

UNIVERSIDAD CENTRAL

VICERRECTORÍA ACADÉMICA

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE SOLUCIÓN TECNOLÓGICA
PARA LA GESTIÓN Y TRAZABILIDAD DEL
DIRECCIONAMIENTO IPV4 PARA EL ÁREA DE LA RED DE
TRANSPORTE DEL INSTITUTO COSTARRICENSE DE
ELECTRICIDAD

MODALIDAD DE TESIS PARA OPTAR POR EL GRADO ACADÉMICO DE LICENCIATURA EN
INGENIERÍA INFORMÁTICA CON ENFASIS EN GERENCIA INFORMÁTICA

SUSTENTANTE:

PABLO DAVID PEÑA SERRANO

TUTOR:

ING. ENRIQUE ALONSO HERNÁNDEZ GÓMEZ, MGP, PMP

SEDE CENTRAL

NOVIEMBRE, 2024

Tabla de contenido

Tabla de contenido	II
Índice de tablas	IX
Índice de figuras.....	X
Índice de abreviaturas	XIII
Dedicatorias y agradecimientos	XV
Resumen.....	1
Capítulo I: Introducción.....	3
Planteamiento del problema.....	3
Objetivos.....	5
Objetivo general.....	5
Desarrollar una solución tecnológica mediante la utilización del lenguaje Python para el mejoramiento de la eficiencia y gestión del direccionamiento IPv4 de la red de transporte del ICE.	5
Objetivos específicos	5
Justificación del proyecto de investigación	5
Antecedentes de la investigación	7
Antecedentes internacionales.....	7
Referencia 1	7
Referencia 2	8
Referencia 3	10
Antecedentes nacionales	11

Referencia 1	11
Referencia 2	12
Referencia 3	13
Proyecciones	14
Alcances	14
Limitaciones.....	16
Capítulo II: Marco teórico	16
Historia del ICE	16
Principios corporativos	18
Misión	18
Visión	18
Valores.....	19
Integridad	19
Compromiso.....	19
Excelencia.....	19
Software	21
Proceso para el desarrollo de software.....	22
Generalidades.....	22
Actividades del desarrollo de software	23
Planificación	23
Implementación, pruebas y documentación.....	24
Despliegue y mantenimiento.....	24
Modelos de desarrollo de software	25

Modelo de cascada	25
Modelo de espiral.....	26
Desarrollo iterativo e incremental.....	27
Codificación y corrección.....	29
Orientado a la reutilización.....	30
Modelos de mejora de procesos.....	30
ISO 9000.....	30
ISO 15504.....	31
Sistema operativo.....	31
Definición de sistema operativo.....	31
Tipos de sistemas operativos.....	32
Sistema operativo de ambiente gráfico.....	32
Sistema operativo Android.....	32
Sistema operativo Windows.....	33
Sistema operativo Ubuntu.....	33
Ejemplos de sistemas operativos	33
Funciones del sistema operativo	34
Clasificación de los sistemas operativos.....	35
Características del sistema operativo	35
Definición de un software de gestión.....	36
Funciones de un software de gestión	36
Tipos de sistemas de gestión.....	37
Enterprise Resource Planning (ERP).....	37

Customer Relationship Management (CRM)	37
Sistemas de gestión de almacenes (SGA).....	38
Sistemas de gestión documental (SGD).....	38
Sistema inteligencia empresarial (Business Intelligence BI).....	38
Gestión de procesos empresariales (BPM)	39
Definición y explicación del protocolo de Internet versión 4 (IPv4).....	39
Figura 3 <i>Comparación de la máscara de subred y la longitud de prefijo</i>	40
Figura 4 <i>Rango de direcciones públicas y privadas</i>	42
Evaluación de procesos actuales	42
IPAM.....	44
Python	45
Características de Python	45
Amplia biblioteca estándar	45
Comunidad activa y apoyo.....	46
Interpretado y portátil	46
Aplicaciones en diversas áreas.....	46
Código abierto.....	46
IDE Visual Studio Code.....	48
Análisis de flujo de trabajo actual.....	49
Figura 5 <i>Medidas del ERP-SAP</i>	49
Capítulo III: Marco metodológico	51
Enfoque de la investigación	52
Enfoque cuantitativo	53

Enfoque cualitativo	54
Enfoque mixto.....	55
Aplicación del enfoque mixto.....	55
Método de la investigación	56
Las principales variantes de la investigación son las siguientes:.....	56
Investigación descriptiva	57
Fuentes de información.....	58
Tipos de fuentes	59
Variables.....	61
Variables independientes.....	61
Variables dependientes.....	62
1. Identificar las deficiencias en la gestión actual del direccionamiento IPv4, evaluando los procesos y las herramientas utilizadas para la búsqueda de las áreas de mejora... 64	
3. Evaluar las mejores prácticas de desarrollo de software y la gestión del direccionamiento IPv4 para que sean incorporadas en la herramienta por implementarse.	65
Proceso para la recolección de datos	65
Técnicas de recolección de datos.....	66
Entrevista	66
Observación	67
Observación directa	68
Análisis documental.....	69
Instrumentos de recolección de datos	71
Guía de entrevista	72

Guía de observación.....	73
Guía de análisis documental	74
Capítulo IV: Análisis de resultados.....	76
Diagnóstico de la situación actual.....	76
Resultados del cuestionario.....	77
Preguntas abiertas	78
Pregunta 1	78
Pregunta 2	79
Pregunta 3	80
Pregunta 4	81
Pregunta 5	82
Pregunta 6	84
Pregunta 7	86
Pregunta 8	88
Pregunta 9	89
Pregunta 10	91
Preguntas cerradas	92
Pregunta 1	92
Pregunta 2	93
Pregunta 3	94
Pregunta 4	96
Pregunta 5	96
Informe de la configuración, integraciones y pruebas realizadas	97

Conexión de Python con la red de equipos Cisco y Huawei de la nube de transporte	
IP del ICE.....	99
Conexión al servidor y a la red de transporte	102
Esta.....	102
Funcionamiento de un route reflector	102
Los route reflectors consideran tres tipos de relaciones BGP:	103
Ventajas de usar route reflectors	103
Conexión al servidor	105
Capítulo V: Conclusiones y recomendaciones.....	117
Conclusiones	117
Recomendaciones	117
Referencias bibliográficas.....	119
Apéndice A.....	126
Apéndice B.....	128
Apéndice C.....	129

Índice de tablas

Tabla 1 <i>Tabla comparativa entre 5 herramientas de administración de direcciones IP y Python</i>	47
Tabla 2 Descripción de fuentes primarias, secundarias y terciarias	60
Tabla 3 Variables	64
Tabla 4 <i>Análisis documental</i>	70

Índice de figuras

Figura 1 <i>Organización del ICE</i>	19
Figura 2 <i>Organización de la Unidad</i>	20
Figura 3 <i>Comparación de la máscara de subred y la longitud de prefijo</i>	40
Figura 4 <i>Rango de direcciones públicas y privadas</i>	42
Figura 5 <i>Medidas del ERP-SAP</i>	49
Figura 6 <i>Gráfico de la pregunta 1</i>	78
Figura 7 <i>Gráfico de la pregunta 2</i>	80
Figura 8 <i>Gráfico de la pregunta 3</i>	81
Figura 9 <i>Gráfico de la pregunta 4</i>	82
Figura 10 <i>Gráfico de la pregunta 5</i>	83
Figura 11 <i>Gráfico de la pregunta 6</i>	85
Figura 12 <i>Gráfico de la pregunta 7</i>	87
Figura 13 <i>Gráfico de la pregunta 8</i>	89
Figura 14 <i>Gráfico de la pregunta 9</i>	90
Figura 15 <i>Gráfico de la pregunta 10</i>	91
Figura 16 <i>Gráfico de la pregunta 1</i>	93
Figura 17 <i>Gráfico de la pregunta 2</i>	94
Figura 18 <i>Gráfico de la pregunta 3</i>	95

Figura 19 <i>Gráfico de la pregunta 4</i>	96
Figura 20 <i>Gráfico de la pregunta 5</i>	97
Figura 21 <i>Librerías en Python</i>	98
Figura 22 <i>Conexión con la red de transporte</i>	100
Figura 23 <i>Credenciales de acceso a la red de transporte</i>	100
Figura 24 <i>Sesión VPN activa</i>	101
Figura 25 <i>Usuario y contraseña en los equipos de la red de transporte</i>	101
Figura 26 <i>IP Loopback de los route reflector</i>	103
Figura 27 <i>Credenciales en Python para red y servidor</i>	104
Figura 28 <i>Visualización del ingreso de las credenciales en la herramienta</i>	104
Figura 29 <i>Conexión por escritorio remoto</i>	105
Figura 30 <i>Mensaje de advertencia de ingreso al servidor</i>	106
Figura 31 <i>Visualización del servidor</i>	107
Figura 32 <i>Librería Smbprotocol y las clases</i>	108
Figura 33 <i>Función agregar prefijo Excel</i>	109
Figura 34 <i>Interfaz gráfica para el prefijo</i>	110
Figura 35 <i>Variable global</i>	110
Figura 36 <i>Definición de ruta Excel, credenciales SMB, apertura de archivo en forma remota</i> .111	
Figura 37 <i>Consulta IP exacta</i>	112

Figura 38 <i>Visualización de la consulta en el terminal</i>	112
Figura 39 <i>Opción seleccionada 1</i>	113
Figura 40 <i>Filtrado de prefijos</i>	114
Figura 41 <i>Procesamiento de las líneas</i>	115
Figura 42 <i>Topología</i>	116

Índice de abreviaturas

API: Interfaz de programación de aplicaciones

Aviso: Solicitud de viabilidad de ERP-SAP

BI: Inteligencia de negocios

BPM: Gestión de procesos de negocio

BPDC: Banco de Desarrollo Público y Comunitario

CNFL: Compañía Nacional de Fuerza y Luz

CRM: Gestión de relaciones con el cliente

DHCP: Protocolo de configuración dinámica de host

DDoS: Denegación de servicio distribuida

ERP: Planificación de recursos empresariales

GSM: Sistema Global para Comunicaciones Móviles

ICMP: Protocolo de mensajes de control de Internet

IDE: Entorno de desarrollo integrado

IoT: Internet de las cosas

IP: Protocolo de Internet

IPAM: Gestión de direcciones IP

IPv4: Protocolo de Internet versión 4

IPv6: Protocolo de Internet versión 6

ITCR: Tecnológico de Costa Rica

LAN: Red de área local

MGP: Maestría en Medicina General

MPLS: Conmutación de etiquetas multiprotocolo

MS-DOS: Sistema operativo de disco de Microsoft

PMP: Profesional en Gestión de Proyectos

RACSA: Radiográfica Costarricense S.A.

SLA: Acuerdo de nivel de servicio

SGA: Sistema de Gestión de Almacén

SGD: Sistema de Gestión Documental

SNMP: Protocolo simple de administración de red

TDM: Multiplexación por división de tiempo

VoIP: Voz sobre protocolo de Internet

WAN: Red de área amplia

Dedicatorias y agradecimientos

A Dios, primeramente, por darme inspiración y luz para desarrollar las ideas, así como claridad de pensamiento y humildad.

A la familia Peña Serrano y a la familia Arias Quesada, por el apoyo incondicional.

A mi esposa Isaura Guiselle Arias Quesada, principalmente, por creer en mí y por alentarme cada vez que pensaba que no podía.

A nuestro hijo David Eduardo Peña Arias, quien es mi más grande inspiración. ¡Por ti, hijo, lucharé siempre! ¡Te amo!

Resumen

La presente investigación se centra en el diseño e implementación de una solución técnica automatizada para la gestión y trazabilidad de direccionamiento IPv4 en la red de transporte del Instituto Costarricense de Electricidad (ICE). Actualmente, la gestión de direcciones IP en ICE se realiza manualmente a través de hojas de cálculo de Excel compartidas en un SharePoint, lo cual es propenso a errores, genera duplicaciones y carece de una trazabilidad adecuada. Esta situación ha generado la necesidad de herramientas que automaticen y optimicen dichos procesos.

Para abordar este problema, el proyecto consta de cuatro objetivos específicos: Identificar las deficiencias en la gestión actual del direccionamiento IPv4, evaluando los procesos y las herramientas utilizadas para la búsqueda de las áreas de mejora; Examinar los requisitos específicos del Departamento para la Gestión del Direccionamiento IPv4 con el fin de diseñar una herramienta que responda a las necesidades de la gestión de seguimiento del direccionamiento IPv4; Evaluar las mejores prácticas de desarrollo de software y la gestión del direccionamiento IPv4 para que sean incorporadas en la herramienta por implementarse; Implementar la herramienta tecnológica desarrollada con base en los requisitos identificados para su puesta en producción.

En relación con el entorno de producción de ICE, cada objetivo tiene como fin el mejorar la eficiencia operativa y la precisión de la gestión de direcciones IPv4.

El análisis de la situación actual revela varias deficiencias en el proceso manual, las cuales incluyen frecuentes inconsistencias y errores, falta de herramientas adecuadas y documentación insuficiente. Estos problemas afectan la capacidad de respuesta y la eficiencia

operativa de su departamento de redes. Para solucionar esto, se propuso una herramienta automatizada que integra funciones como verificación automática de direcciones, seguimiento en tiempo real y generación de informes detallados.

Desarrollada en Python, la herramienta está diseñada para integrarse con un servidor en la Intranet del ICE, lo cual permite una gestión centralizada y accesible para los colaboradores autorizados. La implementación de esta herramienta pretende reducir los errores de asignación de direcciones IPv4 y proporcionar trazabilidad y control de asignación. Además, se consideraron aspectos importantes de seguridad y medidas de protección de datos.

Capítulo I: Introducción

A continuación, se detallarán todos los insumos correspondientes a aspectos como problema, objetivos, justificación, antecedentes y proyecciones por abarcar en esta investigación.

Planteamiento del problema

El Instituto Costarricense de Electricidad (ICE) enfrenta desafíos de trazabilidad y gestión de direcciones IPv4 en el ámbito de las redes de transporte. La gestión eficaz de las direcciones del protocolo de Internet (IP) es fundamental para garantizar conectividad, seguridad y eficiencia operativa de la red. Sin embargo, los métodos actuales tienen varios problemas que impactan negativamente en la operación y gestión de la red.

Entre los problemas identificados, se encuentran los siguientes: la asignación de direcciones IP se realiza manualmente, lo cual aumenta el riesgo de errores humanos como duplicaciones y asignaciones erróneas. Estos errores pueden afectar la disponibilidad y estabilidad de la red al causar conflictos de IP, pérdida de conexiones y dificultades para diagnosticar problemas. No hay visibilidad completa y en tiempo real del estado de la dirección IP de toda la red.

Asimismo, la falta de control centralizado dificulta la gestión y el monitoreo eficientes, además de que la respuesta rápida a los incidentes es imposible y los planes de expansión de la red se vuelven complicados. Asimismo, el seguimiento y registro histórico de las direcciones IP asignadas no se realizan en una forma metódica.

Del mismo modo, la falta de trazabilidad complica la auditoría y el análisis forense en caso de un incidente de seguridad o un problema de red, y limita la capacidad de identificar la causa raíz del problema. Las soluciones actuales no están diseñadas para escalar fácilmente a

medida en que las redes crecen y se agregan nuevos dispositivos. En dicha situación, la gestión manual se vuelve insostenible, lo cual afecta la eficiencia operativa y capacidad de mantener un servicio de alta calidad.

La causa del problema puede ser que la falta de herramientas automatizadas y sistemas de gestión integrados obliga a los empleados a depender de procesos manuales, lo que aumenta la probabilidad de errores. La información relacionada con las direcciones IP se distribuye en múltiples sistemas y registros, y dificulta una gestión coherente y centralizada. Sin estándares y procedimientos bien definidos para la asignación y gestión de direcciones IP, la calidad y coherencia de los datos variarán.

Es posible que los empleados no tengan suficiente capacitación sobre las mejores prácticas para la gestión de direcciones IP y los recursos disponibles pueden ser insuficientes para implementar soluciones avanzadas. Actualmente, la gestión de direcciones IP en el ICE se logra a través de registros manuales, hojas de cálculo y sistemas independientes que no se integran entre sí. Las direcciones IP se asignan según la necesidad inmediata sin un seguimiento centralizado ni registro histórico sólido.

Es necesario aclarar que los administradores de red confían en su experiencia y conocimiento del sistema para prevenir conflictos y solucionar problemas. Esto no siempre es efectivo y puede resultar en tiempos de resolución prolongados y una mayor probabilidad de error. El método actual de administrar direcciones IPv4 en ICE presenta varios desafíos que impactan la efectividad, eficiencia y confiabilidad de la red.

La asignación manual y la falta de visibilidad centralizada reducen la trazabilidad y escalabilidad de la red. Este es un tema importante que debe abordarse para mejorar la

operatividad de la red. Por ende, identificar y comprender estos problemas es esencial para desarrollar estrategias y soluciones para gestionar el direccionamiento IP de manera más eficiente y efectiva.

Objetivos

Objetivo general

Desarrollar una solución tecnológica mediante la utilización del lenguaje Python para el mejoramiento de la eficiencia y gestión del direccionamiento IPv4 de la red de transporte del ICE.

Objetivos específicos

1. Identificar las deficiencias en la gestión actual del direccionamiento IPv4, evaluando los procesos y las herramientas utilizadas para la búsqueda de las áreas de mejora.
2. Examinar los requisitos específicos del Departamento para la Gestión del Direccionamiento IPv4 con el fin de diseñar una herramienta que responda a las necesidades de la gestión de seguimiento del direccionamiento IPv4.
3. Evaluar las mejores prácticas de desarrollo de software y la gestión del direccionamiento IPv4 para que sean incorporadas en la herramienta por implementarse.
4. Implementar la herramienta tecnológica desarrollada con base en los requisitos identificados para su puesta en producción.

Justificación del proyecto de investigación

El ICE es cada vez más complejo en la gestión de redes de transporte, especialmente en lo referente a la gestión de direccionamiento IPv4. En este contexto, los principales requisitos del ICE son los siguientes: las organizaciones necesitan mejorar la eficiencia operativa de la gestión de direcciones IP para reducir el tiempo y los recursos dedicados a estas tareas. La gestión manual consume una cantidad significativa de recursos humanos y es propensa a errores.

Asimismo, se necesita visibilidad completa y en tiempo real del estado de las direcciones IP asignadas y disponibles en su red, lo cual permite un control más efectivo y una respuesta más rápida ante cualquier incidencia. A medida en que la infraestructura de red continúa creciendo, el ICE requiere una solución que pueda escalarse fácilmente para manejar más dispositivos y direcciones IP sin comprometer la eficiencia o la seguridad.

El área de la red de transporte del ICE tiene requerimientos específicos que deben ser atendidos para garantizar la operación y seguridad de la red. Por tanto, existe una gran necesidad de automatizar la asignación y gestión de direcciones IP para minimizar el error humano y liberar recursos para tareas más estratégicas. Es importante que la solución propuesta se integre perfectamente con los sistemas actuales de monitoreo y administración de redes para evitar redundancia o incompatibilidad.

La capacidad de monitorear el estado de la red y el uso de la dirección IP en tiempo real es fundamental para prevenir y resolver problemas rápidamente. En ese sentido, la gestión de direcciones IP debe cumplir con las políticas internas de seguridad para que todas las asignaciones y cambios puedan auditarse y rastrearse. Ciertas áreas donde se implementará el software enfrentan varios desafíos inmediatos que afectan el rendimiento y la eficiencia, como la asignación manual de direcciones IP. A menudo, dicha situación conduce a errores como la duplicación de direcciones y asignaciones incorrectas, lo cual provoca fallas y desconexiones de la red.

La falta de un sistema sólido para rastrear y auditar el historial de asignaciones de IP complica la identificación de la causa raíz de los problemas y la realización de auditorías de seguridad. La información sobre las direcciones IPv4 se distribuye entre varios sistemas y

registros, por tanto, se dificulta una gestión centralizada y coherente. Esto da como resultado una falta de visibilidad global del estado de la red.

Sin herramientas de monitoreo automatizadas en tiempo real, la identificación y resolución de problemas de red se retrasa y afecta la disponibilidad del servicio y la satisfacción del usuario final. Los requisitos de ICE y las necesidades específicas del dominio de la red de transporte resaltan la urgente necesidad de mejorar la eficiencia, visibilidad, escalabilidad y seguridad de la gestión de direcciones IPv4.

Los problemas inmediatos, como la mala asignación de direcciones IP, la falta de trazabilidad y la gestión fragmentada, requieren una solución sólida y centralizada que aborde eficazmente estos problemas.

Antecedentes de la investigación

Se han realizado numerosos estudios sobre la implementación de soluciones tecnológicas para la gestión de direcciones IP a nivel nacional e internacional. Estos estudios demostraron mejoras significativas en la eficiencia operativa y precisión de la gestión de la red. A continuación, se muestran algunos estudios relevantes relacionados con la gestión de direcciones IP.

Antecedentes internacionales

Referencia 1

Un primer trabajo corresponde a Ramírez, Guzmán y Beltrán (2015), quienes realizaron la propuesta denominada: “Diseño de la transición del protocolo ipv4 hacia ipv6 en la Agencia Colombiana para la Reintegración (ACR) con base en consideraciones de seguridad en implementación de ipv6”. Este trabajo se centró en que la tecnología de red actual basada en

IPv4 ha alcanzado su límite en términos de direcciones IP disponibles. Por consiguiente, se hace necesaria la adopción de un nuevo protocolo de conectividad IPv6.

Las entidades públicas colombianas, incluida la Agencia Colombiana para la Reintegración (ACR), están obligadas a seguir este proceso de transición. La ACR tiene como objetivo mantenerse a la vanguardia tecnológica implementando IPv6 para mejorar la seguridad, velocidad y fiabilidad de sus servicios. Este proyecto no solo aborda las necesidades de la ACR, sino que también sirve como una guía práctica para otras entidades que enfrentan la misma transición.

El análisis del problema en Colombia y la investigación del ICE tienen en común la necesidad urgente de modernizar la gestión del direccionamiento IP debido a la saturación de IPv4 y la introducción de IPv6. Ambos casos requieren soluciones tecnológicas avanzadas para gestionar las direcciones IP de manera eficiente, segura y conforme a los estándares internacionales, además de preparar la infraestructura para futuras transiciones tecnológicas. Esta conexión fortalece el argumento para diseñar e implementar soluciones fuertes en la gestión de direcciones IP, con un enfoque que considere tanto IPv4 como IPv6 (Ramírez, et al., 2015).

Referencia 2

Otra investigación es realizada por Cruz Valencia en la revista *Seguridad cultural de prevención para TI*. En esta investigación, se abordan el hacktivismo y DDoS: tendencias actuales de ataque. El hacktivismo es un término que fusiona "hacker" y "activismo". En ese sentido, la creciente facilidad para acceder y manipular información plantea retos importantes

para la seguridad, situando al hacktivismo en un área gris entre la protesta legítima y la actividad delictiva.

Un ataque de denegación de servicio distribuido (DDoS) es cuando un sitio web, por ejemplo, puede manejar solo un número limitado de usuarios simultáneamente. Si recibe más solicitudes de las que puede gestionar, el servicio se bloquea, lo cual impide el acceso a todos. La discusión sobre el hacktivismo como delito o forma de comunicación ciudadana se relaciona con el tema denominado: "Diseño e implementación de solución tecnológica para la gestión y trazabilidad del direccionamiento IPv4 para el Área de la Red de Transporte del ICE" al abordar los desafíos de seguridad y gestión en entornos tecnológicos avanzados.

Los ataques DDoS destacan la importancia de gestionar adecuadamente el direccionamiento IPv4 para prevenir interrupciones y garantizar una red segura y eficiente; por ende, la gestión y trazabilidad del direccionamiento son cruciales para mantener la disponibilidad y el rendimiento de la red. Al enviar una cantidad excesiva de solicitudes, un ataque DDoS puede explotar las limitaciones del direccionamiento IPv4, causando interrupciones significativas en los servicios de red.

Este tipo de ataque subraya la necesidad de soluciones tecnológicas avanzadas para gestionar y monitorear las direcciones IP de manera efectiva, asegurando que los recursos de red estén protegidos y que el servicio permanezca accesible a los usuarios legítimos. Implementar una solución tecnológica que permita la gestión y trazabilidad del direccionamiento IPv4 no solo optimiza la eficiencia operativa del Área de la Red de Transporte del ICE, sino que también fortalece la red contra posibles ataques DDoS.

Al tener un control preciso y una visibilidad clara sobre el uso de direcciones IP, la organización puede detectar y mitigar rápidamente intentos de ataques, manteniendo la integridad y disponibilidad del servicio (Alcca, 2018).

Referencia 3

La investigación realizada por Sabal (2007) y nombrada: “Diseño e implementación de un sistema para el control, supervisión y gestión de redes basadas en el protocolo ipv4” se centró en desarrollar una aplicación cuya base fuera el Protocolo Simple de Gestión de Redes (SNMP). Tras estudios teóricos y de mercado, se eligió Visual Basic 6.0 sobre Windows como plataforma de desarrollo. El sistema se diseñó en dos fases principales: implementación de funcionalidades de supervisión mediante SNMP y desarrollo de un control remoto para la programación de tablas de ruta.

El prototipo incluyó reportes de fallas en tiempo real y fue probado en una red TCP/IP de 10 estaciones, por tanto, demostró su eficacia a través de diversos casos de uso. En este caso, ambos proyectos comparten el objetivo de mejorar la supervisión y gestión eficiente de redes de telecomunicaciones basadas en IPv4, empleando herramientas y protocolos de gestión de redes.

El análisis técnico realizado para determinar la plataforma de desarrollo y las características innovadoras del sistema, como programación remota de tablas de ruta y funcionalidad de reportes de falla en tiempo real, proporciona una base metodológica que puede aplicarse en el diseño de una solución tecnológica para la gestión del direccionamiento IPv4.

Estos proyectos comparten objetivos y metodologías similares, lo cual provoca que los hallazgos y desarrollos del proyecto de gestión de redes basadas en IPv4 puedan ser adaptados y utilizados para mejorar la gestión y trazabilidad del direccionamiento IPv4 en el ICE a partir del

diseño e implementación de un sistema para el control, supervisión y gestión de redes basadas en el protocolo IPv4 (Sabal, 2007).

Antecedentes nacionales

Referencia 1

La investigación realizada por Rocha (2019) propuso como tema: “Aprovechamiento de tecnologías basadas en Internet de las Cosas y su relación con el agotamiento de protocolos IPv4 en la zona de San Carlos hasta el año 2019”. En este trabajo, se enfatizó que el Internet de las Cosas (IoT) surge de avances tecnológicos que conectan diversos dispositivos a Internet. Por tanto, se forma una red global para facilitar la comunicación entre objetos sin importar tamaño ni estructura, lo cual es crucial para organizaciones.

En el ámbito empresarial, la integración de IoT con Big Data maximiza la producción, la trazabilidad de productos y clientes, y optimiza estrategias de mercado, por lo cual representa una oportunidad significativa para mejorar eficiencias y obtener ventajas competitivas en la zona de San Carlos.

El Internet de las Cosas (IoT) se relaciona directamente con el proyecto en curso, pues la relación entre el desarrollo tecnológico, especialmente la Internet de las Cosas (IoT), y el diseño e implementación de soluciones para la gestión y trazabilidad del direccionamiento IPv4 en el área de la Red de Transporte del ICE es muy trascendental. El avance tecnológico impulsa la necesidad de invertir en soluciones que potencien las actividades humanas, como la eficiente gestión de direcciones IP, por tanto, se reducen costos y se mejora la conectividad mediante el uso de plataformas en la nube.

El IoT facilita la interconexión de dispositivos, lo cual es esencial para la integración y comunicación efectiva en redes como las del ICE, mientras que la incorporación de Big Data optimiza la producción y la trazabilidad. Este enfoque no solo busca mejorar las operaciones de red, sino también prepararse para futuros desafíos tecnológicos, como la transición a IPv6. Ello asegura una gestión eficaz y avanzada en el contexto específico de la organización (Rocha, 2019).

Referencia 2

Como antecedente trascendental, se encuentra la investigación realizada por Sánchez Mora (2006), quien propuso el tema: “Ampliación de funcionalidad de la herramienta de monitoreo de redes IP del Banco Popular y de Desarrollo Comunal usando Simple Network Management Protocol (SNMP) e Internet Control Message Protocol (ICMP) Fase II”.

Este proyecto se desarrolló en el Subproceso de Administración y Operación de Redes (SAOR) del Banco Popular y de Desarrollo Comunal (BPDC), donde se está llevando a cabo la ampliación de su sistema de monitoreo de redes, originalmente desarrollado hace dos años por practicantes del Tecnológico de Costa Rica (ITCR). El sistema actual utiliza ICMP y SNMP v1 para supervisar los enlaces entre sucursales y oficinas centrales en San José, aunque esta versión de SNMP ha quedado obsoleta a nivel global.

La segunda fase del proyecto ha implicado una reestructuración completa, incluyendo la actualización del motor de base de datos para mayor flexibilidad y confiabilidad, así como la incorporación del protocolo SNMP v3 para mejor seguridad y funcionalidad. Esta nueva versión conserva lo mejor de la primera fase, sin embargo, se mejora aspectos como interactividad, capacidad informativa y adaptabilidad, mientras se refuerzan las políticas de seguridad.

La ampliación del sistema de monitoreo de redes del Subproceso de Administración y Operación de Redes (SAOR) del Banco Popular y de Desarrollo Comunal (BPDC) se relaciona directamente con el diseño e implementación de una solución tecnológica para la gestión y trazabilidad del direccionamiento IPv4 en la Red de Transporte del ICE.

Ambos proyectos destacan la necesidad de modernizar y actualizar los sistemas para asegurar eficiencia y seguridad, implementar soluciones flexibles y confiables, y llevar a cabo un análisis continuo para optimizar el funcionamiento y adaptarse a nuevos desafíos tecnológicos. Además, subrayan la importancia de la seguridad y configurabilidad de los sistemas, así como la capacitación del personal para el mantenimiento y operación, garantizando así que los sistemas tecnológicos permanezcan eficientes y actualizados (Sánchez Mora, 2006).

Referencia 3

Un tercer trabajo corresponde a Peña Hernández (2001), quien realizó la investigación denominada: “Análisis para el desarrollo y uso de plataforma de supervisión y administración de redes LAN y WAN”. La investigación se realizó teniendo en cuenta que las redes empresariales crecen y los administradores de redes enfrentan retos significativos en el mantenimiento, rendimiento y disponibilidad, especialmente con la implementación de aplicaciones como VoIP y vídeo en tiempo real, los cuales requieren distintos niveles de servicio.

A menudo, los administradores gastan mucho tiempo identificando problemas de rendimiento en lugar de resolverlos, lo cual hace necesario un enfoque proactivo en la administración de redes. En ese sentido, herramientas que permitan medir tiempos de respuesta, determinar la disponibilidad de dispositivos, analizar patrones de rendimiento y generar informes son esenciales para identificar y solucionar problemas antes de que afecten a los usuarios. Este

documento sirve como guía para los administradores de redes que usan productos Cisco, presentando la estrategia de Cisco Systems para el soporte y mantenimiento proactivo de sus equipos.

La relación de los proyectos radica en que ambos destacan la importancia de actualizar y modernizar sistemas tecnológicos obsoletos para mejorar la eficiencia y seguridad, como la actualización del SNMP v1 a v3 en el BPDC y la gestión de direcciones IPv4 en el ICE. La implementación de un nuevo motor de base de datos en el BPDC para mayor flexibilidad y confiabilidad se refleja en la necesidad del ICE de contar con soluciones tecnológicas robustas y adaptables.

Asimismo, ambos casos enfatizan la importancia de realizar un análisis continuo de fortalezas y debilidades, la incorporación de mejores políticas de seguridad y la capacitación del personal para el mantenimiento y operación del sistema. Por último, la actualización tecnológica, el análisis proactivo y la capacitación son elementos comunes esenciales en ambos contextos para asegurar una gestión eficiente y segura de las redes (Peña, 2001).

Proyecciones

A continuación, se presentarán las proyecciones del proyecto, las cuales son organizadas en dos secciones: alcances y limitaciones.

Alcances

El primer objetivo referente a identificar deficiencias en la gestión actual del direccionamiento IPv4 implica realizar un inventario detallado y una evaluación de las herramientas y métodos actualmente en uso. Al respecto, se realizaron entrevistas y encuestas con personal técnico para comprender los procedimientos actuales y documentar cada paso del

proceso de gestión de direcciones IPv4. Asimismo, se analizaron datos cualitativos y cuantitativos para identificar y categorizar brechas claves y áreas problemáticas.

Este análisis permitirá desarrollar un informe técnico integral que detalla las causas fundamentales de las debilidades e ineficiencias en su sistema actual y proporciona una base sólida para diseñar soluciones mejoradas. Para tener en cuenta los requisitos del departamento, se crea un diseño detallado que incluye la estructura de la herramienta, especificaciones técnicas y funcionales que abordan los requisitos del departamento.

Cuando se trata de desarrollar soluciones técnicas para automatizar el proceso de gestión de direcciones IPv4, no se incluye la gestión de direcciones IPv6. Por ende, se crea un programa que implementa la funcionalidad definida en el diseño y el código fuente se coloca en un repositorio compartido (share point) donde todos los colaboradores con acceso pueden observar el software desarrollado junto con instrucciones detalladas para instalar y usar el software. Es necesario aclarar que no se proporciona ninguna guía de usuario sobre el manejo de herramientas ni capacitación formal sobre el uso del software.

Del mismo modo, no se realiza ninguna gestión presupuestaria para este estudio. El proyecto se lleva a cabo utilizando los recursos existentes sin incurrir en costos adicionales significativos. Se centra en la lógica y en los algoritmos necesarios para optimizar el direccionamiento IPv4 bajo un modelo escalable que permita la conectividad o integración con otras bases de datos o sistemas. La herramienta se implementa y se ejecuta en un entorno de producción ICE para garantizar el funcionamiento adecuado y el informe detalla la configuración y las integraciones realizadas y también incluye un informe de las pruebas realizadas para garantizar la funcionalidad de la herramienta.

Limitaciones

La identificación de deficiencias en la gestión de direccionamiento IPv4 puede verse limitada por el acceso limitado a información completa y detallada debido a la confidencialidad de datos específicos o procedimientos internos. Además, la disponibilidad de personal técnico para participar en entrevistas y proporcionar datos puede ser limitada, lo cual puede afectar la recopilación de información.

Considerando lo anterior, garantizar la total interoperabilidad con los sistemas existentes puede ser un desafío técnico importante. Puede haber resistencia al cambio, lo que también puede limitar la adopción de nuevas tecnologías por parte de los empleados. Definir y medir métricas apropiadas para evaluar el impacto de las soluciones implementadas puede ser un proceso complejo que requiere herramientas adicionales y metodologías específicas.

Además, una evaluación de impacto completa puede llevar mucho tiempo para obtener datos significativos, lo que puede retrasar la identificación del problema y los ajustes necesarios.

Capítulo II: Marco teórico

Historia del ICE

El ICE fue creado por el Decreto - Ley No.449 del 8 de abril de 1949. En 1963, dado su éxito en la electrificación, se le asigna el desarrollo de las telecomunicaciones. En el 2008, se formaliza el Grupo ICE integrado por el ICE, la CNFL y RACSA mediante la Ley No.8660. Dado su éxito en la electrificación del país, en 1963, se le confirió un nuevo objetivo: el desarrollo y la operación de las telecomunicaciones del país.

Tres años después, se instalaron las primeras centrales telefónicas automáticas. A partir de entonces, las telecomunicaciones iniciaron un acelerado desarrollo, de manera principal a través de la masificación de la telefonía fija y pública, y más recientemente, la telefonía móvil y el Internet. A partir de la década de 1960, evolucionó como un grupo de empresas estatales integrado por ICE, Radiográfica Costarricense (RACSA) y Compañía Nacional de Fuerza y Luz (CNFL).

El éxito en la electrificación propició que, en 1963, el Estado le asignara la responsabilidad histórica de convertir las telecomunicaciones del país (en ese momento, las más atrasadas de Centroamérica) en una verdadera herramienta de crecimiento económico, social y tecnológico. A partir de entonces, el ICE instaló 24 centrales telefónicas automáticas y más de 34.200 líneas telefónicas (la primera en 1966, en Escazú, con una capacidad de 1000 líneas).

En la década de 1970, avanzó vertiginosamente en esta materia. A nivel internacional, por ejemplo, con la Red Centroamericana de Microondas y, más adelante, con el Sistema de Marcación Directa de Abonado (MIDA), con lo cual el cliente podría marcar directamente a otros países. De esta manera, mientras que, en esta década, se contaba con apenas una línea de telefonía fija por cada 100 habitantes, a finales de 2008 este indicador fue de 34 líneas por cada 100, el cual representa uno de los índices más altos en Latinoamérica. Para entonces, también contaba con una red de 22.000 teléfonos públicos en todo el país.

La década de 1980 trajo consigo cambios en las centrales telefónicas, pues se pasó de analógicas a digitales. Esta modernización permitió mayor rapidez en las comunicaciones y nuevos servicios, como correo de voz, llamada en espera, desviación de llamadas y teléfono despertador. La telefonía celular llegó, con tecnología analógica, en 1994. Al poco tiempo,

debido a la alta demanda del mercado, pasó a la TDM y GSM. Ese mismo año, la numeración telefónica pasó de 6 a 7 dígitos y, en 2008, a 8 dígitos.

A partir de 2009, el ICE amplió su cartera de servicios con la tecnología móvil 3G (UMTS), plataformas para IPTV y VoIP (televisión y voz sobre el protocolo de Internet), que le permiten incursionar como un operador Triple Play, es decir, envío instantáneo de voz, datos y video. En la actualidad, el ICE es el operador dominante del mercado celular a partir de su marca Kölbi, y cuenta con una robusta red de fibra óptica y de cables submarinos que permiten la conectividad de alta calidad con el mundo (ICE, 2021).

Principios corporativos

Seguidamente, se evidencian la misión, la visión y los valores del Grupo ICE a partir de lo cual se alinean los negocios y las empresas que integran el conglomerado. La CNFL y RACSA tienen sus propios principios empresariales que guían su operación, pero siempre bajo “la sombrilla” de estos.

Misión

Brindar energía, conectividad y servicios digitales, seguros y sostenibles a los habitantes de Costa Rica.

Visión

El Grupo ICE liderará la electrificación renovable de la economía y proveerá al país de un ecosistema seguro de telecomunicaciones digitales de última generación.

Valores**Integridad**

Ser coherente entre lo que se dice y lo que se hace, de forma tal que se evidencien conductas de confianza, transparencia, honradez, rectitud y respeto orientadas al desarrollo de las personas.

Compromiso

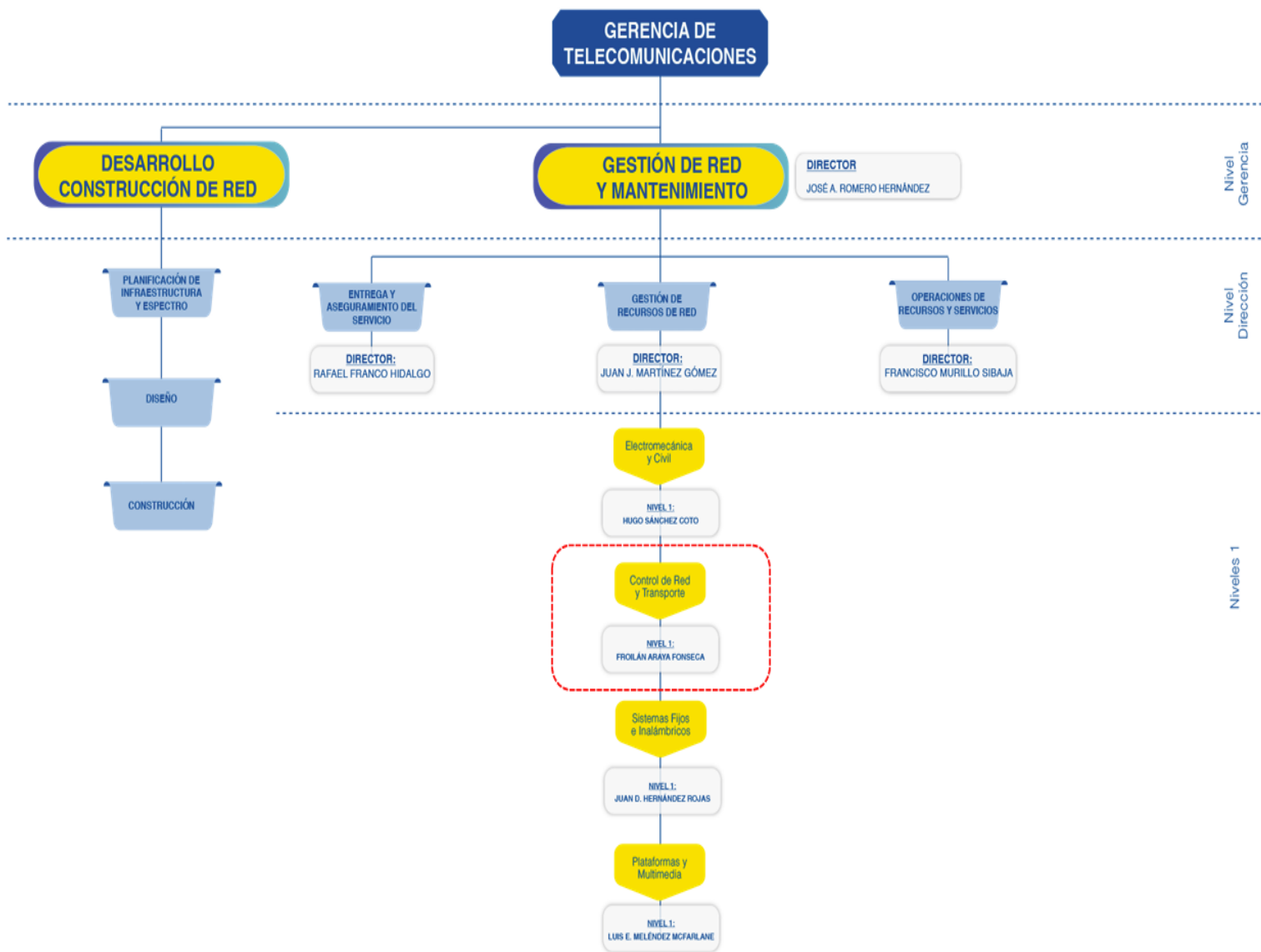
Sentir orgullo de trabajar y ser parte del Grupo ICE en la medida en que se genera valor desde cada puesto de trabajo y se contribuye con el desarrollo de la organización, conscientes de la importancia del servicio brindado al país.

Excelencia

Buscar permanentemente resultados extraordinarios que impacten los objetivos y las metas del Grupo ICE mediante aspectos como innovación, mejora continua, ambientes colaborativos y metodologías ágiles, los cuales promuevan una cultura de rendición de cuentas, así como el desarrollo del potencial humano (ICE, 2023).

Figura 1

Organización del ICE



Nota: ICE, 2023

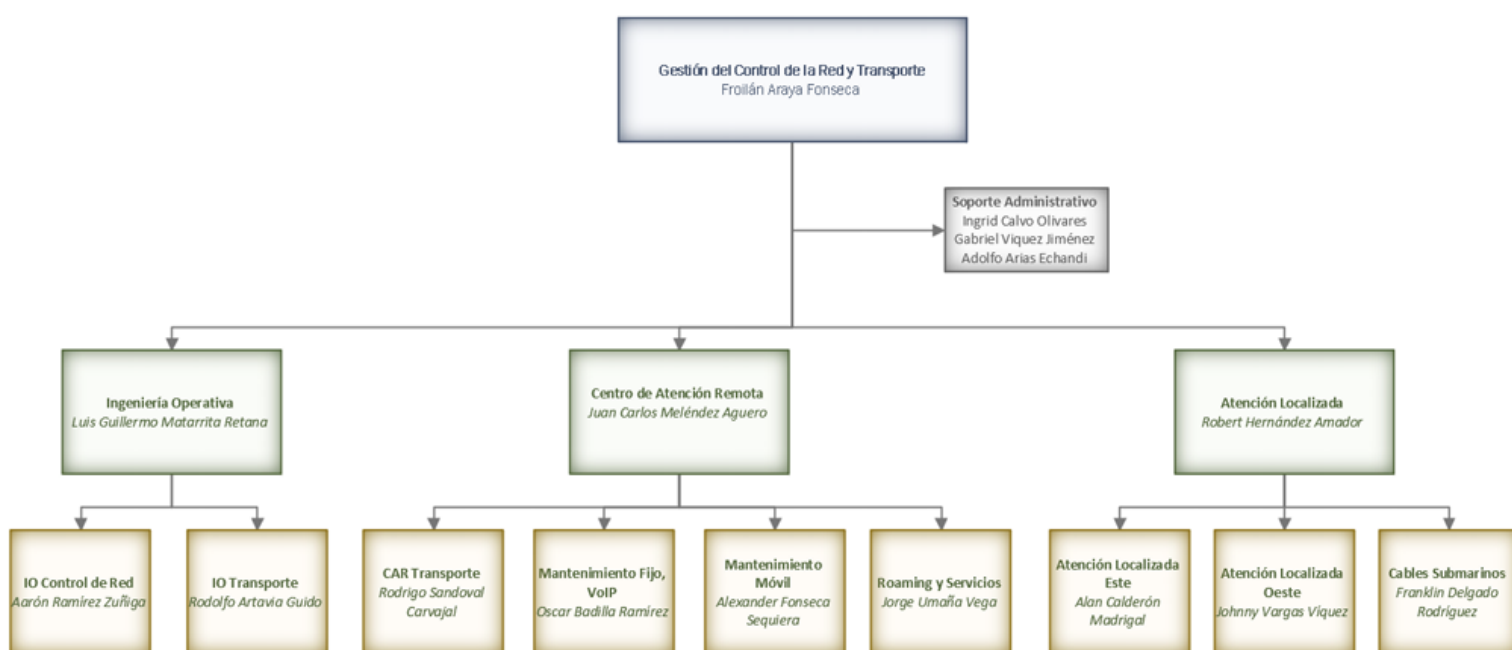
. Como se puede observar en la

Figura 1

Organización del ICE, el área donde se va a realizar el proyecto de investigación corresponde al Área de Gestión Recursos de la Red y al Subproceso de Control de Red y Transporte.

Figura 2

Organización de la Unidad



Nota: ICE, 2023

Como se puede observar en la **Figura 2**

Organización de la Unidad, se evidencia la subdivisión del subproceso de Gestión del Control de la Red de Transporte.

Software

Se conoce como software logicial o soporte lógico al sistema formal de un sistema informático, el cual comprende el conjunto de los componentes lógicos necesarios que hace

posible la realización de tareas específicas, en contraposición con los componentes físicos llamados hardware. La interacción entre software y hardware hace operativo un ordenador (u otro dispositivo), es decir, el software envía instrucciones ejecutadas por el hardware, lo cual hace posible su funcionamiento.

Los componentes lógicos incluyen, entre muchos otros, las aplicaciones informáticas, tales como el procesador de texto, el cual le permite al usuario el realizar todas las tareas concernientes a la edición de textos, es decir, el llamado software de sistema, tal como el sistema operativo, que básicamente permite al resto de los programas funcionar adecuadamente, facilitando también la interacción entre los componentes físicos y el resto de las aplicaciones, y proporcionando una interfaz con el usuario (Pressman, 2003).

Proceso para el desarrollo de software

El proceso para el desarrollo de software, también denominado ciclo de vida del desarrollo de software es una estructura aplicada al desarrollo de un producto de software. Hay varios modelos a seguir para el establecimiento de un proceso para el desarrollo de software, cada uno de los cuales describe un enfoque diferente para diferentes actividades que tienen lugar durante el proceso. Algunos autores consideran un modelo de ciclo de vida un término más general que un determinado proceso para el desarrollo de software. Por ejemplo, hay varios procesos de desarrollo de software específicos que se ajustan a un modelo de ciclo de vida de espiral (Suryanarayana, et al., 2015).

Generalidades

La gran cantidad de organizaciones de desarrollo de software implementan metodologías para el proceso de desarrollo. Muchas de estas organizaciones pertenecen a la industria

armamentística, la cual, en los Estados Unidos, necesita un certificado basado en su modelo de procesos para obtener un contrato. El estándar internacional regulatorios del método de selección, implementación y monitoreo del ciclo de vida del software es ISO 12207.

Durante décadas, se ha perseguido la meta de encontrar procesos reproducibles y predecibles que mejoren la productividad y la calidad. Algunas de estas soluciones intentan sistematizar o formalizar la aparentemente desorganizada tarea de desarrollar software. Otros aplican técnicas de gestión de proyectos para la creación del software. Sin una gestión del proyecto, los proyectos de software corren el riesgo de demorarse o consumir un presupuesto mayor que el planeado.

Dada la cantidad de proyectos de software que no cumplen sus metas en términos de funcionalidad, costes o tiempo de entrega, una gestión de proyectos efectiva es algo imprescindible. Algunas organizaciones crean un grupo propio (Software Engineering Process Group, abreviado SEPG) encargado de mejorar los procesos para el desarrollo de software en la organización.

Actividades del desarrollo de software

La gestión de proyectos y las prácticas de integración continua son fundamentales para mantener la calidad y eficiencia durante el proceso de desarrollo de software. Dentro de sus actividades más importantes, se encuentran la planificación y el análisis de requisitos hasta aspectos como diseño, implementación, prueba y mantenimiento de aplicaciones. Cada fase es relevante para asegurar que el producto final cumpla con las expectativas del usuario y funcione correctamente.

Planificación

La importante tarea a la hora de crear un producto de software es obtener los requisitos o el análisis de los requisitos. Los clientes suelen tener una idea más bien abstracta del resultado final, pero no sobre las funciones que debería cumplir el software. Una vez que se hayan recopilado los requisitos del cliente, se debe realizar un análisis del ámbito del desarrollo. Este documento se conoce como especificación funcional.

La planificación representa el paso previo a iniciar cualquier proyecto de desarrollo y, sin dudas, es el más importante. En este, se definen requerimientos y funcionalidades que debe tener el software mediante el trabajo en conjunto entre los desarrolladores, el departamento de ventas, los estudios de mercado y, fundamentalmente, el contacto con el cliente. En este punto, del mismo modo, se realizan los análisis de riesgo para el emprendimiento y se fijan los requisitos de aseguramiento de la calidad.

Implementación, pruebas y documentación

La implementación es la parte del proceso donde los ingenieros de software programan el código para el proyecto de trabajo relacionado con las demandas del software. En esta etapa, se realizan las pruebas de caja blanca y caja negra. Las pruebas de software son esenciales en el proceso de desarrollo del software. Esta parte del proceso tiene la función de detectar los errores de software lo antes posible.

La documentación del diseño interno del software con el objetivo de facilitar su mejora y su mantenimiento se realiza a lo largo del proyecto. Esto puede incluir la documentación de un API, tanto interior, como exterior. Prácticamente, es como una receta de cocina.

Despliegue y mantenimiento

El despliegue comienza cuando el código ha sido suficientemente probado, ha sido aprobado para su liberación y ha sido distribuido en el entorno de producción. Aspectos como entrenamiento y soporte para el software son de suma importancia, sin embargo, es algo que muchos desarrolladores de software descuidan. Por naturaleza, los usuarios se oponen al cambio porque conlleva una cierta inseguridad, por tanto, es fundamental instruir de manera adecuada a los futuros usuarios del software.

El mantenimiento o mejora de un software con problemas recientemente desplegado puede requerir más tiempo que el desarrollo inicial del software. Es posible que se deba incorporar un código no ajustado al diseño original con el objetivo de solucionar un problema o ampliar la funcionalidad para un cliente. Si los costes de mantenimiento son muy elevados, puede que sea oportuno rediseñar el sistema para poder contener los costes de mantenimiento.

Modelos de desarrollo de software

Los modelos de desarrollo de software son una representación abstracta de una manera en particular. Realmente, no representa cómo se debe desarrollar el software, sino de un enfoque común. Puede ser modificado y adaptado de acuerdo con las necesidades del software en proceso de desarrollo. Existen varios modelos para perfilar el proceso de desarrollo y cada uno de estos cuenta con pros y contras. El proyecto debería escoger el más apropiado para sus necesidades. En ocasiones, puede que una combinación de varios modelos sea apropiada.

Modelo de cascada

El modelo de cascada define las siguientes etapas que deben cumplirse en forma sucesiva:

- Especificación de requisitos

- Diseño del software
- Construcción o implementación del software
- Integración
- Pruebas (o validación)
- Despliegue (o instalación)
- Mantenimiento

Siguiendo el modelo de cascada en forma estricta, solo cuando se finaliza una fase, comienza la otra. En ocasiones, se realiza una revisión antes de iniciar la siguiente fase, lo cual permite la posibilidad de cambios y puede incluir un proceso de control formal de cambio. Las revisiones también se utilizan para asegurar que la fase anterior ha sido totalmente finalizada; los criterios para completar una fase se conocen frecuentemente con el término inglés "gate" (puerta). Este modelo desaconseja visitar y revisar fases que ya se han completado.

Esta falta de flexibilidad en un modelo de cascada puro ha sido fuente de crítica de los defensores de modelos más flexibles.

Modelo de espiral

La principal característica del modelo en espiral es la gestión de riesgos de manera periódica en el ciclo de desarrollo. Este modelo fue creado en 1988 por Barry Boehm al combinar algunos aspectos claves de las metodologías del modelo de cascada y del desarrollo rápido de aplicaciones. No obstante, se daba énfasis a un área que, para muchos, no desempeñaba una función requerida en otros modelos: un análisis iterativo y concienzudo de los riesgos, especialmente en el caso de sistemas complejos de gran escala.

La espiral se visualiza como un proceso que pasa a través de algunas interacciones con el diagrama de los cuatro cuadrantes representativos de las siguientes actividades:

- Creación de planes con el propósito de identificar los objetivos del software seleccionados para implementar el programa y clarificar las restricciones en el desarrollo del software.
- Análisis de riesgos: una evaluación analítica de programas seleccionados para evaluar cómo identificar y eliminar el riesgo.
- Implementación del proyecto: implementar el desarrollo del software y su pertinente verificación.

El modelo de espiral con énfasis en los riesgos hace hincapié en las condiciones de las opciones y limitaciones para facilitar la reutilización de software. La calidad del software puede ayudar como una meta propia en la integración en el desarrollo del producto. Sin embargo, el modelo en espiral tiene algunas limitaciones, entre las cuales se destacan las siguientes:

- El énfasis se sitúa en el análisis de riesgo, por lo tanto, requiere de clientes que acepten este análisis y actúen en consecuencia. Para ello, es necesaria la confianza en los desarrolladores, así como la predisposición a gastar más para solventar los temas. Por consiguiente, modelo se utiliza frecuentemente en desarrollo interno de software a gran escala.
- Si la implementación del riesgo de análisis afectará en forma esencial los beneficios del proyecto, no debería utilizarse este modelo.
- Los desarrolladores de software deben buscar, en forma explícita, los riesgos y analizarlos de manera exhaustiva para que este modelo funcione.

La primera fase es la búsqueda de un plan para alcanzar los objetivos considerando las limitaciones del proyecto para así buscar y eliminar todos los riesgos potenciales por medio de un cuidadoso análisis y, si fuera necesario, incluyendo la fabricación de un prototipo. Si es imposible descartar algunos riesgos, el cliente debe decidir si es conveniente terminar el proyecto o seguir adelante ignorando los riesgos. Por último, se evalúan los resultados y se inicia el diseño de la siguiente fase (Rehinjart, 2008).

Desarrollo iterativo e incremental

El desarrollo iterativo y creciente (o incremental) es un proceso de desarrollo de software creado en respuesta a las debilidades del modelo tradicional de cascada (Proyectosagiles, s.f.)

El desarrollo iterativo es una metodología de desarrollo de software donde el proyecto se divide en pequeñas iteraciones o ciclos. Cada iteración es un proceso de planificación, diseño, implementación y pruebas que se realiza en un periodo de tiempo específico. Al final de cada iteración, se entrega el software para que pueda ser probado y evaluado por los usuarios. La idea detrás del desarrollo iterativo es que sea más fácil identificar y corregir los errores y problemas en etapas tempranas del proyecto en lugar de descubrirlos al final.

Cada iteración proporciona una oportunidad para que el equipo de desarrollo y el cliente revisen y ajusten los requisitos y objetivos del proyecto en función de lo aprendido en la iteración anterior. De esta manera, el proyecto se va adaptando y evoluciona según las necesidades.

El desarrollo incremental es una metodología de desarrollo de software basada en dividir el trabajo en módulos y construir cada uno de manera independiente, integrándolo con las partes

anteriores una vez que esté terminado. En este enfoque, se comienza diseñando el producto completo, pero se omiten los detalles que se pueden definir más adelante.

Esta metodología permite tener un software funcional con mayor rapidez, ya que se puede tener en funcionamiento en cada etapa de construcción de los módulos. Además, al dividir el trabajo en iteraciones, se pueden mantener controlados los defectos acumulativos, lo cual permite un software mucho más sólido.

Es importante tener en cuenta que, durante la implementación, el diseño se limita a los detalles que el diseño general completo dejó fuera, lo cual permite una mayor flexibilidad y adaptación a medida que se avanza en el desarrollo. El desarrollo incremental puede ser aplicado, tanto a proyectos individuales, como a varios proyectos (Sentrío, 2023).

El desarrollo ágil de software utiliza un desarrollo iterativo como base para abogar por un punto de vista más ligero y centrado en las personas en contraposición al caso de las soluciones tradicionales. Los procesos ágiles utilizan retroalimentación en lugar de planificación como principal mecanismo de control. La retroalimentación se canaliza por medio de pruebas periódicas y frecuentes versiones del software.

En relación con las variantes de los procesos ágiles, en el caso de la programación extrema (XP), las fases se realizan en pasos muy cortos (o "continuos") con respecto al anterior. El primer paso (intencionalmente incompleto) por los pasos puede ocurrir en un día o en una semana, en lugar de los meses o años de cada paso completo en el modelo en cascada. En primer lugar, se crean pruebas automatizadas para proveer metas concretas al desarrollo.

De manera posterior, se programa el código, el cual será completo cuando todas las pruebas se superan sin errores, y los desarrolladores ya no sabrían cómo mejorar el conjunto de

pruebas necesario. El diseño y la arquitectura emergen a partir de la refactorización del código y se da después de programar. El diseño es realizado por los propios desarrolladores del código. El sistema incompleto, pero funcional se despliega para su demostración a los usuarios (al menos uno de los cuales pertenece al equipo de desarrollo). Llegado este punto, los profesionales comienzan a escribir las pruebas para la siguiente parte del sistema de más importancia.

Codificación y corrección

El desarrollo de codificación y corrección (en inglés "Code and fix") representa, más que una estrategia predeterminada, el resultado de una falta de experiencia o presión ejercida sobre los desarrolladores para cumplir con una fecha de entrega. Sin dedicar tiempo en forma explícita para el diseño, los programadores comienzan a producir el código de manera inmediata. Antes o después, comienza la fase de pruebas de software (a menudo de forma tardía) y los inevitables errores que se encuentran deben eliminarse antes de entregar el software.

Orientado a la reutilización

La reutilización de software es un proceso donde se recurre al uso de activos de software en las especificaciones de análisis, diseños, implementación y pruebas de una aplicación o sistemas de software. La reutilización se mide en términos del porcentaje de una aplicación que es susceptible de ser utilizada en otra. El rango general de uso recurrente está entre 15% y 85%.

La reutilización tiene principios como la existencia de parecidos en distintos sistemas de un mismo dominio, donde el software puede representarse como una combinación de módulos y los sistemas nuevos se puede caracterizar por diferencias respecto a los antiguos sistemas.

Modelos de mejora de procesos

El Capability Maturity Model Integration (CMMI), en español «Integración de modelos de madurez de capacidades», es uno de los modelos líderes basados en mejores prácticas. Son

evaluaciones independientes que confirman el grado en el que una organización sigue sus propios procesos y no evalúa la calidad de los procesos o del software producido. El CMMI ha reemplazado a CMM y tiene un ámbito global no solo en procesos destinados al desarrollo del software.

ISO 9000

ISO 9000 describe estándares para un proceso organizado formalmente para resultar en un producto y los métodos de gestión y monitoreo del progreso. Aunque este estándar se creó inicialmente para el sector de producción, los estándares de ISO 9000 también se han aplicado al desarrollo del software. Al igual que CMMI, el hecho de que una organización esté certificada con el ISO 9000 no garantiza la calidad del resultado final, pues solo se confirma que se han seguido los procesos establecidos.

ISO 15504

ISO 15504, también conocido como Software Process Improvement Capability Determination (SPICE), en español «Determinación de la capacidad de mejora del proceso de software», es un marco para la evaluación de procesos de software. Este estándar tiene como objetivo un modelo claro para comparar procesos. SPICE se utiliza como en el caso de CMMI. Modela procesos para gestionar, controlar, guiar y monitorear el desarrollo del software.

Por consecuencia, este modelo se utiliza para medir lo que una organización o proyecto hace durante el desarrollo del software. Esta información se analiza para identificar puntos débiles y definir acciones para subsanarlos. Asimismo, identifica puntos fuertes que pueden adoptarse en el resto de la organización.

Sistema operativo

Definición de sistema operativo

El sistema operativo es el software que coordina y dirige todos las aplicaciones y servicios utilizados por el usuario en una computadora. Por tanto, es fundamental, pues se trata de programas que permiten y regulan los aspectos más básicos del sistema. Los sistemas operativos más utilizados son Windows, Linux, OS/2 y DOS.

Los sistemas operativos consisten en interfaces gráficas, entornos de escritorio o gestores de ventanas que brindan al usuario una representación gráfica de los procesos en marcha. Del mismo modo, puede ser una línea de comandos, es decir, un conjunto de instrucciones ordenado según su prioridad y que funciona con base en órdenes introducidas por el usuario (Editorial Etecé, 2024).

Tipos de sistemas operativos

Los sistemas operativos han sido creados con la finalidad de que el usuario pueda hacer un fácil y correcto uso de los diversos programas y hardware empleados en el ordenador. A continuación, se presentan diferentes tipos de sistemas operativos más empleados.

Sistema operativo de ambiente gráfico

Un sistema operativo de ambiente gráfico se basa en imágenes e iconos. Se caracteriza por tener un carácter más intuitivo para el usuario a través del uso de lenguaje escrito e imágenes. Además, permite desarrollar tareas como abrir archivos o acceder a aplicaciones de forma sencilla sin la necesidad de escribir comandos. Un ejemplo es el sistema operativo Windows XP.

En ese sentido, se trata del tipo de sistema operativo más utilizado debido a sus características. Se diferencia de los sistemas operativos de líneas de comando como el MS-DOS, los cuales funcionan a partir de comandos y se basan en textos.

Sistema operativo Android

Android es un tipo de sistema operativo de código abierto basado en Linux. Es perteneciente a la empresa Google Inc. y fue desarrollado en un principio para los dispositivos móviles. Utiliza una variante del Java y aporta una serie de interfaces para desarrollar programas de aplicación y el acceso a las distintas funciones del dispositivo móvil.

Sistema operativo Windows

Los sistemas operativos de Microsoft Windows componen una familia de sistemas operativos desarrollados por la empresa Microsoft Corporation basados en la utilización de iconos denominados “ventanas”. Es uno de los sistemas operativos más utilizados y populares a nivel mundial. Tiene distintas versiones (como Windows 95 y Windows Vista), y viene acompañado de un conjunto de aplicaciones.

Sistema operativo Ubuntu

El sistema operativo Ubuntu es el nombre de un software libre y de código abierto que utiliza un núcleo o kernel Linux y está desarrollado por la empresa Canonical Ltd. y la Fundación Ubuntu. El nombre de Ubuntu es un término procedente de las lenguas africanas zulú y xhosa, que hace referencia a la solidaridad entre los seres humanos.

Ejemplos de sistemas operativos

Existen diferentes ejemplos de sistemas que cuentan con distintas versiones que presentan diferentes características y funciones:

- Microsoft Windows: es de los más conocidos de interfaz gráfica y herramientas de software.
- GNU/Linux: es uno de los sistemas operativos destacados por desarrollar software libre.
- Mac OS X: es el sistema operativo de Macintosh, basado en Unix y viene instalado en los ordenadores de la marca Apple.
- Android: funciona en dispositivos móviles con pantallas táctiles y se basa en Linux.
- MS-DOS (MicroSoft Disk Operating System): en español sistema operativo de disco de MicroSoft, fue uno de los sistemas operativos más destacados en la década de 1980 caracterizada por mostrar sus comandos en una pantalla de fondo oscuro.
- UNIX: creado en 1969 con funciones multitarea y multiusuario.

Funciones del sistema operativo

Las principales funciones del sistema operativo tienen por objetivo el administrar los diversos recursos del ordenador, entre los cuales se destacan los siguientes:

- Coordinar el funcionamiento del hardware.
- Gestionar la memoria principal del ordenador.
- Gestionar los procesos de almacenamiento de información.
- Organizar y administra archivos y documentos.
- Administrar el algoritmo de programación del ordenador.
- Ejecutar diversas aplicaciones.

- A través de los drivers, gestiona la entrada y salida de los dispositivos periféricos.
- Coordinar rutinas para el control de los dispositivos.
- Informar sobre el estado en el cual se encuentra el sistema del ordenador, es decir, en cómo se ejecutan las tareas.
- Mantener la seguridad e integridad del sistema y ordenador.
- Establecer los procesos de comunicación de los diferentes componentes y aplicaciones del ordenador.
- Gestionar los perfiles de los usuarios que tenga el ordenador.

Clasificación de los sistemas operativos

Los sistemas operativos se clasifican de la siguiente manera:

- Monotarea: solo puede ejecutar una tarea o programa a la vez. Se trata de los sistemas operativos más antiguos.
- Monousuario: es el sistema operativo solo puede responder a un usuario por vez.
- Multitarea: son aquellos que permiten que varios programas se ejecuten en el mismo momento en uno o más ordenadores.
- Multiprocesador: hace posible que un mismo programa sea utilizado en más de un ordenador.
- Multiusuario: permite que más de dos usuarios puedan acceder a los servicios y procesamientos de un sistema operativo al mismo tiempo.
- Tiempo real: son los sistemas operativos que funcionan en tiempo real a los usuarios.

Características del sistema operativo

Entre las principales características de los sistemas operativos, se destacan las siguientes:

- Todos los ordenadores poseen un sistema operativo para su correcto funcionamiento.
- Tiene como principal función planificar las tareas ejecutadas por el sistema del ordenador.
- Debe gestionar y supervisar de manera eficaz el funcionamiento de los programas y hardware que han sido instalados en el ordenador.
- Permite ejecutar nuevas funciones en el ordenador.
- Puede cumplir con múltiples tareas.
- Permite el uso eficiente de los dispositivos y demás recursos del ordenador.
- Por medio de los algoritmos empleados, hace posible que el uso y funcionamiento del ordenador o dispositivo sea eficiente.
- Provee la conexión entre el software, hardware y la interfaz del usuario (Enciclopedia Significados, 2024).

Definición de un software de gestión

Un sistema de gestión es un programa informático que permite llevar un control integral del negocio, incluyendo herramientas para llevar áreas como facturación, inventario, CRM, contabilidad y gestión de proyectos. Un sistema de gestión es un conjunto de procesos y herramientas diseñados para ayudar a una organización a alcanzar sus objetivos y metas de manera eficiente y efectiva (Lupi, 2021).

Estos sistemas pueden ser aplicados en una amplia variedad de áreas, como calidad, medio ambiente, seguridad laboral o gestión de la información, entre otras. Además, un software

de gestión unifica las operaciones de todas las áreas de la compañía para alinearlas con los objetivos. Para esto, es necesario que cada área tenga claros y definidos sus objetivos (Unifikas, 2023).

Funciones de un software de gestión

Como ya se explicó anteriormente, un sistema de gestión ayuda a visualizar y administrar mejor el trabajo de las diferentes áreas de una empresa. En consecuencia, también ayuda a lograr mejores resultados a través de acciones y toma de decisiones basadas en datos y hechos.

Para ello, es importante seguir los siguientes puntos:

- Tener los objetivos claros tanto de la empresa como de las diferentes áreas.
- Definir factores claves de éxito.
- Definir metas a corto plazo para lograr los objetivos.
- Poseer una buena comunicación para que todos estén al tanto de los objetivos y puedan cumplirlos.
- Revisar los indicadores y reportes para verificar que los objetivos se estén cumpliendo.
- Poseer un plan de acción para corregir incumplimientos.

Tipos de sistemas de gestión

Enterprise Resource Planning (ERP)

Los Enterprise Resource Planning, más conocidos como ERP, son los sistemas de gestión más conocidos. Son utilizados por las empresas para administrar, en forma integral, las diferentes actividades diarias, tales como contabilidad, abastecimiento, administración de proyectos, cumplimiento y gestión de riesgos, y las operaciones de la cadena de suministros.

La gran ventaja de este tipo de sistema de gestión es ser capaz de unificar una gran cantidad de procesos y permite el flujo de datos entre ellos. Gracias a esta función, los sistemas ERP eliminan la duplicación de datos y proporcionan su integridad con una sola fuente.

Customer Relationship Management (CRM)

Los Customer Relationship Management o CRM son softwares de gestión orientados a gestionar tres áreas básicas: gestión comercial, marketing y servicio postventa o de atención al cliente. Su objetivo es el de mejorar la atención y las relaciones con clientes. Asimismo, es un software que proporciona datos demostrables, pues dispone de una gestión comercial estructurada y potencia la productividad en las ventas.

Por otro lado, los CRM potencian la fidelización y satisfacción de los clientes. Esto sin dudas genera un impacto muy positivo en términos de ventas recurrentes y cruzadas.

Sistemas de gestión de almacenes (SGA)

Los sistemas de gestión de almacenes, también llamados SGA, son sistemas utilizados principalmente en las empresas con actividad logística. Al igual que los CRM, son sistemas más especializados, en este caso, en la gestión de almacenes. Su objetivo es controlar, coordinar y optimizar los movimientos, procesos y operativas propios de un depósito. En otras palabras, ayudan a facilitar la gestión y automatización.

Asimismo, pueden integrarse con los ERP. Algunas de las funciones realizadas por los SGA son, por ejemplo: gestión de entradas y salidas, gestión de la ubicación de las unidades de carga, gestión y control de stock, entre otras.

Sistemas de gestión documental (SGD)

Los SGD o sistemas de gestión documental surgieron de la necesidad de mantener todos los documentos de una empresa ordenados. De esta forma, sus objetivos principales son crear,

almacenar, archivar y organizar grandes volúmenes de documentos e imágenes digitales en una localización centralizada a la que los empleados puedan acceder de manera fácil y sencilla.

La desventaja de este sistema es que, previamente, se debe realizar un gran trabajo digitalizando todos los documentos de la organización. No obstante, una vez realizada dicha actividad, el resto serán puros beneficios.

Sistema inteligencia empresarial (Business Intelligence BI)

En la actualidad, tomar decisiones de manera adecuada con la suficiente información es uno de los principales factores de diferenciación de las compañías. Por ende, el Business Intelligence sirve para transformar la información en conocimiento con el objetivo de mejorar los procesos de toma de decisiones. Entonces, los sistemas de Business Intelligence se ocupan de la gestión y el almacenamiento de grandes volúmenes de información. De esta forma, apoyan a la dirección en la toma de decisiones.

Hasta hace poco tiempo, los sistemas de BI eran independientes de los ERP. Sin embargo, actualmente, están integrados con ellos para aportar una solución integral.

Gestión de procesos empresariales (BPM)

Los BPM buscan facilitar el flujo, la coordinación y la secuenciación del trabajo de una empresa a través de sus diferentes departamentos y usuarios. Para esto, modelan, analizan y optimizan los procesos en forma integral. Por otro lado, el sistema de procesos empresariales permite evaluar los procesos para encontrar diferentes formas de mejorar la eficiencia, así como reducir costos y errores. Al igual que los otros sistemas, este tipo de gestión específico puede integrarse con los ERP (Xubio, 2021).

Definición y explicación del protocolo de Internet versión 4 (IPv4)

El protocolo de Internet versión 4 (IPv4) es la cuarta generación del protocolo de Internet (IP). Es el protocolo estándar utilizado por la mayoría de los dispositivos de Internet. IPv4 es un protocolo sin conexión que utiliza un espacio de direcciones de 32 bits. Puede soportar hasta 4.294.967.296 (4.000 millones) de direcciones únicas. IPv4 es el protocolo de Internet más utilizado. Es empleado por la mayoría de los dispositivos de Internet, incluidos ordenadores personales, servidores y dispositivos móviles.

El IPv4 también es utilizado por muchas redes privadas y por algunas redes públicas. Las direcciones IPv4 se escriben normalmente en notación decimal con puntos, que consiste en cuatro octetos de datos (ocho bits cada uno). Cada octeto está representado por un número decimal, que va de 0 a 255. Por ejemplo, la dirección 192.168.0.1 se escribiría del siguiente modo: 11000000.10101000.00000000.00000001

El primer octeto (11000000) es la dirección de red, mientras el último octeto (00000001) es la dirección del host. Los octetos restantes (10101000 y 00000000) se utilizan para otros fines, como la identificación de la subred (TechEdu, 2024).

Figura 3

Comparación de la máscara de subred y la longitud de prefijo

Máscara de subred	Dirección de 32 bits	Longitud de prefijo
255.0.0.0	11111111.00000000.00000000.00000000	/8
255.255.0.0	11111111.11111111.00000000.00000000	/16
255.255.255.0	11111111.11111111.11111111.00000000	/24
255.255.255.128	11111111.11111111.11111111.10000000	/25
255.255.255.192	11111111.11111111.11111111.11000000	/26
255.255.255.224	11111111.11111111.11111111.11100000	/27
255.255.255.240	11111111.11111111.11111111.11110000	/28
255.255.255.248	11111111.11111111.11111111.11111000	/29
255.255.255.252	11111111.11111111.11111111.11111100	/30

Nota: Linares (2017)

Tal como se muestra en la **Figura 3**

Comparación de la máscara de subred y la longitud de prefijo, para identificar las porciones de red y de host de una dirección IPv4, se compara la máscara de subred con la dirección IPv4 bit por bit de izquierda a derecha. Los 1 de la máscara de subred identifican la porción de red, mientras que los 0 identifican la porción de host. Se debe tener en cuenta que la máscara de subred no contiene, en efecto, la porción de red o de host de una dirección IPv4, sino que simplemente le dice a la PC dónde buscar estas porciones en una dirección IPv4 dada (Linares, 2017).

IPv4 es un protocolo sin conexión, lo cual significa que cada paquete de datos es independiente de los demás. Esto permite un enrutamiento más eficiente de los datos, pero también significa que los paquetes pueden perderse o dañarse sin afectar a los demás.

IPv4 es un protocolo de entrega de mejor esfuerzo, por tanto, implica que no garantiza la entrega de paquetes de datos. Esto puede causar problemas con aplicaciones en tiempo real, como la voz sobre IP (VoIP), que requieren una conexión constante.

IPv4 es un protocolo poco fiable, lo cual significa que los paquetes de datos pueden perderse o corromperse durante la transmisión. Esto puede causar problemas con las aplicaciones que requieren una conexión fiable, como el correo electrónico. IPv4 tiene una serie de vulnerabilidades de seguridad que han sido explotadas. IPv4 se divide en cinco clases de direcciones: clase A, clase B, clase C, clase D y clase E.

Las direcciones de clase A se utilizan para redes con un pequeño número de hosts y se indican con un valor de bit inicial de 0. Las direcciones de clase B se utilizan para redes con un número medio de hosts y se indican con un valor de bit inicial de 10. Las direcciones de clase C se utilizan para redes con un gran número de hosts y se indican con un valor de bit inicial de 110. Las direcciones de clase D se utilizan para aplicaciones de multidifusión y se indican con un valor de bit inicial de 1110. Las direcciones de clase E están reservadas para un uso futuro y se indican con un valor de bit inicial de 1111.

Figura 4*Rango de direcciones públicas y privadas*

Private address range		
Class	start address	finish address
A	10.0.0.0	10.255.255.255
B	172.16.0.0	172.31.255.255
C	192.168.0.0	192.168.255.255

Public address range		
Class	start address	finish address
A	0.0.0.0	126.255.255.255
B	128.0.0.0	191.255.255.255
C	192.0.0.0	223.255.255.255
D	224.0.0.0	239.255.255.255
E	240.0.0.0	254.255.255.255

Nota: Ordenadores y Portátiles, 2024

En la **figura 4** *Rango de direcciones públicas y privadas*, es posible observar el rango de las clases de las direcciones IPv4 públicas y privadas.

Evaluación de procesos actuales

Actualmente, los requisitos para el nuevo direccionamiento IPv4 son proporcionados por sistemas, aplicaciones y productos (SAP) para procesamiento de datos, donde los usuarios solicitan nuevos IPv4 para pruebas y nuevos servicios al Departamento de Diseño de Redes de Transporte, y esta área es controlada por Microsoft a partir de una hoja de cálculo de Excel. Esto

tiene la ventaja de ser fácil de implementar y utilizar, y no se requiere inversión en software especializado.

Actualmente, no existe ninguna evaluación, auditoría o revisión periódica de tablas Excel que puedan detectar discrepancias entre la documentación y la realidad operativa de la red de transporte. El análisis inicial identificó que el problema era que todos los involucrados en el diseño de la red de transporte manipulaban en forma manual hojas de Excel. El impacto asociado con los problemas de manipulación humana es que direcciones similares o rangos de máscaras ingresados en la hoja de Excel se introducen, de manera involuntaria, debido a errores tipográficos o faltantes.

Otro problema es la falta de escalabilidad a medida que crecen las redes para proveedores de servicios como ICE. De esta manera, la capacidad de respuesta para gestionar grandes redes y responder a los cambios tecnológicos resulta ineficiente. Además, la visibilidad y el control limitados dificultan la identificación rápida de problemas y la toma de decisiones informadas sobre la asignación y el uso de direcciones IP.

Excel no permite la automatización de procesos claves como detección de conflictos de IP, actualización automática de registros o integración con otros sistemas de red. Esto aumenta el esfuerzo manual necesario para mantener la base de datos actualizada y precisa. Las hojas de Excel no proporcionan funciones de seguimiento avanzadas, lo cual dificulta el seguimiento o la auditoría de los cambios históricos o la identificación de quién cambió qué y cuándo.

Excel no se integra fácilmente con otros sistemas de administración de redes, como sistemas de administración de direcciones IP (IPAM), herramientas de monitoreo o sistemas de automatización de redes, lo cual limita su visibilidad y control sobre su red.

IPAM

La gestión de direcciones IP (IPAM) implica el análisis, control y manejo de la información asociada al espacio de direcciones de protocolo de Internet en una red. Mediante el uso de software y herramientas IPAM, los administradores pueden mantener un inventario actualizado de direcciones IP asignables, lo cual garantiza que sea suficiente y preciso. IPAM automatiza tareas relacionadas con la gestión del espacio IP, como la escritura de registros DNS y la configuración de ajustes DHCP, además de funciones adicionales como el control de reservas en DHCP y la elaboración de informes.

Una solución IPAM permite a los administradores el mantener registros detallados de las asignaciones de IP y las direcciones disponibles. Estos registros pueden incluir los siguientes aspectos:

- Espacio de direcciones IP libres y asignadas.
- Tamaño y usuarios de las subredes en uso.
- Estado de cada dirección IP.
- Nombre de host asociado a cada dirección IP.
- Hardware asociado a cada dirección IP.

La propuesta de una solución específica para el ICE surge debido a las necesidades únicas y específicas de esta institución. El ICE enfrenta desafíos particulares en la gestión del direccionamiento IPv4 debido a su gran infraestructura de telecomunicaciones y la ausencia de herramientas adecuadas para esta tarea. Utilizar hojas de cálculo para la gestión de direcciones IP no es eficiente ni fiable para una organización de su magnitud.

Una solución automatizada en Python puede manejar millones de direcciones IP con mayor precisión y eficiencia, dando un seguimiento y gestión óptimos en un entorno que requiere alta fiabilidad y escalabilidad. Esta propuesta también considera los requisitos específicos del departamento encargado de esta tarea, garantizando que la solución se adapte a sus necesidades y procesos operativos (Manage Engine Oputils, 2024).

Python

Python es un lenguaje de alto nivel de programación interpretado cuya filosofía hace hincapié en la legibilidad de su código. Se trata de un lenguaje de programación multiparadigma, ya que soporta parcialmente la orientación a objetos, programación imperativa y, en menor medida, programación funcional. Es un lenguaje interpretado, dinámico y multiplataforma.

Administrado por Python Software Foundation, posee una licencia de código abierto, denominada Python Software Foundation License. Python se clasifica constantemente como uno de los lenguajes de programación más populares (Desarrolloweb, 1991).

Características de Python

A continuación, se evidencian algunas de las principales características de Python:

Amplia biblioteca estándar

Python incluye una biblioteca estándar rica y extensa que abarca, desde operaciones básicas, hasta módulos avanzados. Esto significa que los desarrolladores pueden aprovechar una amplia gama de herramientas sin necesidad de escribir código desde cero. La biblioteca estándar de Python es una verdadera joya que ahorra tiempo y esfuerzo.

Comunidad activa y apoyo

La comunidad de Python es vibrante y acogedora. Con millones de desarrolladores en todo el mundo, existe un gran soporte comunitario. La documentación detallada, los foros activos y las contribuciones constantes hacen que sea fácil encontrar ayuda y recursos para cualquier desafío enfrentado al programar en Python.

Interpretado y portátil

Python es un lenguaje interpretado, lo cual significa que el código puede ejecutarse línea por línea y, por ende, se facilita la depuración y experimentación. Además, Python es altamente portátil, por lo tanto, permite ejecutar el mismo código en diferentes plataformas sin modificarlo, una característica esencial para proyectos multiplataforma.

Aplicaciones en diversas áreas

Python ha demostrado su valía en una amplia variedad de campos, desde desarrollo web y ciencia de datos, hasta inteligencia artificial y aprendizaje automático. Esta versatilidad ha contribuido significativamente a su popularidad y ha consolidado su posición como un lenguaje de elección para diversas aplicaciones (Martín Rivas, 2024).

Este lenguaje de programación se puede utilizar en diferentes industrias, como desarrollo web, machine learning y hasta la inteligencia artificial. De hecho, es vital conocer o manejar Python para desarrollar inteligencia artificial o desarrollarla al máximo nivel (Aguilera, 2024).

Código abierto

El código abierto (en inglés: open source) es un modelo de desarrollo de software basado en la colaboración abierta. Se enfoca en los beneficios prácticos (acceso al código fuente) y en cuestiones éticas o de libertad que tanto se destacan en el software libre. Para muchos, el término “libre” hace referencia al hecho de adquirir un software de manera gratuita. Sin embargo, se trata de abaratar los costos y ampliar la participación. El hecho de que sea libre no necesariamente

implica que sea gratuito, pues lo importante sigue siendo ampliar la participación y extender libertades (Izquierdo, 2018).

Tabla 1

Tabla comparativa entre 5 herramientas de administración de direcciones IP y Python

Características	SolarWinds IPAM	Infoblox IPAM	phpIPAM	Administrador de direcciones de BlueCat	Menandmice Suite	Python
Despliegue	En las instalaciones, en la nube	En las instalaciones, en la nube	Código abierto	En las instalaciones, en la nube	En las instalaciones, en la nube	Código abierto
Escalabilidad	Alta	Alta	Alta	Alta	Alta	Alta
Integración en la nube	Sí	Sí	Limitado	Sí	Sí	Sí
Automatización	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí
Seguimiento de direcciones IP	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí
Integración de DNS/DHCP	Sí	Sí	No	Sí	Sí	Sí
Interfaz de usuario	Intuitivo	Fácil de usar	Necesidades básicas	Personalizable	Fácil de usar	Fácil de usar
Fijación de precios	Pagado	Pagado	Gratis	Pagado	Pagado	Gratis
Más Adecuado Para	Organizaciones medianas y grandes	Grandes empresas	Pequeñas y medianas empresas	Grandes empresas	Organizaciones medianas y grandes	Organizaciones medianas, grandes y pequeñas

Nota: Adaptado de Interlir (2024)

IDE Visual Studio Code

Visual Studio Code es un entorno de desarrollo de software libre, liberado y mantenido por Microsoft. Es uno de los IDE más utilizados en todo el mundo gracias a que soporta un gran número de lenguajes de programación incluyendo Java, JavaScript, Go, Node.js o C++ entre otros (Elpythonista, 2021). La integración con Python se hace a través de un plugin que instala parte específica para el lenguaje como:

- Coloreado propio de sintaxis.
- Capacidad de ejecución de código Python.
- Integración con Jupyter Notebooks.
- Depurador avanzado de variables.
- Ejecución partes de código.
- Autocompletado avanzado en Python (IntelliSense).
- Integración con consola interactiva de Python.

Adicionalmente, se pueden añadir más plugins desde el marketplace de VS (Visual Studio) como gather o pylance para ayudar a exportar jupyter notebooks o el autocompletado.

Para cualquier lenguaje VS da soporte a:


- Posibilidad de extender el IDE con plugins.
- Sistema de control de versiones.
- Explorador de sistema de ficheros.
- Soporte multiventana.
- Integración con Microsoft Azure para desplegar aplicaciones.

Análisis de flujo de trabajo actual

Según información obtenida por el señor Juan Carlos Sáenz (2024) de la División de Desarrollo y Construcción de la Red, actualmente, una solicitud debe entrar por medio de un aviso de factibilidad en el ERP-SAP hacia la Ventanilla Única de la División Desarrollo y Construcción de Red. Luego, el gestor de solución de la ventanilla, a lo interno de la división, genera las medidas (ERP-SAP) pertinentes hacia las áreas técnicas involucradas para atender el requerimiento (según la información de ese aviso sobre el requerimiento). El área técnica atiende el requerimiento y cierra la medida (ERP-SAP) remitiendo el entregable solicitado. Por último, el gestor de solución le remite una medida (ERP-SAP) al solicitante donde le entrega lo requerido de acuerdo con la solicitud inicial.

Figura 5

Medidas del ERP-SAP

Aviso		300092266
Medida para Carlos Aguilar Valerio		
Código medidas	Realizar Factibilidad	
Texto-medidas	44-1-70131464 SIE	
Status global	MDAB	
<p>20.08.2024 10:17:09 UTC-6 ELISA DELGADO BADILLA (107680845) Medida al 44-1. En el Distrito 00 de la Central de Sierpe (6602), se requiere realizar la FACTIBILIDAD a nivel de la red de transporte para poder instalar en cascada al equipo SIE-AGW-001 existente, 1 pizza box CALIX con 2 tarjetas VDSL2-48C de 48 puertos, esto con el fin de migrar los clientes que están actualmente conectados a la Central NORTEL a este equipo, adicionalmente se instalara una tarjeta VDSL al slot libre del equipo SIE-AGW-001 para un total de 3 tarjetas. Marco Monterrosa</p>		

Nota: Adaptado de Sáenz Benavides (2024)

Como se puede observar en el ejemplo de la *fFigura 5*

Medidas del ERP-SAP, la solicitud tiene una casilla llamada aviso, la cual es el consecutivo único asignado por el sistema. Luego, existe una casilla llamada código de medida, la cual se basa en un catálogo de medidas del ERP-SAP. Para este caso, sería Realizar factibilidad. Seguidamente, utiliza una casilla de Texto Medida, el cual es un consecutivo que indica como se codifican las medidas a lo interno de la DDCR (# de área - # orden madre - cliente). De manera posterior, se encuentra la casilla Status Global, la cual hace referencia sobre el estatus de la medida. En este ejemplo, MDAB = Medida Abierta quiere decir que no se ha iniciado con la atención de la medida porque se encuentra abierta. Si ya se estuviera atendiendo diría MELI= medida liberada. Luego, cuando se atiende y se cierra, puede decir MEEJ si se atendió sin éxito o MEJJ MENE si se atendió con éxito (Sáez Benavides, 2024).

Las herramientas automatizadas pueden mejorar significativamente la eficiencia al agilizar las tareas y los procesos repetitivos. En ese sentido, reducen los errores al eliminar la entrada manual de datos, optimizan la trazabilidad al proporcionar un seguimiento y registro precisos en tiempo real de las actividades y los cambios dentro de los sistemas. IPAM es una estructura para gestionar direcciones IP dentro de una red, incluida su asignación, seguimiento y administración. Las soluciones IPAM agilizan aspectos como planificación, implementación y gestión de los bloques de direcciones IP, lo cual garantiza un uso eficiente.

La implementación de una solución que permita auditar y rastrear las direcciones IP asignadas en el ICE es de suma importancia para mantener la integridad y eficiencia operativa de la red, evitando la duplicación y asegura que las direcciones no utilizadas se puedan reasignar rápidamente, optimizando los recursos. Proporciona una visión completa y precisa de todas las asignaciones de direcciones IPv4 en la red. Esto asegura que cada dirección IPv4 esté

documentada correctamente, lo cual es esencial para mantener un control y transparencia sobre los recursos de red.

Asimismo, ayuda a la detección y resolución de problemas, ayuda a la toma de decisiones y medidas correctivas antes de que se conviertan en amenazas mayores. Contar con esta solución automatizada facilita el cumplimiento con posibles futuras normativas. Del mismo modo, proporcionará una base sólida para un crecimiento sostenible y una mejora continua en la administración de la infraestructura de telecomunicaciones del ICE.

Capítulo III: Marco metodológico

En este capítulo, se desarrollará un marco metodológico para realizar una investigación personalizada y precisa del diseño e implementación de soluciones técnicas en Python para la gestión y trazabilidad de direccionamiento IPv4 en el Área de Redes de Transporte del ICE. Por ende, se utilizará un enfoque que contextualice la operación y gestión de los servicios disponibles que carecen de herramientas de seguimiento y control.

Para ello, se utilizará información de antecedentes y literatura relevante para aclarar el concepto y el uso de herramientas de monitoreo que sirven para integrar varios servicios de red IPv4 en los sistemas de gestión de redes. Proporciona un nuevo enfoque para que los administradores de procesos de la red de transporte ICE realicen un seguimiento del rendimiento de la red en tiempo real, identifiquen problemas y tomen decisiones informadas para optimizar su infraestructura IP.

También presenta un marco de investigación para IPv4 que aborda la gestión y el monitoreo y detalla el enfoque, los métodos de uso, las fuentes de información, las variables, las herramientas y las técnicas de recopilación de información.

Enfoque de la investigación

En este capítulo, se desarrollará un marco metodológico para llevar a cabo una investigación personalizada y precisa de las cuestiones planteadas. Para abordar los problemas de gestión y trazabilidad del direccionamiento IPv4 en el Área de Redes de Transporte del ICE, se utiliza un enfoque mixto que combina elementos cuantitativos y cualitativos.

La investigación se realiza para enfrentar problemas. Los enfoques conocidos son las mejores formas diseñadas hasta ahora para investigar y generar conocimiento. Al respecto, Hernández Sampieri, et al. (2014) manifiesta que las investigaciones se originan de ideas, sin importar qué tipo de paradigma fundamente nuestro estudio ni el enfoque que habremos de seguir. Las ideas constituyen el primer acercamiento a la realidad objetiva (desde la perspectiva cuantitativa), a la realidad subjetiva (desde la aproximación cualitativa) o a la realidad intersubjetiva (desde la óptica mixta) que habrá de investigarse.

A través de la recopilación de datos cuantitativos y cualitativos, se logrará una visión más completa de los desafíos y oportunidades de la gestión de la red ICE IP. Al integrar varias fuentes de información, antecedentes y referencias relevantes, se aclara el concepto y el uso de herramientas de monitoreo, y proporciona, al personal de procesos del Área de Redes de Transporte del ICE, un nuevo enfoque para rastrear el desempeño de los vehículos en tiempo real. En ese sentido, se debe verificar su red, identificar problemas y tomar decisiones informadas para optimizar la infraestructura IP.

Las metodologías mixtas ofrecen varias ventajas que encajan bien con el propósito y la naturaleza de la investigación, incluidas perspectivas más amplias y profundas, mayor teorización, datos más ricos y diversos, investigación más dinámica y mayor solidez y rigor. El uso de una variedad de métodos de recopilación de datos, incluidas encuestas, entrevistas y análisis de documentos, puede generar una amplia gama de datos cualitativos y cuantitativos, los cuales pueden fortalecer su análisis y proporcionar una visión más completa de su estudio.

Asimismo, se detalla la estructura general que cubrirá la investigación para la gestión y el monitoreo de direcciones IPv4, incluidos enfoques, métodos de uso, fuentes de información, variables, herramientas y técnicas de recopilación de información. Al ICE, esto le permitirá evaluar el estado actual de su red de transporte, identificar mejores prácticas y desarrollar regulaciones y herramientas que brinden una visión completa y sólida de la investigación. Al ICE, lo anterior le permitirá abordar, de manera efectiva, desafíos y oportunidades de la gestión de la red.

Enfoque cuantitativo

Los estudios de corte cuantitativo pretenden dar una explicación de una realidad social vista desde una perspectiva externa y objetiva; por lo tanto, se asignan números a objetos y eventos de acuerdo con ciertas reglas. Otros autores explican que su intención es buscar la exactitud de mediciones o indicadores sociales con el fin de generalizar sus resultados a poblaciones o situaciones amplias. Trabajan fundamentalmente con el número y el dato cuantificable (EUMED, 2021).

Además, EUMED (2021) explica que, durante el proceso de cuantificación numérica, el instrumento de medición o de recolección de datos juega un papel central. Por lo tanto, deben ser correctos o indicar lo que interese medir con facilidad y eficiencia.

En esta investigación, se utilizará el método cuantitativo a través de mediciones objetivas, tales como los cuestionarios, para obtener datos concretos acerca del tema de investigación. Esto ayudará al desarrollo de la investigación dándoles un enfoque claro y preciso a las variables del tema en estudio. Por tanto, se obtiene un análisis objetivo para generalizar y predecir los resultados.

Enfoque cualitativo

Este método establece nuevas perspectivas para la exploración de situaciones de la vida real y presenta varias opciones para acercarse al problema y los objetivos del tema en estudio a corto o largo plazo. Hernández, basado en Grinnell, pauta que un planteamiento cualitativo es como “ingresar a un laberinto”. Se sabe dónde se comienza, pero no dónde se habrá de terminar. Entramos con convicción, pero sin un mapa detallado, preciso. De algo que se tiene certeza es de que se deberá mantener la mente abierta y estar preparados para improvisar.

Por otro lado, EUMED señala que la investigación cualitativa utiliza variedad de instrumentos para recoger información como entrevistas, imágenes, observaciones, historias de vida, donde se describen las rutinas y situaciones problemáticas, así como los significados en la vida de los participantes desde el punto de vista participativo, con las personas, y establecer nuevas perspectivas en torno a las relaciones entre el investigado y el investigador.

La utilización de este enfoque provee de medios para explorar situaciones complejas y caóticas de la vida real. Además, aporta variadas opciones metodológicas sobre cómo acercarse a tal ámbito de acuerdo con el problema y los objetivos del estudio a largo o a corto plazo (EUMED, 2021).

En la investigación, se usará el enfoque cualitativo, utilizando como instrumento la entrevista sobre las experiencias laborales diarias a miembros especializados del equipo de

trabajo del Área de Gestión, Aprovisionamiento y Diseño de la red de transporte del ICE. Este enfoque ayudará a deducir el significado y a poner en contexto los datos obtenidos para un mayor entendimiento.

Enfoque mixto

De la combinación de los enfoques cuantitativo y cualitativo, surge la investigación mixta. Dicha combinación permite obtener mejores resultados en la investigación. En ese sentido, el proceso deductivo en combinación con la lógica matemática da como resultado una mayor objetividad de resultados y una mayor efectividad en la obtención de patrones de comportamiento en una población. Al respecto, Hernández Sampieri, et al. (2014) aducen que la meta de la investigación mixta no es reemplazar a la investigación cuantitativa ni a la investigación cualitativa, sino utilizar las fortalezas de ambos tipos de indagación, combinándolas y tratando de minimizar sus debilidades potenciales.

Por otra parte, Hernández Sampieri, et al. (2014) manifiestan que el enfoque mixto puede ser comprendido como un proceso que recolecta, analiza y vierte datos cuantitativos y cualitativos en un mismo estudio.

En esta investigación, se utilizó el enfoque mixto, pues se incluyen todas las características del enfoque cuantitativo y cualitativo. Es importante combinar ambos enfoques para obtener información que ayude a comprender e interpretar, en una forma más amplia, el problema planteado.

Aplicación del enfoque mixto

En esta investigación, se utilizará un enfoque mixto para diagnosticar la situación actual del control de las direcciones IPv4 en la red de transporte del ICE, identificar buenas prácticas en

la gestión de direcciones IPv4 y desarrollar una normativa y una herramienta de gestión. La combinación de datos cuantitativos y cualitativos permitirá recopilar información variada y enriquecedora, y analizarla desde diferentes perspectivas, aumentando la validez y profundidad de los hallazgos. Este enfoque proporcionará una visión integral y sólida del problema estudiado, permitiendo al ICE abordar efectivamente los desafíos y oportunidades en la gestión del direccionamiento IPv4 de su red.

Método de la investigación

Los métodos de investigación están representados por herramientas, técnicas, estrategias o procesos con los cuales se obtiene la información necesaria para entender o crear nueva información de un fenómeno en particular. Los investigadores utilizan estas herramientas para obtener información y analizar los datos. Como lo indican Hernández Sampieri, et al. (2014), en primer lugar, es necesario establecer qué se busca con la investigación, es decir, cuáles son sus objetivos.

Asimismo, Hernández Sampieri, et al. (2014) aducen que, en una investigación, se pretende, ante todo, contribuir a resolver un problema en especial; por lo tanto, debe mencionarse cuál es ese problema y de qué manera se piensa que el estudio va a ayudar a resolverlo. Otras investigaciones tienen como objetivo principal probar una teoría o aportar evidencias empíricas a favor de ella.

Las principales variantes de la investigación son las siguientes:

Investigación tecnológica: consiste en la búsqueda del conocimiento que se pueda definir como útil para el apoyo y resolución de problemas.

Objetivo de la investigación tecnológica: sirve en esencia para la búsqueda de soluciones a problemas del ámbito tecnológico que den respuesta a un problema concreto. Esto implica que, a veces, los campos de la innovación estén presentes en la investigación tecnológica, pero no siempre debe darse esta presencia.

La innovación puede darse introduciendo elementos novedosos en la solución, o bien, reorganizando, de otra forma, elementos ya existentes. Por ende, se dice que no siempre se da en la investigación porque la búsqueda de conocimiento útil también se puede dar reutilizando elementos en el mismo orden para otros problemas (Economipedia, 2020).

El uso de la investigación tecnológica permitirá desarrollar una solución automatizada. Este enfoque facilitará la identificación y corrección de deficiencias en los procesos actuales, el diseño de una herramienta adaptada a las necesidades específicas del departamento y la implementación de normativas actualizadas que aseguren una gestión eficiente y conforme a las mejores prácticas. Además, la combinación de métodos cualitativos y cuantitativos garantizará un análisis exhaustivo y detallado de todos los aspectos relacionados con la implementación y el funcionamiento de la herramienta tecnológica.

Investigación descriptiva

En la investigación descriptiva, se buscan especificar propiedades, características y perfiles de personas, grupos, comunidades, procesos u objetos que se sometan a análisis. Según Hernández Sampieri, et al. (2014), los estudios exploratorios se realizan normalmente cuando el objetivo es examinar un tema o problema de investigación.

La investigación descriptiva tiene como objetivo el medir o recoger información de manera independiente o conjunta sobre conceptos o variables específicas, sin enfocarse en la relación entre ellas (Hernández Sampieri, et al., 2014).

La investigación descriptiva en la tesis se relaciona directamente con el enfoque de identificar y detallar el estado actual de un problema o fenómeno. Describe cómo se manifiesta y cuáles son sus características claves. Asimismo, involucra la descripción de los métodos actuales utilizados por el ICE para gestionar y rastrear el direccionamiento IPv4. Esto incluye identificar las limitaciones y problemas de los sistemas actuales, proporcionando una visión clara del contexto donde se implementará la nueva solución tecnológica.

La investigación descriptiva permitirá evaluar el impacto de una nueva intervención o cambio en un sistema existente. Describirá cómo la implementación de la solución tecnológica afecta la gestión y trazabilidad del direccionamiento IPv4. Esto se puede medir a través de inventarios antes y después de la implementación de la solución y la satisfacción del personal técnico del ICE.

Fuentes de información

Maranto y González (2015) afirman que una fuente de información es todo aquello que nos proporciona datos para reconstruir hechos y las bases del conocimiento. Las fuentes de información son los medios por los cuales se obtienen datos para un tema en específico y se utilizan para documentar y respaldar el trabajo de investigación.

Hernández Sampieri, et al. (2014) definen que la revisión de la literatura consiste en detectar, obtener y consultar la bibliografía y otros materiales que pueden ser útiles para los propósitos del estudio, de donde se debe extraer y recopilar la información relevante y necesaria que atañe a nuestro problema de investigación.

Por otro lado, Galisteo (citado en Hernández Sampieri, et al. (2014), asevera que las fuentes de información contienen datos informales, formales, escritos u orales.

Tipos de fuentes

Fuente primaria (directa). Las fuentes primarias son aquellas en las que todos los medios de donde procede la información cumplen con el conocimiento de una situación o problema investigado que cumplen, a su vez, con los objetivos planteados. Contiene información original, de primera mano, no es alterada ni filtrada, además, provee información directa sobre el tema de investigación. Como indican Hernández Sampieri, et al. (2014), constituyen el objetivo de la investigación bibliográfica o revisión de la literatura y proporcionan datos de primera mano.

En la presente investigación, como fuente primaria, se utilizará a los especialistas del Área de Gestión, Aprovisionamiento y Diseño de la Red de Transporte del ICE a los cuales se les aplicarán los instrumentos de investigación: entrevista y observación. La muestra corresponde a 21 personas, entre ellas, especialistas, técnicos e ingenieros.

Fuente secundaria: según Medinilla (2024), la fuente secundaria contiene información primaria reorganizada y facilita el control y acceso a fuentes primarias, y por otro lado, proporciona datos puntuales para una consulta rápida. Hernández Sampieri, et al. (2014) explican que las fuentes secundarias son compilaciones, resúmenes y listados de referencias publicadas en un área de conocimiento en particular (son listados de fuentes primarias), es decir, reprocesan información de primera mano. Para esta investigación, se usarán datos obtenidos de páginas web y documentos relacionados con el tema en cuestión.

Fuente terciaria: es una guía que abarca información de las fuentes primarias y secundarias, y facilita el control y el acceso a ellas. Como explican Hernández Sampieri, et al. (2014), la fuente terciaria se trata de documentos que compendian nombres títulos de revistas y otras publicaciones periodísticas, así como nombres de boletines, conferencias y simposios. Son

útiles para detectar fuentes no documentales como organizaciones o instituciones que pueden dar asesoría experta.

La fuente terciaria reúne fuentes de segunda mano, es decir, agrupa fuentes secundarias como revistas o datos de empresas. Para esta investigación, se utilizaron las fuentes terciarias, las cuales son instancias de donde surgen las ideas de la investigación. De acuerdo con Hernández Sampieri, et al. (2014), constituyen el objeto de la investigación bibliográfica o revisión de la literatura que proporcionan datos de primera mano, pues se trata de documentos que contienen los resultados de los estudios correspondientes. Algunos ejemplos de esto son las páginas web y los expertos calificados.

Tabla 2

Descripción de fuentes primarias, secundarias y terciarias

Tipo de fuente	Fuente	Información por obtener
Fuentes primarias	- Especialistas del área de gestión, aprovisionamiento y diseño de la red de transporte del ICE (mediante entrevistas y observación)	- Información directa y específica sobre los procedimientos actuales de gestión del direccionamiento IPv4 - Problemas y limitaciones del sistema actual - Opiniones y sugerencias para mejoras
Fuentes secundarias	- Páginas web y documentos relacionados con gestión de redes IP - Publicaciones técnicas y reportes del ICE	- Datos reorganizados y resumidos sobre tecnologías de gestión de redes - Análisis y estadísticas sobre el rendimiento y eficiencia de sistemas similares - Información histórica y contextual
Fuentes terciarias	- Compendios de artículos y publicaciones en revistas técnicas - Bases de datos bibliográficas y catálogos de conferencias	- Referencias de estudios y artículos relevantes sobre gestión de redes y sistemas de trazabilidad - Guías y manuales sobre mejores prácticas en la implementación de soluciones tecnológicas

Nota: Hernández Sampieri, et al. (2014)

La **Tabla 2**

Descripción de fuentes primarias, secundarias y terciarias está diseñada para clasificar y organizar las fuentes de información utilizadas en la investigación. Esta estructura ayuda a comprender la naturaleza de las fuentes y el tipo de información que se puede obtener de cada una. Asimismo, proporciona una guía clara sobre cómo se recopilará y se utilizará la información necesaria para la investigación, asegurando una cobertura completa y precisa del tema de estudio.

Variables

Las variables de investigación son atributos medibles, características o propiedades de los que tienen la particularidad de sufrir cambios y pueden observarse, medirse, ser objeto de análisis y controlarse durante el proceso de una investigación comprobando resultados. Por su parte, Hernández Sampieri, et al. (2014) señalan que las variables son una propiedad que puede fluctuar y cuya variación es susceptible de medirse u observarse.

Es decir, las variables son características de un fenómeno o situación que cuentan con diferentes medidas dependiendo de las variables y del contexto del estudio o de los límites que los investigadores establezcan. En ese sentido, se pueden clasificar por cómo se observan (variables cualitativas y variables cuantitativas) y por sus relaciones de causalidad (variables dependientes y variables independientes), tal como se detalla a continuación.

Variables independientes

Es el tipo de variable que provoca cambios en otras variables o controla en un experimento científico para probar los efectos en la variable dependiente, son utilizadas o manipuladas por el investigador para explicar el fenómeno observado. Hernández Sampieri, et al.

(2014) comentan que la variable independiente se considera como supuesta causa en una relación entre variables. Es la condición antecedente y, al efecto provocado por dicha causa, se le denomina variable dependiente (consecuente).

Las variables independientes son la causa de la variación observada en la variable dependiente. Por consiguiente, las variables independientes se refieren a la cantidad de tareas elaboradas y a las cargas de trabajo de los diferentes colaboradores del área de gestión, aprovisionamiento y diseño de la red de transporte IP, pues esta es la variable sobre la que se tiene control y representa una cantidad modificable durante la investigación.

VARIABLES DEPENDIENTES

Las posibles variables dependientes por medir son numerosas, sin embargo, se tratan de seleccionar aquellas que presentan más variación en las condiciones experimentales. Según el investigador Daniel Cauas (2024), reciben este nombre las variables por explicar, es decir, el objeto de la investigación que se trata de explicar en función de otros elementos.

Durante la investigación, la variable dependiente corresponde a la cantidad de carga de trabajo que depende de cuántos servicios se crean y cuántos casos se resuelven por cada colaborador en el área de gestión, aprovisionamiento y diseño de la red IP, las cuales representan a la variable independiente. La variable dependiente se refiere al efecto medido en el experimento; las variables son definidas de tres formas: operacional, instrumental y conceptual.

Definición de variable dependiente conceptual. Describe las características reales de un objeto o fenómeno y se conocen también como definiciones reales. Como lo explican Hernández Sampieri, et al. (2014), se tratan de definiciones de diccionarios o de libros especializados. En ese sentido, se debe entregar un conjunto de instrucciones sobre cómo medir

una variable que ha sido previamente definida conceptualmente. La definición de esta variable es importante para que se dé claridad y precisión con respecto a lo que se está midiendo para que facilite la recopilación de datos precisos y confiables, además de especificarse cuáles son la orientación del estudio y los aspectos más relevantes.

Asimismo, esta variable permite comparaciones con otros estudios, pues la acumulación de conocimiento aumenta la validez y confiabilidad de los resultados. En conclusión, las variables dependientes conceptuales podrían incluir la eficiencia de la gestión, la precisión en la trazabilidad y el impacto en la toma de decisiones, proporcionando así un análisis profundo y útil para el ICE.

Definición de variable dependiente instrumental. Aquí se aclarará cómo se estudiará la variable que se acaba de definir y los medios o instrumentos para recoger la información. En mérito de ello, deben definirse y elaborarse los instrumentos y medios con los cuales se recolectará la información. Los instrumentos nacen de las variables y de los objetivos, por lo tanto, nunca deberá elaborarse un instrumento sin tener definida la variable o variables. En consecuencia, trata de aclarar el medio o instrumento por el cual recogerá la información.

Hernández Sampieri, et al. (2014) destacan que esta fuente hace referencia a cambios en los instrumentos de medición o en los observadores participantes que pueden producir variaciones en los resultados obtenidos. Por otro lado, indica los instrumentos mediante los cuales se recolecta información, ya sea por entrevistas, observación u otro medio. En este caso, se utilizarán variables instrumentales debido a que se realizarán entrevistas y se observarán los testimonios del personal experto calificado en el Área de Gestión, Aprovisionamiento y Diseño de la Red IP del ICE.

Definición de variable dependiente operacional. Tiene como punto de partida el definir claramente la manera de cómo se observará y se medirá cada característica de estudio.

Hernández Sampieri, et al. (2014) establecen que es un conjunto de procedimientos que describe las actividades que un observador debe realizar para recibir las impresiones sensoriales, las cuales indican la existencia de un concepto teórico en mayor o menor grado.

En resumen, es el proceso por medio del cual se transforma la variable de conceptos abstractos en términos concretos, observables y medibles. En esta investigación, se dan las variables operacionales en las cuales, a partir de la observación, surgen términos abstractos que se deben transformar en términos concretos para que sean notorios y medibles.

En la siguiente tabla 3 referente a las variables, se observa un resumen de las variables encontradas en la investigación.

Tabla 3

Variables

Objetivos específicos	Variable	Dimensión	Indicador
1. Identificar las deficiencias en la gestión actual del direccionamiento IPv4, evaluando los procesos y las herramientas utilizadas para la búsqueda de las áreas de mejora.	Deficiencias en la gestión	Procesos	Número de procesos ineficientes identificados
		Herramientas	Cantidad de herramientas obsoletas o ineficaces
2. Examinar los requisitos específicos del Departamento para la Gestión del Direccionamiento IPv4 con el fin de diseñar una herramienta que responda a las necesidades de la gestión de seguimiento del direccionamiento IPv4.	Diseño de la herramienta	Estructura	Compleitud del diseño estructural
		Funcionalidades	Número de funcionalidades diseñadas

3. Evaluar las mejores prácticas de desarrollo de software y la gestión del direccionamiento IPv4 para que sean incorporadas en la herramienta por implementarse.	Desarrollo de la herramienta	Automatización	Nivel de automatización alcanzado
		Mejores prácticas	Adopción de mejores prácticas en el desarrollo
4. Implementar la herramienta tecnológica desarrollada con base en los requisitos identificados para su puesta en producción	Implementación	Integración	Grado de integración con la infraestructura existente
		Configuración	Tiempo de configuración y despliegue
		Funcionalidad óptima	Nivel de funcionamiento adecuado en el entorno de producción

Nota: Elaboración propia del investigador para efectos del presente trabajo investigativo

La anterior **Tabla 3**

Variables será fundamental para guiar la investigación, pues facilita una evaluación sistemática y coherente de cada etapa del proyecto. Los indicadores permitirán realizar un seguimiento preciso del avance y efectuar ajustes necesarios para alcanzar los objetivos definidos de manera efectiva.

Proceso para la recolección de datos

Los recolectores de datos de análisis de investigación se definen no solo por el tipo de datos que se recopilarán (ya sea cualitativo o cuantitativo), sino también por las herramientas y métodos de recopilación utilizados para recopilar los datos.

Según Hernández Sampieri, et al. (2014), un instrumento de medición es aquel que registra datos observables que representan verdaderamente los conceptos o las variables que el investigador tiene en mente. Las técnicas de recolección de datos deben ser confiables y se deben utilizar con la mayor objetividad posible para que arrojen resultados coherentes.

Por otro lado, es importante utilizar una herramienta para recopilar información en una encuesta porque la herramienta en sí resume todo el trabajo previo a la encuesta. Es decir, condensa el aporte del marco teórico al seleccionar datos correspondientes a muestras, categorías y conceptos utilizados.

Técnicas de recolección de datos

Las técnicas de recolección de datos son fundamentales en la investigación y permiten obtener información valiosa. La entrevista facilita la obtención de datos directos a través de preguntas a los participantes. La observación permite registrar comportamientos y eventos en su contexto natural. El análisis documental implica revisar y evaluar documentos existentes para extraer información relevante.

Entrevista

Se realizará la entrevista para conocer de primera mano el sentir y las opiniones propias de los colaboradores responsables de dar mantenimiento a la red de transporte IP. En total, se entrevistará a 21 especialistas de distintas profesiones de las áreas de gestión, aprovisionamiento y diseño de la red de transporte IP.

Otros autores mencionan que las entrevistas son una herramienta principalmente para la recolección de datos cualitativos y son populares como instrumentos para recopilar información debido a su flexibilidad. Las interacciones generadas en una entrevista pueden presentarse en forma estructurada o semiestructurada para generar ideas y conceptos (Ortega, 2021).

Dado que las entrevistas requieren habilidades profesionales por parte del entrevistador, el cual debe establecer una buena relación con el entrevistado, como conversación que emplea

técnicas de conversación coloquial, la entrevista es importante porque, de manera efectiva, se recopila y se transcribe una serie de datos cualitativos muy detallados y válidos.

Observación

La observación permite recolectar datos en tiempo real y en el entorno natural donde se desarrollan los procesos. Esto asegura que la información obtenida sea precisa y refleje fielmente la realidad operacional del área de gestión y diseño de la red de transporte del ICE. Es una técnica importante de la investigación porque proporciona datos directos y contextuales que son importante para identificar problemas, validar otros datos, comprender el entorno operativo y diseñar soluciones tecnológicas efectivas.

A menudo, los comportamientos y las prácticas reales de los empleados pueden diferir de lo declarado en entrevistas o encuestas. La observación permite capturar estos comportamientos no declarados que pueden ser cruciales para el diseño de una solución efectiva.

Otros autores indican que la observación es otro de los instrumentos para recopilar información, pues consiste en observar a los individuos en su entorno natural o en una situación que se produce de manera natural. Los procesos observados son normales y pueden abarcar, desde casos individuales, hasta grupos y comunidades enteras.

La recolección de datos es laboriosa y requiere mucho tiempo, además de que puede tener que repetirse para garantizar la fiabilidad. Sin embargo, los programas de observación basados en un conjunto de expectativas pueden facilitar la recolección de datos. El nivel de participación del observador puede variar, desde participante, hasta no participante. El observador no participante tiene una interacción limitada con las personas observadas.

Los observadores pueden recolectar datos a través de notas de campo, grabaciones de vídeo o de audio, los cuales pueden analizarse mediante herramientas de análisis cualitativo. Si se codifican las observaciones para obtener datos numéricos exactos, pueden analizarse mediante un enfoque cuantitativo (Ortega, 2021).

En palabras de Hernández Sampieri, et al. (2014), la observación consiste en el registro sistemático, cálido y confiable de comportamientos o conductas manifiestas. Este es un método de recolección de datos válido y confiable para la investigación. Por otro lado, dichos autores ratifican que la observación es útil para analizar conflictos familiares, eventos masivos, aceptación-rechazo de un producto en un supermercado, comportamiento de personas con capacidades mentales distintas, entre otros.

Las observaciones ayudan a identificar deficiencias claves en los procesos actuales de gestión de direcciones IPv4, validar la información recopilada por otros métodos, comprender el contexto operativo de ICE y detectar comportamientos no informados por parte de los empleados.

La información obtenida a través de las observaciones ayuda a definir características esenciales y diseñar herramientas que respondan a las necesidades reales del departamento. Estas observaciones proporcionan información detallada sobre los requisitos y desafíos específicos que deben abordarse en el diseño de herramientas técnicas para la gestión de direccionamiento IPv4.

Observación directa

Es cuando el investigador se pone en contacto personalmente con el hecho o el fenómeno que trata de investigar. Hernández Sampieri, et al. (2014) expresan que la observación directa es el registro sistemático, válido y confiable de comportamientos o conducta manifiesta.

Otros autores explican que el método de observación directa es un método de recolección de datos que consiste básicamente en observar el objeto de estudio dentro de una situación particular. Todo esto se hace sin necesidad de intervenir o alterar el ambiente en el que se desenvuelve el objeto. De lo contrario, los datos obtenidos no van a ser válidos (Okdiario, 2021).

Análisis documental

El análisis documental es una técnica de recolección de datos que implica la revisión y evaluación sistemática de documentos existentes para extraer información relevante. Esta técnica es fundamental para obtener datos históricos, contextuales y específicos, los cuales pueden no estar disponibles a través de otros métodos de recolección de datos. De acuerdo con Hernández Sampieri, et al. (2014), el análisis documental permite detectar, obtener y consultar la bibliografía y otros materiales que pueden ser útiles para los propósitos del estudio, de donde se debe extraer y recopilar la información relevante y necesaria que atañe a nuestro problema de investigación.

El análisis de documentos en la investigación tiene como objetivo la identificación de deficiencias y problemas actuales en la gestión de direcciones IPv4 mediante la revisión de documentación técnica, informes internos y otros materiales importantes. Además, los artículos revisados proporcionan el marco conceptual y teórico necesario para comprender los principios y técnicas de la gestión de direcciones IP, así como los desafíos y las posibles soluciones.

Obtener una visión integral del estado actual de la administración de direcciones IPv4 en ICE incluye comprender cómo se realiza actualmente la asignación, el seguimiento y la documentación de direcciones IP, además de cuáles herramientas y métodos se utilizan.

Asimismo, se busca analizar documentos que describen las mejores prácticas para la gestión de direcciones IP y la implementación de soluciones tecnológicas similares.

La información obtenida a través del análisis documental apoyará con el diseño y desarrollo de la herramienta de gestión propuesta, lo cual permite definir características esenciales, requisitos técnicos y mejores prácticas por seguir.

Tabla 4

Análisis documental

Instrucción	Descripción
Selección de documentos	Identificar y seleccionar documentos relevantes como manuales técnicos, informes de auditoría, políticas de gestión de IP, artículos científicos y normativas de la industria. Evaluar la relevancia, actualidad y credibilidad de los documentos seleccionados.
Revisión y evaluación	Examinar los documentos para identificar información clave sobre la gestión de direcciones IPv4, incluyendo métodos, herramientas, y prácticas actuales. Determinar la calidad y rigor de la información contenida en los documentos, considerando la credibilidad de las fuentes y la metodología utilizada.

Codificación y categorización	Clasificar la información extraída en categorías temáticas, como asignación de direcciones IP, seguimiento y monitoreo, seguridad y mejores prácticas. Detectar patrones y tendencias en la gestión de direcciones IPv4 a partir de la información categorizada.
Análisis e interpretación	Analizar la información categorizada para extraer conclusiones significativas sobre las deficiencias y áreas de mejora en la gestión de direcciones IPv4. Comparar información de diferentes documentos para validar hallazgos y obtener una visión integral del problema.
Presentación de resultados	Redactar un informe que resuma los hallazgos del análisis documental, incluyendo una discusión de las implicaciones y recomendaciones para mejorar la gestión de direcciones IPv4. Basar las recomendaciones en las mejores prácticas identificadas y en las deficiencias detectadas en los documentos revisados.

Nota: Elaboración propia del investigador para efectos del presente trabajo investigativo

En la **Tabla 4**

Análisis documental, se evidencian los pasos para realiza el análisis documental.

Instrumentos de recolección de datos

Los instrumentos de recolección de datos son una herramienta para obtener información precisa y relevante. Estas herramientas incluyen entrevistas, observaciones y análisis de documentos. Cada una de ellas es adecuada para capturar diferentes tipos de datos y perspectivas.

Guía de entrevista

Se hace referencia a las entrevistas como técnica y al cuestionario como instrumento de investigación. García Muñoz (2003) aduce que el cuestionario es un procedimiento considerado clásico en las ciencias sociales para obtener y registrar datos. Su versatilidad permite emplearlo como instrumento de investigación y como instrumento de evaluación de personas, procesos y programas de formación.

Uno de los propósitos de la guía de entrevista es identificar deficiencias en las herramientas actuales, si cumplen o no con los requisitos de eficiencia y precisión del departamento y si se cuenta con una herramienta estructurada para evaluar las percepciones y experiencias de los empleados, identificar problemas, limitaciones del sistema actual y recopilar comentarios y sugerencias para mejorar la comprensión sobre la administración de direcciones IPv4 en la red de transporte IP ICE

De acuerdo con los aspectos que se esperan medir, las guías de entrevista pueden tener preguntas cerradas con respuestas distintas y son más fáciles de codificar y analizar. Por el contrario, las preguntas abiertas no limitan las alternativas de respuesta. Por tanto, clasificar las respuestas es complejo, ya que pueden ser de alto nivel y variar de una población a otra.

Asimismo, ayudan a identificar patrones y tendencias que pueden no ser evidentes a través de otros métodos de recopilación de datos. En forma adicional, se emplean para obtener información de primera mano de expertos sobre los problemas y las limitaciones del sistema actual. La información obtenida a través de la guía de entrevista complementa los datos cualitativos obtenidos de entrevistas y observaciones, por tanto, brindan una visión más completa del tema investigado.

A partir de la entrevista, se quieren obtener aportes y sugerencias de los expertos que ayuden a definir las funciones necesarias para la nueva herramienta, como la resolución automática de direcciones y el seguimiento en tiempo real, mientras que su experiencia y expectativas al desarrollo de la herramienta garantizan que satisfagan las necesidades del departamento en cuestión. Este instrumento se puede encontrar en el apéndice A.

Guía de observación

De acuerdo con El Mundo Infinito (2024), una guía de observación es una lista de puntos importantes que son observados para realizar una evaluación de acuerdo con los temas que se estén analizando. Para que una investigación se lleve a cabo satisfactoriamente se requiere entender la raíz del problema o situación estudiada y esta guía facilita esa función.

Para Cajal (2020), la observación directa es un método de recolección de datos sobre un individuo, fenómeno o situación particular. Se caracteriza porque el investigador se encuentra en el lugar donde se desarrolla el hecho sin intervenir ni alterar el ambiente, ya que, de lo contrario, los datos obtenidos no serían válidos.

El objetivo es registrar acciones y eventos en tiempo real para identificar defectos y verificar otros datos obtenidos. La observación puede detectar problemas operativos provocados por la gestión manual, la falta de documentación adecuada y actualizada.

Además de evaluar el funcionamiento de la herramienta actual en un entorno de producción e identificar posibles mejoras, esto ayuda a resaltar la necesidad de automatización y definir los procesos que la herramienta debe optimizar. Este instrumento se puede encontrar en el apéndice B.

Guía de análisis documental

Martínez Corona (2023) indica que el análisis documental se define como un conjunto de operaciones ejecutadas con el fin de representar, ya sea el contenido o la forma de un documento, en un registro para su posterior consulta o recuperación. Por otra parte, Castillo (2005) define que el análisis documental representa la información de un documento en un registro estructurado, reduce todos los datos descriptivos físicos y de contenido en un esquema inequívoco.

La investigación documental resulta importante desde el punto de vista de la formación del estudiante, ya que es fundamental la construcción del conocimiento dentro de un proceso mayor de investigación y, por supuesto, de ordenamiento de ideas. La investigación documental implica complejidades que requieren ser abordadas con claridad; en ese sentido, el no hacerlo repercute en los resultados de la investigación.

En este tema, se abordarán diversos retos que implica la investigación documental actualmente, como la búsqueda en Internet y el acceso a bibliotecas y repositorios digitales, así como estrategias de búsqueda, formas de citación, fuentes diversas y abordajes eficientes al acceso de distinta información.

Recopilación de información

Para la investigación documental, el registro de la información obtenida es de suma importancia. En ese sentido, es trascendental que la revisión de la bibliografía sea selectiva, es decir, que esté enfocada en detectar y obtener información útil al objetivo de estudio, considerando que sean las más pertinentes, importantes y recientes. Una vez identificadas las

fuentes, se deben localizar físicamente, anotar toda la información necesaria para poder ubicar la fuente y tener acceso a ella de manera fácil.

Análisis y sistematización de la información

Para la investigación documental, es muy importante utilizar técnicas precisas para analizar, sistematizar y representar la información contenida en los documentos como parte fundamental del proceso de construcción de conocimiento con el propósito de que se pueda citar, transcribir, resumir comentar, confrontar, parafrasear, etcétera. Por esto, resulta necesario elaborar lo que se conoce como fichas de trabajo en la medida en que se va analizando e interpretando cada documento.

Ética de la información o plagio académico

Se entiende por plagio a una forma de copiar ideas (música, palabras, imágenes, planos, gráficos, etcétera.) sin reconocer al autor en una investigación. Cuando se trabaja con fuentes documentales de cualquier tipo, las cuales son fidedignas, confiables y verificables, se debe dar crédito a los autores, lo cual alude directamente a una ética con respecto a la información que se consulta y se cita, inclusive aquella obtenida de Internet (Vivero y Sánchez, 2018). Dicho instrumento podrá visualizarse en el apéndice C.

Capítulo IV: Análisis de resultados

Diagnóstico de la situación actual

Luego de recopilar y analizar datos mediante tecnologías y herramientas aplicadas al personal seleccionado, se identificó una necesidad urgente de mejorar los procesos de organización de servicios y optimizar la red de transporte existente. Actualmente, el control y la gestión del direccionamiento IPv4 se realizan mediante hojas de cálculo dentro de una plataforma de colaboración y gestión de contenidos desarrollada por Microsoft (SharePoint). Todos los colaboradores tienen acceso a documentos compartidos en esta plataforma, lo cual facilita la colaboración, pero la gestión manual también aumenta el riesgo de inconsistencias y problemas operativos.

Las herramientas actuales no satisfacen plenamente las necesidades del departamento en términos de eficiencia y precisión. La falta de documentación adecuada y actualizada dificulta el seguimiento y la gestión de direcciones IPv4, y aumenta el riesgo de errores y duplicaciones.

Resultados del cuestionario

El cuestionario fue diseñado en dos enfoques principales. Uno está dirigido a personas especializadas en redes de transporte ICE y el otro a personas que tienen conocimientos generales de redes de comunicaciones, informática o programación, pero sin un conocimiento profundo del funcionamiento de las redes. Para brindar una comprensión clara de los problemas actuales en el transporte ICE, la encuesta se realizó con preguntas directas y fáciles de responder para que los participantes pudieran contestar de manera concisa y precisa.

Las preguntas se formularon a un total de 21 personas en los campos de la gestión, operación y diseño de redes de transporte. Este enfoque permitió obtener una visión integral de las deficiencias y de los requisitos actuales de la gestión de direccionamiento IPv4. Al respecto, se detectaron errores frecuentes en la asignación y seguimiento de direcciones IPv4 debido a la falta de automatización en el proceso. Las herramientas actuales no cumplen con los requisitos de eficiencia y precisión requeridos por el departamento.

La documentación y el registro de las asignaciones de direcciones IPv4 pueden estar incompletos o desactualizados, lo cual dificulta el seguimiento y la gestión. Actualmente, el control y gestión del direccionamiento IPv4 se realiza a través de hojas de cálculo dentro de una plataforma de colaboración y gestión de contenidos desarrollada por Microsoft (SharePoint), donde los documentos compartidos son accesibles para todos los colaboradores.

Es importante implementar herramientas que automaticen la asignación y gestión de direcciones IPv4. Se indicaron varias características específicas que deberían incluirse en la nueva herramienta, incluida la resolución automática de direcciones, el seguimiento en tiempo real, el seguimiento de las mejores prácticas de desarrollo de software y la garantía de seguridad, escalabilidad y facilidad de uso.

Preguntas abiertas

Las preguntas abiertas son las preguntas de una encuesta que utilizan un formato libre, lo cual les permite a los encuestados el responder en forma de texto abierto, basándose en su propio conocimiento, sentimientos y comprensión (Ortega, 2021).

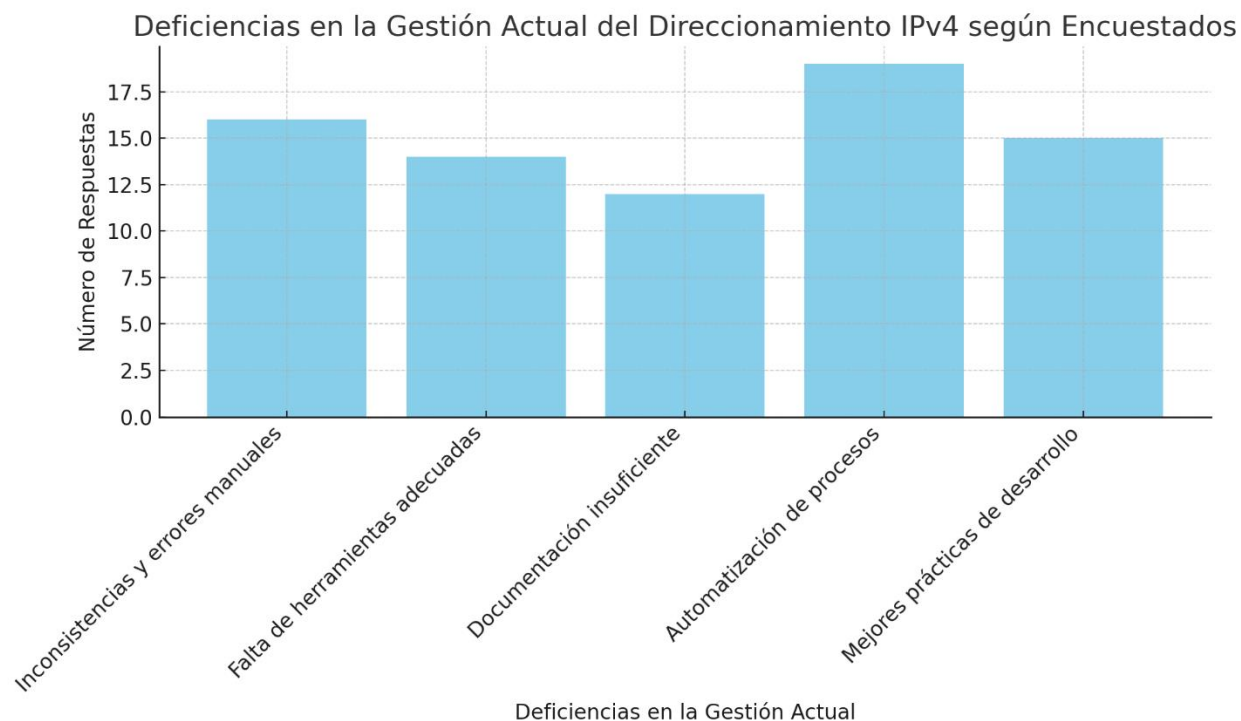
Pregunta 1

¿Cuáles considera que son las principales deficiencias en la gestión actual del direccionamiento IPv4 en la red de transporte del ICE?

Pregunta abierta de la cual se espera identificar obtener información específica sobre los problemas y evaluar las limitaciones actuales de las herramientas utilizadas actualmente por el equipo en la gestión de direcciones IPv4 y cómo estas deficiencias afectan la operación diaria del departamento y la precisión en la gestión de direcciones IPv4.

Figura 6

Gráfico de la pregunta 1



Nota: Elaboración propia del investigador para efectos del presente trabajo investigativo

En la **Figura 6**

Gráfico de la pregunta 1, se evidencian las deficiencias más significativas en la gestión actual del direccionamiento IPv4 en la red de transporte del ICE según los 21 encuestados.

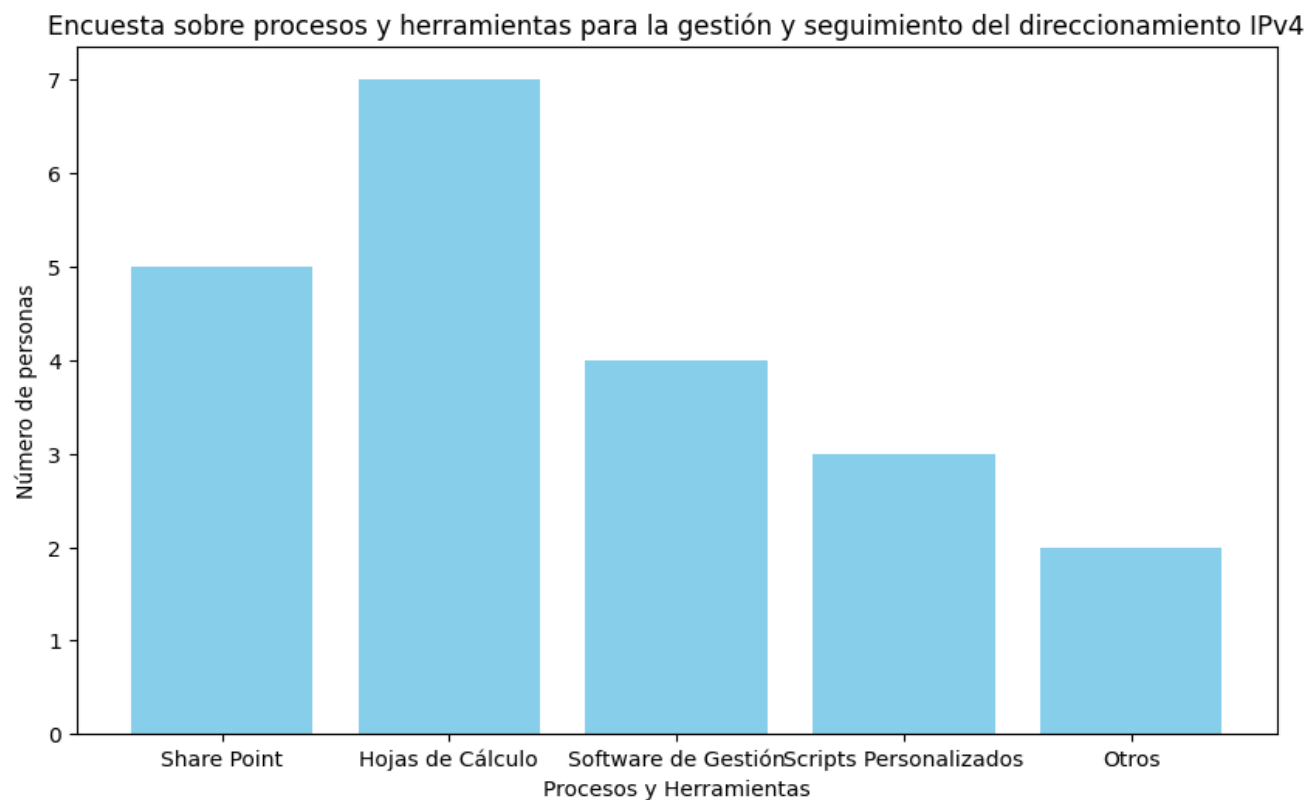
Pregunta 2

¿Cuáles procesos y herramientas se utilizan actualmente para la gestión y seguimiento del direccionamiento IPv4?

Pregunta abierta con la cual se quieren identificar las herramientas y los procesos actuales utilizados para la gestión y seguimiento del direccionamiento IPv4, evaluando su eficacia y adecuación para satisfacer las necesidades del departamento.

Figura 7

Gráfico de la pregunta 2



Nota: Elaboración propia del investigador para efectos del presente trabajo investigativo

En la **Figura 7**

Gráfico de la pregunta 2, se evidencia el resultado sobre los procesos y las herramientas para la gestión y seguimiento del direccionamiento IPv4 a partir de los criterios emitidos por los 21 especialistas consultados.

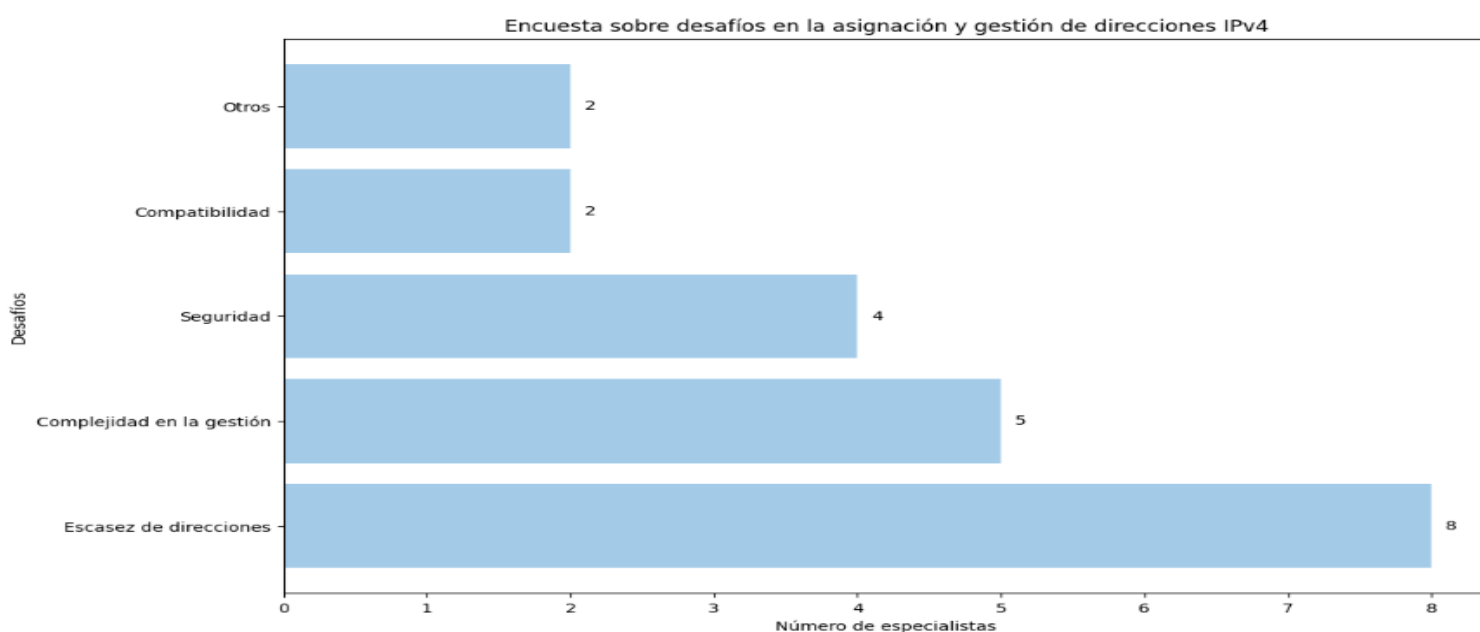
Pregunta 3

¿Cuáles desafíos enfrenta regularmente en la asignación y gestión de direcciones IPv4?

Pregunta abierta en la que se buscan identificar las dificultades y los obstáculos enfrentados por el personal en su día a día. Esto permitirá comprender cuáles son las áreas críticas que requieren atención y mejora, así como los problemas adicionales en la gestión del direccionamiento IPv4. Esta información ayudará a priorizar las soluciones en el desarrollo de la nueva herramienta.

Figura 8

Gráfico de la pregunta 3



Nota: Elaboración propia del investigador para efectos del presente trabajo investigativo

Pregunta 4

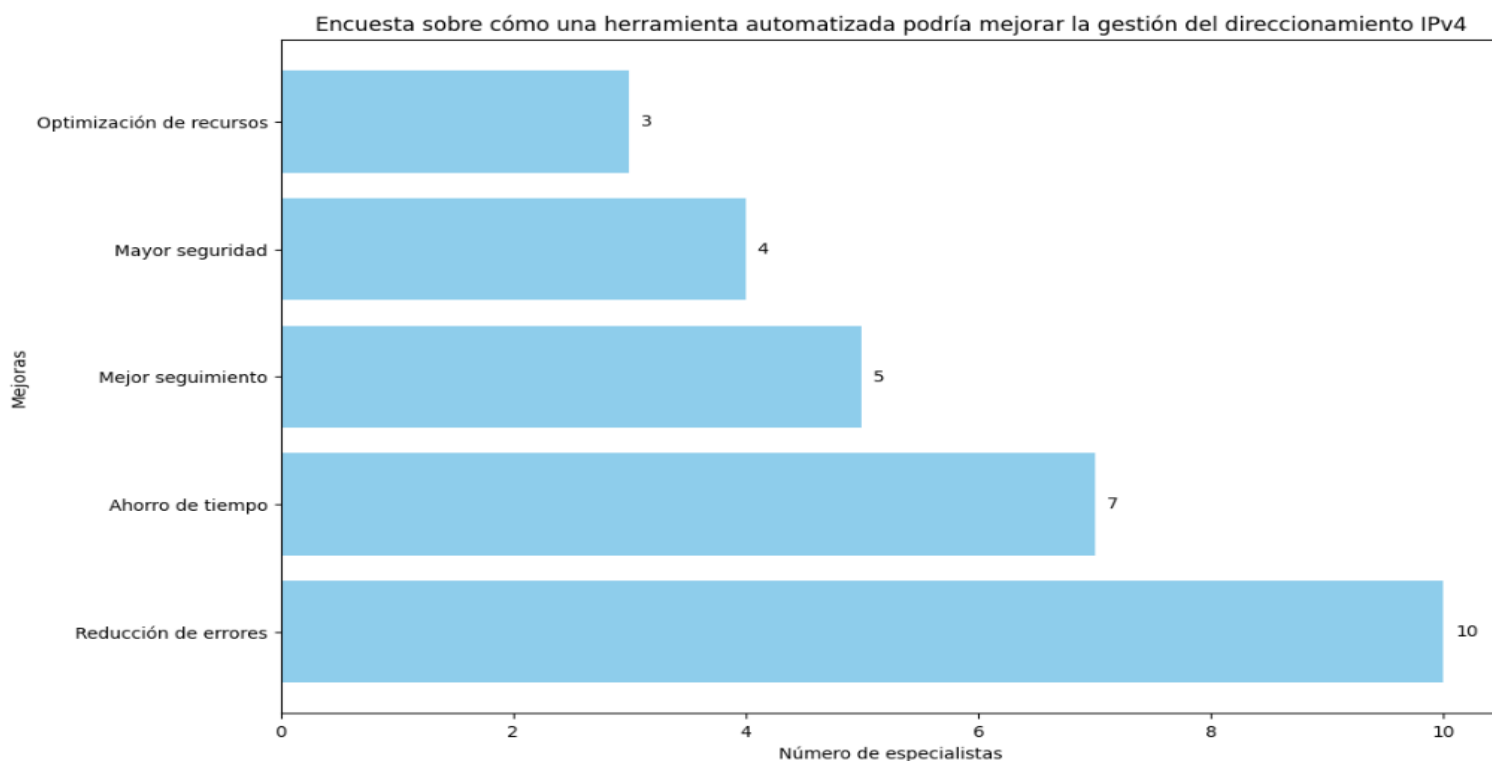
¿Cómo una herramienta automatizada podría mejorar la gestión del direccionamiento IPv4 en comparación con las prácticas actuales?

Esta pregunta abierta explora las expectativas y percepciones de los especialistas sobre las ventajas que podría ofrecer una solución automatizada. Además, permite comprender cuáles

funcionalidades se consideran más importantes, lo cual puede guiar el desarrollo y diseño de la nueva herramienta.

Figura 9

Gráfico de la pregunta 4



Nota: Elaboración propia del investigador para efectos del presente trabajo investigativo

Pregunta 5

¿Cuáles funcionalidades específicas cree que debería incluir una nueva herramienta de gestión de direcciones IPv4 para satisfacer mejor las necesidades del departamento?

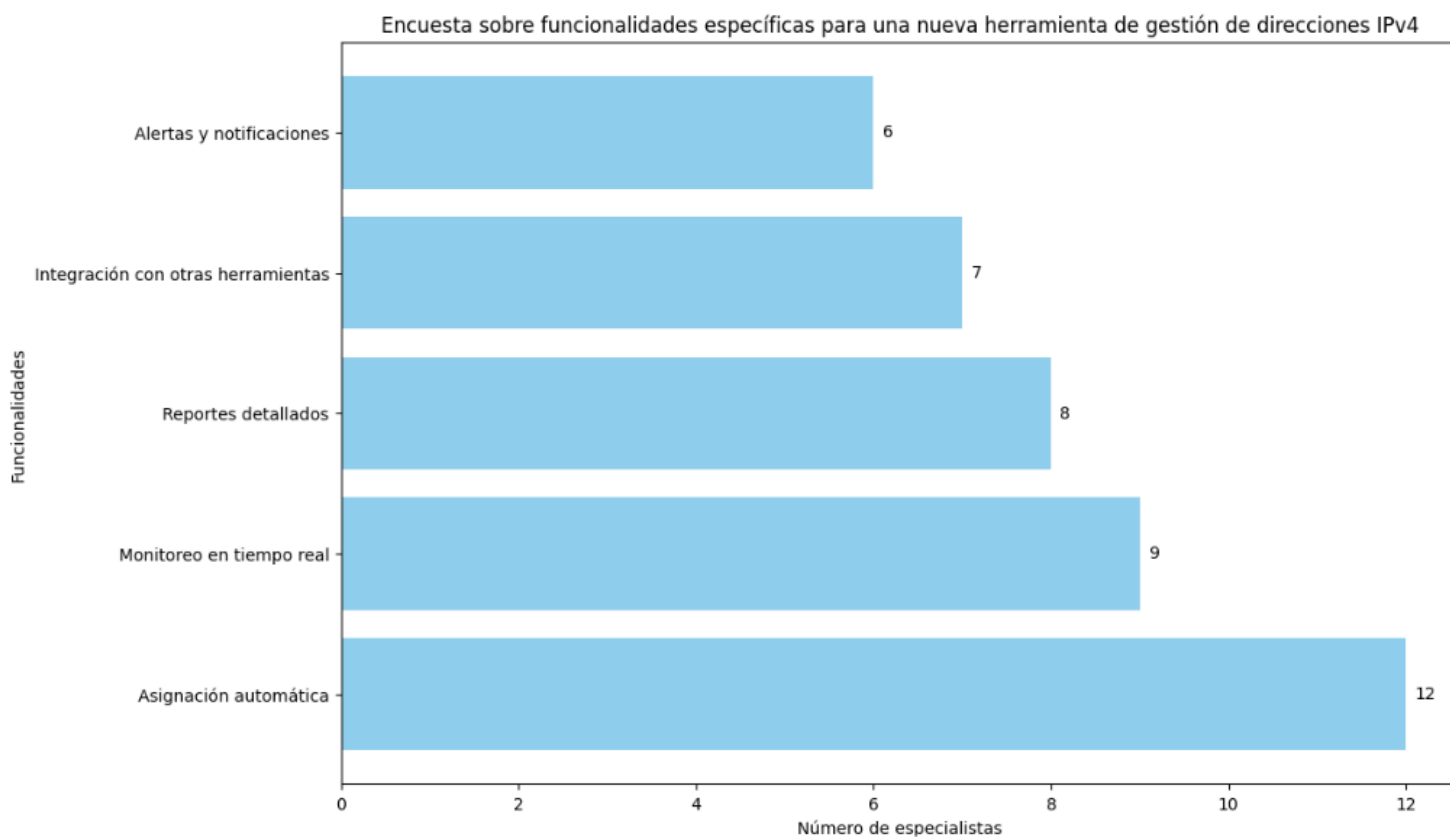
Pregunta abierta que pretende identificar las características y capacidades que los especialistas consideran esenciales para que la herramienta sea efectiva y útil en su contexto

operativo. Esto permite obtener información valiosa sobre las expectativas del equipo, asegurando que la nueva solución aborde las deficiencias actuales y responda a las necesidades específicas del departamento.

Además, esta información puede guiar el desarrollo del software, lo cual garantiza que se implementen funcionalidades relevantes, tales como validación automática y seguimiento en tiempo real, por tanto, contribuye a una mejor gestión del direccionamiento IPv4.

Figura 10

Gráfico de la pregunta 5



Nota: Elaboración propia del investigador para efectos del presente trabajo investigativo

En la **Figura 10**

Gráfico de la pregunta 5, es posible observar varias funcionalidades mencionadas por los especialistas. Sin embargo, para el desarrollo de la herramienta, solo se van a tomar en cuenta la integración con otras herramientas, el monitoreo en tiempo real y la asignación automática.

Pregunta 6

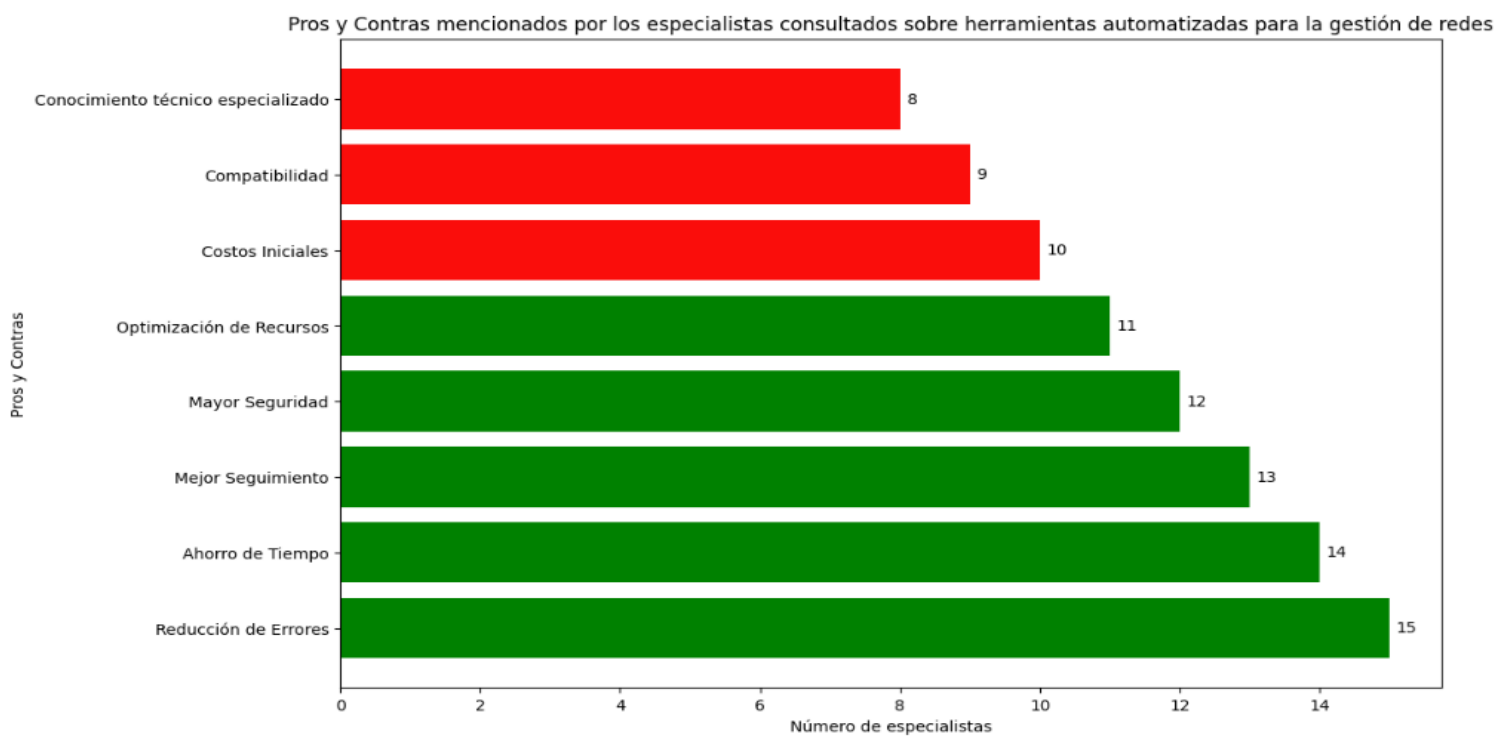
¿Ha tenido experiencias previas con herramientas automatizadas para la gestión de redes?

Si es así, ¿cuáles han sido los pros y los contras?

Pregunta abierta que procura recopilar información sobre las vivencias anteriores de los especialistas con herramientas automatizadas. Esto ayudará a identificar cuáles aspectos han sido efectivos y cuáles han presentado desafíos en su implementación. Ello permitirá aprender de esas experiencias para diseñar una nueva herramienta que maximice sus beneficios y minimice los inconvenientes, asegurando una mejor adaptación a las necesidades del departamento.

Figura 11

Gráfico de la pregunta 6



Nota: Elaboración propia del investigador para efectos del presente trabajo investigativo

En la **Figura 11**

Gráfico de la pregunta 6, se evidencia en rojo los contras, mientras en verde los pros.

Pros:

- Reducción de errores: la automatización ayuda a minimizar los errores humanos en la asignación y gestión de direcciones.
- Ahorro de tiempo: las tareas repetitivas y tediosas se completan más rápidamente.
- Mejor seguimiento: facilita el monitoreo y la auditoría de las direcciones IP.
- Mayor seguridad: implementa medidas de seguridad más robustas y consistentes.
- Optimización de recursos: mejora la eficiencia en el uso de direcciones IP y otros recursos de red.

Contras:

- Costos iniciales: la implementación de herramientas automatizadas puede ser costosa.
- Compatibilidad: puede haber problemas de integración con sistemas y herramientas existentes.
- Conocimiento técnico especializado: los administradores necesitan habilidades avanzadas para diagnosticar y solucionar problemas técnicos que puedan surgir.

Pregunta 7

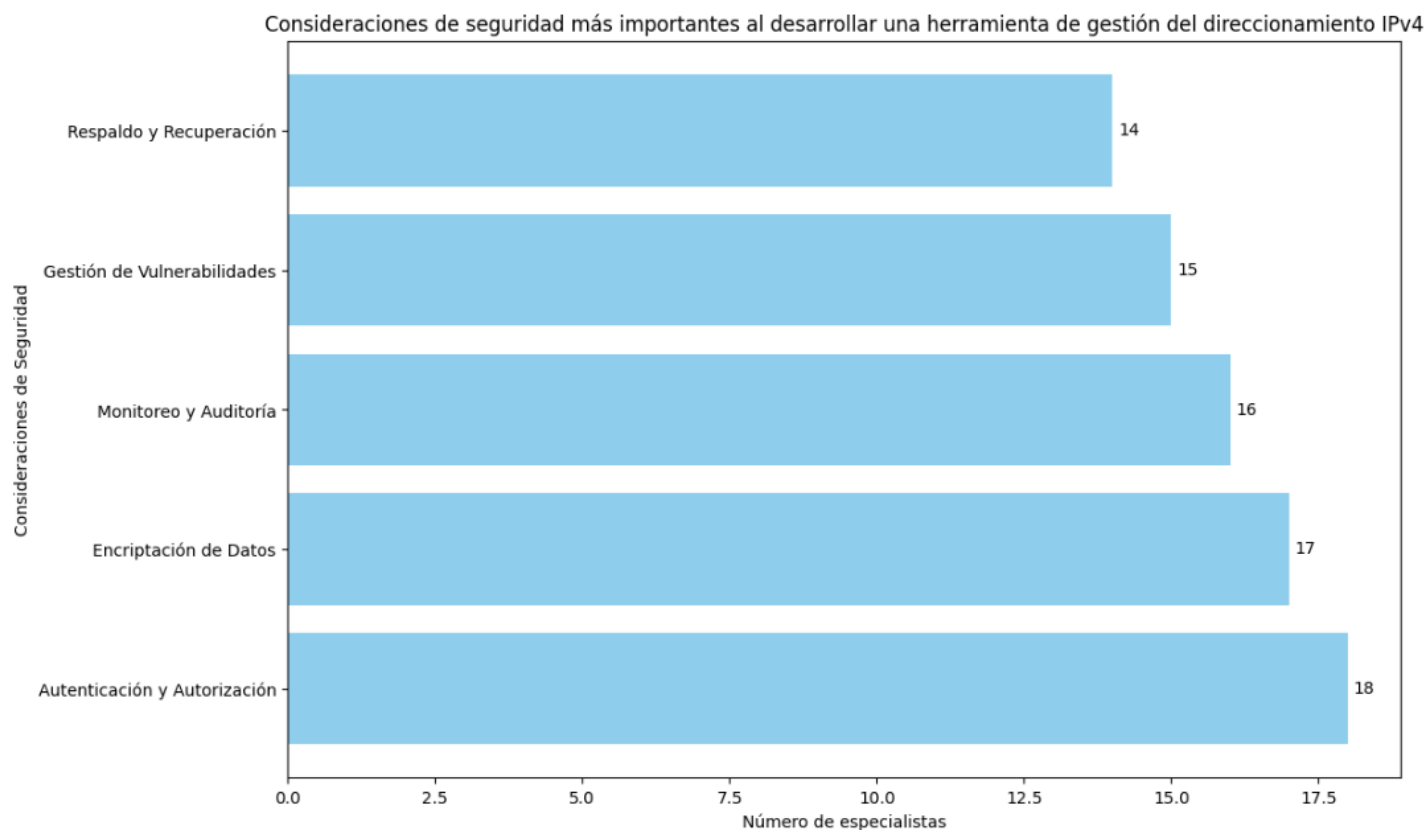
¿Cuáles consideraciones de seguridad son importantes al desarrollar una herramienta de gestión del direccionamiento IPv4?

Pregunta abierta que busca identificar los aspectos críticos de seguridad que deben tenerse en cuenta para proteger la integridad y confidencialidad de los datos. Al comprender estas consideraciones, se pueden establecer medidas efectivas para prevenir accesos no autorizados, proteger la infraestructura y garantizar que la herramienta cumpla con los estándares de seguridad necesarios para el manejo de información sensible en la gestión de direcciones IP.

Esto es fundamental para asegurar la confianza de los usuarios y la operatividad del sistema en un entorno crítico como el de la red de transporte del ICE.

Figura 12

Gráfico de la pregunta 7



Nota: Elaboración propia del investigador para efectos del presente trabajo investigativo

- Autenticación: verificación de la identidad de los usuarios que intentan acceder al sistema.
- Autorización: determinación de los permisos y niveles de acceso que tiene cada usuario autenticado.

- **Encriptación de datos:** protección de la información mediante técnicas de cifrado para asegurar que los datos sean accesibles solo por usuarios autorizados y evitar su interceptación durante la transmisión.
- **Monitoreo y auditoría:** supervisión continua de las actividades del sistema para detectar y responder a comportamientos sospechosos o no autorizados. Registro detallado de todas las acciones realizadas en el sistema para facilitar la auditoría y el análisis forense en caso de incidentes de seguridad.
- **Gestión de vulnerabilidades:** identificación, evaluación y mitigación de vulnerabilidades en el sistema para prevenir posibles explotaciones por parte de atacantes.
- **Respaldo y recuperación:** implementación de mecanismos de respaldo regular de los datos y desarrollo de planes de recuperación ante desastres para asegurar la continuidad del servicio en caso de fallos o ataques.

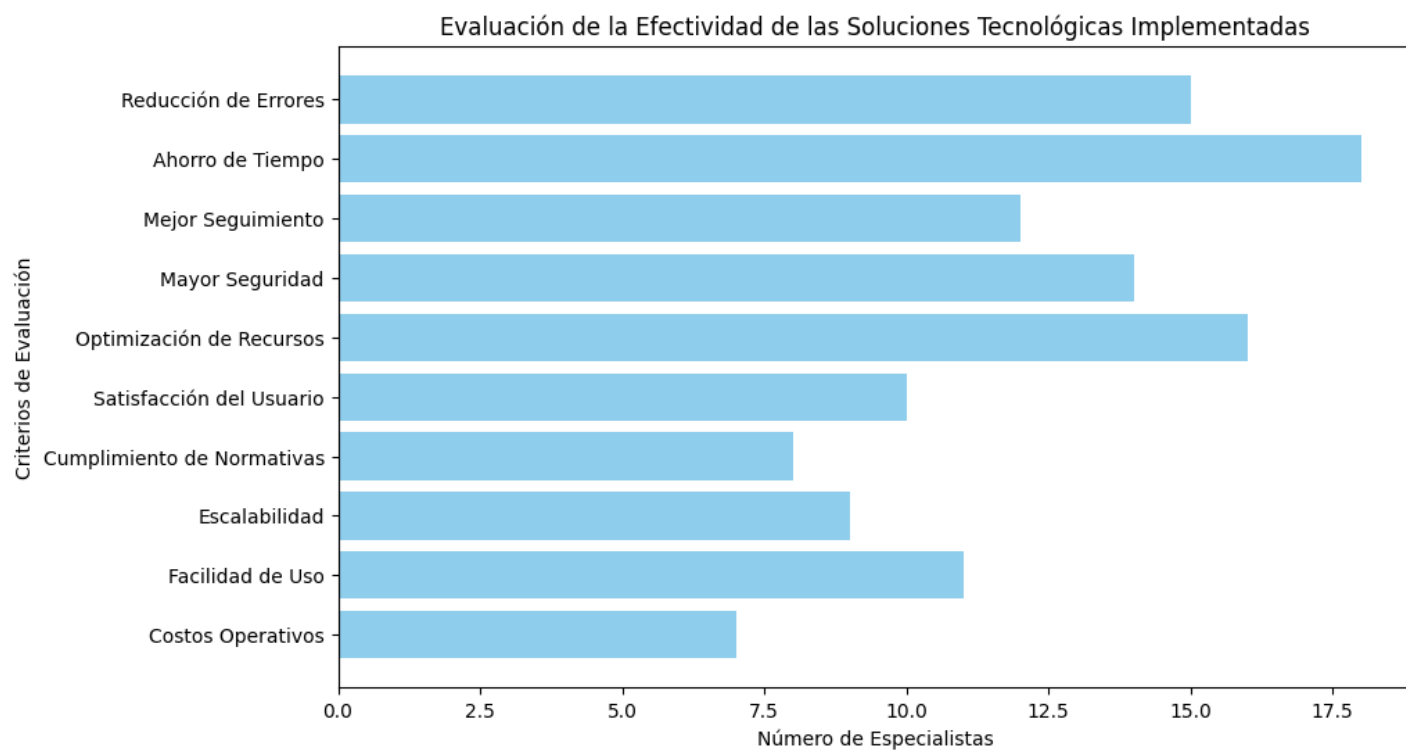
Pregunta 8

¿Cómo evalúa la efectividad de las soluciones tecnológicas implementadas en su departamento?

Pregunta abierta que planea obtener información sobre los criterios y las métricas que utilizan los especialistas para medir el éxito de las herramientas y procesos tecnológicos en la gestión del direccionamiento IPv4. Esto permitirá entender la percepción del personal sobre la funcionalidad y el impacto de las soluciones existentes, así como identificar áreas de mejora y posibles ajustes necesarios para maximizar la eficiencia operativa y la satisfacción del usuario. Además, ayudará a establecer una base para evaluar futuras implementaciones tecnológicas en el departamento.

Figura 13

Gráfico de la pregunta 8



Nota: Elaboración propia del investigador para efectos del presente trabajo investigativo

En la **Figura 13**

Gráfico de la pregunta 8, se puede observar que cada barra representa el número de especialistas que mencionaron cada criterio de evaluación.

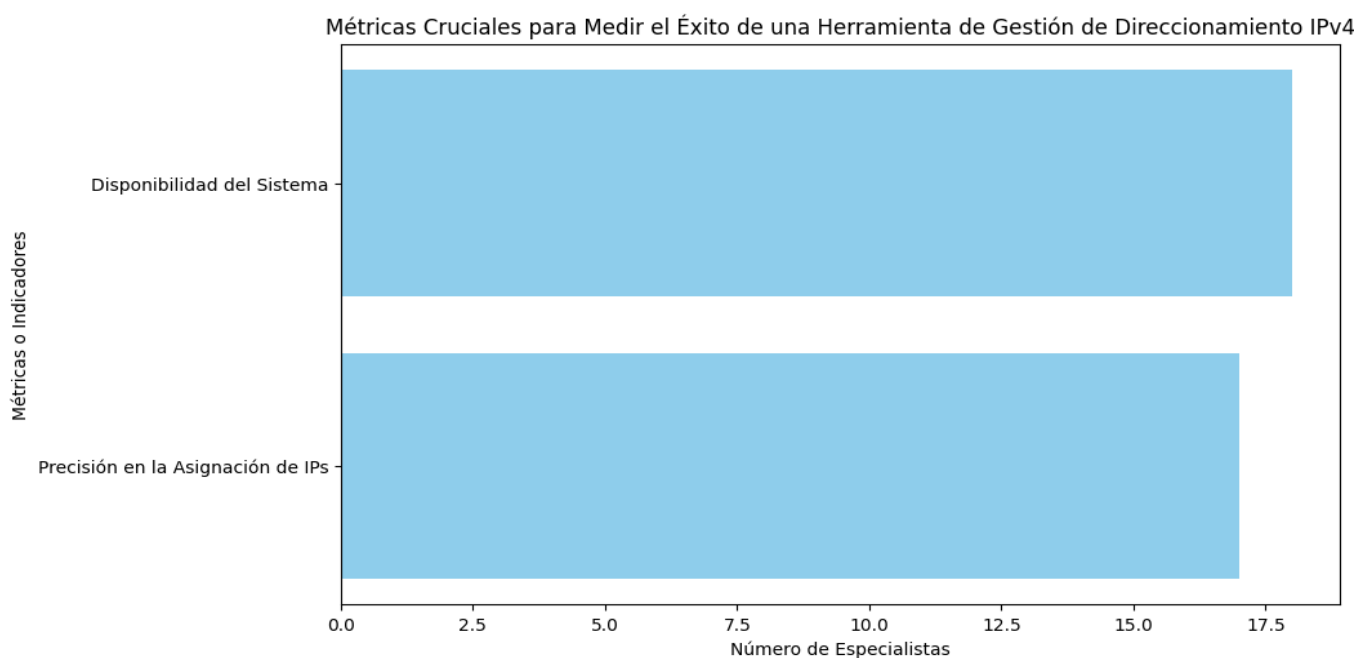
Pregunta 9

¿Cuáles métricas o indicadores considera cruciales para medir el éxito de una herramienta de gestión de direccionamiento IPv4?

Pregunta abierta que recoge los criterios que los especialistas consideran importantes para evaluar la efectividad de la herramienta en uso. Esta información ayudará a comprender cómo se define el éxito en el contexto del direccionamiento IPv4 y cuáles aspectos son prioritarios para mejorar la gestión de direcciones, lo cual facilita el desarrollo de métricas que alineen la herramienta con los objetivos del departamento. Además, permitirá establecer un marco de referencia para futuras evaluaciones y mejoras continuas.

Figura 14

Gráfico de la pregunta 9



Nota: Elaboración propia del investigador para efectos del presente trabajo investigativo

La disponibilidad del sistema es una métrica clave referente al tiempo durante el cual una herramienta de gestión de direccionamiento IPv4 está operativa y accesible para los usuarios. La disponibilidad del sistema es esencial para asegurar que una herramienta de gestión de

direccionamiento IPv4 sea confiable y efectiva. Por tanto, permite una gestión continua y sin interrupciones de las direcciones IP.

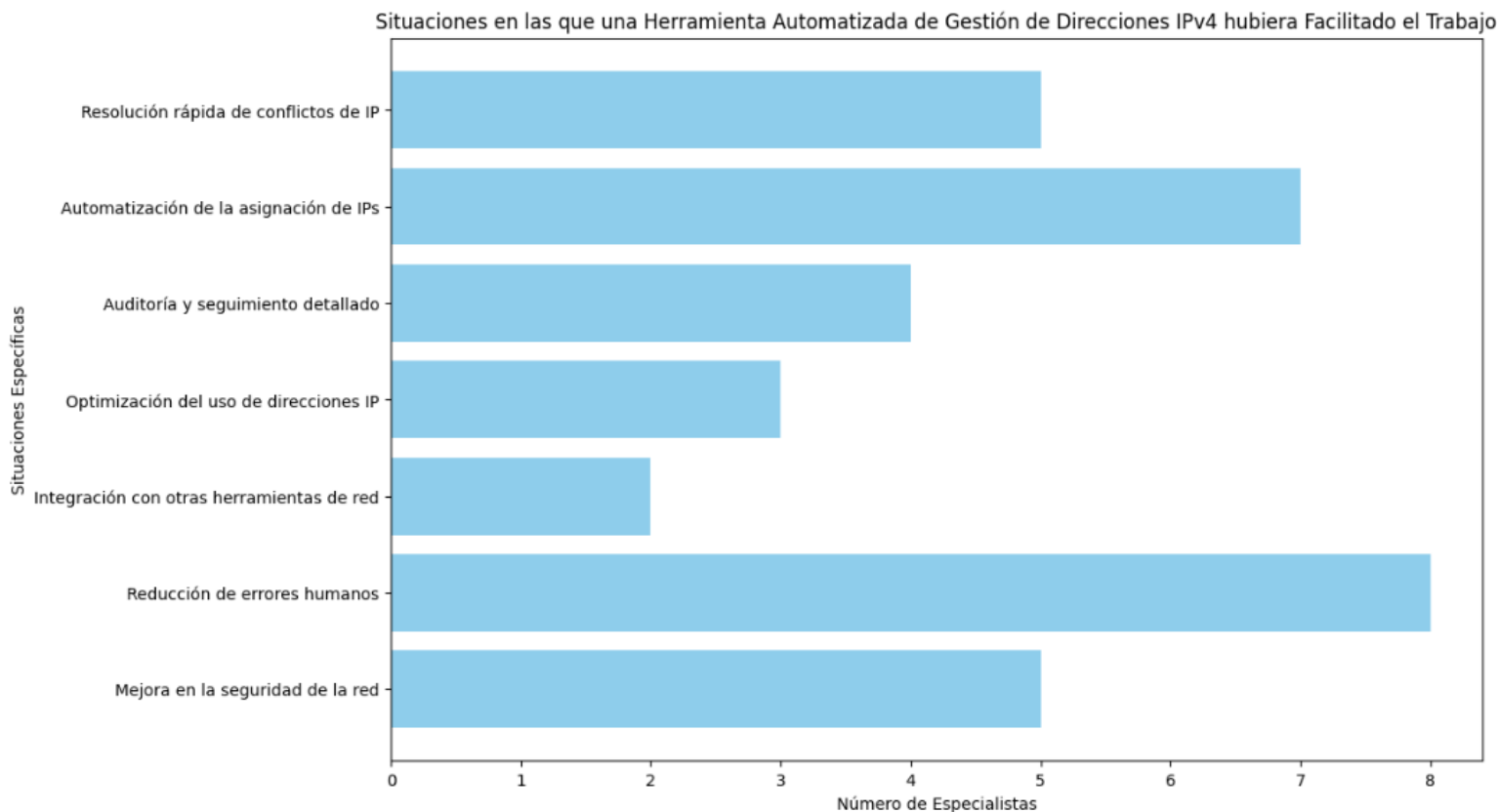
Pregunta 10

¿Puede describir una situación específica en la que una herramienta automatizada de gestión de direcciones IPv4 hubiera facilitado su trabajo o resuelto un problema específico?

Dicha pregunta abierta procura acumular ejemplos concretos de cómo la automatización podría haber mejorado procesos o solucionado dificultades en la gestión del direccionamiento IPv4. Esto permitirá identificar necesidades reales y situaciones críticas que requieren atención, además de proporcionar información valiosa sobre las expectativas de los usuarios con respecto a la nueva herramienta. Estos relatos ayudarán a guiar el desarrollo de funcionalidades y a entender mejor el contexto operativo del departamento.

Figura 15

Gráfico de la pregunta 10



Nota: Elaboración propia del investigador para efectos del presente trabajo investigativo

Preguntas cerradas

Las preguntas cerradas son aquellas que solicitan al encuestado que elija entre un conjunto de respuestas, como «sí/no» o entre una lista de opciones múltiples, etc. Las preguntas cerradas sirven principalmente para recopilar las respuestas de los encuestados dentro de un marco limitado de opciones. Este tipo de preguntas son la base de todas las técnicas de análisis estadístico aplicadas en cuestionarios y encuestas (Ortega, 2021).

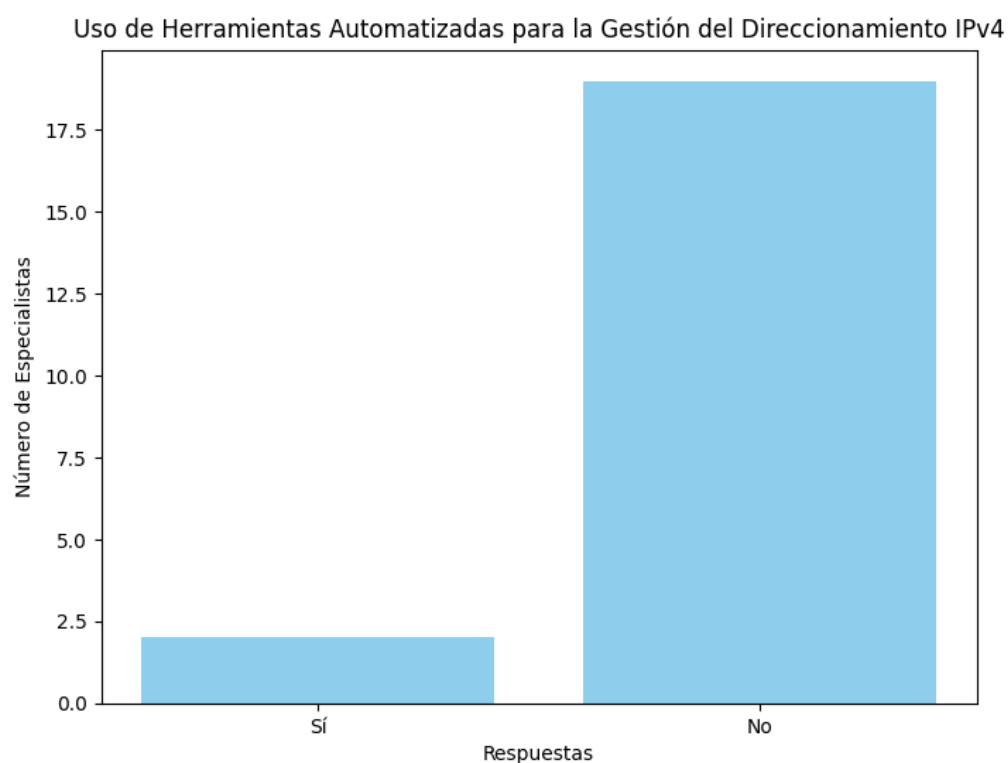
Pregunta 1

¿Actualmente, utiliza alguna herramienta automatizada para la gestión del direccionamiento IPv4?

Pregunta cerrada de sí o no, la cual pretende determinar si el personal ya está utilizando alguna solución automatizada y evaluar su efectividad. Esto ayudará a identificar oportunidades de mejora y posibles áreas de integración con la nueva herramienta propuesta.

Figura 16

Gráfico de la pregunta 1



Nota: Elaboración propia del investigador para efectos del presente trabajo investigativo

Como se puede ver en la **Figura 16**

Gráfico de la pregunta 1, solo 2 personas respondieron que sí, mientras que 19 respondieron que no.

Pregunta 2

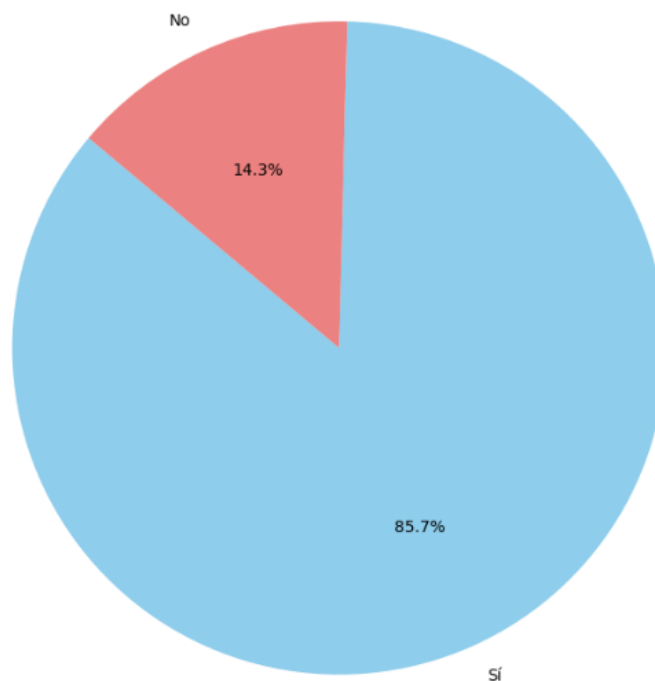
¿Considera que la implementación de una herramienta automatizada podría reducir significativamente los errores en la asignación de direcciones IPv4?

Pregunta cerrada de sí o no que evalúa la opinión del personal sobre la efectividad de una solución tecnológica para minimizar errores en el proceso de asignación, lo cual es crucial para mejorar la gestión del direccionamiento IP.

Figura 17

Gráfico de la pregunta 2

¿Considera que la implementación de una herramienta automatizada podría reducir significativamente los errores en la asignación de direcciones IPv4?



Nota: Elaboración propia del investigador para efectos del presente trabajo investigativo

En la **Figura 17**

Gráfico de la pregunta 2, se puede observar que la mayoría de los especialistas (18 de 21) respondieron que sí, mientras que 3 respondieron que no.

Pregunta 3

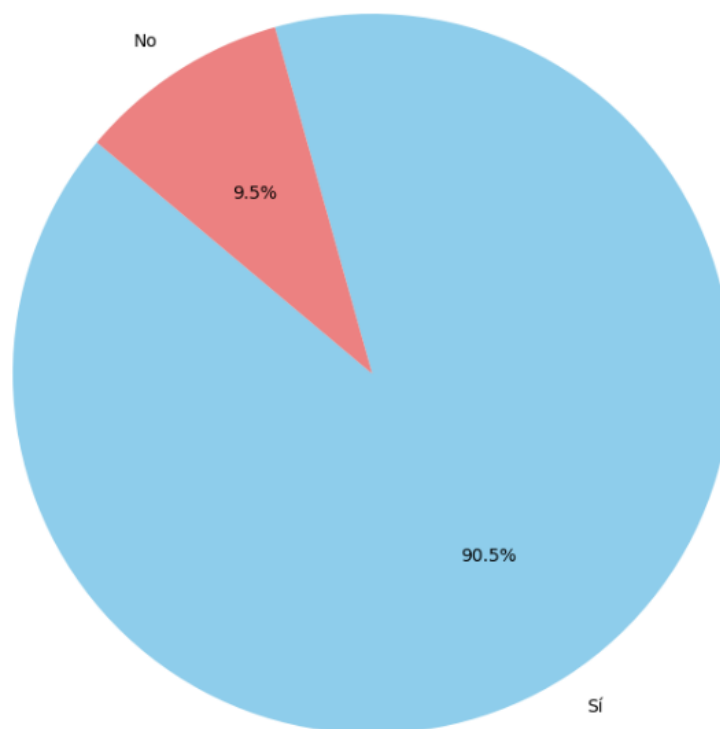
¿Cree que una solución tecnológica podría mejorar la eficiencia operativa de la gestión de direcciones IPv4 en su departamento?

Pregunta cerrada de sí o no planea conocer la percepción del personal sobre el impacto positivo que podría tener una herramienta automatizada en la optimización de sus procesos, lo cual puede ayudar a justificar la necesidad de implementar dicha solución.

Figura 18

Gráfico de la pregunta 3

¿Cree que una solución tecnológica podría mejorar la eficiencia operativa de la gestión de direcciones IPv4 en su departamento?



Nota: Elaboración propia del investigador para efectos del presente trabajo investigativo

Como se puede observar en la **Figura 18**

Gráfico de la pregunta 3, la mayoría de los especialistas (19 de 21) respondieron que sí, mientras que 2 respondieron que no.

Pregunta 4

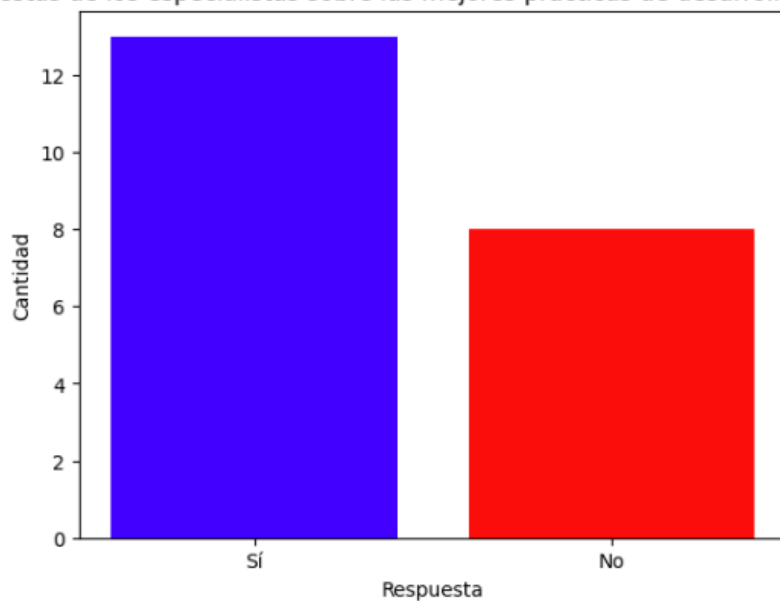
¿Está familiarizado con las mejores prácticas de desarrollo de software para herramientas de gestión de redes?

Pregunta cerrada de sí o no que determina el nivel de conocimiento del personal sobre las metodologías y estándares que pueden mejorar la calidad, seguridad y eficiencia de las herramientas por implementar en la gestión del direccionamiento IPv4.

Figura 19

Gráfico de la pregunta 4

Respuestas de los especialistas sobre las mejores prácticas de desarrollo de software



Nota: Elaboración propia del investigador para efectos del presente trabajo investigativo

Pregunta 5

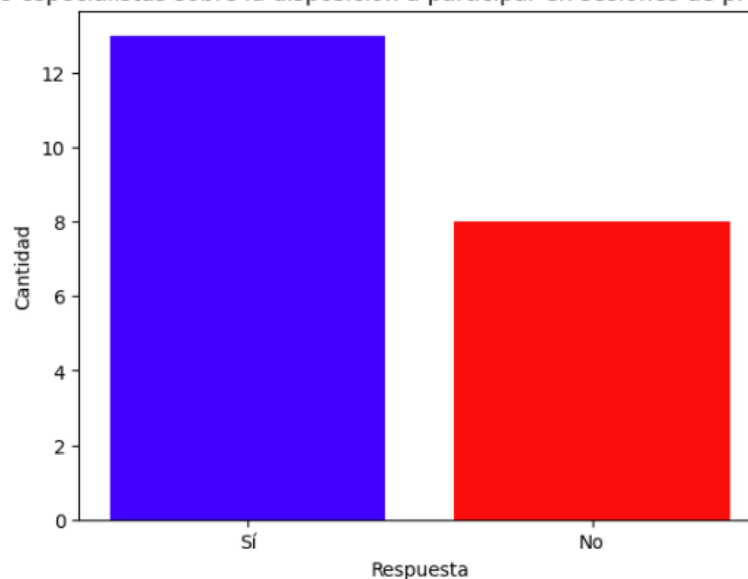
¿Estaría dispuesto a participar en sesiones de prueba y retroalimentación para el desarrollo de la nueva herramienta?

Pregunta cerrada de sí o no que procura evaluar la disposición del personal para colaborar activamente en el proceso de desarrollo. Ello puede facilitar mejoras basadas en sus experiencias y necesidades reales en la gestión del direccionamiento IPv4.

Figura 20

Gráfico de la pregunta 5

Respuestas de los especialistas sobre la disposición a participar en sesiones de prueba y retroalimentación



Nota: Elaboración propia del investigador para efectos del presente trabajo investigativo

Informe de la configuración, integraciones y pruebas realizadas

Las pruebas son esenciales para garantizar el óptimo funcionamiento y fiabilidad de los sistemas informáticos. Aquí se muestra la forma como interactúan y operan los diferentes módulos de la herramienta desarrollada en Python.

Figura 21

Librerías en Python

```
import paramiko
import time
from PIL import ImageTk, Image
import PIL.Image
import tkinter as tk
from tkinter import ttk
from tkinter import *
from netaddr import *
import pandas as pd
import os
import smbclient
import requests
import os
import uuid
from smbprotocol.connection import Connection
from smbprotocol.session import Session
import socket
import openpyxl
```

Nota: Elaboración propia del investigador para efectos del presente trabajo investigativo

En la **Figura 21**

Librerías en Python, se muestra que se importan varias librerías que se utilizan para diferentes propósitos. A continuación, se explica cada una de ellas:

- Paramiko: se utiliza para crear una conexión SSH y ejecutar comandos en un servidor remoto. En este caso, se utiliza para ingresar a los route reflector.

- Time: proporciona funciones relacionadas con el tiempo, como pausar la ejecución del script.
- PIL (almohada): se utiliza para abrir, manipular y guardar varios formatos de archivos de imagen.
- Tkinter: una biblioteca estándar de Python para crear interfaces gráficas de usuario (GUI).
- Netaddr: proporciona herramientas para trabajar con direcciones IP y redes.
- Pandas: se utiliza para la manipulación y el análisis de datos, especialmente, en estructuras de datos como DataFrames.
- Os: proporciona formas de interactuar con el sistema operativo, como administrar archivos y directorios.
- Smbclient: interactúa con servidores SMB/CIFS para compartir archivos en la red.
- Requests: se utiliza para realizar solicitudes HTTP, como obtener datos de una API.
- Uuid: genera un identificador único universal (UUID).
- Smbprotocol: proporciona una implementación de cliente SMB para interactuar con servidores SMB.
- Socket: proporciona acceso a una interfaz de red de bajo nivel.
- Openpyxl: Se utiliza para leer y escribir archivos de Excel (.xlsx).

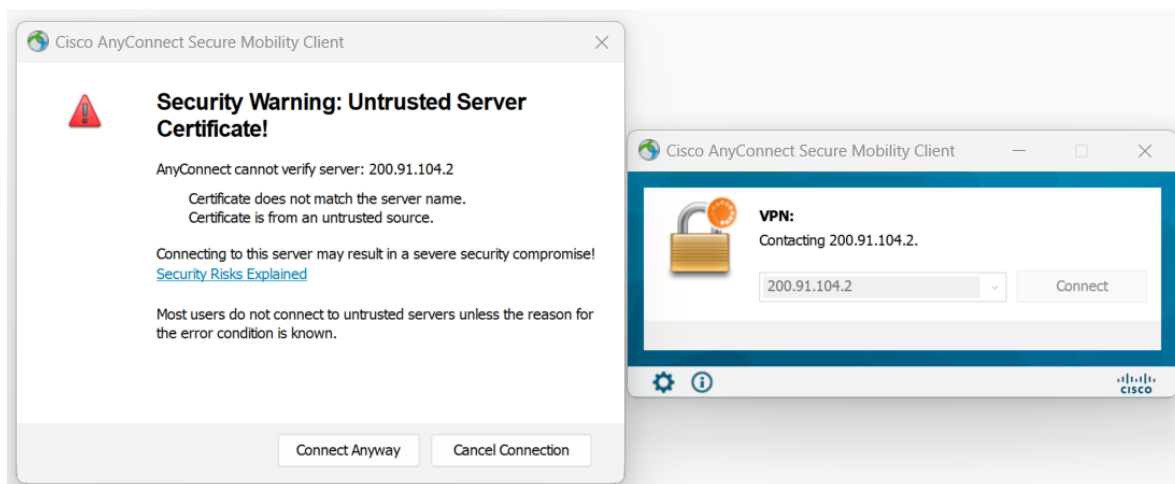
Conexión de Python con la red de equipos Cisco y Huawei de la nube de transporte IP del ICE

Para esta conexión, es necesario ingresar a través de una VPN-RAI (red privada virtual de la red avanzada de Internet) utilizando Cisco AnyConnect Secure Mobility Client, como se observa en la **Figura 22**

Conexión con la red de transporte.

Figura 22

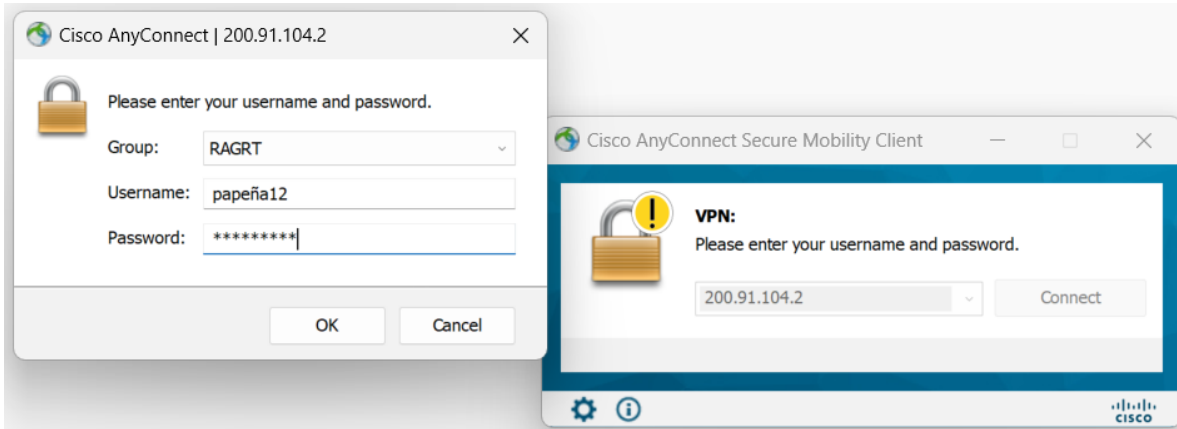
Conexión con la red de transporte



Nota: Elaboración propia del investigador para efectos del presente trabajo investigativo

Figura 23

Credenciales de acceso a la red de transporte



Nota: Elaboración propia del investigador para efectos del presente trabajo investigativo

El sistema solicita el usuario y contraseña como se observa en la **Nota: Elaboración propia del investigador para efectos del presente trabajo investigativo**

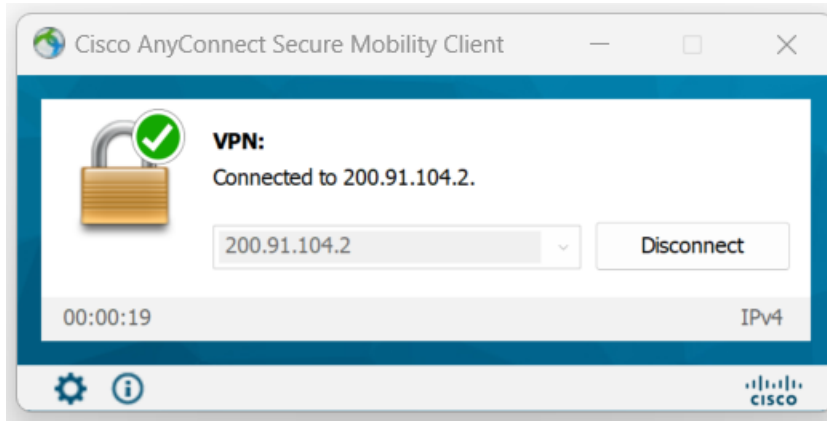
Figura 23

Credenciales de acceso a la red de transporte.

Se ingresan los datos solicitados, los cuales ya están previamente autorizados en un servidor AAA, se da click en el botón OK y se muestra la imagen a continuación de conexión aprobada:

Figura 24

Sesión VPN activa



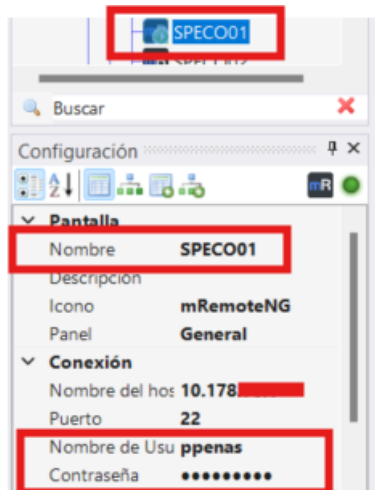
Nota: Elaboración propia del investigador para efectos del presente trabajo investigativo

Dicha conexión con la VPN-RAI debe permanecer activa siempre que se quiera trabajar en la red, ya sea por CLI (Interfaz de Línea de Comandos) o por el Gestor Cisco Prime, como se muestra en la **Figura 24**

Sesión VPN activa.

Figura 25

Usuario y contraseña en los equipos de la red de transporte



Nota: Elaboración propia del investigador para efectos del presente trabajo investigativo

El acceso a cualquier equipo de la red debe ingresar el usuario y la contraseña, la cual es distinta a las credenciales del acceso a la red de transporte tal como lo muestra la **Figura 25**

Usuario y contraseña en los equipos de la red de transporte. En este caso, la conexión se realizó al equipo con el hostname SPECO01.

Conexión al servidor y a la red de transporte

Esta operación se debe realizar simultáneamente en la herramienta Python para la

“Búsqueda de prefijos en uso” y “Búsqueda de prefijo exacto”, ya que, para estas búsquedas, es necesario el ingreso a los route reflector, como se muestra en la **Figura 26**

IP Loopback de los route reflector y en la *Nota:* Elaboración propia del investigador para efectos del presente trabajo investigativo

Figura 27

Credenciales en Python para red y servidor.

Funcionamiento de un route reflector

El concepto de route reflector permite, a los routers BGP en una AS, pasar información de rutas a otros routers sin necesidad de que todos los routers estén conectados entre sí en una malla completa.

Un route reflector recibe anuncios de rutas de sus clientes y otros routers BGP (no clientes) y, luego, redistribuye esas rutas según ciertas reglas, evitando así la necesidad de una malla completa.

Los route reflectors consideran tres tipos de relaciones BGP:

- Clientes: routers BGP que están configurados para recibir y enviar rutas al route reflector. El route reflector redistribuye las rutas entre sus clientes sin restricciones.
- Non-Clients: routers BGP que tienen una sesión con el Route Reflector, pero no están configurados como clientes. El RR redistribuye las rutas de non-clients a sus clientes, pero no entre non-clients.
- Peer Routers (RRs): otros route reflectors dentro de la misma AS. Los route reflectors redistribuyen rutas a otros RRs para asegurar que toda la AS tenga una visión coherente de las rutas.

Ventajas de usar route reflectors

- Reducción de la complejidad: al disminuir el número de sesiones BGP necesarias, se simplifica la configuración y el mantenimiento de la red.
- Escalabilidad: a la red BGP, le permite crecer de manera más sostenible, evitando el crecimiento cuadrático del número de sesiones BGP.

- Mejora en el uso de recursos: menos sesiones BGP significa un menor uso de recursos en cada router, lo cual puede resultar en una mejor eficiencia general de la red (Abcxperts, 2024).

Figura 26

IP Loopback de los route reflector

```
def probar_conexion_rr():
    username = username_entry.get()
    password = password_entry.get()

    ip_addresses = ['10.178.64.6' , '10.178.64.10']
    client = paramiko.SSHClient()
    client.set_missing_host_key_policy(paramiko.AutoAddPolicy())
```

Nota: Elaboración propia del investigador para efectos del presente trabajo investigativo

Figura 27

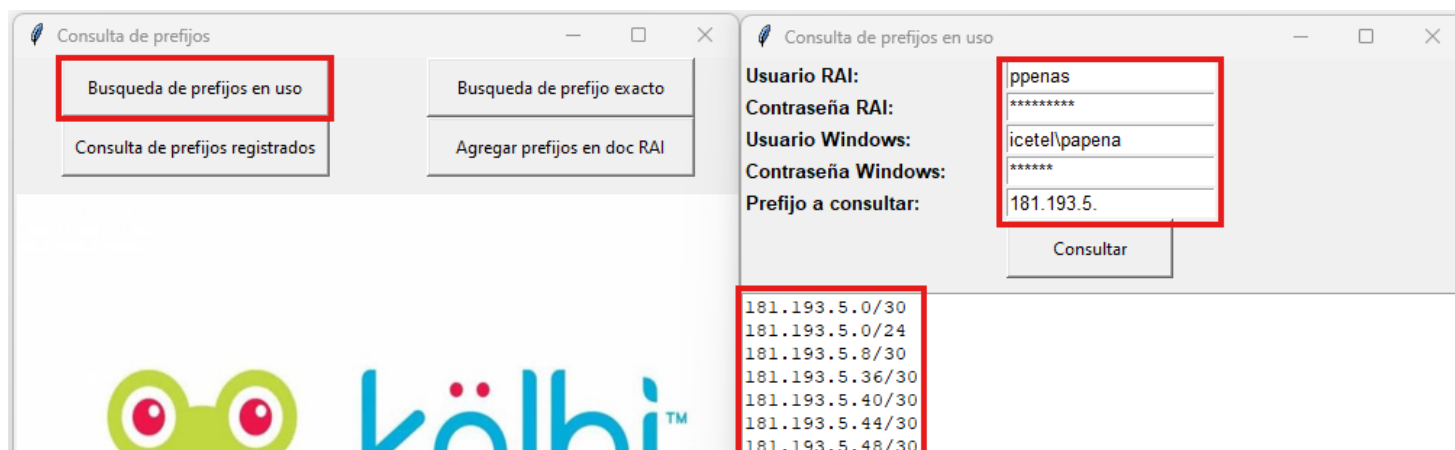
Credenciales en Python para red y servidor

```
username_label = tk.Label(ventana_prefijo_en_uso, text='Usuario RAI: ', font=('calibre', 12, 'normal'))
password_label = tk.Label(ventana_prefijo_en_uso, text='Contraseña RAI: ', font=('calibre', 12, 'normal'))
prefix_label = tk.Label(ventana_prefijo_en_uso, text='Prefijo a consultar: ', font=('calibre', 12, 'normal'))
usuario_smb_label = tk.Label(ventana_prefijo_en_uso, text='Usuario Windows: ', font=('calibre', 12, 'normal'))
contrasena_smb_label = tk.Label(ventana_prefijo_en_uso, text='Contraseña Windows: ', font=('calibre', 12, 'normal'))
```

Nota: Elaboración propia del investigador para efectos del presente trabajo investigativo

Figura 28

Visualización del ingreso de las credenciales en la herramienta



Nota: Elaboración propia del investigador para efectos del presente trabajo investigativo

En la **Nota: Elaboración propia del investigador para efectos del presente trabajo** investigativo

Figura 28

Visualización del ingreso de las credenciales en la herramienta, se puede observar cómo se ingresan los respectivos usuarios y las respectivas contraseñas presionando el botón “Búsqueda de prefijos en uso” y el valor obtenido por consultar el prefijo 181.193.5.

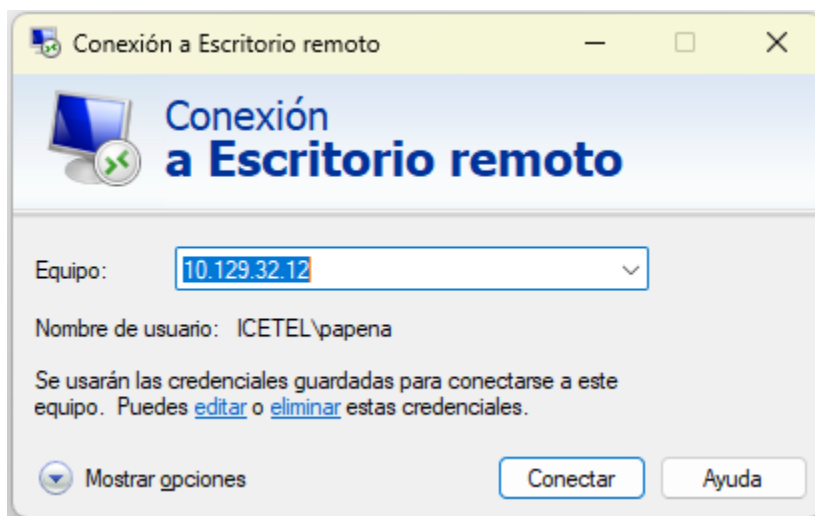
Conexión al servidor

Se solicitaron credenciales de acceso al administrador del servidor, con el usuario: icetel\papena y contraseña. Se realiza una verificación de conexión al servidor por escritorio remoto como se observa en la **Figura 29**

Conexión por escritorio remoto.

Figura 29

Conexión por escritorio remoto



Nota: Elaboración propia del investigador para efectos del presente trabajo investigativo

Se verifica la conexión al servidor por escritorio remoto como se observa en la **Figura 29**

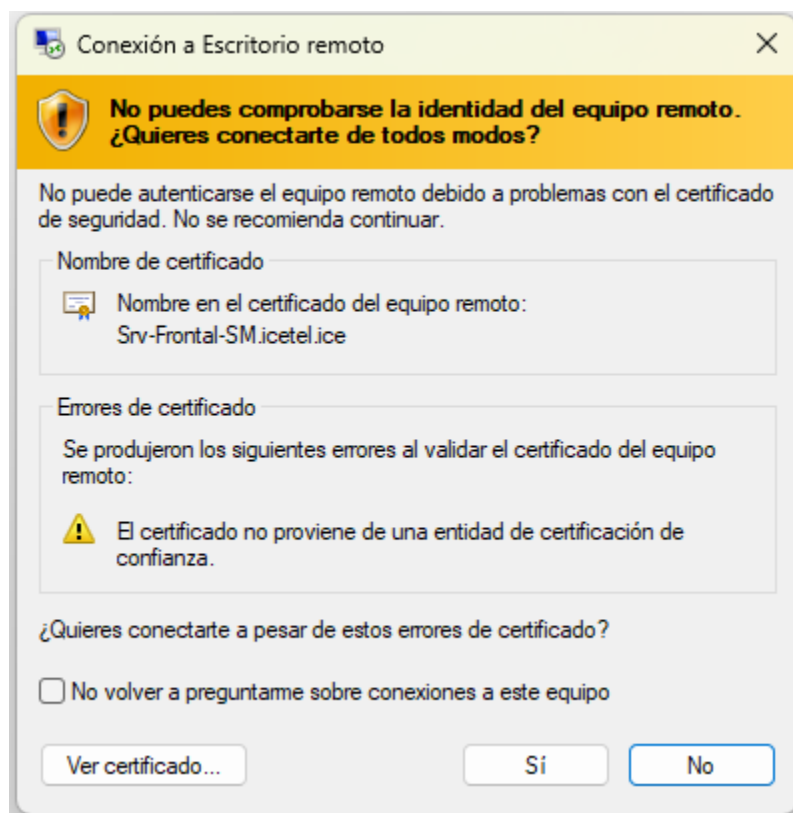
Conexión por escritorio remoto.

La primera vez que se conecte a su servidor se le pedirá que acepte una advertencia de conexión con el nombre del certificado del servidor remoto. Para comprobar si la información es correcta, puede ingresar al servidor y seleccionar **Configuración -> Información del servidor**. Allí encontrará listado el "Nombre del servidor". Para aceptar la conexión, simplemente, haga clic en **Sí** y seleccione la casilla que indica "No volver a preguntarme sobre conexiones a este equipo" (para evitar que se muestre este mensaje cada vez que use el escritorio remoto) (docs.bluehosting, 2016), esto se puede observar en la **Figura 30**

Mensaje de advertencia de ingreso al servidor.

Figura 30

Mensaje de advertencia de ingreso al servidor

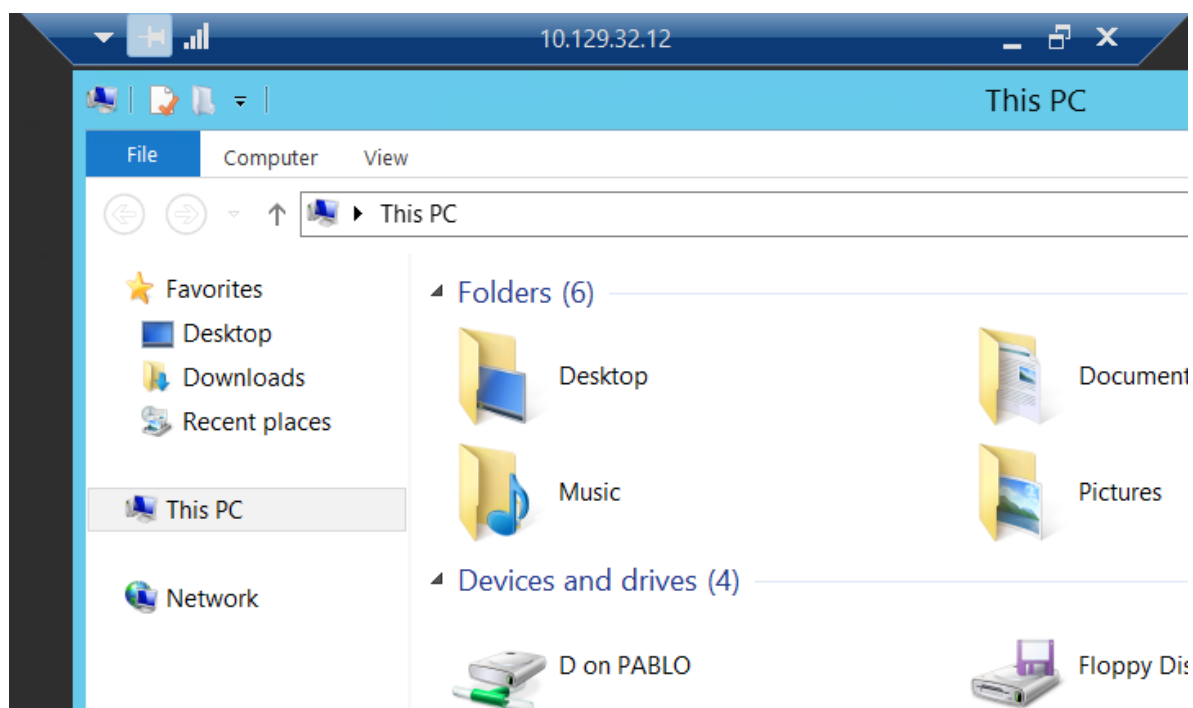


Nota: Elaboración propia del investigador para efectos del presente trabajo investigativo

Una vez confirmados los datos, habrá accedido a su servidor vía escritorio remoto y podrá utilizarlo tal como si estuviera haciéndolo localmente. Utilice la barra superior en el centro de la ventana para minimizar y cambiar el tamaño de la ventana o cerrar la sesión. Desde allí, también podrá monitorizar la calidad de la conexión y usar comandos remotos para el servidor (Burgos, 2016).

Figura 31

Visualización del servidor



Nota: Elaboración propia del investigador para efectos del presente trabajo investigativo

Al inicio del programa de la librería Smbprotocol, se importaron las clases “connection” y “Session”, las cuales se utilizan para establecer y gestionar conexiones SMB (Server Message Block) y sesiones de usuario con un servidor SMB. Se puede observar en la :

Figura 32

Librería Smbprotocol y las clases:

Figura 32

Librería Smbprotocol y las clases

```
import paramiko
import time
from PIL import ImageTk, Image
import PIL.Image
import tkinter as tk
from tkinter import ttk
from tkinter import *
from netaddr import *
import pandas as pd
import os
import smbclient
import requests
import os
import uuid
from smbprotocol.connection import Connection
from smbprotocol.session import Session
import socket
import openpyxl
```

Nota: Elaboración propia del investigador para efectos del presente trabajo investigativo

La clase **Connection** se utiliza para establecer una conexión con un servidor SMB. Esto incluye la configuración de parámetros como la dirección IP del servidor y el puerto.

La clase **Session** se utiliza para crear una sesión de usuario sobre una conexión SMB establecida. Esto implica autenticarse con el servidor utilizando credenciales de usuario.

Figura 33

Función agregar prefijo Excel

```
def agregar_prefijo_excel():
    prefijo = agregar_prefijo_entry.get()
    equipo_rai = agregar_equipo_entry.get()
    username = usuario_smb_entry.get()
    password = contrasena_smb_entry.get()

    excel_rai = r"\\10.129.32.12\compartido\RAI_PYTHON\prueba_prefijos.xlsx"
```

Nota: Elaboración propia del investigador para efectos del presente trabajo investigativo

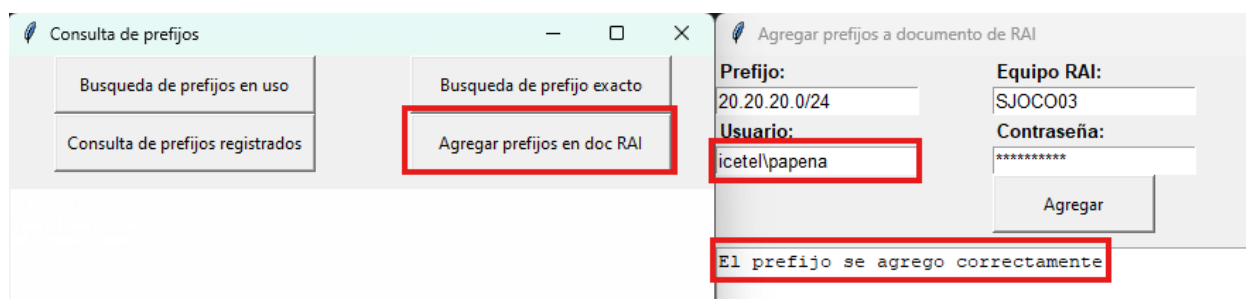
En el caso de la función “agregar_prefijo_excel”, se obtienen los valores de los campos de entrada de la interfaz gráfica (GUI) para el prefijo, el equipo de la RAI, el nombre de usuario y la contraseña SMB, y se especifica la ruta del archivo Excel en el servidor SMB, como muestra la **Figura 33**

Función agregar prefijo Excel y Figura 34

Interfaz gráfica para el prefijo. El usuario y contraseña ingresados por el usuario son almacenados en la variable username y password, respectivamente.

Figura 34

Interfaz gráfica para el prefijo



Nota: Elaboración propia del investigador para efectos del presente trabajo investigativo

Figura 35

Variable global

```
global usuario_smb_entry, contrasena_smb_entry
```

Nota: Elaboración propia del investigador para efectos del presente trabajo investigativo

Como se observa en la **Nota: Elaboración propia** del investigador para efectos del presente trabajo investigativo

Figura 35

Variable global, las variables `usuario_smb_entry` y `contrasena_smb_entry` son declaradas como globales para ser accesibles dentro de la función. Estas variables son entradas widgets en una interfaz gráfica que permiten ingresar y editar texto como en este caso, el nombre de usuario y la contraseña para acceder al recurso compartido.

Figura 36

Definición de ruta Excel, credenciales SMB, apertura de archivo en forma remota

```

def agregar_prefijo_excel():
    prefijo = agregar_prefijo_entry.get()
    equipo_rai = agregar_equipo_entry.get()
    username = usuario_smb_entry.get()
    password = contrasena_smb_entry.get()

    excel_rai = r"\\10.129.32.12\compartido\RAI_PYTHON\prueba_prefijos.xlsx"

    smbclient.ClientConfig(username=username, password=password)

    with smbclient.open_file(excel_rai, mode='rb') as remote_file:
        abrir_excel_rai = pd.read_excel(remote_file)

```

Nota: Elaboración propia del investigador para efectos del presente trabajo investigativo

En la **Figura 36**

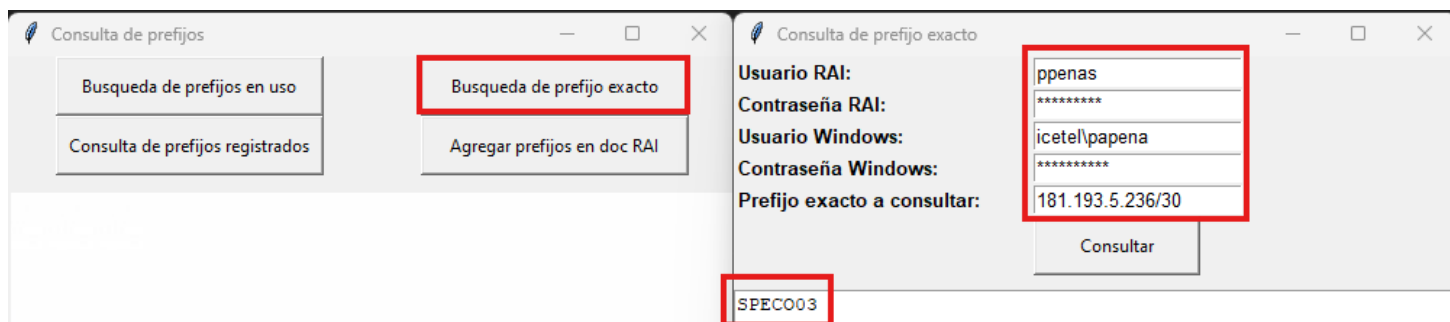
Definición de ruta Excel, credenciales SMB, apertura de archivo en forma remota, se muestra la definición de la ruta del archivo Excel en el servidor SMB, seguidamente la configuración de las credenciales SMB necesarias para acceder al recurso compartido en el servidor y, por último, la apertura del archivo Excel en modo lectura binaria (rb) usando smbclient y cargando el contenido del archivo en un data frame de pandas.

En pruebas realizadas con el botón “Búsqueda de prefijo exacto”, la consulta se realiza a la dirección IP 181.193.5.236/30 como se observa en la **Figura 37**

Consulta IP exacta.

Figura 37

Consulta IP exacta



Nota: Elaboración propia del investigador para efectos del presente trabajo investigativo

Figura 38

Visualización de la consulta en el terminal

```

PROBLEMS  OUTPUT  DEBUG CONSOLE  TERMINAL  PORTS

Local
10.251.13.3 (metric 400) from 10.178.64.10 (10.178.64.10)
Origin IGP, metric 0, localpref 100, valid, internal, best
Originator: 10.251.13.3, Cluster list: 10.178.64.10
rx pathid: 0, tx pathid: 0x0
ALARR01#
11
10.251.13.3
icetel\papena

```

Nota: Elaboración propia del investigador para efectos del presente trabajo investigativo

En la **Figura 38**

Visualización de la consulta en el terminal, se muestra la salida al comando: sh ip bgp + el prefijo exacto.

Figura 39

Opción seleccionada 1

```

def prefijos_en_uso(opcion_seleccionada):
    prefijo_uso = prefix_entry.get()

    try:
        client = probar_conexion_rr()
        if client is None:
            raise Exception("No se pudo conectar a ninguna IP")

        remote_conn = client.invoke_shell()
        time.sleep(1)
        remote_conn.send("term len 0\n")
        time.sleep(1)
        if opcion_seleccionada == 1:
            remote_conn.send("sh ip bgp | inc " + prefijo_uso + "\n")
        elif opcion_seleccionada == 2:
            remote_conn.send("sh ip bgp " + prefijo_uso + "\n")

```

Nota: Elaboración propia del investigador para efectos del presente trabajo investigativo

Como se observa en la **Figura 39**

Opción seleccionada 1, se envía el comando “sh ip bgp | inc seguido del prefijo” ingresado por el usuario. Este comando filtra la salida de BGP para incluir solo las líneas que contienen el prefijo.

La opción seleccionada 2 envía el comando “sh ip bgp más el prefijo” ingresado por el usuario. Este comando muestra la información detallada sobre el prefijo específico en la tabla BGP.

Figura 40

Filtrado de prefijos

```

def lista_prefijos(output, octetos, opcion seleccionada):
    sh_ip_bgp_filtrado = output.splitlines()

    resultados_sh_ip_bgp_filtrado = []
    sh_ip_bgp_exacto = ''

    if opcion seleccionada == 1:
        for linea in sh_ip_bgp_filtrado:
            linea = linea[5:]
            if linea.startswith(octetos) and "/" in linea:
                fin = linea.find(" ")
                if fin == -1:
                    fin = len(linea)
                resultado = linea[:fin]
                resultados_sh_ip_bgp_filtrado.append(resultado)
            resultados_sh_ip_bgp_filtrado_str = '\n'.join(resultados_sh_ip_bgp_filtrado)
        return resultados_sh_ip_bgp_filtrado_str

```

Nota: Elaboración propia del investigador para efectos del presente trabajo investigativo

En la **Figura 40**

Filtrado de prefijos, se muestra si la opción seleccionada es 1, se procesan las líneas de “sh_ip_bgp_filtrado”, se eliminan los primeros 5 caracteres de cada línea, el signo “/” verifica si la línea comienza con los octetos y si contiene “/”. Además, se agrega la dirección IP a “resultados_sh_ip_bgp_filtrado”.

Figura 41

Procesamiento de las líneas

```

elif opcion_seleccionada == 2:
    lista_output_bgp = []
    for linea in sh_ip_bgp_filtrado:
        lista_output_bgp.append(linea)
    for linea in lista_output_bgp:
        if 'best' in linea:
            index_best = lista_output_bgp.index(linea)
            ip_address_line = lista_output_bgp[index_best - 1]
            ip_address_line = ip_address_line[4:]
            fin = ip_address_line.find(" ")
            print(fin)
            resultado = ip_address_line[:fin]
            sh_ip_bgp_exacto += resultado
            print(sh_ip_bgp_exacto)
    return loopback_a_hostname(sh_ip_bgp_exacto)

```

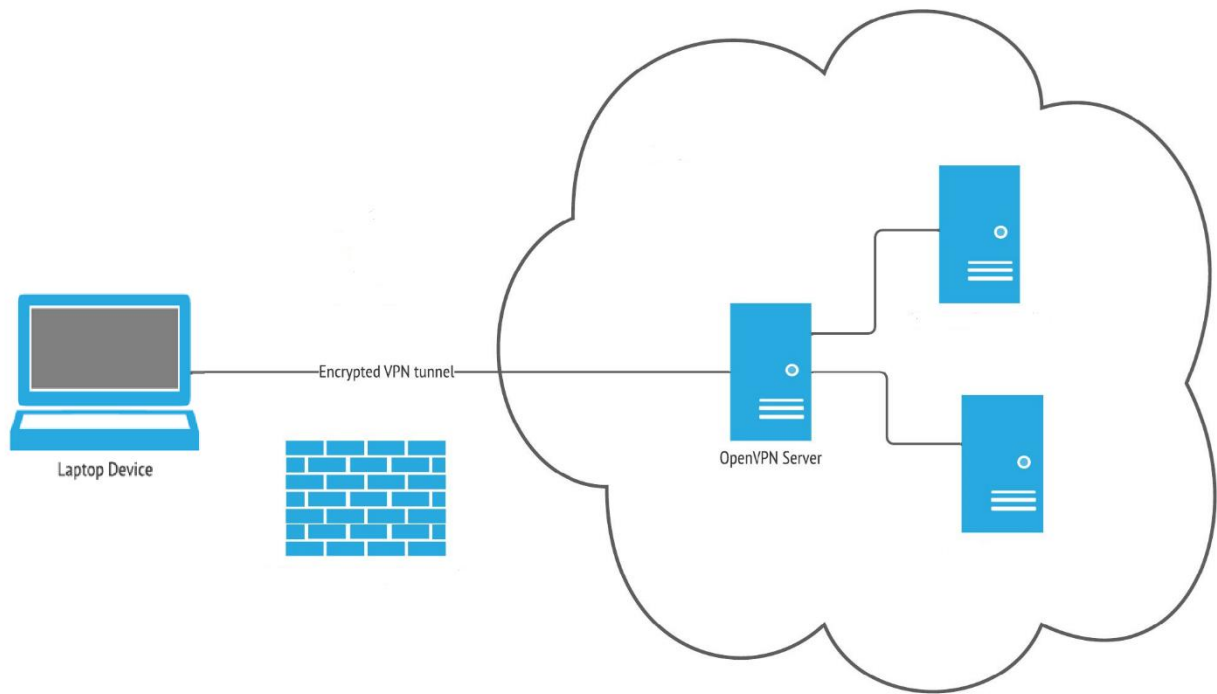
Nota: Elaboración propia del investigador para efectos del presente trabajo investigativo

La Figura 41

Procesamiento de las líneas muestra cómo se procesan las líneas de “sh_ip_bgp_filtrado”, se crea una lista “lista_output_bgp” con las líneas de “sh_ip_bgp_filtrado”, se busca la línea que contiene “best” y se obtiene su índice. Luego, se obtiene la línea anterior a la que contiene “best”, se eliminan los primeros 4 caracteres de dicha línea. Cuando aparezca el primer espacio en la línea, se determina el final de la IP, se agrega la IP a “sh_ip_bgp_exacto” y se retorna el resultado, se llama a la función “loopback_a_hostname” con la dirección IP exacta y se retorna el resultado.

Figura 42

Topología



Nota: Adaptado de Erudinsky, 2022

En la **Figura 42**

Topología, se evidencia la topología de la herramienta conectándose por medio de las VPN hacia la nube del ICE (intranet) desde donde se conecta a los equipos de la red de transporte y al servidor.

Capítulo V: Conclusiones y recomendaciones

Conclusiones

La gestión de direcciones IPv4 en ICE es una gestión manual con restricciones computacionales, por lo tanto, se identifican fallas.

La implementación de herramientas automatizadas para la gestión de direcciones IPv4 reduce los errores humanos y mejora la trazabilidad de la asignación.

A través de una encuesta al personal, se reflejó que la solución de asignación automática puede reducir los errores humanos y aumentar la eficiencia del departamento de redes.

Seguir las mejores prácticas para el desarrollo de software con Python logra una solución poderosa y fácil de usar que también es compatible con otros sistemas ICE.

Recomendaciones

Implementar un sistema de monitoreo y evaluación continuo para medir el desempeño de herramientas y su impacto en la gestión de direccionamiento IPv4.

Realizar ajustes y mejoras continuas utilizando métricas como reducción de errores, eficiencia de la asignación y satisfacción del usuario.

Desarrollar un plan periódico de actualización y mantenimiento de la herramienta para mantenerla actualizada con las últimas tecnologías y mejores prácticas. Esto incluye la integración de nuevas funciones y posibles correcciones de errores.

Explorar las posibilidades de integrar herramientas con otros sistemas de monitoreo y administración de redes utilizados en ICE. Esto proporciona una gestión más consistente y

centralizada de su infraestructura de red, proporcionando mayor visibilidad y control sobre las direcciones IPv4.

Establecer procedimientos de respaldo y recuperación de datos para garantizar la continuidad del servicio en caso de falla o ataque.

Referencias bibliográficas

- Abcxperts (2024). ¿Qué es Route Reflector en BGP? <https://abcxperts.com/docs/que-es-route-reflector-en-bgp/#:~:text=El%20concepto%20de%20Route%20Reflector%20permite%20a%20los,est%C3%A9n%20conectados%20entre%20s%C3%AD%20en%20una%20malla%20completa.>
- Aguilera, R. (2024). ¿Por qué Python es el lenguaje de programación más popular? Desafiolatam. <https://blog.desafiolatam.com/por-que-python-es-el-lenguaje-de-programacion-mas-popular/#:~:text=Python%20es%20considerado%20el%20lenguaje%20de>
- Alca, J. C. (2018). Propuesta de un sistema de gestión de seguridad y salud en el trabajo para fomentar una cultura de prevención y reducir los accidentes de la empresa JJC SA 2015-2016. <https://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/14503>
- Benavides, J. C. (2024). Medida SAP. (P. D. Serrano, Entrevistador)
- Burgos, J. (2016). ¿Cómo ingresar al escritorio remoto de su servidor desde Windows?: <https://docs.bluehosting.cl/tutoriales/servidores/como-ingresar-al-escritorio-remoto-de-su-servidor-desde-windows.html>
- Cajal, A. (2020). Observación directa: características, tipos y ejemplo. Lifeder. <https://www.lifeder.com/observacion-directa/>

Castillo, L. (2005). Análisis documental.

<https://www.uv.es/macas/T5.pdf#:~:text=El%20an%C3%A1lisis%20documental%20es%20una%20operaci%C3%B3n%20intelectual%20que,documento%20original%20y%20el%20usuario%20que%20solicita%20informaci%C3%B3n.>

Cauas, D. (2024). Variables: tipos, clasificación y definición. *Studylib*.

<https://studylib.es/doc/9303455/daniel-cauas-variables-tipos--clasificaci%C3%B3n-y-definici%C3%B3n>

Cherida (2024). Protocolo de Internet versión 4 (IPv4). *TechEdu*.

<https://techlib.net/techedu/protocolo-de-internet-version-4-ipv4/>

Desarrolloweb (1991). Python. <https://desarrolloweb.com/home/python>

Editorial Etecé (2024). Sistema operativo. Concepto.de. <https://concepto.de/sistema-operativo/>

El Mundo Infinito (2024). ¿Qué es una guía de observación?: <https://elmundoinfinito.com/guia-observacion/#:~:text=%C2%BFQu%C3%A9%20es%20una%20gu%C3%ADa%20de%20observaci%C3%B3n%3F%20Una%20gu%C3%ADa,acuerdo%20a%20los%20temas%20que%20se%20est%C3%A9%20analizando.>

Elpythonista (2021). Entornos de desarrollo para Python en 2021. Visual Studio Code.

<https://elpythonista.com/ide-para-python#:~:text=Es%20quiz%C3%A1s%20el%20IDE%20m%C3%A1s%20utilizado%20por%20profesionales,versiones.%207%20Admite%20extenderlo%20con%20plugins.%20M%C3%A1s%20elementos>

Enciclopedia Significados (2024). Sistema Operativo: <https://www.significados.com/sistema-operativo/>

Eumed (2021). Enfoques cuantitativo, cualitativo y mixto. https://www.eumed.net/tesis-doctorales/2012/mirm/cualitativo_cuantitativo_mixto.html

García Muñoz, T. (2003). El cuestionario como instrumento de investigación/evaluación. Lumen. <https://lumen.uv.mx/resources/files/documents/2024/2/1/9868/4c5004ac-944c-4e29-a170-b6d4b10907cd.pdf>

ICE (2023). Comunicación de los cambios. <https://www.grupoice.com/wps/portal/ICE/quienessomos/quienes-somos>

ICE (2023). Principios corporativos. <https://www.grupoice.com/wps/portal/ICE/quienessomos/quienes-somos/principios-corporativos>

ICE (2021). Historia. <https://www.grupoice.com/wps/portal/ICE/quienessomos/quienes-somos/historia>

Izquierdo, R. (2018). IoT y código abierto. ¿Cuáles son sus ventajas e inconvenientes? <https://web.archive.org/web/20180730150020/https://blog.pandorafms.org/es/iot-codigo-abierto/>

Linares, K. (2017). Estructura de la dirección IPv4 - CCNA V6.0. kevin-linares.blogspot. <https://kevin-linares.blogspot.com/2017/05/asignacion-de-direcciones-IP-Estructura-de-la-direccion-IPv4.html>

Llamas, J. (2020). Investigación tecnológica. Economipedia. <https://economipedia.com/definiciones/investigacion-tecnologica.html>

Lupi, A. (2021). ¿Qué es un sistema de gestión y para qué sirve? Holded.

<https://www.holded.com/es/blog/sistema-de-gestion#:~:text=En%20sentido%20estricto,%20un%20sistema%20de>

Manage Engine Oputils (2024). ¿Qué es IPAM?

<https://www.manageengine.com/latam/oputils/que-es-ipam.html>

Maranto, M. y González, M. (2015). Fuentes de información.

<https://repository.uaeh.edu.mx/bitstream/bitstream/handle/123456789/16700/LECT132.pdf>

Martín Rivas, M. (2024). ¿Cuáles son las principales características de Python? Domestika.

<https://www.domestika.org/es/blog/12429-cuales-son-las-principales-caracteristicas-de-python>

Martínez Corona, J., Palacios Almón, G. y Oliva Garza, D. (2023). GUÍA PARA LA REVISIÓN Y EL ANÁLISIS DOCUMENTAL: PROPUESTA.

<https://drive.google.com/file/d/121ggC3dwJyxvoJ-HJi1Q91hp5uU6wWGV/view>

Muñoz, C. (2011). Cómo elaborar y asesorar una investigación de tesis.

Okdiario (2021). Conoce el método de observación directa.

<https://okdiario.com/curiosidades/conoce-metodo-observacion-directa-3628568>

Ordenadores y Portátiles (2024). ¿Cuál es la diferencia entre una IP pública y una privada?

<https://ordenadores-y-portatiles.com/ip-publica-privada/>

Ortega, C. (2021). 5 instrumentos para recopilar información. *Questionpro*.

<https://www.questionpro.com/blog/es/instrumentos-para-recopilar-informacion/>

- Peña, J. (2001). Análisis para el desarrollo y uso de plataforma de supervisión y administración de redes LAN y WAN. [repositoriotec.tec.ac.cr:](https://repositoriotec.tec.ac.cr/)
<https://repositoriotec.tec.ac.cr/handle/2238/113>
- Pressman, R. (2003). Ingeniería del software, un enfoque práctico. (Quinta edición edición). McGraw Hill.
- Proyectos Ágiles (s.f.). Desarrollo iterativo e incremental. <https://proyectosagiles.org/desarrollo-iterativo-incremental/>
- Ramírez, D., Guzmán, J. y Beltrán, J. (2015). Diseño de la transición del protocolo IPV4 hacia IPV6 en la Agencia Colombiana para la Reintegración-ACR con base en consideraciones de seguridad en implementación de IPV6.
<https://repository.ucatolica.edu.co/entities/publication/70f6a933-e758-40cf-b67d-b3f2ee652fba>
- Rehinjart (2008). Unidad 3 Paradigmas de la ingeniería de software.
<https://owned030.blogspot.com/>
- Rocha, F. (2019). Aprovechamiento de tecnologías basadas en Internet de las Cosas.
<https://repositorio.utn.ac.cr/server/api/core/bitstreams/5a3d1c5a-03f9-42b5-aade-7c94af59c404/content>
- Sabal, M. (2007). Diseño e implementación de un sistema para el control, supervisión y gestión de redes basadas en el protocolo IPv4. *Revistas en línea.Saber.*
https://scholar.google.com.ar/scholar?hl=es&as_sdt=0%2C5&q=Dise%C3%B1o+e+implementaci%C3%B3n+de+un+sistema+para+el+control%2C+supervisi%C3%B3n+y+gesti%C3%B3n+de+redes+basadas+en+el+protocolo+ipv4&btnG=

Sáez Benavidez, J. C. (2024). Medidas del ERP-SAP. San Pedro, San José, Costa Rica.

Salusplay (2024). TEMA 2. FUENTES DE INFORMACIÓN EN SALUD.

<https://www.salusplay.com/apuntes/apuntes-de-salud-digital/tema-2-fuentes-de-informacion-en-salud>

Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C. y Baptista Lucio, P. (2014). Metodología de la investigación. McGrawHill.

<https://drive.google.com/file/d/0B7fKI4RAT39QeHNzTGh0N19SME0/view?resourcekey=0-Tg3V3qROROH0Aw4maw5dDQ>

Sánchez, A. (2006). Ampliación de funcionalidad de la herramienta de monitoreo de redes IP del Banco Popular y de Desarrollo Comunal usando Simple Network Management Protocol (SNMP) e Internet Control Message Protocol (ICMP) Fase II.

<https://repositoriotec.tec.ac.cr/handle/2238/672>

Sentrio (2023). Diferencias entre el desarrollo iterativo e incremental.

<https://sentrio.io/blog/diferencias-entre-desarrollo-iterativo-e-incremental/>

Suryanarayana, G., Sharma, T., & Samarthyam, G. (2015). Software Process versus Design

Quality: Tug of War? <https://ieeexplore.ieee.org/document/7140652?arnumber=7140652>

Timokhin, A. (2024). Comparación de soluciones de software para la gestión de direcciones IP.

Interlir. <https://interlir.com/es/2024/08/29/comparacion-de-soluciones-de-software-para-la-gestion-de-direcciones-ip/>

Vivero, L. y Sánchez, B. I. (2018). La investigación documental: sus características y algunas herramientas. Unidades de Apoyo para el Aprendizaje. CUAED/Facultad de Arquitectura-UNAM. https://repositorio-uapa.cuaieed.unam.mx/repositorio/moodle/pluginfile.php/1516/mod_resource/content/8/contenido/index.html

Unifikas (2023). Sistema de gestión: qué es y por qué es tan importante. <https://www.unifikas.com/es/noticias/sistema-de-gestion-que-es-y-por-que-es-tan-importante#:~:text=%C2%BFQu%C3%A9%20es%20un%20Sistema%20de%20Gesti%C3%B3n?>

Wikipedia (s.f.) Software. <https://es.wikipedia.org/wiki/Software>

Xubio (2021). Sistema de gestión: qué es, para qué sirve, qué tipos hay ¡y más! *Blog.xubio*. <https://blog.xubio.com/sistema-de-gestion/>

Apéndice A

Preguntas abiertas

1. ¿Cuáles considera que son las principales deficiencias en la gestión actual del direccionamiento IPv4 en la red de transporte del ICE?
2. ¿Cuáles procesos y herramientas se utilizan actualmente para la gestión y el seguimiento del direccionamiento IPv4?
3. ¿Cuáles desafíos enfrenta regularmente en la asignación y gestión de direcciones IPv4?
4. ¿Cómo una herramienta automatizada podría mejorar la gestión del direccionamiento IPv4 en comparación con las prácticas actuales?
5. ¿Cuáles funcionalidades específicas cree que debería incluir una nueva herramienta de gestión de direcciones IPv4 para satisfacer mejor las necesidades del departamento?
6. ¿Ha tenido experiencias previas con herramientas automatizadas para la gestión de redes? Si es así, ¿cuáles han sido los pros y los contras?
7. ¿Cuáles consideraciones de seguridad son importantes al desarrollar una herramienta de gestión del direccionamiento IPv4?
8. ¿Cómo evalúa la efectividad de las soluciones tecnológicas implementadas en su departamento?
9. ¿Cuáles métricas o indicadores considera cruciales para medir el éxito de una herramienta de gestión de direccionamiento IPv4?
10. ¿Puede describir una situación específica en la que una herramienta automatizada de gestión de direcciones IPv4 hubiera facilitado su trabajo o resuelto un problema específico?

Preguntas cerradas

1. ¿Actualmente, utiliza alguna herramienta automatizada para la gestión del direccionamiento IPv4?

Sí
No

2. ¿Considera que la implementación de una herramienta automatizada podría reducir significativamente los errores en la asignación de direcciones IPv4?

Sí
No

3. ¿Cree que una solución tecnológica podría mejorar la eficiencia operativa de la gestión de direcciones IPv4 en su departamento?

Sí
No

4. ¿Está familiarizado con las mejores prácticas de desarrollo de software para herramientas de gestión de redes?

Sí
No

5. ¿Estaría dispuesto a participar en sesiones de prueba y feedback para el desarrollo de la nueva herramienta?

Sí
No

Apéndice B

Guía de observación para la gestión de direccionamiento IPv4 en la Red de Transporte del ICE			
Objetivo de la observación: Evaluar el proceso actual de gestión y trazabilidad del direccionamiento IPv4, identificar deficiencias y analizar el impacto de la nueva herramienta de gestión en el cumplimiento de los objetivos específicos.			
Instrucciones:			
1. Realice observaciones en cada aspecto, tomando en cuenta los criterios de evaluación.		Fecha:	
2. Anote cualquier deficiencia o limitación relevante que pueda ser mejorada con la herramienta propuesta.		Estudiante: Pablo David Peña Serrano	
3. Si es posible, sugiera cambios basados en tus observaciones que puedan mejorar la efectividad del sistema actual.			
Aspecto observado	Descripción	Criterios de evaluación	Observaciones
Método de registro de direcciones IPv4	¿Cómo se registran actualmente las direcciones IP asignadas y liberadas?	Manual, semiautomatizado, o automatizado. Documentación precisa y actualizada.	
Eficiencia en la asignación de direcciones	Evaluar el tiempo y la precisión en la asignación de direcciones IPv4 bajo el sistema actual.	Tiempo de asignación, errores en asignación y disponibilidad de direcciones IP.	
Trazabilidad de cambios en el direccionamiento	Comprobar si es posible rastrear cambios y asignaciones previas de direcciones IP.	Capacidad de trazabilidad, claridad en el historial de cambios y disponibilidad de información en tiempo real.	
Control de acceso y seguridad en el registro	Verificar el acceso a la documentación de direccionamiento IPv4 en SharePoint.	Control de accesos, autenticación y registro de cambios.	
Automatización de procesos	Observar si se utilizan herramientas automatizadas para la gestión y el seguimiento de direcciones IPv4.	Uso de IPAM o similares, nivel de integración con sistemas existentes y efectividad en la recuperación de direcciones.	

Indicadores de desempeño	Identificar los indicadores claves que se están utilizando para evaluar el éxito de la gestión de direcciones.	Indicadores claros, capacidad de medición de eficiencia, precisión y disponibilidad de direcciones IP.	
Percepción del personal sobre el sistema actual	Evaluar la satisfacción y percepción del personal sobre el sistema actual de gestión de IPv4.	Facilidad de uso, limitaciones percibidas, frecuencia de errores y necesidades de mejora.	
Resumen de la información:			

Apéndice C

UNIVERSIDAD CENTRAL
VICERRECTORÍA ACADÉMICA
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

Estudiante: Ing. Pablo David Peña Serrano

Fecha:								
Ficha documental								
	Procedimiento	Registro	Instructivo	Manual	Archivo	Correo electrónico	Mensajería	Otro
Tipo de documento								
Forma de almacenar el documento								
Objetivo del documento								
Resumen de la información conseguida								