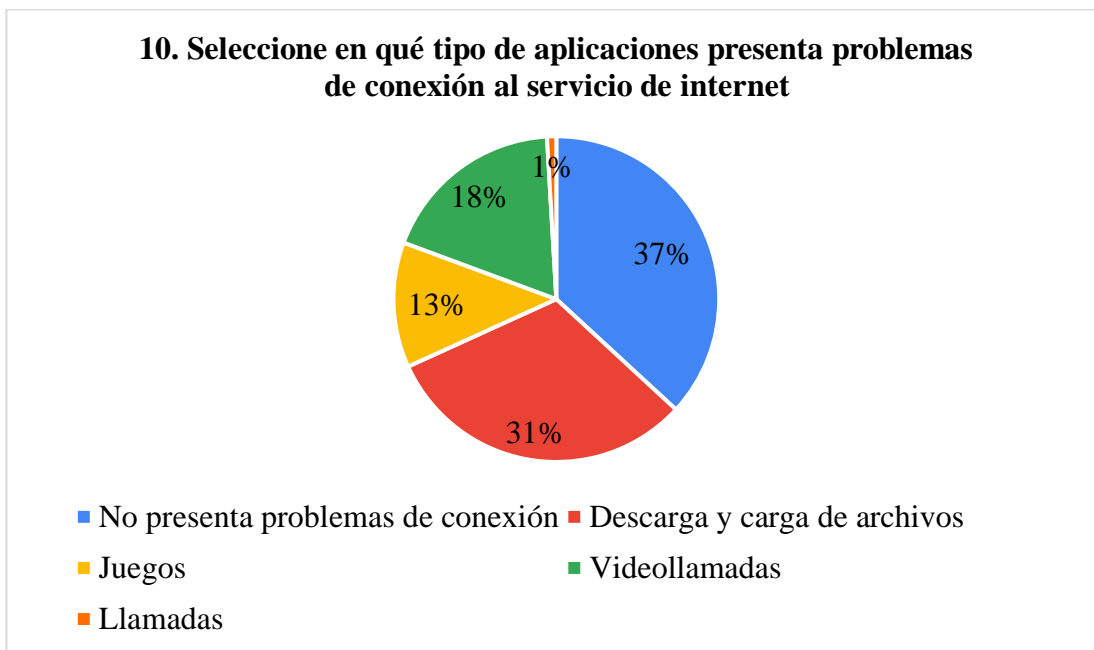


Figura 32 Resultados obtenidos de la pregunta 10

Fuente: Encuesta aplicada

Análisis

Los resultados de esta pregunta manifiestan que el 23,81% que representa a 80 respuestas no presenta problemas de conexión, el porcentaje restante manifiesta que presenta problemas en los usos cotidianos de como carga y descarga, juegos y videollamadas, sin embargo, la mayoría de los reportes que corresponde al 35,42% presenta problemas siempre que navega.

Interpretación

Esta pregunta muestra que la mayoría de los clientes siempre tiene algún inconveniente en el momento de utilizar el servicio de internet, ya sea en las actividades que requieran menor ancho de banda o las que requieren un mayor consumo.

Pregunta 11: Cual fue el nivel de solución del reclamo que presentó?

Tabla 27 Resultados obtenidos de la pregunta 11

Ítem	Frecuencia	Porcentaje
Totalmente solucionado	135	40,18%
Solucionado en gran parte	114	33,93%
Fue necesario una nueva visita	54	16,07%
No consideraron el reclamo	33	9,82%
Total	336	100,00%

Fuente: Encuesta aplicada

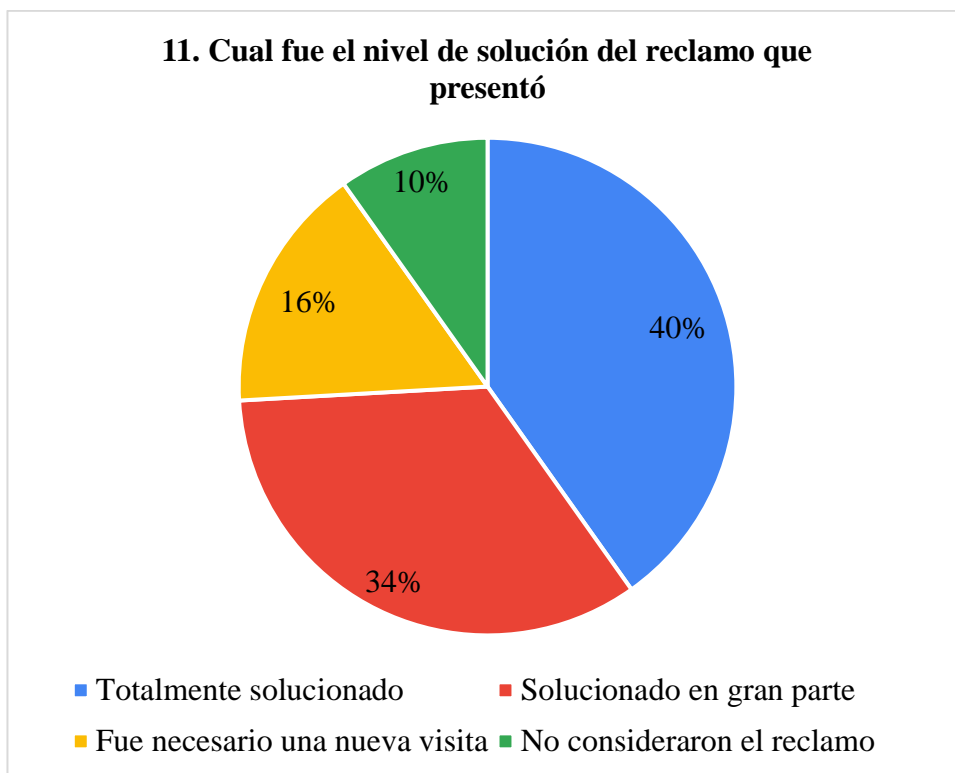


Figura 33 Resultados obtenidos de la pregunta 11

Fuente: Encuesta aplicada

Análisis

Los resultados de la encuesta refleja que la mayoría de los encuestados teniendo un 40,18% que corresponde a 135 respuestas, su inconveniente ha sido totalmente solucionado, un 33,93% que corresponde a 114 respuestas fue solucionado en gran parte, el 16,07% teniendo 54 respuestas fue necesario una nueva visita, no obstante, un 9,82% que corresponde a 33 respuestas manifiestan que su reclamo no lo tomaron en cuenta.

Interpretación

Como resultado de esta pregunta se concluye que solo un mínimo de respuestas tuvo una solución eficiente, quedando un gran porcentaje que no se solucionó todos los reclamos que tenían y aún presentan fallas en su servicio.

3.2.4.3 Análisis e interpretación

De los resultados obtenidos en la encuesta se observa que la empresa AJnet en la ciudad de Latacunga, tiene una calificación en el servicio de internet que ofrece como bueno y muy bueno, la mayoría de tiene un ancho de banda de 25Mbps, a su vez no revisan el ancho de banda contratado a menos que presenten problemas en el servicio.

En cuanto a interrupciones la mayoría de los encuestados han presentado problemas en los dos últimos meses, mismas que son por minutos o por horas, muy pocos casos se presentan por días, también se observa que en la escala de calificar el nivel de dificultad para reportar hay un porcentaje considerable que indica que esta entre complicado y muy difícil de informar los problemas que presentan, esto de acuerdo con las preguntas 5, 6 y 7. Los inconvenientes mencionados en su mayoría son por lentitud o intermitencia, teniendo una solución por lo general de varias horas. Hay que considerar que por lo general se tiene que repetir las revisiones para solucionar por completo los problemas que reportan.

3.2.5 Reconocimiento de los problemas existentes en la Calidad de Servicio ofrecida a los clientes.

Los principales problemas que presentan los clientes se toman en relación con los parámetros de calidad para la provisión del servicio de valor agregado de internet de la ARCOTEL, expedida el 29 de julio del 2009 en la resolución No. 216-09-CONATEL-2009, existe un valor objetivo para cada uno de ellos que es de carácter obligatorio para todos los proveedores de servicio de valor agregado de internet. Son siete parámetros que se detallan a continuación:

Tabla 28 Parámetros de calidad para la provisión del servicio de valor agregado de internet

#	Código	Parámetro	Valor Objetivo
1	4.1	Relación con el cliente	Semestral: $R_c \geq 3$
2	4.2	Porcentaje de reclamos procedentes	Mensual: $\%R_g \leq 2\%$
3	4.3	Tiempo máximo de resolución de reclamos generales	Mensual: 7 días para el 98% de reclamos
4	4.4	Porcentajes de reclamos de facturación	Mensual: $\%R_f \leq 2\%$
5	4.5	Tiempo promedio de reparación de averías efectivas	Mensual: $Tra \leq 24$ horas
6	4.6	Porcentaje de módems utilizados	Mensual: $\%M_{utilizados} \leq 100$ (durante el 98% del día)
7	4.7	Porcentaje de reclamos por la capacidad de canal de acceso contratado por el cliente	Mensual: $\%R_c \leq 2\%$

Fuente: Investigador en base a [20]

1. Relación con el cliente

La relación con el cliente expresa el grado de satisfacción que tiene un abonado respecto a la percepción del trato que recibe, se mide de manera semestral y tiene un valor de $R_c \geq 3$, esto se entiende por:

- Amabilidad: expresar una actitud positiva, ser cortés y paciente con el usuario.
- Disponibilidad: modo que se da solución, ayuda o guía a un inconveniente que reporte un cliente.
- Rapidez: brevedad con la que se soluciona, ayuda o guía a solventar un problema a un cliente [38].

Para verificar el cumplimiento de este parámetro, es necesario aplicar encuestas a una muestra de los clientes del proveedor de servicio de acceso a internet, para ello debe tener una confiabilidad del 95% y un error menor o igual al 5%. Este parámetro se calcula mediante la siguiente fórmula:

$$R_c = \frac{\sum_{i=1}^{N_c} C_i}{N_c}$$

Ecuación 6 Relación con el cliente

Donde:

R_c = Relación con el cliente

N_c = Número de encuestados

C_i = Valor de la calificación del i-ésimo encuestado

Las encuestas son aplicadas a elección del proveedor de internet, pueden elegir la manera adecuada para contactar a sus clientes y recibir las respuestas. Las encuestas aplicadas fueron mediante Google Forms y enviadas a los usuarios mediante WhatsApp desde el número de soporte técnico y el número de pagos, un cierto grupo fue encuestado de manera presencial en las instalaciones de AJnet.

2. Porcentaje de reclamos procedentes

Los reclamos generales son realizados por parte del cliente, el periodo de medición es mensual, entre los principales se encuentran [38]:

- Intermittencia en su servicio de internet
- Velocidad no es la contratada
- Inconvenientes en los pagos

- Equipos en mal estado
- Cobertura Wi-fi limitada
- Aplicaciones de tv por internet
- Lentitud

Este parámetro se calcula mediante la siguiente fórmula:

$$\%R_g = \frac{R_g}{L_s} * 100$$

Ecuación 7 Porcentaje de reclamos procedentes

Donde:

R_g = Total de reclamos procedentes generales en el mes.

$\%R_g$ = Porcentaje de reclamos procedentes

L_s = Número total de clientes en servicio en el mes

3. Tiempo máximo de resolución de reclamos

El tiempo máximo de resolución de reclamos es medido en horas continuas, a partir del momento que reportan el inconveniente a cualquier contacto del proveedor, es medido de forma mensual y debe ser un máximo de 7 días calendario para solucionar el 98% de reclamos [38].

Este parámetro se calcula mediante la siguiente fórmula:

$$T_r = \frac{\sum_{i=1}^{R_r} T e_i}{R_r}$$

Ecuación 8 Tiempo máximo de resolución de reclamos

Donde:

T_r = Tiempo máximo de resolución de reclamos en horas

$T e_i$ = Tiempo de espera del cliente para la resolución de reclamos i en horas

R_r = Total de reclamos reportados en un mes

4. Porcentaje de reclamos en facturación

El porcentaje de reclamos en facturación considera los reclamos procedentes debido a errores en facturación en relación con el total de facturas emitidas en un mes. Un error

de facturación es cuando el cliente manifiesta inconformidad por algún cargo reflejado en la factura, o alguna de las siguientes razones [38]:

- Errores en las facturas
- Cobro de facturas previamente pagadas
- Cobro de servicios no solicitados
- Cobro de servicios previamente terminados

Este parámetro se calcula mediante la siguiente fórmula:

$$\%R_f = \frac{F_r}{F_e} * 100$$

Ecuación 9 Porcentaje de reclamos en facturación

Donde:

$\%R_f$ = Porcentaje de reclamos de facturación

F_r = Total de facturas con reclamos precedentes en el mes

F_e = Total de facturas emitidas en el mes

5. Tiempo promedio de reparación de fallas en la red

Tiempo promedio de reparación de fallas en la red es el tiempo medido en horas continuas para reparar una avería, corresponde al tiempo desde que se notifica el reclamo y se notifica al proveedor del servicio hasta que lo solucionan. Entre las averías principales se encuentran [38]:

- Disponibilidad del servicio
- Cortes repentinos
- Intermitencia
- Suspensión errónea del servicio
- Degradación del servicio
- Restricciones y limitaciones del uso de aplicaciones

Este parámetro se calcula mediante la siguiente fórmula:

$$T_{ra} = T_r = \frac{\sum_{i=1}^{A_r} T e_i}{A_r}$$

Ecuación 10 Tiempo promedio de reparación de fallas en la red

Donde:

T_r = Tiempo promedio de reparación de averías efectivas, en horas

$T e_i$ = Tiempo efectivo entre la avería efectiva, i es reportada hasta que es reparada, en horas

A_r = Total de averías efectivas reportadas

6. Porcentaje de módems ocupados

Es el porcentaje de módems utilizados respecto del total de módems que dispone el proveedor de internet para realizar conexiones. El valor objetivo mensual debe ser el $\%M_{utilizados} < 100$, durante el 98% del día [38].

Este parámetro se calcula mediante la siguiente fórmula:

$$\%M_{utilizados} = \frac{M_{utilizados}}{M_{existentes}} * 100$$

Ecuación 11 Porcentaje de módems ocupados

Donde:

$\%M_{utilizados}$ = Porcentaje de módems utilizados respecto al total de módems que dispone el proveedor de internet para efectuar conexiones

$M_{existentes}$ = Cantidad de módems disponibles en la infraestructura del proveedor de internet.

$M_{utilizados}$ = Total de módems utilizados al momento de la consulta de la herramienta informática.

7. Porcentaje de reclamos por la capacidad del canal de acceso por el cliente

Corresponde al porcentaje de reclamos procedentes con respecto al ancho de banda real del enlace de forma simétrica, mismo valor que no debe ser menor al 98% con

respecto al ancho de banda contratado por el cliente, es un valor medido de forma mensual [38].

Este parámetro se calcula mediante la siguiente fórmula:

$$\%R_c = \frac{R_c}{T_{cl}} * 100$$

Ecuación 12 Porcentaje de reclamos por la capacidad del canal de acceso por el cliente

Donde:

$\%R_c$ = Porcentaje de reclamos procedentes por incumplimiento de la capacidad del canal de acceso contratado (menor al 98% de lo contratado)

R_c = Total de reclamos procedentes generados en el mes, por proveer una capacidad de canal de acceso menor al 98% de lo contratado.

T_{cl} = Total de clientes que dispone ese mes el proveedor de internet.

3.2.6 Búsqueda de parámetros que permitan mejorar la Calidad de Servicio de la empresa AJnet.

Diversos servicios dan como resultado un fuerte aumento en el tráfico de la red, lo que puede provocar la congestión de la red, aumenta el retraso en el reenvío o incluso provoca la pérdida de paquetes. Cualquiera de estas situaciones provoca el deterioro de la calidad del servicio o incluso la interrupción del servicio. Por lo tanto, los servicios en tiempo real requieren una solución para evitar la congestión de la red. La mejor solución es aumentar el ancho de banda de la red, pero aumentar el ancho de banda de la red es costoso. La forma más rentable es utilizar una política de "garantía" para gestionar la congestión del tráfico [39].

QoS garantiza la calidad del servicio de extremo a extremo en función de los requisitos de los diferentes servicios. Ayuda a mejorar la utilización de los recursos de la red y permite que diferentes tipos de tráfico se adelanten a los recursos de la red en función de sus prioridades [39].

3.2.6.1 Indicadores de Calidad de Servicio

Los factores que afectan la calidad del servicio de red deben corregirse para mejorar la calidad de la red. Tradicionalmente, los factores que afectan la calidad de la red incluyen el ancho de banda del enlace, el retraso en la transmisión de paquetes, la inestabilidad y la tasa de pérdida de paquetes. Para mejorar la calidad del servicio de la red, es necesario asegurar el ancho de banda de los enlaces de transmisión y reducir el retraso en la transmisión de paquetes, la inestabilidad y la tasa de pérdida de paquetes. Estos factores que afectan la calidad del servicio de red se convierten en indicadores de QoS [39].

- Ancho de banda

Es la velocidad del enlace en bits por segundo (bps). Se puede instruir al enrutador sobre cómo usar este ancho de banda usando QoS. Generalmente, la capacidad de transmisión de datos y la calidad del servicio de red van acompañadas del ancho de banda. Todos los usuarios de la red esperan un mayor ancho de banda; sin embargo, los costos de operación y mantenimiento son más altos. Por lo tanto, el ancho de banda se convierte en un serio cuello de botella a medida que Internet se desarrolla rápidamente y los servicios se diversifican cada vez más [39].

- Delay

Es el tiempo que tarda un paquete en viajar desde su origen hasta su destino se conoce como retraso unidireccional. La cantidad de tiempo que se tarda en viajar desde el origen hasta el destino y viceversa se denomina demora de ida y vuelta. Hay diferentes tipos de retraso [39]:

- Ping

El tiempo de ida y vuelta (RTT) es la duración en milisegundos (ms) que tarda una solicitud de red en ir desde un punto de partida a un destino y de regreso al punto de partida. RTT es una métrica importante para determinar el estado de una conexión en una red local o en Internet más grande se utiliza comúnmente para diagnosticar la velocidad y la confiabilidad de las conexiones de red. Las mejoras en la latencia se pueden medir en la reducción del tiempo de ida y vuelta y al eliminar las instancias en

las que se requieren viajes de ida y vuelta, como modificando el protocolo de enlace TLS/SSL estándar [39].

Tabla 29 Tipos de retraso y características [39]

Tipo de retraso	Característica
<i>Retraso de procesamiento</i>	El tiempo que tarda un dispositivo en completar todas las tareas necesarias para reenviar un paquete.
<i>Retraso en la cola</i>	La cantidad de tiempo que un paquete pasa esperando en una cola. Cuando una interfaz está sobrecargada, el paquete debe esperar en la cola antes de ser transmitido.
<i>Retardo de serialización</i>	El tiempo que se tarda en enviar todos los bits de una trama a la interfaz física para su transmisión.
<i>Retardo de propagación</i>	El tiempo que tardan los bits en atravesar un medio físico.

Factores que afectan a RTT:

Tabla 30 Factores que afectan a RTT [39]

Factor	Detalle
La naturaleza del medio de transmisión	La forma en que se realizan las conexiones afecta la velocidad de la conexión
Tráfico de la red de área local (LAN)	La cantidad de tráfico en la red de área local puede provocar un cuello de botella en una conexión antes de que llegue a Internet.
Tiempo de respuesta del servidor	la cantidad de tiempo que tarda un servidor en procesar y responder a una solicitud es un cuello de botella potencial en la latencia de la red.
Recuento de nodos y congestión	Según la ruta que tome una conexión a través de Internet, puede enrutarse o "saltar" a través de una cantidad diferente de nodos intermedios.
Distancia física	La distancia entre un punto inicial y final es un factor limitante en la conectividad de la red que solo puede reducirse acercando el contenido a los usuarios que lo solicitan.

```
± % ping 8.8.8.8 -c 5
PING 8.8.8.8 (8.8.8.8): 56 data bytes
64 bytes from 8.8.8.8: icmp_seq=0 ttl=59 time=16.822 ms
64 bytes from 8.8.8.8: icmp_seq=1 ttl=59 time=17.604 ms
64 bytes from 8.8.8.8: icmp_seq=2 ttl=59 time=16.904 ms
64 bytes from 8.8.8.8: icmp_seq=3 ttl=59 time=16.929 ms
64 bytes from 8.8.8.8: icmp_seq=4 ttl=59 time=16.144 ms

--- 8.8.8.8 ping statistics ---
5 packets transmitted, 5 packets received, 0.0% packet loss
round-trip min/avg/max/stddev = 16.144/16.881/17.604/0.463 ms
```

Figura 34 Ping [40]

- **Perdidas de paquetes**

La cantidad de datos perdidos, generalmente expresada como un porcentaje de los paquetes perdidos enviados, se conoce como pérdida. Si envía 100 paquetes y solo 90 de ellos llegan a su destino, su pérdida de paquetes es del 10%. La pérdida de paquetes es inevitable. Por ejemplo, cuando hay congestión, los paquetes se ponen en cola; sin embargo, una vez que la cola está llena, los paquetes se descartan. Con QoS, al menos se puede controlar qué paquetes se descartan cuando esto ocurre [41].

Tasa de errores: como su nombre lo indica, esto se refiere al grado de errores que se encuentran cuando los datos se transmiten a través de una conexión de red. La alta tasa de error conducirá a una conexión o tasa de datos menos estable [41].

- **Latencia**

La latencia es el tiempo total requerido por un paquete en transmisión desde la dirección IP de origen hasta el destino. En una red informática ideal, la latencia debería ser muy cercana a cero, lo que significa que no debería haber retrasos en la transmisión de paquetes [39].

- **Jitter**

Es una variación de un retraso unidireccional en un flujo de paquetes. Algunos paquetes se retrasan debido a la congestión de la red. El retraso entre los paquetes 1 y 2 es de 20 milisegundos, el retraso entre los paquetes 2 y 3 es de 40 milisegundos, el retraso entre los paquetes 3 y 4 es de 50 milisegundos, y así sucesivamente. El receptor

de estos paquetes de voz debe lidiar con la fluctuación, asegurándose de que los paquetes tengan un retraso constante, o la calidad de la voz se verá afectada [41].

3.2.7 Análisis de softwares que permitan elaborar aplicaciones.

Para el desarrollo de la aplicación web que permita monitorear y gestionar la calidad de servicio de la empresa AJnet, se presentaron diferentes alternativas para la programación web, es importante conocer las características y descripción de las herramientas a considerar.

BackEnd

Tabla 31 Comparación entre lenguajes PHP y Python

Parámetros	PHP	Python
Descripción general	Lenguaje scripting de código abierto, se ejecuta del lado del servidor	Programación orientada a objetos
Aplicación	Desarrollo de aplicaciones web	Utilizado en Inteligencia Artificial
Características	<ul style="list-style-type: none"> - Código abierto - Compatibilidad múltiple - Alta capacidad de integración - Monitorización en tiempo real - Reporte de errores 	<ul style="list-style-type: none"> - Código abierto - Rápido desarrollo - Lenguaje dinámico - Amplio soporte - Soporte multiplataforma
Base de datos	Alta compatibilidad con diferentes bases de datos como: Oracle, MySQL, entre otras.	So soporta conectividad con bases de datos externas, es necesario paquetes como Py MySQL, mysql-connector-python
Rendimiento	Gestión eficiente de base de datos y dependiendo de la versión son 3 veces más rápidas que los programas elaborados en Python	Relativamente lentos en comparación de los desarrollados en PHP

Fuente: Investigador elaborado en base a [42]

Considerando los parámetros analizados se optó por desarrollar el proyecto de investigación con el lenguaje PHP para el desarrollo del interfaz, ya que presenta varias características que facilitan su uso, tales como conexión con diferentes bases de datos, conexión sin esfuerzo, reporte de errores y código abierto. PHP también ofrece mayor flexibilidad para la integración con HTML y JavaScript.

Herramientas para la recolección de información de calidad de servicio.

Una vez seleccionado el lenguaje que se aplicó para el desarrollo del backend se procede a analizar herramientas que permitan el monitoreo en tiempo real de redes WAN y LAN, siendo fundamental para la integración de funciones en el nodo de gestión y monitoreo de la calidad de servicio.

- Control de tráfico

Tabla 32 Características monitoreo de red

Programa	Características
Ntopng	<ul style="list-style-type: none"> - Captura de paquetes - Grabación de tráfico - Sonda de red - Análisis de tráfico - Geolocalizar y superponer host - Motor de alertas - Estadísticas de tráfico de red
PRTG	<ul style="list-style-type: none"> - Monitoreo de aplicaciones, web, servidores virtuales, SLA, QoS. - Monitoreo de red - Monitorea múltiples servicios como ping, smtp, pop, HTML y otros - Genera estadísticas del tráfico de la red - Envío de alertas en caso de fallas o inconsistencias.

Nagios Network Analyzer	<ul style="list-style-type: none"> - Análisis de red extenso - Diseño intuitivo - Claridad de red - Información detallada - Generación de informes y alertas - Adaptabilidad
--	--

Auvik	<ul style="list-style-type: none"> - Análisis de tráfico de red - Alertas y notificaciones - Datos de ciclo de vida del hardware - Visibilidad de la red y gestión de activos de TI - Gestión automatizada de inventario - Seguridad y privacidad - Monitorización de la red
--------------	---

Opsview	<ul style="list-style-type: none"> - Monitoreo de infraestructura basado en la nube - Administra operaciones de TI - Monitoreo de servicios comerciales - Resúmenes de rendimientos detallados - Ayuda en la administración de redes y base de datos
----------------	---

SolarWinds	<ul style="list-style-type: none"> - Monitoreo de red de varios proveedores - Generación de alertas avanzadas - Visualización de rutas críticas con NetPath - Administración y monitoreo de redes inalámbricas - Escalabilidad más inteligente para redes eficientes
-------------------	---

Pandora FMS	<ul style="list-style-type: none"> - Autodescubrimiento y detección automática de la topología de la red. - Gestión de eventos y fallos - Visualización "Cloud computing" - Monitorización de disponibilidad y rendimiento. - Alta disponibilidad
------------------------	--

Fuente: Investigador elaborado en base a [40], [41] y [42]

Una herramienta fundamental para el desarrollo del proyecto es Ntop, mismo que se consideró de acuerdo con las características consideradas de varios programas que permiten el análisis de la red, siendo Ntop el que presenta más facilidad de configuración y adaptabilidad al servidor implementado en el proyecto. Ntop permite capturar paquetes, grabación de tráfico, análisis de tráfico por puertos y estadísticas de tráfico de red.

- **Monitoreo de Ping**

Tabla 33 Monitoreo de ping

Programa	Características
SolarWinds Engineer's Toolset	<ul style="list-style-type: none"> - Supervisa y alerta en tiempo real acerca de la disponibilidad y estado de la red - Realiza diagnósticos de la red - Gestiona los dispositivos Cisco - Reduce el tiempo de solución de problemas
Zabbix	<ul style="list-style-type: none"> - Recopilación de datos - Definición de umbrales flexibles - Alertas altamente configurables - Gráficas en tiempo real - Capacidades de monitoreo web - Amplias opciones de visualización - Almacenamiento de datos históricos - Configuración sencilla - Verifica la disponibilidad y nivel de respuesta de varios servicios - Permite obtener estadísticas - Monitorea servicios a través de protocolos como SNMP, TCP, ICMP o SSH y telnet.
Observium	<ul style="list-style-type: none"> - Monitoreo basado en PHP/MySQL - Descubrir automáticamente dispositivos - Aplicación web - Soporte amplia gama de dispositivos - Tráfico de interfaces - Gráficos en tiempo real - Inventario de dispositivos
Nagios Core	<ul style="list-style-type: none"> - Monitoreo Integral - Vista centralizada de toda la infraestructura de TI monitoreada - Resolución de problemas

	<ul style="list-style-type: none"> - Planificación proactiva - Los informes son históricos y permiten tener un registro de alertas, notificaciones, interrupciones y respuesta de alertas presentadas. - La integración con aplicaciones internas y de terceros es fácil con múltiples API.
LibreNMS	<ul style="list-style-type: none"> - Descubrimiento automático - Alertas - Compatibilidad con múltiples sensores ambientales - Recopilación de datos de múltiples protocolos (STP, OSPF, BGP, etc.) - Recopilación de tablas VLAN, ARP y FDB - Tableros personalizables - Integración de copia de seguridad del dispositivo (Oxidized, RANCID) - Sondeo distribuido - Múltiples métodos de autenticación (MySQL, LDAP, Active Directory, HTTP).
Emco Ping Monitor	<ul style="list-style-type: none"> - Monitoreo listo para la empresa. - Medición de latencia de alta precisión. - Supervisión de la disponibilidad del host. - Supervisión de la calidad de la conexión. - Análisis de rendimiento del anfitrión. - Estadísticas detalladas. - Almacenamiento de datos de respuesta de ping sin procesar. - Notificaciones flexibles.

Fuente: Investigador elaborado en base a [43], [44] y [45]

En base a las características presentadas, se eligió para el desarrollo del proyecto en el monitoreo de ping a Zabbix, ya que es adaptable al sistema operativo Ubuntu Server, es totalmente de código abierto, presenta la función de graficas en tiempo real al igual que el monitoreo, mismo que es altamente configurable permitiendo generar alertas por nivel de gravedad, configurar el tiempo de envío de mensajes, también cuenta con una amplia base de datos y gestiona la información por fechas mostrando datos recopilados de hasta dos años. Esto contribuye al desarrollo del proyecto ya que se trata de un sistema de gestión y monitoreo, se puede registrar el historial de fallas de los clientes y a su vez muestra el tiempo que duró el problema.

3.2.8 Diseño de una aplicación que permita automatizar y generar un sistema de alertas de los inconvenientes que presente la red GPON.

El diseño de la aplicación está en base a los componentes que fueron instalados en el servidor y la configuración de este:

Arquitectura de la aplicación web

En la arquitectura de la aplicación, para su desarrollo se trabaja con el backend, en el lado del servidor, mismo que se encarga de interactuar con el servidor para gestionar los datos almacenados y con el frontend, en el lado del cliente, mismo que hace referencia al código del diseño de la aplicación web con la que interactúan los usuarios.

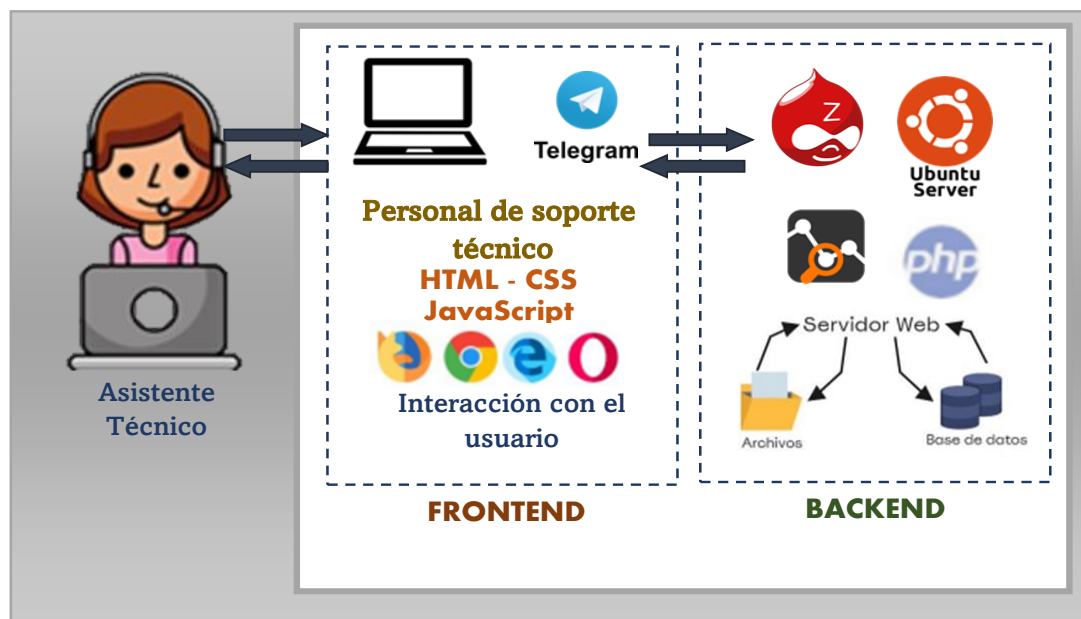


Figura 35 Arquitectura de la aplicación web

Fuente: Investigador

Principio de funcionamiento de la aplicación web:

Se detalla en la Figura 36, las aplicaciones integradas para el diseño la aplicación web con su respectivo funcionamiento.



Figura 36 Principio de funcionamiento de la aplicación web

Fuente: Investigador

Desarrollo del backend de la aplicación web

Una vez seleccionado todos los componentes necesarios para el desarrollo de la aplicación se procede con la instalación.

- Instalación Ubuntu Server 20.04

El equipo que funcionará como servidor cuenta con Ubuntu Server 20.04, mismo que presenta mayor compatibilidad con las herramientas que se eligió para el monitoreo de la red.

```

Welcome to Ubuntu 20.04.4 LTS (GNU/Linux 5.4.0-135-generic x86_64)

* Documentation:  https://help.ubuntu.com
* Management:    https://landscape.canonical.com
* Support:       https://ubuntu.com/advantage

System information as of vie 23 dic 2022 15:10:18 UTC

System load:  0.01          Temperature:           52.0 C
Usage of /:   6.5% of 97.87GB Processes:             158
Memory usage: 3%          Users logged in:      1
Swap usage:  0%          IPv4 address for enp1s0: 10.0.0.101
  
```

Figura 37 Instalación Ubuntu Server 20.04

Fuente: Investigador

Instalación Ntop

Esta aplicación se utiliza para monitorear la red de Internet utilizada por el cliente. El seguimiento de los resultados se puede ver accediendo a la página `http://ip_server:3000` en un navegador.

- Instalar Ntop

1. Agregar las dependencias necesarias.

```
$ sudo apt install wget gnupg software-properties-common
```

2. Descargar e instalar el paquete del repositorio Ntopng.

```
$ wget https://packages.ntop.org/apt/20.04/all/apt-ntop.deb
```

```
$ sudo dpkg -i apt-ntop.deb
```

3. Actualizar el repositorio

```
$ sudo apt update
```

4. Instalar Ntopng

```
$ sudo apt install pfring-dkms nprobe ntopng n2disk cento
```

- Configurar Ntopng

1. Abrir el archivo de configuración de Ntopng.

```
$ sudo nano /etc/ntopng/ntopng.conf
```

2. Configurar el interfaz de red y el puerto 3000

```
-G=/var/run/ntopng.pid
#
# -e|--daemon
# This parameter causes ntop to become a
# without connection to a specific terminal
# tool, you probably will want to use this
# controlled with systemd (e.g., service ntopng)
#
# -e=
#
# -i|--interface
# Specifies the network interface or collection of
# monitoring. On Unix you can specify both the
# interface id as shown by ntopng -h. On Windows
# Note that you can specify -i multiple times for
# multiple interfaces.
#
# i=enp1s0
# i=eth1
#
# -w|--http-port
# Sets the HTTP port of the embedded web server
#
# w=3000
```

Figura 38 Configuración del archivo ntopng.conf

Fuente: Investigador

- 3. Reiniciar el servicio ntopng y configúrelo para que se ejecute en el arranque.

```
$ sudo systemctl start ntopng
$ sudo systemctl enable ntopng
```

- **Verificar funcionamiento Ntopng**

- 1. Navegar al interfaz web en el puerto 3000. Sustituya la dirección IP de por el servidor:



Figura 39 Página de ingreso a la cuenta de ntop

Fuente: Investigador

2. Iniciar sesión con nombre admin y contraseña admin
3. Cambiar la contraseña

Change Password

Default admin password must be changed. Please enter a new password below.

Language

English

Change Password

[Logout](#)

Figura 40 Cambio de contraseña ntop

Fuente: Investigador

4. Configurar el interfaz de monitoreo Ntopng

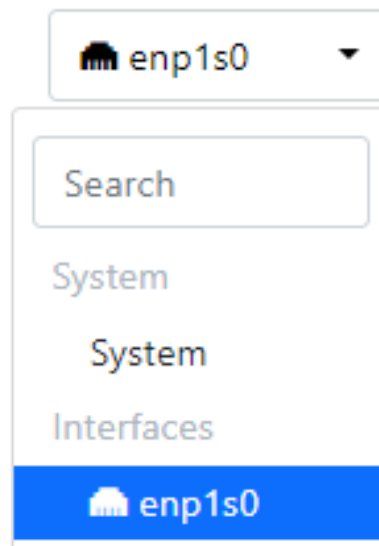


Figura 41 Selección del puerto de monitoreo de la red

Fuente: Investigador

Es necesario seleccionar el adaptador de red que requiere la monitorización, o a su vez verificar el funcionamiento del sistema.

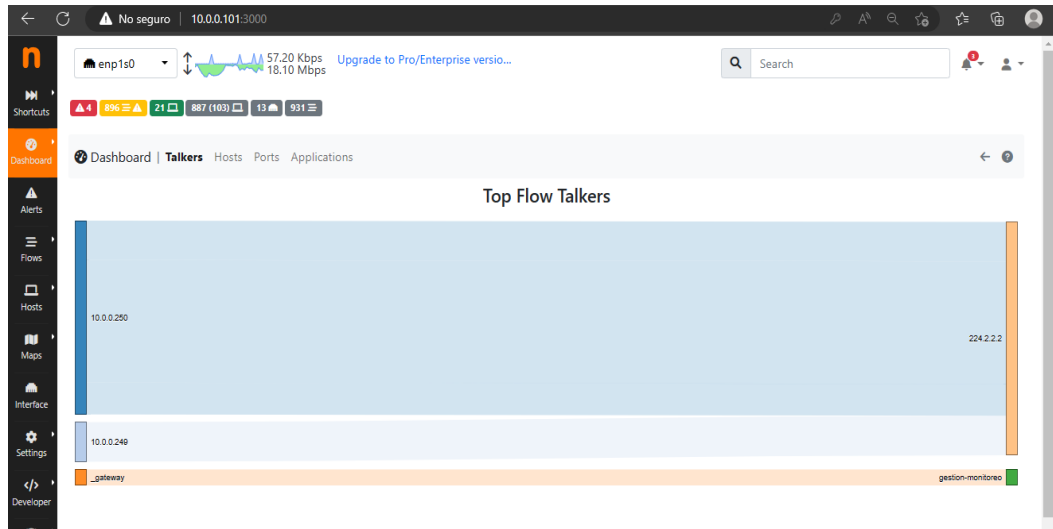


Figura 42 Interfaz de inicio de ntop

Fuente: Investigador

Instalación Apache

1. Actualizar repositorios

```
$ apt-get update -y
```

2. Instalar apache, php y mysql

```
$ apt-get install apache2libapache2-mod-php mariadb-server php php-mbstring php-gd php-xml php-bcmath php-ldap php-mysql unzip curl gnupg2 -y
```

3. Reiniciar el servidor Apache

```
$ systemctl restart apache2
```

```
root@gestion-monitoreo:~# systemctl restart apache2 && systemctl enable apache2
Synchronizing state of apache2.service with SysV service script with /lib/systemd/systemd-sysv-install.
Executing: /lib/systemd/systemd-sysv-install enable apache2
```

Figura 43 Verificación de la habilitación de apache

Fuente: Investigador

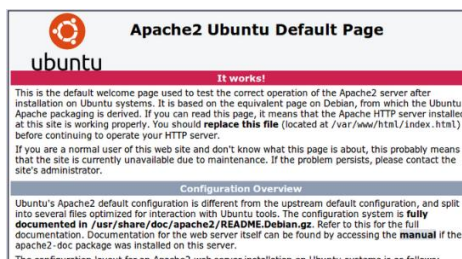


Figura 44 Interfaz de inicio de apache

Fuente: Investigador

Instalación base de datos mysql

1. Configurar usuario y contraseña de la base de datos y asignar los permisos.

```
root@gestion-monitoreo:/var/www/html# sudo mysql -u root -p
Enter password:
Welcome to the MariaDB monitor.  Commands end with ; or \g.
Your MariaDB connection id is 214
Server version: 10.3.37-MariaDB-0ubuntu0.20.04.1 Ubuntu 20.04

Copyright (c) 2000, 2018, Oracle, MariaDB Corporation Ab and others.

Type 'help;' or '\h' for help. Type '\c' to clear the current input statement.

MariaDB [(none)]> ALTER USER 'root'@'localhost' IDENTIFIED BY 'ajnet2021*';
Query OK, 0 rows affected (0,001 sec)

MariaDB [(none)]> CREATE USER ajnet@localhost IDENTIFIED BY 'ajnet2021*';
Query OK, 0 rows affected (0,001 sec)

MariaDB [(none)]> GRANT ALL PRIVILEGES ON zabbix.* TO ajnet@localhost;
Query OK, 0 rows affected (0,001 sec)

MariaDB [(none)]> exit
Bye
```

Figura 45 Creación de un usuario y habilitar permisos en mysql

Fuente: Investigador

Instalación zabbix

1. Descargar el repositorio

```
wget
https://repo.zabbix.com/zabbix/5.2/ubuntu/pool/main/z/zab
bix-release/zabbix-release_5.2-1+ubuntu$(lsb_release
rs)_all.deb
```

```
--2023-01-15 14:56:36-- https://repo.zabbix.com/zabbix/5.2/ubuntu/pool/main/z/zabbix-release/zabbix-release_5.2-1+ubuntu20.04_all.deb
Resolving repo.zabbix.com (repo.zabbix.com) ... 178.128.6.101, 2604:a880:2:d0::2062:d001
Connecting to repo.zabbix.com (repo.zabbix.com)|178.128.6.101|:443 ... connected.
HTTP request sent, awaiting response ... 200 OK
Length: 3456 (3,4K) [application/octet-stream]
Saving to: 'zabbix-release_5.2-1+ubuntu20.04_all.deb'

zabbix-release_5.2- 100%[=====] 3,38K --*KB/s in 0s

2023-01-15 14:56:37 (299 MB/s) - 'zabbix-release_5.2-1+ubuntu20.04_all.deb' saved [3456/3456]
```

Figura 46 Verificación de la instalación del repositorio de zabbix

Fuente: Investigador

2. Agregar el repositorio de zabbix

```
dpkg --get-frontend zabbix-release_5.2-1+ubuntu$(lsb_release -rs)_all.deb
```

3. Actualizar la información

```
apt update
```

4. Instalar zabbix

```
apt -y install zabbix-server-mysql zabbix-frontend-php zabbix-apache-conf zabbix-agent
```

5. Crear y configurar la base de datos

```
CREATE DATABASE zabbixdb character set utf8 collate utf8_bin;
CREATE USER 'zabbixuser'@'localhost' IDENTIFIED BY 'password';
mysql -uroot -p'rootDBpass' -e "create database zabbix character set utf8 collate utf8_bin;"
mysql -uroot -p'rootDBpass' -e "grant all privileges on zabbix.* to zabbix@localhost identified by 'ajnet2023*';"
zcat /usr/share/doc/zabbix-server-mysql*/create.sql.gz | mysql -uzabbix -p'ajnet2023*' Zabbix
```

6. Editar zabbix_server.conf

```
vi /etc/zabbix/zabbix_server.conf
```

7. Reiniciar y habilitar el servicio de zabbix

```
systemctl restart zabbix-server zabbix-agent
```

```
systemctl enable zabbix-server zabbix-agent
```

```
Synchronizing state of zabbix-server.service with SysV service script with /lib/systemd/systemd-sysv-install.  
Executing: /lib/systemd/systemd-sysv-install enable zabbix-server  
Synchronizing state of zabbix-agent.service with SysV service script with /lib/systemd/systemd-sysv-install.  
Executing: /lib/systemd/systemd-sysv-install enable zabbix-agent  
Created symlink /etc/systemd/system/multi-user.target.wants/zabbix-server.service -> /lib/systemd/system/zabbix-server.service
```

Figura 47 Verificación de la habilitación de los agentes de zabbix

Fuente: Investigador

8. Editar la configuración de apache para zabbix

```
vi /etc/zabbix/apache.conf
```

```
<Directory "/usr/share/zabbix">  
    Options FollowSymLinks  
    AllowOverride None  
    Order allow,deny  
    Allow from all  
  
    <IfModule mod_php7.c>  
        php_value max_execution_time 300  
        php_value memory_limit 2048M  
        php_value post_max_size 164M  
        php_value upload_max_filesize 200M  
        php_value max_input_time 300  
        php_value max_input_vars 10000  
        php_value always_populate_raw_post_data -1  
        php_value date.timezone America/Guayaquil  
    </IfModule>  
</Directory>
```

Figura 48 Configuración de apache

Fuente: Investigador

9. Reiniciar y habilitar el servicio de apache

```
systemctl restart apache2 && systemctl enable apache2
```

10. Configurar zabbix a español

```
dpkg-reconfigure locales
```

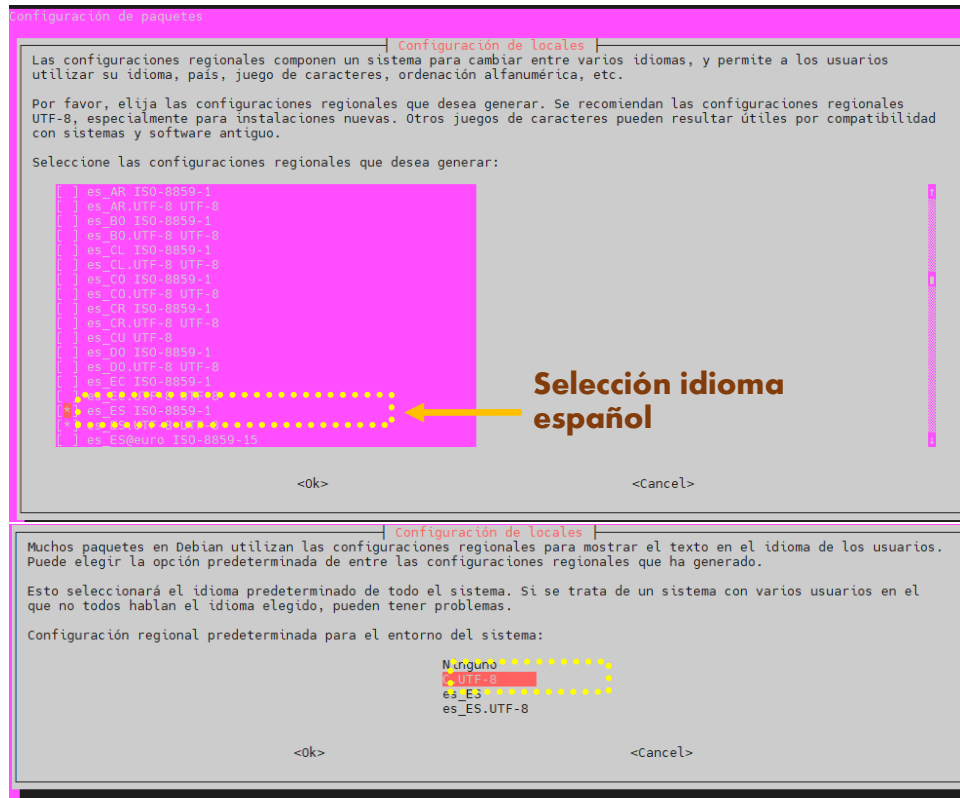


Figura 49 Selección del lenguaje de zabbix

Fuente: Investigador

11. Ingresar al directorio y cambiar a “true” al idioma español

```
sudo nano /usr/share/zabbix/include/locales.inc.php
```

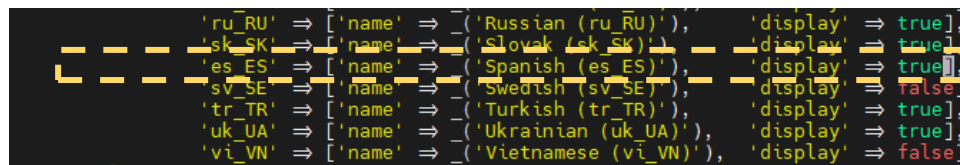


Figura 50 Habilitar el idioma español en apache.ini.php

Fuente: Investigador

12. Reiniciar el servidor apache 2

```
service apache2 reload
```

Interfaz phpMyAdmin

1. Ingresar al directorio

```
cd /var/www/html
```

2. Descargar el repositorio php

```
wget
https://files.phpmyadmin.net/phpMyAdmin/5.1.1/phpMyAdmin-5.1.1-all-languages.tar.xz
```

3. Descomprimir el archivo

```
sudo tar xf phpMyAdmin-5.1.1-all-languages.tar.xz
```

4. Cambiar de nombre el archivo

```
mv phpMyAdmin-5.1.1-all-languages.tar.xz phpMyAdmin
```

5. Ingresar al interfaz

```
10.0.0.101/phpMyAdmin
```

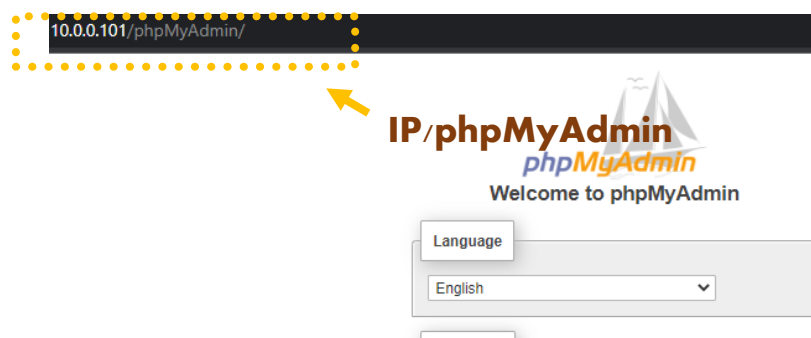


Figura 51 Ingreso al interfaz de phpMyAdmin

Fuente: Investigador

Interfaz de zabbix

1. Página de inicio



Figura 52 Página inicial de zabbix

Fuente: Investigador

2. Verificar los requisitos previos instalados

ZABBIX Comprobación de requisitos previos

	Valor actual	Requerido	
PHP version	7.4.3	7.2.0	OK
PHP option "memory_limit"	256M	128M	OK
PHP option "post_max_size"	64M	16M	OK
PHP option "upload_max_filesize"	200M	2M	OK
PHP option "max_execution_time"	300	300	OK
PHP option "max_input_time"	300	300	OK
PHP databases support	MySQL		OK
PHP bcmath	conectado		OK
PHP mbstring	conectado		OK
PHP option "mbstring.func_overload"	desconectado	desconectado	OK

Volver Next step

Figura 53 Comprobación de requisitos de instalación

Fuente: Investigador

3. Configurar la base de datos

ZABBIX Configurar la conexión de BD

Please create database manually, and set the configuration parameters for connection to this database. Press "Next step" button when done.

Tipo de base de datos: MySQL

Servidor de base de datos: localhost

Puerto de la base de datos: 0 - usar el puerto por defecto

Nombre de la base de datos: zabbix

Store credentials in: Texto plano HashiCorp Vault

Usuario: zabbix

Contraseña:

Database TLS encryption: Connection will not be encrypted because it uses a socket file (on Unix) or shared memory (Windows).

Volver Next step

Figura 54 Configuración con la base de datos

Fuente: Investigador

4. Detalles del servidor

ZABBIX

Zabbix server details

Please enter the host name or host IP address and port number of the Zabbix server, as well as the name of the installation (optional).

Equipo

Puerto

Name

Volver Next step

Figura 55 Configuración de detalles del servidor y el nombre

Fuente: Investigador

5. Configurar la zona y el tema

ZABBIX

GUI settings

Default time zone

Tema por defecto

Volver Next step

Figura 56 Configuración de la zona horaria y el tema

Fuente: Investigador

6. Confirmar la configuración realizada

ZABBIX

Pre-installation summary

Please check configuration parameters. If all is correct, press "Next step" button, or "Volver" button to change configuration parameters.

Welcome

Comprobación de requisitos previos

Configurar la conexión de BD

Zabbix server details

GUI settings

Pre-installation summary

Install

Tipo de base de datos MySQL

Servidor de base de datos localhost

Puerto de la base de datos por defecto

Nombre de la base de datos zabbix

Usuario de base de datos zabbix

Contraseña de la base de datos *****

Database TLS encryption false

Servidor Zabbix localhost

Puerto del servidor Zabbix 10051

Nombre del servidor Zabbix AJnet

Volver Next step

Figura 57 Confirmación de la información para la instalación de zabbix

Fuente: Investigador

7. Finalizar la instalación

ZABBIX

Install

Welcome

Comprobación de requisitos previos

Configurar la conexión de BD

Zabbix server details

GUI settings

Pre-installation summary

Install

¡Felicidades! Has instalado la interfaz web de Zabbix satisfactoriamente.

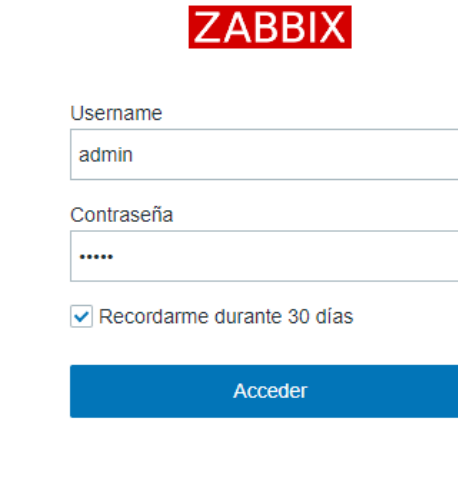
Archivo de configuración "/usr/share/zabbix/conf/zabbix.conf.php" creado.

Volver Finalizar

Figura 58 Instalación de zabbix finalizada

Fuente: Investigador

8. Ingresar a Zabbix con el usuario por defecto “Admin” y contraseña “zabbix”



The image shows the Zabbix login interface. At the top, the word "ZABBIX" is displayed in a red box. Below it, there are two input fields: "Username" with the text "admin" and "Contraseña" with masked characters ".....". A checkbox labeled "Recordarme durante 30 días" is checked. At the bottom, there is a blue button labeled "Acceder".

Figura 59 Ingreso a Zabbix

Fuente: Investigador

9. Inicio

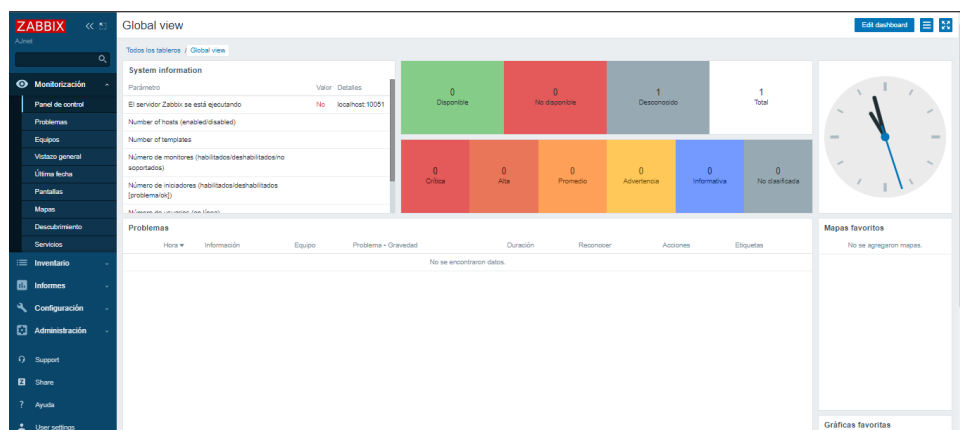


Figura 60 Página inicial de zabbix

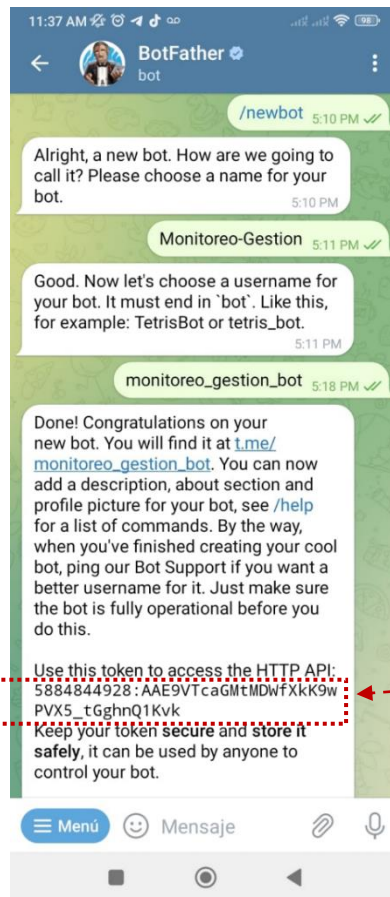
Fuente: Investigador

Configurar las alertas de zabbix mediante telegram

1. Crear y configurar el bot

Para crear estas alertas es necesario buscar una función de telegram llamada BotFather, al momento de empezar es necesario ingresar */newbot*, solicitará el nombre del bot, y seguido el nombre del usuario del bot, finalmente se desplegará un mensaje con un token para configurar en zabbix.

Crear el bot desde BotFather



Token para el envío de mensajes

Figura 61 Crear un bot

Fuente: Investigador

Solicitar un token desde IDBot para crear grupos en telegram

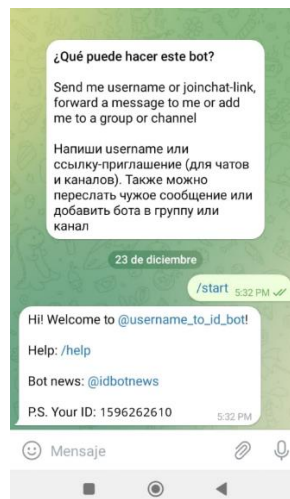


Figura 62 Crear un IDBot

Fuente: Investigador

Crear el grupo y elegir los miembros

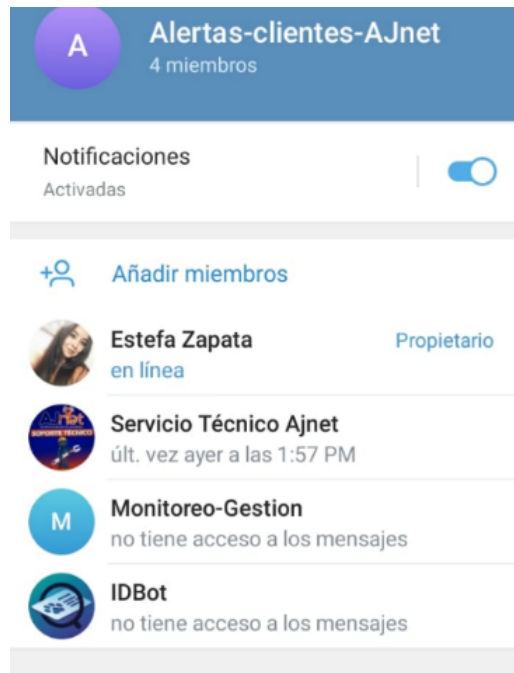


Figura 63 Crear un grupo en telegram

Fuente: Investigador

Copiar el token e ID del grupo para ingresar en zabbix y recibir mensajes

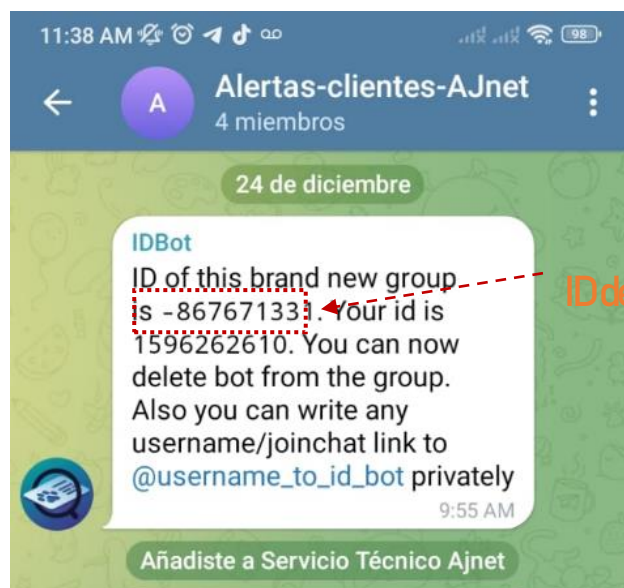


Figura 64 Verificar ID del grupo

Fuente: Investigador

2. Configurar en zabbix la media de telegram e ingresar el ID del grupo de telegram para enviar los mensajes

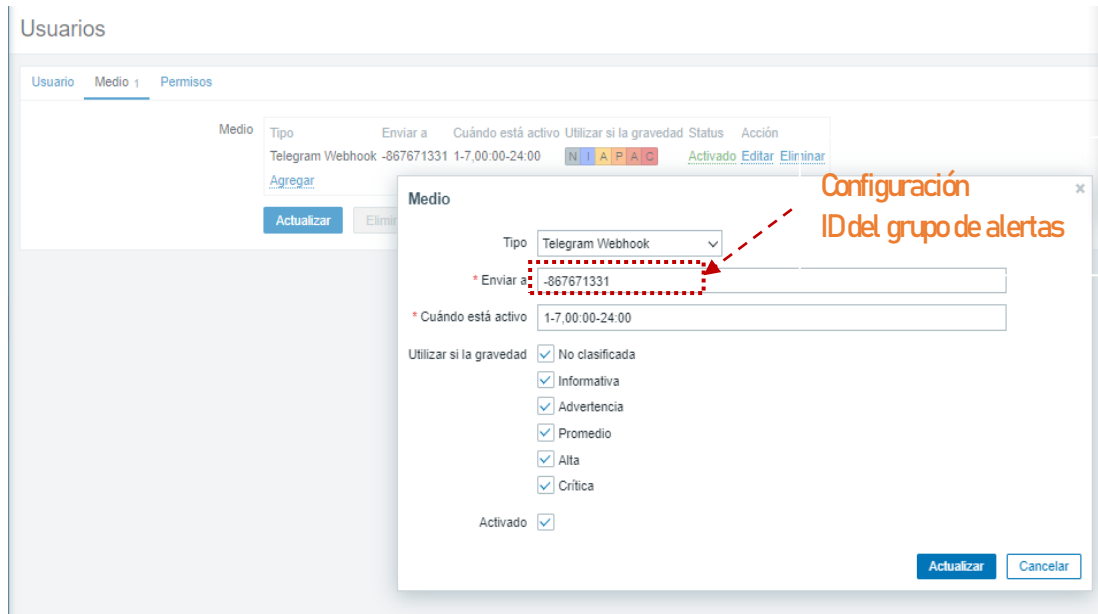


Figura 65 Configuración media telegram en zabbix

Fuente: Investigador

3. Crear una acción de tipo trigger para enviar los mensajes

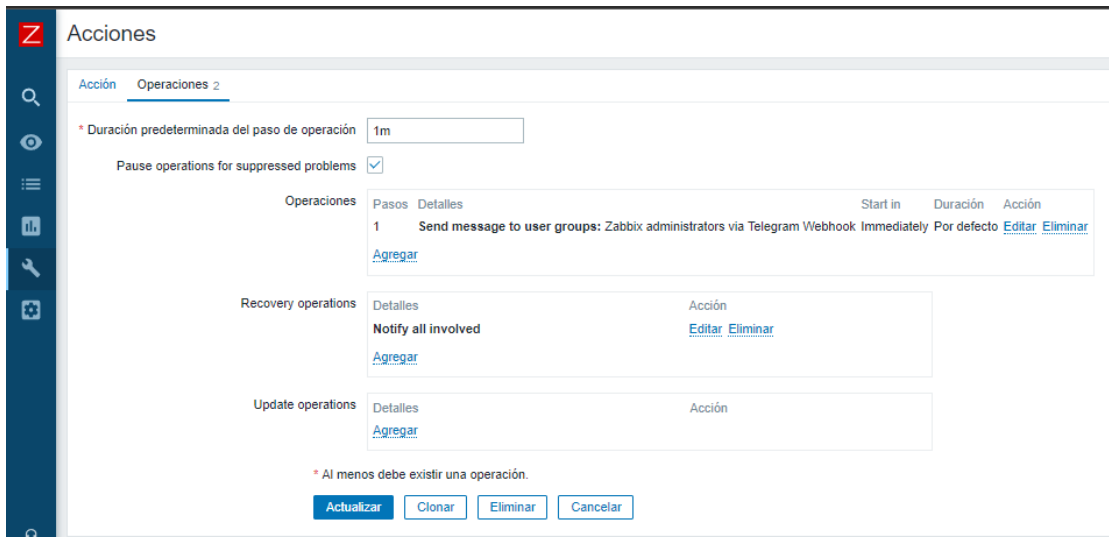


Figura 66 Creación triggers en zabbix

Fuente: Investigador

Crear eventos para el envío de alertas a telegram de acuerdo con la gravedad del problema

Acciones

Acción Operaciones 2

* Nombre: Reportar problemas

Tipo de cálculo: Y/O (A and (B or C or D))

Etiqueta	Nombre	Acción
A	Problem is not suppressed	Eliminar
B	Gravedad del iniciador equals <i>Crítica</i>	Eliminar
C	Gravedad del iniciador equals <i>Alta</i>	Eliminar
D	Gravedad del iniciador equals <i>Promedio</i>	Eliminar

[Agregar](#)

Activado:

* Al menos debe existir una operación.

[Actualizar](#) [Clonar](#) [Eliminar](#) [Cancelar](#)

Figura 67 Creación de eventos de alertas en zabbix

Fuente: Investigador

4. Envío de alertas al grupo de telegram incluyendo el token e ID

Tipos de medios

Tipo de medio Message templates 5 Options

* Nombre: Telegram Webhook

Tipo: Webhook

Nombre	Valor	Acción
Message	{ALERT.MESSAGE}	Eliminar
ParseMode	Markdown	Eliminar
Subject	{ALERT.SUBJECT}	Eliminar
To	67671331	Eliminar
Token	5884844928:AAE9VtcaGMMDW...	Eliminar

[Agregar](#)

* Script: `var Telegram = { ... }`

Timeout: 10s

Process tags:

Include event menu entry:

* Menu entry name:

* Menu entry URL:

Descripción: <https://git.zabbix.com/projects/ZBX/repos/zabbix/browse/templates/media/telegram>

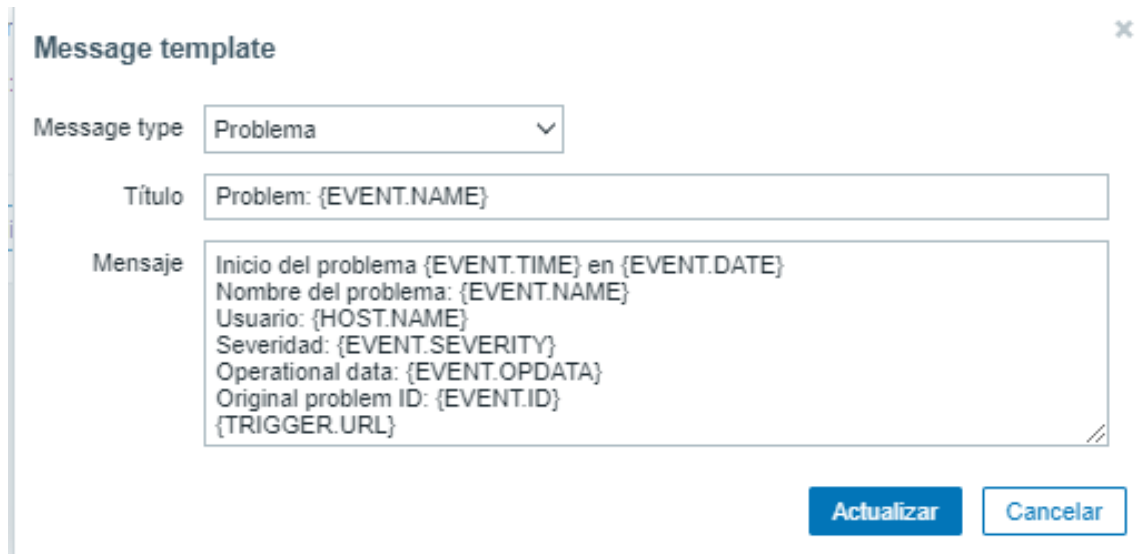
1. Register bot: send "newbot" to @BotFather and follow instructions
2. Copy and paste the obtained token into the "Token" field above

Figura 68 Configuración envío de alertas a telegram desde zabbix

Fuente: Investigador

5. Configurar mensajes del inicio problema y al finalizar el problema

Inicio del problema

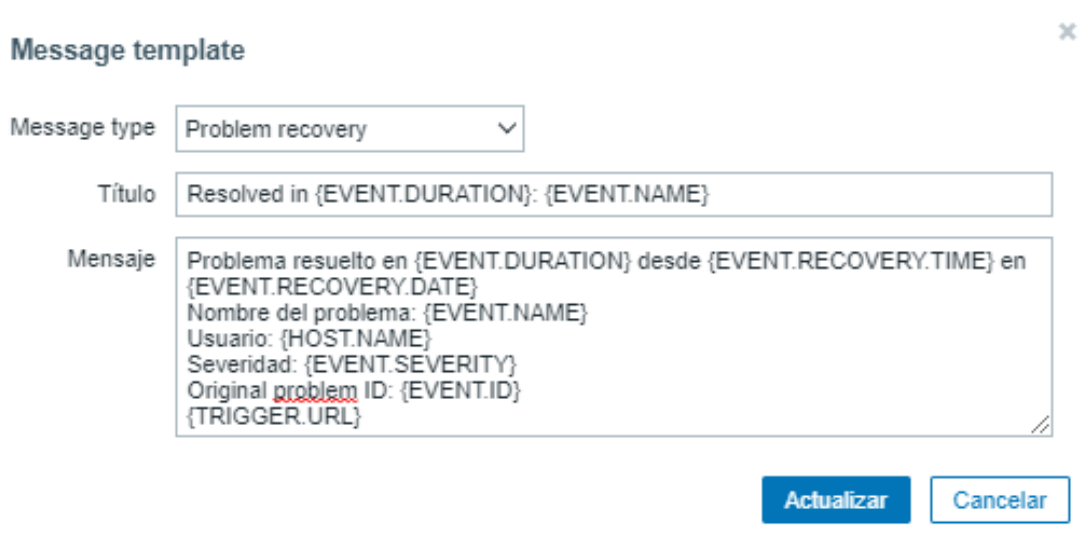


The screenshot shows a 'Message template' configuration window. The 'Message type' is set to 'Problema'. The 'Título' field contains 'Problem: {EVENT.NAME}'. The 'Mensaje' field contains the following text: 'Inicio del problema {EVENT.TIME} en {EVENT.DATE}', 'Nombre del problema: {EVENT.NAME}', 'Usuario: {HOST.NAME}', 'Severidad: {EVENT.SEVERITY}', 'Operational data: {EVENT.OPDATA}', 'Original problem ID: {EVENT.ID}', and '{TRIGGER.URL}'. At the bottom right, there are two buttons: 'Actualizar' and 'Cancelar'.

Figura 69 Configuración mensaje de inicio del problema en zabbix

Fuente: Investigador

Problema resuelto



The screenshot shows a 'Message template' configuration window. The 'Message type' is set to 'Problem recovery'. The 'Título' field contains 'Resolved in {EVENT.DURATION}: {EVENT.NAME}'. The 'Mensaje' field contains the following text: 'Problema resuelto en {EVENT.DURATION} desde {EVENT.RECOVERY.TIME} en {EVENT.RECOVERY.DATE}', 'Nombre del problema: {EVENT.NAME}', 'Usuario: {HOST.NAME}', 'Severidad: {EVENT.SEVERITY}', 'Original problem ID: {EVENT.ID}', and '{TRIGGER.URL}'. At the bottom right, there are two buttons: 'Actualizar' and 'Cancelar'.

Figura 70 Configuración del mensaje fin del problema en zabbix

Fuente: Investigador

Elaborar el interfaz principal para ingreso de las aplicaciones

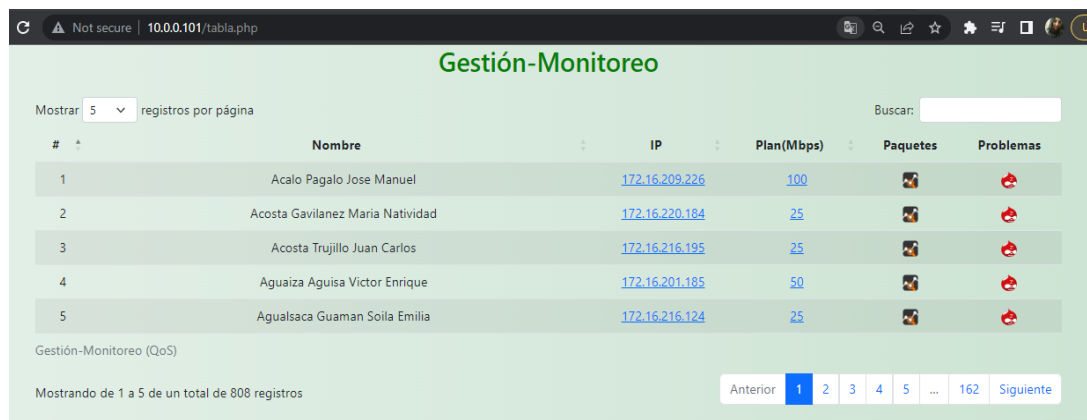
1. Elaborar la aplicación web que integre las tres aplicaciones.



Figura 71 Página de inicio 10.0.0.101

Fuente: Investigador

- Dar click en INICIAR, se redirige a la página de inicio



#	Nombre	IP	Plan(Mbps)	Paquetes	Problemas
1	Acalo Pagalo Jose Manuel	172.16.209.226	100		
2	Acosta Gavilanez Maria Natividad	172.16.220.184	25		
3	Acosta Trujillo Juan Carlos	172.16.216.195	25		
4	Aguaiza Aguisa Victor Enrique	172.16.201.185	50		
5	Agualsaca Guaman Soila Emilia	172.16.216.124	25		

Mostrando de 1 a 5 de un total de 808 registros

Anterior 1 2 3 4 5 ... 162 Siguiente

Figura 72 Página de monitoreo a los clientes e integración de funciones

Fuente: Investigador

Algoritmo de funcionamiento de la aplicación web del nodo de gestión y monitoreo de calidad de servicio QoS

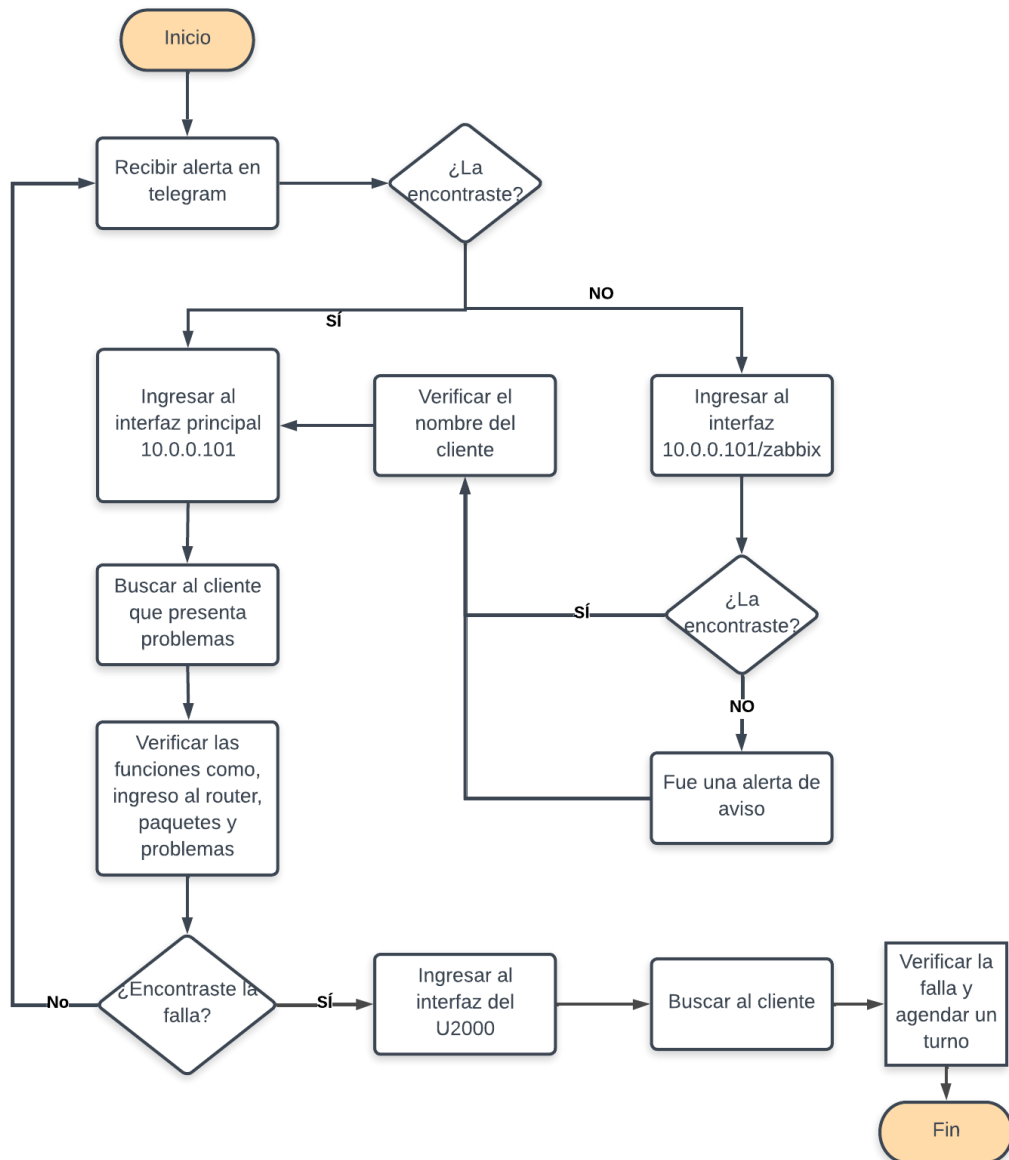


Figura 73 Algoritmo de gestión y monitoreo de calidad de servicio QoS

Fuente: Investigador

3.2.9 Implementación de la aplicación.

Los pasos para implementar el sistema de Gestión y monitoreo de la Calidad de Servicio se detallan a continuación:

1. Configurar la tarjeta de red del servidor en la red de la empresa

```
# This is the network config written by 'subiquity'
network:
  ethernets:
    enp1s0:
      addresses:
        - 10.0.0.101/24
      gateway4: 10.0.0.254
      nameservers:
        addresses:
          - 8.8.8.8
          - 8.8.4.4
        search: []
      version: 2
```

Figura 74 Configuración tarjeta de red

Fuente: Investigador

2. Enrutar el servidor en la red de AJnet

Diagrama de red para el gestión y monitoreo de Calidad de Servicio

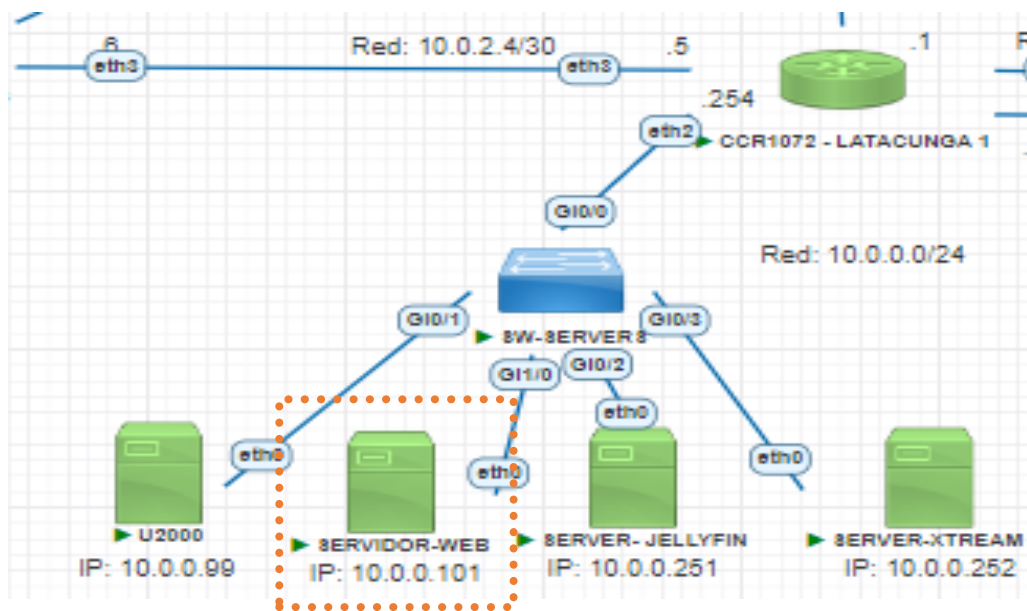


Figura 75 Integración del servidor en la red, diseño lógico y físico

Fuente: Investigador

En la figura se detalla la implementación del servidor conectado a un switch que está configurado en la red 10.0.0.0/24, esto permitirá la asignación de una IP que permita enrutar el servidor y que sea posible la comunicación entre todos los equipos.

3. Enrutar la red AJnet y establecer conexión entre los routers y el servidor gestión-monitoreo.

La conexión se establece a partir del Router uno “CCR1072 – Latacunga 1”, el cual está conectado mediante un switch a los servidores que maneja la empresa y a su vez está en la misma red del servidor teniendo la IP 10.0.0.254. Para establecer la conexión con el Router 2 “CCR1072 – Latacunga 2”, es necesario conectar un cable de red, mismo que se encuentra del puerto ether4 al ether2 y configurando la IP 10.0.2.0/30 y al Router 3 “CCR1072 – Latacunga 3”, se encuentra conectado mediante el puerto ether8 de cada uno, en este enlace se ocupa la red 10.0.2.8/30. Para permitir la comunicación es necesario crear una ruta dinámica en el Router 2 y 3 como se puede observar en la figura.

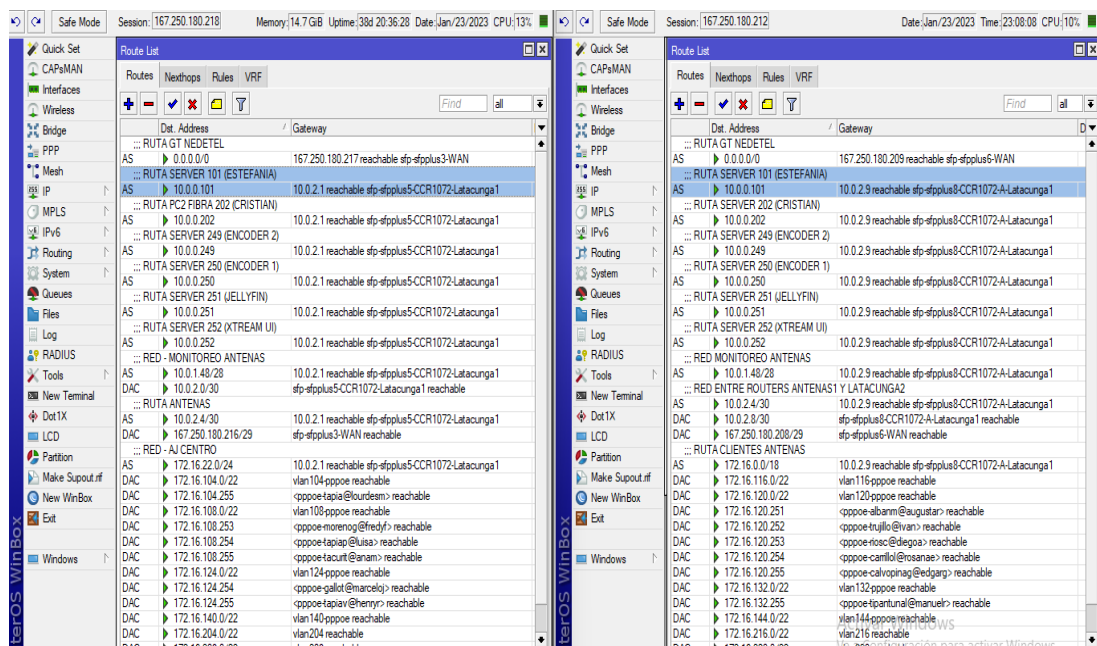


Figura 76 Implementación de la comunicación con el servidor desde los routers

Fuente: Investigador

4. Activar los servicios de ntop y zabbix en la nueva red.

Ntop

```
$ sudo systemctl start ntopng
```

```
$ sudo systemctl enable ntopng
```

Zabbix

```
systemctl restart zabbix-server zabbix-agent
```

```
systemctl enable zabbix-server zabbix-agent
```

5. Habilitar las propiedades de MikroTik para los gráficos

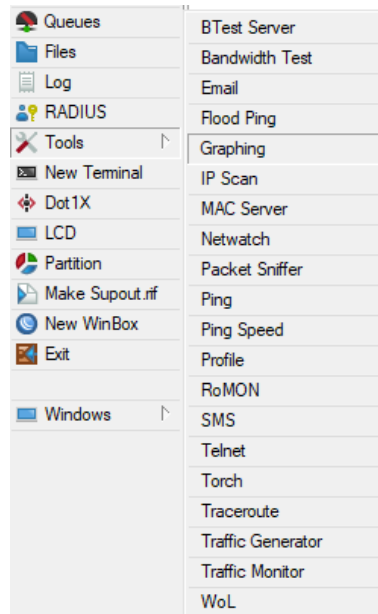


Figura 77 Habilitación de gráficos desde winbox

Fuente: Investigador

6. Crear una base de datos con los clientes registrados en wisphub y la OLT

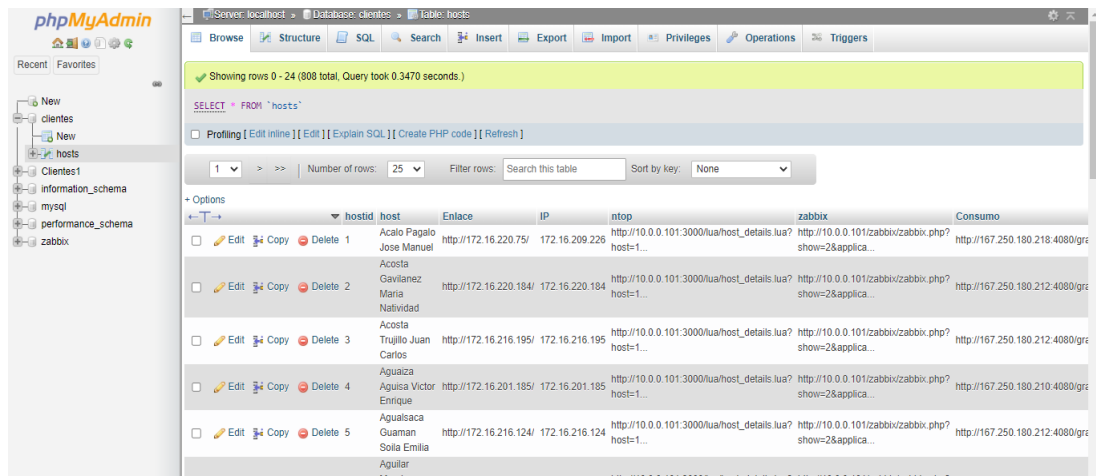


Figura 78 Creación de la base de datos

Fuente: Investigador

7. Implementar la página de inicio y el interfaz para el manejo de la aplicación.

3.2.10 Ejecución de pruebas, detección y corrección de errores del sistema.

Al finalizar el diseño e implementación de la propuesta, se procedió a presentar los resultados al personal de soporte técnico y Gerente de AJnet, quienes son los

encargados de atención al cliente y resolver los problemas existentes que presenta la red y así realizar las pruebas de funcionamiento en diferentes circunstancias.

Para ello se empezó verificando los problemas existentes en el siguiente orden:

1. Verificación de alertas desde telegram

Al momento de ingresar los clientes mediante un archivo .yaml se registran todos los inconvenientes mediante el protocolo ICMP, mismo que desde zabbix se configuró el sistema de alertas y se envía a telegram como se observa a continuación.

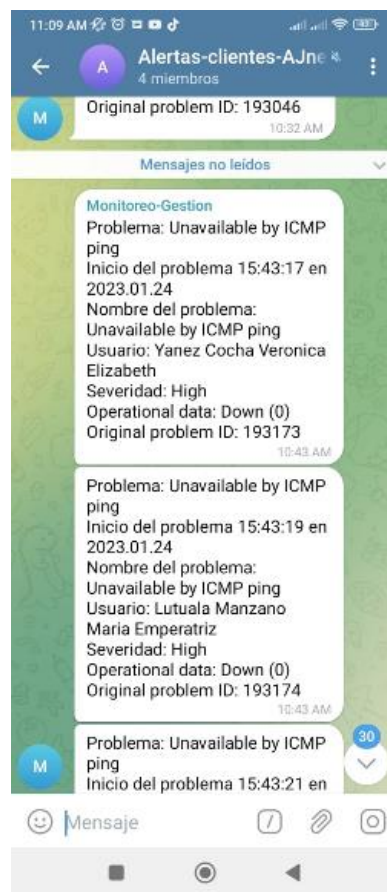


Figura 79 Verificación de alertas en telegram

Fuente: Investigador

2. Verificar errores registrados

Zabbix tiene la función de registrar los problemas por niveles, siendo alto, promedio, advertencia, información y no clasificado.

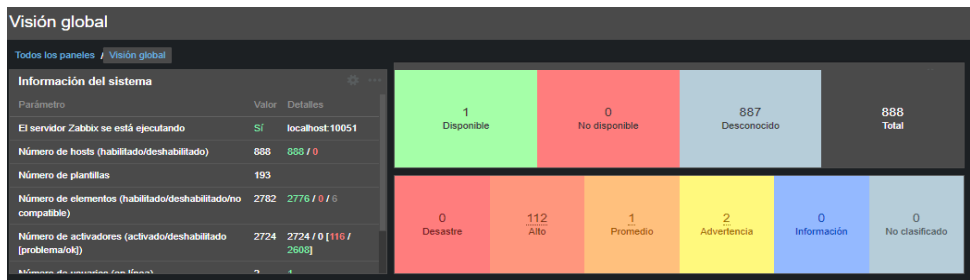


Figura 80 Errores registrados en zabbix

Fuente: Investigador

Detalle del funcionamiento de alertas

Tabla 34 Funcionamiento de alertas

Tipo de alerta	Detalle
Alto	Está configurado para el envío de un mensaje después de un minuto de pérdida de paquetes.
Promedio	Error en el servidor, como saturación
Advertencia	Perdida de paquetes por segundos

Fuente: Investigador

3. Corregir los errores presentes en la aplicación

En este ítem se corrigieron errores de acceso, conexión, cuentas borradas, Ip's equivocadas y equipos colgados. Los problemas restantes son fibra óptica rota, equipos reseteados, entre otros.



Figura 81 Corrección de errores registrados

Fuente: Investigador

Los errores múltiples registrados al implementar la base de datos en zabbix, fue la configuración de los equipos ONTs y Routers, para corregir dicho error fue necesario habilitar las propiedades de ICMP, puerto de conexión remota :80 ó el puerto :8080.

A su vez fue necesario verificar que modelo es y como habilitar la configuración de seguridad, considerando los diferentes modelos que trabaja la empresa como son Tp-Link. D-Link, Huawei, Mercusis y Tenda.

En el anexo G se detalla la configuración en los equipos mencionados y como se solucionó.

4. Verificar el correcto funcionamiento de Ntop

Ntop es un programa que permite el registro de paquetes, tráfico y puertos de acuerdo con la conexión que se establezca entre el servidor y el equipo monitoreado, para ello es necesario Zabbix, ya que nos permite tener la función de ICMP, dicha función permite establecer comunicación con cada equipo y ntop se encarga de registrar los paquetes de cada puerto ocupado.

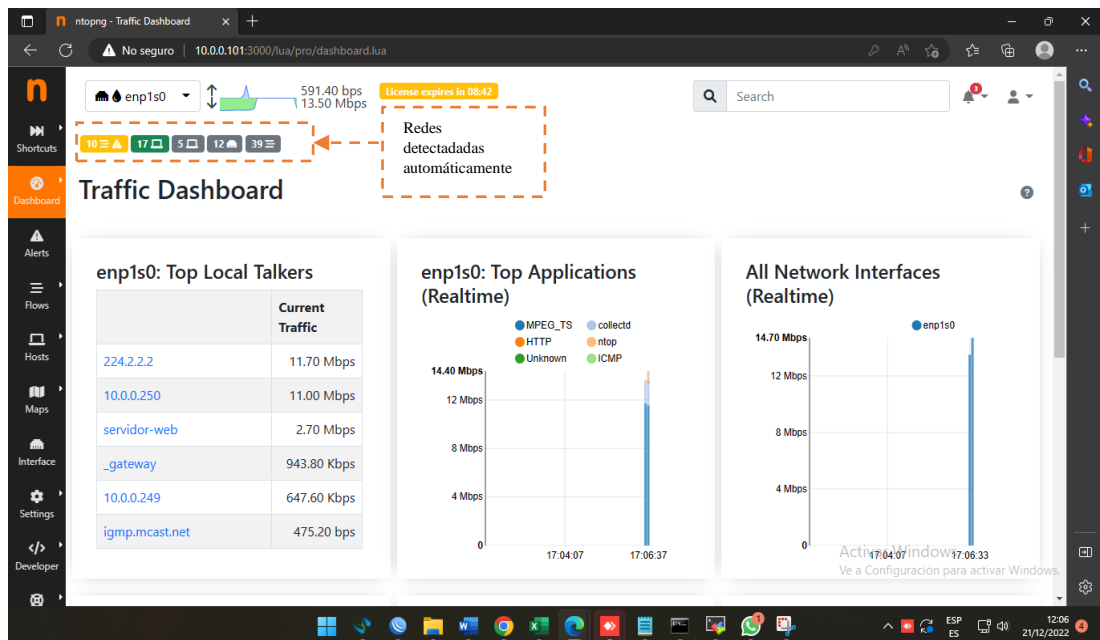


Figura 82 Verificación del funcionamiento de ntop

Fuente: Investigador

3.2.11 Elaboración del manual de usuario.

Se elaboró un manual de uso, en el cual se detalló las instrucciones necesarias para el correcto uso de la aplicación web y funcionamiento de las alertas, adicional a ello cuanta con una parte para la creación de nuevos clientes y el detalle de funciones y gráficos. En la sección Anexos se encuentra los detalles del manual.

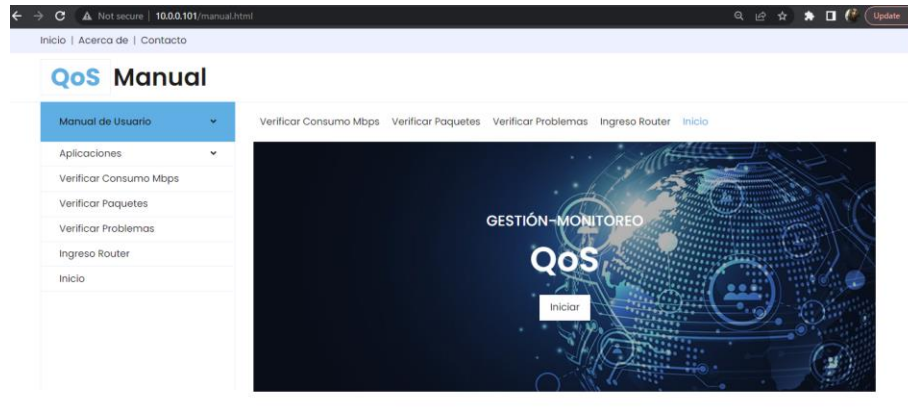


Figura 83 Interfaz manual de usuario

Fuente: Investigador

El manual completo se puede revisar en el anexo H

3.3 Resultados

Para conocer la incidencia del nodo de gestión y monitoreo de la Calidad de Servicio de la red de la empresa AJnet se realizó el estudio y análisis del funcionamiento del servidor por un mes, en el mismo se revisó constantemente los reportes y el registro de los problemas de cada cliente, gracias a esto fue posible verificar la calidad de servicio que se ofrece a los clientes y a su vez dar solución lo antes posible, considerando las alertas y comunicándose con el cliente para solucionar dicho problema.

A continuación, se presenta los resultados obtenidos de monitoreo de redes y problemas ocasionados en el servicio y errores comunes en el internet.

Fibra óptica rota

A continuación, se presenta un ejemplo del principal reporte y como resolverlo:

Paso 1: Verificar mensaje recibido en telegram.

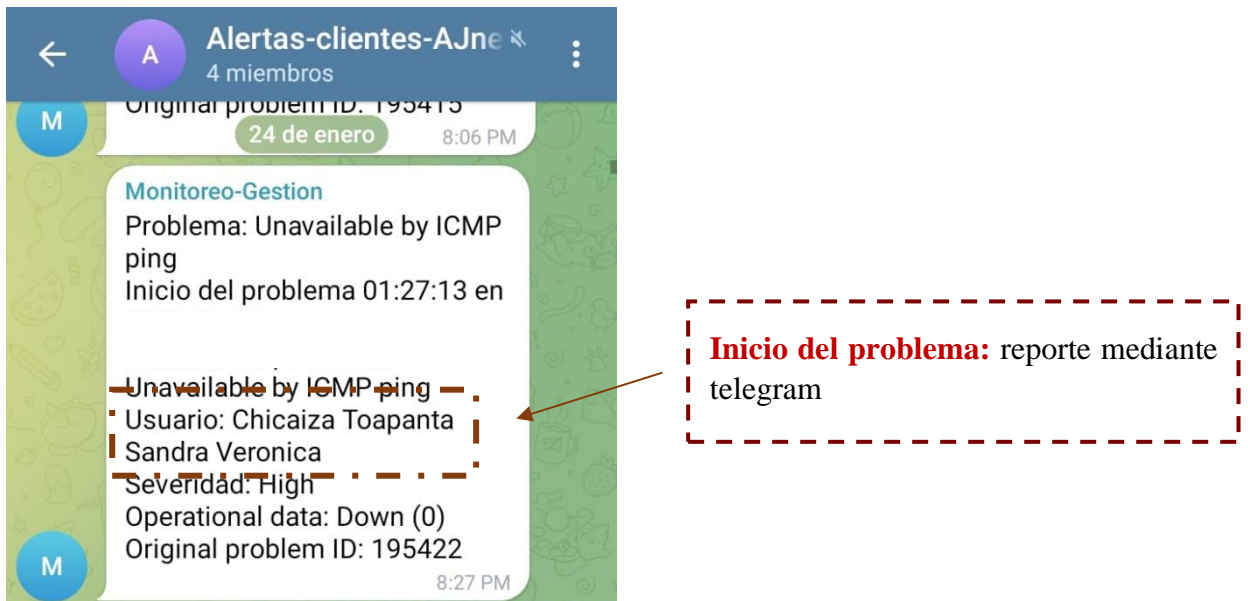


Figura 84 Verificación alerta de telegram fibra óptica rota

Fuente: Investigador

Paso 2: Ingresar al interfaz de Gestión y Monitoreo



Figura 85 Ingreso interfaz inicial

Fuente: Investigador

Paso 3: Dar clic en iniciar y buscar el nombre del cliente con el reporte



Figura 86 búsqueda cliente afectado

Fuente: Investigador

Paso 4: Verificar los problemas presentes

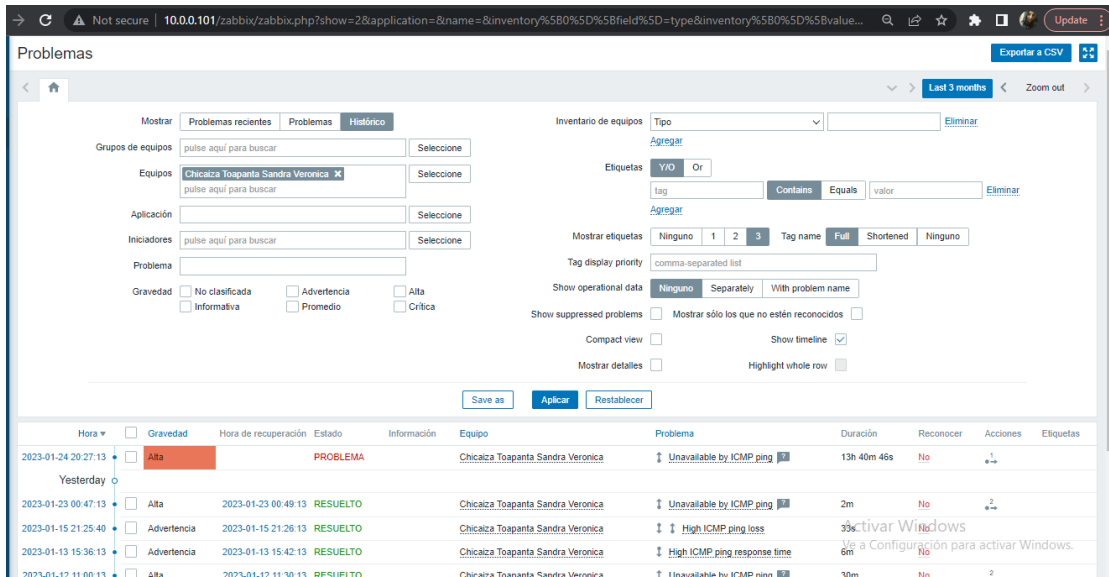


Figura 87 Verificación de problemas existentes desde zabbix

Fuente: Investigador

Paso 5: Verificar consumo

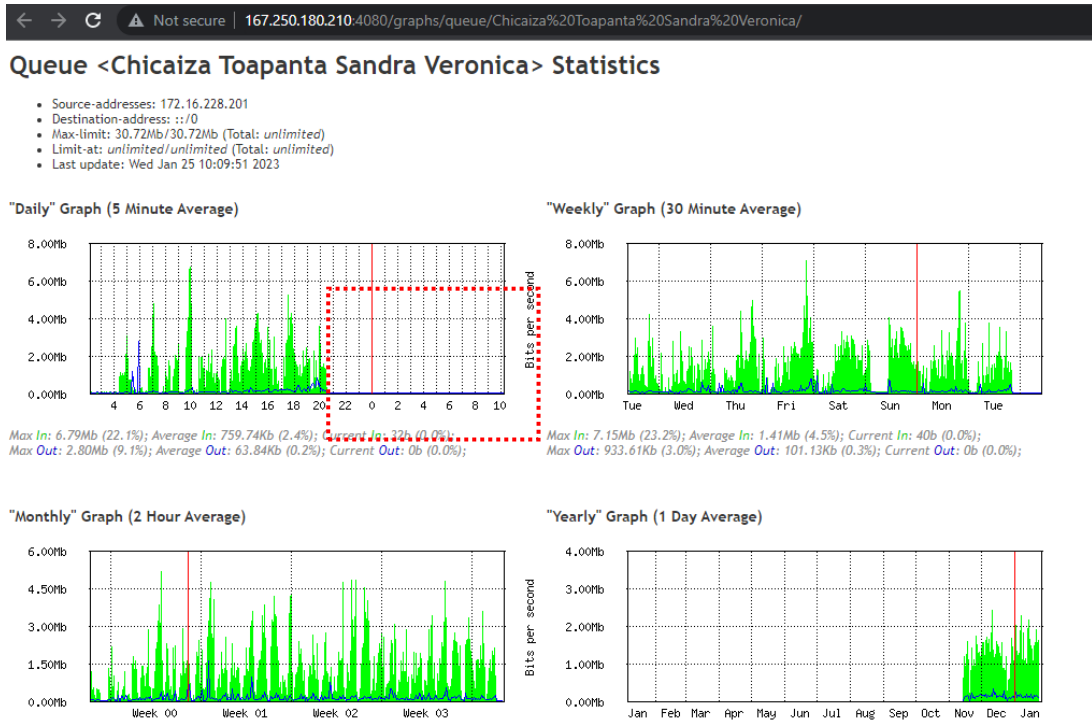


Figura 88 Verificación consumo desde Graphics de MikroTik

Fuente: Investigador

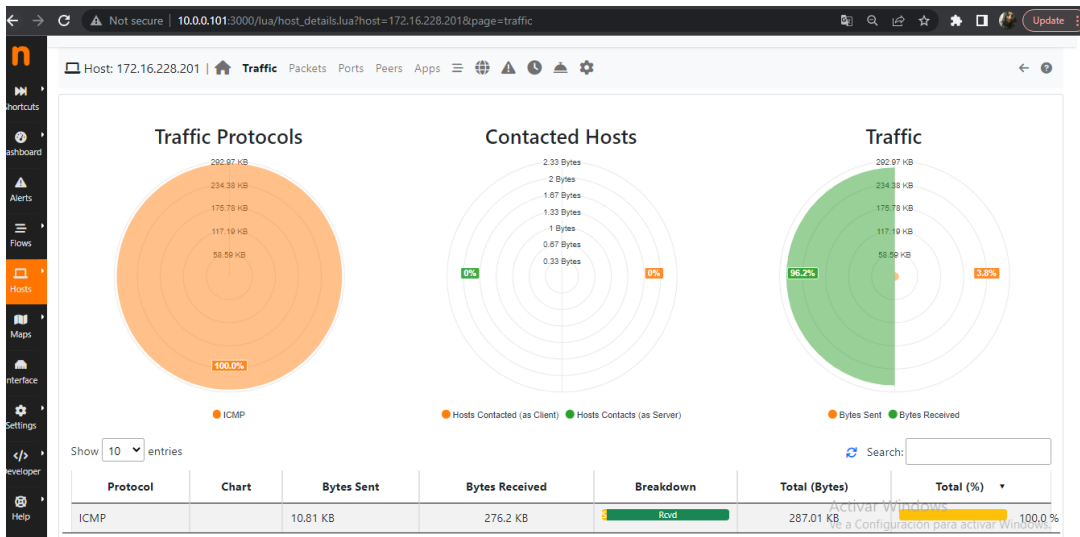


Figura 89 Verificación de tráfico desde ntop

Fuente: Investigador

Paso 6: Verificar que inconveniente presenta en el sistema de administración de equipos de Fibra Óptica U2000

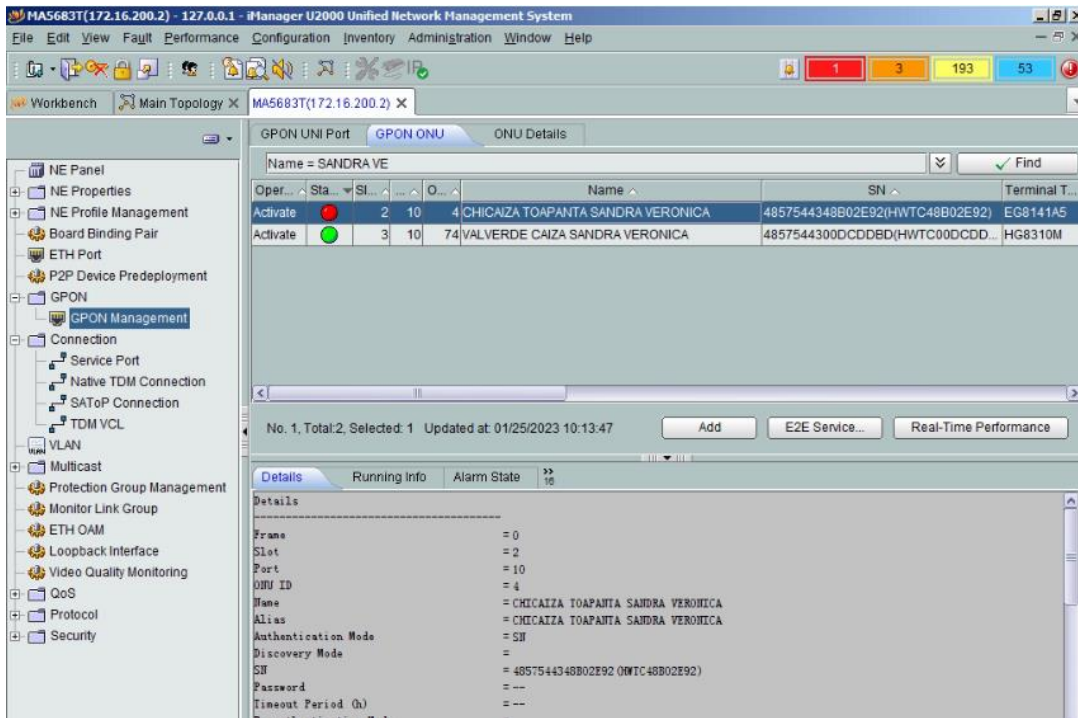


Figura 90 Verificación del problema desde el U2000

Fuente: Investigador

Paso 7: Reservar un turno para dar solución al cliente lo antes posible.

Paso 8: Comprobar solución mediante un envío de alerta desde telegram

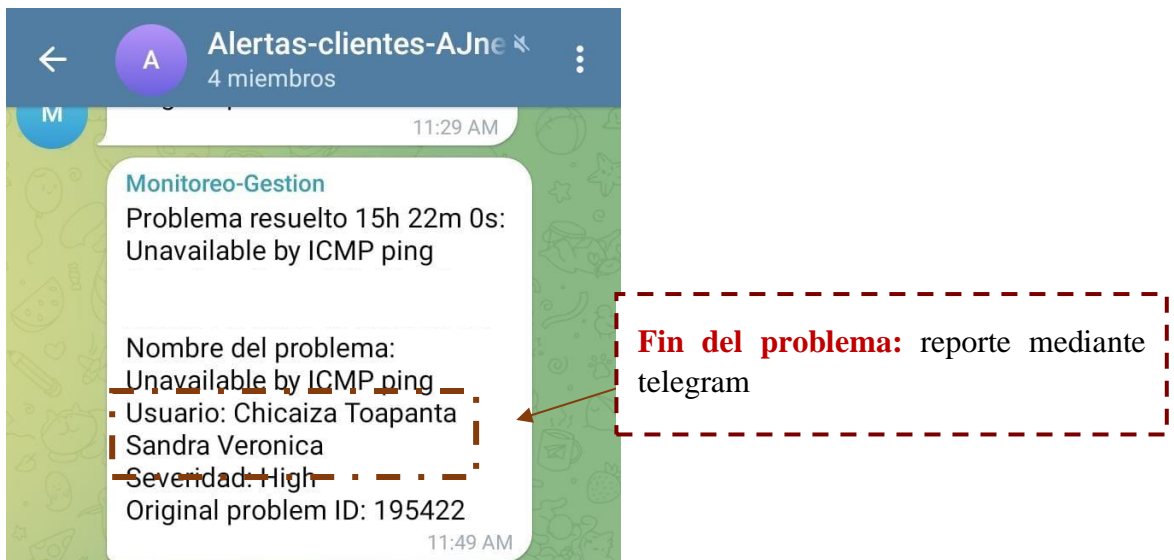


Figura 91 Mensaje solución del problema

Fuente: Investigador

En el anexo I se detallan más problemas que se puede notificar y en el anexo J funciones de zabbix

3.4 Presupuesto

En esta sección se detalló los costos de la implementación del Nodo de gestión y monitoreo de la Calidad de Servicio de AJnet, en dichos costos se detalla los componentes utilizados, los materiales didácticos y componentes adicionales.

Tabla 35 Presupuesto implementación del nodo de gestión y monitoreo

#	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Precio Total
1	CPU hp Intel Core I5 + 8 RAM	c/u	1	\$ 350,00	\$ 350,00
2	Monitor TCL 32" HDMI	c/u	1	\$ 180,00	\$ 180,00
3	Patch cord UTP Cat 6	c/u	1	\$ 6,00	\$ 6,00
4	Cable HDMI	c/u	1	\$ 6,00	\$ 6,00
TOTAL					\$ 542,00

Fuente: Investigador

La implementación del servidor se realizó sobre la infraestructura existente de la empresa AJnet, para el desarrollo fue necesario realizar el levantamiento de información de la red, el mismo que se presenta en la siguiente tabla:

Tabla 36 Presupuesto planta interna

Planta Interna				
N°	Descripción	Cantidad	Costo Unitario	Total
1	HUAWEI GPON ONT	200	\$ 35,00	\$ 7.000,00
2	Huawei converter AC/DC	1	\$ 300,00	\$ 300,00
3	Core Router CCR1072-1G-8S+	3	\$ 1.299,99	\$ 3.899,97
4	Huawei MA5683T OLT C+	1	\$ 2.957,61	\$ 2.957,61
5	Kit de limpieza fibra óptica	2	\$ 219,99	\$ 439,98
6	KIT para Instaladores FO Mecánicos	2	\$ 148,06	\$ 296,12
7	Bandeja ODF 48 fibras (SC/UPC)	5	\$ 26,80	\$ 134,00
8	Cloud Switch CRS326-24S+2Q+RM	1	\$ 369,67	\$ 369,67

9	Gabinete Rack Beaucoup	1	\$ 1.380,00	\$ 1.380,00
10	UPC	1	\$ 423,00	\$ 423,00
11	INVERSOR 600W + BAT 100Ah	2	\$ 269,54	\$ 539,08
12	Servidor FO - OLT - CPU Core i5 hp	1	\$ 350,00	\$ 350,00
13	Fusionadora	5	\$ 4.000,00	\$20.000,00
Total				\$38.089,43

Fuente: Investigador y AJnet

Tabla 37 Presupuesto de la red troncal

INSUMOS DE INSTALACIÓN DE LA RED TRONCAL				
N°	Descripción	Cantidad	Precio Unitario	Total
1	Fibra óptica 48 hilos	8850	\$ 7,92	\$ 70.092,00
2	Fibra óptica 12 hilos	29477	\$ 0,43	\$ 12.675,11
3	Fibra óptica 6 hilos	11460	\$ 0,23	\$ 2.635,80
4	Mangas para fibra óptica 48 hilos	8	\$ 99,99	\$ 799,92
5	Mangas para fibra óptica 12 hilos	6	\$ 64,99	\$ 389,94
6	NAP 1x16 puertos	211	\$ 32,00	\$ 6.752,00
7	Splitter óptico 1x8 SC/APC	34	\$ 9,90	\$ 336,60
8	Preformados fibra 48 hilos	158	\$ 4,00	\$ 632,00
9	Preformados fibra 12 hilos	536	\$ 4,00	\$ 2.144,00
10	Herrajes Brazo Farol 1mt	18	\$ 20,12	\$ 362,16
11	Herrajes tipo argolla (2 extensiones)	265	\$ 15,89	\$ 4.210,85
12	Herraje de paso para poste	441	\$ 14,97	\$ 6.601,77
13	Rollos Bandimex	971	\$ 1,89	\$ 1.835,19
14	Vinchas 3/4	971	\$ 0,05	\$ 48,55
15	UPC APC 3KVA Con Baterías	1	\$ 825,50	\$ 539,50
16	Conector Mecánicos SC/APC	200	\$ 0,80	\$ 160,00
Total				\$110.501,39

Fuente: Investigador y AJnet

CAPÍTULO IV

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1 Conclusiones

- Se analizó la situación actual de la empresa AJnet, recopilando modelos y características de los equipos implementados en la red del ISP. Se estudiaron diferentes componentes como: planta externa e interna, estructura física de la red, cobertura, modelos y configuraciones de equipos implementados en el cliente final, y número de clientes. Como punto más importante se examinó la calidad de servicio ofrecida a los clientes, verificando los principales problemas que presenta la infraestructura de la red.
- Se realizó un análisis con el personal del departamento técnico de AJnet para el diseño de la aplicación considerando criterios fundamentales para el monitoreo de la red como: ancho de banda, retardo de ping, tráfico de clientes, paquetes enviados y recibidos, y latencia. Luego se realizó una evaluación de varias aplicaciones de gestión y monitoreo, se decidió utilizar ntop, zabbix y graphing de MikroTik. En consecuencia, los programas antes mencionados están implementados en un servidor externo para evitar el consumo de recurso de los equipos principales y a su vez que no sea un punto de vulnerabilidad o provoque fallas en la infraestructura interna. El sistema cuenta con una base de datos donde se registran todos los problemas presentados para dar seguimiento a la calidad de servicio ofrecida al cliente.
- Dentro de los resultados obtenidos, el programa permite funciones como: enviar alertas oportunas al personal encargado de soporte técnico mediante mensajes por telegram. El sistema implementado mejora la calidad de servicio y ayuda en el cumplimiento de los parámetros de calidad para la provisión de acceso a internet vigente en la normativa de ARCOTEL evitando inconvenientes como: clientes sin servicio por más de 24 horas, intermitencia, lentitud en el servicio y fallas de la red general (fibra óptica rota, potencia baja, equipos colgados y apagados).

4.2 Recomendaciones

- Verificar las características de los equipos actuales de la empresa y la compatibilidad con las versiones de softwares de monitoreo de redes que se prevea implementar. Esto con el objetivo de utilizar herramientas adecuadas de gestión y monitoreo para la calidad de servicio de la red del ISP.
- Implementar un servidor externo, esto debido a que, si presenta fallas en su procesamiento y almacenamiento no generará conflictos en la red y tampoco disminuirá la capacidad de los equipos principales como la OLT o los routers MikroTik. Configurar el equipo en una red privada de poco acceso, esto radica en que el servidor debe tener varios puertos abiertos como: 3000, 10050/10051, 21, 80 para la recolección de información y comunicación con todos los equipos de la red.
- Se recomienda considerar los avisos repetitivos por cliente y realizar un análisis general del sector donde se encuentra el equipo local del cliente (CPE), esto debido a que los avisos tienen una duración aproximada de 1 a 2 y se puede llegar a la conclusión de que la alerta generada no se debe a una falla del CPE, sino más bien a fallas relacionadas con niveles de potencia óptica u otros factores técnicos. Por otro lado, es importante considerar los clientes y el modelo de router instalado para dar una solución eficiente.

BIBLIOGRAFÍA

- [1] H. Manjarrez, «EVALUACIÓN DE UNA RED DE DISTRIBUCIÓN ÓPTICA UTILIZADA EN EL ESTÁNDAR GPON G984 PARA MEDIR PARÁMETROS ÓPTIMOS DE CALIDAD DE SERVICIO SOBRE OPTISYSTEM UTILIZANDO NORMATIVA CNT,» 2017. [En línea]. Available:
<http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/7545/1/20T00916.PDF>.
[Último acceso: 22 junio 2022].
- [2] J. Balladares, «PARÁMETROS DE CALIDAD DEL SERVICIO DE ACCESO A INTERNET EN REDES CONVERGENTES Y CONSTRUCCIÓN DE UNA SONDA PARA LA MEDICIÓN DE PARÁMETROS DE VELOCIDAD DE DESCARGA, VELOCIDAD DE SUBIDA, TIEMPO DE PING Y LATENCIA PARA USUARIOS FINALES DEL SERVICIO DE ACCESO A,» 2017. [En línea]. Available:
<http://repositorio.puce.edu.ec/bitstream/handle/22000/13490/Tesis%20final%20Jorge%20Balladares.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. [Último acceso: 22 junio 2022].
- [3] L. Chico, «GESTIÓN Y CALIDAD DE SERVICIO PARA UNA RED IPTV CON TECNOLOGÍA GPON,» 2021. [En línea]. Available:
<https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/34042/1/t1915mtel.pdf>.
[Último acceso: 22 junio 2022].
- [4] J. Cando, «SISTEMA DE GESTIÓN DE SERVICIOS DE INTERNET DE LA RED DE ACCESO FIJO DE CNT EP DEL CANTÓN AMBATO,» 2021. [En línea]. Available:
<https://repositorio.uta.edu.ec/jspui/handle/123456789/33223>. [Último acceso: 23 junio 2022].
- [5] L. Rosales, «GESTIÓN DE LA CALIDAD DE SERVICIO "QOS" PARA CONTROLAR EL TRÁFICO DE DATOS PARA UN ISP LOCAL DE LA PROVINCIA DE SANTA ELENA,» 2022. [En línea]. Available:
<https://repositorio.upse.edu.ec/xmlui/bitstream/handle/46000/7713/UPSE->

- TTI-2022-0016.pdf?sequence=1&isAllowed=y. [Último acceso: 22 junio 2022].
- [6] ARCOTEL, «Datos de Cuentas y de Usuarios estimados de Internet por Provincia,» Abril 2022. [En línea]. Available: <https://www.arcotel.gob.ec/abonados-y-usuarios/>. [Último acceso: junio 2022].
- [7] C. Añazco, Diseño Básico de Redes de Acceso FTTH utilizando el estándar GPON, Guayaquil, Guayas, 2013, p. 69.
- [8] E. Sánchez, Diseño y simulación de una red FTTH sobre GPON y la factibilidad de implementar el servicio de banda ancha en Monte Sinaí, Guayaquil, Guayas, 2021, p. 30.
- [9] C. Cevallos, Análisis de factibilidad de una red FTTB GPON de fibra óptica para prestación de servicio de video, voz y datos, para el bloque de la carrera de ingeniería en Computación y Redes, Jipijapa, Manabí, 2020, p. 61.
- [10] T. A. DMS Sultan, GPON, the Ultimate Pertinent of Next Generation Triple-play Bandwidth Resolution, Gothenburg, 2011.
- [11] K. Bhawam, FTTH/FTTB/FTTC broadband access applications using gigabit passive optical network technology, India: NEW DELHI- 110001., 2017, pp. 14 - 35.
- [12] C. Road, «Mangas de protección,» 2020. [En línea]. Available: <https://jonard.com/psi15>. [Último acceso: 8 diciembre 2022].
- [13] PAESSLER, «Gestión del tráfico de red con PRTG Network Monitor,» 2022. [En línea]. Available: <https://www.paessler.com/es/network-traffic-management>. [Último acceso: 25 noviembre 2022].
- [14] UIT-T, SERIE Y: INFRAESTRUCTURA MUNDIAL DE LA INFORMACIÓN Y ASPECTOS DEL PROTOCOLO INTERNET, Ginebra , 2002.
- [15] L. Molero, Planificación y Gestión de red, UPC, 2010, pp. 14 - 25.
- [16] A. C. V. W. P. L. Ormachea Mario, «Gestión del tráfico de red en la calidad de servicio “QoS” WAN en Tambopata-Perú 2021,» 2 abril 2022. [En línea]. Available:

- <https://produccioncientificaluz.org/index.php/rcs/article/view/37940/41862>.
[Último acceso: 25 junio 2022].
- [17] Juniper, «Problemas que resuelve la QoS,» 2022. [En línea]. Available: <https://www.juniper.net/mx/es/research-topics/what-is-qos.html>. [Último acceso: 5 diciembre 2022].
- [18] MercadoIT, «Análisis de red y gestión del,» 2019. [En línea]. Available: <https://www.mercadoit.com/blog/analisis-opinion-it/analisis-de-red-y-gestion-del-trafico/>. [Último acceso: 25 junio 2022].
- [19] Network Management & Monitoring, «Tipos de Retraso, Retardo, Demora (Delay),» 2021. [En línea]. Available: <https://nsrc.org/workshops/2016/walc/gestion/presentations/tipos-de-retardo.pdf>. [Último acceso: 22 junio 2022].
- [20] ARCOTEL, «Agencia de Regulación y Control de las Telecomunicaciones,» 2023. [En línea]. Available: <https://gobecforms.gobiernoelectronico.gob.ec/arcotel?page=2>. [Último acceso: 7 enero 2023].
- [21] A. Monge, Desarrollo de una aplicación para la monitorización de puntos de acceso MikroTik, Cantabria, 2017, p. 16.
- [22] Linux, «¿Qué es Ubuntu?,» 2020. [En línea]. Available: <https://www.xn--linuxenespaol-skb.com/distribuciones/ubuntu/>. [Último acceso: 15 diciembre 2022].
- [23] J. Wallen, «Ubuntu Server,» 2020. [En línea]. Available: <https://www.techrepublic.com/article/ubuntu-server-the-smart-persons-guide/#:~:text=Ubuntu%20Server%20is%20a%20server,with%20an%20incredible%20cloud%20presence..> [Último acceso: 20 diciembre 2022].
- [24] CISCO, «Automatización de redes,» 2023. [En línea]. Available: <https://www.cisco.com/c/en/us/solutions/automation/what-is-network-monitoring.html#~resources>. [Último acceso: enero 2023].
- [25] ntop, «ntop,» 2023. [En línea]. Available: <https://www.ntop.org/>. [Último acceso: 16 diciembre 2022].

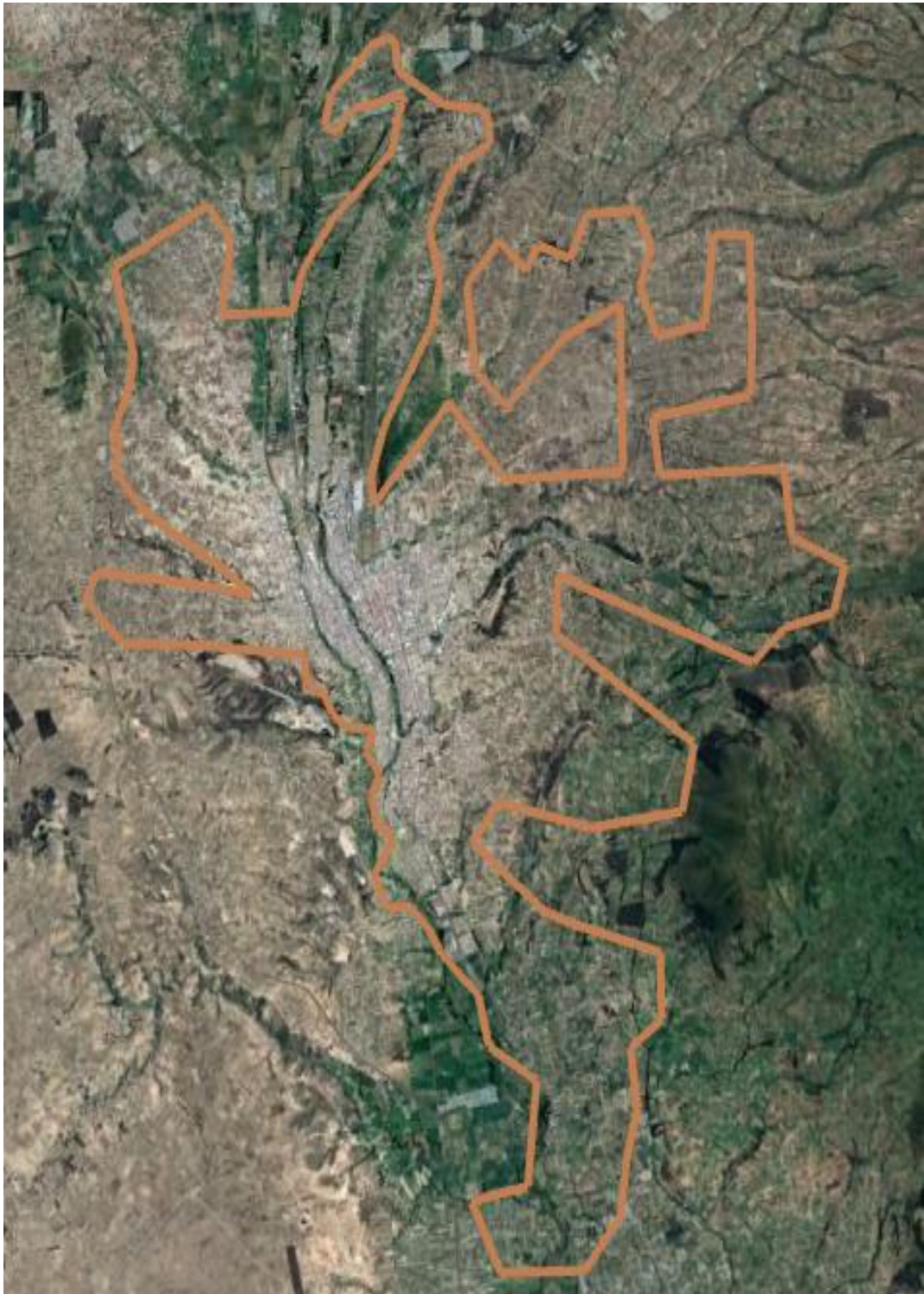
- [26] emco, «Ping Monitor: Host Availability and Connection Quality Monitoring Tool,» 2022. [En línea]. Available: <https://emcosoftware.com/ping-monitor>. [Último acceso: 19 diciembre 2022].
- [27] Zabbix, «Explora las características de Zabbix,» 2023. [En línea]. Available: <https://www.zabbix.com/la/features>. [Último acceso: 17 diciembre 2022].
- [28] C. Monitoring, «Monitoreo Zabbix: Componentes básicos.,» 10 agosto 2020. [En línea]. Available: <https://custos.uy/monitoreo-zabbix-componentes-basicos/>. [Último acceso: 20 diciembre 2022].
- [29] E. TELECOM, «Diseñador de redes de fibra óptica,» [En línea]. Available: <http://www.entelco.com.br/blog/projetista-de-redes-de-fibra-optica/>. [Último acceso: 5 enero 2023].
- [30] YCICT, «Huawei SmartAX MA5680T ETSI OLT,» 2022. [En línea]. Available: <https://www.ycict.net/es/products/huawei-smartax-ma5680t-etsi-olt/>. [Último acceso: 8 diciembre 2022].
- [31] TELALCA, «Router MikroTik CCR1072-1G-8S+,» 2022. [En línea]. Available: <https://store.telalca.com/producto/router-mikrotik-ccr1072-1g-8s-cpu-72-nucleos-1-puerto-gigabit-ethernet-8-puertos-sfp-sfp-16-gb-memoria-cloudcore-router/>. [Último acceso: diciembre 2022].
- [32] thunder-link, «ETP48100-B1-50A,» 2022. [En línea]. Available: https://www.thunder-link.com/ETP48100-B1-50A_p684.html. [Último acceso: 4 enero 2023].
- [33] F. ELECTRIC, «BANDEJA PARA FIBRA OPTICA B48,» 2022. [En línea]. Available: <https://www.furukawatam.com/es/catalogo-de-productos-detalles/bandeja-para-fibra-optica-b48>. [Último acceso: 5 enero 2023].
- [34] Wisphub, «Wisphub,» [En línea]. Available: <https://wisphub.net/>. [Último acceso: 27 diciembre 2022].
- [35] Huawei, «Aliexpress,» [En línea]. Available: <https://es.aliexpress.com/item/32860292278.html#:~:text=E1%20U2000%20es%20un%20sistema,de%20red%20a%20los%20transportistas..> [Último acceso: 27 diciembre 2022].

- [36] M. N. Cristian Cedillo, «ANÁLISIS PARA LA OPTIMIZACIÓN DEL PRESUPUESTO ÓPTICO SOBRE ÚLTIMA MILLA, MEDIANTE PRUEBAS DENTRO DE LA RED GPON DE CNT EN LA CIUDAD DE AZOGUES,» 2019. [En línea]. Available: <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/17414/4/UPS-CT008325.pdf>. [Último acceso: 4 diciembre 2022].
- [37] O. Poma, «Análisis y diseño de una red de fibra al hogar FTTH (Fiber To The Home), a la Zona Cusicancha,» [En línea]. Available: <https://repositorio.umsa.bo/xmlui/bitstream/handle/123456789/13567/EG-1906-Poma%20Cespedes%2C%20Oscar%20Alfredo.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. [Último acceso: 16 diciembre 2022].
- [38] ARCOTEL, «PARAMETROS DE CALIDAD DEL SERVICIO DE VALOR AGREGADO DE INTERNET,» 2009. [En línea]. Available: <https://www.arcotel.gob.ec/wp-content/uploads/2016/03/parametros-de-calidad-del-servicio-de-valor-agregado-de-internet.pdf>. [Último acceso: 3 diciembre 2022].
- [39] S. Huawei, «Quality of Service (QoS),» [En línea]. Available: <https://support.huawei.com/enterprise/en/doc/EDOC1100086518>. [Último acceso: 8 diciembre 2022].
- [40] V. Mathur, «What is the Quality of Service (QoS)?,» 14 septiembre 2022. [En línea]. Available: <https://analyticssteps.com/blogs/what-quality-service-qos>.
- [41] S. Campbell, «PHP Vs. Python: Key Difference Between Them,» 2023. [En línea]. Available: <https://www.guru99.com/python-vs-php.html#1>. [Último acceso: 20 enero 2023].
- [42] NSRC, «Observium: “Todo en uno” monitoreo y grafico de red,» 2013. [En línea]. Available: <https://nsrc.org/workshops/2013/walc/gestion/raw-attachment/wiki/Agenda/observium.pdf>. [Último acceso: 5 diciembre 2022].
- [43] Nagios, «Características y capacidades de Nagios,» 2009. [En línea]. Available: <https://www.nagios.org/about/features/>.

- [44] LibreNMS, «Documentos de LibreNMS,» [En línea]. Available: <https://docs.librenms.org/Support/Features/>. [Último acceso: 5 diciembre 2022].
- [45] Cloudflare, «round-trip time,» [En línea]. Available: <https://www.cloudflare.com/learning/cdn/glossary/round-trip-time-rtt/>. [Último acceso: 6 enero 2023].

ANEXOS

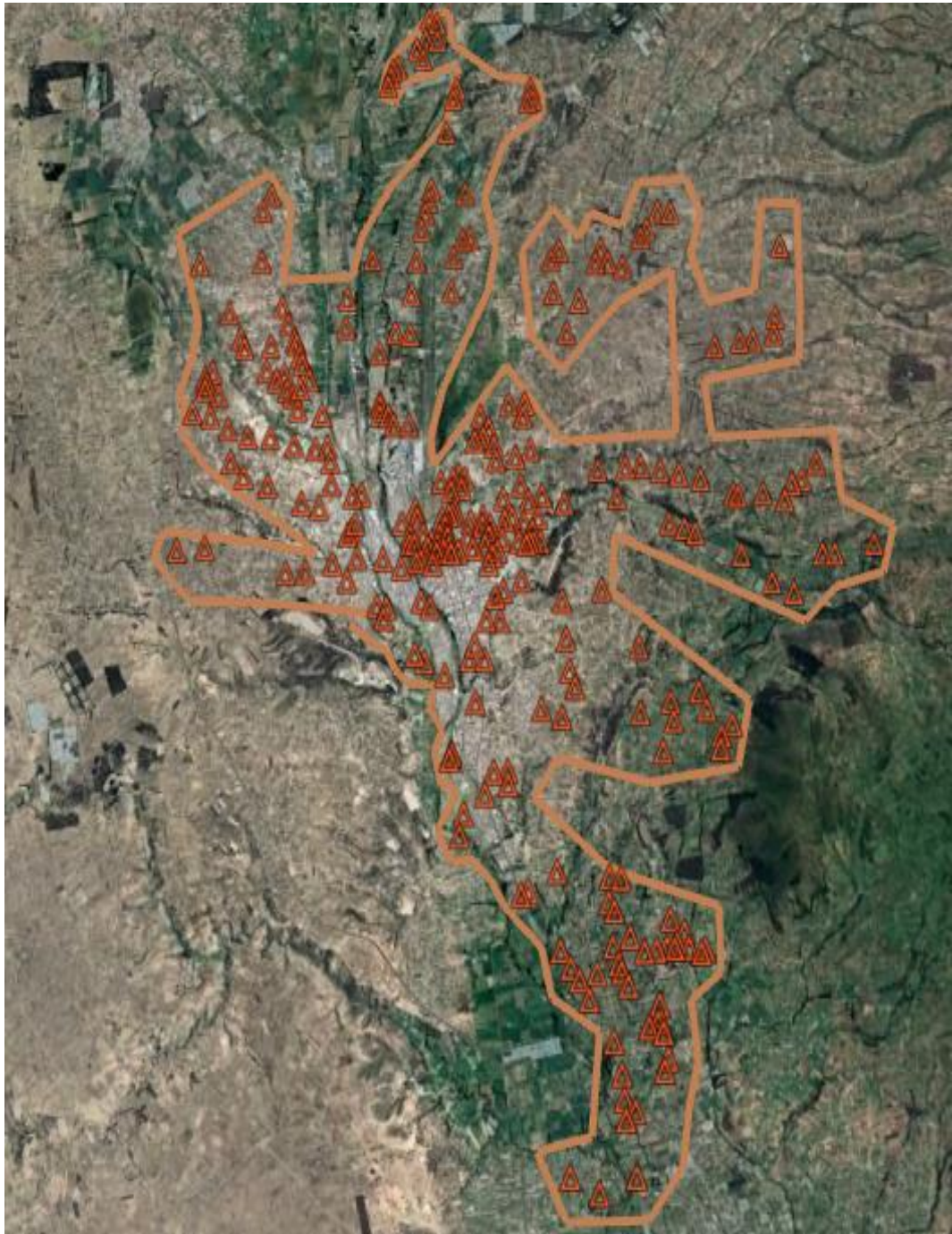
ANEXO A: Cobertura de la red AJnet en Latacunga



ANEXO B: Red troncal AJnet

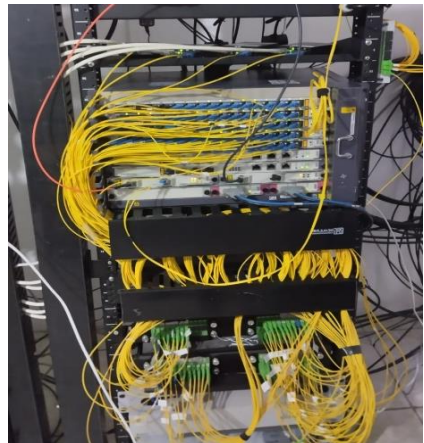


ANEXO C: Red de distribución























ANEXO D: Empresa AJnet





ANEXO E: Número de Clientes hasta el 14/11/2022

Clientes 14/11/2022

ID	Nombre	Ip	Estado	Plan Internet	Fecha Instalación	Router	Acción
6	Alvarez Dobronsky David Alejan	172.16.201.240	Activo	a) Home 1.25 x \$25	03/07/2020 00:29	ZONA 200 - LATAACUNGA 1	 
7	Chuquilarco Canar Antonio	172.16.201.237	Activo	a) Home 1.25 x \$25	03/07/2020 00:29	ZONA 200 - LATAACUNGA 1	 
11	Laskuisa Vasquez Segundo Augus	172.16.200.106	Activo	a) Home 1.25 x \$25	03/07/2020 00:29	ZONA 200 - LATAACUNGA 1	 
14	Holguin Varea Maria Gabriela Mama	172.16.200.109	Activo	Home 1.70 x \$25	03/07/2020 00:29	ZONA 200 - LATAACUNGA 1	 
17	Panchi Cadena Jose Nestor	172.16.200.113	Activo	a) Home 1.25 x \$25	03/07/2020 00:29	ZONA 200 - LATAACUNGA 1	 
18	Tello Parra Piedad Eugenia - Oujiano y Ordonez	172.16.200.115	Activo	Home 1.100 x \$30	03/07/2020 00:29	ZONA 200 - LATAACUNGA 1	 
24	Viteri Hervas Ivan Ramiro	172.16.200.122	Activo	a) Home 1.25 x \$25	03/07/2020 00:29	ZONA 200 - LATAACUNGA 1	 
27	Meja Leon Yaneth Carolina	172.16.200.125	Activo	a) Home 1.25 x \$25	03/07/2020 00:29	ZONA 200 - LATAACUNGA 1	 
28	Vaca Toapanta Marco David	172.16.200.152	Activo	a) Home 1.25 x \$25	03/07/2020 00:29	ZONA 200 - LATAACUNGA 1	 
29	Mena Caisa Monica Patricia	172.16.200.127	Activo	a) Home 1.25 x \$25	03/07/2020 00:29	ZONA 200 - LATAACUNGA 1	 

Mostrando registros del 1 al 10 de un total de 2.672 registros (filtrado de un total de 3.441 registros)

Anterior 1 2 3 4 5 ... 268 Siguiente

ANEXO F: Encuesta

Encuesta dirigida a los usuarios de AJnet de la red de Fibra Óptica en el cantón Latacunga.

Objetivo: Evaluar la Calidad de Servicio (QoS) ofrecida por la empresa AJnet en la red de Fibra Óptica para determinar la satisfacción de los usuarios en diferentes zonas del cantón Latacunga.

Instrucciones: Seleccione la opción deseada

Escriba el nombre del titular del servicio de internet

1. En términos generales, califique el servicio de AJnet

- Excelente Muy bueno Bueno
 Regular Malo

2. Considerando que su plan es simétrico, ¿qué velocidad de carga y descarga le ofrecieron?

- 25 Mbps 30 Mbps 40 Mbps
 50 Mbps 60 Mbps 70 Mbps
 100 Mbps 125Mbps

3. ¿Realiza algún tipo de prueba para verificar la velocidad de conexión que dispone?

- No
 Sí, cuando presento problemas en la conexión
 Sí, una vez al mes o más

4. ¿Cuántos dispositivos se conectan a internet en su domicilio?

- 1 2
 3 – 4 5 o más

5. ¿Cuántas veces ha presentado interrupciones en su servicio de internet en los últimos 2 meses?

- Nunca 1 vez
 2 veces 3 veces

4 veces o más

6. ¿Recuerda el tiempo que duró la interrupción de su servicio de internet?

Algunos minutos Algunas horas

Algunos días Algunas semanas

7. Indique el nivel de dificultad de reportar el daño en su servicio.

(Califique como 1 fácil y 5 difícil)

1 2 3 4 5

8. ¿Su último reclamo a que inconveniente correspondía?

Lentitud Intermitencia o cortes repentinos

La velocidad no es la contratada Inconvenientes en los pagos

Equipos en mal estado Cobertura Wi-Fi limitada

9. Después del reporte ¿Cuánto tiempo se demoró el personal de soporte técnico en solucionar el inconveniente?

Algunos minutos Algunas horas

Algunos días Algunas semanas

10. Seleccione en qué tipo de aplicaciones presenta problemas de conexión al servicio de internet

No presenta problemas de conexión Juegos

Descargar y cargar archivos Videollamadas

Llamadas Siempre que navega

11. Cual fue el nivel de solución del reclamo que presentó

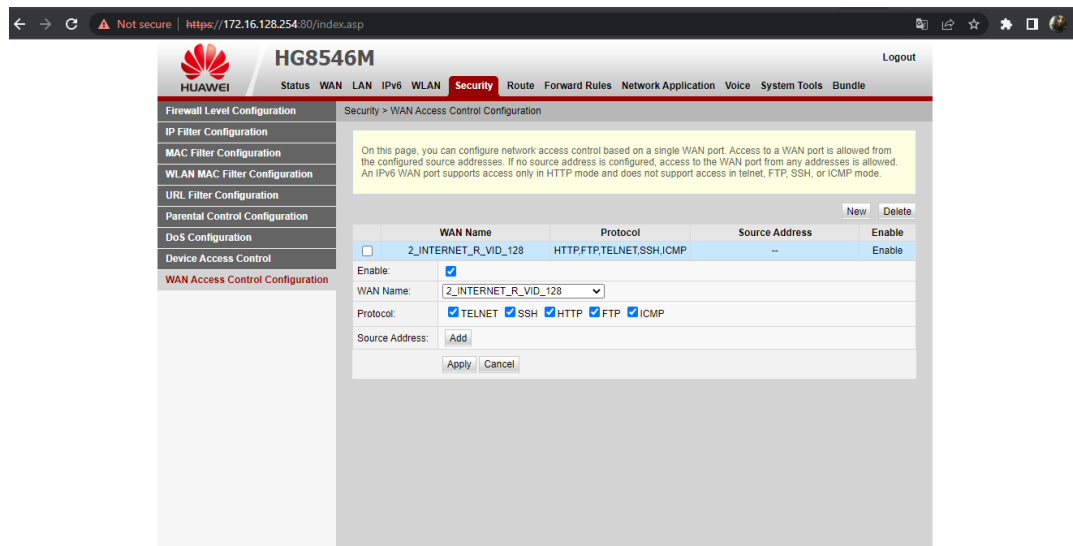
Totalmente solucionado Solucionado en gran parte

Fue necesario una nueva visita No consideraron el reclamo

GRACIAS POR SU COLABORACIÓN

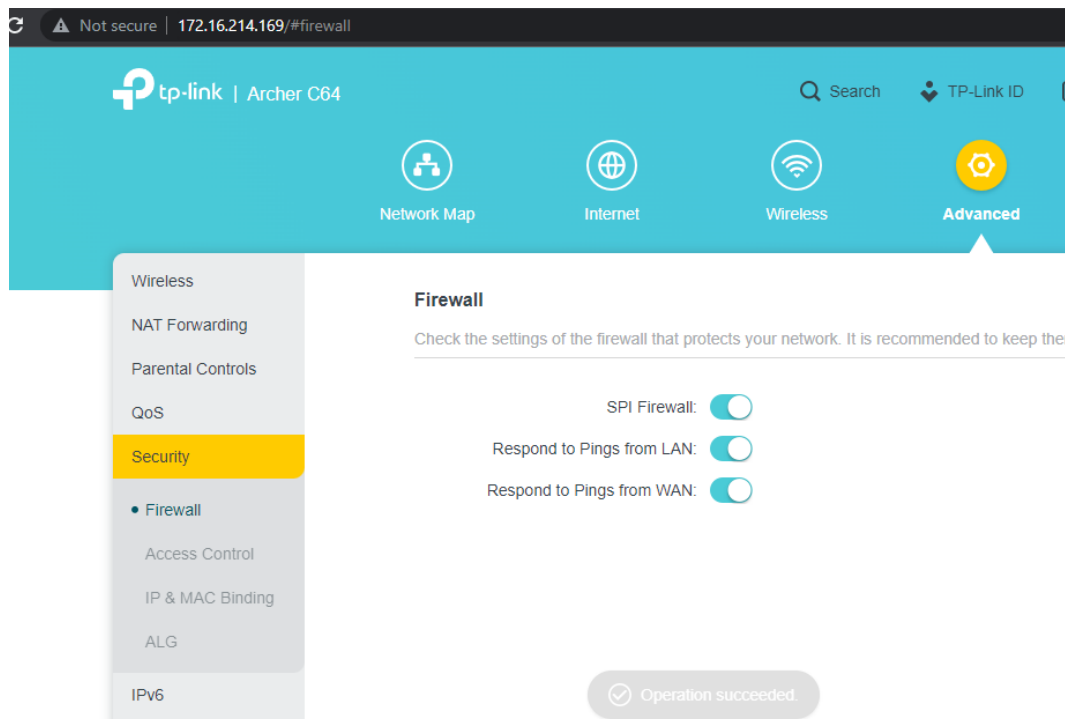
ANEXO G: Configuración de routers y ONTs

Huawei



Tp-Link

- Archer C64



- Router inalámbrico N 300Mbps WR840N - Modelo TL-WR840N

Router inalámbrico N 300Mbps WR840N
Modelo TL-WR840N

Seguridad Avanzada

Protección de DoS: Habilitar Deshabilitar

Habilitar Filtrado de Ataque de ICMP-Flood
Umbral de Paquetes ICMP-Flood (5-3600): 50 paquetes/segundo

Habilitar el Filtrado de Ataque de UDP-Flood
Umbral de Paquetes de UDP-Flood (5-3600): 500 paquetes/segundo

Habilitar Filtrado de Ataque de TCP-SYN-Flood
Umbral de Paquetes de TCP-SYN-Flood (5-36): 50 paquetes/segundo

Prohibir los Paquetes Ping desde el puerto de WAN
 Prohibir los Paquetes Ping desde el puerto de LAN

[Lista de Host de DOS Bloqueada](#)

Ayuda de Seguridad Avanzada

Al usar la página de Configuraciones Avanzadas, puede proteger al Router de ser atacado por TCP-SYN Flood, UDP Flood y ICMP-Flood.

Nota: El filtrado FLOOD tendrá efecto solo cuando la función Estadísticas ubicada en el menú Herramientas del Sistema este habilitada.

- Protección DoS - Habilitar o Deshabilitar la función de protección DoS. Solo cuando esté habilitado, se habilitarán los filtros de flood.
- Habilitar el Filtrado de Ataque de ICMP-FLOOD - Habilita o Deshabilita el Filtrado de Ataque de ICMP-FLOOD.
- Umbral de Paquetes de ICMP-FLOOD (5-3600) - El valor predeterminado es 50. Ingresar un valor entre 5 - 3600. Cuando el número de Paquetes de ICMP-FLOOD actual está por encima del valor establecido, el Router iniciará la función de bloqueo.
- Habilitar el Filtrado UDP-FLOOD - Habilita o Deshabilita el Filtrado UDP-FLOOD.
- Umbral de Paquetes de ICMP-FLOOD (5-3600) - El valor predeterminado es 500. Ingresar

Tenda

Tenda WiFi APP English

MAC Address Filter

Filter Mode Blacklist (Disallow only listed MAC addresses.)
 Whitelist (Allow only listed MAC addresses.)

Blacklisted MAC Address	Remark (Optional)	Operation
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="button" value="+"/>

IPTV Enable Disable

IP-MAC Binding

IP Address	MAC Address	Operation
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="button" value="+"/>

Port Forwarding

Internal IP Address	Internal Port	External Port	Protocol	Operation
<input type="text"/>	21	21	Both	<input type="button" value="+"/>

DDNS Enable Disable

DMZ Host Enable Disable

UPnP Enable Disable

Firewall Enable Disable

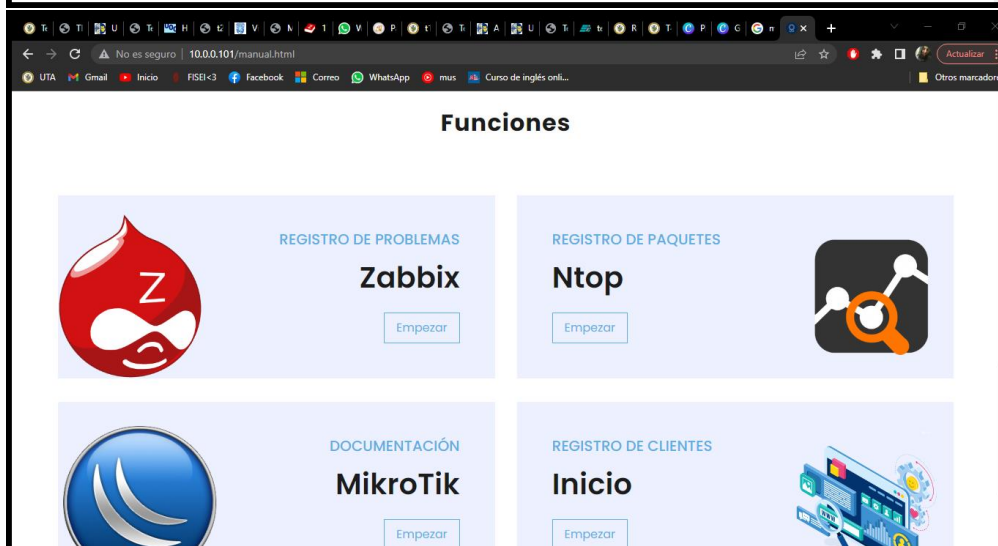
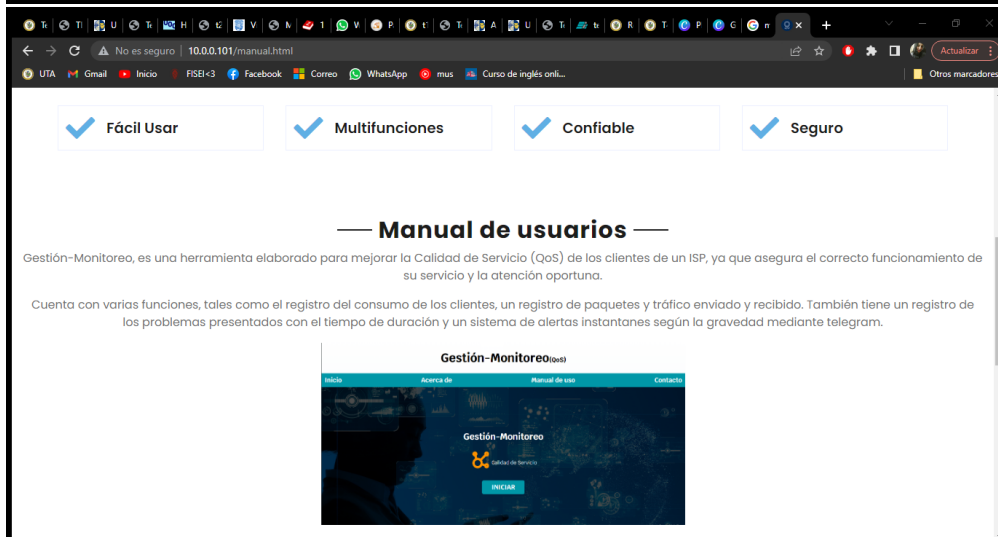
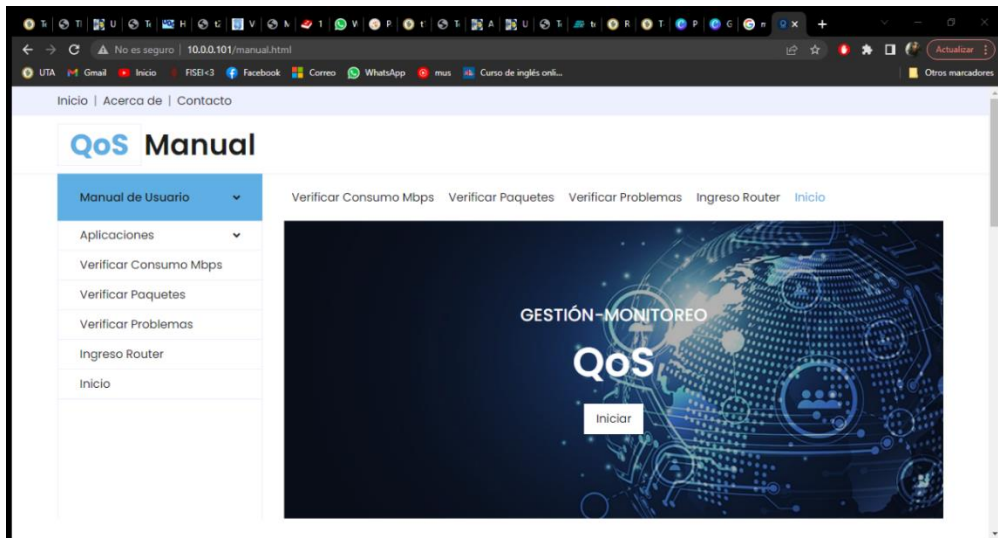
Mercusys

CNT

WAN Name	Protocol	Source Address	Enable	
<input type="checkbox"/>	1_INTERNET_R_VID_232	HTTP,FTP,SSH,ICMP	--	Enable

ANEXO H: Manual de usuario

Inicio



Verificar consumo

QoS Consumo

Manual de Usuario | Verificar Consumo Mbps | Verificar Paquetes | Verificar Problemas | Ingreso Router | Inicio

CONSUMO (MBPS)

Inicio

#	Nombre	IP	Plan(Mbps)	Problemas	Paginas
1	Acala Pagalo Jose Manuel	10.0.0.101	100	0	0
2	Acala Cardenas Maria Natalia	10.0.0.102	100	0	0
3	Acala Tapia Juan Carlos	10.0.0.103	100	0	0
4	Aguilera Aguilera Victor Enrique	10.0.0.104	100	0	0
5	Aguilera Guerrero Saida Orinda	10.0.0.105	100	0	0

Mostrando de 1 a 5 de un total de 000 registros.

Inicio

Ingreso

(Página principal)

Gestión-Monitoreo, está conectado a graphing de Mikrotik, una herramienta que permite tener el registro del consumo en (Mbps) de cada uno de los clientes asignados al router. Graphing es una herramienta para monitorear varios parámetros de RouterOS a lo largo del tiempo y poner los datos recopilados en gráficos.

La herramienta Gráficos puede mostrar gráficos para:

- Estado de la placa del router (voltaje y temperatura)
- Uso de recursos (uso de CPU, memoria y disco)
- Tráfico que pasa a través de interfaces


Dar click en: [Inicio](#)

Ingresar al interfaz principal de Gestión-Monitoreo


Descripción | Información

Instrucciones

- Ingresar al Interfaz principal [Inicio](#)
- Dar click en [Inicio](#)



- Verificar el nombre del cliente y dar click sobre el plan asignado



#	Nombre	IP	Plan(Mbps)	Problemas	Paginas
1	Acala Pagalo Jose Manuel	10.0.0.101	100	0	0
2	Acala Cardenas Maria Natalia	10.0.0.102	100	0	0
3	Acala Tapia Juan Carlos	10.0.0.103	100	0	0
4	Aguilera Aguilera Victor Enrique	10.0.0.104	100	0	0
5	Aguilera Guerrero Saida Orinda	10.0.0.105	100	0	0

Mostrando de 1 a 5 de un total de 000 registros.

- Finalmente podrá verificar el historial del consumidor, semanal, mensual y anual

Cola -Acala Pagalo Jose Manuel- Estadísticas

Historial de consumo (en MBps)
 Estado de la placa (Temperatura, Voltaje)
 Estado de recursos (CPU, Memoria, Disco)
 Estado de interfaces (Tráfico de entrada y salida)

Gráfico "diario" generado de 6 estadísticas



Gráfico "semanal" generado de 6 estadísticas



Gráfico "mensual" generado de 6 estadísticas



Gráfico "anual" generado de 6 estadísticas



Inicio

Verificar paquetes

PAQUETES
Inicio

Hostes	IP	Paquetes	Problemas	Paquetes
1	Acceso Región Lima-Miraflores	172.16.209.226	25	25
2	Acceso Guadalupe María-Miraflores	172.16.209.226	25	25
3	Acceso Región Juan Carlos	172.16.209.226	25	25
4	Agencia Regional Víctor Larco	172.16.209.226	25	25
5	Agencia Regional Lima-Sur	172.16.209.226	25	25

Ingreso
(Página principal)

Gestión-Monitoreo, está conectado a ntopng, el cual es un software informático para monitorear el tráfico en una red informática. Recopilación de flujo y análisis de tráfico basado en la web de alta velocidad

Ntopng permite:

- Mostrar tráfico de red: Tanto en tiempo real y hosts activos.
- Monitorización continua de dispositivos de red.
- Analizar el tráfico IP: Llegando incluso a clasificarlo según la fuente/destino.
- Informar sobre el uso del protocolo IP: Llegando incluso a clasificarlo por tipo de

Instrucciones

- Ingresar al interfaz principal [Inicio](#)
- Dar click en [Iniciar](#)

Verificar el nombre del cliente y dar click sobre el icono de zabbix

Finalmente podrá verificar el historial de los paquetes.

Habit: 172.16.209.226 | Traffic: Packets Ports Peers Apps

Packets Sent

Packets Received

Verificar problemas

PROBLEMAS
Inicio

#	Nombre	IP	Plan/Objet	Problemas	Proyectos
1	Acceso Páginas Juan Manuel	172.16.1.20	20	5	0
2	Acceso Guadalupe Maria Roldan	172.16.1.20	20	5	0
3	Acceso Páginas Juan Carlos	172.16.1.20	20	5	0
4	Agencia Agrícola Victor Enrique	172.16.1.20	20	5	0
5	Agencia Agrícola Silvia Estela	172.16.1.20	20	5	0

Mostrando de 1 a 5 de un total de 500 registros

Dar click en **inicio**
Ingresar al interfaz principal de Gestión-Monitoreo

Ingreso
(página principal)


Gestión-Monitoreo, está conectado a zabbix, es un sistema para monitorear la capacidad, el rendimiento y la disponibilidad de los servidores, equipos, aplicaciones y bases de datos. Además ofrece características avanzadas de monitoreo, alertas y visualización, que incluso, algunas de las mejores aplicaciones comerciales de este tipo no ofrecen.

Zabbix permite:

- Agregar y monitorear servidores, equipos, servicios, aplicaciones específicas, dispositivos físicos como impresoras, routers, entre otros
- Reporte en tiempo real a través de gráficas, datos y alertas visuales que muestran el estado y rendimiento de los servicios y equipos monitoreados
- Configuración de notificaciones para envío instantáneo
- Perfiles de usuarios para el uso del administrador Web

Instrucciones

- Ingresar al interfaz principal **inicio**
- Dar click en **iniciar**



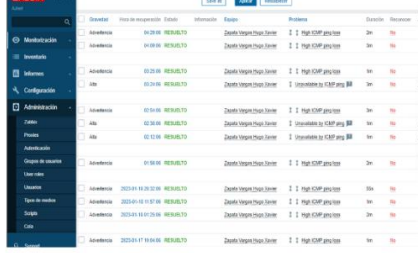
- Verificar el nombre del cliente y dar click sobre el icono de zabbix

#	Nombre	IP	Plan/Objet	Problemas	Proyectos
1	Acceso Páginas Juan Manuel	172.16.1.20	20	5	0
2	Acceso Guadalupe Maria Roldan	172.16.1.20	20	5	0
3	Acceso Páginas Juan Carlos	172.16.1.20	20	5	0
4	Agencia Agrícola Victor Enrique	172.16.1.20	20	5	0
5	Agencia Agrícola Silvia Estela	172.16.1.20	20	5	0

#	Nombre	IP	Plan/Objet	Problemas	Proyectos
1	Acceso Páginas Juan Manuel	172.16.1.20	20	5	0
2	Acceso Guadalupe Maria Roldan	172.16.1.20	20	5	0
3	Acceso Páginas Juan Carlos	172.16.1.20	20	5	0
4	Agencia Agrícola Victor Enrique	172.16.1.20	20	5	0
5	Agencia Agrícola Silvia Estela	172.16.1.20	20	5	0

Mostrando de 1 a 5 de un total de 500 registros

- Finalmente podrá verificar el historial de los problemas existentes.



Operación	Fecha de inicio	Estado	Operación	Estado	Operación	Estado	Operación
Advertencia	01-10-2019 08:55:57	RESOLVIDO	Zabbix Vargen Diego Gomez	1	High CPU avg	3m	No
Advertencia	01-10-2019 08:55:57	RESOLVIDO	Zabbix Vargen Diego Gomez	1	Operaciones de I/O avg	3m	No
Advertencia	01-10-2019 08:55:57	RESOLVIDO	Zabbix Vargen Diego Gomez	1	High CPU avg	3m	No
Advertencia	01-10-2019 08:55:57	RESOLVIDO	Zabbix Vargen Diego Gomez	1	Operaciones de I/O avg	3m	No
Advertencia	01-10-2019 08:55:57	RESOLVIDO	Zabbix Vargen Diego Gomez	1	High CPU avg	3m	No
Advertencia	01-10-2019 08:55:57	RESOLVIDO	Zabbix Vargen Diego Gomez	1	Operaciones de I/O avg	3m	No
Advertencia	01-10-2019 08:55:57	RESOLVIDO	Zabbix Vargen Diego Gomez	1	High CPU avg	3m	No
Advertencia	01-10-2019 08:55:57	RESOLVIDO	Zabbix Vargen Diego Gomez	1	Operaciones de I/O avg	3m	No
Advertencia	01-10-2019 08:55:57	RESOLVIDO	Zabbix Vargen Diego Gomez	1	High CPU avg	3m	No
Advertencia	01-10-2019 08:55:57	RESOLVIDO	Zabbix Vargen Diego Gomez	1	Operaciones de I/O avg	3m	No

Ingresar al Router

10.0.0.101/router.html

ROUTER

Inicio

#	Nombre	IP	Plan/Objeto	Problemas	Proyectos
1	Arcos Pajón José Manuel	10.0.0.101	200	0	0
2	Arcos Castellano María Remedios	10.0.0.101	200	0	0
3	Arcos Trujillo Juan Carlos	10.0.0.101	200	0	0
4	Aguiar Aguiar Ulises Enrique	10.0.0.101	200	0	0
5	Aguiar Aguiar Ulises Enrique	10.0.0.101	200	0	0

Dar click en inicio
Ingresar al interfaz principal de Gestión-Monitoreo

Ingreso

(Página principal)

Gestión-Monitoreo, está conectado al interfaz de los routers o ONT instalado en las residencias de cada usuario, esto con la finalidad de verificar la configuración y características de los equipos para su correcto funcionamiento.

Modelos de ingreso:

- Huawei
- Tp-link
- Mercusis
- D-Link

Descripción Información

10.0.0.101/router.html

Instrucciones

- Ingresar al interfaz principal inicio
- Dar click en iniciar

- Verificar el nombre del cliente y dar click sobre el icono de zabbix

10.0.0.101/router.html

- Finalmente podrá ingresar al interfaz del router o ONU.

HUAWEI HG8546M

WLAN Information Status > Optical Information

On this page, you can query the status of the optical module.

ONT Information	Current Status	Reference Value
Optical Signal Sending Status:	Auto	Auto
TX Optical Power:	2.30 dBm	3.3 to 4 dBm
TX Optical Power:	-21.49 dBm	-27 to -40 dBm
Driving Voltage:	328 mV	200 to 500 mV
Bias Current:	14 mA	9 to 50 mA
Working Temperature:	45 °C	-10 to 45 °C

ANEXO I: Principales problemas reportados

Potencia baja:

Avisos repetitivos

The screenshot shows the Nagios XI interface with a list of problems. The host is 'Vaca Moreno Pablo Wladimir'. The problems are all 'RESOLVED' and include 'High ICMP ping loss' and 'Unavailable by ICMP ping'.

Time	Severity	Recovery time	Status	Info	Host	Problem	Duration	Ack	Actions	Tags
11:08:59	Warning	11:11:59	RESOLVED		Vaca Moreno Pablo Wladimir	High ICMP ping loss	3m	No		
11:00										
10:55:59	Warning	10:56:59	RESOLVED		Vaca Moreno Pablo Wladimir	High ICMP ping loss	1m	No		
10:23:59	Warning	10:25:59	RESOLVED		Vaca Moreno Pablo Wladimir	High ICMP ping loss	2m	No		
10:02:59	Warning	10:05:59	RESOLVED		Vaca Moreno Pablo Wladimir	High ICMP ping loss	3m	No		
10:00										
09:18:59	Warning	09:18:59	RESOLVED		Vaca Moreno Pablo Wladimir	High ICMP ping loss	2m	No		
09:07:59	Warning	09:09:59	RESOLVED		Vaca Moreno Pablo Wladimir	High ICMP ping loss	2m	No		
09:00										
08:51:59	Warning	08:52:59	RESOLVED		Vaca Moreno Pablo Wladimir	High ICMP ping loss	1m	No		
08:15:59	Warning	08:21:59	RESOLVED		Vaca Moreno Pablo Wladimir	High ICMP ping loss	6m	No		
08:00										
07:29:59	High	07:30:59	RESOLVED		Vaca Moreno Pablo Wladimir	Unavailable by ICMP ping	1m	No	2	
07:21:59	Warning	07:25:59	RESOLVED		Vaca Moreno Pablo Wladimir	High ICMP ping loss	4m	No		
07:20:59	High	07:21:59	RESOLVED		Vaca Moreno Pablo Wladimir	Unavailable by ICMP ping	1m	No	2	
07:09:59	Warning	07:16:59	RESOLVED		Vaca Moreno Pablo Wladimir	High ICMP ping loss	7m	No		
07:00										
06:22:59	Warning	06:23:59	RESOLVED		Vaca Moreno Pablo Wladimir	High ICMP ping loss	1m	No		
06:00										
05:52:59	High	05:54:59	RESOLVED		Vaca Moreno Pablo Wladimir	Unavailable by ICMP ping	2m	No	2	
05:44:59	Warning	05:57:59	RESOLVED		Vaca Moreno Pablo Wladimir	High ICMP ping loss	13m	No		
05:31:59	Warning	05:32:59	RESOLVED		Vaca Moreno Pablo Wladimir	High ICMP ping loss	1m	No		
05:03:59	Warning	05:15:59	RESOLVED		Vaca Moreno Pablo Wladimir	High ICMP ping loss	12m	No		
05:00										

Ingresar al interfaz principal

The screenshot shows the 'Gestión-Monitoreo' interface. It displays a table with one row of data for the host 'Vaca Moreno Pablo Wladimir'.

#	Nombre	IP	Plan(Mbps)	Paquetes	Problemas
734	Vaca Moreno Pablo Wladimir	172.16.216.186	25		

Mostrando de 1 a 1 de un total de 1 registros (filtrados desde 805 registros totales)

Ingresar al Router y verificar el estado del equipo

HG8546M Logout

Status WAN LAN IPv6 WLAN Security Route Forward Rules Network Application Voice System Tools Bundle

WAN Information Status > Optical Information

VoIP Information
WLAN Information
Smart WiFi Coverage
Eth Port Information
DHCP Information
Optical Information
Device Information
Remote Manage
User Device Information
Service Provisioning Status
Cloud Platform Status

On this page, you can query the status of the optical module.

ONT Information

	Current Value	Reference Value
Optical Signal Sending Status:	Auto	Auto
TX Optical Power:	1.99 dBm	0.5 to 5 dBm
RX Optical Power:	-27.96 dBm	-27 to -8 dBm
Working Voltage:	3291 mV	3100 to 3500 mV
Bias Current:	14 mA	0 to 90 mA
Working Temperature:	41 °C	-10 to +85 °C

OLT Information

	Current Value	Reference Value
Optical module type:	--	--
Transmit optical power:	-- dBm	--
PON port identifier:	--	--

Ingresar a la OLT U2000 para verificar el fallo

MA5683T(172.16.200.2) x Access Profile Management x

GPON UNI Port **GPON ONU** ONU Details

Name = VACA M Find

Oper...	Stat...	Slot	Port	ON...	Name	SN	Terminal T...
Activate	●	3	5	3	VACA MORENO PABLO	485754439121B49D(HWTC9121B49D)	HG8546M

No. 1, Total:4, Selected: 1 Updated at: 01/06/2023 11:28:40 Add E2E Service... Real-Time Performance

Multicast Forwarding Entry IP Host POTS User MG WAN Interface RTP Interface

IGMP User T-CONT GEM Port FEC Details Line Profile Service Profile Alarm Profile

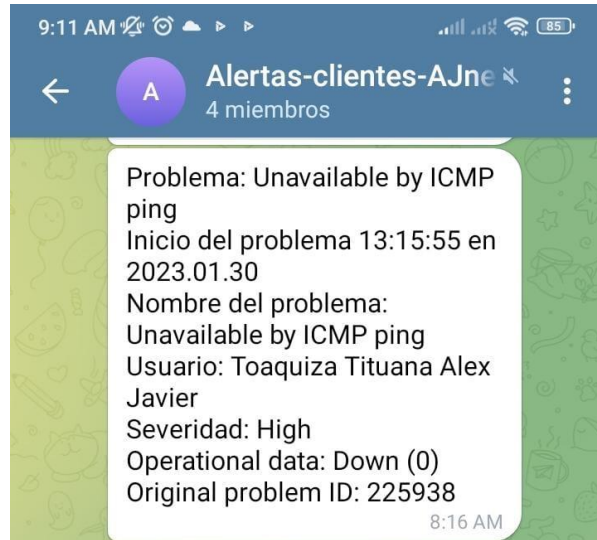
Details Running Info Alarm State **ONU Optics Module Info** Current ONU: UNI Port Info Service Port Info

```

Tx optical power Warning lower threshold (dBm) = --
Rx Optical Power (dBm) = -27.96
Rx optical power alarm upper threshold (dBm) = -7
Rx optical power alarm lower threshold (dBm) = -29
Rx optical power Warning upper threshold (dBm) = --
Rx optical power Warning lower threshold (dBm) = --
Voltage (V) = 3.3
Supply voltage alarm upper threshold (V) = 3.6
Supply voltage alarm lower threshold (V) = 3
Supply voltage Warning upper threshold (V) = --
Supply voltage Warning lower threshold (V) = --
OLT Rx ONU Optical Power (dBm) = -32.22
CAIV Rx Power (dBm) = --
Upper Threshold of CAIV Rx Power Alarm (dBm) = --
Lower Threshold of CAIV Rx Power Alarm (dBm) = --
    
```


Equipos apagados

Mensaje de alerta desde telegram



Revisar en el interfaz principal

Gestión-Monitoreo

Mostrar 5 registros por página Buscar: TOAQUIZA TIT

#	Nombre	IP	Plan(Mbps)	Paquetes	Problemas
702	Toaquiza Tituana Alex Javier	172.16.216.179	25		

Gestión-Monitoreo (QoS)

Mostrando de 1 a 1 de un total de 1 registros (filtrados desde 805 registros totales) Anterior 1 Siguiente

Verificar Problemas

Save as Aplicar Restablecer

Hora	Gravedad	Hora de recuperación	Estado	Información	Equipo	Problema	Duración	Reconocer	Acciones	Etiquetas
08:15:55	Alta		PROBLEMA		Toaquiza Tíuana Alex Javier	Unavailable by ICMP ping	58m 5s	No		
08:09:55	Alta	08:10:55	RESUELTO		Toaquiza Tíuana Alex Javier	Unavailable by ICMP ping	1m	No		
Hoy										
2023-01-28 17:46:55	Alta	2023-01-28 19:01:55	RESUELTO		Toaquiza Tíuana Alex Javier	Unavailable by ICMP ping	1h 15m	No		
2023-01-28 09:17:55	Alta	2023-01-28 17:31:55	RESUELTO		Toaquiza Tíuana Alex Javier	Unavailable by ICMP ping	8h 14m	No		
2023-01-27 02:28:55	Alta	2023-01-27 04:29:55	RESUELTO		Toaquiza Tíuana Alex Javier	Unavailable by ICMP ping	2h 1m	No		
2023-01-26 11:29:55	Alta	2023-01-26 11:35:55	RESUELTO		Toaquiza Tíuana Alex Javier	Unavailable by ICMP ping	6m	No		
2023-01-26 10:38:55	Alta	2023-01-26 10:42:55	RESUELTO		Toaquiza Tíuana Alex Javier	Unavailable by ICMP ping	4m	No		
2023-01-21 09:09:55	Advertencia	2023-01-21 09:10:55	RESUELTO		Toaquiza Tíuana Alex Javier	High ICMP ping loss	1m	No		
2023-01-20 22:31:55	Alta	2023-01-21 09:09:55	RESUELTO		Toaquiza Tíuana Alex Javier	Unavailable by ICMP ping	10h 38m	No		
2023-01-18 20:31:11	Advertencia	2023-01-18 20:31:55	RESUELTO		Toaquiza Tíuana Alex Javier	High ICMP ping loss	44s	No		
2023-01-14 08:19:55	Alta	2023-01-16 12:43:55	RESUELTO		Toaquiza Tíuana Alex Javier	Unavailable by ICMP ping	2h 4h 24m	No		
2023-01-12 11:00:55	Alta	2023-01-12 11:24:55	RESUELTO		Toaquiza Tíuana Alex Javier	Unavailable by ICMP ping	24m	No		
2023-01-06 14:15:55	Alta	2023-01-06 14:46:55	RESUELTO		Toaquiza Tíuana Alex Javier	Unavailable by ICMP ping	31m	No		

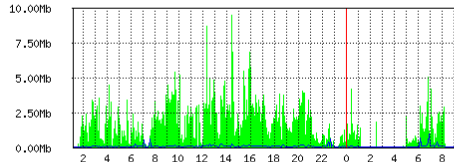
Mostrando 13 de 13 encontrados

Verificar consumo

Queue <Toaquiza Tituana Alex Javier> Statistics

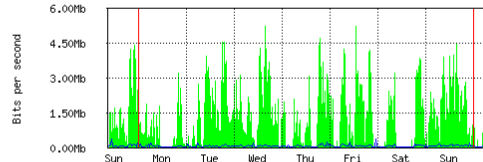
- Source-addresses: 172.16.216.179
- Destination-address: ::/0
- Max-limit: 25.60Mb/25.60Mb (Total: unlimited)
- Limit-at: unlimited/unlimited (Total: unlimited)
- Last update: Mon Jan 30 09:10:44 2023

"Daily" Graph (5 Minute Average)



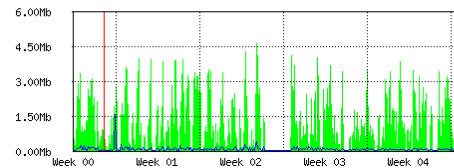
Max In: 9.55Mb (37.3%); Average In: 1.59Mb (6.2%); Current In: 48b (0.0%);
Max Out: 911.42Kb (3.5%); Average Out: 54.34Kb (0.2%); Current Out: 0b (0.0%);

"Weekly" Graph (30 Minute Average)

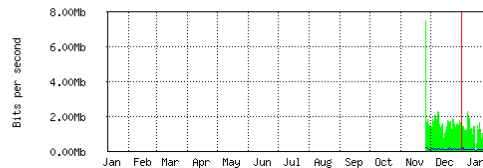


Max In: 5.26Mb (20.5%); Average In: 1.36Mb (5.3%); Current In: 216b (0.0%);
Max Out: 365.12Kb (1.4%); Average Out: 43.14Kb (0.1%); Current Out: 0b (0.0%);

"Monthly" Graph (2 Hour Average)



"Yearly" Graph (1 Day Average)



Verificar paquetes

Router/AccessPoint MAC Address	48:8F:5A:3A:4A:FE
IP Address	172.16.216.179
Name	172.16.216.179
Active Monitoring	Add ICMP Monitor +
Active Altered Flows	1
First / Last Seen	30/01/2023 08:14:16 [01:00:29 ago] / 30/01/2023 09:13:58 [00:47 ago]
Sent vs Received Traffic Breakdown	Read
Traffic Sent / Received	0 Pkts / 0 Bytes / 186 Pkts / 17.8 KB
Flows: Active / Total / Alerted / Port Unreach	0 - / 0 - / 0 - / 0 -
Total Flows with Blacklisted Hosts	0
Total Unidirectional TCP Flows	0 (0.0%)
Peers: Active	0

- Al no tener consumo, no se recibe paquetes

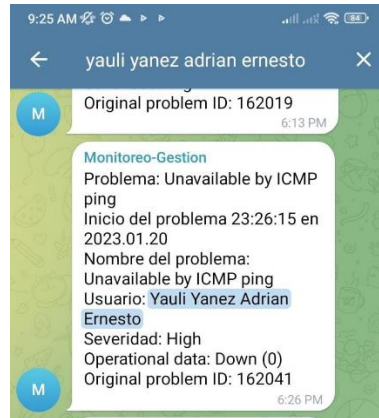
Revisar problema en el software U2000

Op...	Stat...	Slot	Port	ON...	Name	SN	Terminal T...
Activate	Red	3	0	16	TOAQUIZA TITUAÑA ALEX JAMIER	4857544371F35B9B(HWTC71F35B9B)	HG8546M
Activate	Green	3	0	42	TOAQUIZA TITUAÑA ALEX CUENTA2	4857544310632592(HWTC10632592)	EG8141A5

- Se verifica y el equipo está apagado

Equipo reseteado

Recibir mensaje de telegram



Verificar en el interfaz principal los datos

Gestión-Monitoreo

Mostrar 5 registros por página

Buscar: yauli yanez

#	Nombre	IP	Plan(Mbps)	Paquetes	Problemas
788	Yauli Yanez Adrian Ernesto	172.16.232.243	40		

Gestión-Monitoreo (CoS)

Mostrando de 1 a 1 de un total de 1 registros (filtrados desde 805 registros totales)

Anterior 1 Siguiente

Verificar problemas presentes

Save as Aplicar Restablecer

Hora	Gravedad	Hora de recuperación	Estado	Información	Equipo	Problema	Duración	Reconocer	Acciones	Etiquetas
2023-01-20 18:26:15	Alta		PROBLEMA		Yauli Yanez Adrian Ernesto	Unavailable by ICMP ping	9d 14h 55m	No		
2023-01-15 21:25:34	Advertencia	2023-01-15 21:26:15	RESUELTO		Yauli Yanez Adrian Ernesto	High ICMP ping loss	41s	No		
2023-01-12 11:01:15	Alta	2023-01-12 11:25:15	RESUELTO		Yauli Yanez Adrian Ernesto	Unavailable by ICMP ping	24m	No		
2023-01-05 15:23:15	Alta	2023-01-05 16:19:15	RESUELTO		Yauli Yanez Adrian Ernesto	Unavailable by ICMP ping	56m	No		

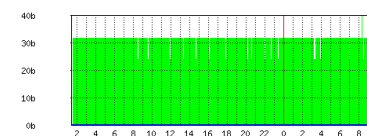
Mostrando 4 de 4 encontrados

Verificar consumo

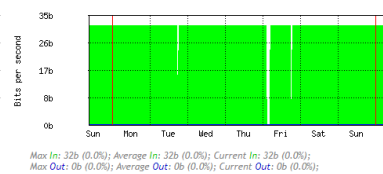
Queue <Yauli Yanez Adrian Ernesto> Statistics

- Source-addresses: 172.16.232.243
- Destination-address: ::0
- Max-limit: 41.00Mb/41.00Mb (Total: unlimited)
- Limit-at: unlimited/unlimited (Total: unlimited)
- Last update: Mon Jan 30 09:25:45 2023

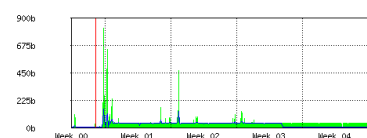
"Daily" Graph (5 Minute Average)



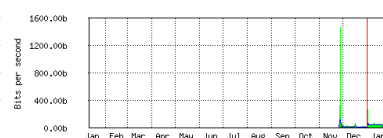
"Weekly" Graph (30 Minute Average)



"Monthly" Graph (2 Hour Average)



"Yearly" Graph (1 Day Average)



Verificar paquetes

Host: 172.16.232.243 | Traffic Ports Peers Apps

Router/AccessPoint MAC Address	48:8F:5A:3A:4A:FE	
IP Address	172.16.232.243	Host Pool: Default
Name	172.16.232.243	
Active Monitoring	Add ICMP Monitor	
Active Alerted Flows	1	
First / Last Seen	30/01/2023 08:08:21 [01:15:34 ago]	30/01/2023 09:23:18 [00:37 ago]
Sent vs Received Traffic Breakdown		
Traffic Sent / Received	0 Pkts / 0 Bytes	231 Pkts / 22.1 KB
	As Client	As Server
Flows: Active / Total / Alerted / Port Unreach	0 - / 0 - / 0 - / 0 -	1 - / 1 - / 1 - / 0 -
Total Flows with Blacklisted Hosts	0	0
Total Unidirectional TCP Flows	0 (0.0%)	0 (0.0%)
Peers: Active	0	0
Reset Host Stats	<input type="button" value="Reset Host Stats"/> <input type="button" value="Reset Blacklisted Hosts Stats"/>	

Verificar el problema en el software U2000

MA5683T(172.16.200.2)

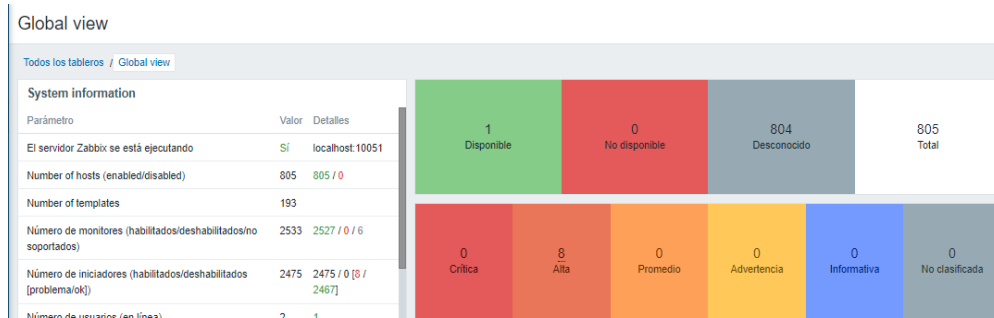
GPON UNI Port GPON ONU ONU Details

Name = YAULI Y

Oper...	Stat...	Slot	Port	ON...	Name	SN	Terminal T...
Activate		1	1	0	YAULI YANEZ ADRIAN ERNESTO	485754433720F992(HWTC3720F992)	EG8141A5

ANEXO J: Funciones de Zabbix

Panel de control



Reportes actuales

Hora	Gravedad	Hora de recuperación	Estado	Información	Equipo	Problema	Duración	Reconocer	Acciones	Etiquetas
14:27:15	Advertencia		PROBLEMA		Tandalla Tandalla Walter Hernan	High ICMP ping loss	8s	No		
14:28:24	Advertencia		PROBLEMA		Cruz Molina Anthony Mauricio	High ICMP ping loss	59s	No		
14:25:54	Advertencia		PROBLEMA		Flores Toca Francisco Rosalino Cuenta2	High ICMP ping loss	1m 29s	No		
14:00										
13:16:38	Alta		PROBLEMA		Moreno Travez Ivan Enrique	Unavailable by ICMP ping	1h 10m 45s	No		
Hoy										
2023-01-28 19:24:31	Alta		PROBLEMA		Valverde Lema Luis Jonathan	Unavailable by ICMP ping	19h 2m 52s	No		
2023-01-28 13:21:33	Alta		PROBLEMA		Calderon Bonilla Ana Carolina	Unavailable by ICMP ping	1d 1h 5m	No		
2023-01-28 02:09:50	Alta		PROBLEMA		Moreira Loor Ines Del Carmen	Unavailable by ICMP ping	1d 12h 17m	No		
Yesterday										
2023-01-27 23:46:24	Alta		PROBLEMA		Umajinga Guaman Darwin Rolando	Unavailable by ICMP ping	1d 14h 40m	No		
2023-01-27 14:49:10	Alta		PROBLEMA		Remache Valverde Maria Isolina	Unavailable by ICMP ping	1d 23h 39m	No		
2023-01-22 13:51:38	Alta		PROBLEMA		Mirala Tercero Jorge Roberto	Unavailable by ICMP ping	7d 35m	No		
2023-01-20 18:28:15	Alta		PROBLEMA		Yauli Yanez Adrian Ernesto	Unavailable by ICMP ping	8d 20h 1m	No		
2023-01-14 21:03:10	Alta		PROBLEMA		Al Ibrahim Jurjus Aghiad	Unavailable by ICMP ping	14d 17h 24m	No		

Historial de reportes de cada cliente

Mostrar: Problemas recientes | Problemas | Histórico

Grupos de equipos: pulse aquí para buscar [Seleccione]

Equipos: Valverde Lema Luis Jonathan [X] pulse aquí para buscar [Seleccione]

Aplicación: [Seleccione]

Iniciadores: pulse aquí para buscar [Seleccione]

Problema: [Seleccione]

Gravedad: No clasificada Informativa Advertencia Promedio Alta Crítica

Inventario de equipos: Tipo [Seleccione] [Eliminar]

Etiquetas: Y/O Or [Seleccione] tag [Seleccione] Contains Equals valor [Seleccione] [Eliminar]

Mostrar etiquetas: Ninguno 1 2 3 Tag name Full Shortened Ninguno

Tag display priority: comma-separated list

Show operational data: Ninguno Separately With problem name

Show suppressed problems: Mostrar sólo los que no estén reconocidos

Compact view: Show timeline:

Mostrar detalles: Highlight whole row:

[Save as] [Aplicar] [Restablecer]

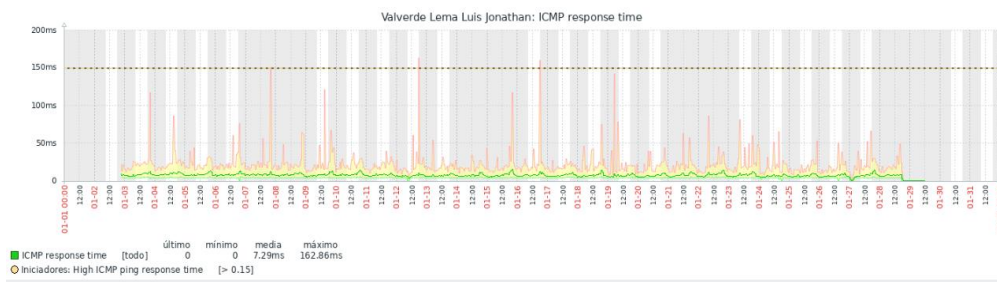
Hora	Gravedad	Hora de recuperación	Estado	Información	Equipo	Problema	Duración	Reconocer	Acciones	Etiquetas
2023-01-28 19:24:31	Alta		PROBLEMA		Valverde Lema Luis Jonathan	Unavailable by ICMP ping	19h 3m 33s	No		
Yesterday										
2023-01-27 18:38:28	Advertencia	2023-01-27 18:38:31	RESUELTO		Valverde Lema Luis Jonathan	High ICMP ping loss	3s	No		
2023-01-27 02:29:31	Alta	2023-01-27 04:29:31	RESUELTO		Valverde Lema Luis Jonathan	Unavailable by ICMP ping	2h	No		
2023-01-24 17:52:00	Advertencia	2023-01-24 17:52:31	RESUELTO		Valverde Lema Luis Jonathan	High ICMP ping loss	31s	No		
2023-01-15 21:25:33	Advertencia	2023-01-15 21:26:31	RESUELTO		Valverde Lema Luis Jonathan	High ICMP ping loss	58s	No		
2023-01-12 11:00:31	Alta	2023-01-12 11:29:31	RESUELTO		Valverde Lema Luis Jonathan	Unavailable by ICMP ping	29m	No		

Reporte datos última fecha

Última fecha				
Equipo	Nombre	Última comprobación	Último valor	Change
Valverde Lema Luis Jonathan				
<input type="checkbox"/>	ICMP loss	2023-01-29 14:28:31	100 %	Gráficas
<input type="checkbox"/>	ICMP ping	2023-01-29 14:28:31	Down (0)	Gráficas
<input type="checkbox"/>	ICMP response time	2023-01-29 14:28:31	0	Gráficas

Mostrando 3 de 3 encontrados

Respuesta ICMP



Pings perdidos

