



PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR
FACULTAD DE INGENIERÍA

TRABAJO DE TITULACIÓN PARA LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE
MAGÍSTER EN TECNOLOGÍAS DE INFORMACIÓN
MENCIÓN REDES DE COMUNICACIONES

TEMA:

“DISEÑO DE UN SISTEMA DE COMUNICACIONES UNIFICADAS PARA
EL EDIFICIO MATRIZ DEL INSTITUTO ECUATORIANO DE
SEGURIDAD SOCIAL”

AUTOR:

ING. CHRISTIAN OSWALDO CALAHORRANO ECHEVERRÍA

DIRECTOR:

PhD. GUSTAVO XAVIER CHAFLA ALTAMIRANO

QUITO - 2025

AGRADECIMIENTOS

Expreso mi más sincero agradecimiento a la Pontificia Universidad Católica del Ecuador, por ser la institución que me brindó la oportunidad de formarme profesionalmente, proporcionándome las herramientas académicas y los valores éticos necesarios para enfrentar los desafíos del mundo laboral. Gracias por el conocimiento impartido, por el acompañamiento a lo largo de mi proceso de formación y por fomentar en sus estudiantes el espíritu de superación y compromiso.

De manera especial, extiendo mi gratitud al Mgs. Gustavo Chafla, por su valiosa guía, asesoramiento y dedicación durante el desarrollo de esta investigación. Su experiencia, conocimiento y recomendaciones fueron fundamentales para alcanzar los objetivos propuestos y culminar con éxito este proyecto.

A todos quienes, de una u otra manera, contribuyeron en este proceso académico, les expreso mi más profundo agradecimiento.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

RESUMEN.....	8
CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN.....	10
1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	10
1.2. JUSTIFICACIÓN	11
1.3. OBJETIVOS.....	11
1.4. ALCANCE Y LIMITACIONES	12
1.5. METODOLOGÍA	12
2. CAPÍTULO II: FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA.....	14
2.1. ANTECEDENTES DEL ESTUDIO	14
2.2. ASPECTOS TEÓRICOS CONCEPTUALES	15
3. CAPÍTULO III: ANÁLISIS DE SITUACIÓN ACTUAL	31
3.1. RED DE DATOS	31
3.2. TELEFONÍA ANALÓGICA	34
3.3. IDENTIFICACIÓN DE NECESIDADES Y OBJETIVOS DE MEJORAMIENTO	36
4. CAPÍTULO IV: DISEÑO DE LA PROPUESTA	38
4.1. CONSIDERACIONES DE DISEÑO.....	38
4.2. ANÁLISIS DE LA SOLUCIÓN TECNOLÓGICA	40
4.3. INTEGRACIÓN DE LA SOLUCIÓN CON LA RED DE DATOS.....	50
4.4. CONFIGURACIÓN DE CU CON ISSABEL	52
4.5. ANÁLISIS DE COSTOS.....	55
5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	59
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	61
ANEXOS.....	64

GLOSARIO DE ABREVIACIONES

CU: Comunicaciones Unificadas

VoIP: Voz Sobre IP

IP: Protocolo de Internet

SIP: Protocolo de Inicio de Sesión

QoS: Calidad de Servicio

RTP: Protocolo de Transporte en Tiempo Real

IA: Inteligencia Artificial

VLAN: Red de Área Local Virtual

PSTN: Red Telefónica Pública Conmutada

PBX: Central Telefónica Privada

MOS: Mean Opinion Score

IM: Mensajería Instantánea

XMPP: Protocolo Extensible de Mensajería y Presencia

RESUMEN

El presente trabajo de titulación tiene como objetivo principal el diseño de un sistema de Comunicaciones Unificadas IP open-source de voz y video para el Edificio Matriz del Instituto Ecuatoriano de Seguridad Social (IESS). Esta propuesta surge a partir de un análisis detallado de la infraestructura actual de telefonía analógica de la institución, la cual presenta limitaciones tecnológicas que afectan la eficiencia y calidad de las comunicaciones internas. En este contexto, se plantea la migración hacia una solución de Comunicaciones Unificadas basada en tecnología IP, con la finalidad de integrar servicios de voz, video, mensajería instantánea y otros recursos colaborativos dentro de una misma plataforma.

El diseño propuesto contempla el aprovechamiento de la infraestructura de red de comunicaciones IP existente en el edificio, incluyendo el cableado estructurado y los conmutadores (switches) de red instalados, lo cual permitirá optimizar los recursos disponibles y reducir los costos de implementación. La herramienta seleccionada para la solución es Issabel, una plataforma open-source reconocida por su flexibilidad, soporte para múltiples funcionalidades de telefonía IP y capacidad de integración en entornos empresariales.

Este proyecto busca no solo modernizar el sistema de comunicaciones del IESS, sino también sentar las bases para futuras ampliaciones de servicios tecnológicos, orientados a mejorar la productividad, la colaboración interna y la atención a los usuarios. Además, se pretende contribuir al aprovechamiento de tecnologías libres en instituciones públicas, promoviendo soluciones sostenibles y adaptables a las necesidades cambiantes de comunicación en el ámbito administrativo.

Palabras clave: Comunicaciones Unificadas, Issabel, Open-Source IP, Videoconferencia, VoIP, Telefonía IP.

ABSTRACT

This research project aims to design an open-source IP Unified Communications system for voice and video services for the Main Building of the Ecuadorian Social Security Institute (IESS). This proposal is based on a detailed analysis of the current analog telephony infrastructure of the institution, which presents technological limitations that affect the efficiency and quality of internal communications. In this context, a migration to an IP Unified Communications solution is proposed, with the purpose of integrating voice, video, instant messaging, and other collaborative services within a single platform.

The proposed design considers the use of the existing IP communications network infrastructure in the building, including structured cabling and installed network switches, allowing for the optimization of available resources and a reduction in implementation costs. The selected tool for this solution is Issabel, an open-source platform recognized for its flexibility, support for multiple IP telephony functionalities, and capacity for integration in enterprise environments.

This project seeks not only to modernize the communication system of the IESS but also to establish a technological foundation for future service expansions aimed at improving productivity, internal collaboration, and user service. Additionally, this work contributes to the adoption of free and open-source technologies in public institutions, promoting sustainable and adaptable solutions for evolving communication needs in administrative environments.

Keywords: Unified Communications, Issabel, Open-Source IP, Videoconferencing, VoIP, IP Telephony

CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN

Este capítulo muestra una visión general del presente trabajo de titulación y contextualiza la importancia de integrar diferentes herramientas de comunicación como voz, video y mensajería instantánea en un único sistema que facilite el acceso y la interacción mediante una solución de Comunicaciones Unificadas (CU).

Inicialmente se describe cómo la problemática actual responde a las demandas de entornos cada vez más globalizados, donde la necesidad de una comunicación ágil es esencial para mantener la productividad. Además, se exponen los objetivos del estudio, que incluyen el análisis de la situación actual y la propuesta de un sistema de CU adecuado a las necesidades específicas del Edificio Matriz del Instituto Ecuatoriano de Seguridad Social. Finalmente se plantea el alcance de la investigación, que se centra en el diseño conceptual sin implementación práctica, delimitando como las áreas clave de análisis las tecnologías disponibles, modelos arquitectónicos y desafíos asociados con la implementación.

1.1. Planteamiento del problema

El IESS como una de las principales instituciones públicas del país, desempeña un rol esencial en la gestión de servicios sociales y de salud para millones de ecuatorianos. Su edificio Matriz, ubicado en la ciudad de Quito, centraliza las operaciones administrativas y gerenciales, enfrenta desafíos significativos relacionados con la comunicación interna y externa. Estos desafíos afectan directamente la eficiencia operativa, la calidad del servicio al ciudadano y la toma de decisiones.

Actualmente, el edificio Matriz utiliza un sistema de comunicación basado en tecnologías tradicionales, entre las cuales encontramos la telefonía analógica (red telefónica conmutada), sistemas de mensajería segmentados y plataformas de videoconferencia limitadas, que no permiten la integración ni la interacción en tiempo real entre sus diversos departamentos.

Los obsoletos sistemas actuales presentan varias restricciones como la falta de coexistencia de herramientas, altos costos operativos, falta de escalabilidad, limitaciones en la movilidad, y, falta de seguridad y estandarización que exponen las comunicaciones a riesgos de acceso no autorizados y pérdida de datos.

En un entorno donde la eficiencia administrativa y la capacidad de respuesta son críticas, la falta de un sistema de CU eficiente se traduce en procesos lentos, una atención al cliente poco efectiva y una disminución en la productividad general. La necesidad de migrar a una

plataforma moderna, que integre múltiples canales de comunicación en un único sistema accesible y seguro, se convierte en una prioridad estratégica para el IESS.

1.2. Justificación

Un sistema de CU permitirá al IESS optimizar sus operaciones administrativas al integrar herramientas de comunicación en una única plataforma tecnológica. Esto no solo incrementará la eficiencia en los flujos de trabajo, sino que también garantizará una colaboración más ágil entre departamentos, reduciendo tiempos de respuesta y fortaleciendo la coordinación interna. La implementación de CU es, por lo tanto, una estrategia fundamental para modernizar la infraestructura tecnológica de la institución y alinearla con las demandas de un entorno dinámico y digitalizado.

El uso de tecnologías *open-source* para el diseño del sistema de CU resulta una alternativa viable y sostenible. Estas herramientas ofrecen un alto grado de personalización, reducen significativamente los costos de licenciamiento y mantenimiento, y aseguran una adaptabilidad a las necesidades cambiantes de la institución. Además, la implementación de CU basada en protocolos IP permite aprovechar la infraestructura de red existente, minimizando los costos de inversión inicial.

Asimismo, en un impacto estratégico, la propuesta de un sistema de CU no solo aborda las limitaciones actuales, sino que también posiciona al IESS como una institución moderna y tecnológica, preparada para enfrentar los desafíos futuros.

Desde una perspectiva académica, este trabajo de titulación aporta un marco teórico y práctico para el diseño de sistemas de CU en organizaciones públicas, destacando la utilización de herramientas *open-source*. Este enfoque puede ser replicable en otras instituciones similares, lo que amplía su impacto y relevancia.

En conclusión, este proyecto no solo responde a una necesidad crítica del IESS, sino que también contribuye a la mejora de la gestión pública mediante la adopción de tecnologías innovadoras y sostenibles. Esto lo convierte en un esfuerzo relevante tanto para la institución como para la comunidad académica y tecnológica.

1.3. Objetivos

Objetivo General:

Diseñar un sistema de Comunicaciones Unificadas para el Edificio Matriz del IESS.

Objetivos Específicos:

- Recabar información en buscadores especializados y bibliotecas digitales acerca de los sistemas de Comunicaciones Unificadas.
- Analizar la situación actual de la infraestructura de red y comunicaciones del Edificio Matriz del Instituto Ecuatoriano de Seguridad Social.
- Identificar los requisitos funcionales basados en las necesidades de los usuarios de la institución.
- Diseñar la propuesta de red e infraestructura necesaria para el sistema de Comunicaciones Unificadas.
- Realizar un análisis de costos de la propuesta.

1.4. Alcance y limitaciones

El proyecto se enfocará principalmente en el análisis de la situación actual de la infraestructura tecnológica existente en la organización, identificando fortalezas, debilidades y áreas de mejora; posteriormente se diseñará una arquitectura de CU que incluya voz, video y mensajería instantánea, con una atención especial en las herramientas *open-source* que respondan a las necesidades específicas de la institución.

Este proyecto se encamina únicamente en el diseño conceptual y la simulación teórica del sistema, por lo que no se realizarán pruebas en un entorno real ni se implementará la solución en la infraestructura del IESS. Además, el acceso limitado a detalles específicos de la infraestructura actual del IESS podría influir en la precisión del diseño. El análisis dependerá de datos genéricos o información proporcionada por fuentes secundarias.

Asimismo, el proyecto se limita al análisis y diseño para el edificio matriz del IESS, sin incluir extensiones a otras oficinas o dependencias de la institución. Sin embargo, la metodología y el diseño propuesto podrían servir como base para futuras implementaciones en otras sedes.

Este enfoque proporciona una visión clara y realista de los objetivos alcanzables dentro del marco de la investigación, mientras que las limitaciones destacan las áreas que podrían requerir mayor análisis en trabajos posteriores o durante una eventual implementación práctica.

1.5. Metodología

En primera instancia se realiza una investigación de campo para identificar la infraestructura tecnológica implementada actualmente, asimismo, reuniones investigativas con los

funcionarios que administran las redes y comunicaciones de la institución. Esto implica levantamiento de información del funcionamiento de los sistemas de comunicaciones actuales.

Además, se requiere recabar información confiable en buscadores especializados y bibliotecas digitales donde se disponga de estudios comparativos entre diferentes sistemas de CU *open-source* y propietarios, donde se evidencie los beneficios y desafíos de cada uno.

Se aplica conocimientos técnicos para identificar un sistema de CU que sea utilizable dentro del edificio Matriz del IESS, proponiendo la mejora tecnológica que permita ofrecer nuevos y mejores servicios de comunicación. En este punto es importante el análisis y aplicación de conocimientos en tecnologías VoIP y sistemas de CU.

Los métodos y materiales requeridos son los siguientes:

- **Encuestas:** Tienen como finalidad obtener información sobre el nivel de satisfacción de los usuarios con los servicios de comunicaciones actuales y el clima laboral que generan, así como conocer el nivel de interés para la innovación en sistemas de CU.
- **Entrevistas:** Realizadas al personal de Tecnologías de la Información (TI) de la institución con el fin de conocer el estado actual de la infraestructura tecnológica y de comunicaciones disponibles para el personal.
- **Observación:** Permite evidenciar, analizar y validar el estado funcional de la infraestructura de red y los sistemas de comunicación telefónica análoga que utiliza actualmente el personal, permitiendo proponer la mejor alternativa tecnológica en base a las necesidades observadas.

CAPÍTULO II: FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

El capítulo de fundamentación teórica establece la trayectoria inicial para el desarrollo del presente estudio, mediante la recopilación y contextualización del conocimiento previamente alcanzado por otros investigadores con relación a las CU.

Inicialmente se realiza un análisis investigativo en el que se sintetiza el contenido recabado en trabajos académicos, investigaciones y distintas fuentes de información nacionales e internacionales; seguidamente, se definen los conceptos teóricos más relevantes acerca de las tecnologías orientadas a la implementación de un sistema de CU robusto, funcional y eficiente. Finalmente se realiza un análisis y comparativa entre las plataformas propietarias y *open-source* más usadas como soluciones de comunicación.

2.1. Antecedentes del estudio

En la última década las tecnologías de comunicación han experimentado un rápido desarrollo, impulsando la adopción de soluciones de tecnologías VoIP en reemplazo de los sistemas tradicionales. Los colectivos académicos han estudiado las ventajas en términos de costo, flexibilidad y funcionalidad, identificando y solventando los desafíos de integración, escalabilidad y seguridad de tecnologías *open-source* mediante análisis detallados que han garantizado implementaciones exitosas y llevando a las empresas a considerar la aplicación de estas soluciones.

Este estudio se enfoca en fundamentar el uso de soluciones *open-source*, con la finalidad de ofrecer una alternativa económica y eficiente frente a soluciones propietarias. De esta manera, mediante una investigación académica profunda, se resaltan los siguientes trabajos investigativos, nacionales e internacionales, y las conclusiones que los investigadores han obtenido tras efectuar sus estudios.

Investigaciones internacionales:

En la Universidad Nacional “Pedro Ruiz Gallo”, en Lamnayeque – Perú, (Flores Guevara & Tucunango Carrasco, 2023) realizan una investigación académica con el objetivo de “Implementar una central de Telefonía IP basada en ISSABEL para la comunicación de las diferentes dependencias de la Municipalidad Provincial de Cutervo”, obteniendo resultados positivos y concluyendo que se evaluaron los gastos que generaba la telefonía tradicional con respecto a la Telefonía IP, logrando reducir las 4 líneas de telefonía contratadas, por 1 línea telefónica, en efecto generó un ahorro mensual de S/. 415.40, a un año sería de S/. 4, 985.00, es decir

se tuvo un ahorro de 63.77% respectivamente.

Así mismo, (Arévalo Arribas, 2023) en su Proyecto de Fin de Grado en la Universidad Politécnica de Madrid realizó el “Diseño de una Solución de CU en un Entorno Empresarial” y menciona que en los resultados obtenidos se ha desplegado la plataforma de CU de manera correcta, utilizando servidores sobre máquinas virtuales y realizando las pruebas de los principales servicios (telefonía, videoconferencia y mensajería instantánea) desde diferentes tipos de dispositivos (ordenadores portátiles y teléfonos inteligentes). La utilización de una plataforma de CU como la propuesta en este proyecto permitiría a una empresa evolucionar el puesto de trabajo utilizado por sus usuarios, permitiendo adaptarse a nuevas necesidades. Este tipo de plataformas son uno de los pilares necesarios para la implantación de soluciones de teletrabajo permitiendo el uso de los servicios desde cualquier lugar.

Investigaciones nacionales:

En su trabajo de titulación, (Defáz, 2020) establece su objetivo principal “Implementar una central telefónica Voz IP mediante el uso de la herramienta Issabel, para que permita la comunicación entre los diferentes departamentos y la reducción de costos en telefonía de la constructora “MA Construcciones”, y al finalizar su investigación concluye que el proyecto es viable utilizando software libre Issabel PBX, demostrando que es totalmente funcional y se puede aplicar a empresas que requieren comunicación en tiempo real.

En la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, (Ramírez Bósquez, 2021) realizó el análisis y selección de una PBX IP *Open-Source* para mejorar el sistema de comunicación en una organización, concluyendo que Issabel es la mejor opción para implementar, debido a que en las pruebas de funcionamiento destacó en la calidad de servicio y experiencia de usuario mediante su interfaz gráfica.

2.2. Aspectos teóricos conceptuales

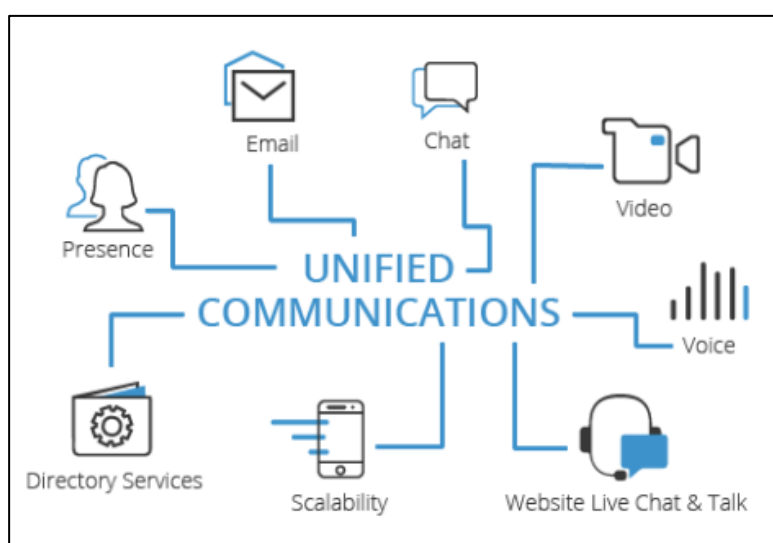
Las CU son un conjunto de herramientas tecnológicas que integran diversos canales de comunicación en una única plataforma, permitiendo una interacción eficiente entre usuarios dentro de un entorno empresarial. Estas tecnologías incluyen servicios de voz, video, mensajería instantánea, correo electrónico, conferencias web y herramientas de colaboración, entre otros. El propósito principal de las CU es mejorar la productividad, reducir los costos operativos y optimizar los flujos de trabajo de la organización al centralizar la gestión de comunicaciones.

2.2.1 Concepto y fundamentos

Según (Messina & Morales, 2020), las CU se definen como “un ecosistema tecnológico que combina múltiples medios de comunicación en una solución integral que permite la interacción fluida entre usuarios, independientemente de su ubicación física”. Estas tecnologías eliminan las barreras entre dispositivos y plataformas, integrando servicios de telefonía IP, sistemas de colaboración y aplicaciones en tiempo real en un entorno interoperable.

Figura 1

Comunicaciones Unificadas



Nota: Comunicaciones Unificadas [Ilustración], por 3CX, (s/f), <https://www.3cx.es/voip-sip/comunicaciones-unificadas/>

Las CU pueden definirse como una plataforma de aplicaciones que mejoran la productividad individual, grupal y organizacional permitiendo y facilitando la administración y el control integrado de diversos canales de comunicación, redes, sistemas y aplicaciones de negocios.

El término CU no describe una tecnología, sino que representa los esfuerzos realizados por el mercado para que, fabricantes, tecnologías, aplicaciones, procesos y usuarios puedan converger de manera que, la integración de todos estos componentes de comunicación permita una experiencia de usuario homogénea, eficiente y productiva.

Beneficios y desafíos:

Las CU ofrecen una serie de beneficios que son descritos a continuación:

- Facilitan la colaboración entre equipos y empleados al integrar diversas formas de comunicación, como voz, video, mensajería y correo electrónico.
- La accesibilidad y la integración de herramientas en un único entorno mejoran la eficiencia y reducen el tiempo perdido en la búsqueda de información.
- Los empleados pueden acceder a las herramientas de comunicación desde cualquier lugar con conexión a Internet, facilitando el trabajo remoto y mejorando la movilidad.
- La consolidación de servicios de comunicación puede reducir costos operativos y de mantenimiento al eliminar sistemas redundantes.
- Las CU facilitan la interacción entre clientes y empleados, mejorando la atención al cliente y la experiencia general.
- La integración con herramientas empresariales, como CRM y correo electrónico, permite un flujo de trabajo más fluido y una mejor gestión de la información.

Sin embargo, también se presentan varios desafíos que deben ser considerados:

- La convergencia de datos y voz en una red puede aumentar la superficie de ataque y la complejidad de gestionar la seguridad.
- La implementación exitosa de CU a menudo enfrenta resistencia al cambio por parte de los empleados acostumbrados a métodos de comunicación tradicionales.
- La integración de sistemas de comunicación unificada con sistemas heredados puede ser compleja y requerir inversiones adicionales.
- Las CU pueden aumentar la carga en la red, requiriendo un ancho de banda adecuado y garantizando la calidad de servicio (QoS).
- La administración y el mantenimiento de sistemas de CU pueden ser complejos y requerir habilidades técnicas especializadas.
- Cumplir con regulaciones y normativas relacionadas con la privacidad y la seguridad de la información.

Es importante tener en cuenta que la gestión adecuada de estos desafíos es fundamental para maximizar los beneficios de las CU en un entorno empresarial.

Importancia en el entorno empresarial

Las CU ofrecen a las organizaciones una forma más eficiente y efectiva de comunicarse y colaborar. Estas soluciones se han vuelto esenciales en el entorno empresarial moderno, permitiendo una mayor flexibilidad y productividad en la comunicación interna y externa.

2.2.2 Componentes principales

Las CU basadas en IP son un conjunto de tecnologías y servicios que permiten la integración de diversas formas de comunicación, como voz, video, mensajería instantánea, correo electrónico y colaboración en tiempo real, en una única plataforma IP. Estas soluciones están diseñadas para mejorar la eficiencia de las comunicaciones en organizaciones al simplificar la gestión y el acceso a todas estas formas de comunicación desde una sola interfaz.

2.2.2.1. Voz Sobre IP (VoIP)

La tecnología VoIP permite la transmisión de voz a través de redes IP en lugar de las redes de telefonía tradicionales. Las llamadas de voz se convierten en paquetes de datos y se transmiten a través de la infraestructura de red IP, lo que ahorra costos y permite la integración con otras formas de comunicación.

Es imperante diferenciar la Telefonía IP de la VoIP (Voice Over IP), dos términos estrechamente relacionados pero que mantienen notables diferencias.

La telefonía IP, según lo describe (Imagar Solutions Company, 2021), es un servicio que se vincula a los sistemas de telefonía digital IP PBX, es decir, se emplea voz digitalizada que es transmitida por paquetes IP que viajan a través de una red que es también IP.

Por otro lado, la VoIP es una tecnología en lugar de un servicio, y consiste en el proceso que convierte la voz analógica en paquetes de datos digitales. La VoIP es la base de la implementación y funcionalidad de la telefonía IP.

En resumen, cuando hablamos de VoIP o Voz sobre IP nos referimos a un grupo de

recursos que hacen posible que la señal de voz circule a través de Internet empleando un protocolo IP. En esencia, es un canal de voz donde la llamada se transmite por la red de Internet, conectando un dispositivo SIP o centralita con un proveedor VoIP. La telefonía sobre IP es el servicio telefónico disponible al usuario gracias a la tecnología de VoIP. (Imagar Solutions Company, 2021).

La VoIP se rige bajo ciertos principios fundamentales, entre los cuales podemos citar:

- Digitalización de la voz, ya que, en VoIP se convierte en datos digitales. Esto se logra mediante la digitalización de la señal de la voz analógica que se divide en pequeños paquetes de datos.
- La comunicación en tiempo real, considerando que las conversaciones pueden ocurrir casi instantáneamente, similar a una llamada telefónica tradicional.
- Se utiliza el Protocolo de Internet (IP) para transmitir datos de voz. Los paquetes de voz se empaquetan y se envían a través de Internet.
- VoIP es altamente flexible por lo que se puede utilizar en gran variedad de dispositivos como teléfonos IP, computadoras, tabletas y teléfonos inteligentes.

Funcionamiento de VoIP:

Códecs de audio

Los códecs son algoritmos que comprimen y descomprimen la señal de voz para su transmisión a través de la red. Los códecs son esenciales para minimizar el ancho de banda necesario y garantizar una calidad de voz adecuada.

Los códecs G.711 permiten mantener una calidad de audio similar a los sistemas analógicos, aunque con un consumo de ancho de banda relativamente alto. Esto lo evidenciamos con MOS (*Mean Opinion Score*)¹ y el ancho de banda real calculado sobre Ethernet.

¹ MOS: Es un valor subjetivo de la calidad de voz y representa la experiencia de los usuarios al estar expuestos a escenarios de pruebas

Tabla 1*Resumen Códecs de Audio*

Códec	Tasa de Datos de Voz Codificada	Sampling Rate	Periodo de empaquetamiento	MOS	Ancho de Banda Real Ethernet
G.711	64 Kbps	8 KHz	20 ms	4.1	87,2 Kbps
G.723.1	5.3 Kbps	8 KHz	20 ms	3.8	20.79 Kbps
	6.4 Kbps	8 KHz	20 ms	3.9	21.86 Kbps
G.726	32 Kbps	8 KHz	5 ms	3.85	55.2 Kbps
G.728	16 Kbps	8 KHz	5 ms	3.61	31.46 Kbps
G.729	8 Kbps	8 KHz	20 ms	3.92	31.2 Kbps
ILBC	15.2 Kbps	8 KHz	20 ms	4.14	38.4 Kbps

Nota: Creación propia.

Protocolos VoIP

Los protocolos VoIP son fundamentales para la transmisión de señales de voz a través de redes basadas en el Protocolo de Internet (IP). Su objetivo principal es convertir las señales de voz analógicas en paquetes de datos digitales, permitiendo su transmisión eficiente y en tiempo real a través de Internet. Esto facilita la comunicación de voz sin depender de las infraestructuras tradicionales de telefonía, ofreciendo mayor flexibilidad y reducción de costos. (Easiio, s/f)

- El **Protocolo de Inicio de Sesión** (SIP, por sus siglas en inglés) es un protocolo de señalización en la capa de aplicación que se utiliza para establecer, modificar y finalizar sesiones multimedia, como llamadas de voz y video, a través de redes IP. SIP facilita la creación de sesiones entre dos o más participantes, permitiendo la transmisión de datos multimedia en tiempo real. (3CX, s/f)
- La **Calidad de Servicio** (QoS, por sus siglas en inglés) se refiere a un conjunto de técnicas y tecnologías diseñadas para optimizar el rendimiento de una red, garantizando que las aplicaciones críticas reciban los recursos necesarios para funcionar de manera eficiente. QoS permite priorizar ciertos tipos de tráfico, reduciendo la latencia, la pérdida de paquetes y el jitter, lo cual es esencial para aplicaciones sensibles

al tiempo, como la voz y el video en tiempo real. (Check Point, s/f)

En el contexto de las redes modernas, la implementación de QoS es fundamental para asegurar que los servicios esenciales mantengan un rendimiento óptimo, incluso en condiciones de alta congestión de la red. Esto se logra mediante la asignación de prioridades al tráfico de datos, garantizando que las aplicaciones críticas tengan acceso preferente a los recursos de la red. (ManageEngine, s/f)

La VoIP ha transformado la industria de las comunicaciones al permitir una mayor eficiencia y reducción de costos en la transmisión de voz y video a través de redes IP. Estos principios y tecnologías son fundamentales para comprender cómo funciona la VoIP y cómo se puede implementar eficazmente en una variedad de entornos y aplicaciones.

2.2.2.2. Videoconferencia

Es una tecnología clave dentro de las CU que permite la interacción en tiempo real mediante video y audio entre múltiples usuarios, independientemente de su ubicación geográfica. Integradas en una plataforma de CU, las videoconferencias se convierten en una herramienta esencial para la colaboración en entornos empresariales, educativos y gubernamentales. Su capacidad para simular interacciones cara a cara mejora la productividad y refuerza la cohesión de los equipos distribuidos.

Según (Fernández & López, 2021), una videoconferencia se define como “un sistema de comunicación interactivo basado en tecnologías digitales que permite el intercambio de audio, video y datos en tiempo real entre dos o más puntos conectados a través de una red”. En el contexto de CU, las videoconferencias se integran con otras herramientas como la telefonía IP, la mensajería instantánea y la gestión de documentos, permitiendo una experiencia unificada y eficiente.

Los sistemas de videoconferencia en CU están compuestos por:

Software de videoconferencia:

Existen dos tipos de sistemas de videollamada:

Sistemas de videoconferencia dedicados como Polycom: Van implementados en equipos de hardware. Posee todos los componentes necesarios

empaquetados en un solo equipo, por lo general una consola con una cámara de vídeo de alta calidad controlada remotamente. Hay varios tipos de dispositivos de videoconferencia dedicada:

- Videoconferencia para grandes grupos: son dispositivos grandes, no portátiles, más costosos utilizados para grandes salas y auditorios.
- Videoconferencia para grupos pequeños: son dispositivos no portátiles, más pequeños y menos costosos, utilizados para salas de reuniones pequeñas.
- Videoconferencias individuales: son generalmente dispositivos portátiles, destinados a usuarios individuales, tienen cámaras fijas, micrófonos y altavoces integrados en la consola.

Sistemas de escritorio como Zoom o Microsoft Teams: Los sistemas de escritorio son complementos –add-ons- (Por lo general tarjetas de hardware) a los PC normales, transformándolas en dispositivos de videoconferencia. Una gama de diferentes cámaras y micrófonos pueden ser utilizados con la tarjeta, que contiene el códec e interfaces de transmisión necesarias. La mayoría de los sistemas de escritorios trabajan estándar H.323. Las Videoconferencias realizadas a través de ordenadores dispersos son también conocidos como e-meetings o conferencias web. Son las que más usuarios reciben diariamente.

Protocolo de transporte:

Uso de tecnologías como el Protocolo de Transporte en Tiempo Real (RTP) y el Protocolo de Inicio de Sesión (SIP) para establecer y gestionar las llamadas.

Las videoconferencias juegan un papel crucial dentro de las CU, ya que complementan otros servicios como la mensajería instantánea y las llamadas de voz. En un entorno empresarial, su integración mejora la colaboración y la eficiencia al permitir a los equipos interactuar de manera efectiva sin importar la ubicación. Además, son un recurso clave en estrategias de trabajo remoto e híbrido.

Con el avance de tecnologías como la inteligencia artificial (IA) y el aprendizaje automático, las videoconferencias en CU están evolucionando hacia experiencias más inmersivas, con funciones como transcripciones automáticas, traducción en tiempo real y análisis de interacción. Estas innovaciones continuarán transformando la forma en

que las empresas se comunican y colaboran.

2.2.2.3. Mensajería Instantánea (IM)

La IM es una herramienta de comunicación clave en las plataformas de CU. Permite la transmisión rápida y en tiempo real de mensajes de texto, archivos y contenido multimedia, optimizando la colaboración y productividad dentro de los equipos. Su integración en las CU, junto con otros servicios como la telefonía IP y las videoconferencias, ofrece una experiencia de comunicación integral y centralizada.

La mensajería instantánea se define como “un sistema de comunicación basado en internet que permite el intercambio inmediato de mensajes de texto y contenido multimedia entre usuarios, utilizando aplicaciones específicas” (Martínez & Gómez, 2022). En el contexto de CU, la MI no solo permite el intercambio de mensajes, sino que se integra con funcionalidades como la presencia y la sincronización con otros canales de comunicación.

Componentes de la IM

- **Cliente de IM:** Software o aplicación que los usuarios emplean para enviar y recibir mensajes (por ejemplo, Microsoft Teams, Slack o Mattermost).
- **Servidor de IM:** Infraestructura que gestiona las comunicaciones entre los clientes, garantizando la entrega de mensajes y la autenticación de usuarios.
- **Protocolo de comunicación:** Protocolos como XMPP (Extensible Messaging and Presence Protocol) o SIP SIMPLE, que gestionan la transmisión y recepción de mensajes.
- **Indicadores de presencia:** Herramientas que muestran la disponibilidad de los usuarios en tiempo real, como "disponible", "ocupado" o "ausente".

La mensajería instantánea se potencia en las CU al integrarse con otros servicios como las videoconferencias, la telefonía IP y el correo electrónico. Por ejemplo, un mensaje instantáneo puede escalar fácilmente a una videollamada o reunión virtual en tiempo real. Además, la funcionalidad de presencia permite a los usuarios identificar la disponibilidad de sus compañeros antes de iniciar una comunicación.

La evolución de la mensajería instantánea en CU está marcada por la incorporación

de tecnologías como IA y automatización. Esto incluye chatbots para la resolución automática de problemas y la integración con herramientas de análisis para medir la efectividad de las comunicaciones internas. Estas innovaciones seguirán transformando la forma en que las organizaciones gestionan sus flujos de trabajo.

2.2.3 Plataformas para CU

Las plataformas para CU son soluciones tecnológicas integrales que consolidan diferentes herramientas de comunicación en una única interfaz, permitiendo una interacción fluida y eficiente. Estas plataformas combinan servicios de telefonía IP, videoconferencias, mensajería instantánea, correo electrónico, y herramientas de colaboración, optimizando los procesos de comunicación y reduciendo los costos operativos en las organizaciones.

Según (J. López & Martínez, 2021), una plataforma de CU se define como "un sistema de software y hardware diseñado para integrar múltiples canales de comunicación en un entorno empresarial, facilitando la gestión centralizada y la interoperabilidad entre dispositivos y aplicaciones". Estas plataformas no solo unifican las comunicaciones, sino que también proporcionan herramientas para gestionar la presencia, el intercambio de datos y la colaboración en tiempo real.

2.2.3.1. Plataformas propietarias

Una plataforma propietaria para CU se define como "una solución de software y hardware desarrollada por una entidad privada, cuya implementación y uso están sujetos a licencias comerciales y acuerdos de servicio" (Gómez & López, 2021). Estas plataformas se destacan por su enfoque en ofrecer funcionalidades preconfiguradas, soporte técnico integral y adaptabilidad a entornos empresariales complejos.

Características de las plataformas propietarias

- Su uso requiere adquirir licencias, ya sea por usuario, por dispositivo o por suscripción.
- Los fabricantes ofrecen asistencia técnica directa, actualizaciones y garantías.
- Diseñadas para trabajar de manera nativa dentro de un ecosistema empresarial con herramientas del mismo proveedor.

- Ofrecen características como cifrado de extremo a extremo, autenticación multifactorial y cumplimiento normativo (GDPR, HIPAA, entre otros).
- Generalmente cuentan con una experiencia de usuario intuitiva y accesible.

Ejemplos de Plataformas Propietarias

- **Microsoft Teams:** Integrada con la suite de Microsoft 365, ofrece videoconferencias, llamadas de voz, chat, y colaboración en documentos en tiempo real.
- **Cisco Webex:** Famosa por sus capacidades avanzadas en videoconferencias y colaboración, con un enfoque en la seguridad y la integración empresarial.
- **Zoom:** Plataforma ampliamente utilizada para reuniones virtuales y webinars, conocida por su facilidad de uso.
- **Avaya OneCloud:** Diseñada para proporcionar soluciones completas de CU con especial énfasis en telefonía IP y servicios en la nube.

Limitaciones de las Plataformas Propietarias

- La adquisición y renovación de licencias puede ser costosa, especialmente para pequeñas y medianas empresas.
- Las organizaciones están limitadas por las decisiones y el ciclo de vida del producto del fabricante.
- En general, tienen menos opciones de personalización en comparación con las plataformas *open-source*.
- La integración con soluciones de otros proveedores puede ser compleja o limitada.

2.2.3.2. Plataformas *open-source*

Según (M. López & García, 2022), una plataforma *open-source* para CU es “un conjunto de herramientas de comunicación y colaboración que opera bajo una licencia de código abierto, permitiendo su uso, modificación y distribución sin restricciones comerciales”. Estas plataformas ofrecen una flexibilidad única para ajustarse a las necesidades específicas de cada organización.

Características de las plataformas *open-source*

- Permiten a los desarrolladores acceso al código fuente para modificar y personalizar el software según los requisitos de la organización.
- No requieren licencias comerciales, aunque pueden implicar costos asociados a la implementación y mantenimiento, estos son reducidos.
- El desarrollo y la mejora del software son impulsados por comunidades globales de desarrolladores y usuarios.
- Ofrecen mayor compatibilidad con hardware y software de terceros en comparación con las soluciones propietarias.
- Las organizaciones pueden auditar el código para garantizar la seguridad y privacidad de sus datos.

Plataformas *open-source*

Entre las más utilizadas destacan:

- **Asterisk:** Asterisk es considerado uno de los proyectos más importantes y pioneros en el ámbito de la telefonía IP y las Comunicaciones Unificadas de código abierto. Esta plataforma proporciona un potente motor para sistemas de VoIP, permitiendo la creación de centrales telefónicas (PBX) personalizadas y escalables. De acuerdo con (Jiménez & Torres, 2021), "Asterisk ha revolucionado el sector de las telecomunicaciones al permitir a las organizaciones implementar soluciones de voz, video y mensajería sin altos costos de licenciamiento" (p. 59). Asimismo, (Rodríguez & Pérez, 2020) destacan que "su arquitectura modular facilita la integración de múltiples protocolos como SIP, IAX y H.323, convirtiéndolo en un estándar dentro de los sistemas de comunicación empresarial" (p. 104).
- **Elastix:** Elastix fue una de las plataformas open-source más reconocidas en el ámbito de las Comunicaciones Unificadas, destacándose por integrar servicios de telefonía IP, mensajería, correo de voz y colaboración empresarial en una sola solución. Según (Roldán & Hernández, 2020), "Elastix permitió a las organizaciones optimizar sus procesos de comunicación mediante una infraestructura de código abierto, reduciendo costos y mejorando la eficiencia

operativa” (p. 45). No obstante, tras su adquisición por 3CX en 2016, la comunidad open-source buscó alternativas, como Issabel, que retomaron el espíritu de desarrollo libre de Elastix (Vallejo & González, 2021).

- **FreeSWITCH:** FreeSWITCH es una plataforma de comunicaciones unificadas de código abierto diseñada para manejar grandes volúmenes de llamadas y ofrecer servicios de voz, video y mensajería en tiempo real. Según (García & López, 2021), “FreeSWITCH destaca por su flexibilidad y alto rendimiento en comparación con otras soluciones open-source, siendo ampliamente utilizado en sistemas VoIP, videoconferencias y aplicaciones de comunicaciones en la nube” (p. 72). Además, estudios recientes señalan que “FreeSWITCH permite la integración con protocolos estándar como SIP y WebRTC, lo que facilita su adaptación a entornos empresariales complejos” (Ramírez & Castillo, 2020, p. 88).
- **Issabel:** Issabel es una plataforma open-source orientada a las comunicaciones unificadas, basada en Asterisk, que permite gestionar telefonía IP, mensajería, videollamadas y otros servicios de colaboración empresarial. De acuerdo con (Castro & Ramírez, 2020), “Issabel se ha consolidado como una evolución de Elastix, ofreciendo una interfaz web mejorada y herramientas de gestión que facilitan la administración de sistemas de VoIP en organizaciones” (p. 45). Asimismo, según (Castro & Molina, 2021), “Issabel proporciona funcionalidades adicionales como call center, grabación de llamadas y reportes avanzados, lo que lo convierte en una solución integral para entornos corporativos” (p. 102).

Según su página oficial (Issabel, 2025), es un Software Libre y de Código Abierto que unifica tus comunicaciones en una sola plataforma. Está basado en Asterisk e integra PBX, correo electrónico y tareas colaborativas, junto con un servidor de base de datos.

La comunidad de Issabel está formada por especialistas de diferentes países que aportan conocimiento, experiencia y pasión por el código abierto.

Algunas de las características y componentes que Issabel incluye son:

- Issabel actúa como una **PBX IP**, lo que permite gestionar llamadas telefónicas internas y externas. Además, admite una gran variedad de

teléfonos IP y dispositivos SIP.

- Ofrece funciones como el enrutamiento de llamadas, llamada en espera, transferencia de llamadas, llamadas en conferencia, entre otras.
- Incluye un sistema de **mensajería instantánea** que facilita la comunicación interna a través de mensajes de texto.
- Permite a los usuarios recibir y gestionar mensajes de voz de manera eficiente.
- Issabel puede integrarse con sistemas de **videoconferencia** para permitir reuniones virtuales y colaboración en tiempo real.
- Incluye funciones como cifrado de llamadas, autenticación de usuarios y protección contra ciberataques.
- Proporciona informes y análisis detallados sobre el uso del sistema de telefonía y llamadas.
- Permite la interconexión con la red de telefonía pública conmutada (PSTN) mediante *gateways* VoIP.
- Cuenta con interfaz de administración web que facilita la configuración y gestión del sistema.

El crecimiento de las plataformas *open-source* está impulsado por la creciente demanda de soluciones flexibles y económicas. La incorporación de tecnologías emergentes, como la IA y la computación en la nube, está ampliando sus capacidades y adoptabilidad en entornos empresariales. Además, su enfoque en la transparencia y la privacidad las hace especialmente atractivas en un mundo donde la protección de datos es una prioridad creciente.

Las plataformas de CU están evolucionando hacia la incorporación de tecnologías emergentes como la IA, el aprendizaje automático y la realidad aumentada. Estas innovaciones prometen mejorar aún más la colaboración y personalización de las comunicaciones, así como integrar análisis avanzados para optimizar el rendimiento organizacional.

Comparativa de las plataformas open-source

Tabla 2

Matriz comparativa de las Plataformas Open-Source

Características y Funcionalidades	IP PBX Open-Source					
	Asterisk	Elastix	FreePBX	Issabel	SipXcom	Freeswitch
Correo de Voz	Si	Si	Si	Si	Si	Si
Videollamadas	Si	Si	Si	Si	Si	Si
Respuesta de voz interactiva (IVR)	Si	Si	Si	Si	Si	Si
Licencia	Open-Source (distribuido bajo la GNU versión 2)	Open-Source (distribuido bajo la GNU versión 2)	Open-Source	Open-Source (distribuido bajo la GNU versión 2)	AGLP v3 (Licencia pública general de Affero compatible con copyleft)	Licencia pública de Mozilla
Plataformas soportadas	Linux (CentOS, RHEL, Fedora, Ubuntu y Debian)	Linux (CentOS, Ubuntu)	Linux 7.x	Linux	Linux (RHEL, CentOS)	Windows, MacOS x, Solaris Linux (Debian, Ubuntu, CentOS, Fedora and RHEL)
Protocolos	Google Talk, H.323, IAX, Jingle/XMPP, MGCP y SIP	SIP, IAX, H323, MGCP y SKINNY	SIP V2, H.323, Megaco y MGCP	SIP, IAX y SKINNY	SIP, H.323, IAX2, SCCP (Skinny), Jingle / Google Talk, Skype, GSM, ALSA y PortAudio	SIP, H.323, IAX2, SCCP (Skinny), Jingle / Google Talk, Skype, GSM, ALSA y PortAudio
Códecs	ADPCM G.711 G.719 G.722 G.722.1 G.723.1 G.726 G.729a	ADPCM G.711 G.722 G.723.1 G.726 G.729 GSM iLBC	G.722 G.711 G.723 G.723 G.729A/B T.38 iLBC AMR-NB	ADPCM G.711 G.719 G.722 G.722.1 G.722.1C G.723.1 G.726	OPUS iSAC iLBC@30i - iLBC Speex BroadVoice e Siren	OPUS iSAC iLBC@30i - iLBC Speex BroadVoice Siren CELT

Características y Funcionalidades	IP PBX Open-Source					
	Asterisk	Elastix	FreePBX	Issabel	SipXcom	Freeswitch
	GSM		AMR-WB	G.726	CELT	wideband
	iLBC		GSM-EFR	AAL2	wideband	DVI
	Linear		GSM-FR	G.729A	DVI	GSM@40i
	LPC-10			GSM	GSM@40i	G722
	Speex			ILBC	G.722	G.726
	SILK			LPC-10	G..726	G729
				SILK	G.729	PCMU -
				Speex	G.711	G711 8kHz
				Ogg Vorbis	L16	ulaw
				Opus		PCMA -
						G711
						8kHz alaw
						L16
Mensajería	Si	Si	Si	Si	Si	Si
Conferencia	Si	Si	Si	Si	Si	Si
Interfaz Gráfica (GUI)	No	Si	Si	Si	Si	No
Idioma	Inglés	Español	Múltiples idiomas	Múltiples idiomas	Inglés	Inglés
Última versión / Versión funcional	18.x (LTS)	4.x	15.x (64bit) & 13.x (32bit)	4.x	20.08	1.10.x
Método de instalación	Comandos Linux	ISO	ISO	ISO	ISO	Comandos Linux

Nota: (Ramírez, 2021)

CAPÍTULO III: ANÁLISIS DE SITUACIÓN ACTUAL

En este capítulo se realiza el levantamiento y análisis del estado actual de la infraestructura tecnológica de red de datos y el sistema de telefonía implementados actualmente en el Edificio Matriz del IESS, que, como se mencionó en el Capítulo I, el edificio no dispone de un sistema de comunicaciones integral, y trabaja únicamente con telefonía analógica.

La información recabada facilita la identificación de los objetivos y necesidades de mejoramiento que requiere la institución para desplegar una plataforma de CU para sus funcionarios.

En la **Figura 2** Topología Actual se detalla la arquitectura actual de la infraestructura de red de datos y telefonía analógica del edificio, y se visualiza como ambas infraestructuras se encuentran implementadas independientemente, lo que ocasiona complejidad en su mantenimiento y deficiencia en la optimización de los servicios.

3.1. Red de datos

A continuación, se detalla el estado actual de la infraestructura de red de datos existente en el entorno administrativo empresarial ensayado:

3.1.1 Topología

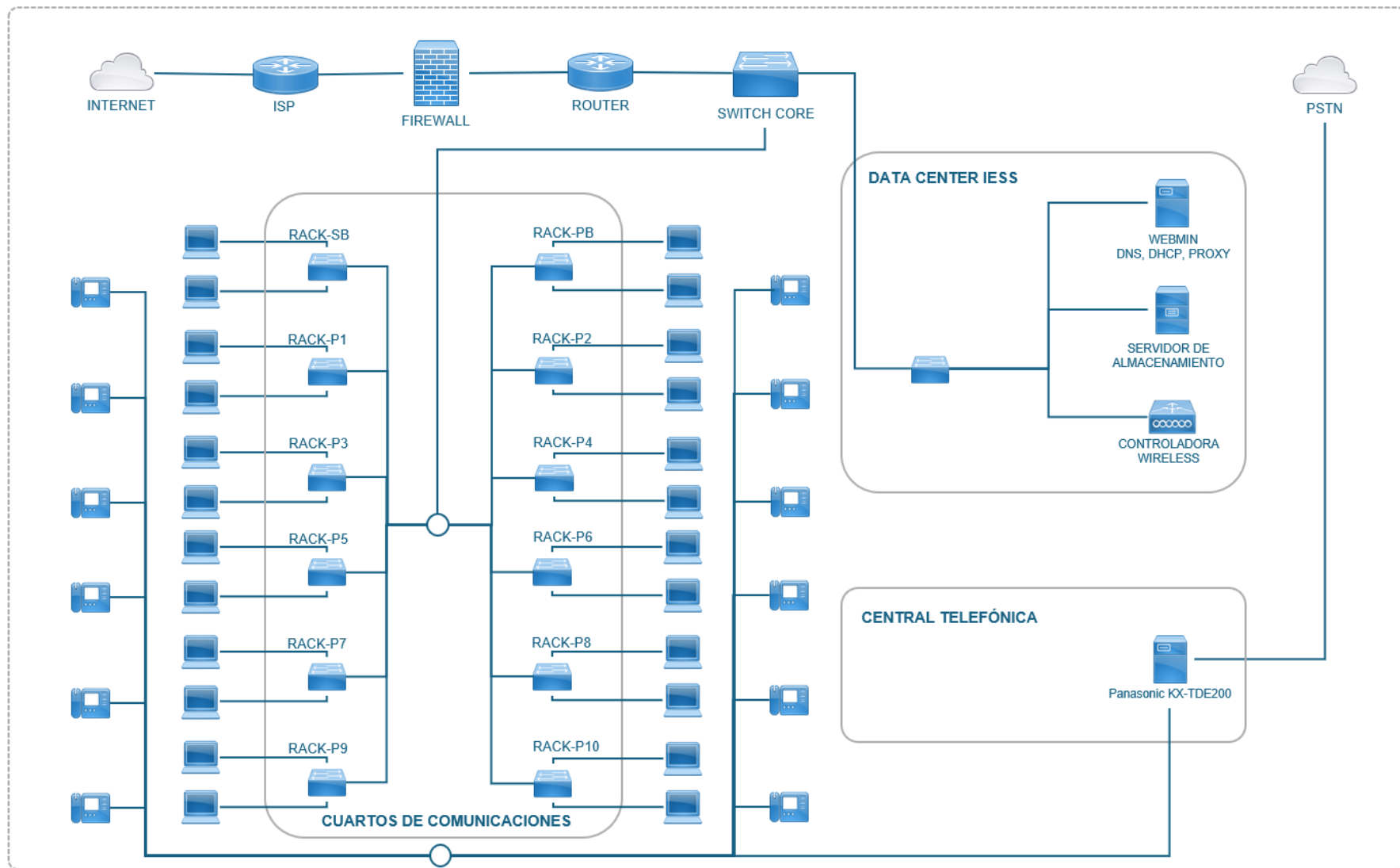
La red del edificio utiliza una topología en estrella modificada con múltiples segmentos de red interconectados mediante enrutadores para permitir una mayor escalabilidad y redundancia.

3.1.2 Hardware

- **Enrutadores:** La infraestructura incluye dos enrutadores, uno principal y un secundario (*backup*), utilizados para interconectar los segmentos de red y proporcionar acceso a internet. Esto implementa redundancia que garantiza la continuidad del negocio.
- **Conmutadores:** Existen conmutadores gestionados en cada piso del edificio que proporcionan conectividad de alta velocidad para dispositivos en todos los departamentos. Los 21 switches HP A5120 mantienen conexión al *core* de la red ubicado en el Data Center del Edificio Matriz.

El **Anexo 2** detalla el uso de los conmutadores en cada uno de los pisos del edificio y ratificar que existe la disponibilidad de puertos para crecimiento del cableado estructurado.

Figura 2 Topología Actual



- **Firewall:** Se utilizan firewalls de última generación para proteger la red contra amenazas externas. Estos firewalls incluyen capacidades avanzadas de inspección de paquetes y prevención de intrusiones.
- **Puntos de Red Ethernet:** La infraestructura ofrece de cableado estructurado en categoría 6A que interconecta los dispositivos a la red de área local (LAN) y contiene las consideraciones técnicas que garantizan alta confiabilidad y continuidad de servicio. La correcta instalación de la red de cableado estructurado se garantiza mediante la aplicación las normas especificadas en el **ANEXO 3**.

El tipo de conductor utilizado es Panduit TX6 10GIG PSR6004: par trenzado sólido de 4 pares 23 AWG.

Existen 690 puntos de datos categoría 6A certificados dentro de la red de comunicaciones del Edificio Matriz del IESS.

- **Gabinetes de cableado estructurado (Racks):** Existen doce gabinetes de Sala de Telecomunicaciones instalados en cada uno de los pisos del edificio. Cada gabinete dispone de un ventilador y una regleta de distribución con protección eléctrica de UPS.
- **Backbone de datos:** En el edificio existen 32 enlaces de fibra óptica multimodo OM3 50/125um que conectan cada uno de los racks de comunicaciones con el rack central dentro del Data Center.
- **Puntos de Acceso Wi-Fi:** El edificio dispone de una red inalámbrica empresarial segura con varios puntos de acceso Wi-Fi distribuidos en todas las oficinas para la admisión de dispositivos móviles y portátiles.

3.1.3 Segmentación

La red se segmenta en varias VLANs para mejorar la seguridad y el rendimiento:

- **VLAN de Servidores:** Para servidores internos y recursos compartidos.
- **VLAN de Datos:** Para dispositivos de usuarios finales, como computadoras y dispositivos móviles.
- **VLAN de Invitados:** Para visitantes que requieren acceso a Internet, separada

de la red principal.

3.1.4 Seguridad

Adicional a los Firewall se implementa:

- **Servidor Proxy:** Permite reforzar la seguridad de la red local restringiendo el acceso a determinados sitios web.
- **Antivirus y antimalware:** Se ejecuta software antivirus en todas las estaciones de trabajo y servidores.
- **VPN:** Se utiliza para permitir conexiones seguras de empleados remotos y para el acceso a recursos internos.

3.2. Telefonía analógica

Actualmente, la telefonía analógica del edificio no dispone de una correcta administración. Esto debido a que el equipamiento se encuentra fuera de vigencia tecnológica en hardware y software.

Únicamente se cuenta con información y datos levantados por el actual responsable de mantenimiento del sistema telefónico.

En este sentido no se puede precisar con exactitud es estado actual de uso del sistema de telefonía PSTN.

3.2.1 Componentes

El sistema de telefonía analógica inicia en el cableado que ingresa al edificio desde el nodo de comunicación de la empresa pública de telefonía.

A continuación, se detalla los componentes de la infraestructura de telefonía analógica existente:

- **Teléfonos analógicos:** Existe variedad en marcas y modelos de teléfonos analógicos, distribuidos en las diferentes oficinas y departamentos del edificio.
- **Centrales telefónicas (PBX analógicas):** Para el edificio Matriz, se distribuyen cuatro centrales telefónicas PBX analógicas ubicadas en los cuartos de comunicaciones de diferentes pisos:

Tabla 3

Centrales telefónicas

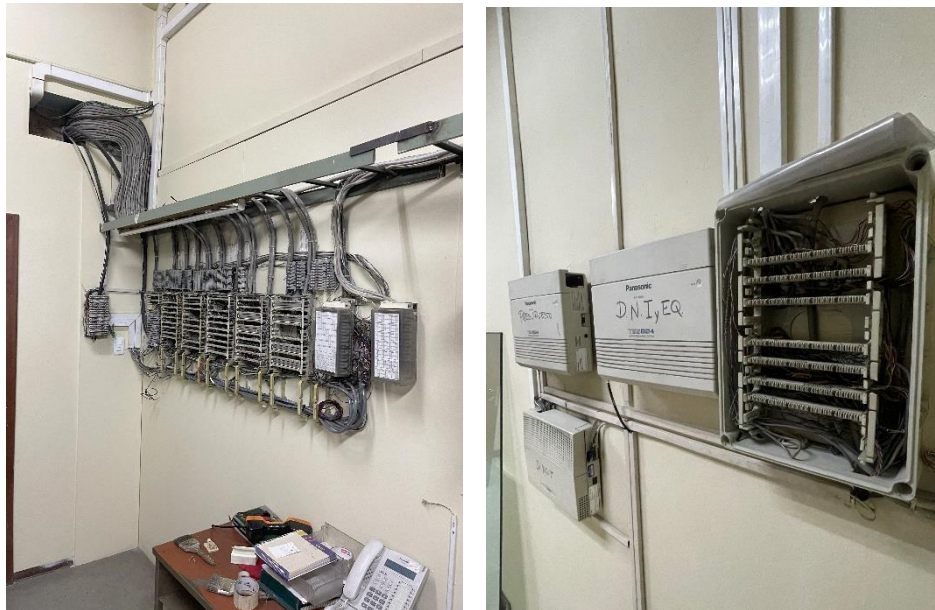
Piso	PBX
PB	Panasonic KX-TDE200
5	Panasonic KX-TDA100
8	Panasonic KX-TEM824
9	Panasonic KX-TDA100

Nota: Creación propia.

- **Líneas telefónicas PSTN (Red de Telefonía Pública Conmutada):** La conexión con la red pública telefónica ingresa mediante cableado analógico al edificio. Desde la Central Telefónica se distribuyen las líneas directas y las extensiones creadas en la Centrales Telefónicas a través de los distintos pisos y departamentos del edificio.

Figura 3

Central Telefónica



Nota: Creación propia.

3.2.2 Capacidad y uso

Para obtener un análisis completo acerca del uso actual de la infraestructura analógica se solicitó al responsable de telefonía determine cuántas líneas telefónicas se utilizan, la cantidad de llamadas entrantes y salientes, y si hay períodos de alta demanda. Sin

embargo, debido a la obsolescencia del equipamiento tanto en hardware como software, al momento no se dispone de datos y/o estadísticas del sistema.

Apoyándonos en la experiencia del técnico se pudo conocer que actualmente existen doscientas doce (212) líneas telefónicas conectadas directamente a la red pública de telefonía, de las cuales aproximadamente el 42% se encuentran en uso.

3.2.3 Costos

La documentación del departamento financiero de la Dirección Provincial Pichincha es confidencial, sin embargo, se logró conseguir la información de los pagos de los últimos seis meses realizados como rubro de consumo telefónico, de esta manera se puede estimar los gastos actuales que representa la infraestructura de telefonía analógica para la organización:

Tabla 4

Consumo telefónico mensual

Ord.	Detalle	Valor
1	Consumo telefónico Junio 2024	\$939.12
2	Consumo telefónico Julio 2024	\$1380.99
3	Consumo telefónico Agosto 2024	\$743.12
4	Consumo telefónico Octubre 2024	\$767.31
5	Consumo telefónico Noviembre 2024	\$1432.68
6	Consumo telefónico Diciembre 2024	\$1416.80
Total Promedio Mensual		\$1113.34

Nota: Creación propia.

3.3. Identificación de necesidades y objetivos de mejoramiento

Basado en las necesidades detalladas en los capítulos que anteceden se puede plantear que la finalidad de implementación de un nuevo sistema de CU se enfoca en los siguientes requisitos funcionales:

- El sistema deberá ser escalable; esto implica una solución que pueda admitir fácilmente nuevos usuarios.
- La solución deberá incluir funcionalidades avanzadas de llamada VoIP (buzón de voz,

identificador de llamadas, llamada en espera, libreta de direcciones, etc.).

- Incluirá la capacidad de realizar Videollamadas de alta calidad.
- Implementará el servicio de Mensajería Instantánea.
- El sistema mantendrá estrictos niveles de seguridad entre los cuales incluyen cifrado y autenticación para proteger las comunicaciones y los datos sensibles.
- Es indispensable mencionar la reducción de costos económicos operativos y de mantenimiento al remplazar el sistema analógico obsoleto por una solución más moderna y confiable.

CAPÍTULO IV: DISEÑO DE LA PROPUESTA

En este capítulo se presenta la propuesta de diseño para la implementación de un sistema de CU dentro el edificio Matriz del IESS.

Es así como, se identifican ciertas consideraciones iniciales que son indispensables para el diseño propuesto. Posteriormente se analizan las características técnicas que debe cumplir la solución propuesta en base a los requerimientos funcionales de la institución, para lo cual se ejecutan cálculos de anchos de banda y selección de protocolos, codificadores, estándares y políticas que serán implementados. Además, se efectúa la elección del software y hardware que soportarán toda la infraestructura de comunicaciones.

Se considera primordial dentro del proyecto, validar la factibilidad de integración con la solución de infraestructura de red actual, reutilizando equipamiento y tecnología apropiados para levantar un sistema robusto y eficaz.

Finalmente se realiza un análisis de costos, donde se comprueba la viabilidad del proyecto, el presupuesto inicial y el tiempo necesario para el retorno de inversión.

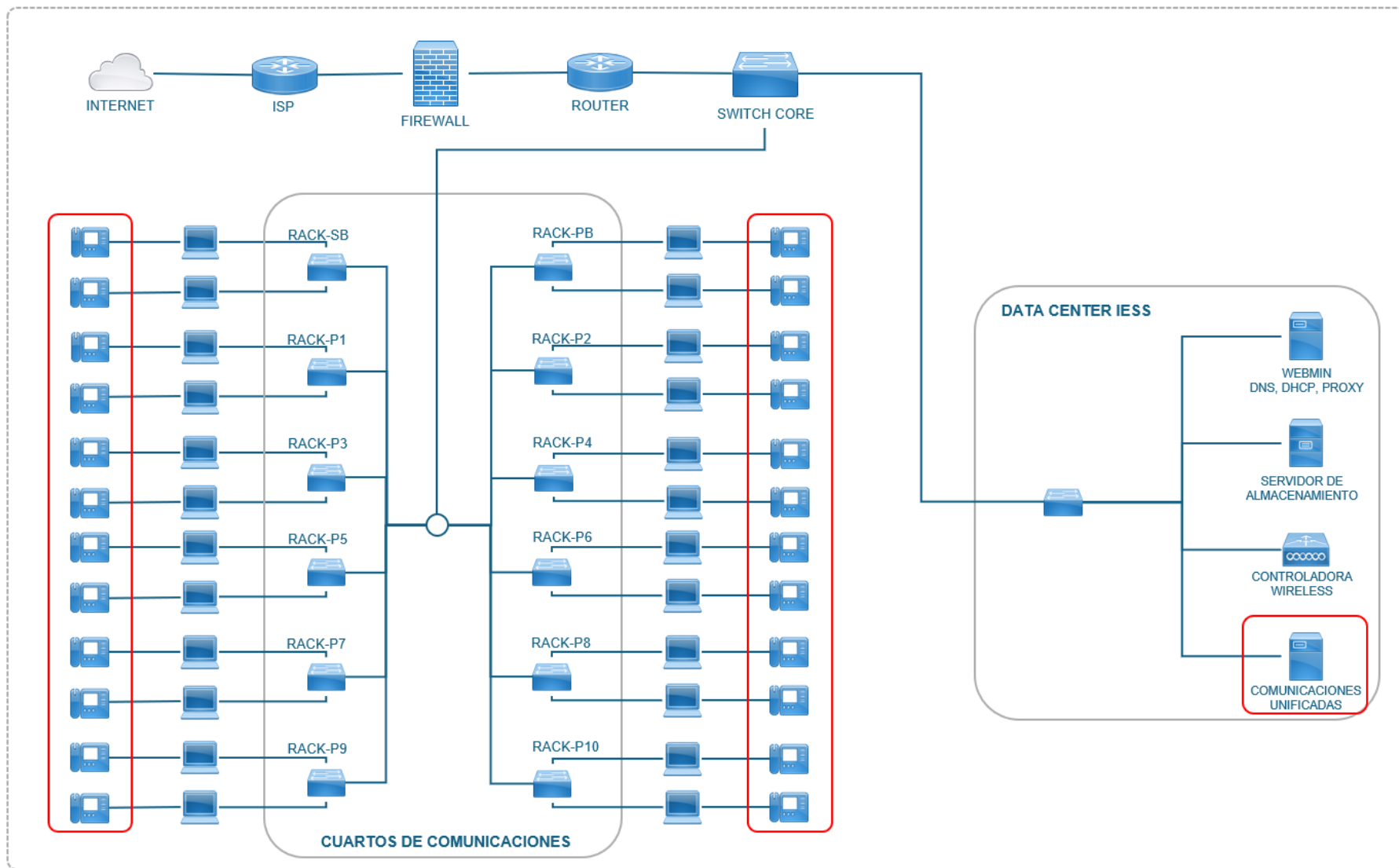
4.1. Consideraciones de Diseño

El IESS concentra sus departamentos administrativos en cuatro edificios dentro de la ciudad de Quito, no obstante, la presente propuesta se enfoca únicamente en el Edificio Matriz, que consta de once pisos y dos subsuelos, donde laboran seiscientos treinta y ocho funcionarios conectados a la red LAN mediante Ethernet y ciento sesenta y tres conexiones a la red inalámbrica *Wireless*, información recabada del servidor de DHCP y de la controladora *Wireless* del edificio.

Como se pormenorizó dentro del Capítulo III, las comunicaciones de voz se gestionan desde cuatro centralitas analógicas, y en cuanto a las comunicaciones de datos se cuenta con una red IP corporativa. La finalidad de este proyecto es unificar las comunicaciones del edificio mediante VoIP, aprovechando los enlaces IP de la red de datos.

La topología de red se diseñará para disponer de un 20% de capacidad sobrante, es decir, la carga real será de un 80% de la capacidad total de la infraestructura, de esta manera, se prevé el crecimiento de *hosts* dentro del edificio.

Figura 4 Topología Propuesta



4.2. Análisis de la Solución Tecnológica

Es indispensable identificar los aspectos tecnológicos físicos y lógicos requeridos para el funcionamiento de un sistema de CU, para esto se detalla cada uno de los siguientes aspectos:

4.2.1 Protocolos y Códecs

En el momento que se implementan físicamente los dispositivos de VoIP y CU es necesario definir los protocolos que se utilizarán en el despliegue de la solución. Estos podemos segmentarlos de la siguiente manera:

- **Nivel Físico:** Al ser el protocolo más utilizado a nivel mundial se operará mediante Ethernet la conexión de los dispositivos a la red local del edificio. Fast Ethernet mediante cable de cobre será usada para los teléfonos IP con velocidades máximas de 100 Mbps, mientras que para la red core de datos y la centralita, las cuales requieren manejar mayor cantidad de tráfico, se usará Gigabit Ethernet con cables de fibra óptica a velocidades máximas de 1000 Mbps.
- **Nivel de Red:** Debido a que permite la comunicación entre dispositivos a través de redes, el protocolo IP será el encargado de enrutar y direccionar los paquetes de datos para que viajen hasta su destino. Este protocolo es compatible con gran variedad de hardware y sistemas operativos, y es el estándar para conectarse a Internet y a los servidores web.
- **Señalización:** Se opta por SIP como protocolo de señalización; será utilizado entre los terminales y la centralita debido a que este protocolo es abierto y prácticamente cualquier fabricante puede ofrecer un teléfono que se comunique sobre estos estándares.

Algunos de los fabricantes de teléfonos que soportan SIP son: Polycom, Atcom, Aastra, Linksys, Snom, Cisco, Nokia, UTstarcom, Yealink, entre otros.

- **Códec de Audio:** En el ámbito de los códecs el enfoque está en encontrar la relación equilibrada entre el ancho de banda y la calidad que se desea alcanzar.

La excelente calidad en las comunicaciones es uno de los requerimientos funcionales de la institución, por lo que, en base al detalle de características de los códecs mostrado en la **Tabla 1**, es razonable utilizar G.711 a pesar de su alto consumo de ancho de banda, dado que la infraestructura de red soportaría varias

llamadas simultáneas sin problemas de congestión, como se demuestra en el siguiente apartado.

4.2.2 Dimensionamiento de Ancho de Banda

Es imprescindible conocer los requerimientos de ancho de banda necesarios para utilizar servicios de CU de forma exitosa, a pesar de que con las conexiones de fibra óptica actuales es extraño que no se disponga del suficiente ancho de banda para soportar los picos de comunicaciones del edificio.

En este sentido, en el presente apartado se realiza un análisis del ancho de banda requerido específicamente para la navegación en Internet e Intranet, Telefonía IP y Videoconferencia, siendo los servicios más demandantes dentro de la red.

Ancho de Banda para Datos:

Inicialmente se identifican las principales aplicaciones y servicios que se utilizan diariamente los usuarios del IESS, tanto en Intranet como en Internet, y, se calcula la capacidad requerida para el acceso a estos en una hora pico para cada usuario. La información recabada fue levantada mediante encuestas y aproximaciones brindadas por los funcionarios en base a sus labores diarias y el área de Redes y Comunicaciones de la Dirección Nacional de Tecnologías de la Información del IESS.

- **Aplicativos internos:** El acceso a la página institucional y sus aplicativos promedia los 2Mb teniendo la carga en 10 oportunidades por hora.
- **Correo electrónico:** Un funcionario abre en promedio 10 correos electrónicos en una hora con un peso aproximado del 500Kb con archivos adjunto.
- **Navegación Web:** Se considera la navegación por internet un promedio de 2Mb con una carga de 20 páginas por hora.
- **Quipux:** Sistema de gestión documental gubernamental con un peso de 2Mb y aproximadamente 5 memorandos por hora.

Seguidamente, en la **Tabla 5** se calcula la capacidad de las aplicaciones mediante la

estimación del Índice de Simultaneidad² de acceso a la red en el Edificio Matriz del IESS por usuario.

Tabla 5

Detalle de capacidad para aplicaciones por Intranet e Internet

	Aplicación	Consumo x Hora	Índice de Simultaneidad	Capacidad requerida
Intranet	Aplicativos internos	182,04 Kbps	30%	54,61 Kbps
	Correo electrónico	11,11 Kbps	10%	1,11 Kbps
Internet	Navegación Web	91,02 Kbps	25%	22,76 Kbps
	Quipux	22,76 Kbps	35%	7,97 Kbps
Consumo por usuario				86,45 Kbps

Nota: Creación propia.

Para estimar la cantidad de usuarios activos en horas pico de tráfico de red, se identifica que, de seiscientos usuarios totales, el 80% consume ancho de banda. Esto corresponde a cuatrocientos ochenta funcionarios navegando.

El ancho de banda de datos estimado se calcula con la siguiente fórmula:

$$\text{Ancho de Banda Datos} = \text{Consumo por usuario} * \text{Cantidad de funcionarios}$$

$$\text{Ancho de Banda Datos} = 86.45 \text{ Kpbs} * 480$$

$$\text{Ancho de Banda Datos} = 41496 \text{ Kpbs}$$

Ancho de Banda para Voz:

El ancho de banda necesario para una llamada depende de varios parámetros empezando por el códec que se opte por utilizar. Cada uno de ellos utiliza distinto ancho de banda para una misma duración de llamada.

² Índice que permite estimar el número de usuarios que estarán conectados intentando usar su ancho de banda en un momento determinado.

Tabla 6

Códec G.711

Códec	Ancho de Banda	Sampling Rate	Periodo de empaquetamiento	MOS	Ancho de Banda Real Ethernet	Licencia
G.711	64 Kbps	8 KHz	20 ms	4.1	87,2 Kbps	No

Nota: Creación propia.

Se menciona que usaremos el códec G.711 para implementar en esta solución de CU, por lo cual, el siguiente paso es calcular el *payload*³ o carga útil de voz mediante la fórmula:

$$Payload = Periodo de Empaquetamiento * Ancho de Banda del Códec$$

$$Payload = 20 ms * 64 Kbps$$

$$Payload = 1280 Bits$$

$$Payload = 160 Bytes$$

En la **Tabla 7** muestran los tamaños de las cabeceras que intervienen en la transmisión de los paquetes de voz.

Tabla 7

Tamaños de cabecera de paquetes de voz.

Cabecera	Tamaño
Cabecera Ethernet	18 Bytes
Cabecera Capa Enlace	6 Bytes
Cabecera IP	20 Bytes
Cabecera UDP	8 Bytes
Cabecera RTP	12 Bytes
Total Cabecera Protocolos	64 Bytes

Nota: Creación propia.

Debido a la existencia de VLANs configuradas dentro de la red, se debe considerar la

³ Payload: Es el conjunto de datos transmitidos útiles, que se obtienen de excluir cabeceras, metadatos, información de control y otros datos que son enviados para facilitar la entrega del mensaje.

cabecera Ethernet *Trunk* 802.1Q⁴ con un tamaño de 22 Bytes.

Para obtener el tamaño total del paquete de datos que transitará por la red VoIP se realiza el siguiente cálculo:

$$\text{Tamaño Total Paquete} = \text{Cabecera Protocolos} + \text{Cabecera 802.1Q} + \text{Payload}$$

$$\text{Tamaño Total Paquete} = 64 \text{ Bytes} + 22 \text{ Bytes} + 160 \text{ Bytes}$$

$$\text{Tamaño Total Paquete} = 246 \text{ Bytes}$$

$$\text{Tamaño Total Paquete} = 1968 \text{ Bits}$$

Seguidamente, se realiza el cálculo de la velocidad a la que se generan los paquetes. La fórmula para los PPS (paquetes por segundo) es la siguiente:

$$PPS = \frac{1}{\text{Periodo de Empaquetamiento}}$$

$$PPS = \frac{1}{20 \text{ ms}}$$

$$PPS = \frac{1000}{20 \text{ s}}$$

$$PPS = 50 \text{ pps}$$

Finalmente, se calcula el ancho de banda requerido en una llamada de Telefonía IP.

$$\text{Ancho de Banda Voz} = \text{Tamaño Total Paquete} * PPS$$

$$\text{Ancho de Banda Voz} = 1968 \text{ Bits} * 50 \text{ pps}$$

$$\text{Ancho de Banda Voz Parcial} = 98,4 \text{ Kbps}$$

El ancho de banda del códec G.711 es de 98,4 Kbps, requerido para mantener una llamada telefónica en un periodo de tiempo, pero este valor corresponde a una llamada unidireccional. Para establecer el valor total de ancho de banda en una llamada telefónica bidireccional dentro de la red de datos del edificio Matriz del IESS se debe

⁴ 802.1Q: Estándar que permite que un enlace Ethernet lleve tráfico de múltiples VLAN al agregar una etiqueta en los *frames* Ethernet que identifica a qué VLAN pertenece un *frame* en particular.

aplicar la siguiente fórmula:

$$\text{Ancho de Banda Voz Total} = \text{Ancho Banda Voz} * \text{No. llamadas simultaneas} * 2$$

Tabla 8

Ancho de Banda de Voz Total para diferentes llamadas simultaneas

Códec	Ancho de Banda Voz / Llamada	Llamadas Simultáneas	Ancho de Banda Voz Total
G.711	92.4 Kbps	1	196.8 Kbps
		2	393.6 Kbps
		4	787.2 Kbps
		8	1574.4 Kbps
		12	2361.6 Kbps
		18	3542.4 Kbps

Nota: Creación propia.

En promedio se estima un ancho de banda de 1476.5 Kbps.

<i>Ancho de Banda Voz = 1476.5 Kbps</i>
--

Ancho de Banda para Video:

Para conectarse a una videollamada se requiere un ancho de banda de al menos 1 Mbps para transmisión en calidad estándar, mientras que para disponer de calidad HD, lo más recomendable es que se disponga de un ancho de banda mínimo de 4 Mbps.

Tabla 9

Ancho de banda referencial para videollamadas

	Alta Calidad HQ	720p HD	1080p HD
Videollamadas entre dos personas (1:1)	600 Kbps	1,2 Mbps	3,8 Mbps
Videollamadas grupales	1 Mbps	2,6 Mbps	8 Mbps

Nota: <https://hispanogeeks.com/velocidad-requerida-para-videollamadas/>

En relación con los valores detallados en la **Tabla 9**, podemos promediar un ancho de banda de 4 Mbps para una calidad óptima en videollamada interna.

Ancho de Banda Videollamadas = 4000 Kbps

Ancho de Banda Total:

Para determinar el ancho de banda total, necesario para un sistema de CU, se realiza la sumatoria de los resultados obtenidos anteriormente:

$$\text{Ancho de Banda Total} = \text{Datos} + \text{Voz} + \text{Video}$$

$$\text{Ancho de Banda Total} = 41496 \text{ Kbps} + 1476,5 \text{ Kbps} + 4000 \text{ Kbps}$$

Ancho de Banda Total = 46,97 Mbps

4.2.3 Arquitectura de Red

Después de profundizar la información levantada en Capítulo III, se proyecta acoplar el sistema de CU a la infraestructura de red que actualmente ostenta el Edificio Matriz del IESS, con la finalidad de reutilizar la infraestructura tecnológica de red de datos existente.

Sin embargo, a más de las VLAN existentes en el Edificio Matriz del IESS, se establece una VLAN específicamente asignada para el flujo de datos de voz, así como las capacidades de QoS para asegurar la calidad del tráfico de voz priorizando la transmisión de este sobre cualquier otro tipo de tráfico. Es decir, cuando se transmiten simultáneamente otros servicios (datos, vídeo, etc.), el servicio de voz se identifica y se transmite con una mayor prioridad de reenvío, permitiendo que los usuarios finales no detecten lentitud o intermitencia en sus comunicaciones telefónicas.

Una vez definida la VLAN de telefonía se especifica el direccionamiento IP correspondiente. La **Tabla 10** detalla el rango de direcciones IP asignadas para la red que transportará los datos de voz.

Tabla 10

VLAN Telefonía IP

VLAN	Descripción	Nro. Host	Direcciones IPv4	Máscara de red
100	Telefonía IP	1024	172.16.156.0 – 172.16.159.255	255.255.252.0

Nota: Creación propia.

Se estima la necesidad de implementar seiscientos extensiones telefónicas en base

al número de funcionarios en labores administrativas dentro del edificio, por lo que la VLAN destinada para telefonía dispone de la cantidad suficiente de direcciones IP, incluyendo la proyección de crecimiento.

4.2.4 Arquitectura de Servidores y Comunicaciones

Para la implementación de los sistemas que virtualizarán la centralita para VoIP y CU se debe considerar criterios como eficiencia, escalabilidad, seguridad y tolerancia a fallos. Con lo mencionado, posteriormente se evalúa los criterios técnicos básicos que requiere la solución para su despliegue y correcto funcionamiento.

Hardware:

El IESS mantiene estándares mínimos en adquisición de equipamiento de servidores multipropósito, que garantizan la continuidad, alto rendimiento y escalabilidad de los servicios. Por este motivo se recomienda un equipo Servidor que disponga de las características técnicas detalladas en la **Tabla 11**.

Tabla 11

Especificaciones técnicas servidor

Especificaciones Técnicas Servidor	
Descripción	Especificaciones Requeridas
Procesador	Procesador Intel Xeon Silver 4309Y o superior
Nro. de procesadores instalados	2 mínimo
Memoria RAM Instalada (mínimo)	32 GB
Volumen de almacenamiento (mínimo)	2TB configurados en RAID 5
Incluir controlador tecnología RAID (mínimo)	Con memoria cache de 512MB protegida por batería con soporte para configuraciones RAID 0, 1, 1+0, 5.
Interfaces de red	Cuatro (4) puertos de red Gigabit integradas con el equipo más dos puertos de red Gigabit adicionales PCI-e, conector RJ-45
Fuentes de poder	2 (hot plug) instaladas
Sistema Operativo	Equipo full compatible con Microsoft Windows Server y Red Hat Enterprise Linux (RHEL), CentOS (7.9)

Nota: Factibilidad técnica de la Dirección Nacional de Tecnologías de la Información IESS

Sistema Operativo:

En el IESS, al ser una institución pública, se prioriza el uso de sistemas de software libre y gratuito, por lo que dentro de la infraestructura de red se evidencia el uso de

sistemas Linux basados en variantes de RedHat.

En el caso que nos ocupa, las características críticas son la estabilidad y duración del periodo de actualizaciones, dado que la centralita debe ser una plataforma robusta y duradera, que mantenga su funcionamiento ininterrumpido.

Es así, que se propone el uso de la distribución llamada AlmaLinux, que es un sistema operativo de código abierto, basado en la distribución Red Hat Enterprise Linux, y cuyo objetivo es ofrecer al usuario un software de "clase empresarial" gratuito. Se define como robusto, estable y fácil de instalar y utilizar.

Terminales:

Una de las decisiones más importantes para este proyecto implica en minimizar el impacto económico y disminuir costos, sin perder calidad y mejorando los sistemas de comunicaciones.

Por este motivo se recomienda el uso de teléfonos IP que cumplan las características técnicas detalladas en la **Tabla 12**:

Tabla 12

Especificaciones técnicas teléfonos IP

Especificaciones Técnicas Teléfonos IP	
Descripción	Especificaciones Requeridas
Líneas	2 mínimo
Cuentas SIP	2 mínimo
Pantalla	132 x 48
Directorio	2000 registros
Códecs compatibles	G.729A/B, G.711μ/a-law, G.726, G.722 (wide-band), G.723, iLBC, OPUS
Conferencias de Audio	5 participantes
Puertos auxiliares	RJ9
PoE	Si
Puertos de Red	2 puertos 10/100/1000 Mbps
Protocolos de Seguridad	Autenticación basada en MD5 y MD5- sess, archivo de configuración cifrado AES de 256 bits, SRTP, TLS, control de acceso a medios 802.1x y arranque seguro.

Nota: Factibilidad técnica de la Dirección Nacional de Tecnologías de la Información IESS

4.2.5 Plataforma de CU

Las características mínimas que debe cumplir la solución de CU son las siguientes:

- **Cantidad de usuarios:** La solución debe proveer como mínimo la cantidad de seiscientas extensiones requeridas en base al número de funcionarios que laboran en el edificio Matriz del IESS, dentro de las áreas administrativas como se estableció en las *Consideraciones de Diseño*.
- **Protocolos de señalización:** Como se estableció en el apartado de *Protocolos y Códecs*, la solución debe soportar los protocolos de señalización H.323 y principalmente SIP, pues este tiene gran auge en el mercado.
- **Codificación de voz:** La solución debe gestionar los códecs G.711 que fueron seleccionados para este proyecto en el apartado *Protocolos y Códecs*.
- **Administración vía web:** La administración y monitoreo de la plataforma debe realizarse mediante navegador web, para facilitar la creación de nuevos usuarios, extensiones, cambio de perfiles, entre otras funciones.

Selección de la Solución Tecnológica de CU:

Ante la investigación bibliográfica realizada con relación a las CU, y, basándonos en los requerimientos funcionales identificados en el apartado de *Identificación de necesidades y objetivos de mejoramiento* y las características mínimas detalladas anteriormente, se propone una solución basada en software libre, que engloba la problemática institucional en su totalidad y que puede ser acoplada dentro de la infraestructura existente en el edificio.

Tomando en consideración las características detalladas, y, apalancándonos en el estudio realizado por (Ramírez Bósquez, 2021), quien luego de analizar varios sistemas PBX IP *Open-Source* determinó que el software **Issabel** es la mejor opción para implementar en una organización, debido a su excelente calidad de servicio y satisfactoria experiencia de usuario.

La implementación de un sistema de Comunicaciones Unificadas basado en la plataforma Issabel representa una alternativa viable, económica y eficiente para optimizar los procesos de comunicación interna y externa. Issabel, al ser una solución open-source, permite reducir significativamente los costos de licenciamiento en comparación con plataformas propietarias, lo cual es un factor determinante en entornos donde los recursos económicos son limitados (Castro & Ramírez, 2020). Además, Issabel integra funcionalidades avanzadas de telefonía IP, mensajería instantánea,

videoconferencia, correo de voz, y call center, lo que permite centralizar y gestionar de manera unificada los diferentes canales de comunicación corporativa (Castro & Molina, 2021).

Asimismo, la flexibilidad y escalabilidad de Issabel permiten su adaptación a distintos tamaños y necesidades empresariales, facilitando la integración con tecnologías y protocolos estándares como SIP, IAX y WebRTC. Esto garantiza su interoperabilidad con otros sistemas existentes y ofrece un alto grado de personalización (Ortega & Sánchez, 2022). Por tanto, el uso de Issabel en un proyecto de Comunicaciones Unificadas no solo aporta beneficios económicos, sino que también contribuye a mejorar la eficiencia operativa, la colaboración organizacional y la calidad del servicio al cliente.

4.3. Integración de la Solución con la Red de Datos

Como se ha mencionado en varias ocasiones a través de este documento, uno de los objetivos de este proyecto es reutilizar la infraestructura de red existente en el edificio, debido a que cumple con las características necesarias para desplegar un sistema de comunicaciones IP eficiente, sin incurrir en gastos adicionales que puedan poner en riesgo la implementación futura de la solución propuesta.

Para conocer los equipos que se puede usar de la infraestructura de red del edificio Matriz del IESS, en la **Tabla 13** se verifica las especificaciones técnicas que requiere el sistema de CU para su implementación. Cabe mencionar que únicamente se analiza los conmutadores (*switches*), ya que los enrutadores (*routers*) pertenecen al proveedor de servicios de Internet.

Como se puede observar en la **Tabla 13**, el modelo de conmutador instalado actualmente dentro de la infraestructura de red del edificio cumple con los parámetros técnicos requeridos, por lo que puede ser reutilizado en el diseño del sistema de CU propuesto.

Respecto al cableado estructurado, en base a las especificaciones detalladas en el apartado *Red de datos*, los puntos de red implementados son adecuados para el presente proyecto, tanto en cantidad, como en cumplimiento de estándares internacionales de certificación de cableado estructurado.

Tabla 13

Parámetros de Conmutador HP A5120 EI Switch

HP A5120 EI Switch	
Parámetros	Características
Puertos	24/48 puertos RJ-45 10/100/1000Base-T 4 puertos 10/100/1000Base-T SFP 2 slots para módulos de expansión 1 puerto RJ-45 serial para consola
Capa OSI	Capa 2 / Capa 3
<i>Backplane</i> ⁵	96 Gbps
<i>Throughput</i> ⁶	71.4 millones pps
Entradas en la Tabla MAC	16000 direcciones MAC
Modo de Conmutación	Full-Dúplex
Manejo de VLANs	IEEE 802.1q con 4094 VLAN simultaneas
Calidad de Servicio (QoS)	IEEE 802.1p
PoE	IEEE 802.3at
Administración	IMC - Intelligent Management Center; CLI; Web; SNMP

Nota: Información recopilada de las especificaciones técnicas de la marca en su página web oficial, https://www.hpe.com/psnow/doc/c04111657.pdf?jumpid=in_lit-psnow-getpdf

Con lo antes mencionado, hablando de la red de voz se propone mantener una arquitectura de servicio distribuida y redundada. La centralita estará basada en Linux y se implementará en servidores de alta gama que garanticen la calidad de servicio en momentos de gran afluencia de llamadas. El equipamiento adecuado se encuentra detallado en el apartado *Hardware*.

En el caso de los teléfonos analógicos, es necesario sustituir los dispositivos actuales por terminales IP especificados, donde se evaluaron equipos que cubran las necesidades institucionales.

En cuanto a la red de datos el sistema de CU se debe integrar a la infraestructura de red implementada en el edificio, la cual dispone de las características técnicas necesarias, como se analizó en el apartado anterior.

⁵ *Backplane*: Es el circuito que crea la conectividad entre los diferentes módulos de un Switch o Conmutador de Paquetes.

⁶ *Throughput*: velocidad a la que se transmiten los datos.

Es importante identificar los diferentes tipos de tráfico mediante la configuración de VLANs y segmentos de red, así como la implementación de políticas de calidad de servicio (QoS), tal como se especificó en el apartado *Arquitectura de Red*.

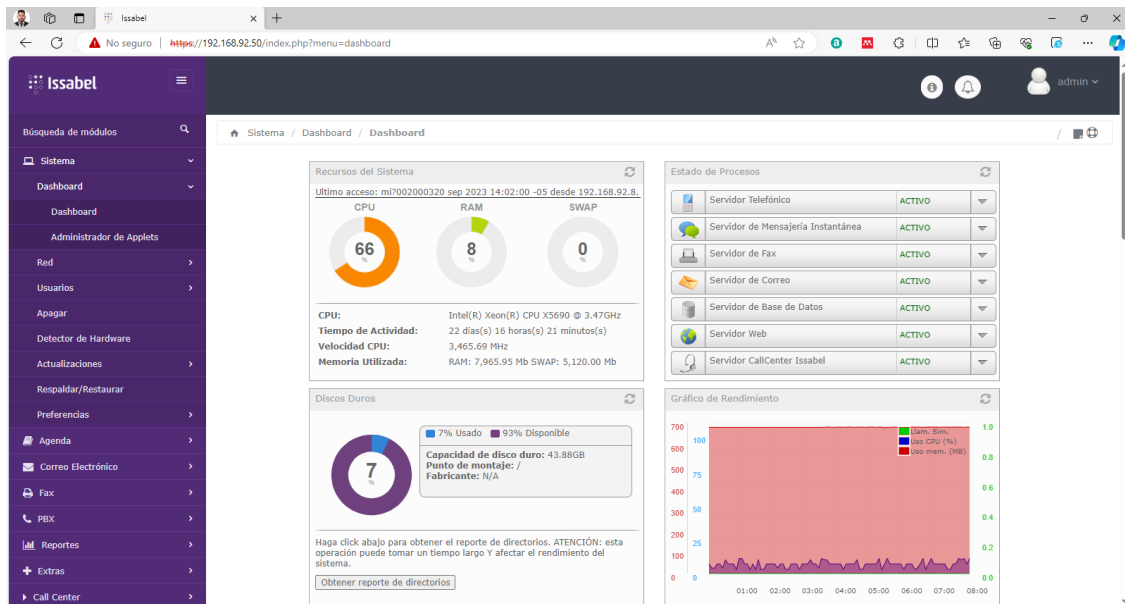
4.4. Configuración de CU con Issabel

Luego de haber seleccionado el hardware y software que se usará en la propuesta de diseño del sistema de CU, a continuación, se detalla la configuración de la plataforma Issabel dentro de su interface gráfica junto con la herramienta Linphone. La guía de descarga e instalación de Issabel y Linphone se encuentra en el Anexo 4.

1. Ingreso a Issabel Phone System mediante navegador.

Figura 5

Pantalla de inicio de Issabel

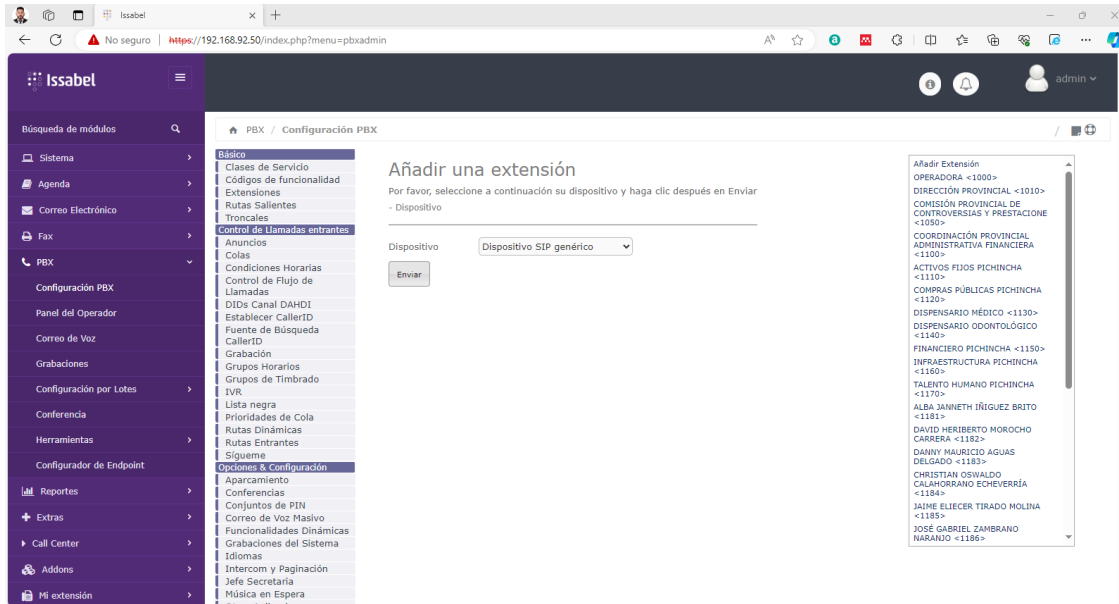


Nota: Creación propia.

2. Ingreso a PBX – Configuración PBX, luego Añadir una extensión

Figura 6

Pestaña de configuración de PBX en Issabel

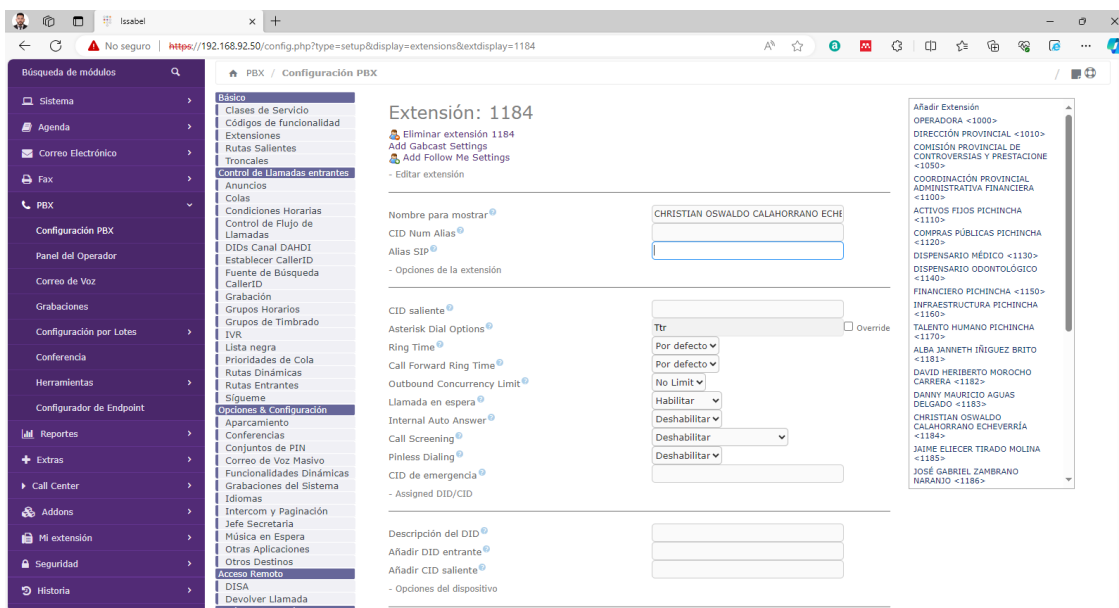


Nota: Creación propia.

3. Creación de extensiones

Figura 7

Pestaña de creación de extensiones telefónicas en Issabel

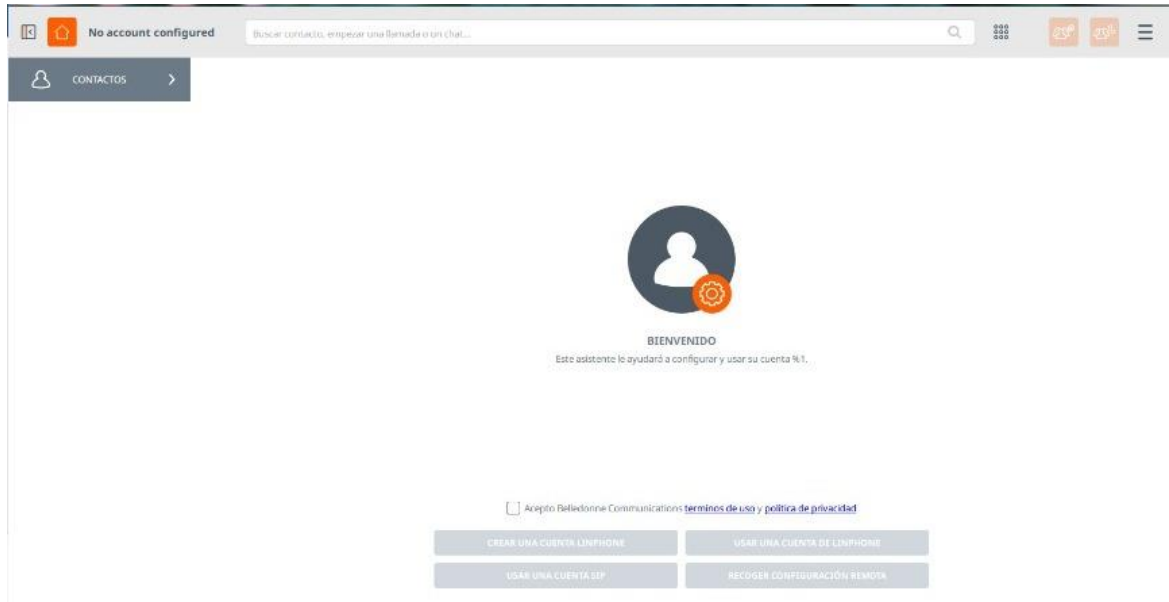


Nota: Creación propia.

4. Relacionar Linphone con su respectiva extensión

Figura 8

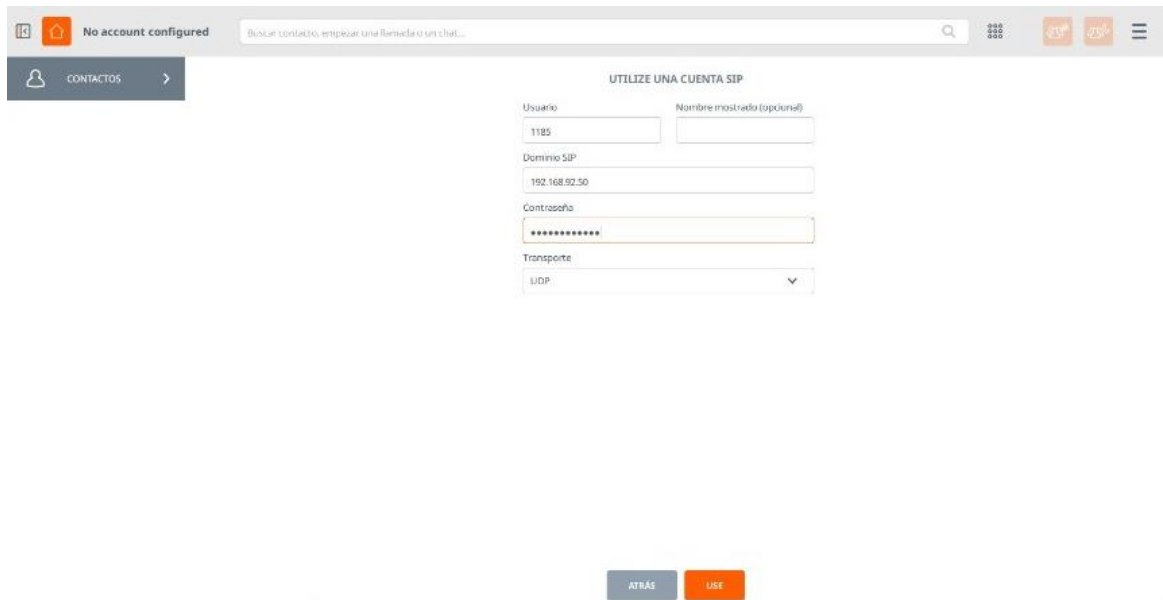
Pantalla de inicio de Linphone



Nota: Creación propia.

Figura 9

Configuración de cuenta SIP en Linphone



Nota: Creación propia.

5. Prueba de videollamada entre dos extensiones.

Figura 10

Prueba de videollamada entre dos extensiones



Nota: Creación propia.

4.5. Análisis de Costos

Debido a que la propuesta ha sido realizada para una institución pública, los proyectos deben gestionarse mediante el Portal de Compras Públicas del SERCOP, por lo tanto, en este apartado se establecen valores referenciales que deberán ser sometidos a un proceso de Subasta Inversa por parte de los proveedores calificados.

Para el desarrollo del proyecto se establece un presupuesto referencial de \$24,450.00, desglosado en la **Tabla 14** de la siguiente manera:

Tabla 14

Presupuesto inicial

PRESUPUESTO INICIAL			
Cantidad	Detalle	Valor Unitario	Valor Total
1	Servidor multipropósito	\$7,500.00	\$7,500.00
600	Teléfono IP	\$27.00	\$16,200.00
1	Consultoría y asistencia técnica	\$750.00	\$750.00
Total			\$24,450.00

Nota: Creación propia.

Se presupuesta el valor de \$500.00 por punto de red de cableado estructurado como opcional, tomando en cuenta que actualmente no se requiere aumentar puntos de red, sin embargo, de existir la necesidad de crecimiento es importante se incremente este rubro.

Debido a la falta de datos estadísticos en el sistema telefónico analógico, se realiza el análisis de pérdidas económicas por la falta de herramientas de comunicación, considerando que los funcionarios derrochan tiempo de trabajo para movilizarse entre los distintos departamentos.

Tabla 15

Pérdidas económicas por falta de CU

Costo / hora	Tiempo perdido (hora)	Pérdida diaria	Pérdida mensual	Pérdida anual
\$5.11	1.15	\$5.87	\$3,523.31	\$42,279.75

Nota: Creación propia.

Donde,

Costo/hora= Promedio del costo de una hora laboral de los funcionarios.

Tiempo perdido= Promedio del tiempo en horas que derrocha un funcionario por movilizarse para mantener reuniones y comunicación con otros funcionarios.

Pérdida diaria= Promedio de pérdida económica diario.

Pérdida Mensual= Promedio de pérdida económica mensual considerando 600 funcionarios.

Pérdida Anual= Promedio de pérdida económica anual considerando 600 funcionarios.

4.5.1 VAN (Valor Anual Neto)

El Valor Anual Neto es una herramienta que permite determinar la viabilidad económica de un proyecto. El VAN es igual al desembolso de la inversión inicial del proyecto más el valor actual de los flujos futuros de dicho proyecto. De tal modo que si el VAN es positivo indica que el proyecto es viable, ya que el valor actual de los flujos es mayor al desembolso inicial), y si es negativo el proyecto se debería desestimar al ser el valor actual de los flujos menor a la inversión inicial.

Fórmula para calcular el VAN:

$$VAN = -I_0 + \sum_{t=1}^n \frac{FNE}{(1+k)^t}$$

Donde,

I_0 : Inversión inicial = \$24,450

FNE : Flujo Neto Efectivo = \$42,279.75

n : Número de periodos de tiempo

k : Tasa de descuento

$$VAN = -24,450 + \sum_{t=1}^1 \frac{42,279.75}{(1+0.1)^1}$$

$$\mathbf{VAN = \$13,986.14}$$

Con un VAN = \$13,986.14 el proyecto es factible.

4.5.2 TIR (Tasa Interna de Retorno)

La Tasa Interna de Retorno calcula la rentabilidad que ofrece una inversión, también se conoce como el porcentaje de beneficio o pérdida que tiene un proyecto. Se calcula con la siguiente fórmula:

$$TIR = \frac{FNE - I_0}{I_0}$$

Sustituyendo:

$$TIR = \frac{42,279.75 - 24,450}{24,450} = 0.72$$

$$\mathbf{TIR = 72.93 \%}$$

Con un TIR = 72.93% se corrobora el beneficio económico del proyecto.

4.5.3 PRC (Periodo de Recuperación de Capital)

El Período de Recuperación de Capital es el resultado del tiempo en el que la inversión

inicial es recuperada en su totalidad. Mientras más corto sea el tiempo de recuperación, el proyecto se considera más rentable.

$$PCR = \frac{I_0}{FNE_m}$$

Donde,

I_0 : Inversión inicial

FNE_m : Flujo neto efectivo mensual

$$PCR = \frac{24,450}{3,523.31}$$

$$PCR = 6.94 \text{ meses}$$

El proyecto recuperará su inversión inicial en un plazo aproximado de 7 meses.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Como resultado del desarrollo del presente proyecto de “Diseño de un Sistema de Comunicaciones Unificadas para el Edificio Matriz del IESS” se exponen las siguientes conclusiones:

- A partir de la revisión bibliográfica realizada en fuentes académicas, tesis de grado y postgrado, revistas tecnológicas y artículos científicos, se identificó que las CU representan una solución tecnológica integral orientada a optimizar la gestión de la comunicación interna y externa de las organizaciones, además, se validó a Issabel como la herramienta adecuada para integrar servicios de voz, video y mensajería instantánea para este proyecto.
- El análisis de la infraestructura de red y comunicaciones implementada en el Edificio Matriz del IESS evidenció la existencia de un sistema de telefonía analógica tradicional, con limitaciones en escalabilidad, integración de servicios y movilidad de los usuarios. No obstante, se determinó que la red de comunicaciones IP existente (cableado estructurado, conmutadores y enlaces de datos) proporciona una base adecuada para la implementación de un sistema de Comunicaciones Unificadas, con ciertas recomendaciones de actualización y optimización.
- Como resultado de las herramientas de observación, encuestas y entrevistas se identificaron los principales requerimientos funcionales solicitados por los funcionarios y los objetivos institucionales, se destaca la necesidad de contar con llamadas internas y externas de voz sobre IP, videoconferencias seguras, mensajería instantánea, buxón de voz y acceso remoto a los servicios de comunicación.
- Favorablemente se diseñó la propuesta técnica de red e infraestructura requerida para la futura implementación de un sistema de CU para el Edificio Matriz del IESS basado en la plataforma Issabel, que contempla la arquitectura de red, servidores, terminales IP, y las configuraciones necesarias para garantizar la calidad de servicio (QoS), seguridad y disponibilidad de las comunicaciones.
- Finalmente se realizó un análisis de costos estimado de la solución propuesta, considerando tanto la adquisición de equipamiento adicional como los recursos humanos requeridos para su implementación y mantenimiento. Se concluye que el uso de la solución open-source Issabel permite reducir significativamente los costos de licenciamiento y obtener una solución flexible y escalable, adecuada a las necesidades actuales y futuras de la institución.

De la misma manera el proyecto recoge las siguientes recomendaciones:

- Se recomienda a la institución continuar con el proceso de actualización tecnológica, considerando la implementación del sistema de Comunicaciones Unificadas propuesto, el cual permitirá optimizar los recursos de comunicación interna y externa, mejorar la eficiencia operativa y reducir costos a largo plazo.
- Es importante mantener una política constante de capacitación al personal técnico y usuarios finales sobre el uso de las herramientas de Comunicaciones Unificadas, con el fin de garantizar una correcta adopción de las nuevas tecnologías y aprovechar al máximo las funcionalidades que ofrece la plataforma Issabel.
- Se sugiere realizar un plan de actualización y mantenimiento periódico de la infraestructura de red IP existente (cableado estructurado, conmutadores y enlaces de datos), con el objetivo de asegurar un desempeño adecuado, soporte a la calidad de servicio (QoS), seguridad y disponibilidad de las comunicaciones implementadas.
- Es necesario considerar dentro de la planificación institucional la asignación de un presupuesto específico para la implementación y mantenimiento del sistema de Comunicaciones Unificadas, teniendo en cuenta los costos estimados en el presente proyecto y evaluando alternativas de adquisición de hardware y servicios según las políticas de contratación pública vigentes.
- Finalmente, se recomienda la implementación de la presente propuesta basada en la reducción de costos y el mejoramiento de la comunicación interna y externa, ya que se ha demostrado su viabilidad y los numerosos beneficios que conlleva esta actualización tecnológica. Este documento puede ser usado como base para el Informe de Justificación de Necesidad, necesario para iniciar un proceso de Compras Públicas en el IESS.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 3CX. (s/f). *Qué es SIP • Explicación del Protocolo I 3CX*. Recuperado el 17 de diciembre de 2024, de <https://www.3cx.es/voip-sip/sip/>
- Arévalo Arribas, S. (2023). *Diseño de una Solución de Comunicaciones Unificadas en un Entorno Empresarial* [E.T.S.I. y Sistemas de Telecomunicación (UPM)]. <https://oa.upm.es/77940/>
- Castro, J., & Molina, P. (2021). Implementación de sistemas de comunicaciones unificadas con Issabel en pymes. *Revista Iberoamericana de Tecnología y Comunicación*, 95–105.
- Castro, J., & Ramírez, F. (2020). Evaluación de plataformas open-source para telefonía IP: Caso de estudio Issabel. *Revista Tecnológica Telecom*, 40–50.
- Check Point. (s/f). *¿Qué es la Calidad de Servicio (QoS)? - Software Check Point*. Recuperado el 17 de diciembre de 2024, de <https://www.checkpoint.com/es/cyber-hub/network-security/what-is-quality-of-service-qos/>
- Defáz, K. A. (2020). *Implementación de una central telefónica Voz IP utilizando software libre ISSABEL PBX y comunicaciones unificadas basado en Asterisk en la constructora MA construcciones*. [Universidad Técnica de Cotopaxi]. <http://repositorio.utc.edu.ec/bitstream/27000/8609/1/PI-001941.pdf>
- Easiio. (s/f). *Protocolos VoIP*. Recuperado el 17 de diciembre de 2024, de <https://www.easiio.com/es/voip-protocols/>
- Fernández, R., & López, P. (2021). El impacto de las videoconferencias en la productividad empresarial. *Revista de Tecnología y Negocios*, 85–102.
- Flores Guevara, R. G., & Tucunango Carrasco, L. A. (2023). *Implementación de una Central de Telefonía IP basada en ISSABEL para la Comunicación de las diferentes dependencias de la Municipalidad Provincial de Cutervo* [UNIVERSIDAD NACIONAL “PEDRO RUIZ GALLO”]. <https://repositorio.unprg.edu.pe/handle/20.500.12893/11622>
- García, D., & López, S. (2021). Soluciones de comunicaciones unificadas con FreeSWITCH en entornos empresariales. *Revista de Tecnología y Comunicación*, 68–75.
- Gómez, L., & López, J. (2021). Comparativa entre plataformas propietarias y open-source en Comunicaciones Unificadas. *Revista de Tecnología Empresarial*, 32–45.

- Imagar Solutions Company. (2021, julio 6). *Diferencias entre telefonía VoIP y telefonía IP*. <https://www.imagar.com/blog-desarrollo-web/diferencias-entre-telefonía-voip-y-telefonía-ip/>
- Issabel. (2025). *Issabel*. <https://www.issabel.com/en/about-issabel/>
- Jiménez, R., & Torres, F. (2021). Telefonía IP y plataformas open source: Una revisión de Asterisk. *Revista Latinoamericana de Tecnología y Comunicación*, 55–65.
- López, J., & Martínez, A. (2021). Transformación digital mediante plataformas de comunicaciones unificadas. *Revista de Innovación Empresarial*, 65–79.
- López, M., & García, A. (2022). Soluciones open-source para comunicaciones empresariales: una revisión crítica. *Revista de Tecnología y Gestión Empresarial*, 56–70.
- ManageEngine. (s/f). *Calidad de servicio | Quality of Services (QoS) - ManageEngine NetFlow Analyzer*. Recuperado el 17 de diciembre de 2024, de <https://www.manageengine.com/latam/netflow/calidad-de-servicio-qos.html>
- Martínez, A., & Gómez, L. (2022). La evolución de la mensajería instantánea en entornos empresariales. *Revista de Tecnología y Gestión*, 45–58.
- Messina, G., & Morales, J. (2020). Comunicaciones unificadas: Estrategias para la transformación digital. *Revista de Tecnología Empresarial*, 45–60.
- Ortega, M., & Sánchez, L. (2022). Análisis comparativo de plataformas open-source de telefonía IP: Asterisk, FreePBX e Issabel. *Revista Científica de Telecomunicaciones*, 110–120.
- Ramírez Bósquez, J. R. (2021). *Análisis y selección de una PBX IP Open-Source para mejorar el sistema de comunicación en una organización* [Universidad de las Fuerzas Armadas]. <https://repositorio.espe.edu.ec/bitstream/21000/25919/1/T-ESPESD-003168.pdf>
- Ramírez, P., & Castillo, J. (2020). Implementación de plataformas de voz sobre IP con FreeSWITCH y su comparación con Asterisk. *Revista Iberoamericana de Telecomunicaciones*, 85–95.
- Rodríguez, A., & Pérez, M. (2020). Sistemas de Comunicaciones Unificadas basados en Asterisk para entornos empresariales. *Revista Científica de Telecomunicaciones*, 98–108.

Roldán, L., & Hernández, P. (2020). Tecnologías de Voz sobre IP en entornos empresariales. *Revista Iberoamericana de Tecnología*, 40–50.

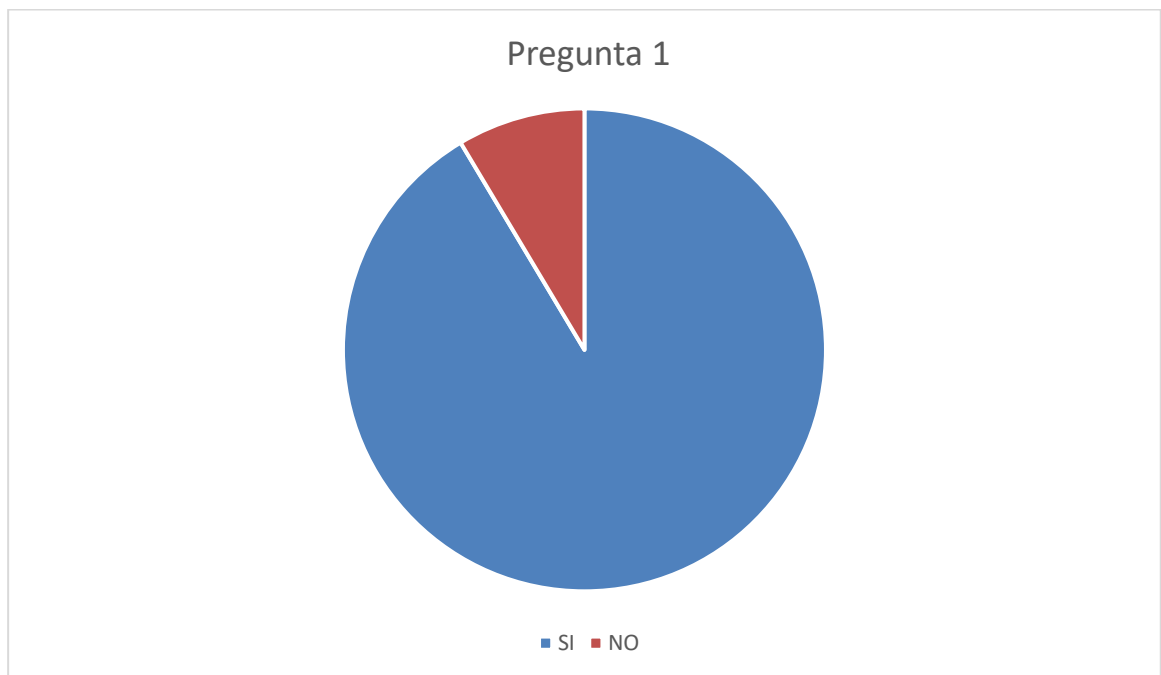
Vallejo, J., & González, M. (2021). Evolución de las plataformas open-source para comunicaciones unificadas: Caso Elastix e Issabel. *Revista de Ingeniería y Tecnología Aplicada*, 33–48.

ANEXOS

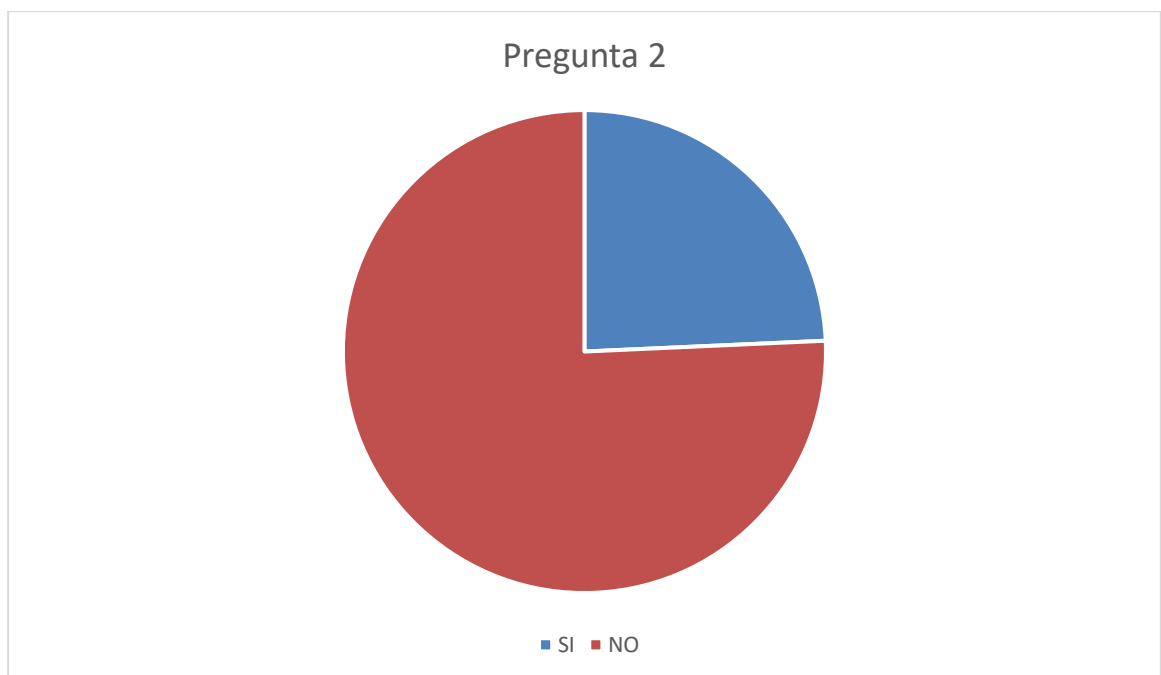
ANEXO 1

Tabulación de Encuestas

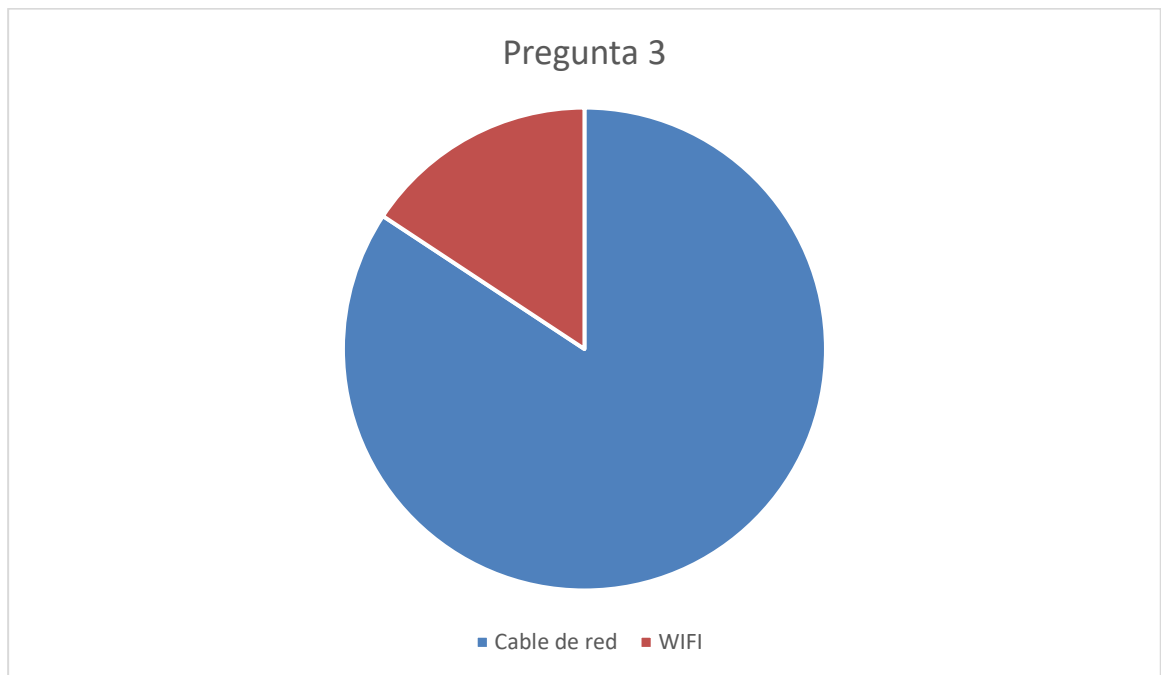
1. ¿Considera importante la comunicación telefónica entre los funcionarios?



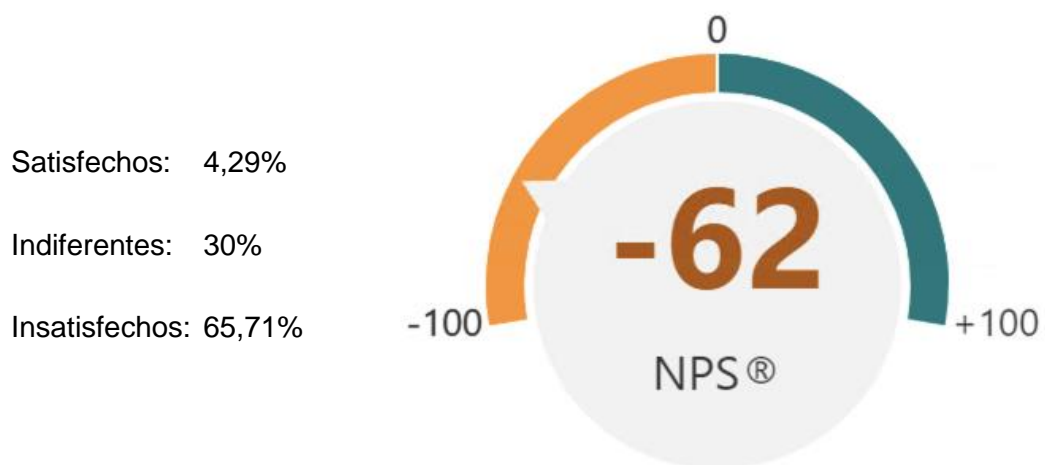
2. ¿Cuenta usted con una extensión telefónica independiente?



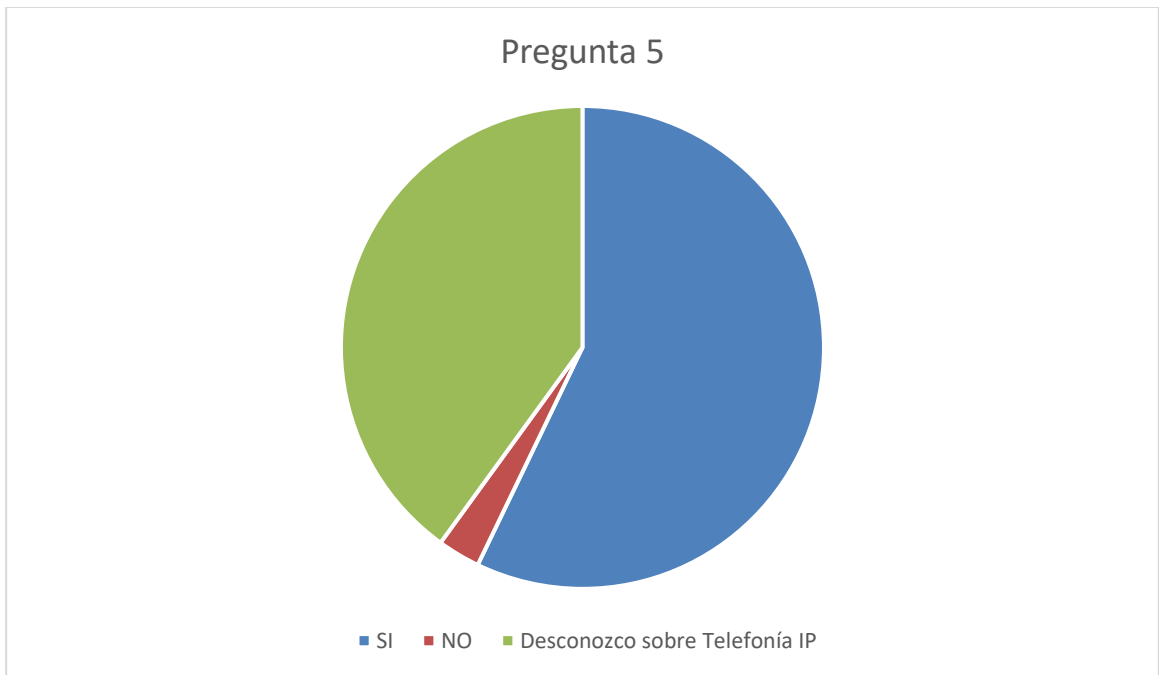
3. ¿A través de qué medio su computador se conecta a la red interna e Internet?



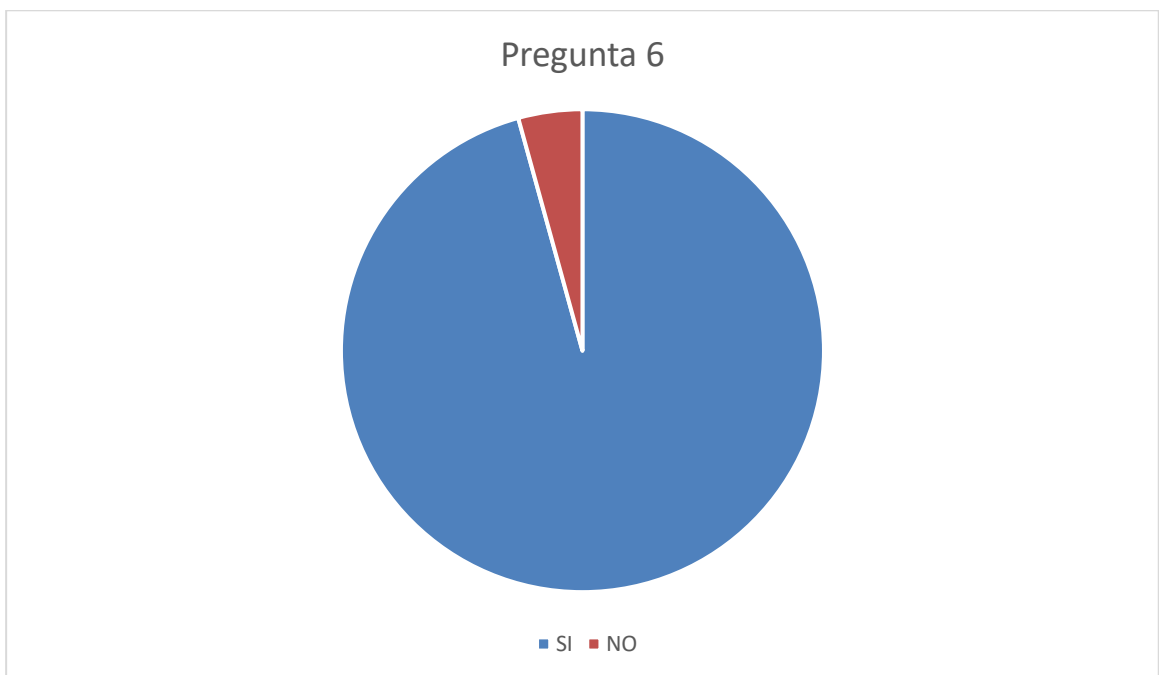
4. ¿Qué tan satisfecho se siente con el actual sistema de Telefonía?



5. ¿Cree que es necesario migrar las comunicaciones hacia Telefonía IP?

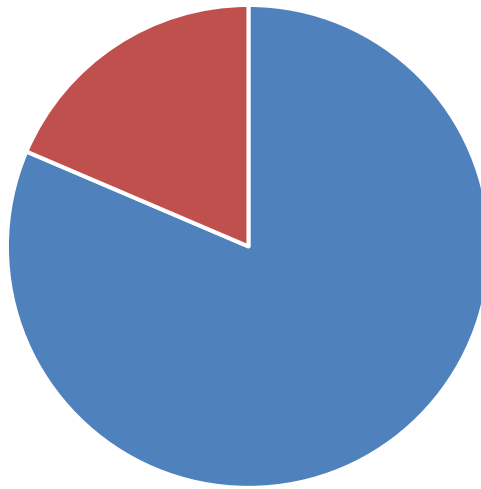


6. ¿Considera importante implementar el uso de un sistema de mensajería instantánea entre funcionarios?



7. ¿Considera útiles las reuniones de trabajo mediante sistemas de Videollamada?

Pregunta 7



■ SI ■ NO

ANEXO 2

TABLA DE DETALLE DE CONMUTADORES DEL EDIFICIO MATRIZ IESS

Piso/Rack	Conmutador	Puertos Totales	Puertos Ocupados	Puertos Disponibles
10	HP A5120 48G PoE+ EI Switch	48	28	20
9	HP A5120 48G PoE+ EI Switch	48	27	21
8	HP A5120 24G PoE+ EI Switch	24	16	8
7	HP A5120 48G PoE+ EI Switch	96	82	14
	HP A5120 48G PoE+ EI Switch			
6	HP A5120 48G PoE+ EI Switch	72	52	20
	HP A5120 24G PoE+ EI Switch			
5	HP A5120 48G PoE+ EI Switch	48	39	9
4	HP A5120 48G PoE+ EI Switch	120	94	26
	HP A5120 48G PoE+ EI Switch			
	HP A5120 24G PoE+ EI Switch			
3	HP A5120 48G PoE+ EI Switch	96	78	18
	HP A5120 48G PoE+ EI Switch			
2	HP A5120 48G PoE+ EI Switch	120	112	8
	HP A5120 48G PoE+ EI Switch			
	HP A5120 24G PoE+ EI Switch			
1	HP A5120 48G PoE+ EI Switch	96	68	28
	HP A5120 48G PoE+ EI Switch			
PB	HP A5120 48G PoE+ EI Switch	72	65	7
	HP A5120 24G PoE+ EI Switch			
Core	HP A5120 24G PoE+ EI Switch	24	14	10
SB	HP A5120 24G PoE+ EI Switch	24	16	8
TOTAL		888	691	197

ANEXO 3

DETALLE DE ESTÁNDARES DE CABLEADO ESTRUCTURADO DEL EDIFICIO MATRIZ IESS

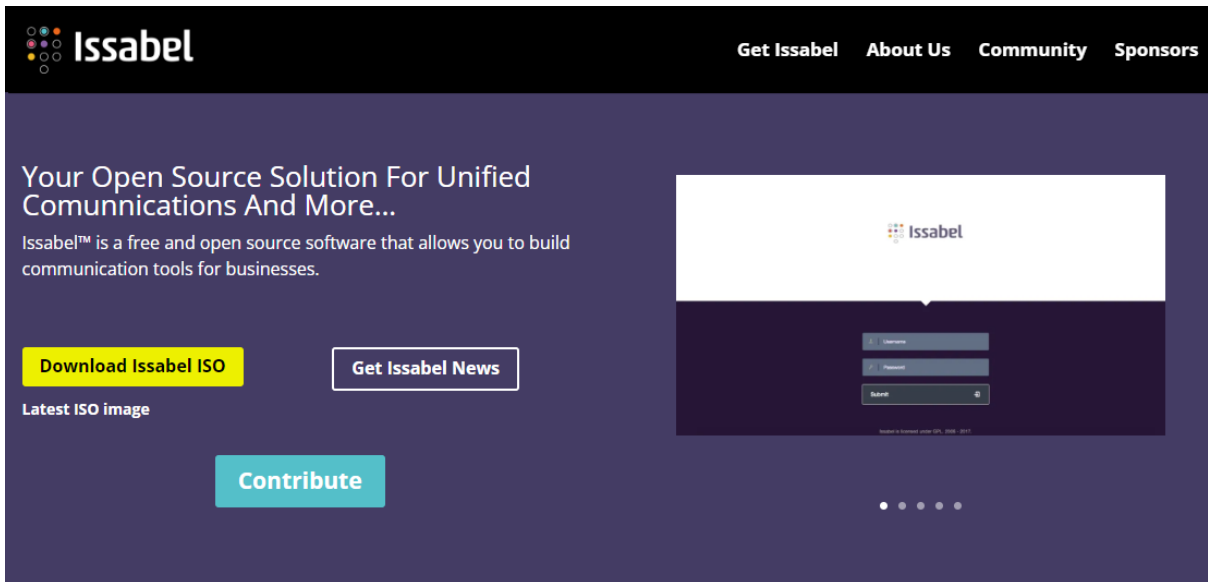
- EIA/TIA-568: Estandariza los requerimientos de sistemas de cableado de telecomunicaciones de redes de edificios con servicios de voz, datos, imagen y video.
- EIA/TIA TSB-40: Especificaciones adicionales de transmisión para cables UTP.
- EIA/TIA-569: Estandariza las prácticas de diseño y construcción dentro y entre edificios.
- EIA/TIA-606: Guía para la administración de la infraestructura de telecomunicaciones en edificios.
- EIA/TIA-607: Provee los estándares para aislar y aterrizar el equipo de telecomunicaciones y sus datos.
- IEEE 802.3i Ethernet 10/100Base-T LAN: Estandariza los requerimientos de medios y distancias para redes de 10 Mbps.
- IEEE 802.3u Ethernet 10/100Base-T LAN: Estandariza los requerimientos de medios y distancias para redes de 100 Mbps.
- IEEE 802.3ab Ethernet 1000Base-T de 1 Gbit/s sobre par trenzado.
- IESS 802.3ae-2006 de requerimientos de canal para soportar 10Gbase-T.

ANEXO 4

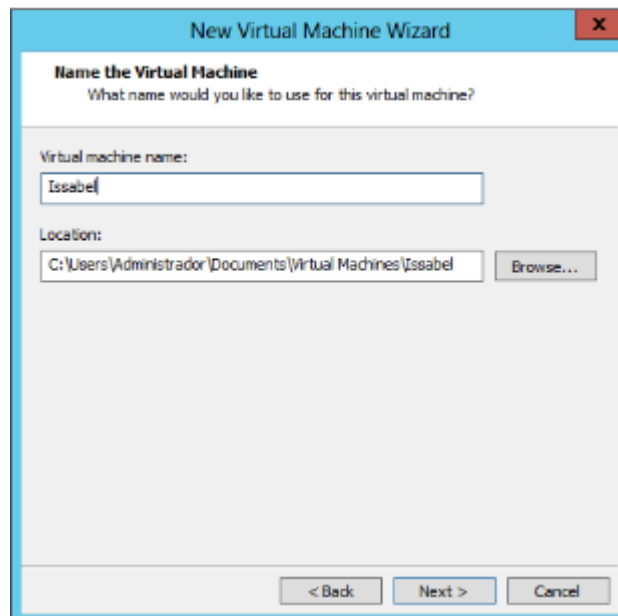
INSTALACIÓN Y CONFIGURACIÓN DE LAS HERRAMIENTAS DE CU

Descarga e Instalación de Issabel Phone System

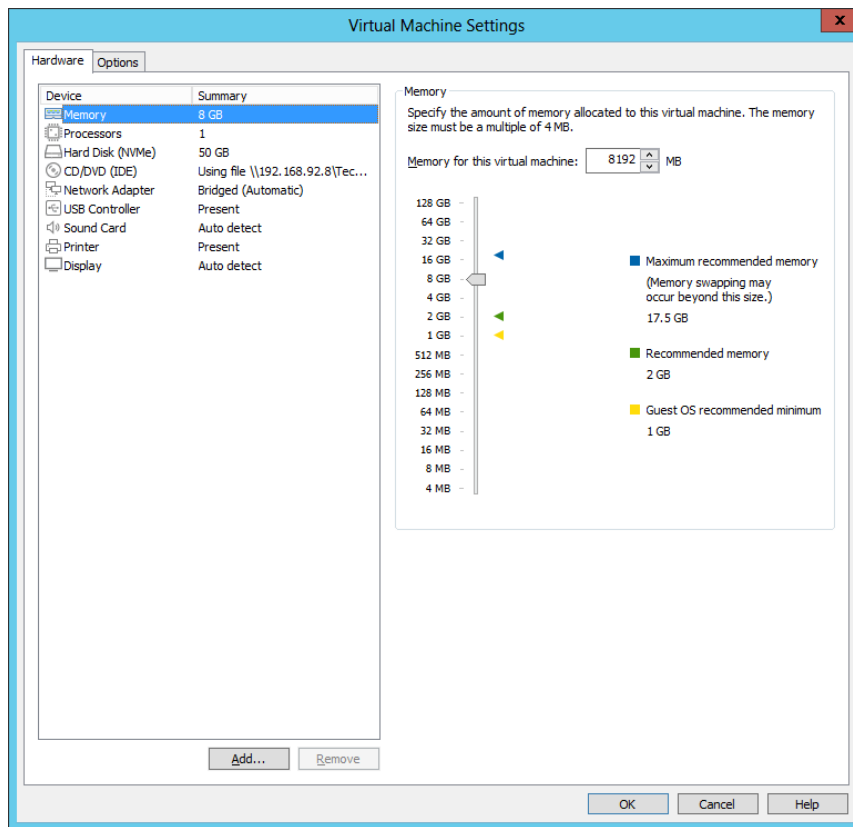
1. Descarga del ISO desde la página oficial de Issabel: <https://www.issabel.org/>



2. Creación de una nueva máquina virtual en VMWare:



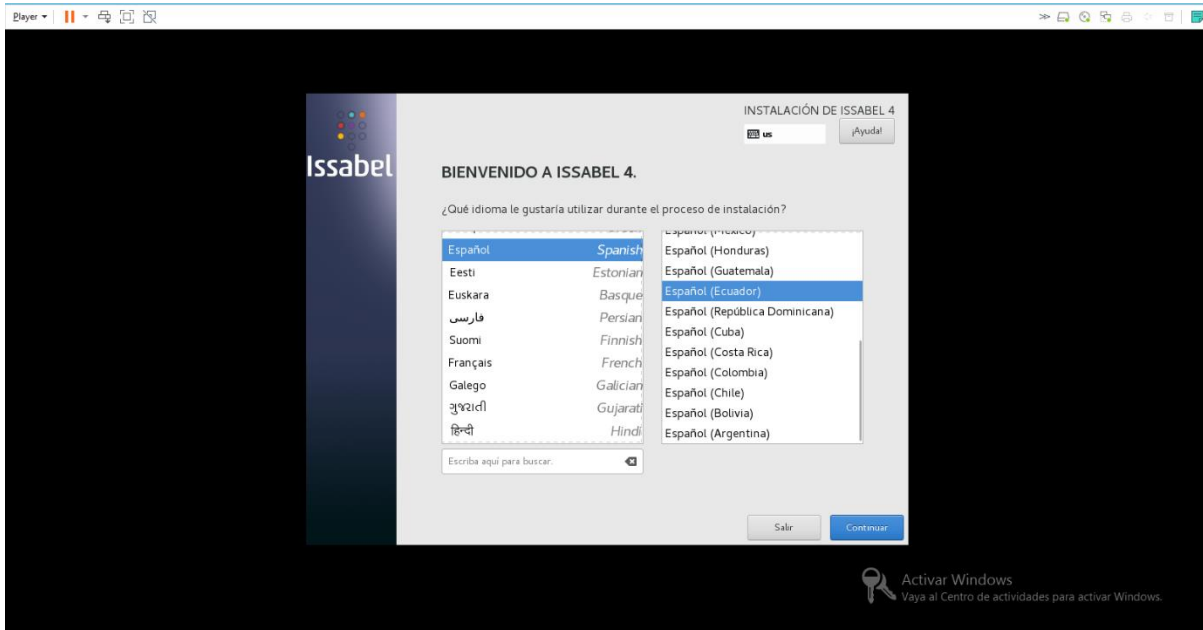
3. Asignación de recursos para máquina virtual:



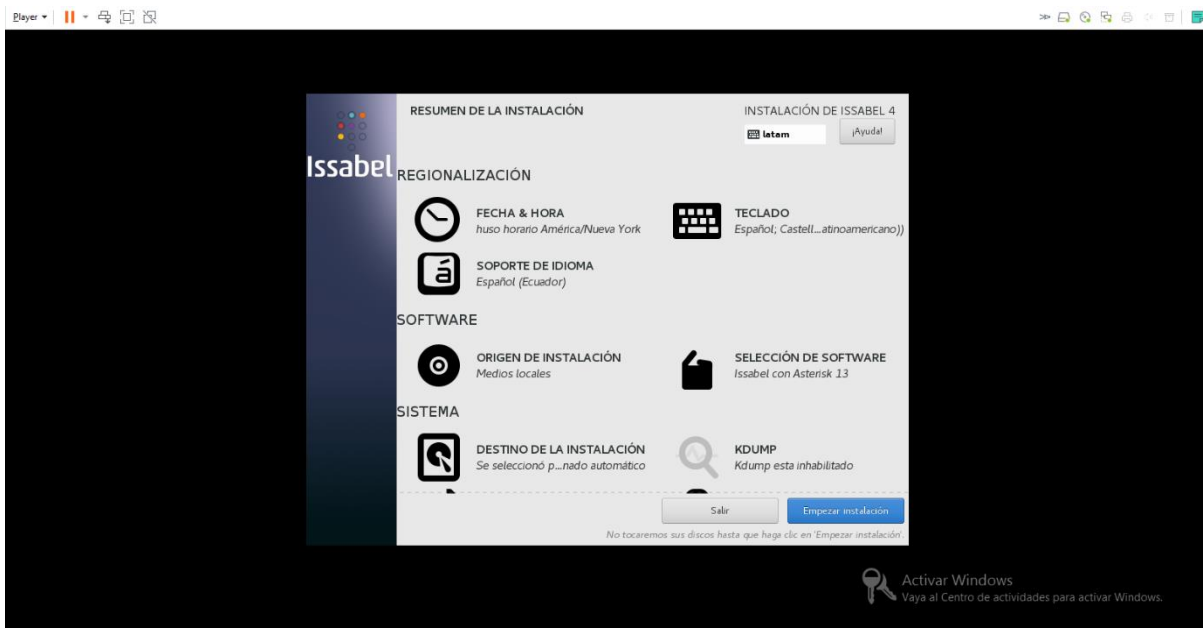
4. Pantalla inicial de instalación de Issabel:



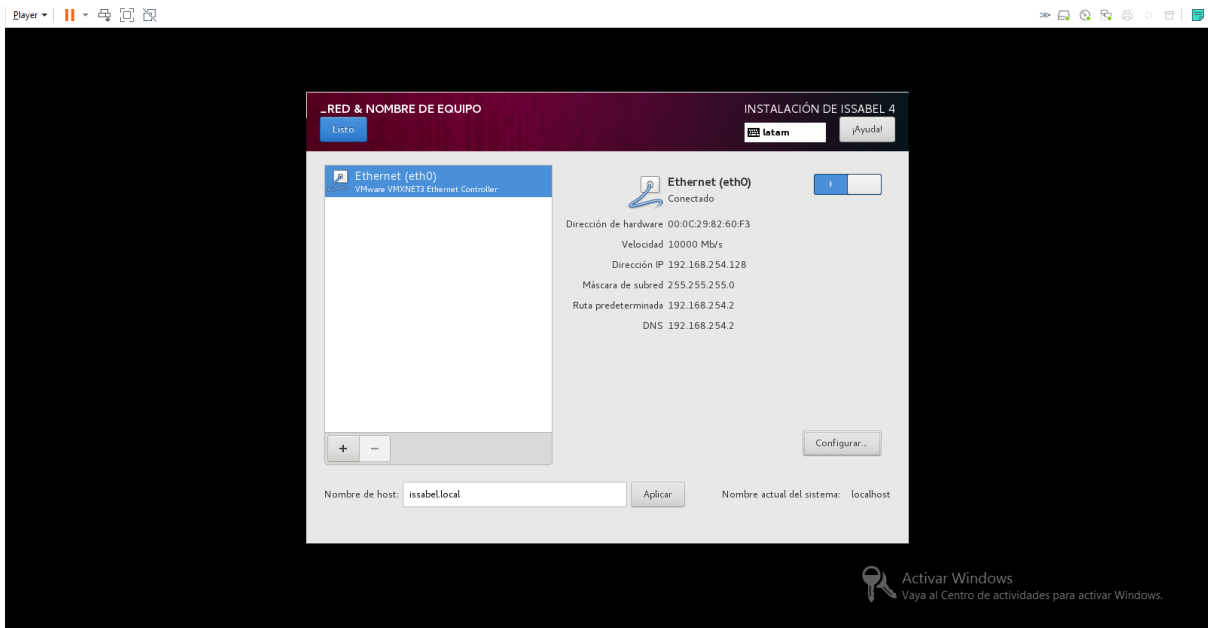
5. Configuración mediante GUI, selección de idioma:



6. Configuraciones para instalación:



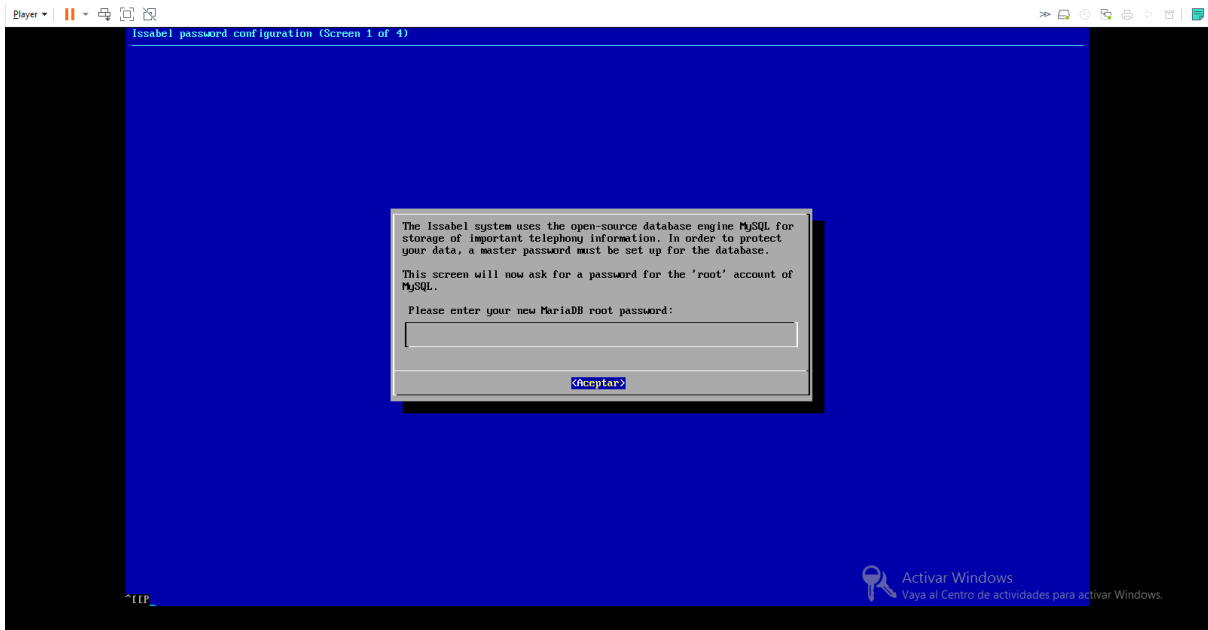
7. Verificación de direccionamiento IP y configuración DHCP:



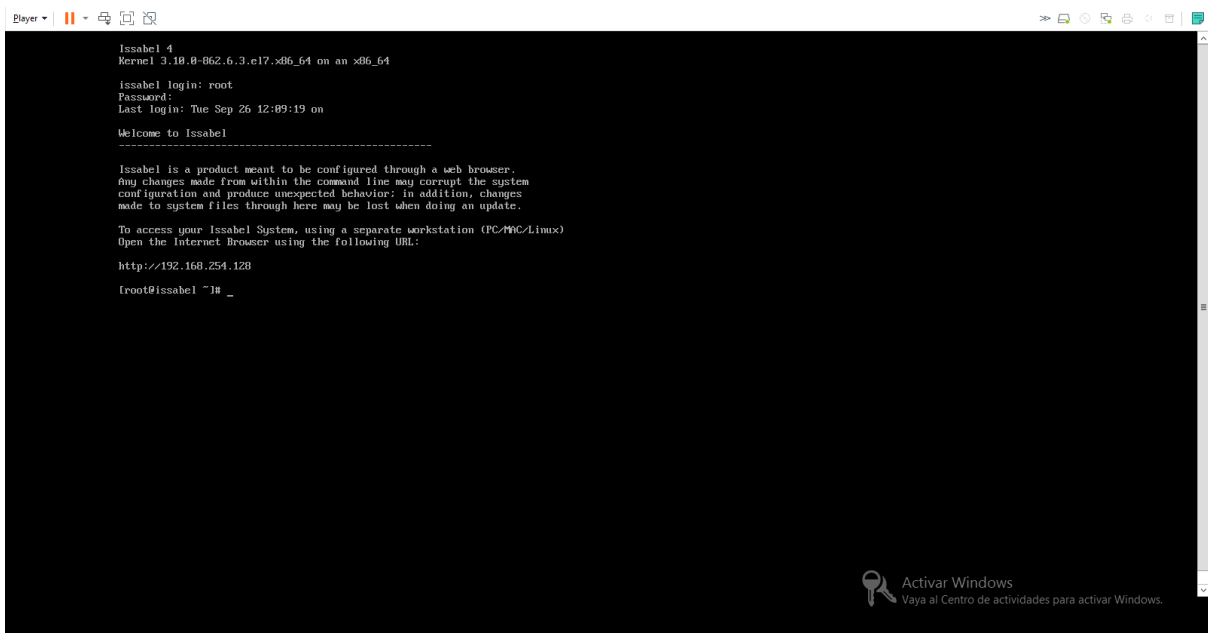
8. Ingreso de contraseña para cuenta root (administrador).



9. Contraseña para la base de datos MariaDB.



10. Una vez terminado el proceso de instalación, es posible ingresar a Issabel mediante CLI.



11. Verificación de funcionamiento de Asterisk dentro de Issabel.

```
Issabel 4
Kernel 3.10.0-062.6.3.el7.x86_64 on an x86_64

issabel login: root
Password:
Last login: Tue Sep 26 12:09:56 on tty1

Welcome to Issabel
-----

Issabel is a product meant to be configured through a web browser.
Any changes made from within the command line may corrupt the system
configuration and produce unexpected behavior; in addition, changes
made to system files through here may be lost when doing an update.

To access your Issabel System, using a separate workstation (PC/MAC/Linux)
Open the Internet Browser using the following URL:

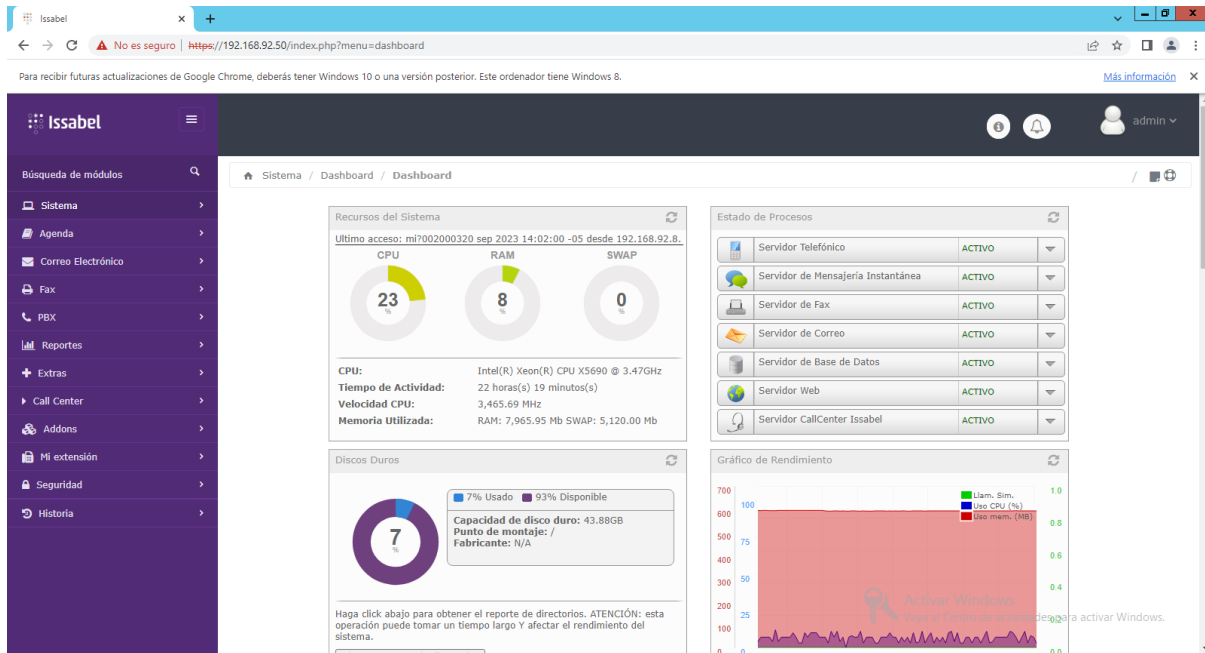
http://192.168.254.128

[root@issabel ~]# asterisk -vvv
asterisk 13.22.0, Copyright (C) 1999 - 2014, Digium, Inc. and others.
Created by Mark Spencer <markster@digium.com>
Asterisk comes with ABSOLUTELY NO WARRANTY; type 'core show warranty' for details.
This is free software, with components licensed under the GNU General Public
License version 2 and other licenses; you are welcome to redistribute it under
certain conditions. Type 'core show license' for details.
=====
Connected to Asterisk 13.22.0 currently running on issabel (pid = 2257)
issabel>CLI> _
```

12. Verificación de la dirección IP de eth0 asignada al servidor de Issabel:

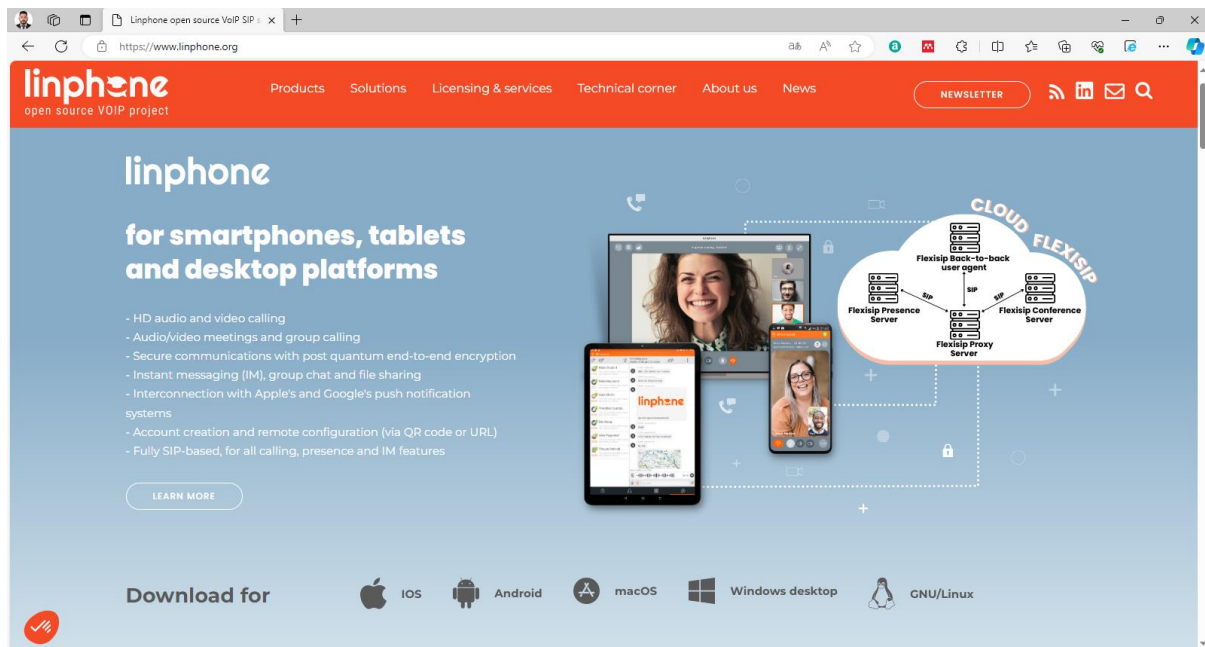
```
[root@issabel ~]#
[root@issabel ~]#
[root@issabel ~]# ip addr
1: lo: <LOOPBACK,UP,LOWER_UP> mtu 65536 qdisc noqueue state UNKNOWN group default qlen 1000
    link/loopback 00:00:00:00:00:00 brd 00:00:00:00:00:00
    inet 127.0.0.1/8 scope host lo
        valid_lft forever preferred_lft forever
    inet6 ::1/128 scope host
        valid_lft forever preferred_lft forever
2: eth0: <BROADCAST,MULTICAST,UP,LOWER_UP> mtu 1500 qdisc pfifo_fast state UP group default qlen 1000
    link/ether 00:0c:29:82:68:f3 brd ff:ff:ff:ff:ff:ff
    inet 192.168.254.128/24 brd 192.168.254.255 scope global noprefixroute dynamic eth0
        valid_lft 1672sec preferred_lft 1672sec
    inet6 fe80::0690:3f73:69b6:3635:64 scope link noprefixroute
        valid_lft forever preferred_lft forever
[root@issabel ~]#
```

13. Ingreso a la interfaz GUI mediante navegador:

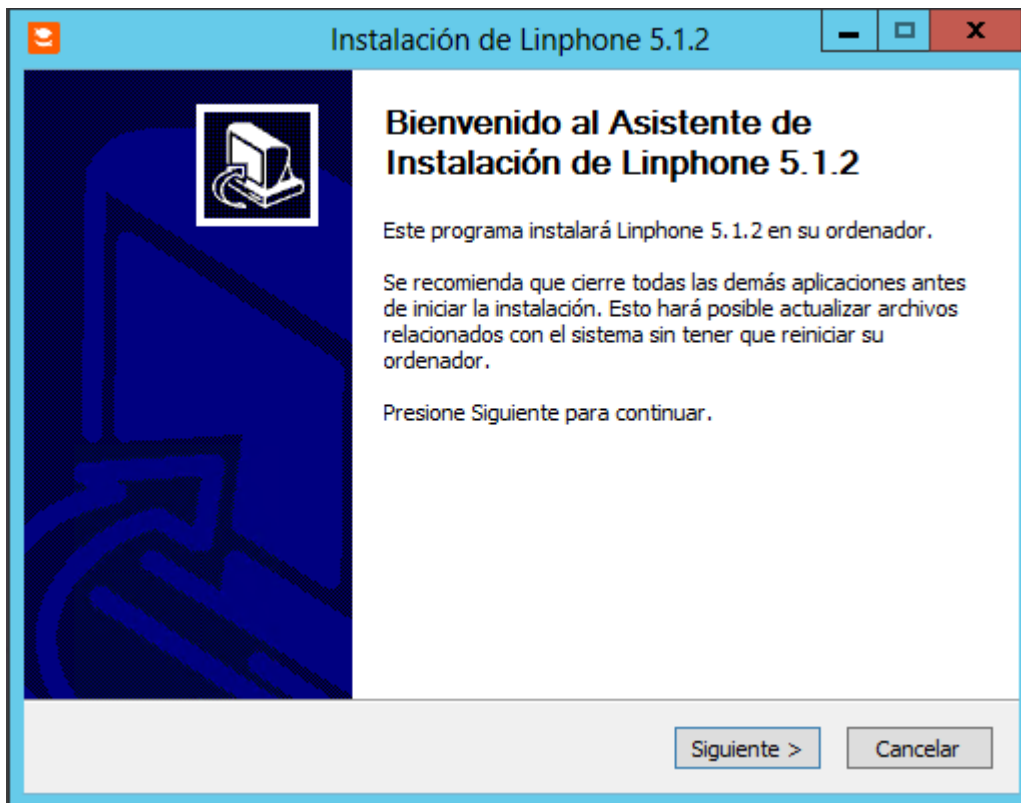


Descarga e Instalación de Softphone

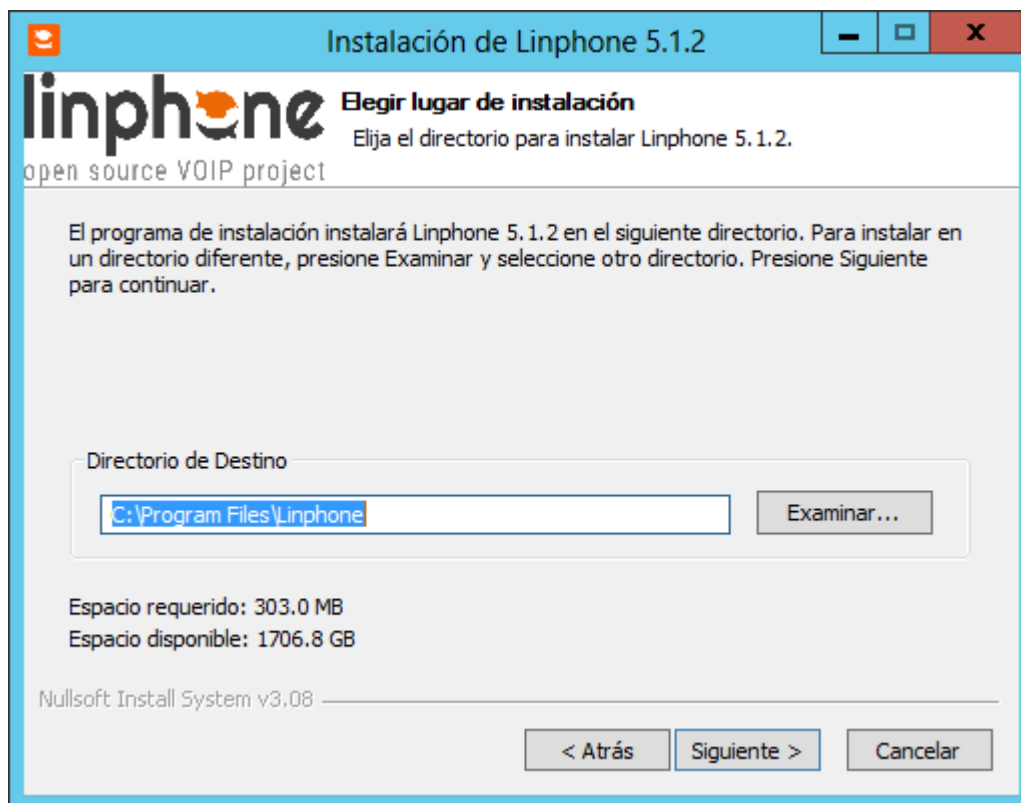
1. Descarga de instalador desde la página oficial <https://www.linphone.org/>, seleccionando el sistema operativo que corresponda.



- Una vez descargado se inicia con el proceso de instalación.



- Lugar de instalación



4. Instalación



5. Ejecutar Linphone

