

UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS
CARRERA DE INGENIERÍA EN SISTEMAS COMPUTACIONALES



TEMA:

“IMPLANTACIÓN DE LA HERRAMIENTA ZABBIX DE MONITOREO PARA EL NÚCLEO DE RED DE LA EMPRESA AIRMAXTELECOM SOLUCIONES TECNOLÓGICAS S.A. GRATUITA Y DE CÓDIGO ABIERTO”

Trabajo de titulación previo a la obtención del título de Ingeniero en Sistemas Computacionales

Línea de investigación: Seguridad y Auditoría Informática / Gestión de Redes

Autor: Carlos Andrés Benavides Sánchez

Director: Ing. Daisy Elizabeth Imbaquingo Esparza Msc.

Ibarra-marzo
2023



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

BIBLIOTECA UNIVERSITARIA

AUTORIZACIÓN DE USO Y PUBLICACIÓN A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

1. IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA

En cumplimiento del Art. 144 de la Ley de Educación Superior, hago la entrega del presente trabajo a la Universidad Técnica del Norte para que sea publicado en el Repositorio Digital Institucional, para lo cual pongo a disposición la siguiente información:

DATOS DE CONTACTO			
CÉDULA DE IDENTIDAD:	1004134977		
APELLIDOS Y NOMBRES:	Benavides Sánchez Carlos Andrés		
DIRECCIÓN:	Ibarra, Fernando Daquilema 1-74 y Luis Felipe Borja		
EMAIL:	cabenavides@utn.edu.ec		
TELÉFONO FIJO:	062 683 127	TELÉFONO MÓVIL:	0986 756 300

DATOS DE LA OBRA	
TÍTULO:	IMPLANTACIÓN DE LA HERRAMIENTA ZABBIX DE MONITOREO PARA EL NÚCLEO DE RED DE LA EMPRESA AIRMAXTELECOM SOLUCIONES TECNOLÓGICAS S.A. GRATUITA Y DE CÓDIGO ABIERTO
AUTOR (ES):	Benavides Sánchez Carlos Andrés
FECHA: DD/MM/AAAA	24-Marzo-2023
SOLO PARA TRABAJOS DE GRADO	
PROGRAMA:	<input checked="" type="checkbox"/> PREGRADO <input type="checkbox"/> POSGRADO
TÍTULO POR EL QUE OPTA:	Ingeniero en Sistema Computacionales
ASESOR /DIRECTOR:	Ing. Daisy Elizabeth Imbaquingo Esparza Msc

2. CONSTANCIAS

El autor (es) manifiesta (n) que la obra objeto de la presente autorización es original y se la desarrolló, sin violar derechos de autor de terceros, por lo tanto, la obra es original y que es (son) el (los) titular (es) de los derechos patrimoniales, por lo que asume (n) la responsabilidad sobre el contenido de la misma y saldrá (n) en defensa de la Universidad en caso de reclamación por parte de terceros.

Ibarra, a los 30 días del mes de marzo de 2023.

EL AUTOR:

(Firma).....

Nombre: Benavides Sánchez Carlos Andrés

**CERTIFICACIÓN DIRECTORA DEL TRABAJO DE
TITULACIÓN**

Ibarra, 24 de marzo de 2023

Ing. Daisy Imbaquingo Msc.

DIRECTOR DE TRABAJO DE TITULACIÓN

CERTIFICA:

Haber revisado el trabajo de titulación, el mismo que se ajusta a las normas vigentes de la Universidad Técnica del Norte; en consecuencia, autorizo su presentación para los fines legales pertinentes.

(f) 

Ing. Daisy Imbaquingo Msc.

C.C.: 1002873048

APROBACIÓN DEL COMITÉ CALIFICADOR

El Tribunal Examinador del trabajo de titulación con el tema: “IMPLANTACIÓN DE LA HERRAMIENTA ZABBIX DE MONITOREO PARA EL NÚCLEO DE RED DE LA EMPRESA AIRMAXTELECOM SOLUCIONES TECNOLÓGICAS S.A. GRATUITA Y DE CÓDIGO ABIERTO” elaborado por Carlos Andrés Benavides Sánchez, previo a la obtención del título de Ingeniero en Sistemas Computacionales, aprueba el presente informe de investigación en nombre de la Universidad Técnica del Norte:

(f): 

Msc. Daisy Imbaquingo.

C.C.: 1002873048

(f): 

MSc. Ortega MacArthur

C.C.: 1001580386

DEDICATORIA

A mis padres, Delia y Nilo por su comprensión, apoyo incondicional en mi formación académica y personal.

A mi hermano, Willian, por su cariño y respaldo durante mi vida.

A los docentes de la carrera de Ingeniería en Sistemas Computacionales por compartir su experiencia y conocimiento técnico-didáctico en los diferentes niveles del proceso de formación académico.

AGRADECIMIENTO

A la Virgen del Carmen, por guiarme y mantenerme firme durante mi formación académica.

A mi familia por su paciencia, consejos y buenos deseos para que culmine mi profesión.

A la Msc. Caterin Pambaquishpe quien compartió su conocimiento y valioso tiempo al guiarme en el proceso de investigación y creación de conocimiento para desarrollar mi trabajo de integración curricular.

A la Universidad Técnica del Norte, por darme la oportunidad de formarme en su seno científico.

A mí Tutor de tesis Msc. Daisy Imbaquingo y asesor Msc. MacArthur Ortega, por impartir sabiduría y dirigir mi proyecto de titulación.

A Airmaxtelecom Soluciones Tecnológicas S.A. por su apertura y confianza para ejecutar mi tesis.

RESUMEN EJECUTIVO

En la actualidad el monitoreo de redes es fundamental para un correcto funcionamiento de las infraestructuras tecnológicas, negocios, y en especial del backbone de los proveedores de servicio de internet (ISP), la carencia de una herramienta tecnológica dificulta brindar un servicio sin interrupciones u obtener datos en tiempo real de daños de equipos activos o validar el rendimiento óptimo de ellos. El presente trabajo implantó una herramienta de monitoreo gratuita que se sirve del protocolo SNMP para obtener la información de los recursos del hardware de red para la detección de averías, medición de consumo de recursos y realizar el envío de alertas por Telegram. La medición de la herramienta implantada se realizó con el modelo DeLone y McLean que se centran en las dimensiones de Calidad del sistema, Calidad de la información, Calidad del servicio, Intensión de uso, Satisfacción del usuario y beneficios netos donde se obtuvo un promedio de favorabilidad superior al 95% en todas las dimensiones dando a conocer que la propuesta tecnológica ayuda a mejorar la calidad en los servicios de infraestructuras de red. La atención a eventualidades por daños de hardware es atendida con mayor prioridad y en tiempo reducido, los niveles de acuerdo de servicio se respetan de acuerdo con el contrato establecido con el respaldo de gráficos históricos del consumo. La integración de varios recursos tecnológicos como APIS gratuitas y software de código abierto permitieron a la empresa mejorar el servicio de internet sin incurrir en costos altos para la implantación y obteniendo un costo beneficio adecuado para mantener un monitoreo 24 horas por 7 días de los 365 días del año.

PALABRAS CLAVE: SNMP, ZABBIX, ISP, Monitoreo de redes.

ABSTRACT

At present, network monitoring is essential for the proper functioning of technological infrastructures, businesses, and especially the backbone of Internet service providers (ISPs), the lack of a technological tool makes it difficult to provide a service without interruptions or obtain real-time data on active equipment damage or validate their optimal performance. The present work implemented a free monitoring tool that uses the SNMP protocol to obtain information on network hardware resources for fault detection, resource consumption measurement and sending alerts by Telegram. The measurement of the implemented tool was carried out with the DeLone and McLean model that focus on the dimensions of System Quality, Information Quality, Service Quality, Use Intent, User Satisfaction and Net Benefits where an average of favorability greater than 95% in all dimensions, revealing that the technological proposal helps to improve the quality of network infrastructure services. Attention to eventualities due to hardware damage is attended with higher priority and in a reduced time, the service agreement levels are respected in accordance with the contract established with the support of historical graphs of consumption. The integration of various technological resources such as free APIS and Open Source software allowed the company to improve the Internet service without incurring high costs for implementation and obtaining an adequate cost-benefit to maintain monitoring 24 hours a day, 7 days out of 365 days of the year.

KEYWORDS: SNMP, ZABBIX, ISP, Network monitoring.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

Introducción	xiv
Planteamiento del Problema	xiv
Objetivos	xv
Objetivo General	xv
Objetivos Específicos.....	xv
Alcance	xvi
Metodología	xvii
Justificación	xix
Objetivo 9: Industria, Innovación e Infraestructura.....	xix
Justificación tecnológica.....	xix
Justificación Económica	xx
CAPÍTULO I	25
1.1 Revisión de Literatura.....	25
1.2 Búsqueda de artículos	25
1.3 Selección de artículos	25
1.4 Extracción de información relevante	27
1.5 Incremento masivo del tráfico de Internet en las redes de los ISP	28
1.6 Flujo de ancho de banda	28
1.7 Monitoreo de red con SNMP	28
1.8 Modelo de ejecución de sistemas de gestión de red	29
1.9 Base de información gestionada MIB.....	29
1.10 Parámetros esenciales para monitorear equipos de red.....	29
1.11 Herramienta Zabbix con SNMP.....	30
1.12 Alertas de monitoreo en tiempo real.....	30
1.13 Monitoreo en tiempo real.....	30
1.14 Importancia de la tecnología en la implementación de herramientas	31
CAPÍTULO II	32
2.1 Datos Generales de la empresa	32
2.2 Análisis de la situación actual de la red	33
2.3 Topología lógica de red	34
2.4 Puesta en marcha de un servidor de monitoreo	35
2.5 Características y modelo de servidor	38

2.6 Instalación de la herramienta Zabbix.....	38
2.6.2 Instalación y configuración de zabbix en Debian.....	41
2.7 Instructivo de procedimiento para adicionar nuevos hosts al software de monitoreo ...	48
CAPÍTULO III.....	57
3.1 Modelo DeLone y McLean.....	57
3.1.1 Validez y fiabilidad del Modelo DeLone y McLean	57
3.2 Diseño de encuesta.....	57
3.3 Plan de procesamiento y análisis	58
3.4 Análisis de resultados	58
3.4.1 Análisis del perfil de los encuestados	58
3.4.2 Análisis de variables DeLone y McLean.....	59
3.5 Fiabilidad del instrumento	63
3.5.1 Análisis de favorabilidad y des favorabilidad.....	65
3.6 Discusión.....	66
CONCLUSIONES	68
RECOMENDACIONES.....	70
GLOSARIO	71
REFERENCIAS.....	73
ANEXOS	78
Anexo A. Autorización Institucional	78
Anexo B. Consentimiento informado	79
Anexo C. Datos sociodemográficos y Modelo de DeLone - McLean.....	80
Anexo D. Infraestructura tecnológica	82
Anexo E. Evidencias de monitoreo con Zabbix y Telegram	83
Anexo F. Configuración de Telegram en Zabbix	85
Anexo G. Certificado de implantación de Zabbix	86

Índice de tablas

Tabla 1 Riesgo	xx
Tabla 2 Matriz de Riesgo	xxi
Tabla 3 Contexto local, nacional e internacional.....	xxi
Tabla 4 Artículos seleccionados para revisión literaria	26
Tabla 5 Matriz conceptual	27
Tabla 6 Requisitos referenciales de hardware para servidor Zabbix	36
Tabla 7 Requisitos de software para frontend web Zabbix.....	37
Tabla 8 Hardware de Airmaxtelecom Soluciones Tecnológicas S.A. para implantar Zabbix	38
Tabla 9 Optimización de configuración base de servidor Zabbix para mejorar rendimiento del hardware.....	44
Tabla 10 Parámetros para agregar un host	50
Tabla 11 Parámetros esenciales de mapa	51
Tabla 12 Tabla con keys más importantes para el uso de etiquetas en mapas.....	54
Tabla 13 Parámetros requeridos para medir el SLA de un host	55
Tabla 14 Características sociodemográficas del personal de Airmaxtelecom Soluciones Tecnológicas S.A.	58
Tabla 15 Matriz de resultados de la encuesta.	63
Tabla 16 Matriz de resultados de la encuesta.	64
Tabla 17 Interpretación del coeficiente Alfa de Cronbach	65
Tabla 18 Modelo DeLone y McLean y sus dimensiones.....	66

Índice de figuras

Figura 1	Árbol de problemas	xv
Figura 2	Arquitectura Cliente Servidor para Server Zabbix.....	xvi
Figura 3	Modelo de desarrollo Vee	xviii
Figura 4	Ubicación matriz de Airmaxtelecom Soluciones Tecnológicas S.A.....	32
Figura 5	Datos ASN de Airmaxtelecom Soluciones Tecnológicas S.A.	33
Figura 6	Topología de red Airmaxtelecom Soluciones Tecnológicas S.A.....	35
Figura 7	Configuración y características de la máquina virtual de Debian 11	39
Figura 8	Instalación de firewall UFW para proteger la aplicación web de Zabbix	39
Figura 9	Políticas de firewall UFW por defecto para negar acceso de entrada y salidas	40
Figura 10	Regla de acceso para servicios SSH, HTTP	40
Figura 11	Activación de firewall UFW para permitir solo la salida de servicios http y ssh ...	40
Figura 12	Lista de servicios permitidos por el firewall UFW en máquina virtual de Debian 11	41
Figura 13	Versión 11 de sistema operativo Debian	41
Figura 14	Descarga del instalador del repositorio oficial de Zabbix para su posterior instalación	41
Figura 15	Gestión de dependencias requeridas para instalar Zabbix.....	42
Figura 16	Actualización de dependencias en el sistema operativo para el correcto funcionamiento	42
Figura 17	Instalación de paquetes para funcionamiento de Zabbix Server	43
Figura 18	Inicio de sesión en el motor de base de datos para crear la base de datos inicial....	43
Figura 19	Creación usuario y privilegios para la base de datos con nombre zabbix	43
Figura 20	Migración de diseño lógico de tablas por defecto del esquema Zabbix.....	44
Figura 21	Configuración de inicio programado de herramientas apache, entorno gráfico de zabbix.....	45
Figura 22	Configuración de base de datos en interfaz web de Zabbix para recopilar información del server zabbix.....	45
Figura 23	Selección de zona horaria para envío de alertas y notificaciones con registro local..	46
Figura 24	Resumen de la instalación de la interfaz web Zabbix	46
Figura 25	Dashboard inicial por defecto de administración de Zabbix	47
Figura 26	Creación de macros para el entorno general de trabajo.....	48

Figura 27 Creación de comunidad SNMP con tag airmax en equipo MikroTik48	
Figura 28 Configuración de contacto y localidad en SNMP en equipo con routerOS	49
Figura 29 Regla de firewall para aceptar peticiones SNMP por el puerto 161 con el protocolo UDP.....	49
Figura 30 Ejemplo con las configuraciones obligatorias para monitorear nuevo host.....	50
Figura 31 SNMP habilitado en equipo MikroTik para monitoreo desde Zabbix Web.....	51
Figura 32 Configuración de dimensiones en pixeles para mostrar mapa.....	52
Figura 33 Configuración para compartir mapa con un lista o grupo de usuarios.....	53
Figura 34 Key de interfaz combo 1-inAIRMAXde descarga de velocidad (net.if.in[ifHCInOctets.2]) que se utiliza para etiquetas en mapas.....	53
Figura 35 Ejemplo de etiqueta de host con key de tiempo activo, ping mínimo, ping máximo de monitoreo un equipo de red.....	54
Figura 36 Parámetros de creación de nuevo SLA diario.....	55
Figura 37 Etiquetas para envío de información al reporte de SLA vinculada a los hosts	56
Figura 38 Reporte mensual con un 99.6% de SLA.....	56
Figura 39 Calidad del sistema implantado.....	59
Figura 40 Calidad de la información que proporciona Zabbix.....	60
Figura 41 Calidad del servicio de la Herramienta Implantada.....	60
Figura 42 Intención de uso del sistema de monitoreo	61
Figura 43 Satisfacción del personal de Airmaxtelecom Soluciones Tecnológicas S.A.....	62
Figura 44 Beneficios netos para la empresa.....	62
Figura 45 Servidor HP ProLiant ML110 Gen10.....	82
Figura 46 Enrutadores del núcleo de la empresa en Data Center.....	82
Figura 47 Centro de monitoreo de redes en oficina matriz.....	83
Figura 48 Centro de monitoreo de redes en oficina matriz.....	83
Figura 49 Alertas de eventos enviados a grupo de Telegram	84
Figura 50 Petición datos a bot con API Token de Telegram	84
Figura 51 Configuración de parámetros en Webhook de Zabbix con Token de Telegram.....	85
Figura 52 Plantilla de mensajes para envío de alertas a Telegram.....	85

Introducción

Planteamiento del Problema

Actualmente, el monitoreo de redes es primordial para un correcto despliegue, funcionamiento, y mantenimiento de infraestructuras de backbone en los Proveedores de Servicio de Internet ISP. Airmaxtelecom Soluciones Tecnológicas S.A. es una entidad que brinda un servicio de internet de alta calidad y confiabilidad para familias y empresas, de forma responsable, efectiva, y sostenible (Airmaxtelecom Soluciones Tecnológicas S.A., 2021), sin embargo, no disponen de una herramienta que identifique y valide la operatividad de los equipos de red.

La falta de una herramienta para el monitoreo de red no permite verificar saturación de enlaces, cambios o implementación de nuevos equipos, dificulta la administración del núcleo de la red. La ausencia de esta herramienta obstaculiza visualizar las caídas o interrupciones de servicio, por lo que es imprescindible utilizar un software de código abierto que monitorice diversos parámetros de los enrutadores, servidores, conmutadores, así como su rendimiento, disponibilidad e integridad.

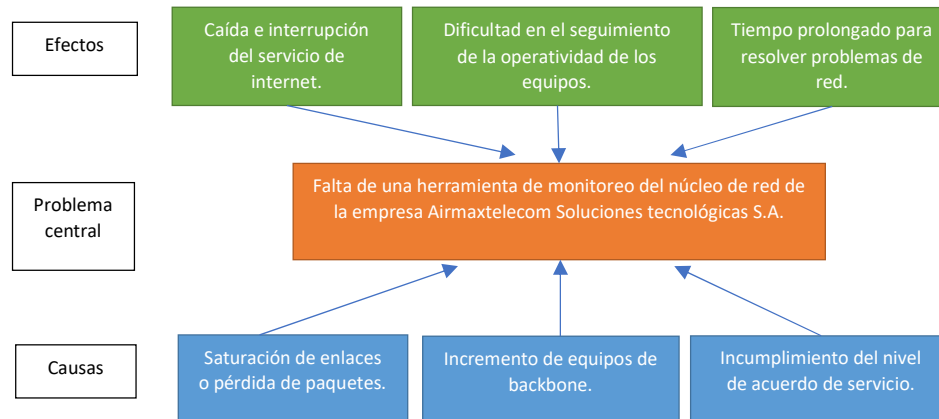
El motivo del presente trabajo es implantar la herramienta Zabbix de monitoreo para el núcleo de red de la empresa Airmaxtelecom Soluciones Tecnológicas S.A. gratuita y de código abierto, que mejore la toma de decisiones al cambiar de hardware e incremento del ancho de banda requerido, mediante la revisión de gráficas históricas y alertas en tiempo real de los eventos que se desea analizar.

La herramienta aplicada será Zabbix, misma que se encuentra vigente desde 1998 y cuenta con una versión estable desde el 2005. Zabbix posee una alta gama de componentes personalizables, los cuales permiten crear tableros especializados que identifiquen parámetros específicos. Al mismo tiempo integra un mecanismo de notificación flexible basado en

webhooks, y la facilidad de integración mediante SNMP del inglés Simple Network Management Protocol (Mardiyono y otros, 2020).

Figura 1

Árbol de problemas



Fuente: Elaboración propia

Objetivos

Objetivo General

Implantar una herramienta que permita el monitoreo del núcleo de red de la empresa Airmaxtelecom Soluciones Tecnológicas S.A. para la detección de averías, medición de consumo de recursos y alertas programadas.

Objetivos Específicos

- Revisar el estado del arte respecto a herramientas de monitoreo a equipos de red con el protocolo SNMP.
- Implantar la herramienta Zabbix de monitoreo, que permita la recopilación de información de gráficas de consumo y envío de alertas con Telegram.
- Medir el éxito de la herramienta implantada con el modelo DeLone and McLean.

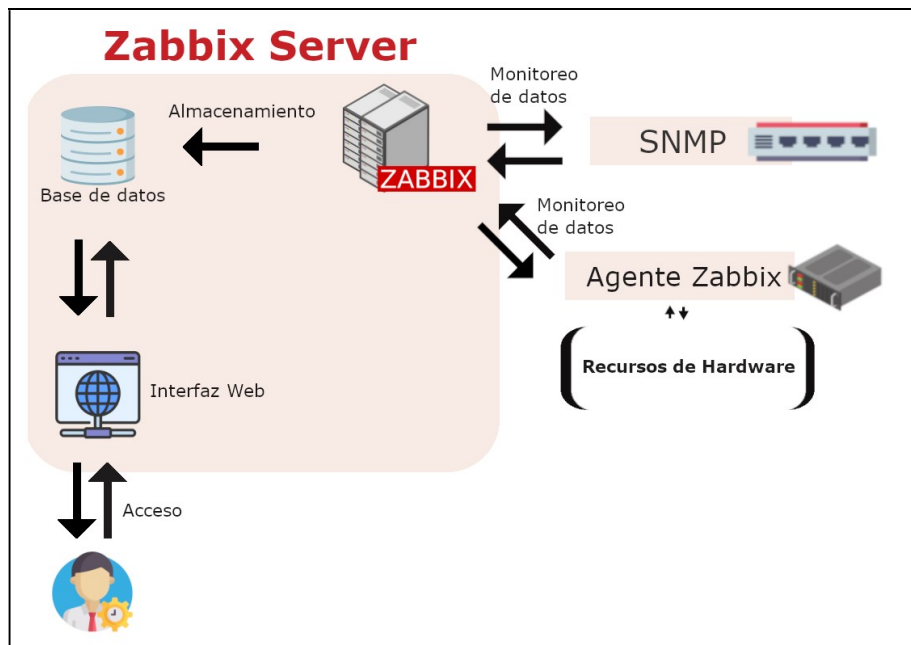
Alcance

El presente proyecto tiene la finalidad de implantar la herramienta Zabbix de monitoreo para el núcleo de red de la empresa Airmaxtelecom Soluciones Tecnológicas S.A. de forma gratuita y con código abierto.

Zabbix brindará múltiples opciones de monitorización como la recopilación de datos, ejecución de scripts personalizados, configuración de alertas y detección de problemas, lo que permitirá una rápida reacción a los problemas de los enrutadores, conmutadores y servidores como se puede observar en la Figura 2.

Figura 2

Arquitectura Cliente Servidor para Server Zabbix



Fuente: Adaptado de "Proposal for Server Integrated Management System using Zabbix for Blockchain-Based NTMobile" (p. 773), por K. Suzuki y otros, 2020, IEEE 9th Global Conference on Consumer Electronics (GCCE) (Susuki y otros, 2020).

Una de las características de Zabbix es el uso de SNMP para facilitar la integración de varios dispositivos de red evitando lenguajes de alto nivel. Asimismo, posee un alto rendimiento y la capacidad de monitorear gran cantidad de servicios en los dispositivos (Cobo, 2017).

Posterior se medirá el éxito de la herramienta aplicada mediante el modelo DeLone and McLean, con una población de 20 usuarios operadores de red correspondientes a las sucursales de la empresa Airmaxtelecom Soluciones Tecnológicas S.A., quienes evaluarán el instrumento con las dimensiones: calidad del sistema, calidad de información, utilidad percibida, satisfacción del usuario; características que miden la efectividad de la implantación. Contar con una herramienta de este estilo es muy fructífera para mantener la calidad de servicio de Internet.

Metodología

El primer objetivo se cumplió mediante la revisión del estado del arte respecto a la herramienta de monitoreo Zabbix, sus características, funcionamiento y configuración, en base a fuentes bibliográficas. La documentación preferencial será; artículos científicos, libros digitales y documentos de sitios web, con el fin de que las referencias utilizadas aporten calidad al trabajo presentado.

El segundo objetivo, la implantación de la herramienta Zabbix uso el modelo de desarrollo en Vee, mediante la cual se planeó y verifico la integración de la herramienta mencionada con los equipos de red de la empresa, incorporando SNMP para equipos con sistema operativo routerOS, la información recolectada sirvió para el envío de mensajes por Telegram con parámetros previamente configurados.

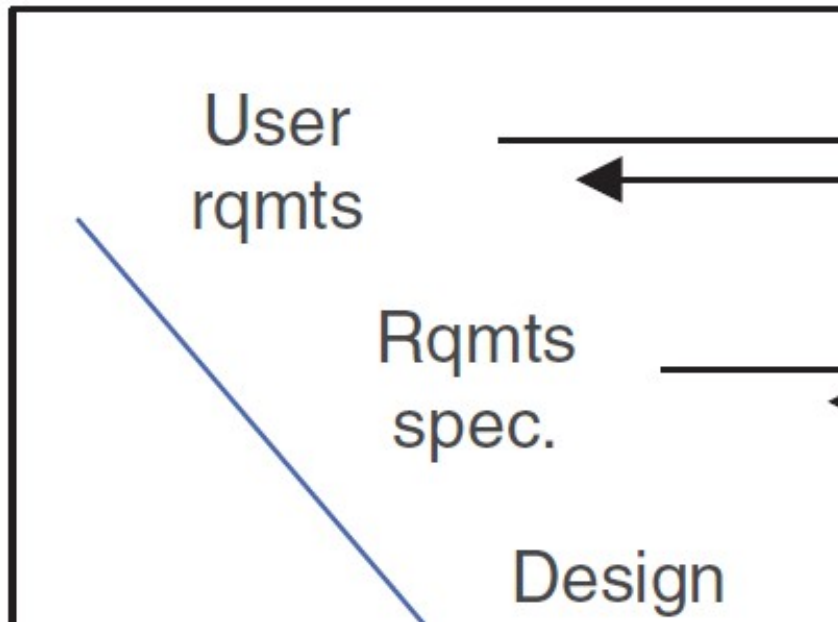
Finalmente, para cumplir con el tercer objetivo se utilizó el modelo DeLone and McLean, el cual permitió medir el éxito o eficacia de la herramienta de monitoreo para el núcleo de red de la empresa Airmaxtelecom Soluciones Tecnológicas S.A.

El modelo cuenta con las siguientes dimensiones: calidad del software, calidad de la información, calidad del servicio, intención de uso, satisfacción del usuario y beneficios netos este modelo provee una herramienta más estructurada e inteligente que detecta oportunidades de mejora (Vega y otros, 2018).

La metodología por implementar en el desarrollo del proyecto se puede resumir en la Figura 3.

Figura 3

Modelo de desarrollo Vee



Fuente: Adaptado de “Traditional Process Models for System Development” (p. 109), por Fairley, R. E, 2019, Systems Engineering of Software-Enabled Systems (Fairley, 2019).

Justificación

El presente proyecto se basa en la implantación de la herramienta Zabbix de monitoreo para el núcleo de red de la empresa Airmaxtelecom Soluciones Tecnológicas S.A. gratuita y de código abierto, cuyo propósito será brindar un mejor servicio respetando los niveles de acuerdo de servicio SLA.

Con la herramienta implementada, se logrará un sistema de monitoreo 24/7, disminuirá el tiempo de respuesta ante incidentes en equipos o enlaces, además de recibir alertas en tiempo real lo cual beneficiará a los operadores asignados para la pronta solución de los problemas. Al mismo tiempo, el presente proyecto tiene un enfoque encaminado hacia el Objetivo 9 de desarrollo sostenible (ODS).

Objetivo 9: Industria, Innovación e Infraestructura

La meta que se cumple de acuerdo con el objetivo nueve, se encuentra en la sección 9b.” Apoyar el desarrollo tecnológico, la investigación y la innovación nacional en los países en desarrollo, incluso garantizando un entorno normativo propicio, entre otras cosas, la diversificación industrial y la adición de valor a los productos básicos” (United Nations, 2022).

Justificación tecnológica

La innovación tecnológica es primordial para la expansión de la sociedad. Dentro de una empresa facilita el trabajo, creando un proceso ordenado y sin complicaciones en un mundo tan globalizado y activo. Logra ventajas competitivas en calidad, flexibilidad de procesos y costos (Tejada y otros, 2019).

Justificación Económica

Al disponer de una herramienta de monitoreo 24 horas por 7 días los 365 días del año permitirá ahorrar en personal de esta área, al no pagar horas suplementarias y extraordinarias se puede designar estos recursos a mejorar la infraestructura de red y ser más competitivos en el mercado de proveedores de servicio de Internet.

Tabla 1

Riesgos

Riesgo	Estrategia
R1: Falta de documentación de la topología de red.	Elaborar: realizar el levantamiento de información de la red.
R2: Dificultad para verificar la configuración de equipos del núcleo de red	Prevenir: solicitar el acceso de lectura a las configuraciones con una carta de autorización.
R3: Retraso en el desarrollo del trabajo.	Prevenir: elaborar un cronograma eficiente de actividades a realizar.
R4: Dificultar de integración del software seleccionado.	Mitigar: asegurar la compatibilidad de la herramienta y el sistema operativo base.
R5: Resistencia al cambio.	Prevenir: realizar manuales claros y concisos para el uso de la herramienta.
R6: Envío erróneo de mensajes por Telegram.	Prevenir: ajustar los parámetros de notificaciones de acuerdo con lo requerido por los operadores de red.
R7: Complejidad tecnológica	Aceptar: baja probabilidad de resistencia al cambio tecnológico.
R8: Falta de claridad en la funcionalidad de la solución propuesta.	Prevenir: elaborar un diagnóstico de las necesidades a solventar.
R9: Falta de compromiso de la empresa	Prevenir: establecer una buena comunicación entre las partes involucradas.

Fuente: Elaboración propia

Tabla 2*Matriz de riesgos*

PROBABILIDAD	3	Alta	R5	R4	R9
	2		R2	R3	R8
	1		R1	R6	R7
		Baja	5	10	20
			Bajo	Medio	Alto
			IMPACTO		

Fuente: Elaboración propia

Tabla 3*Contexto local, nacional e internacional***Contexto local, nacional e internacional en base a tesis, trabajos o investigaciones realizadas:**

INVESTIGACIÓN	ENLACE	APORTE
Contexto: Local Diseño e implementación de un modelo de gestión de red para la red de área local del edificio central de la Universidad Técnica del Norte en base al modelo de gestión OSI con el protocolo SNMP (Báez, 2017).	http://repositorio.utn.edu.ec/handle/123456789/7146	La investigación encontrada plantea como usar mecanismos de control y monitoreo más acertados con el uso del protocolo SNMP.
Contexto: Local Optimización de la administración en la red de datos de la Universidad Técnica del Norte implementado un sistema de monitoreo de equipos y servicios utilizando software libre (Castro, 2015).	http://repositorio.utn.edu.ec/handle/123456789/4466	La investigación encontrada describe como realizar procedimientos para el control de fallas en la red y el descubrimiento de vulnerabilidades en el rendimiento de la transmisión de datos.

<p>Contexto: Nacional Implementación, administración y monitoreo de una red corporativa simulada en el Laboratorio de Redes Virtual de la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE sede Latacunga mediante un servidor Zabbix (Salcedo & Wamputsrik, 2021).</p>	<p>http://repositorio.espe.edu.ec/handle/21000/25941</p>	<p>El trabajo encontrado permite verificar la configuración de SNMP en sistemas routerOS de la empresa Mikrotik con la interfaz gráfica Winbox.</p>
<p>Contexto: Nacional Control de servicios de red y servidores basado en herramientas de administración de red y políticas de gestión de calidad (Saavedra, 2018).</p>	<p>https://repositorio.pucese.edu.ec/handle/123456789/1463</p>	<p>El trabajo encontrado hace un estudio de diferentes herramientas de monitoreo y los resultados más favorables y adecuados son de la herramienta de monitoreo Zabbix</p>
<p>Contexto: Internacional Automatic management solution in cloud using NtopNG and Zabbix (Petrucci, 2018).</p>	<p>https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/8514142</p>	<p>El artículo citado plantea herramientas de monitoreo de Código abierto, e indica las fortalezas de las soluciones de gestión de nubes privadas.</p>
<p>Contexto: Internacional Research on Cluster Monitoring and Prediction Platform based on Zabbix Technology (Peixian, 2020).</p>	<p>https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1755-1315/512/1/012155/meta</p>	<p>La investigación referenciada dice que el monitoreo en tiempo real mejora el seguimiento proactivo para mantener la confiabilidad y estabilidad de servicios en empresas.</p>

Fuente: Elaboración propia

CAPÍTULO I

1.1 Revisión de Literatura

En este capítulo se abordará la integración del protocolo SNMP para el monitoreo del hardware que dispongan de esta característica y obtener una fuente de datos de los recursos que posee los dispositivos en tiempo real. Con la documentación recopilada se conoció las características y funcionalidades que se pueden aplicar con programas diseñados para filtrar y mostrar la información más relevante.

1.2 Búsqueda de artículos

En esta primera fase se indaga las habilidades del investigador que dará componentes de valor y palabras claves para adaptar la sentencia de búsqueda adecuada para el tema propuesto.

1.3 Selección de artículos

Para la selección de los documentos idóneos se utilizó la siguiente cadena de búsqueda: (TITLE-ABS-KEY ("real time monitoring") AND ALL ("Zabbix") OR TITLE-ABS-KEY ("SNMP") OR TITLE-ABS-KEY ("Internet Service Provider") OR TITLE-ABS-KEY ("Zabbix with telegram")) AND (LIMIT-TO (SUBJAREA , "COMP") OR LIMIT-TO (SUBJAREA , "ENGI")) AND (LIMIT-TO (PUBYEAR , 2022) OR LIMIT-TO (PUBYEAR , 2021) OR LIMIT-TO (PUBYEAR , 2020) OR LIMIT-TO (PUBYEAR , 2019) OR LIMIT-TO (PUBYEAR , 2018) OR LIMIT-TO (PUBYEAR , 2017)). Para finalizar se filtró por los artículos más citados y fueron seleccionados 13 artículos que contribuirán a la redacción de este primer capítulo, ver Tabla 4.

Tabla 4*Artículos seleccionados para revisión literaria.*

Código	Título	Autor
A1	NFV-based scalable guaranteed-bandwidth multicast service for software defined ISP networks	(Soni H y otros, 2017)
A2	Design and implementation of test IP network intelligent monitoring system based on SNMP	(Zhang, 2017)
A3	Research on Cluster Monitoring and Prediction Platform based on Zabbix Technology	(Hareesh y otros, 2022)
A4	Real time monitoring of packet loss in software defined networks	(Sinha y otros, 2018)
A5	Distributed decentralized collaborative monitoring architecture for cloud infrastructures	(Xu y otros, 2017)
A6	Design and implementation of network monitoring system for campus infrastructure using software agents; [Diseño e implementación de un sistema de monitoreo de red para infraestructura de campus usando agentes de software]	(Ardila y otros, 2022)
A7	BDWatchdog: Real-time monitoring and profiling of Big Data applications and frameworks	(Enes y otros, 2018)
A8	Research and Implementation of Real-Time Monitoring Technology of Space Constellation Network Status	(Niu y otros, 2021)
A9	Mobile-based Network Monitoring System Using Zabbix and Telegram	(Mardiyono y otros, 2020)
A10	Proposal for server integrated management system using zabbix for blockchain-based NTMobile	(Susuki y otros, 2020)
A11	On Performance and Scalability of Cost-Effective SNMP Managers for Large-Scale Polling	(Roquero & Aracil, 2021)
A12	Sistema de gestión de red basado en el modelo funcional SNMP de la IETF para monitorear los recursos de la red LAN en el edificio de EMAPA-I de la ciudad de Ibarra	(Mallamas Tituaña, 2016)
A13	Diseño e implementación de un modelo de gestión de red para la red de área local del edificio central de la Universidad Técnica del Norte en base al modelo de gestión OSI con el protocolo SNMP	(Báez Cheza, 2017)

Fuente: Elaboración propia

1.4 Extracción de información relevante

Para la tercera y última fase se realiza una elección de datos relevantes por lo que se efectuó una matriz conceptual que permite identificar los conceptos relevantes para un monitoreo de dispositivos de red. En la Tabla 5, se detalla los artículos más significativos y sus conceptos.

Tabla 5

Matriz conceptual

Artículos									
Código	Incremento masivo del tráfico de Internet en las redes de los ISP	Flujo de ancho de banda.	Monitoreo de red con SNMP	Modelo de ejecución de sistemas de gestión de red.	Base de información gestionada MIB	Parámetros esenciales para monitorear equipos de red	Herramienta Zabbix con SNMP	Alertas de monitoreo en tiempo real	Monitoreo en tiempo real
A1	X	X							
A2			X	X	X	X			
A3							X	X	
A4		X							
A5						X			X
A6			X		X				
A7			X				X		
A8			X		X				X
A9				X			X	X	
A10			X	X			X		
A11			X		X				
A12			X	X	X				X
A13			X	X			X		

Fuente: Elaboración propia

1.5 Incremento masivo del tráfico de Internet en las redes de los ISP

La gran variedad de servicios desarrollados y el aumento de métodos de acceso a internet deben acoplarse a las exigencias de los usuarios. Los ISP proveen servicios de alta calidad en sus redes, realizan aplicaciones eficientes y flexibles en ancho de banda. Al mismo tiempo garantiza tráfico de mejor esfuerzo y multidifusión, que congrega equilibrio para evitar congestión en la red y concentración del tráfico. Así también el ISP condujo eventualmente a nuevas y más veloces tecnologías de conexión (Soni H y otros, 2017).

1.6 Flujo de ancho de banda

El ancho de banda indica la capacidad máxima de un enlace de comunicación que transmite datos mediante una conexión de red en un determinado tiempo. En el Flujo de ancho de banda se debe tener en cuenta que los datos son cada vez más extensos, el requisito en tiempo real, la estabilidad y seguridad del sistema. La velocidad de transferencia de datos esta descrita por el ancho de banda. Sus conexiones son simétricas (capacidad de datos es igual en ambas direcciones) o asimétricas (capacidad de carga es menor a la capacidad de descarga) (Zhang, 2017).

1.7 Monitoreo de red con SNMP

El desarrollo de la tecnología informática y del internet han ocasionado que las empresas mejoren la velocidad de respuesta, la escalabilidad y la facilidad de seguimiento en plataformas de monitoreo. La predicción y seguimiento en plataformas de monitoreo predice en tiempo real el rendimiento además favorece la compresión y el funcionamiento de una red buscando y resolviendo sus problemas (Hareesh y otros, 2022).

1.8 Modelo de ejecución de sistemas de gestión de red

En la ejecución de sistemas de gestión de red se puede controlar y monitorizar los recursos de una red. El modelo Network permite crear y emular topologías personalizadas. Elabora una colección de enrutadores, enlaces y conmutadores en un solo kernel de Linux. El modelo internamente permite emular las propiedades del enlace como retrasos, ancho de banda y manipular configuraciones de tráfico, por lo que proporciona estadísticas reales (Sinha y otros, 2018).

1.9 Base de información gestionada MIB

Muestra una base de datos jerárquica que describe las propiedades de cada componente en un dispositivo de red que es monitoreada por un sistema de administración de red. Los MIB tiene dos tipos de objetos como son escalar y tabular, útiles para mostrar información de los NMS. Los MIB pueden ser modificados cada cierto tiempo para agregar nuevas funciones, además están destinados hacer referencia a una colección completa de información de gestión sobre una entidad (Ardila y otros, 2022).

1.10 Parámetros esenciales para monitorear equipos de red

El sistema de monitoreo es la medula espinal para la seguridad de una empresa, por ello es fundamental contar con los siguientes parámetros que permitan un adecuado monitoreo: reducir tiempos durante los cuales la red permanece caída, visualizar rutas críticas, mapear la estructura de la red y analizar desempeño. Estos parámetros permitieran realizar una consulta de estado remoto en tiempo real, alarma de falla, avisos de mantenimiento de equipos de red y otros (Zhang, 2017).

1.11 Herramienta Zabbix con SNMP

La monitorización de SNMP permite vigilar el ancho de banda, el uso de red y realizar seguimiento los recursos de hardware. Zabbix utiliza un monitoreo de código abierto rastrea el estado de servidores y de varios servicios de red. Esta herramienta es bastante confiable por su elevado rendimiento de análisis. Zabbix produce redes, mapas, monitoreo de pantalla, y notificaciones cuando el dispositivo está presentando problemas (Mardiyono y otros, 2020).

1.12 Alertas de monitoreo en tiempo real

El sistema de monitoreo emite alertas y puede enviar notificaciones electrónicas a Telegram, correo electrónico o SMS. La notificación más utilizada son los telegramas por su rapidez y por ser un medio gratuito de uso general. Además, el administrador para utilizar el operador no necesita abrir el monitoreo de red, ya que este medio envía automáticamente avisos. Lo cual simplificará la administración de red y su monitoreo (Mardiyono y otros, 2020).

1.13 Monitoreo en tiempo real

El monitoreo en tiempo real identifica problemas subyacentes de enlaces caídos, estado crítico de sistema, bajo rendimiento de enrutadores, tasa de pérdida de paquetes, tasa de errores de interfaz conexión de red disfuncional y los resuelve de manera oportuna. El reporte es en tiempo real mediante gráficos, datos y alertas visuales que muestran el rendimiento, estados de los equipos y servicios monitorizados (Desarrollos SIS-Software Profesional, 2021).

1.14 Importancia de la tecnología en la implementación de herramientas

La Universidad Técnica del Norte, desarrolla artículos científicos que permite conocer el conocimiento científico y fomenta la innovación tecnológica. La generación de investigación contribuye en la búsqueda de métodos, conceptos, teorías y mejora la calidad de vida de nuestro entorno local (Imbaquingo, 2017), (Basantes y otros, 2016) (Imbaquingo y otros, 2016), (Imbaquingo y otros, 2017).

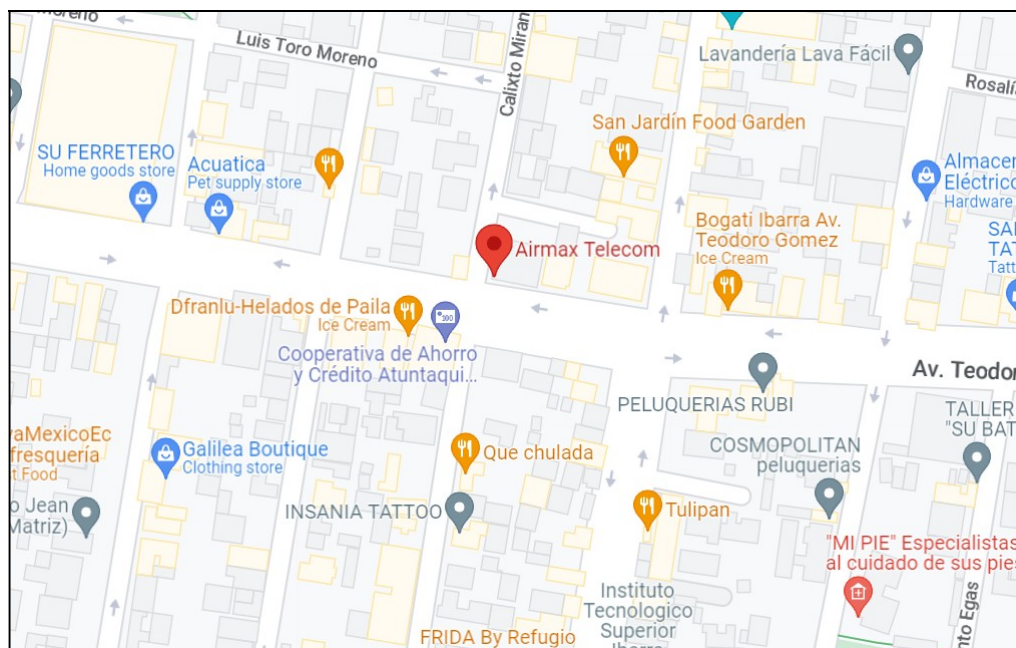
CAPÍTULO II

2.1 Datos Generales de la empresa

Actualmente Airmaxtelecom Soluciones Tecnológicas S.A. con matriz ubicada en Ibarra, Av. Teodoro Gómez de la Torre y Calixto Miranda (esquina) ver Figura 4, cuenta con las siguientes actividades principales: suministro de acceso a internet, servicio de transmisión de datos, consultorías informáticas, servicios de telecomunicaciones, servicio de distribución de programas entre otras (RUP Airmaxtelecom Soluciones Tecnológicas S.A., 2023).

Figura 4

Ubicación matriz de Airmaxtelecom Soluciones Tecnológicas S.A.



Fuente: Google Maps

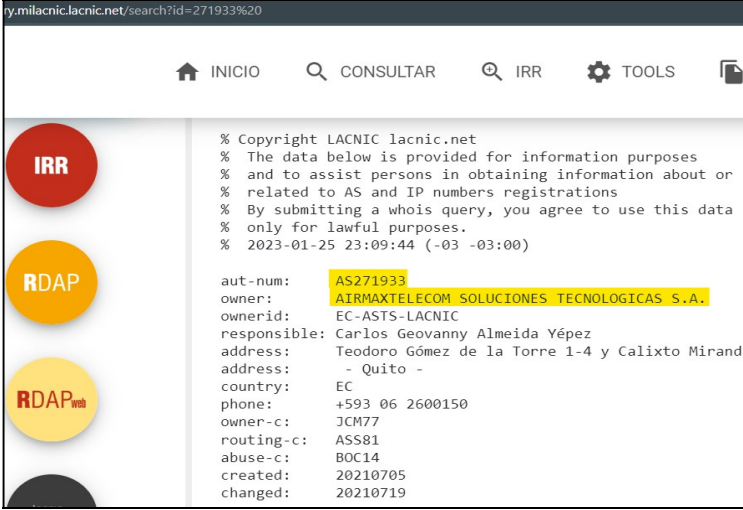
2.2 Análisis de la situación actual de la red

La empresa Airmaxtelecom Soluciones Tecnológicas S.A. posee una infraestructura compuesta por 4 enrutadores, el equipo Mikrotik CCR2116 establece una sesión iBGP con el enrutador Cisco ASR920 del proveedor, este equipo contiene el número de sistema autónomo AS2719xx de tipo público, brindado por el Registro de Direcciones de Internet para América Latina y el Caribe (LACNIC), ver Figura 5.

La empresa al ser un Proveedor de Servicio de Internet se ve en la necesidad de establecer una sesión BGP que permita el intercambio de información de enrutamiento entre dos o más sistemas autónomos, la conexión entre dos equipos se denomina “peering” o “internet Access / transit”, al establecer el peering nos permite anunciar a Internet los siguientes prefijos: IPv4 45.70.x.x/24, IPv6 2803:c420:x:x::/32. Este tipo de conexiones ayudan al ISP a presentarse ante el mundo con el nombre de la empresa “Airmaxtelecom Soluciones Tecnológicas S.A.” asociado al ASN.

Figura 5

Datos ASN de Airmaxtelecom Soluciones Tecnológicas S.A.



The screenshot shows the LACNIC website interface. On the left, there are navigation buttons for IRR, RDAP, and RDAPweb. The main content area displays the following information:

```
% Copyright LACNIC lacnic.net
% The data below is provided for information purposes
% and to assist persons in obtaining information about or
% related to AS and IP numbers registrations
% By submitting a whois query, you agree to use this data
% only for lawful purposes.
% 2023-01-25 23:09:44 (-03 -03:00)

aut-num: AS271933
owner: AIRMAXTELECOM SOLUCIONES TECNOLOGICAS S.A.
ownerid: EC-ASTS-LACNIC
responsible: Carlos Geovanny Almeida Yépez
address: Teodoro Gómez de la Torre 1-4 y Calixto Miranda
address: - Quito -
country: EC
phone: +593 06 2600150
owner-c: JCM77
routing-c: ASS81
abuse-c: BOC14
created: 20210705
changed: 20210719
```

Fuente: (LACNIC, 2023).

El servicio principal del giro de negocio es la distribución de Internet para clientes denominados residenciales y corporativos, en las políticas de los contratos se establece el nivel de acuerdo de servicio (SLA) con el cual se clasifica que equipos se deben agregar al monitoreo de servicio con la herramienta Zabbix.

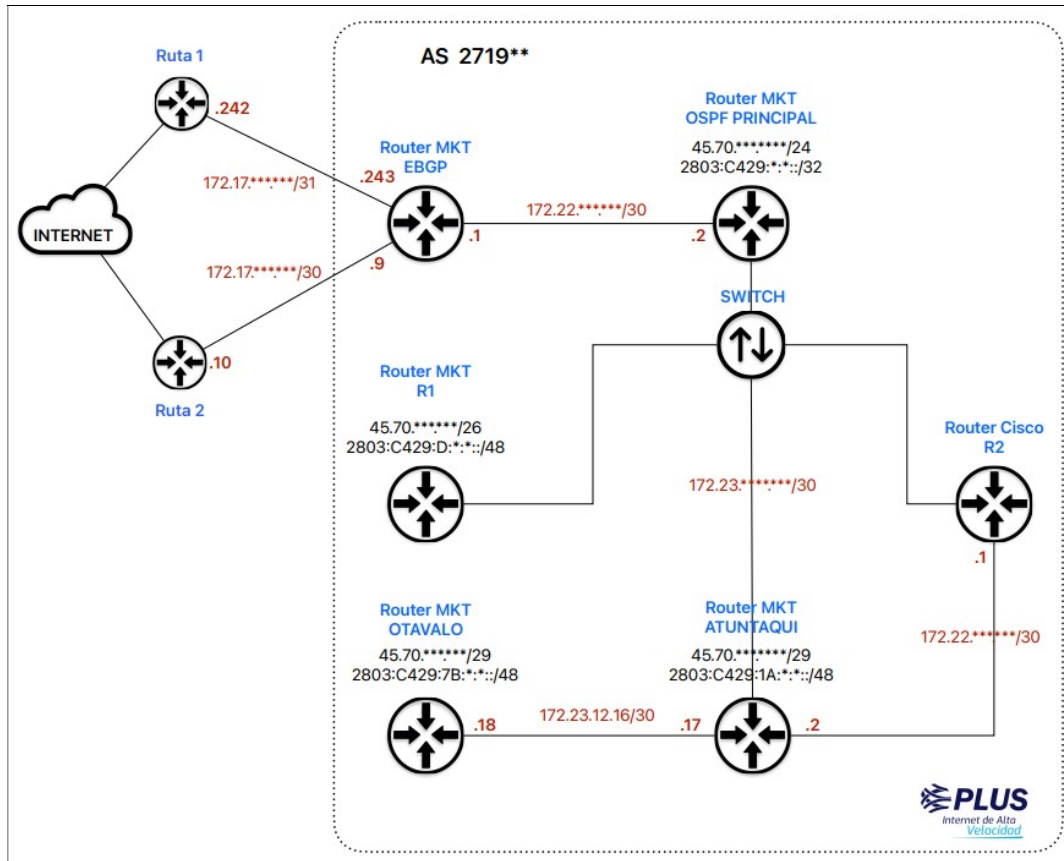
El core de red de la empresa trabaja con el protocolo basado en vector distancia o estado de enlace llamado OSPF que facilita el anuncio de las redes privadas de varios enrutadores, para garantizar la correcta distribución de IPs públicas en cada enrutador de distribución, se usa VLSM que ayuda a manejar subredes del tamaño que se requiera. OSPF permite el escalamiento de despliegues de red con mayor facilidad al implementar nuevos equipos en la topología de red.

2.3 Topología lógica de red

En la topología de red lógica se grafican los enlaces entre dispositivos dentro de una red ver Figura 6, y es independiente de las conexiones físicas que existan entre ellos. Lo recomendable para el diseño de una topología de red lógica es realizarlo con un software especializado para este tipo de tareas, estos programas contienen plantillas prediseñadas con los símbolos de red más comunes para una fácil interpretación (CISCO, 2023).

Figura 6

Topología de red Airmaxtelecom Soluciones Tecnológicas S.A.



Fuente: Elaboración propia

2.4 Puesta en marcha de un servidor de monitoreo

La capacidad de monitorizar varios servicios de los equipos de red depende estrictamente del hardware que se emplea, por ejemplo, CPU de alta frecuencia, memoria RAM de última generación, al igual que el historial que se desea guardar depende de la capacidad del disco duro a continuación se muestra en la Tabla 6 una referencia para la implantación de entorno de Zabbix y la cantidad de dispositivos a monitorear.

Tabla 6*Requisitos referenciales de hardware para servidor Zabbix.*

Tamaño de Instalación	Métricas monitoreadas ^a	Núcleos de CPU/vCPU	Memoria (GiB)	Bases de datos
Pequeño	1 000	2	8	MySQL Server 8.0.0-8.0.28, MariaDB Server 10.5.00-10.10.X, PostgreSQL 13.0-15.X
Mediano	10 000	4	16	MySQL Server 8.0.0-8.0.28, MariaDB Server 10.5.00-10.10.X, PostgreSQL 13.0-15.X
Grande	100 000	26	64	MySQL Server 8.0.0-8.0.28, MariaDB Server 10.5.00-10.10.X, PostgreSQL 13.0-15.X
Muy grande	1 000 000	32	96	MySQL Server 8.0.0-8.0.28, MariaDB Server 10.5.00-10.10.X, PostgreSQL 13.0-15.X

Fuente: Adaptado de “Sitio oficial de Zabbix” (Zabbix, 2023)

Nota: ^a 1 métrica = 1 Item + 1 trigger + 1 gráfica

El frontend web del sistema de monitoreo de red Zabbix necesita una resolución de pantalla de 1200px, como también un mínimo de software para el funcionamiento general de la herramienta y librerías específicas para el uso de funcionalidades extras que ayudan a mejorar la experiencia de usuario ver Tabla 7.

Tabla 7

Requisitos de software para frontend web Zabbix.

Software	Estado obligatorio	Versión	Comentarios
apache	SI	1.3.12 o posterior	
PHP	SI	7.4.0 o posterior, 8.0-8.2	Se agregó soporte para PHP versión 8.2 desde Zabbix 6.2.8.
Extensiones PHP:			
gd	SI	2.0.28 posterior	o La extensión PHP GD debe admitir imágenes PNG (--with-png-dir), imágenes JPEG (--with-jpeg-dir) y FreeType 2 (--with-freetype-dir).
bcmath	SI		php-bcmath (--enable-bcmath)
ctype	SI		php-ctype (--enable-ctype)
libXML	SI	2.6.15 posterior	o php-xml, si el distribuidor lo proporciona como un paquete separado.
xmlreader	SI		php-xmlreader, si el distribuidor lo proporciona como un paquete separado.
xmlwriter	SI		php-xmlwriter, si el distribuidor lo proporciona como un paquete separado.
session	SI		php-session, si el distribuidor lo proporciona como un paquete separado.
sockets	SI		php-net-socket (--enable-sockets). Necesario para la compatibilidad con scripts de usuario.
mbstring	SI		php-mbstring (--enable-mbstring)
gettext	SI		php-gettext (--with-gettext). Requerido para que las traducciones funcionen.
ldap	NO		php-ldap. Solo se requiere si se utiliza la autenticación LDAP en la interfaz.
openssl	NO		php-openssl. Obligatorio solo si se utiliza la autenticación SAML en la interfaz.
mysql	NO		Requerido si MySQL se usa como base de datos backend de Zabbix.
pgsql	NO		Requerido si se usa PostgreSQL como base de datos backend de Zabbix.

Fuente: Adaptado de “Sitio oficial de Zabbix” (Zabbix, 2023)

2.5 Características y modelo de servidor

Con el conocimiento de los requisitos mínimos de hardware y software se procede a solicitar un equipo para la implantación de la herramienta de monitoreo Zabbix. La empresa cuenta con servidor HP ProLiant ML110 Gen10 con las siguientes especificaciones descritas en la Tabla 8:

Tabla 8

Hardware de Airmaxtelecom Soluciones Tecnológicas S.A. para implantar Zabbix.

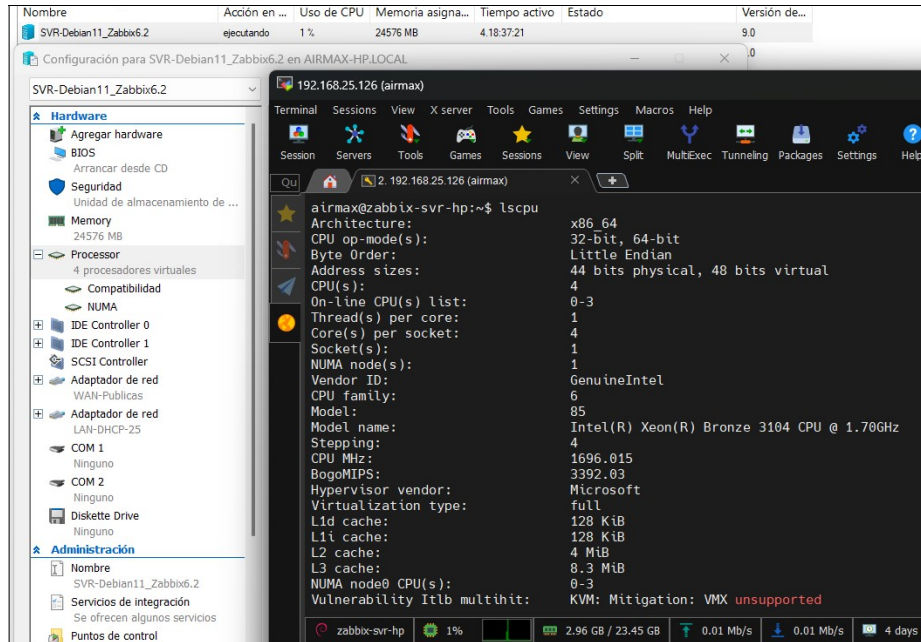
Hardware	Características
Procesador	Intel Xeon Bronze 3104, CPU 1.7GHz 6 Núcleos
Memoria RAM	64GB DDR4
Disco duro	480GB 6Gb/s
Tarjeta de red	4P 1Gigabit

2.6 Instalación de la herramienta Zabbix

Para la instalación de las dependencias de la herramienta de monitoreo por SNMP se estudió la instalación y configuración en la documentación oficial del sitio de Zabbix. Debian 11 es el sistema operativo que se utilizó como base para la instalación de todos los complementos requeridos, adicional para tener un nivel de escalabilidad y facilidad al migrar los datos a un nuevo hardware se utilizó una virtual de Hyper-V Core. En la Figura 7 se evidencia la configuración y características de la máquina virtual.

Figura 7

Configuración y características de la máquina virtual de Debian 11



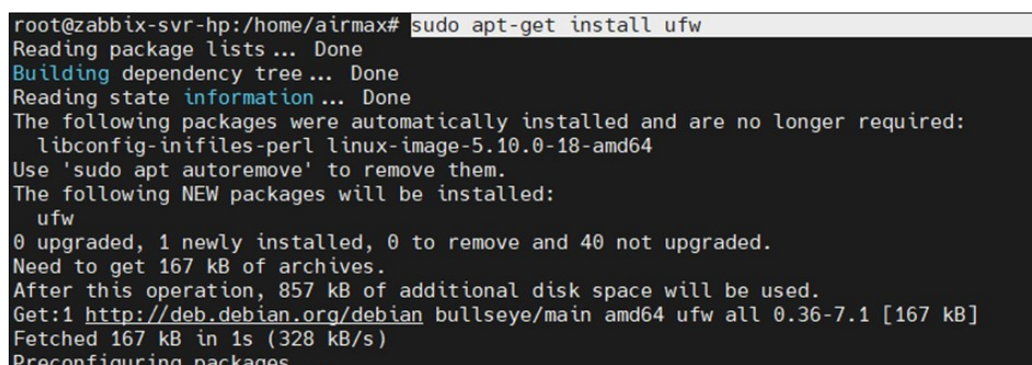
Con la máquina virtual operativa y realizada las actualizaciones de los repositorios del sistema operativo se procede con la configuración:

2.6.1 Configuración de firewall

1. Instalación de firewall UFW
sudo apt-get install ufw

Figura 8

Instalación de firewall UFW para proteger la aplicación web de Zabbix



2. Configuración de políticas por defecto:

```
# ufw default deny incoming  
# ufw default allow outgoing
```

Figura 9

Políticas de firewall UFW por defecto para negar acceso de entrada y salidas

```
root@zabbix-svr-hp:/home/airmax# ufw default deny incoming  
Default incoming policy changed to 'deny'  
(be sure to update your rules accordingly)  
root@zabbix-svr-hp:/home/airmax# ufw default allow outgoing  
Default outgoing policy changed to 'allow'  
(be sure to update your rules accordingly)  
root@zabbix-svr-hp:/home/airmax# █
```

3. Creación de reglas de acceso para servicios de SSH y HTTP

```
# sudo ufw allow ssh  
# sudo ufw allow http
```

Figura 10

Regla de acceso para servicios SSH, HTTP

```
root@zabbix-svr-hp:/home/airmax# sudo ufw allow ssh  
Rules updated  
Rules updated (v6)  
root@zabbix-svr-hp:/home/airmax# sudo ufw allow http  
Rules updated  
Rules updated (v6)  
root@zabbix-svr-hp:/home/airmax# █
```

4. Activación del firewall

```
# sudo ufw enable
```

Figura 11

Activación de firewall UFW para permitir solo la salida de servicios http y ssh

```
root@zabbix-svr-hp:/home/airmax# sudo ufw status  
Status: inactive  
root@zabbix-svr-hp:/home/airmax# sudo ufw enable  
Command may disrupt existing ssh connections. Proceed with  
Firewall is active and enabled on system startup  
root@zabbix-svr-hp:/home/airmax# █
```

5. Comprobación de servicios permitidos por el firewall

```
# sudo ufw statu
```

Figura 12

Lista de servicios permitidos por el firewall UFW en máquina virtual de Debian 11

```
root@zabbix-svr-hp:/home/airmax# sudo ufw status
Status: active

To Action From
-- ---
22/tcp ALLOW Anywhere
80/tcp ALLOW Anywhere
22/tcp (v6) ALLOW Anywhere (v6)
80/tcp (v6) ALLOW Anywhere (v6)
```

2.6.2 Instalación y configuración de zabbix en Debian

1. Validación de versión de sistema operativo instalado

```
# lsb_release -a
```

Figura 13

Versión 11 de sistema operativo Debian

```
root@zabbix-svr-hp:/home/airmax# lsb_release -a
No LSB modules are available.
Distributor ID: Debian
Description: Debian GNU/Linux 11 (bullseye)
Release: 11
Codename: bullseye
root@zabbix-svr-hp:/home/airmax#
```

2. Descarga del archivo de instalación del repositorio de Zabbix

```
# wget https://repo.zabbix.com/zabbix/6.0/debian/pool/main/z/zabbix-release/zabbix-release_6.0-1+debian11_all.deb
```

Figura 14

Descarga del instalador del repositorio oficial de Zabbix para su posterior instalación

```
airmax@zabbix-svr-hp:~$ wget https://repo.zabbix.com/zabbix/6.2/debian/pool/main/z/zabbix-release/zabbix-release_6.2-2+debian11_all.deb
--2022-10-16 16:10:33-- https://repo.zabbix.com/zabbix/6.2/debian/pool/main/z/zabbix-release/zabbix-release_6.2-2+debian11_all.deb
Resolving repo.zabbix.com (repo.zabbix.com) ... 178.128.6.101
Connecting to repo.zabbix.com (repo.zabbix.com)|178.128.6.101|:443 ... connected.
HTTP request sent, awaiting response... 200 OK
Length: 3696 (3.6K) [application/octet-stream]
Saving to: 'zabbix-release_6.2-2+debian11_all.deb'

zabbix-release_6.2-2+debian11_all.de 100%[=====] 3.61K --+KB/s in 0s
2022-10-16 16:10:39 (70.8 MB/s) - 'zabbix-release_6.2-2+debian11_all.deb' saved [3696/3696]

airmax@zabbix-svr-hp:~$ ls
Desktop Documents Downloads Music Pictures Public Templates Videos zabbix-release_6.2-2+debian11_all.deb
```

```
# dpkg -i zabbix-release_6.0-1+debian11_all.deb
```

Figura 15

Gestión de dependencias requeridas para instalar Zabbix

```
airmax@zabbix-svr-hp:~$ sudo dpkg -i zabbix-release_6.2-2+debian11_all.deb
Selecting previously unselected package zabbix-release.
(Reading database ... 136455 files and directories currently installed.)
Preparing to unpack zabbix-release_6.2-2+debian11_all.deb ...
Unpacking zabbix-release (1:6.2-2+debian11) ...
Setting up zabbix-release (1:6.2-2+debian11) ...
```

```
# sudo apt update
```

Figura 16

Actualización de dependencias en el sistema operativo para el correcto funcionamiento

```
airmax@zabbix-svr-hp:~$ sudo apt update
Hit:1 http://deb.debian.org/debian bullseye InRelease
Hit:2 http://security.debian.org/debian-security bullseye-security InRelease
Hit:3 http://deb.debian.org/debian bullseye-updates InRelease
Get:4 https://repo.zabbix.com/zabbix-agent2-plugins/1/debian bullseye InRelease [4,921 B]
Get:5 https://repo.zabbix.com/zabbix/6.2/debian bullseye InRelease [4,933 B]
Get:6 https://repo.zabbix.com/zabbix-agent2-plugins/1/debian bullseye/main Sources [656 B]
Get:7 https://repo.zabbix.com/zabbix-agent2-plugins/1/debian bullseye/main amd64 Packages [469 B]
Get:8 https://repo.zabbix.com/zabbix/6.2/debian bullseye/main Sources [1,232 B]
Get:9 https://repo.zabbix.com/zabbix/6.2/debian bullseye/main amd64 Packages [5,129 B]
Fetched 17.3 kB in 6s (2,685 B/s)
Reading package lists ... Done
Building dependency tree ... Done
Reading state information ... Done
All packages are up to date.
airmax@zabbix-svr-hp:~$
```

3. Instalación de Zabbix Server, aplicativo web, agente Zabbix

```
# apt install zabbix-server-mysql zabbix-frontend-php zabbix-apache-conf zabbix-sql-  
scripts zabbix-agent
```


Figura 17

Instalación de paquetes para funcionamiento de Zabbix Server

```
airmax@zabbix-svr-hp:~$ sudo apt install zabbix-server-mysql zabbix-frontend-php zabbix-apache-conf zabbix-sql-scripts zabbix-agent
Reading package lists ... Done
Building dependency tree ... Done
Reading state information ... Done
The following additional packages will be installed:
  apache2 apache2-data apache2-utils fping libapache2-mod-php7.4 libconfig-inifiles-perl libdbd-mariadb-perl libdbi-perl libmariadb3 lib
  libodbc1 libonig5 libopenipm10 libssh-4 libterm-readkey-perl mariadb-client-10.5 mariadb-client-core-10.5 mariadb-common mysql-commo
  php-bcmath php-common php-gd php-ldap php-mbstring php-mysql php-xml php7.4 php7.4-bcmath php7.4-cli php7.4-common php7.4-gd php7.4-
  php7.4-ldap php7.4-mbstring php7.4-mysql php7.4-opcache php7.4-readline php7.4-xml snmpd
Suggested packages:
  apache2-doc apache2-suexec-pristine | apache2-suexec-custom php-pear libldb-dev libnet-daemon-perl libsql-statement-perl libmyodbc
  odbc-postgresql tdsodbc unixodbc-bin snmptrapd zabbix-nginx-conf virtual-mysql-server
The following NEW packages will be installed:
  apache2 apache2-data apache2-utils fping libapache2-mod-php7.4 libconfig-inifiles-perl libdbd-mariadb-perl libdbi-perl libmariadb3 lib
  libodbc1 libonig5 libopenipm10 libssh-4 libterm-readkey-perl mariadb-client-10.5 mariadb-client-core-10.5 mariadb-common mysql-commo
  php-bcmath php-common php-gd php-ldap php-mbstring php-mysql php-xml php7.4 php7.4-bcmath php7.4-cli php7.4-common php7.4-gd php7.4-
  php7.4-ldap php7.4-mbstring php7.4-mysql php7.4-opcache php7.4-readline php7.4-xml snmpd zabbix-agent zabbix-apache-conf zabbix-fro
  zabbix-server-mysql zabbix-sql-scripts
0 upgraded, 45 newly installed, 0 to remove and 0 not upgraded.
Need to get 27.3 MB of archives.
After this operation, 118 MB of additional disk space will be used.
Do you want to continue? [Y/n] Y
```

4. Creación de base de datos

```
# mysql -u root -p
password
mysql> create database nombreBaseDeDatos character set utf8mb4 collate
utf8mb4_bin;
```

Figura 18

Inicio de sesión en el motor de base de datos para crear la base de datos inicial.

```
airmax@zabbix-svr-hp:~$ mysql -u root -p
Enter password:
Welcome to the MariaDB monitor.  Commands end with ; or \g.
Your MariaDB connection id is 42
Server version: 10.6.10-MariaDB-1:10.6.10+maria~deb10 mariadb.org binary distribution

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)]> create database zabbix character set utf8mb4 collate utf8mb4_bin;
Query OK, 1 row affected (0.000 sec)
```

```
mysql> create user zabbix@localhost identified by 'claveBaseDeDatos';
mysql> grant all privileges on zabbix.* to zabbix@localhost;
mysql> quit;
```

Figura 19

Creación usuario y privilegios para la base de datos con nombre zabbix

```
MariaDB [(none)]> create user zabbix@localhost identified by 'claveBaseDeDatos';
Query OK, 0 rows affected (0.002 sec)

MariaDB [(none)]> grant all privileges on zabbix.* to zabbix@localhost;
Query OK, 0 rows affected (0.002 sec)

MariaDB [(none)]> set global log_bin_trust_function_creators = 1;
Query OK, 0 rows affected (0.000 sec)

MariaDB [(none)]> quit;
Bye
airmax@zabbix-svr-hp:~$
```

5. Migración de tablas a base de datos Zabbix

```
# zcat /usr/share/zabbix-sql-scripts/mysql/server.sql.gz | mysql --default-character-set=utf8mb4 -uzabbix -p zabbix
```

Figura 20

Migración de diseño lógico de tablas por defecto del esquema Zabbix

```
root@zabbix-svr-hp:/home/airmax# zcat /usr/share/zabbix-sql-scripts/mysql/server.sql.gz | mysql
x
Enter password:
root@zabbix-svr-hp:/home/airmax# mysql -uroot -p
Enter password:
Welcome to the MariaDB monitor.  Commands end with ; or \g.
Your MariaDB connection id is 48
Server version: 10.6.10-MariaDB-1:10.6.10+maria-deb10 mariadb.org binary distribution

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)]> set global log_bin_trust_function_creators = 0;
Query OK, 0 rows affected (0.000 sec)
```

6. Configuración de archivo para acceso a la base de datos y parámetros de optimización de servidor en archivo zabbix_server.conf representados en la Tabla 9.

```
# nano /etc/zabbix/zabbix_server.conf
```

Tabla 9

Optimización de configuración base de servidor Zabbix para mejorar rendimiento del hardware

Configuración por defecto	Optimización de configuración	Observaciones
DBPassword=<YourDB Password>	DBPassword=claveBaseDeDatos	Se recomienda una clave con un mínimo de 16 caracteres y que contenga letras, números y símbolos especiales.
CacheSize=8M	CacheSize=6144M	Tamaño de memoria compartida para almacenar los datos de los hosts.
HistoryCacheSize=16M	HistoryCacheSize=1024M	Tamaño de memoria para almacenar el historial de los hosts.
TrendCacheSize=4M	TrendCacheSize =1024M	Tamaño de memoria para almacenar datos de tendencias de disparadores por host.
HistoryTextCacheSize=512M	HistoryTextCacheSize=1024M	Tamaño de memoria donde se almacena el historial de registros.
ValueCacheSize=512	ValueCacheSize=4096M	Tamaño de memoria para almacenar en caché las solicitudes del historial.
StartPoller=20	StartPoller=500	Número de instancias configuradas para los encuestadores.

StartPollersUnreachable=20

StartPollersUnreachable=500

Número de instancias inalcanzables para los encuestadores.

7. Configuración de inicio programado de servidor, agente e interfaz web zabbix, ver Figura 21.

```
# systemctl enable zabbix-server zabbix-agent apache2
```

Figura 21

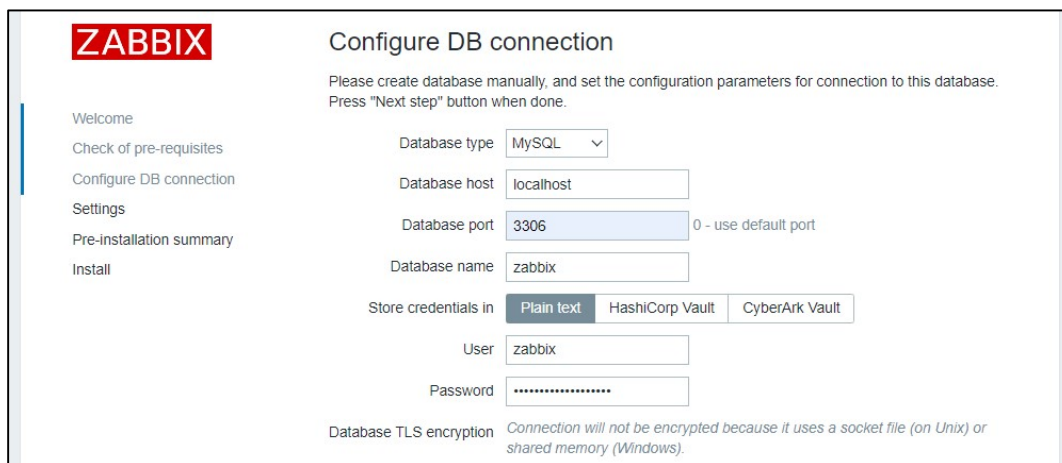
```
root@zabbix-svr-hp:/home/airmax# systemctl enable zabbix-server zabbix-agent apache2
Synchronizing state of zabbix-server.service with SysV service script with /lib/systemd/systemd-sysv-install.
Executing: /lib/systemd/systemd-sysv-install enable zabbix-server
Synchronizing state of zabbix-agent.service with SysV service script with /lib/systemd/systemd-sysv-install.
Executing: /lib/systemd/systemd-sysv-install enable zabbix-agent
Synchronizing state of apache2.service with SysV service script with /lib/systemd/systemd-sysv-install.
Executing: /lib/systemd/systemd-sysv-install enable apache2
root@zabbix-svr-hp:/home/airmax#
```

Configuración de inicio programado de herramientas apache, entorno gráfico de zabbix

8. Configuración de interfaz web Zabbix.

Figura 22

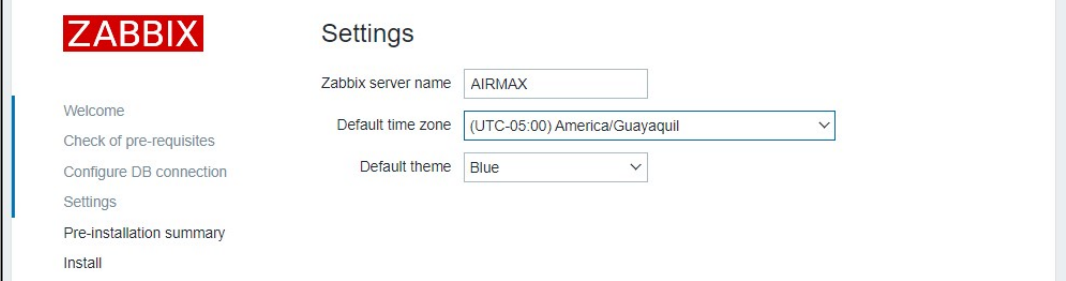
Configuración de base de datos en interfaz web de Zabbix para recopilar información del server zabbix



9. Selección de zona horaria y tema de interfaz web

Figura 23

Selección de zona horaria para envío de alertas y notificaciones con registro local



ZABBIX Settings

Welcome
Check of pre-requisites
Configure DB connection
Settings
Pre-installation summary
Install

Zabbix server name: AIRMAX

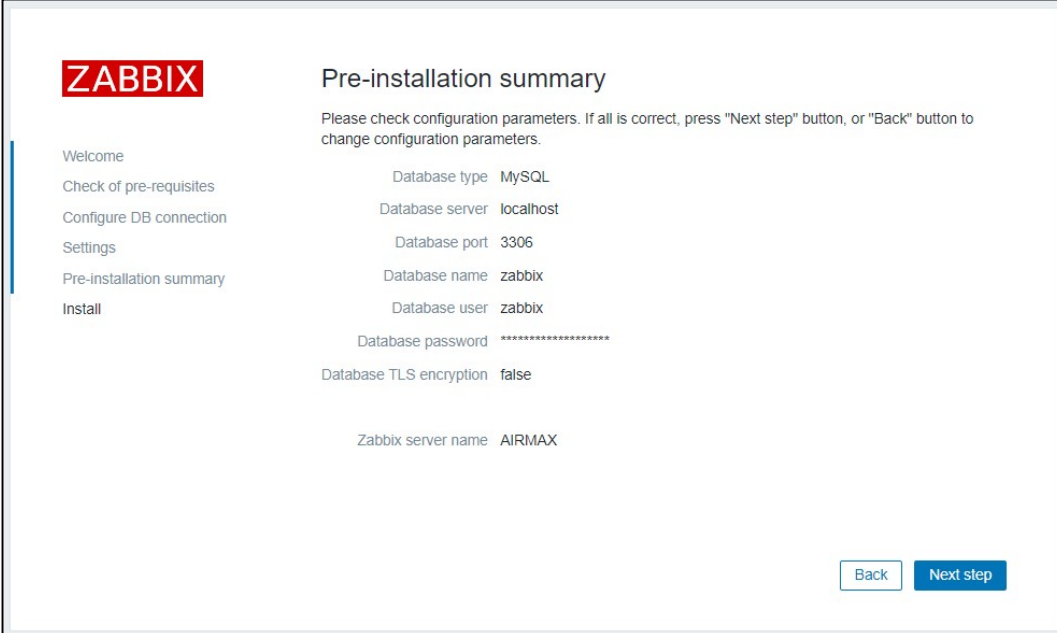
Default time zone: (UTC-05:00) America/Guayaquil

Default theme: Blue

10. Resumen de la instalación

Figura 24

Resumen de la instalación de la interfaz web Zabbix



ZABBIX Pre-installation summary

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

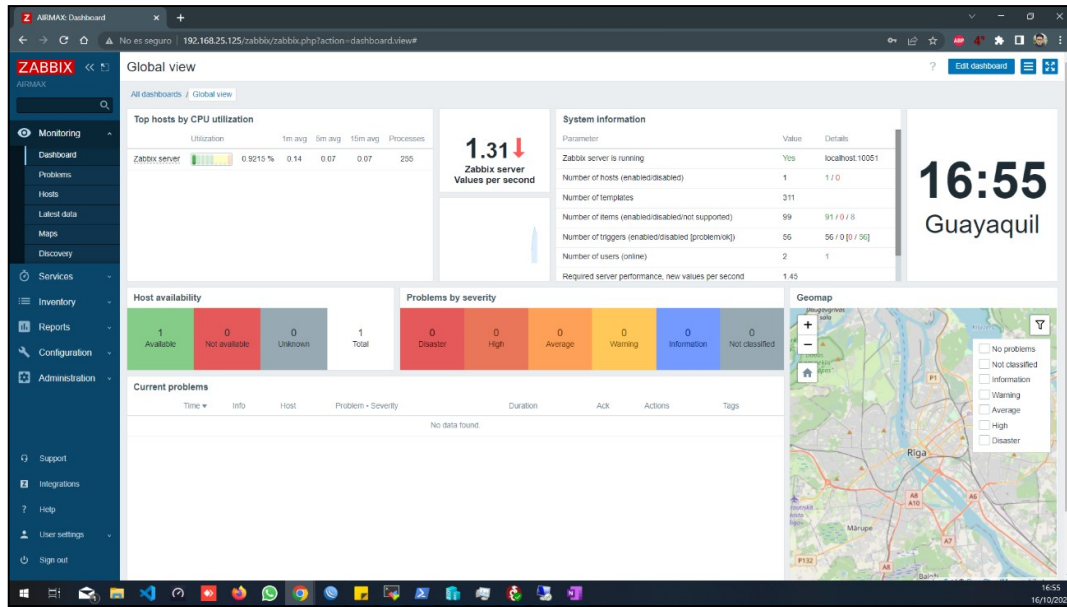
Database type: MySQL
Database server: localhost
Database port: 3306
Database name: zabbix
Database user: zabbix
Database password: *****
Database TLS encryption: false
Zabbix server name: AIRMAX

Back Next step

11. Dashboard de administración http://192.168.***.***:/zabbix

Figura 25

Dashboard inicial por defecto de administración de Zabbix

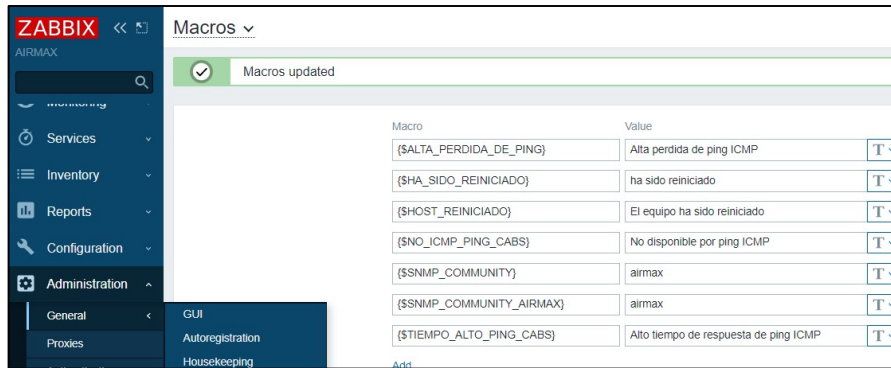


12. Configuración de macros

Los macros de Zabbix son variables que nos sirven para diferentes usos como por ejemplo establecer un nombre en específico a una comunidad, internacionalización de mensajes por defecto de funciones, disparadores, plantillas de correo y mensajería instantánea, ver Figura 26.

Figura 26

Creación de macros para el entorno general de trabajo

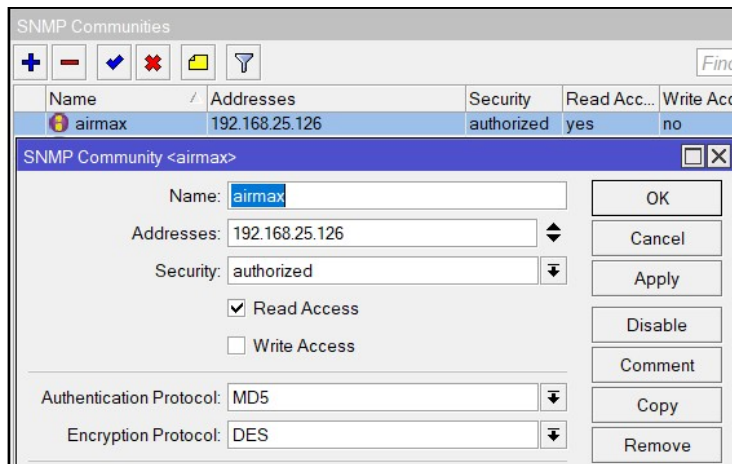


2.7 Instructivo de procedimiento para adicionar nuevos hosts al software de monitoreo

1. Añadir una comunidad en nuestro equipo MikroTik como se muestra en la Figura 27.
snmp/community/add name=airmax addresses=192.168.***.*** security=authorized
read-access=yes write-access=no
Creación de comunidad SNMP con el nombre airmax solo con privilegios de lectura

Figura 27

Creación de comunidad SNMP con tag airmax en equipo MikroTik



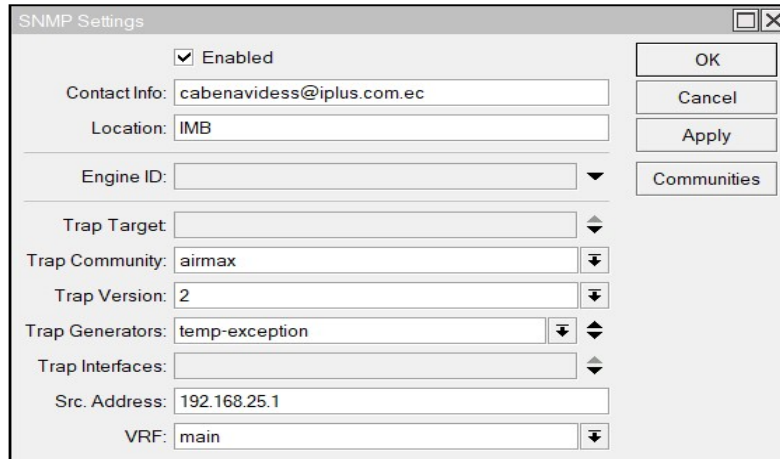
2. Configuración de SNMP en equipo Mikrotik con la comunidad creada anteriormente.

Se habilita el protocolo SNMP, se configura el contacto del administrador de los equipos, la ubicación del equipo, se selecciona la comunidad correspondiente, se elige la versión 2 de SNMP con la cual se está trabajando, ver Figura 28:

```
snmp/set enabled=yes contact=cabenav****@iplus.com location=IMB trap-
community=airmax trap-version=2 src-address=192.168.***.***
```

Figura 28

Configuración de contacto y localidad en SNMP en equipo con routerOS



Nota: Es indispensable ingresar la IP privada o pública de una de las interfaces que están en funcionamiento en el equipo para el correcto funcionamiento en el parámetro Src. Address.

3. Configuración de reglas de firewall para equipo MikroTik

```
/ip/firewall/filter
```

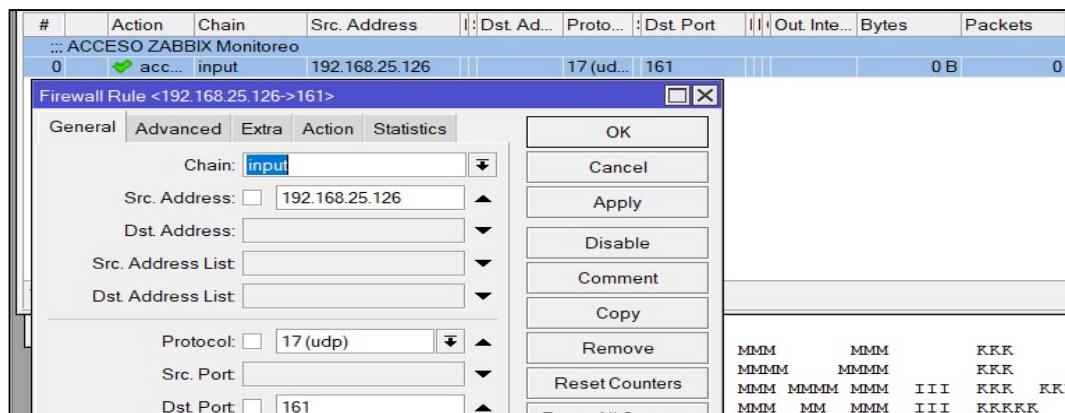
```
add action=accept chain=input comment=
```

```
"ACCESO ZABBIX Monitoreo" dst-port=161 protocol=udp
```

```
src-address=192.168.***.***
```

Figura 29

Regla de firewall para aceptar peticiones SNMP por el puerto 161 con el protocolo UDP



4. Creación de un nuevo host

Los parámetros indispensables para agregar un host se detallan en la Tabla 10:

Tabla 10

Parámetros para agregar un host

Parámetro	Valor	Descripción
Host name	Cadena de texto	Campo obligatorio
Templates	Lista de plantillas de equipos de red predefinidos.	Seleccionar el modelo del router, switch, o servidor.
Host groups	Lista de grupos personalizables	Seleccionar el grupo AIRMAX Core Network
SNMP IP Address	IPv4	Ingresar la IP en versión 4
SNMP Port	Numérico	Puerto 161 por defecto
SNMP Version	SNMPv1, SNMPv2, SNMPv3	Seleccionar SNMPv2
SNMP community	{\${SNMP_COMMUNITY}}	Variable tipo macro con valor airmax

Figura 30

Ejemplo con las configuraciones obligatorias para monitorear nuevo host

The screenshot shows the 'Host' configuration page with the following details:

- Host name:** LAN_AIRMAX
- Visible name:** LAN_AIRMAX
- Templates:** Mikrotik CCR1009-7G-1C-1S+ SNMP (Action: Unlink, Unlink and clear)
- Host groups:** AIRMAX Core Network
- Interfaces:** A table with columns Type, IP address, DNS name, Connect to, Port, and Default. The 'SNMP' interface is expanded, showing IP address 192.168.25.1, Connect to IP, Port 161, and Default Remove.
- Description:** Equipo Mikrotik para distribuir Internet en Oficinas Matriz
- Monitored by proxy:** (no proxy)
- Enabled:**

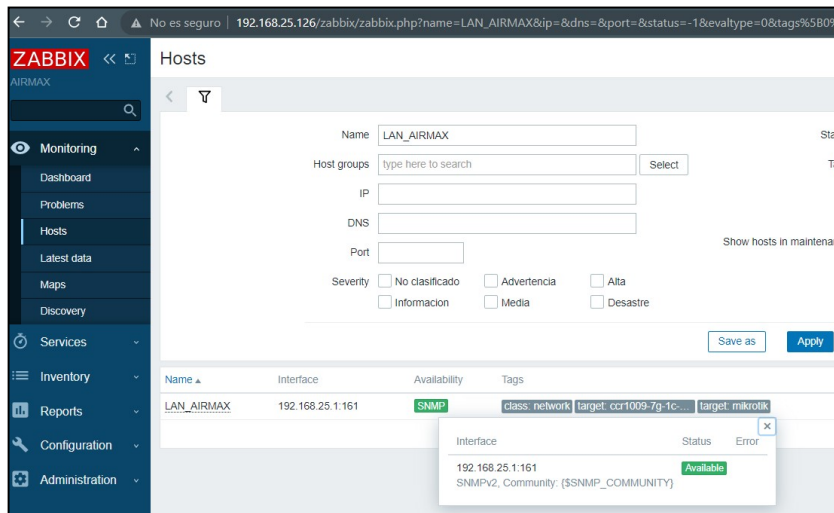
Buttons at the bottom: Update, Clone, Full clone.

5. Validación de funcionalidad de SNMP en host

Seleccionamos en el menú Monitoring y el apartado Host para realizar la búsqueda del equipo recién agregado

Figura 31

SNMP habilitado en equipo MikroTik para monitoreo desde Zabbix Web



6. Creación de un mapa

Seleccionamos en el menú Monitoring y el apartado Maps añadir un nuevo espacio para nuestros hosts, ver Tabla 11 y Figura 32.

Tabla 11

Parámetros esenciales de mapa

Parámetro	Valor	Descripción
Owner	Lista de usuarios	Campo obligatorio con la lista de usuarios creados para la administración de la herramienta.
Name	Campo de texto	Nombre descriptivo del mapa
Width	Numérico	Número de pixeles para el ancho del mapa

Height	Numérico	Número de pixeles para la del mapa
Mark elements on trigger status change	Numérico	Marcador de color rojo con triángulos que se activa por 30 minutos cuando se activa un disparador.
Advanced labels	Check box	Parámetro para definir etiquetas independientes en cada elemento del mapa.
Sharing	Tipo Public Private	Lista para seleccionar que tipo de privilegios se necesita para visualizar mapa por usuario o grupo de usuarios.

Figura 32

Configuración de dimensiones en pixeles para mostrar mapa

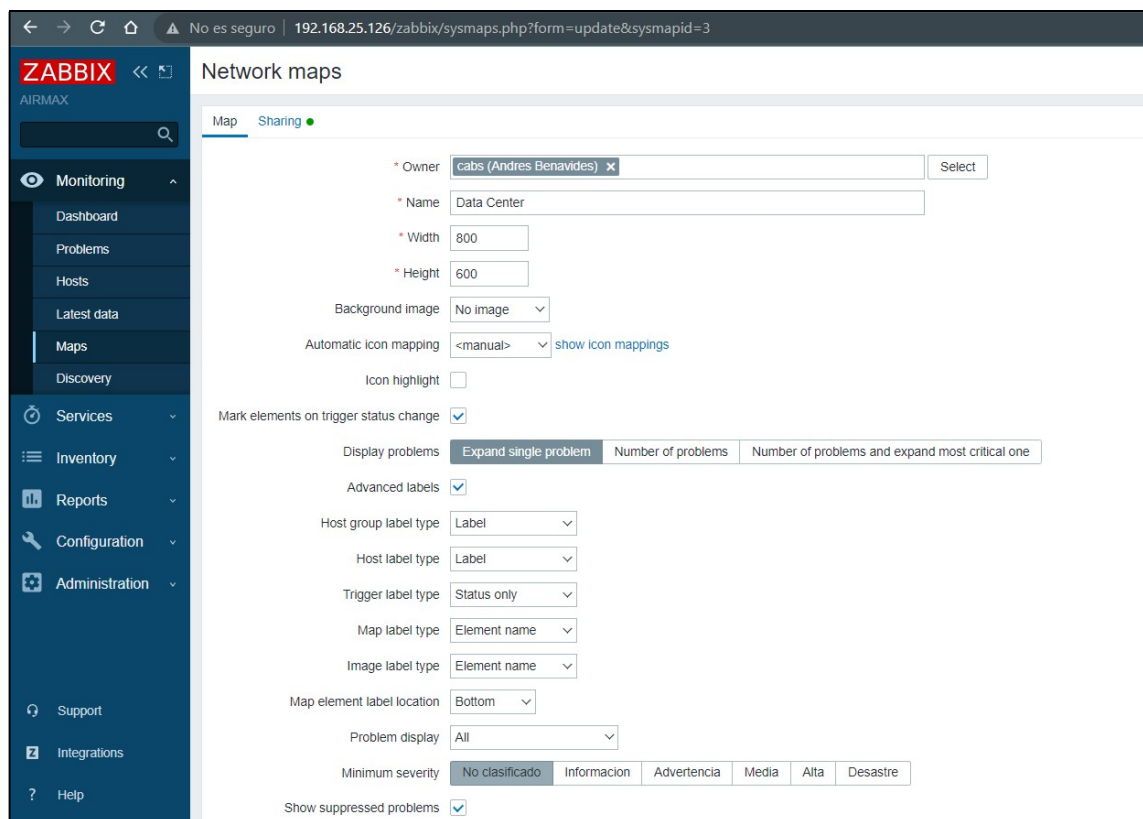
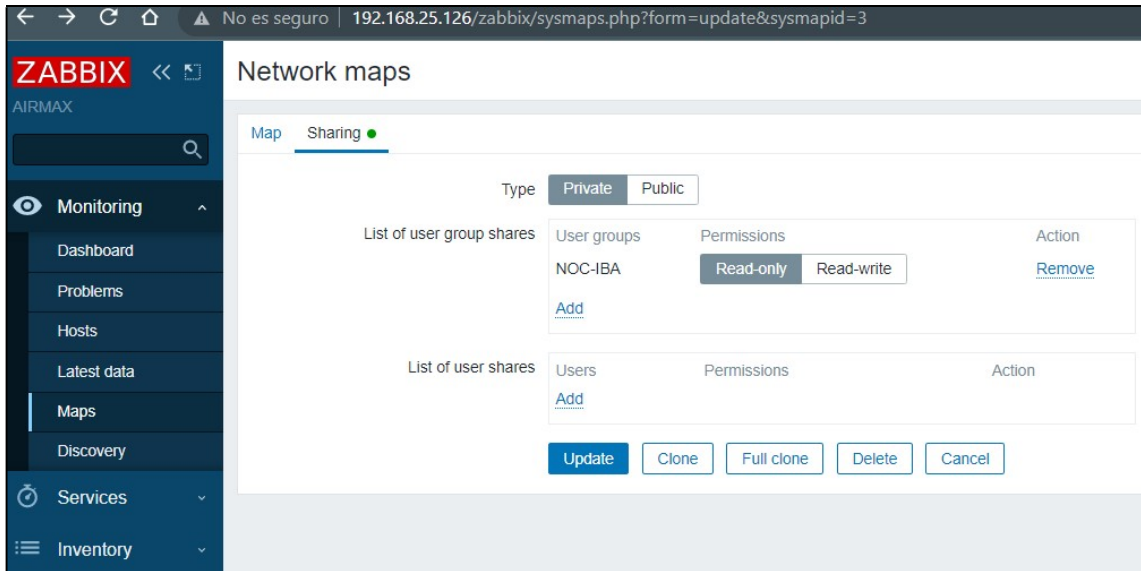


Figura 33

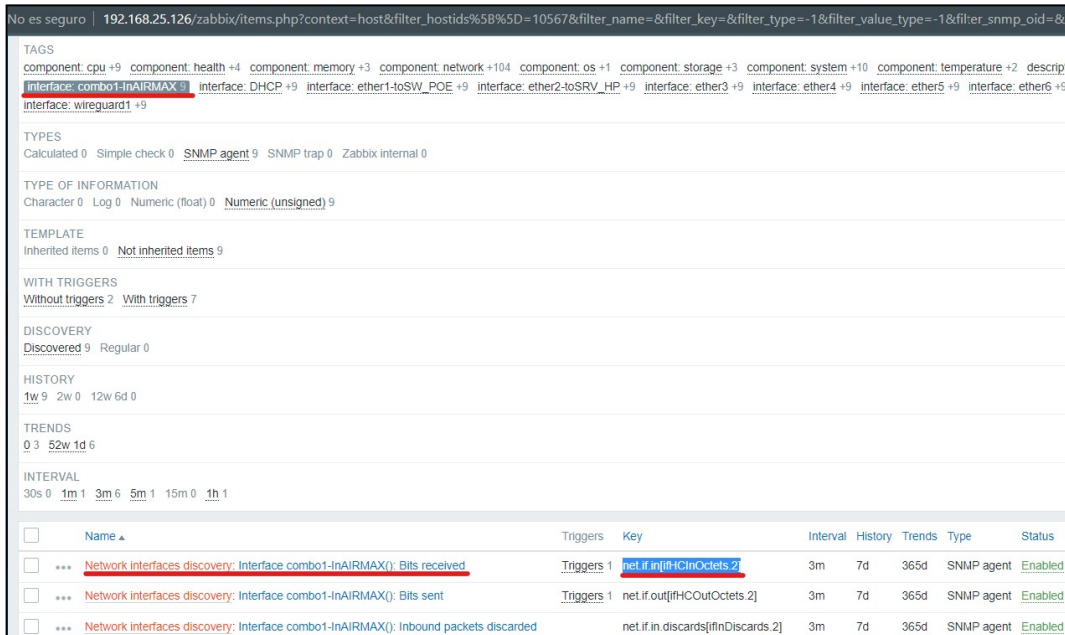
Configuración para compartir mapa con un lista o grupo de usuarios



7. Identificar ítems para monitoreo por interfaz, cada interfaz de red posee un identificador único como se muestra en la Figura 34.

Figura 34

Key de interfaz combo1-inAIRMAX de descarga de velocidad (net.if.in[ifHCInOctets.2]) que se utiliza para etiquetas en mapas



8. Añadir nuevo host a mapa, lo parámetros que se requieren monitorear se muestran en la Tabla 12 con un modelo de uso.

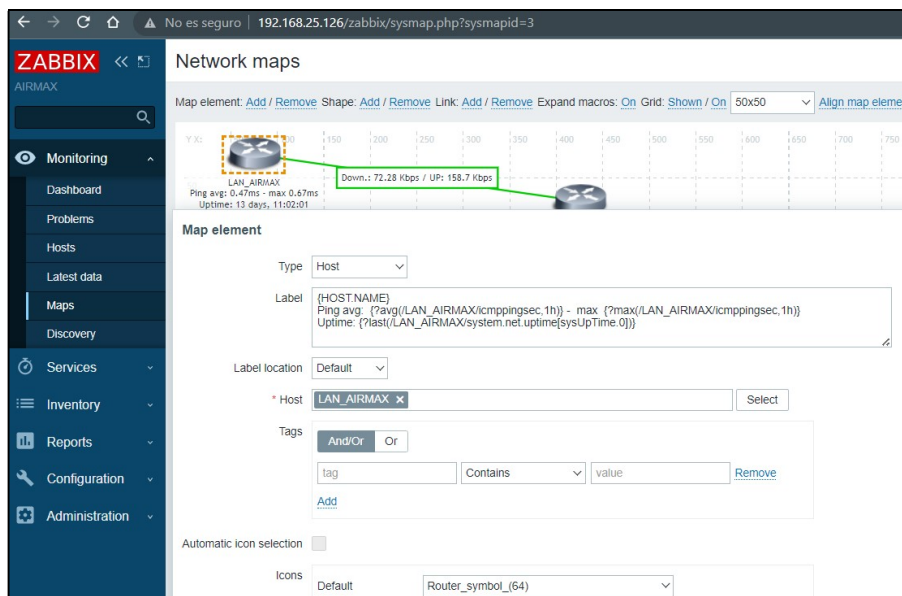
Tabla 12

Tabla con keys más importantes para el uso de etiquetas en mapas

Key	Descripción	Ejemplo de uso
{HOST.NAME}	Extrae el nombre del dispositivo	
icmpingsec	Extrae los mensajes de los paquetes del protocolo ICMP (ping)	Promedio de ping: {?avg(/LAN_AIRMAX/icmpingsec,1h)} Ping máximo: {?max(/LAN_AIRMAX/icmpingsec,1h)}
system.net.uptime[sysUpTime.0]	Tiempo de actividad	{?last(/LAN_AIRMAX/system.net.uptime[sysUpTime.0])}
net.if.in[ifHCInOctets.10]	Etiqueta con velocidad de descarga	{?last(/iBGP AIRMAX/net.if.in[ifHCInOctets.10])}
net.if.out[ifHCOutOctets.10]	Etiqueta con velocidad de carga	{?last(/iBGP AIRMAX/net.if.out[ifHCOutOctets.10])}

Figura 35

Ejemplo de etiqueta de host con key de tiempo activo, ping mínimo, ping máximo de monitoreo un equipo de red



9. Creación de SLA para reportes

Tabla 13

Parámetros requeridos para medir el SLA de un host

Parámetro	Valor	Descripción
Name	Campo de texto	Nombre descriptivo del SLA.
SLO	Numérico	Valor numérico con el SLA a medir.
Reporting period	Tag Daily, Weekly, Monthly, Quarterly, <u>Annually</u>	Opción de frecuencia para medir el SLA.
Time Zone	Lista de zonas horarias	Solo se permite seleccionar una sola zona horaria.
Schedule	Tag 24x7, Custom	Seleccionar la opción 24x7 para monitorear en todo momento.
Service tags	Etiquetas personalizables para recuperar información de uno o varios hosts.	Respetar las letras mayúsculas y minúsculas para que haga match en la recuperación de información.

Figura 36

Parámetros de creación de nuevo SLA diario

The screenshot shows the 'SLA' configuration page with the following fields and values:

- Name:** SLA_DataCenter
- SLO:** 99.8 %
- Reporting period:** Daily (selected), Weekly, Monthly, Quarterly, Annually
- Time zone:** (UTC-05:00) America/Guayaquil
- Schedule:** 24x7 (selected), Custom
- Effective date:** 2023-02-21
- Service tags:** A table with columns Name, Operation, Value, and Action. The first row contains: Name: DataCenter, Operation: Equals, Value: Router, Action: Remove. An 'Add' button is located below the table.

Figura 37

Etiquetas para envío de información al reporte de SLA vinculada a los hosts

Host

Host IPMI **Tags 1** Macros Inventory Encryption Value mapping

Name	Value
DataCenter	Router

[Add](#)

10. Visualización de reporte SLA

Figura 38

Reporte mensual con un 99.6% de SLA

SLA report

SLA: Select From:

Service: Select To:

Service ▲	SLO	2022-12	2023-01	2023-02
Andres Benavides	99.6%	100	100	100
Clinica Metropolitana	99.6%	99.9977	99.9553	99.9234
ESP Quito	99.6%	98.1997	96.09	99.9234
LACEC	99.6%	99.9551	99.9484	99.9199

CAPÍTULO III

El presente capítulo detalla la validación de la implantación de la Herramienta Zabbix en la empresa Airmaxtelecom Soluciones Tecnológicas S.A. mediante el modelo DeLone y McLean para sistemas de información.

3.1 Modelo DeLone y McLean

El modelo DeLone y McLean es una herramienta para evaluación de sistemas de información, posee una medida multidimensional con interdependencias entre las diferentes categorías de éxito. El modelo cuenta con 6 dimensiones: calidad del sistema, calidad de información, calidad de servicio, intención de uso, satisfacción del usuario, beneficios netos (Vega y otros, 2018).

3.1.1 Validez y fiabilidad del Modelo DeLone y McLean

En la investigación de Ojo, muestra que el Modelo DeLone y McLean es confiable y tiene una validez aceptable; su confiabilidad compuesta y varianza promedio extraída son de 0,7 y 0,5 respectivamente. Mientras que la fiabilidad se consideró adecuada con una carga estándar superior a 0,7 (Ojo, 2017).

3.2 Diseño de encuesta

Se efectuó una encuesta con 27 preguntas que consta de dos partes; la primera para recolección de datos sociodemográficas (edad, género y departamento o área en la que labora), la segunda parte muestra el Modelo de DeLone y McLean adaptado de la investigación “Validation of the DeLone and McLean Information Systems Success Model” (Ojo, 2017).

3.3 Plan de procesamiento y análisis

El plan de procesamiento y análisis de datos tuvo los siguientes pasos:

1. Aprobación de la investigación y permiso de la empresa Airmaxtelecom.
2. Aplicación del consentimiento informado.
3. La aplicación del instrumento se realiza en la plataforma Google Forms.
4. Codificación de la información levantada.
5. Organización de la información en el programa Excel (matriz de datos).
6. Depuración de valores y duplicados.
7. Se realizó la organización de los datos con el sistema Epiinfo y los resultados de las variables fueron expresadas en tablas y figuras.

3.4 Analisis de resultados

3.4.1 Análisis del perfil de los encuestados

Tabla 14

Características sociodemográficas del personal de Airmaxtelecom Soluciones Tecnológicas S.A.

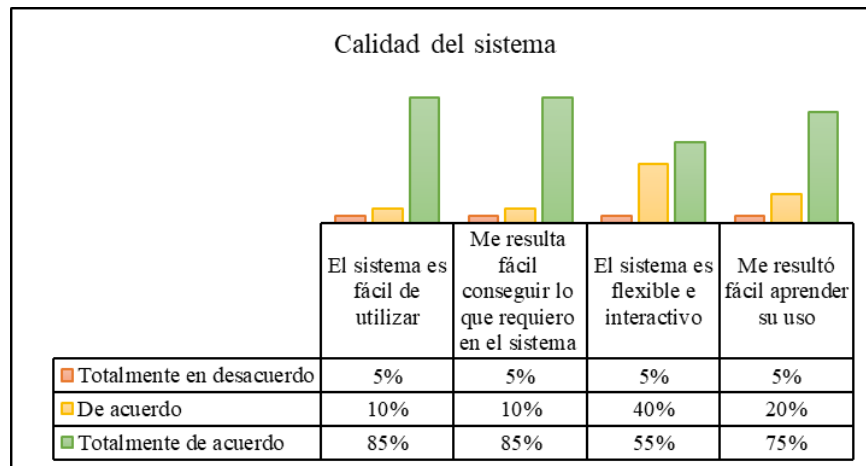
Edad	Frecuencia n= 20	Porcentaje
20 a 25 años	3	15.00%
26 a 30 años	9	45.00%
31 a 35 años	8	40.00%
Género		
Femenino	2	10.00%
Masculino	18	90.00%
Departamento en el que labora		
Networking	10	50.00%
NOC	5	25.00%
Planta Externa	5	25.00%

En la Tabla 14 se evidencia que dentro de los datos sociodemográficos; el rango etario que predomina es de 26 a 30 años en un 45% y minoritariamente en un 15% el rango de 20 a 25 años. El 90 % del grupo de estudio pertenece al género masculino. En cuanto al departamento en el que labora el 50 % trabaja en el departamento Networking, mientras que existe una similitud entre el área de trabajo NOC y planta externa con un 25 % respectivamente.

3.4.2 Análisis de variables DeLone y McLean

Figura 39

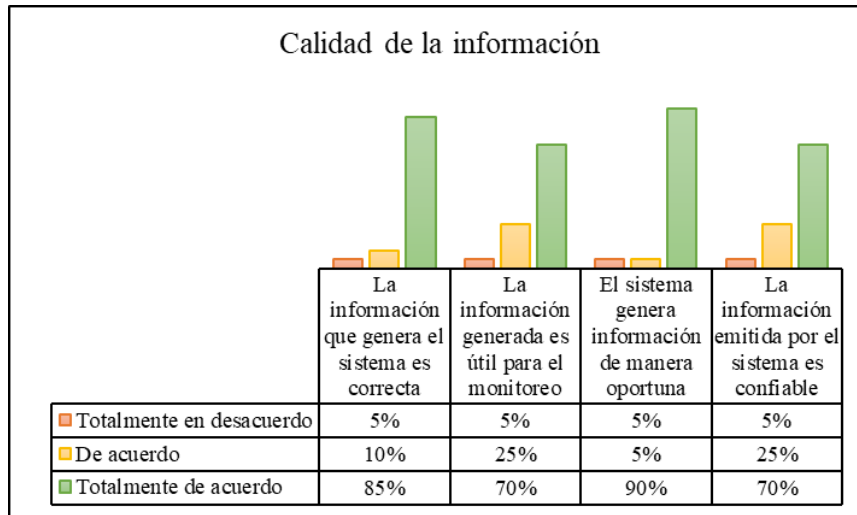
Calidad del sistema implantado



La Figura 39, muestra la dimensión Calidad del sistema Implantado, en la que se observa que el 85 % refieren estar totalmente de acuerdo con la pregunta 1 (El sistema es fácil de utilizar), mientras que en la pregunta 2 (Me resulta fácil conseguir lo que requiero en el sistema) la mayoría en un 85 % están totalmente de acuerdo. En cuanto a la pregunta 3, el 55 % manifiesta que el sistema es flexible e interactivo y el 75 % de los encuestados refieren que les resultó fácil aprender el uso de la herramienta.

Figura 40

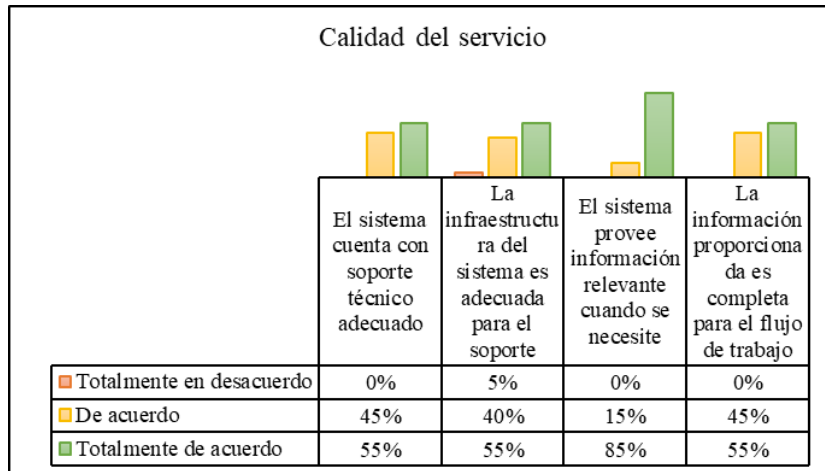
Calidad de la información que proporciona Zabbix



En la Figura 40, dimensión de Calidad de información, se evidencia en un mayor porcentaje que el 85 % están totalmente de acuerdo con la información que genera el sistema, así como el 70 % refiere que la información generada es útil para el monitoreo, de igual forma en un 90 % manifiesta que está totalmente de acuerdo que la información generada por el sistema es de manera oportuna. El 70% de los encuestados indican que la información emitida por el sistema es confiable.

Figura 41

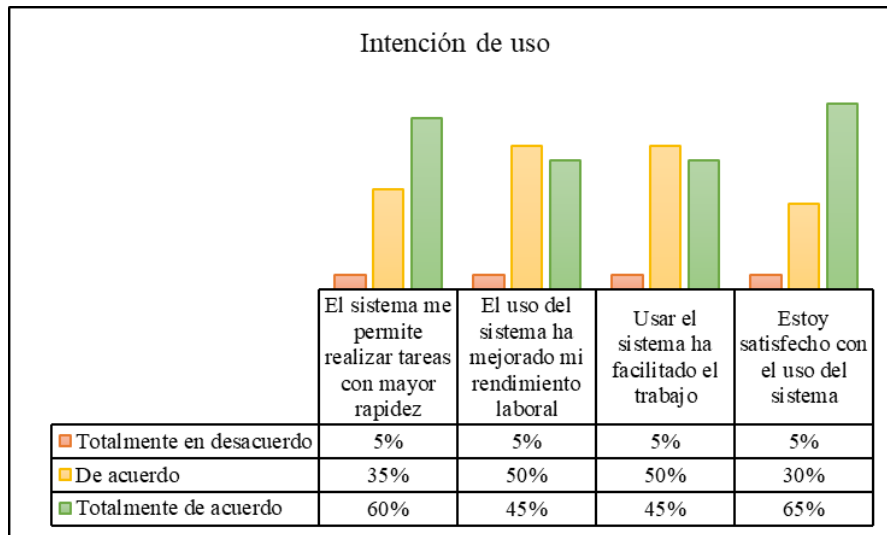
Calidad del servicio de la Herramienta Implantada



En la Figura 41, sobre la dimensión Calidad del Servicio de la herramienta implantada; existe una similitud de porcentaje entre preguntas; el sistema cuenta con soporte técnico adecuado, la infraestructura del sistema es adecuada para el soporte y la información proporcionada es completa para el flujo de trabajo, el 55 % respectivamente, manifiestan estar totalmente de acuerdo. A si como también el 85% de los encuestados indican que el sistema provee información relevante cuando se necesite.

Figura 42

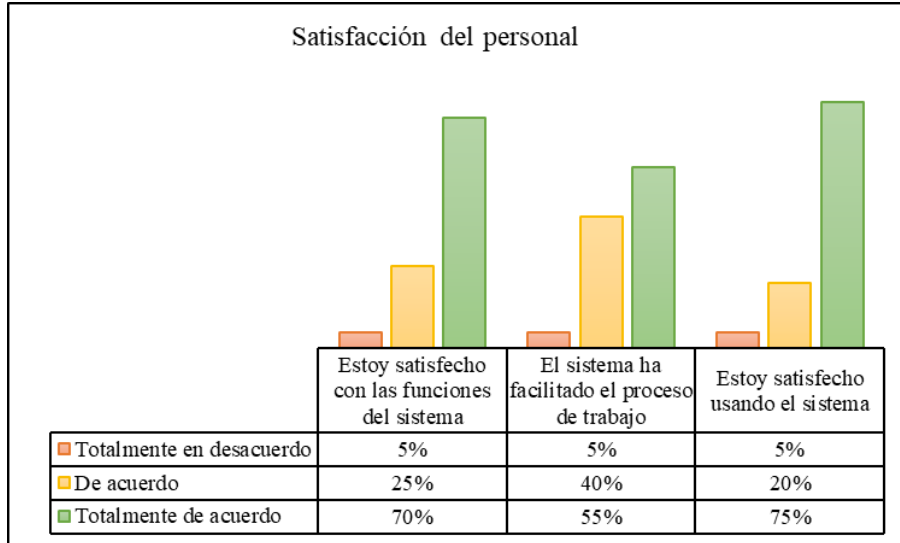
Intención de uso del sistema de monitoreo



En la Figura 42, dimensión de Intención de uso, el 60 % de los encuestados refieren que el sistema permite realizar tareas con mayor rapidez. Además, existe una similitud entre dos preguntas con un 45 % están totalmente de acuerdo que el uso del sistema ha mejorado el rendimiento laboral y el sistema ha facilitado el trabajo. Asimismo, el 65 % manifiesta estar satisfecho con el uso del sistema.

Figura 43

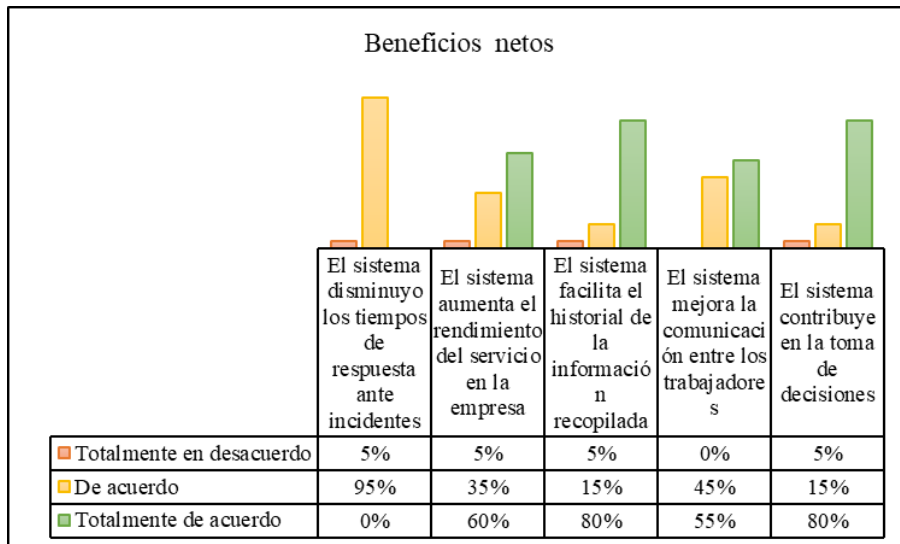
Satisfacción del personal de Airmaxtelecom Soluciones Tecnológicas S.A.



En la Figura 43, la dimensión de satisfacción del personal el 70 % está satisfecho con las funciones del sistema, de igual manera en un alto porcentaje del 55% manifiestan que el sistema ha facilitado el proceso de trabajo y el 75 % está satisfecho usando el sistema.

Figura 44

Beneficios netos para la empresa



En la Figura 44, dimensión beneficios netos para la empresa; el 95 % están de acuerdo con que el sistema disminuyo los tiempos de respuesta ante incidentes, el 60 % están totalmente de acuerdo con que el sistema aumenta el rendimiento del servicio en la empresa, el 80% indica que el sistema facilita el historial de la información recopilada, el 55% refiere que el sistema mejora la comunicación entre los trabajadores y el 80% manifiesta que el sistema contribuyo en la toma de decisiones.

3.5 Fiabilidad del instrumento

El alfa de Cronbach permite valorar la fiabilidad del instrumento. A continuación, se muestra la tabulación de resultados de la encuesta aplicada a los empleados de tres departamentos (Networking, NOC, Planta externa) Airmaxtelecom Soluciones Tecnológicas S.A. La columna representa las personas y la fila la preguntas.

Las respuestas fueron valoradas por medio de la escala de Likert en un valor del 1 al 3; 1 totalmente en desacuerdo, 2 de acuerdo y 3 totalmente de acuerdo, ver Tabla 15.

Tabla 15

Matriz de resultados de la encuesta.

	P 1	P 2	P 3	P 4	P 5	P 6	P 7	P 8	P 9	P 10	P 11	P 12	P 13	P 14	P 15	P 16	P 17	P 18	P 19	P 20	P 21	P 22			
U 1	3	2	2	2	3	3	3	3	2	2	3	2	2	2	2	3	3	2	2	3	2	3	2	3	
U 2	3	3	3	2	3	3	3	3	3	3	3	3	2	2	2	3	3	3	3	3	2	3	3	2	
U 3	3	3	2	2	3	2	2	3	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	3	3	3	3	3	
U 4	3	3	3	3	2	3	3	2	3	3	2	3	3	3	2	3	3	3	3	3	3	3	2	3	
U 5	3	2	2	3	3	2	3	3	2	2	3	2	3	2	2	3	3	2	3	3	2	3	2	3	
U 6	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	
U 7	3	2	2	3	3	2	3	2	2	2	3	2	2	2	2	3	2	2	2	3	2	2	2	3	
U 8	2	2	2	2	3	2	3	2	2	2	3	2	2	2	2	3	2	2	2	3	2	2	2	3	
U 9	3	2	2	3	3	2	3	2	2	2	3	2	2	2	2	2	2	2	2	3	3	2	3	2	3

U 1 0	3	3	2	3	3	3	3	2	2	2	3	2	2	2	2	3	2	3	3	2	3	2	3
U 1 1	3	3	3	3	2	3	3	3	2	2	3	3	3	3	3	3	2	3	3	3	3	3	3
U 1 2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2	2	2	3	3	3	3	3	3	3	2
U 1 3	3	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2	2	2	3	3	3	3	3	2	2
U 1 4	2	2	2	3	3	3	3	3	3	3	3	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
U 1 5	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2	3	3	3	3	3	3	3
U 1 6	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
U 1 7	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
U 1 8	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
U 1 9	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
U 2 0	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3

En base a los resultados de la encuesta se procede a determinar los siguientes valores que se observa en la Tabla 16.

Tabla 16

Matriz de resultados de la encuesta.

Símbolo	Descripción	Valor
α	Alfa de Cronbach (1951)	0.970
k	Número de ítems	24
V_i	Varianza de cada ítem	$\sum V_i = 7.098$
V_t	Varianza del total	101.39

Una vez obtenido los valores, se aplica la fórmula y se reemplaza valores:

$$\alpha = \frac{K}{K-1} \left[1 - \frac{\sum Vi}{vt} \right]$$

$\alpha = \mathbf{0.970}$

El coeficiente de Alfa de Cronbach obtenido es de 0,970.

Tabla 17

Interpretación del coeficiente Alfa de Cronbach

Intervalos	Interpretación
0,00 a 0,53	Confiabilidad nula
0,54 a 0,59	Confiabilidad baja
0,60 a 0,65	Confiable
0,66 a 0,71	Muy confiable
0,72 a 0,99	Confiabilidad excelente
1,00	Confiabilidad perfecta

Fuente: Análisis de confiabilidad: cálculo del coeficiente alfa de Cronbach usando el software SPSS (p. 2), Nina Cuchillo y Nina Cuchillo, 2021 Academia accelerating the worlds research (Nina Cuchillo & Nina Cuchillo , 2021).

Según la Tabla 17, la interpretación de los datos recopilados con el Modelo DeLone y McLean es de confiabilidad excelente con 0,970. Lo que significa que el instrumento utilizado es fiable y existe correlación entre sí.

3.5.1 Análisis de favorabilidad y des favorabilidad

Con respecto a la escala de Likert utilizada; totalmente en desacuerdo indica “negatividad o des favorabilidad”, mientras que de acuerdo y totalmente de acuerdo “positividad o favorabilidad”

La siguiente tabla muestra el resultado que corresponden a cada dimensión.

Tabla 18

Modelo DeLone y McLean y sus dimensiones

Dimensión	Favorabilidad	Des favorabilidad
Calidad del sistema	95%	5%
Calidad de la información	95%	5%
Calidad del servicio	98,75%	1,25%
Intención de uso	95%	5%
Satisfacción del usuario	95%	5%
Beneficios netos	96%	4%

3.6 Discusión

En la Tabla 18, se muestra el Modelo DeLone y McLean según sus dimensiones, se observa que existe un rango aceptable de favorabilidad de entre 95% a 98,75 %. Cabe mencionar que la dimensión más exitosa en un 98,75% es la Calidad de servicio, seguida de un 96 % la dimensión Beneficios netos. Mientras que existe una semejanza entre 4 dimensiones en un 95 % dimensión calidad del sistema, calidad de la información, intención de uso y satisfacción del usuario, cabe indicar la importancia de mejorar las 4 últimas dimensiones para lograr el éxito completo de la herramienta implantada en la empresa Airmaxtelecom Soluciones Tecnológicas S.A.

Al mismo tiempo, el sistema de información implantado provee resultados favorables, es decir los operadores se alimentan de información oportuna para atender de manera acertada los eventos recopilados de los equipos analizados y con ello incrementar ancho de banda si es requerido o sustituir hardware que mejore la transmisión de datos y con ello el servicio.

Finalmente, con la gestión de la herramienta Zabbix se cumplió con los objetivos planteados por la empresa e influyó de manera positiva en la resolución de problemas,

mejorando la fiabilidad y corroborando la satisfacción de la calidad del sistema de monitoreo, lo que es indispensable para mantener los niveles de acuerdo de servicio (SLA) en los ISP.

CONCLUSIONES

Dentro de la revisión del estado de arte, se efectuó una búsqueda de artículos científicos de alto impacto, que recopilaron información relevante sobre el protocolo SNMP con los sistemas de monitoreo, gracias a la revisión de la literatura se determinó los parámetros y características principales para la integración entre un gestor de monitoreo y equipos de red con sistema operativo RouterOS perteneciente a la marca MikroTik.

Con respecto a la implantación de herramienta de monitoreo Zabbix 6.2, se logró obtener un historial de gráficas almacenadas en una base de datos la cual permite realizar búsquedas personalizadas por rangos de fechas e interfaces de red donde se evidencia el ancho de banda utilizado, paquetes perdidos, paquetes descartados, estado de velocidad del dispositivo de red, capacidad de la interfaz de red.

Además, con la integración de la herramienta de monitoreo y el API Rest de Telegram se envían mensajes de alerta u notificaciones en tiempo real con la información indispensable para identificar eventos y escalar al personal operativo de campo para que se tome una acción y resolución del problema reportado.

Para validar el sistema de monitoreo se aplicó el Modelo DeLone y McLean que mide el éxito de la herramienta implantada con las dimensiones de Calidad del sistema, Calidad de la información, Calidad del servicio, Intención de uso, Satisfacción del usuario y Beneficios netos; demostrando que el porcentaje de aceptabilidad de la herramienta es positivo para los operadores de red ya que esta contribuye a la gestión eficiente del núcleo de red de la empresa.

Implantar la herramienta de monitoreo en la empresa Airmaxtelecom Soluciones Tecnológicas S.A., permitió mejorar la administración de los recursos informáticos y

diagnosticar problemas al instante con lo que eleva la eficacia y eficiencia ante la resolución de un evento inesperado, así también optimiza recursos financieros que pueden ser utilizados en inversiones que mejoren la infraestructura tecnológica de la empresa y con ello aumente el índice de crecimiento y satisfacción del cliente.

RECOMENDACIONES

- A la Universidad Técnica del Norte, que continúe brindando plataformas virtuales que faciliten la búsqueda de artículos científicos y libros de alto impacto para el desarrollo de investigaciones con sustento científico.
- A la empresa Airmaxtelecom Soluciones Tecnológicas S.A., que continúe invirtiendo en infraestructura tecnológica más robusta que permita analizar mayor número de dispositivos de red y escalar a la capa de distribución del servicio de internet y con esto mantener un SLA adecuado enmarcado con los porcentajes de normas internacionales.
- A los operadores de red que permanezcan usando la herramienta de monitoreo de manera adecuada para obtener información oportuna y crear tareas de trabajo de acuerdo con el preámbulo del evento para su respectiva resolución.
- A los estudiantes de la carrera de Ingeniería de Sistemas Computacionales que apliquen los conocimientos adquiridos en ambientes controlados de pruebas para validar funcionalidades y requerimientos, esto mitiga errores cometidos en el despliegue de las aplicaciones en producción.

GLOSARIO

ISP: Proveedor de Servicios de Internet; término con el que se identifica a las compañías que proveen acceso a Internet (García Calvache, 2020).

SNMP: Protocolo simple de gestión de red; trata la transferencia de información en redes, para el uso de LAN (PAESSLER, 2023).

Zabbix: es un software para monitoreo de código abierto para aplicaciones y redes (Recluit, 2021).

Telegram: Aplicación de mensajería de texto, permite la comunicación entre personas mediante videos, audios y videollamadas (Ruiz Gonzáles, 2022).

RouterOS: sistema operativo que se puede utilizar para transformar el sistema informático como un router de red confiable (Macrotics, 2021).

SLA: Acuerdo de nivel de servicio; documento que especifica las condiciones de un servicio prestado (SYDLE, 2022)

Winbox: Aplicación que usa interfaz gráfica para administrar equipos MikroTik (Sincables, 2022).

MIB: Base de información para gestión; base de datos que permite describir propiedades de cada componente en un dispositivo de red (IBM, 2021).

Ancho de banda: se describe como la máxima cantidad de datos transmitidos en un tiempo determinado, se mide en bit/s o en sus múltiplos k/bits o m/bits por segundo (Flo, 2022).

NMS: Estación de gestión de red; servidor que ejecuta una aplicación de gestión de red (F5 Glossary, 2023).

LACNIC: Registro de Direcciones de Internet de América Latina y Caribe; organización internacional no gubernamental, que administra y asigna recursos de numeración de internet (Lacnic, 2023).

BGP: Protocolo de puerta de enlace exterior; intercambia información entre enrutadores de diferentes sistemas autónomos (Juniper, 2023).

Peering: Intercambio de datos entre redes de Internet (Garcia, 2020).

ASN: Número de Sistema Autónomo (Diario Oficial de la Federación, 2021);

OSPF: Es un enlace de protocolo de enrutamiento de estándar abierto (Biradar, 2020).

VLSM: permite dividir un espacio de red en partes desiguales (Rodríguez Saganome, 2019).

REFERENCIAS

- Vega, V., Quelopana, A., Flores, C., & Munizaga, A. (2018). Guía de Aplicación del Modelo de DeLone y McLean para la Evaluación de Productos de Software. *Revista Ibérica de Sistemas y Tecnologías de Información*(29), 1-16. [https://doi.org/DOI: 10.17013/risti.29.14-29](https://doi.org/DOI:10.17013/risti.29.14-29)
- Airmaxtelecom Soluciones Tecnológicas S.A. (2021). Plus Servicios Tecnológicos. Obtenido de Plus Servicios Tecnológicos: <https://iplus.com.ec/sobre-nosotros/>
- Ardila, E., Espinel Villalobos, R., Zarate Ceballos, H., & Ortiz Triviño, J. (2022). Design and implementation of network monitoring system for campus infrastructure using software agents. <https://doi.org/10.15446/ing.investig.v42n1.87564>
- Báez Cheza, J. E. (2017). Diseño e implementación de un modelo de gestión de red para la red de área local del edificio central de la Universidad Técnica del Norte en base al modelo de gestión OSI con el protocolo SNMP. Diseño e implementación de un modelo de gestión de red para la red de área local del edificio central de la Universidad Técnica del Norte en base al modelo de gestión OSI con el protocolo SNMP.
- Báez, J. (2017). Diseño e implementación de un modelo de gestión de red para la red de área local del edificio central de la Universidad Técnica del Norte en base al modelo de gestión OSI con el protocolo SNMP. Obtenido de Repositorio Digital Universidad Técnica del Norte: <http://repositorio.utn.edu.ec/handle/123456789/7146>
- Basantes , A., Gallegos , M., Guevara , C., Jácome , A., Posso , Á., Quiña, J., & Vaca , C. (2016). Comercio electrónico. Universidad Técnica del Norte.
- Biradar, A. G. (2020). A Comparative Study on Routing Protocols: RIP, OSPF and EIGRP and Their Analysis Using GNS-3. 5th IEEE International Conference on Recent Advances and Innovations in Engineering (ICRAIE), 2.
- Castro, J. (2015). Optimización de la administración en la red de datos de la Universidad Técnica del Norte implementado un sistema de monitoreo de equipos y servicios utilizando software libre. Obtenido de Repositorio Digital Universidad Técnica del Norte: <http://repositorio.utn.edu.ec/handle/123456789/4466>
- CISCO. (2023). CISCO. Obtenido de CISCO: <https://www.cisco.com/c/en/us/solutions/automation/network-topology.html#~faqs>
- Cobo, J. (2017). Proyectos Asir. Obtenido de Proyectos Asir: <https://dit.gonzalonazareno.org/gestiona/proyectos/2017-18/Proyecto-JuanMar%C3%ADaCobo.pdf>
- Desarrollos SIS-Software Profesional. (1 de Octubre de 2021). Desarrollos SIS-Software Profesional. Obtenido de Desarrollos SIS-Software Profesional: <https://informaticasis.com/monitoreo-de-servidores-con-zabbix/>
- Diario Oficial de la Federación. (2021). ACUERDO por el que se emiten las políticas y disposiciones para impulsar el uso y aprovechamiento de la informática, el gobierno. *Diario Oficial de la Federación*, 3.

- Enes, J., Expósito, R., & Touriño, J. (2018). BDWatchdog: Real-time monitoring and profiling of Big Data applications and frameworks. <https://doi.org/10.1016/j.future.2017.12.068>
- F5 Glossary. (2023). F5. Obtenido de F5: [https://www.f5.com/es_es/services/resources/glossary/network-management-station-nms#:~:text=Una%20NMS%20\(estaci%C3%B3n%20de%20gesti%C3%B3n,la%20red%20y%20crear%20informes.](https://www.f5.com/es_es/services/resources/glossary/network-management-station-nms#:~:text=Una%20NMS%20(estaci%C3%B3n%20de%20gesti%C3%B3n,la%20red%20y%20crear%20informes.)
- Fairley, R. (2019). Traditional Process Models for System Development. *Systems Engineering of Software-Enabled Systems*, 109. <https://doi.org/10.1002/9781119535041>
- Flo. (23 de septiembre de 2022). Flo -Networks. Obtenido de Flo -Networks: <https://flo.net/es/que-es-el-ancho-de-banda/>
- Garcia Calvache, R. (27 de marzo de 2020). WebCloud Hosting. Obtenido de WebCloud Hosting: <https://hostingwebcloud.com/que-es-un-isp/>
- Garcia, R. (26 de enero de 2020). Adslzone. Obtenido de Adslzone: <https://www.adslzone.net/reportajes/internet/que-es-peering/>
- Hareesh, R., Senthil Kumar, R., Kalluri R, R., & Bindhumadhava, B. (2022). Critical Infrastructure Asset Discovery and Monitoring for Cyber Security. *Lecture Notes in Electrical Engineering*. https://doi.org/10.1007/978-981-16-9008-2_27
- IBM. (26 de Febrero de 2021). IBM. Obtenido de IBM: <https://www.ibm.com/docs/es/ts4500-tape-library?topic=library-management-information-base-mib-files>
- Imbaquingo , D., PUSDÁ , M., & Jácome , J. (2017). Fundamentos de auditoría informática basada en riesgos. Universidad Técnica del Norte.
- Imbaquingo, D. (2017). Tecnologías aplicadas a la ingeniería. Editora, Facultad de Ciencias en Ingeniería Aplicada.
- Imbaquingo, D., Granda, P., Ortega, C., Guevara, C., & PUSDÁ, M. (2016). Memorias de las I jornadas académicas internacionales. Universidad Técnica del Norte.
- Juniper. (8 de enero de 2023). Juniper. Obtenido de Juniper: <https://www.juniper.net/documentation/mx/es/software/junos/bgp/topics/topic-map/bgp-overview.html>
- Lacnic. (2023). Lacnic. Obtenido de Lacnic: <https://www.lacnic.net/966/1/lacnic/acerca-de-lacnic>
- LACNIC. (2023). LACNIC. Obtenido de MiLACNIC Query: <https://query.milacnic.lacnic.net/search?id=271933%20>
- Macrotics. (25 de agosto de 2021). Macrotics. Obtenido de Macrotics: <https://macrotics.com/mikrotik-routerboard/>
- Mallamas Tituaña, R. A. (2016). Sistema de gestión de red basado en el modelo funcional snmp de la IETF para monitorear los recursos de la red LAN en el edificio de Emapa-i

de la ciudad de Ibarra. Sistema de gestión de red basado en el modelo funcional snmp de la IETF para monitorear los recursos de la red LAN en el edificio de Emapa-i de la ciudad de Ibarra.

- Mardiyono, A., Sholihah, W., & Hakim, F. (2020). Mobile-based Network Monitoring System Using Zabbix and Telegram. *Mobile-based Network Monitoring System Using Zabbix and Telegram*, 3, 1,2. <https://doi.org/10.1109/IC2IE50715.2020.9274582>
- Mardiyono, A., Sholihah, W., & Hakim, F. (2020). Mobile-based Network Monitoring System Using Zabbix and Telegram. *2020 3rd International Conference on Computer and Informatics Engineering, IC2IE 2020*, 473-477. <https://doi.org/10.1109/IC2IE50715.2020.9274582>
- Nina Cuchillo, J., & Nina Cuchillo, E. E. (2021). Análisis de confiabilidad: cálculo del coeficiente alfa de cronbach usando el software SPSS. *Academia accelerating the worlds research*, 2.
- Niu, J., Qiao, L., Yan, H., Li, R., Zhou, B., & Yu, S. (2021). Research and Implementation of Real-Time Monitoring Technology of Space Constellation Network Status. https://doi.org/10.1007/978-3-030-69072-4_35
- Ojo, A. (2017). Validation of the DeLone and McLean Information Systems Success Model. *Health Inform Res.*
- PAESSLER. (2023). PAESSLER. Obtenido de PAESSLER: <https://www.paessler.com/es/it-explained/snmp>
- Peixian, C. S. (2020). Research on cluster monitoring and prediction platform based on zabbix technology. In *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 512, 012155.
- Petruti, C. M. (2018). Automatic Management Solution in Cloud Using NtopNG and Zabbix. *IEEE*, 1-6. <https://doi.org/10.1109/ROEDUNET.2018.8514142>
- Recluit. (23 de diciembre de 2021). Recluit. Obtenido de Recluit: <https://recluit.com/que-es-zabbix/#.Y-gbdnbMJ3Y>
- Rodríguez Saganome, L. E. (2019). Diagnóstico de la red LAN de la empresa Annar Diagnóstica Import S.A.S, en la ciudad de Bogotá basado en la aplicación del estándar CCNA-CISCO. *Repositorio de la Universidad Cooperativa de Colombia*, 17.
- Roquero, P., & Aracil, J. (2021). On Performance and Scalability of Cost-Effective SNMP Managers for Large-Scale Polling. *IEEE Access*. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2021.3049310>
- Ruiz González, I. (14 de febrero de 2022). Shopify. Obtenido de Shopify: <https://www.shopify.com/es/blog/telegram-online>
- RUP Airmaxtelecom Soluciones Tecnológicas S.A. (2023). Registro Único de Proveedores. Ibarra.

- Saavedra, C. (2018). Control de servicios de red y servidores basado en herramientas de administración de red y políticas de gestión de calidad. Obtenido de Repositorio Digital PUCESE: <https://repositorio.pucese.edu.ec/handle/123456789/1463>
- Salcedo, D. A., & Wamputsrik, A. J. (2021). Implementación, administración y monitoreo de una red corporativa simulada en el Laboratorio de Redes Virtual de la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE sede Latacunga mediante un servidor Zabbix. Obtenido de Repositorio Institucional de la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE: <http://repositorio.espe.edu.ec/handle/21000/25941>
- Sensuse, D. I., Dhevanty, V., Rahmasari, E., Permatasari, D., Putra, B. E., Lusa, J. S., . . . Prima, P. (2019). Chatbot Evaluation as Knowledge Application: a Case Study of PT ABC. 2019 11th International Conference on Information Technology and Electrical Engineering (ICITEE), 3.
- Sincables. (22 de septiembre de 2022). sincables. Obtenido de sincables: <https://www.sincables.com.ec/winbox-es-una-aplicacion-de-mikrotik-routeros-que-nos-permite-la-administracion-de-los-equipos-usando-una-interfaz-grafica/#:~:text=Winbox%20es%20una%20aplicaci%C3%B3n%20de,y%C3%ADa%20FTP%2C%20telnet%20y%20SSH.>
- Sinha, Y., Vashishth, S., & Haribabu, K. (2018). Real time monitoring of packet loss in software defined networks. Lecture Notes of the Institute for Computer Sciences, Social-Informatics and Telecommunications Engineering, LNICST. https://doi.org/10.1007/978-3-319-73423-1_14
- Soni H, H., Dabbous, W., Turletti, T., & Asaeda, H. (2017). NFV-based scalable guaranteed-bandwidth multicast service for software defined ISP networks. IEEE Transactions on Network and Service Management. <https://doi.org/10.1109/TNSM.2017.2759167>
- Susuki, K., Matsuoka, M., Suzuki, H., & Naito, K. (2020). Proposal for server integrated management system using zabbix for blockchain-based NTMobile. 2020 IEEE 9th Global Conference on Consumer Electronics, GCCE 2020. <https://doi.org/10.1109/GCCE50665.2020.9291802>
- SYDLE. (12 de Enero de 2022). SYDLE. Obtenido de SYDLE: <https://www.sydle.com/es/blog/sla-61df5481fd217719d3718236/#:~:text=El%20SLA%2C%20Service%20Level%20Agreement,en%20el%20caso%20de%20incumplimiento.>
- Tejada , E., Cruz , J., Uribe , Y., & Rios , J. (2019). Innovación tecnológica: Reflexiones teóricas. Revista Venezolana de Gerencia, 24(85), 3. Obtenido de <https://www.redalyc.org/journal/290/29058864011/html/>
- United Nations. (2022). United Nations. Recuperado el 2022, de United Nations: <https://sdgs.un.org/goals/goal9>
- Xu, X., Chen, Y., & Alcaraz Calero, J. (2017). Distributed decentralized collaborative monitoring architecture for cloud infrastructures. Cluster Computing. <https://doi.org/10.1007/s10586-016-0675-5>

- Zabbix. (2023). Documentación Zabbix . Obtenido de Documentación Zabbix : <https://www.zabbix.com/documentation/current/en/manual/installation/requirements>
- Zhang, J. (2017). Design and implementation of test IP network intelligent monitoring system based on SNMP. Proceedings of 2017 IEEE 2nd Advanced Information Technology, Electronic and Automation Control Conference, IAEAC 2017. <https://doi.org/10.1109/IAEAC.2017.8054392>

ANEXOS

Anexo A. Autorización Institucional



Of. 01035 GE-AIRTEL
Noviembre, 14 de 2022

Ing. MacArthur Ortega
V. COORDINADOR CISIC- CSOFT UTN Ibarra

De mis consideraciones,

A nombre de Airmaxtelecom S.A., me dirijo a usted, de la forma más comedida, para presentarle el saludo cordial, y al mismo tiempo deseables el mejor de los éxitos en las actividades que a diario realizan.

Yo, Carlos Geovanny Almeida Yépez con CI. 1002815106 en calidad de Representante Legal de la empresa Airmaxtelecom Soluciones Tecnológicas S.A. con RUC N° 1091732455001, me permito solicitar se AUTORICE la realización del Trabajo de Grado: Implantación de la herramienta Zabbix de monitoreo para el núcleo de red de la empresa Airmaxtelecom Soluciones Tecnológicas S.A. gratuita y de código abierto, a favor del Sr. CARLOS ANDRÉS BENAVIDES SÁNCHEZ, con CI : 1004134977, estudiante la carrera de INGENIERÍA EN SISTEMAS COMPUTACIONALES, de la Facultad de Ingeniería en Ciencias Aplicadas y se le proporcionará todo en cuanto a normas de Bioseguridad, y el acceso a las instalaciones para el desarrollo de su Trabajo de Grado, con fecha de inicio 14 de noviembre de 2022.

Por su atención, me anticipo en presentarle mis cumplidos agradecimientos y el testimonio de mis consideraciones más distinguidas.

Atentamente,



Geovanny Almeida Yépez
Gerente General
AIRMAXTELECOM SOLUCIONES TECNOLÓGICAS S.A.

Dir.: Av. Teodoro Gómez de la Torre y Calixto Miranda (esq.) Telf.: 06 260 0150 - 06 260 8232 - 099 652 7888
ventas@iplus.com.ec Ibarra - Ecuador

www.iplus.com.ec

Anexo B. Consentimiento informado

Estimada/o usted ha sido invitado a participar en una investigación denominada “IMPLANTACIÓN DE LA HERRAMIENTA ZABBIX DE MONITOREO PARA EL NÚCLEO DE RED DE LA EMPRESA AIRMAXTELECOM SOLUCIONES TECNOLÓGICAS S.A. GRATUITA Y DE CÓDIGO ABIERTO”, la misma que cuenta con el respaldo de la institución y será utilizada con fines académicos.

Consistirá en responder un cuestionario para evaluar la calidad del Software implementado.

La información registrada será confidencial.

No acepto

Acepto

Anexo C. Datos sociodemográficos y Modelo de DeLone - McLean

Instrucciones: El instrumento consta de dos partes, la primera para registro de datos sociodemográficos. La segunda, para medir el éxito de la herramienta implantada mediante el Modelo de DeLone – McLean.

Parte I: Datos sociodemográficos

1. Edad: 20 a 25 años

26 a 30 años

31 a 35 años

Mayor a 40 años

2. Género: Masculino

Femenino

3. Departamento o área en el que labora:

Networking

NOC

Planta Externa

Parte II: Modelo de DeLone y McLean

Instrucciones: indique la calidad del software implantado y si cumple con sus expectativas. En escala del 1 al 3, elija una sola alternativa, según los siguientes valores:

Dimensión	Escala de control		
	Totalmente desacuerdo	en De acuerdo	Totalmente de acuerdo
Calidad del sistema			
4. ¿El sistema es fácil de utilizar?			
5. ¿Me resulta fácil conseguir lo que requiero en el sistema?			
6. ¿El sistema es flexible e interactivo?			
7. ¿Me resultó fácil aprender su uso?			
Calidad de la información			
8. ¿La información que genera el sistema es correcta?			

9. ¿La información generada es útil para el monitoreo?			
10. ¿El sistema genera información de manera oportuna?			
11. ¿La información emitida por el sistema es confiable?			
Calidad del servicio			
12. ¿El sistema cuenta con soporte técnico adecuado?			
13. ¿La infraestructura del sistema es adecuada para el soporte?			
14. ¿El sistema provee información relevante cuando se necesite?			
15. ¿La información proporcionada es completa para el flujo de trabajo?			
Intención de uso			
16. ¿El sistema me permite realizar tareas con mayor rapidez?			
17. ¿El uso del sistema ha mejorado mi rendimiento laboral?			
18. ¿Usar el sistema ha facilitado el trabajo?			
19. ¿Estoy satisfecho con el uso del sistema?			
Satisfacción del usuario			
20. ¿Estoy satisfecho con las funciones del sistema?			
21. ¿El sistema ha facilitado el proceso de trabajo?			
22. ¿Estoy satisfecho usando el sistema?			
Beneficios netos			
23. ¿El sistema disminuyo los tiempos de respuesta ante incidentes?			
24. ¿El sistema aumenta el rendimiento del servicio en la empresa?			
25. ¿El sistema facilita el historial de la información recopilada?			
26. ¿El sistema mejora la comunicación entre los trabajadores?			
27. ¿El sistema contribuye en la toma de decisiones?			

Fuente: Adaptado de "Validation of the DeLone and McLean Information Systems Success Model" (p. 1), Ojo AI, 2017 Healthc Inform Res (Ojo, 2017).

“El arte desafía a la tecnología y la tecnología inspira al arte”

Gracias por su colaboración.

Anexo D. Infraestructura tecnológica

Figura 45

Servidor HP ProLiant ML110 Gen10



Figura 46

Enrutadores del núcleo de la empresa en Data Center



Anexo E. Evidencias de monitoreo con Zabbix y Telegram

Figura 47

Centro de monitoreo de redes en oficina matriz



Figura 48

Gráfica de consumo de ancho de banda de interfaz 10Gbps

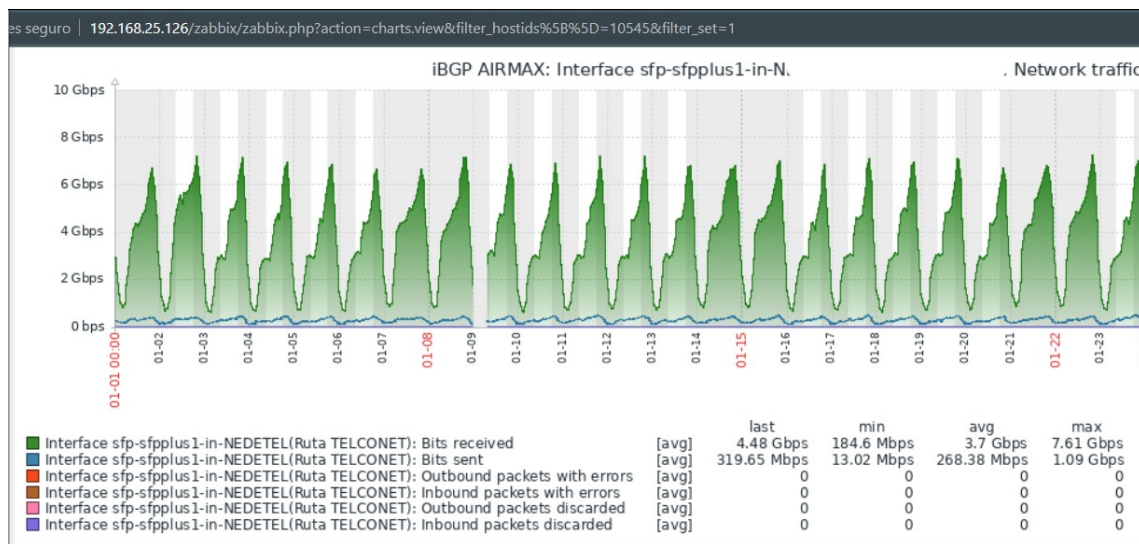


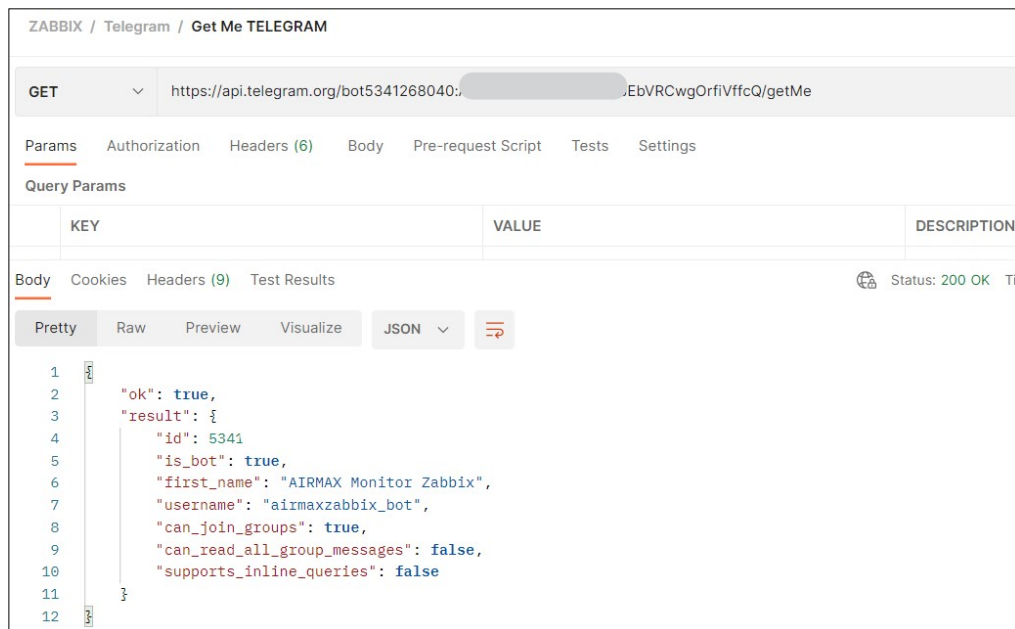
Figura 49

Alertas de eventos enviados a grupo de Telegram



Figura 50

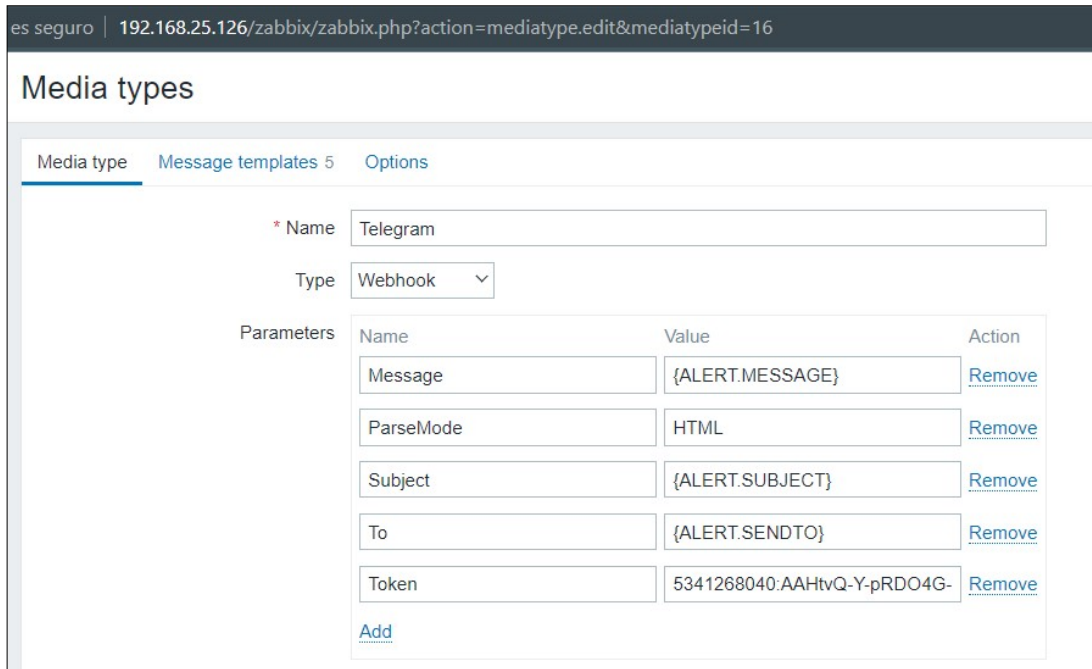
Petición datos a bot con API Token de Telegram



Anexo F. Configuración de Telegram en Zabbix

Figura 51

Configuración de parámetros en Webhook de Zabbix con Token de Telegram



The screenshot shows the Zabbix web interface for configuring a media type. The browser address bar shows the URL: `es seguro | 192.168.25.126/zabbix/zabbix.php?action=mediatype.edit&mediatypeid=16`. The page title is "Media types". There are three tabs: "Media type", "Message templates 5", and "Options". The "Media type" tab is active.

The configuration form includes:

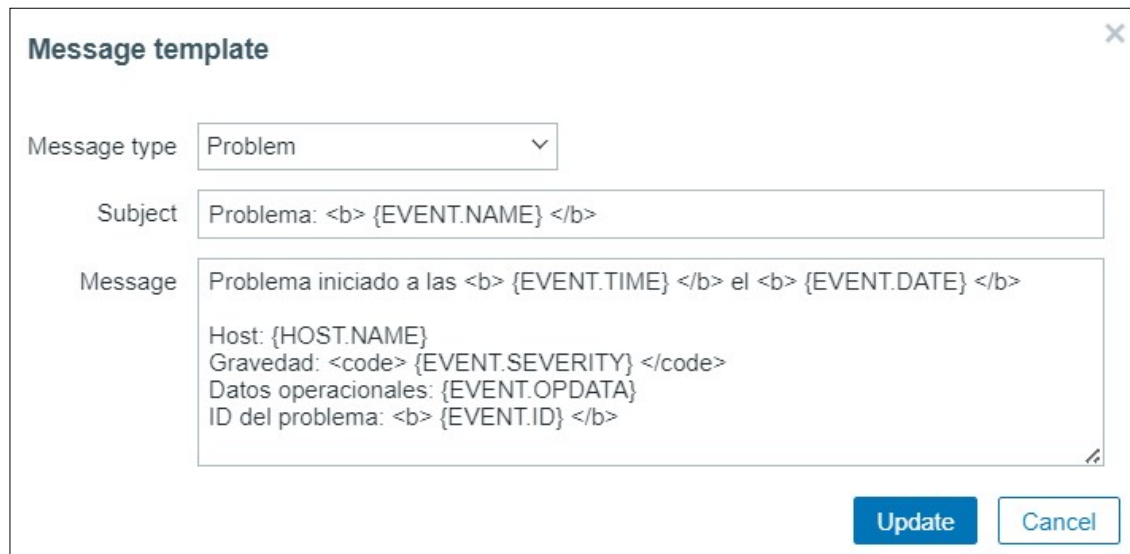
- Name:** Telegram
- Type:** Webhook
- Parameters:** A table with columns for Name, Value, and Action.

Name	Value	Action
Message	{ALERT.MESSAGE}	Remove
ParseMode	HTML	Remove
Subject	{ALERT.SUBJECT}	Remove
To	{ALERT.SENDTO}	Remove
Token	5341268040:AAHtvQ-Y-pRDO4G-	Remove

There is an "Add" link at the bottom left of the parameters table.

Figura 52

Plantilla de mensajes para envío de alertas a Telegram



The screenshot shows the "Message template" configuration dialog. It has a title bar with a close button (X). The dialog contains the following fields:

- Message type:** Problem
- Subject:** Problema: {EVENT.NAME}
- Message:** Problema iniciado a las {EVENT.TIME} el {EVENT.DATE}
Host: {HOST.NAME}
Gravedad: <code> {EVENT.SEVERITY} </code>
Datos operacionales: {EVENT.OPDATA}
ID del problema: {EVENT.ID}

At the bottom right, there are two buttons: "Update" and "Cancel".

Anexo G. Certificado de implantación de Zabbix



Ibarra, 6 de marzo de 2022

AIRMAXTELECOM SOLUCIONES TECNOLÓGICAS S.A.

CERTIFICA

Que el señor Carlos Andrés Benavides Sánchez, con número de cédula 1004134977, realizó la implantación de la herramienta ZABBIX de monitoreo para el núcleo de red de la empresa AIRMAXTELECOM SOLUCIONES TECNOLÓGICAS S.A. gratuita y de código, por consiguiente, la implantación finalizó el día de hoy.

Es todo cuanto puedo certificar en honor a la verdad, pudiendo el interesado hacer uso del presente para los fines que estime pertinentes.

Atentamente



Carlos Geovanny Almeida Y.
GERENTE GENERAL
AIRMAXTELECOM SOLUCIONES TECNOLÓGICAS S.A.

Dir.: Av. Teodoro Gómez de la Torre y Calixto Miranda (esq.) Telf.: 06 260 0150 - 06 260 8232 - 099 652 7888
ventas@iplus.com.ec Ibarra - Ecuador

www.iplus.com.ec