



Universidad Nacional

**SAN LUIS GONZAGA**



## **Atribución-NoComercial-SinDerivadas 4.0 Internacional**

Esta licencia es la más restrictiva de las seis licencias principales Creative Commons, permitiendo a otras solo descargar sus obras y compartirlas con otras siempre y cuando den crédito, pero no pueden cambiarlas de forma alguna ni usarlas de forma comercial.

<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0>



Recibo de pago N° 813624

Visto el Informe N° 011-2025-PIEO-UI-FIMEE-UNSLG, emitido la operaria del sistema de antiplagio se emite la siguiente constancia:

**N° 011-2025**

## **CONSTANCIA**

El que suscribe, director de la Unidad de Investigación de la Facultad de Ingeniería Mecánica Eléctrica y Electrónica, hace constar que se ha realizado el **segundo análisis** con el software de verificación de similitud del **Proyecto de Tesis** cuyo título es:

**“SISTEMA DE TELEFONÍA VOIP PARA MEJORA DE LA CAPACIDAD DE COMUNICACIÓN DE VOZ EN LA FIMEE DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL “SAN LUIS GONZAGA””**

Presentado por:

**RAFAEL BALBUENA, DIEGO ALONSO**

**BACHILLER** de la Facultad INGENIERÍA MECÁNICA ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA – Escuela Profesional de INGENIERÍA ELECTRÓNICA. El resultado obtenido es un porcentaje de SEIS POR CIENTO (6%), por el cual se le otorga el calificativo de:

## **APROBADO**

Se adjunta al presente, el reporte de evaluación con el software de verificación de originalidad.

Ica, 22 de Enero del 2024

UNIVERSIDAD NACIONAL "SAN LUIS GONZAGA"  
FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA  
UNIDAD DE INVESTIGACIÓN  
  
Dr. José Luis Donayre Pasache  
DIRECTOR DE UNIDAD

UNIVERSIDAD NACIONAL SAN LUIS GONZAGA  
VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN  
Facultad de Ingeniería Mecánica Eléctrica y Electrónica



**Sistema de telefonía VoIP para mejora de la capacidad de  
comunicación de voz en la FIMEE de la Universidad Nacional  
“San Luis Gonzaga”.**

**Línea de Investigación:** Ciencias Naturales, Ingeniería y Tecnologías  
Sostenibles

**TESIS.**

**Presentado por:**

BACH. RAFAEL BALBUENA DIEGO ALONSO

ICA - PERÚ

2025

## **DEDICATORIA**

A Dios por permitirme culminar esta carrera que me trajo muchas enseñanzas.

A mis padres por su paciencia y respaldo en todos los momentos de mi vida.

A mi hermana, por su constante apoyo y compañía.

## **AGRADECIMIENTOS**

En primer lugar, expreso mi gratitud a Dios por el don de la vida, por su compañía constante en mi trayectoria profesional, por ser la luz que guía mi camino y por otorgarme la sabiduría y la fortaleza necesaria para lograr mis metas.

Estoy muy agradecido con mi asesor de Tesis, Ing. José Luis Uculmana Matías, por su ayuda y comprensión para finalizar la redacción de la tesis.

Igualmente, agradezco a mis colegas ya que con su amistad y respaldo emocional me facilitaron adquirir más conocimientos sobre la vida junto a ellos.

## INDICE DE CONTENIDOS

Portada.	I
Dedicatoria.	II
Agradecimientos	III
Índice.	
- Índice de contenidos.	IV
- Índice de tablas.	V
- Índice de figuras.	VII
Resumen	IX
Abstract.	X

### CUERPO DEL INFORME FINAL

#### I. INTRODUCCIÓN.

1.1. Antecedentes	12
1.1.1 Antecedentes Internacionales	12
1.1.2 Antecedentes Nacionales	14
1.1.3 Antecedentes Locales	16
1.2. Marco teórico	17
1.3. Formulación del Problema	30
1.3.1. Problema General	30
1.3.2. Problemas Específicos	30
1.4. Justificación e Importancia	30
1.4.1. Justificación	30
1.4.2. Importancia	31
1.5. Objetivos	32
1.5.1. Objetivo General	32
1.5.2. Objetivos específicos	32
1.6. Hipótesis y variables de la Investigación	32
1.6.1 Hipótesis	32
1.6.1.1. Hipótesis General	32
1.6.1.2. Hipótesis específicas	32
1.6.2 Variables	32
1.6.3 Operacionalización de variables.	33
II. Estrategia metodológica.	34

2.1. Tipo, Nivel y Diseño de Investigación	34
2.2. Población y Muestra	36
2.3. Técnicas de Recolección de la Información	37
2.4. Instrumentos de Recolección de la Información	37
2.5. Técnicas de procesamiento, análisis e interpretación de datos	37
III. Resultados	38
IV. Discusión	73
V. Conclusiones	74
VI. Recomendaciones	75
VII. Referencias bibliográficas	76
VIII. Anexos	78

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla I. Capas del modelo TCP/IP	38
Tabla II. Configuración [general] del voicemail.conf	47
Tabla III. Nivel de confianza de usuario con el sistema de comunicaciones	66
Tabla IV. Nivel de confianza de usuario con el sistema de comunicaciones- Postest	68
Tabla V. Nivel de satisfacción de usuario con el sistema de comunicaciones- Pre test – Pos test	69

## ÍNDICE DE FIGURAS.

Fig. 1	Sistema telefónico de voz	17
Fig. 2	Escenario básico de una red de telefonía IP	18
Fig. 3	Sistemas telefónicos VoIP	21
Fig. 4	Arquitectura de Asterisk	25
Fig. 5	Instalación de un software de telefonía IP	25
Fig. 6	Colocación de Asterisk en la computadora	26
Fig. 7	Raspberry Pi	27
Fig. 8	Raspberry Pi para medios	28
Fig. 9	Diagrama de bloques simplificado	35
Fig. 10	Ciudad Universitaria- UNICA	37
Fig. 11	Plano de infraestructura general con servidor VoIP de la Institución.	39
Fig. 12	Esquema de la infraestructura de telecomunicaciones correspondiente a cada sección de la Institución.	40
Fig. 13	Estación de trabajo con Softphone.	40
Fig. 14	Plano general de la infraestructura con los dispositivos que añaden el servidor VoIP la conexión.	42
Fig. 15	Plano de infraestructura de cada edificio de la Institución.	43
Fig. 16	Puesto de trabajo con Teléfonos IP.	44
Fig. 17	Topología de la red local de comunicaciones	45
Fig. 18	Configuración del buzón de voz para la central telefónica	46
Fig. 19	Prueba de envío de llamada	52
Fig. 20:	Prueba de recepción de llamada	52
Fig. 21	Ventana de conexión SSH	53
Fig. 22	Usuario y password para acceder remotamente al servidor	54
Fig. 23	Sistema de comunicación de voz	55
Fig. 24	Información oportuna que se requiere para el trabajo	56
Fig. 25	El sistema de comunicaciones que utilizo en la actualidad en la universidad es confiable	57
Fig. 26	El sistema de comunicaciones que utilizo en la actualidad en la universidad es seguro	58
Fig. 27	El sistema de comunicaciones que utilizo en la actualidad en la universidad es seguro	59
Fig. 28	El sistema de comunicaciones que utilizo en la actualidad en la universidad es seguro	60

Fig. 29. El sistema de comunicaciones que utilizo en la actualidad en la universidad es seguro	61
Fig. 30. El sistema de comunicaciones que utilizo en la actualidad en la universidad es seguro	62
Fig. 31. Hay un silencio antes de escuchar el tuuuut	63
Fig. 32. El sistema de comunicaciones que utilizo en la actualidad en la universidad es seguro	64
Fig. 33. llegan mensajes avisando llamadas perdidas	65
Fig. 34. llegan mensajes avisando llamadas perdidas	66
Fig. 35. Grado de satisfacción de usuario con el sistema de comunicaciones	68
Fig. 36. Grado de satisfacción de usuario con el sistema de comunicaciones- Pre test – Pos test	69
Fig. 37. Prueba t de Student	72

## RESUMEN

El servicio de VoIP está experimentando un crecimiento acelerado, impulsado por el ancho de banda disponible y la calidad del servicio que ofrece a los usuarios. El objetivo de la presente investigación es mejorar la calidad de comunicación de voz en la Universidad Nacional “San Luis Gonzaga” utilizando la Telefonía VoIP. Se aprovecha el modelo TCP / IP y las plataformas de software de código abierto, que facilitan la integración del servicio VoIP en una red informática existente o en un nuevo diseño de red. Además, el servicio de VoIP proporciona características, ventajas y desventajas que pueden contribuir a optimizar la comunicación dentro de la entidad. Por otro lado, el diseño de una nueva red de computadoras para VoIP o la utilización de la infraestructura de telecomunicaciones existente permite determinar el método más adecuado a seguir, el tipo de red más accesible y la versión de TCP/IP que ofrezca un mejor rendimiento. Se examinan el desempeño y las características clave que una central telefónica puede brindar en la universidad, que necesite servicios de telefonía VoIP a un precio accesible, subrayando la relevancia del hardware y software empleados. Para este caso, la Raspberry Pi es una computadora compacta y poderosa de bajo costo, que opera con sistemas operativos basados en Linux. En lo que respecta al software, empleamos Asterisk, específicamente diseñado para telefonía, además de ser una herramienta gratuita y de acceso sencillo. Se concluye que el servicio de VoIP representa un valioso recurso para fomentar una comunicación efectiva en la Universidad, tanto en el presente como en el futuro. Es evidente que se experimentará un crecimiento continuo y necesitará contar con los más avanzados recursos tecnológicos para ofrecer un servicio de calidad y actualizado

**Palabras clave:** Comunicación, Software, Telefonía VoIP, Raspberry Pi.

## **ABSTRACT.**

VoIP service is experiencing accelerated growth, driven by the available bandwidth and the quality of service it offers to users. The objective of this research is to improve the quality of voice communication at the National University "San Luis Gonzaga" using VoIP Telephony. The TCP / IP model and open-source software platforms are used, which facilitate the integration of the VoIP service into an existing computer network or a new network design. In addition, the VoIP service provides features, advantages and disadvantages that can contribute to optimizing communication within the entity. On the other hand, the design of a new computer network for VoIP or the use of the existing telecommunications infrastructure allows determining the most appropriate method to follow, the most accessible type of network and the TCP / IP version that offers better performance. The operation and main characteristics that a telephone exchange can offer at the university, which requires VoIP telephony services at a reduced cost, are analyzed, highlighting the importance of the hardware and software used. In this case, the Raspberry Pi, a small and powerful low-cost computer that works with Linux-based operating systems, is used. As for the software, we use Asterisk, specifically dedicated to telephony, in addition to being a free and easily accessible resource. It is concluded that the VoIP service represents a valuable resource to promote effective communication at the University, both now and in the future. It is evident that there will be continuous growth and it will need to have the most advanced technological resources to offer a quality and updated service

**Keywords:** Communication, Software, VoIP Telephony, Raspberry Pi.

## I.- INTRODUCCIÓN

El servicio telefónico ha sido una de las tecnologías más solicitadas durante muchos años, ya que facilita la comunicación en tiempo real y a largas distancias. A lo largo del tiempo, este sistema ha experimentado una notable evolución, comenzando con un método manual en el que un operador se encargaba de conectar las líneas de los abonados que deseaban comunicarse, lo que resultaba en un proceso dependiente de la intervención humana y con un rendimiento limitado. En la actualidad, operan las centrales PSTN, que funcionan mediante la conmutación de circuitos. Este sistema se implementó principalmente debido al aumento de usuarios que requerían el servicio, logrando así un funcionamiento automático que permite que las llamadas lleguen a su destino de manera rápida y escalable. Para optimizar los recursos de la red, se utilizan actualmente las centrales conmutadas PBX, que permiten la transmisión simultánea de voz, datos y video a través de un mismo medio físico. Además, se han integrado las características de estas centrales con el protocolo IP, dando lugar a la VoIP, que permite la transmisión de voz de forma analógica encapsulada en paquetes digitales que pueden viajar por cualquier red IP, incluso a través de Internet. Esto no solo facilita la comunicación, además que también genera interactividad, algo que un mensaje o un correo electrónico no pueden ofrecer. Las centrales de conmutación IP pueden ser de tipo libre o propietario, y sus características deben adaptarse a las escaseces del administrador, evitando el uso de recursos mínimos. [1]. En respuesta al enfoque comercial de Internet, ha surgido una nueva red dedicada a la educación y la investigación, que consiste en la interconexión de diversas redes académicas a nivel mundial. En Perú, esta red se conoce como RAAP (Red Académica Peruana), y que está unida a una red regional llamada CLARA (Cooperación Latinoamericana de Redes Avanzadas).

La tesis contiene en total 6 capítulos, Cada capítulo se detalla a continuación:

El capítulo 1 explica los fundamentos del trabajo y se describen los antecedentes, formulación del problema, justificación e importancia, marco teórico que presenta los diversos conceptos necesarios para el correcto entendimiento de la tesis, objetivos, hipótesis y variables de la investigación.

El segundo capítulo se concentra en la estrategia metodológica, donde se detalla el diseño, las muestras y las técnicas empleadas. En el tercer capítulo, se lleva a cabo un análisis a través de implementaciones aisladas de las tecnologías mencionadas en el capítulo anterior. Los capítulos cuatro y cinco presentan la implementación de los servidores, mientras que el capítulo tres se dedica a los resultados obtenidos. El capítulo cuatro ofrece una discusión formal sobre las tecnologías que se utilizarán. Al final, se incluyen las referencias consultadas por el autor para la preparación de esta tesis, así como una tabla de anexos utilizados.

## 1.1 Antecedentes

### 1.1.1 Antecedentes Internacionales:

En 2021, Gualaco y Candela [2] propusieron un rediseño de telefonía LAN y IP para la sede de Equidad Seguros en Bogotá, Colombia para el período 2020-2021. Se apoya en una estrategia metodológica similar a la de CISCO PPDIOO para la implementación y reconfiguración de redes y telefonía IP, que permite analizar la estructura actual de la red implementada por la empresa e identificar errores y vulnerabilidades. Conclusión: La reurbanización propuesta satisface varias necesidades actuales. Estos beneficios se pueden ver en cómo puede reducir los costos de toda la red y la facilidad con la que puede adaptarse a los cambios comerciales actuales.

En el año 2018, Soler [3]. Actualmente trabajo para una empresa especializada en soluciones de comunicaciones unificadas, comparando varios modelos para compensar las insuficiencias de comunicaciones de voz de nuestros clientes. La plataforma Siemens, enfocada a las comunicaciones unidas, sirve como servidor de las soluciones que ofrecemos a nuestros clientes. Utilizando estándares abiertos y basados en la integración con la infraestructura de TI de los clientes, estos sistemas brindan herramientas de colaboración y participación que combinan llamadas telefónicas, correo de voz, conferencias, fax y mensajería en un solo lugar.

En el año 2018, se llevó a cabo un proyecto en la Universidad Católica de Pereira, liderado por Carmona, que tuvo como objetivo el diseño, la construcción y la prueba de una red piloto de telefonía IP basada en software libre. Para la integración del sistema, el equipo de desarrollo conceptualizó el Protocolo de Telefonía IP (SIP), así como sus componentes y capas. Tras realizar un análisis exhaustivo, se optó por utilizar un software IP-Pbx denominado VoIP de Asterisk. El sistema operativo GNU/Linux, Asterisk, las bibliotecas y el software de soporte se instalan en un servidor físico o virtual junto con otros componentes. Una vez instalada la telefonía IP, realizamos pruebas de estrés para determinar las limitaciones funcionales del sistema y la máxima cantidad de llamadas sincrónicas que el sistema puede manejar.

En el año 2016, Bastidas se centra en el desarrollo de un prototipo de central telefónica destinado a entornos residenciales, utilizando herramientas de código abierto. Este prototipo está basado en una central telefónica Asterisk, instalada en un ordenador de placa reducida Raspberry Pi, y cuenta con una interfaz web intuitiva que facilita la gestión del servicio telefónico en el hogar. El sistema permite establecer comunicaciones telefónicas dentro del entorno doméstico, abarcando las llamadas realizadas desde el hogar hacia la PSTN y la red celular, así como las que llegan desde

la PSTN al hogar y las que se efectúan entre los miembros de la familia. Además, el prototipo ofrece servicios como buzón de voz y contestador automático. El usuario de la aplicación de administración tiene la capacidad de configurar diversas funcionalidades, tales como el bloqueo de llamadas entrantes y salientes, la visualización de información sobre las llamadas realizadas y recibidas en la red doméstica, el horario permitido para las llamadas y la duración máxima de las mismas. En el año 2021, Herrera en su estudio [4] menciona que, en la actualidad, el servicio de voz sobre protocolo de Internet, conocido como VoIP, representa la tecnología más avanzada para realizar llamadas mediante la red. La relevancia de esta tecnología radica principalmente en su funcionamiento, así como en sus diversas características y beneficios, que incluyen la reducción de costos y su portabilidad, lo que la transforma en una opción económica y accesible en diferentes partes del mundo, una necesidad en la actualidad. Este servicio de VoIP está experimentando un crecimiento acelerado gracias a la capacidad de ancho de banda que puede ofrecer y a la calidad del servicio que proporciona al usuario. La investigación se apoya en el modelo TCP/IP y en plataformas de software de código abierto que facilitan la integración del servicio VoIP en una red TI existente o en un nuevo diseño de red. Además, el servicio VoIP ofrece características, ventajas y desventajas que pueden ayudar a optimizar la comunicación en las organizaciones. Por otro lado, el diseño de una nueva red informática para VoIP o el uso de la infraestructura de telecomunicaciones existente ayuda a determinar el método más adecuado a seguir, el tipo de red más accesible y la versión de TCP/IP que mejor proporciona. actuación. Esto permite a la organización reducir costos en la infraestructura y la implementación de estos nuevos servicios.

Enrique, P. (2021). La naturaleza de su estudio es aplicada; su meta es “crear un sistema de comunicaciones VoIP agrupadas utilizando Elastix con seguridad en el perímetro”. Y sus hallazgos son:

Se evidencia que, mediante políticas de protección perimetral tanto preventivas como reactivas, es posible salvaguardar la información de una red de comunicación VoIP, específicamente de una central Elastix, con el fin de prevenir intrusiones externas o minimizar el riesgo de ataques exitosos.

La comprobación de ataques desde la red interna se lleva a cabo de forma manual al examinar la información contenida en los archivos LOGS del sistema de archivos de Asterisk.

Aunque la implementación de políticas de seguridad no asegura al 100% la protección de la red, estas logran proporcionar más del 90% de salvaguarda. En la actualidad, han

aumentado las modalidades de ataques dirigidos, con metas concretas, como los ransomware, que emplean técnicas de encriptación para la obtención de datos.

Montenegro. (2020). [6] Bastidas. Prototipo de Central Telefónica para ambientes Domésticos (tesis de grado). Quito 2016

Recuperado de <https://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/16473>

El tipo de investigación que realiza es aplicado; su finalidad es “implementar voz sobre IP utilizando el protocolo SIP y telefonía móvil para lograr una comunicación efectiva y la consulta de calificaciones en la Universidad UNIANDES Extensión Ibarra”. Y sus hallazgos son:

Una vez implementado el sistema, se determina que la aplicación para consultar notas mediante teléfonos inteligentes es una opción complementaria a las que ya existen como UNIMATIC y la página web de consulta de notas de la Universidad UNIANDES. Este sistema resuelve el inconveniente de las colas innecesarias en la computadora destinada a la consulta de calificaciones de forma ágil y eficaz dentro del campus universitario.

La aplicación facilitó a muchos estudiantes con capacidades especiales la consulta de sus calificaciones de manera más sencilla, ya que la tecnología IVR permite optimizar los recursos gracias a su respuesta instantánea.

### **1.1.2 Antecedentes a Nivel Nacional**

En 2020, **Velázquez** [7] afirmó que este trabajo se desarrolló dentro de la Red de Investigación en Tecnología de Redes de Información y Datos de la Escuela de Ingeniería de Sistemas de la Universidad Católica Los Ángeles de Chimbote. El objetivo era mejorar la gestión de las comunicaciones telefónicas internas y externas, y el estudio fue diseñado para ser de naturaleza descriptiva y cuantitativa y de diseño transversal más que experimental. Como resultado, según las dimensiones “satisfacción con las llamadas telefónicas actuales” y “necesidad”, el 73,61% no aceptó las llamadas telefónicas de la empresa. Lo anterior fundamenta y justifica el estudio de ejecución de un sistema de telefonía IP basado en Asterisk para Oceano Seafood SA.

La meta de **Maldonado** en el año 2018[8] es mejorar la gestión administrativa de la Municipalidad Regional Perené. Se utilizó la metodología CISCO para el bosquejode la red, lo que ayudó a diseñar VLAN para diferentes regiones según sus respectivas políticas de seguridad y garantizó el acatamiento de los requerimientos. Muchos procesos municipales están en línea, algunos de los cuales provocan interrupciones y retrasos en la red, generando graves problemas administrativos. El uso de tecnología

IP por parte de la agencia permite una gestión eficiente de la red y garantiza una gestión fluida de la información de las diferentes áreas de la Municipalidad Regional de Perene. El modelo de red propuesto ayuda a aumentar la confiabilidad de los beneficiarios y serv Según Padilla [6], en 2018 descubrió problemas de comunicación interna en el sistema de comunicación de North East Mission (MNO) y descubrió que la comunicación dentro y entre distritos (distritos) dependía completamente de los usuarios de servicios por teléfono y correo electrónico. compañía. La finalidad de este estudio es mejorar la comunicación entre regiones (primeras líneas) y reducir costos. Para ello se creó una red VoIP en estrella para la comunicación entre regiones de MNO. Se utilizó un nivel de investigación descriptivo y un diseño preexperimental, y la población de estudio estuvo conformada por todos los empleados. Sánchez en 2021 en su estudio [9], afirma que la comunicación es un elemento importante en el desarrollo de una sociedad. En el ámbito profesional y social, es fundamental crear un sistema de comunicación rápido y fiable. Es por esto que se implementaron los sistemas y servicios telefónicos tradicionales, tal como se conocen y utilizan en todo el mundo. Ante la creciente demanda, estos servicios mejoran constantemente en términos de rendimiento, calidad e integración con nuevas aplicaciones, aportando innovación a la telefonía y las comunicaciones unificadas, generando importantes avances en los sistemas de comunicación por voz. Este proyecto trata sobre el diseño e implementación de una central telefónica VoIP. Se detallan las funcionalidades y características clave que puede ofrecer una centralita telefónica, tanto en pequeñas y medianas empresas como en entornos domésticos que requieren servicios de telefonía VoIP a un coste reducido. Se destaca el uso de hardware y software, incluida la Raspberry Pi, una computadora compacta y potente de bajo costo que ejecuta sistemas operativos basados en Linux. En cuanto al software, utilizamos Asterisk, especialmente diseñado para el teléfono, de código abierto y de fácil acceso. Finalmente, para evaluar y determinar la capacidad del sistema, se realizan pruebas de comunicación bajo restricciones físicas y virtuales utilizando software libre como SIP. Todo ello permite una adecuada gestión, una comprensión de su funcionamiento y una evaluación de su desempeño, con el objetivo de satisfacer las necesidades funcionales en campo, teniendo en cuenta la calidad del servicio.

De la Cruz y Bautista. (2021). Su estudio es de naturaleza aplicada; su objetivo principal es “optimizar la comunicación interna mediante la implementación de una Central VoIP utilizando la metodología Top Down, en el IESTP Gilda Ballivian Rosado”. Las conclusiones más destacadas son las siguientes: se puede afirmar que la implementación de una Central VoIP mejora notablemente la comunicación interna

en el IESTP Gilda Ballivian Rosado. En cuanto a la satisfacción de los usuarios, se puede determinar que hubo una mejora significativa, ya que al principio el estudio reflejaba insatisfacción al solicitar información de otras áreas y tras la implementación del servicio, los usuarios mostraron satisfacción al poder realizar sus consultas sin inconvenientes. Además, se puede concluir que se logró disminuir el tiempo necesario para establecer la comunicación interna, ya que inicialmente había pérdidas de tiempo al acercarse al área, lo que indica que la implementación de la Central VoIP, siguiendo la metodología Top Down, influye considerablemente en el tiempo mínimo para establecer la comunicación. También se puede concluir que se consiguió aumentar la disponibilidad del servicio para facilitar la comunicación interna en el IESTP Gilda Ballivian Rosado, dado que antes había interrupciones o interferencias en el servicio, lo que resultaba en una baja disponibilidad.

Lazo y Rosas (2020). Su tema de investigación son las aplicaciones.

Su objetivo es “determinar el nivel de implementación de telefonía VoIP basada en Elastix para mejorar la operación de servicios en Servigrifos S.A.” Su conclusión es:

- o Se ha comprobado que el uso de teléfonos IP Elastix tiene un impacto significativo en la reducción del tiempo de espera de los clientes de Servigrifos S.A. Gracias a la aplicación del panel de control, el tiempo que los clientes esperan en la cola antes de ser atendidos se ha reducido en 4 minutos.
- o Es evidente que el uso de teléfonos IP de Elastix S.A. reduce el tiempo de atención de cada cliente de Servigrifos S.A. Gracias al panel de control, el tiempo que tardan los empleados en responder las llamadas de los clientes ha mejorado en 3 minutos.
- o Verificar que la implementación de teléfonos IP Elastix incrementa el número de llamadas entrantes por día en Servigrifos S.A. Gracias al panel de control, el número de llamadas diarias ha mejorado en 45 minutos.

### **1.1.3 Antecedentes a Nivel Local**

Se están realizando varias pruebas en la ciudad, pero ninguna tiene precedentes debido a limitaciones de disponibilidad.

## 1.2 MARCO TEORICO

### 1.2.1 ¿Qué es un sistema telefónico de voz sobre protocolo de Internet (VoIP)?

La VoIP (Voz sobre Protocolo de Internet) se refiere a la transmisión de datos de voz a través de redes que utilizan el protocolo IP. Este proceso implica la segmentación de los flujos de audio en pequeños paquetes que son enviados a través de dichas redes. Este sistema es compatible con los métodos tradicionales de comunicación. Las líneas telefónicas PSTN ingresantes pueden ser transformadas a VoIP mediante una pasarela (Gateway), lo que posibilita realizar y recibir llamadas en la red telefónica convencional, integrando así las llamadas tradicionales en una única plataforma. [12]



Fig. 1 Sistema telefónico de voz

### 1.2.2 ¿Cómo funciona un sistema telefónico VoIP?

Un sistema telefónico VoIP transforma su voz en paquetes digitales que son enviados a través de Internet al receptor mediante servidores VoIP. Cuando realizas llamadas VoIP, tu voz es procesada por un códec que comprime la información, lo que permite una transmisión eficiente a través de la red. Luego, estos paquetes se descomprimen y se convierten en audio en el destino. Este procedimiento es tan rápido que prácticamente resulta invisible.

Los sistemas de VoIP pueden emplearse con teléfonos VoIP específicos, aplicaciones tanto móviles como de escritorio, e incluso con teléfonos convencionales mediante adaptadores, lo que proporciona una flexibilidad sin igual [13].



## **Desventajas**

- La calidad de la conexión a Internet es fundamental: Es necesario contar con una conexión a Internet sólida y estable para poder recibir y realizar llamadas telefónicas.
- Interrupciones eléctricas: La falta de suministro eléctrico puede afectar el servicio si no se dispone de un sistema de respaldo.
- Riesgos de seguridad: Existen amenazas cibernéticas potenciales, lo que implica la penuria de implementar medidas de seguridad robustas.
- Limitaciones en llamadas de emergencia: es posible que algunos servicios VoIP no permitan llamadas de emergencia ni proporcionen información de ubicación precisa para los servicios de emergencia.

### **1.2.3 Cuál es el propósito de VoIP?**

La tecnología VoIP se utiliza para diversas necesidades de comunicación, superando las limitaciones de las líneas fijas convencionales. Las organizaciones utilizan VoIP para:

- Llamadas de voz convencionales:** Realiza llamadas entrantes y salientes con mayor claridad y menores costos.

- Videokonferencia:** Facilitar reuniones virtuales con participantes de diferentes regiones del mundo.

- Comunicaciones unificadas:** integre voz, video, mensajería y uso compartido de archivos.

- Trabajo remoto:** permite a los empleados conectarse desde cualquier lugar, incluso a través de dispositivos móviles.

- Servicio al cliente:** Brindar servicios de soporte flexibles y multicanal. Sistemas de transporte automatizados:

- Incrementar la eficiencia de la atención al cliente.** La flexibilidad de VoIP la convierte en una herramienta esencial para las estrategias de comunicación empresarial modernas.

### **1.2.4 Aspectos a tener en cuenta antes de seleccionar un sistema telefónico VoIP para empresas**

Es fundamental considerar diversos aspectos antes de determinar cuál es el servicio telefónico VoIP más adecuado para su empresa.

Las secciones siguientes abordan los aspectos más relevantes. Varios usuarios de servicios VoIP ofrecen períodos de prueba gratuitos. Aproveche esta oportunidad para evaluar a diferentes proveedores.

## **Costos**

Al analizar los sistemas VoIP empresariales, es importante considerar la inversión inicial y los costos recurrentes. Revise la estructura de costos de los distintos proveedores, incluido el costo por persona y cualquier tarifa adicional por funciones o actualizaciones. Evalúe si el sistema ofrece un retorno de la inversión favorable, especialmente en relación con sus costos de comunicación actuales. Considere los ahorros potenciales que pueden surgir al reducir las tarifas de las llamadas y eliminar los costos asociados con el alquiler de un sistema telefónico tradicional. Un análisis de costos detallado garantiza que los servicios telefónicos VoIP se ajusten a su presupuesto y objetivos financieros.

## **Confiabilidad de Internet**

La eficacia de las llamadas VoIP está estrechamente relacionada con la calidad de la conexión a Internet. Es esencial asegurarse de que su servicio de Internet proporcione el ancho de banda adecuado y la confiabilidad suficiente para facilitar la comunicación VoIP ininterrumpida. Es importante considerar la cantidad de llamadas simultáneas que realiza tu empresa, así como el uso de datos de otras aplicaciones. Si su servicio de Internet no es el adecuado, es posible que deba actualizar a un plan de ancho de banda superior o cambiar a un proveedor más confiable. La estabilidad de la conexión a Internet es fundamental; Incluso el sistema VoIP más sofisticado puede sufrir cortes si la conexión es deficiente.

## **Configuración actual**

Haga una evaluación de su configuración de comunicación actual y de la facilidad con la que se puede integrar un sistema VoIP. Si está utilizando sistemas existentes, es esencial determinar la compatibilidad de VoIP con el hardware y software existente de su empresa. Es posible que algunas organizaciones necesiten comprar equipos adicionales, como teléfonos o adaptadores que admitan VoIP. Además, es importante considerar las necesidades de formación de tu equipo para adaptarse al nuevo sistema. Una solución VoIP debería mejorar, no obstaculizar, las operaciones diarias. Comprender su infraestructura existente le permitirá elegir un sistema VoIP que complemente y optimice su configuración de comunicación. [13]

## **Calidad de sonido**

La calidad de la voz es un aspecto fundamental de los sistemas telefónicos VoIP. Una mala calidad de sonido puede dificultar la comunicación, dañar la imagen profesional y generar frustración en el usuario. Se recomienda probar la calidad de voz de

diferentes proveedores de VoIP, teniendo en cuenta factores como la latencia, la fluctuación y la pérdida de paquetes. Los sistemas VoIP de alta calidad brindan un audio claro y nítido que puede igualar o superar el de las líneas telefónicas tradicionales. Además, busque sistemas que incluyan funciones de cancelación de ruido y reducción de eco. Priorizar la calidad de la voz es esencial para garantizar una comunicación eficaz, que es la base de cualquier operación empresarial exitosa.



Fig. 3 Sistemas telefónicos VoIP

### 1.2.5 Personalización

Este es un elemento fundamental a la hora de elegir un sistema VoIP. Una solución VoIP eficaz debe ofrecer flexibilidad y adaptar su funcionalidad a las necesidades específicas de su institución educativa. Esto incluye la capacidad de enrutamiento de llamadas personalizado, la capacidad de recibir llamadas a través de un sistema automatizado, saludos personalizados y música o mensajes en espera que se pueden editar. Del mismo modo, es fundamental evaluar si el sistema ofrece escalabilidad: ¿puede crecer y adaptarse a medida que crece su organización? También es importante la capacidad de personalizar perfiles de usuario, crear grupos de llamadas y administrar flujos de llamadas. Un nivel adecuado de personalización garantiza que el sistema VoIP optimice eficazmente sus operaciones comerciales y estrategias de comunicación [14].

### 1.2.6 Requisitos técnicos necesarios para su instalación

- Para completar la instalación de un sistema telefónico VoIP moderno, es imprescindible cumplir con diversos requisitos técnicos.
- Conexión a Internet de alta velocidad: Tener una conexión a Internet sólida y confiable es esencial.
-

Ancho de banda adecuado: Verifique que su red tenga la capacidad para manejar el aumento de carga, especialmente si hay muchos usuarios conectados simultáneamente.

- **Hardware compatible:** según el sistema elegido, es posible que necesite teléfonos IP, adaptadores de teléfonos analógicos (si ya tiene teléfonos) o auriculares para computadora.
- **Equipo de red:** se necesitan enrutadores y conmutadores actualizados que puedan manejar el tráfico VoIP, así como configuraciones de calidad de servicio (QoS) para priorizar los datos de voz.
- **Conmutadores de alimentación a través de Ethernet (PoE):** son útiles para alimentar teléfonos mediante el cable Ethernet.
- **Suministro eléctrico de emergencia:** Es fundamental garantizar la continuidad del servicio durante los cortes de energía.
- **Infraestructura de red segura:** Se necesitan cortafuegos y protocolos de seguridad adecuados para proteger contra las amenazas cibernéticas.

### **1.2.7 VoIP móvil, la nueva era de la comunicación**

En los últimos años, la telefonía móvil ha sufrido una transformación significativa gracias a la llegada de la tecnología de Voz sobre Protocolo de Internet (VoIP). Esta innovación ha cambiado radicalmente nuestra manera de comunicarnos, proporcionando una opción más asequible y flexible en comparación con las llamadas telefónicas convencionales [16].

#### **¿Qué es VoIP móvil?**

La VoIP móvil constituye una tecnología que facilita la realización de llamadas telefónicas mediante una conexión a Internet, en lugar de recurrir a la red telefónica convencional. Al emplear el protocolo de Internet para la transmisión de la voz, en lugar de los circuitos telefónicos tradicionales, la VoIP móvil presenta diversas ventajas notables.

#### **Ventajas de la VoIP móvil**

- **Ahorro en gastos:** Una de las principales ventajas de la VoIP móvil radica en su capacidad para disminuir los costos de las llamadas. Al emplear una conexión a Internet, se eliminan los cargos por roaming y las tarifas internacionales, lo que permite realizar llamadas internacionales a un precio considerablemente más bajo.

– **Flexibilidad:** La VoIP móvil posibilita realizar llamadas desde cualquier lugar con acceso a Internet, lo que resulta especialmente beneficioso para quienes viajan con frecuencia o trabajan de manera remota. También debido a la tecnología VoIP, es factible recibir llamadas en diversos dispositivos, como teléfonos móviles, tabletas o computadoras.

- **Funciones adicionales:** VoIP Móvil ofrece una serie de funciones adicionales que enriquecen la experiencia de comunicación. Estas funciones incluyen correo de voz, desvío de llamadas, conferencias telefónicas y la capacidad de enviar mensajes de texto y multimedia a través de la misma aplicación.

- **Calidad de audio:** Aunque inicialmente la calidad de las llamadas VoIP móviles era inferior a la de las llamadas tradicionales, hoy en día ha mejorado notablemente. Gracias a los avances en la tecnología de compresión de voz y la expansión de las redes de banda ancha, las llamadas móviles VoIP ofrecen una calidad de audio comparable a las llamadas tradicionales.

#### **Aplicaciones de VoIP móvil**

La VoIP móvil ha encontrado diversas aplicaciones tanto en el ámbito personal como en el empresarial. Algunos ejemplos de su utilización son:

– Llamadas internacionales: La VoIP móvil se ha convertido en una opción popular para realizar llamadas internacionales de manera económica.

#### **Aplicaciones de VoIP móvil**

La VoIP móvil ha encontrado diversas aplicaciones en contextos personales y profesionales.

A continuación, se muestran algunos ejemplos de su uso: - Llamadas internacionales: VoIP Móvil se ha convertido en una opción popular para realizar llamadas internacionales a un menor costo. [17].

### **1.2.8 ¿Cómo se transmite VoIP a través de la red?**

Los paquetes VoIP se transmiten a través de la red IP utilizando el modelo TCP/IP. Tiene 5 capas:

Aplicación
Transporte
Internet
Interface de Red
Físico

Los protocolos NTP<sup>15</sup>, RTP, RTCP<sup>16</sup> garantizan la entrega y la calidad de los paquetes VoIP. El protocolo UDP<sup>17</sup> transporta paquetes VoIP de principio a fin.

La dirección IP se agrega al paquete. Cada dispositivo VoIP (teléfono o PC) tiene una dirección IP única que dirige el envío de paquetes VoIP hacia y desde la persona que llama al receptor durante toda la llamada.

La dirección MAC<sup>18</sup> se agrega al paquete.

En esta capa, todos los paquetes se convierten en señales eléctricas u ópticas para ser transportadas a la red interna o externa.

Los protocolos específicos utilizados en cada capa son: Usado: Los paquetes en esta capa VoIP utilizan 3 protocolos:

- NTP: ayuda a garantizar que las señales se transmitan y reciban en el momento requerido para garantizar una recepción de calidad.
- RTP: proporciona funciones de transporte de red de extremo a extremo para señales de voz digitales encapsuladas en el paquete VoIP.
- RTCP: Monitoriza la transmisión de señales de voz y proporciona funciones de control básicas para garantizar la correcta entrega de paquetes. envío:

La mayoría de las comunicaciones de red utilizan TCP<sup>19</sup> en la capa de transporte, mientras que VoIP utiliza UDP. TCP es más lento que UDP. Utilice el tiempo extra para llevar los paquetes a su destino y asegurarse de que lleguen correctamente. Pero al ser un sistema en tiempo real, la velocidad a la que se envían los paquetes es más importante que la certeza con la que llegan todos los paquetes. Por eso se utiliza UDP.

### **1.2.9 Asterisk**

Asterisk es un sistema PBX de software que se ejecuta en plataformas Linux o Unix y se conecta a la red telefónica pública conmutada (PSTN). Facilita la comunicación en tiempo real entre redes PSTN y redes de voz sobre IP (VoIP). Esta aplicación es de código abierto y distribuida bajo licencia GPL<sup>20</sup>, Fue creado por Marc Spencer de Digium, en colaboración con desarrolladores de diferentes regiones del planeta.

Comunicaciones en tiempo real, soportando VoIP (principalmente SIP), PSTN y POTS (Gómez y Gil, 2008). La estructura de la estrella consta básicamente de 4 elementos:

- El sistema central PBX, que es el componente central que proporciona la mayor parte de la infraestructura.
- Los módulos proporcionan funcionalidad adicional
- En el contexto de un asterisco, las llamadas y los canales indican uno o más canales disponibles.

- Dialplan, la única forma de gestionar las operaciones de Asterisk. Se guarda en formato de texto AEL o LUA.

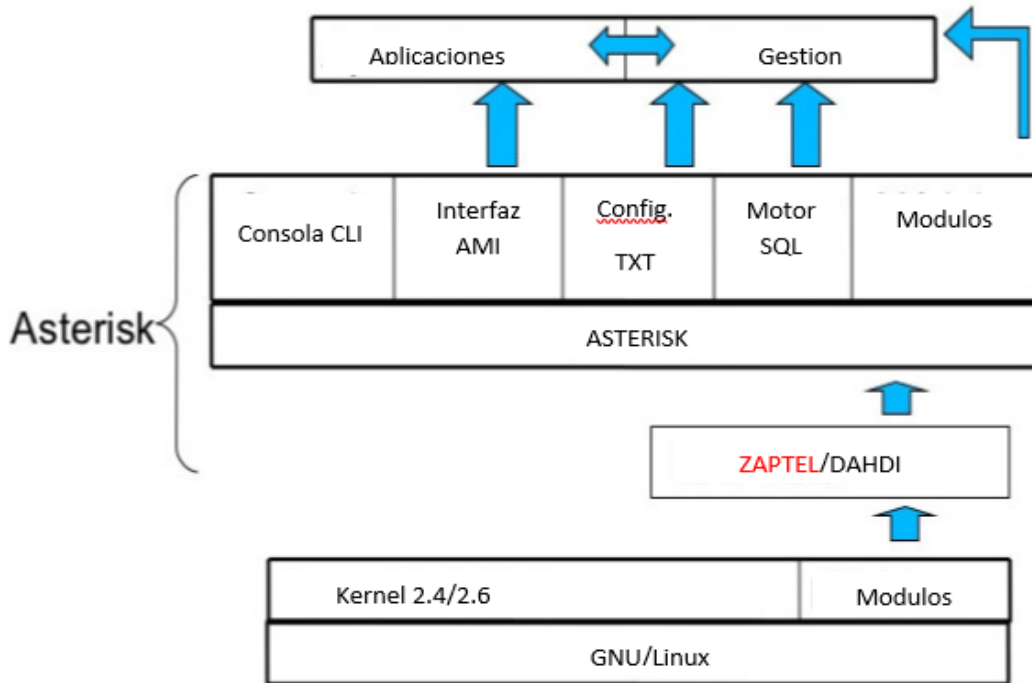


Figura 4: Arquitectura de Asterisk

### Asterisk: cómo instalar el software de telefonía IP



Fig. 5 Instalación de un software de telefonía IP

Asterisk es una solución de software libre y gratuita que permite establecer una centralita telefónica VoIP para pequeñas empresas o organizaciones. Esto te permitirá optimizar tu productividad y ofrecer un servicio más eficiente a tus clientes utilizando todos los teléfonos disponibles. En este informe, aprenderá cómo instalar y configurar Asterisk en Ubuntu, una de las distribuciones más utilizadas. Sin embargo, los procedimientos pueden ser bastante similares en otras distribuciones establecidas en Debian, inclusive en otras variantes de GNU/Linux, ya que la instalación se realizará desde el código fuente, compilándolo para crear el binario.

### Instalar Asterisk paso a paso



Fig. 6 Instalación de Asterisk en la computadora

### Requisitos previos

Antes de iniciar la instalación de Asterisk, es fundamental que tengas todos los paquetes necesarios para compilar.

sudo apt-get update

sudo apt-get update

sudo apt-get install wget build-essential

Este comando colocará el paquete wget, que se utilizará para aligerar fuentes, así como el sistema de supervisión de versiones Subversión y los paquetes esenciales necesarios para compilar a partir de fuentes.

### 1.2.10 Raspberry Pi

La Raspberry Pi constituye una serie de computadoras de placa única, conocidas como SBC (por sus siglas en inglés, Single Board Computer), que han sido desarrolladas en el Reino Unido por la Raspberry Pi Foundation. Su propósito es democratizar el acceso a la informática y la creación digital en todo lugares. Aunque el modelo inicial se centraba en facilitar la enseñanza de la informática en las escuelas, su popularidad superó las expectativas, extendiéndose incluso a aplicaciones en robótica. Este dispositivo no incluye periféricos como teclado o ratón, ni carcasa, aunque se han ofrecido diversos accesorios en paquetes tanto oficiales como no oficiales.

Respecto a su estatus legal, aunque no se especifica si se trata de hardware libre o con derechos de marca, la página oficial menciona que tienen acuerdos de distribución con dos empresas, permitiendo al mismo tiempo que cualquier persona pueda actuar como revendedor o redistribuidor de las tarjetas Raspberry Pi. Esto sugiere que, aunque es un producto con propiedad registrada, se permite su uso libre en contextos educativos y personales. En contraste, el software es de código abierto, siendo su sistema operativo oficial una versión adaptada de Debian, conocida como Raspberry Pi OS, aunque también es compatible con otros sistemas operativos, incluyendo una versión de Windows 10. Todas las versiones de la Raspberry Pi incluyen un procesador Broadcom, memoria RAM, GPU, puertos USB, HDMI, Ethernet (no presente en el primer modelo), 40 pines GPIO (a partir de la Raspberry Pi 2) y un conector para cámara. Ninguna de sus versiones incluye memoria interna; la primera utilizaba una tarjeta SD, mientras que las versiones posteriores emplean tarjetas MicroSD. La fundación apoya la descarga de distribuciones para la arquitectura ARM, incluyendo Raspberry Pi OS (derivada de Debian), RISC OS 5, Arch Linux ARM (derivada de Arch Linux) y Pidora (derivada de Fedora), principalmente para promover "el aprendizaje".

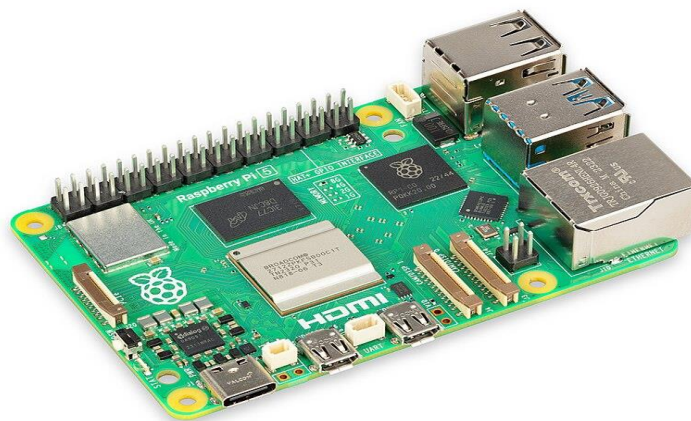


Fig. 7 Raspberry Pi 5

## Orange Pi 5 Plus

La mejor alternativa a Raspberry Pi para medios

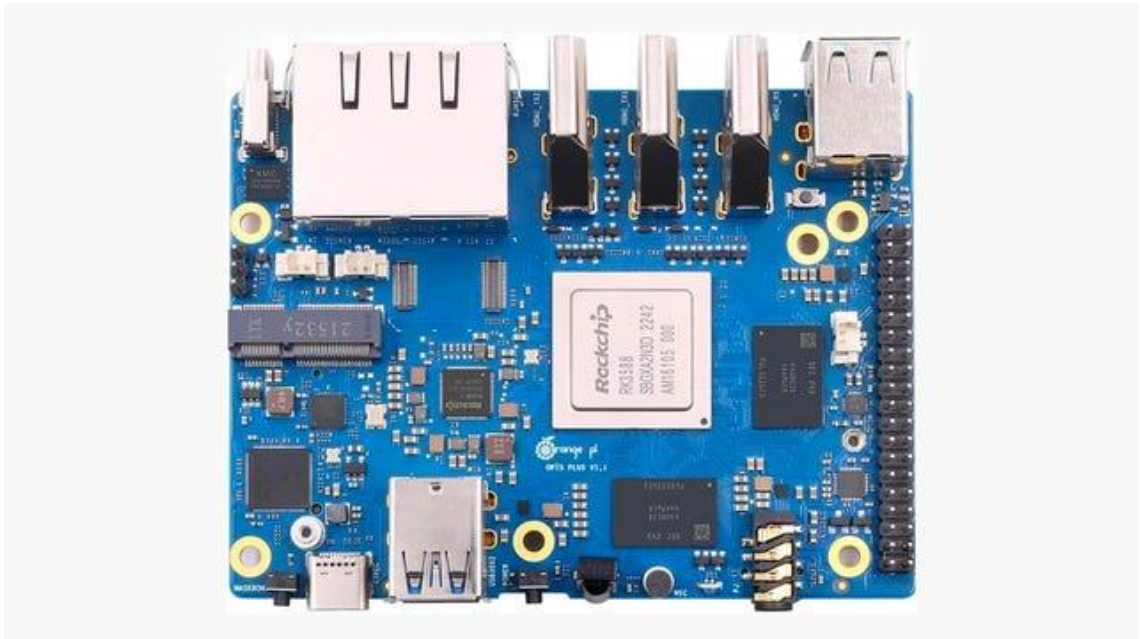


Fig. 8 Raspberry Pi para medios

pros contras

pros

Almacenamiento actualizable

Fuerte desempeño

Soporta múltiples sistemas operativos

Contras

Caro

más detalles

Especificaciones técnicas de Orange Pi 5 Plus: Procesador: Rockchip RK3588 de 8 núcleos de 64 bits (quadcore A76 + quadcore A55) hasta 2,4 GHz | Gráficos: ARM Mali-G610 | RAM: LPDDR4/4x hasta 16 GB | módulos de almacenamiento eMMC de hasta 256 GB | Vídeo: de 8K a 60 fps | Conectores: USB, Ethernet (2xPCIe 2.5G LAN)

La placa Orange Pi 5 Plus es una excelente opción a Raspberry PI si buscas una placa adecuada para fines multimedia.

El Orange Pi 5 Plus tiene un gran impacto: cuenta con una CPU Rockchip RK3588 de 8 núcleos (64 bits) (2,4 Ghz), una GPU Arm Mali, 16 GB de RAM, soporte para Debian11, Android 12, Ubuntu22.04 y Sistemas operativos Orange Pi, y un conector HDMI de salida de vídeo de hasta 8K.

Muy buena potencia y velocidad del sistema como opción a Raspberry Pi, aunque que se han experimentado problemas de soporte.

### **1.2.11 Software libre**

El software libre se define como un programa informático que otorga al usuario la libertad de copiar, modificar, redistribuir y compartirlo en beneficio de una comunidad. En este sentido, este tipo de software permite a cualquier individuo u organización utilizar un programa para cualquier propósito, sin la necesidad de informar a un desarrollador o entidad específica. La libertad de realizar el programa independientemente del objetivo declarado, así como la entrada al código fuente, que permite estudiar y modificar el software. Además, se incluye la independencia de redistribuir el programa y compartir copias de versiones modificadas. Si el uso de un software libre está vinculado a otro que no lo es, no debe considerarse libre, ya que esto se clasifica como una práctica engañosa conocida como "tivoización", "bloqueo" o "arranque seguro", según lo denominan las empresas interesadas. Aunque el software libre suele asociarse con la gratuidad, también es común su comercialización, lo que desempeña un papel crucial en la mejora sistemática de los programas. Este tipo de software se caracteriza por poder ser descargado, generalmente sin costo, a través de Internet. Ejemplos de software libre incluyen: LINUX (sistema operativo), Open Office (alternativa a los programas Office de Windows), y JQuery (librería que facilita la programación en Javascript). Las ventajas del software libre radican en su poco costo y su elasticidad para personalizar y modificar en caso de errores. Sin embargo, una desventaja es que la modificación puede ser complicada para quienes carecen de conocimientos básicos de programación, lo que puede obstaculizar la resolución de problemas.

#### **Softphone**

Es un software que se ejecuta en una computadora de escritorio, tableta o teléfono inteligente y le permite hacer llamadas a través de Internet, utilizando un servicio telefónico VoIP.”

### **1.3 Planteamiento del problema**

Como cualquier servicio de telecomunicaciones obtenido, este implica costes económicos. Para un uso práctico, se debe realizar una gestión adecuada para reducir costes innecesarios. Este proceso suele ser necesario en un sector empresarial con una gran cantidad de usuarios que necesitan comunicarse entre sí o con el mundo exterior.

Asimismo, con los nuevos avances tecnológicos, Servicios de mensajería, transmisión de audio y video, o transmisión de datos a través de Internet.

Aunque estos servicios han satisfecho muchas necesidades, tanto técnicas como económicas, todavía existe la necesidad de sistemas de comunicaciones de voz (tanto locales como externas) con altas velocidades de transmisión.

Quienes estaban ocupados por teléfonos tradicionales, en sus inicios, era la solución ideal, porque permitía ahorrar tiempo y lograr la comunicación entre los usuarios.

Sin embargo, a lo largo de los años, este servicio ha revelado algunas deficiencias, especialmente en la calidad del sonido, las debilidades del sistema y los costes financieros que requiere. Además, la integración de nuevas aplicaciones es esencial para las comunicaciones unificadas.

### **1.3.1 Formulación del problema**

#### **1.3.1.1 Problema general:**

¿De qué manera un sistema telefónico VoIP optimiza las comunicaciones de voz en Facultad de Ingeniería Mecánica Eléctrica y Electrónica?

#### **1.3.1.2 Problemas Específicos**

**PE1.-** ¿De qué manera la conectividad de equipos VoIP mejora la calidad del servicio telefónico en la Facultad de Ingeniería Mecánica Eléctrica y Electrónica?

**PE2.-** ¿De qué manera la confiabilidad de canal de la telefonía VoIP mejora la cobertura entre las diferentes dependencias de la Universidad Nacional de San Luis Gonzaga?

## **1.4. Justificación e importancia de la investigación**

### **1.4.1 Justificación**

Debido a los continuos cambios en las comunicaciones, este proyecto de investigación se justificó en que tenía como objetivo promover el uso de servicios de voz y video en las redes de información. Las tecnologías modernas como la telefonía IP permiten combinar diferentes servicios, Dar un buen servicio, utilizar menos infraestructura y reducir los costos asociados a la competencia en el sector de las telecomunicaciones, beneficios económicos y técnicos, pues estos sistemas se enfocan en reducir costos y mejorar la eficiencia de servicio, que en consecuencia aumenta la productividad de los que la implementan, sacando el máximo provecho de los sistemas VoIP.

Un indicador de gran relevancia para las comunicaciones telefónicas es la eficacia de la voz proporcionada. Este puede considerarse el eje central para la creación de sistemas de comunicación por voz.

Hay una cuestión obvia a considerar para los sistemas VoIP.

Estas tecnologías utilizan señales digitales, que ofrecen muchas ventajas, en comparación con las señales analógicas.

Es decir, al transmitir información (audio y vídeo) a través de una red de datos, facilita una correcta gestión de protocolos para crear un sistema de comunicación.

En cuanto a los precios del servicio telefónico, utilizar un sistema VoIP ayuda a reducir costes respecto a los sistemas tradicionales.

Muchas empresas optan por implementar telefonía IP en sus oficinas administrativas y ejecutivas, debido a su capacidad de adaptarse rápidamente al integrarse con las redes de datos existentes y el ahorro de costos que esto trae nuevamente.

Ya sea en términos de infraestructura cableada o tarifas telefónicas, VoIP utiliza una red de datos interna para enviar paquetes de voz y video, ya sea a través de una red cableada o inalámbrica.

Dominando los sistemas de comunicación logramos un progreso social que beneficia al mundo. Contribuir al avance de las TIC (tecnologías de la información y las comunicaciones) y su mayor integración en la sociedad, reconociendo la importancia de comprender cómo funcionan y cómo pueden brindar beneficios a todos, y aprovecharlas al máximo. [18].

#### **1.4.2 Importancia**

La necesidad de sistemas de comunicación por satélite, que recientemente se han transformado en una parte significativa de la comunicación, resalta la importancia de este estudio. Al utilizar tecnologías de voz IP y VoIP como opciones de comunicación, las llamadas de largo alcance se eliminan de las comunicaciones telefónicas habituales. La tecnología VoIP permite el procesamiento de sonido a través de redes de datos sin necesidad de infraestructura existente.

La central telefónica VoIP ofrece un sistema de comunicación por voz a bajo costo. Con tarifas telefónicas que el usuario mismo define. La central implementa servicio de invocaciones de voz y video entre usuarios a nivel local y global, presenta bandejas de mensajería y buzón de voz. Se puede administrar en manera adecuada y libre, para desarrollar la central a las necesidades requeridas. Teniendo en cuenta esto, el fin del proyecto es presentar una solución frente a las insuficiencias de la telefonía habitual (técnicas o económicas) y a los costosos sistemas VoIP que empresas pequeñas y hogares no puedan adquirir.

## **1.5. Objetivos**

### **1.5.1 Objetivo general**

Mejorar la calidad de comunicación de voz en Facultad de Ingeniería Mecánica Eléctrica y Electrónica utilizando la Telefonía VoIP.

### **1.5.2 Objetivos específicos**

**OE1.-** Determinar de qué manera la conectividad de equipos VoIP mejora la calidad del servicio telefónico en la Facultad de Ingeniería Mecánica Eléctrica y Electrónica.

**OE2.-** Determinar de qué manera la confiabilidad de canal de la telefonía VoIP mejora la cobertura entre las diferentes dependencias de la Universidad Nacional de San Luis Gonzaga.

## **1.6. Hipótesis y variables de la investigación**

### **1.6.1. Hipótesis**

#### **1.6.1.1. Hipótesis general:**

Un sistema de telefonía VoIP mejora de la capacidad de comunicación de voz en la Facultad de Ingeniería Mecánica Eléctrica y Electrónica.

#### **1.6.1.2. Hipótesis específicas:**

**HE1.-** La conectividad de equipos VoIP mejora la calidad del servicio telefónico en la Facultad de Ingeniería Mecánica Eléctrica y Electrónica.

**HE2.-** La confiabilidad de canal de la telefonía VoIP mejora la cobertura entre las diferentes dependencias de la Universidad Nacional de San Luis Gonzaga.

### **1.6.2 Variables**

#### **Independiente**

Implementación de un sistema de telefonía IP

Permite el uso de un sistema de telefonía IP como método para la transmisión de llamadas telefónicas, enviando datos de voz en forma de paquetes a través de IP en lugar de utilizar circuitos de transmisión telefónica.

Las dimensiones de la variable son: Confianza y calidad del servicio.

### **Variable Dependiente**

#### **Capacidad de comunicación**

Sistema capaz de realizar la conexión de dos abonados, una central telefónica realiza la función de conmutación entre miles de abonados.

Las dimensiones de esta variable son: Capacidad de canal y conectividad.

### **1.6.3 Operacionalización de variables.**

<b>Variable</b>	<b>Tipo de variable</b>	<b>Operacionalización</b>	<b>Dimensiones</b>	<b>Indicadores</b>	<b>Definición</b>
sistema de telefonía VOIP	Cuantitativa	Es un medio donde la transmisión de información de voz viaja a través del internet haciendo uso del protocolo IP brindando una mayor flexibilidad, mejor costo y seguridad a las comunicaciones entre las distintas oficinas.	Análisis Diseño Lógico Diseño Físico Pruebas	Identificación de necesidades y objetivos.  Nivel de seguridad  Selección de tecnologías y dispositivos	1.-Registro de los números telefónicos de los anexos (teléfonos) en el servidor Asterisk.
Comunicación de voz	Cuantitativa	Es la acción donde se intercambia cierto tipo de información, ya sea una consulta, una solicitud, etc. Es también conocida como comunicación organizacional.	Conectividad	Calidad de transmisión de llamadas	1.-Clasificar a los usuarios por trabajadores principales de la oficina de información, sistemas y estadísticas de la Universidad

## II. ESTRATEGIA METODOLÓGICA.

### 2.1 Tipo, Nivel y Diseño de Investigación [10]:

#### 2.1.1 Tipo de Investigación

Según la naturaleza y avance del proyecto, este trabajo se clasifica como investigación tecnológica aplicada, dado que utiliza los avances en ciencia y tecnología para abordar un problema (los altos costos de la telefonía), tanto a nivel social (las comunicaciones y la escasa disponibilidad de información especializada en sistemas VoIP) como empresarial (reducción de costos en telefonía).

El tipo de esta investigación es aplicada, ya que se ejecutaron los conocimientos que optimizaron los servicios de telefonía de voz usando la tecnología VOIP, mediante un medio gratuito y eficiente. Llevándose así la implementación de la solución [19].

#### 2.1.2 Nivel de Investigación

Dado que la intención es realizar una evaluación técnica de las instalaciones de telefonía VoIP, la profundidad de la investigación determinará el nivel técnico.

#### 2.1.3 Diseño de Investigación

Debido a la forma en que se realizó el estudio, se presenta como un modelo existente. Dado que no se puede cambiar el comportamiento de un problema cambiando el valor de una variable, observe el problema a medida que ocurre y documente los resultados. Este estudio no experimental utiliza una metodología de investigación correlacional pues relaciona dos variables, una dependiente (sistema de telefonía IP) y otra independiente (Capacidad de comunicación). [20]

La estructura de la investigación será:

Elaboración de un examen anterior y un examen posterior utilizando un único grupo (Prueba inicial y prueba final)

El cuadro es el siguiente:

Grupo de prueba (GE):

01 -----X-----02

Medición Prueba Medición

Definiendo el GE, la implementación de este diseño implicó llevar a cabo tres etapas:

- 1) Realizar una medición o evaluación (diagnóstico) de la variable dependiente (VD) que se desea investigar (pre test).
- 2) Llevar a cabo el experimento (X) o se aplica la VI a los participantes del grupo de investigación.
- 3) Realizar una medición adicional de la VD en los participantes (pos test).

Por último, se deben comparar los resultados para examinar las diferencias y alcanzar conclusiones sobre el tratamiento o experimento realizado. Una restricción de este diseño es que carece de grupo de control (GC), lo que sin duda impide afirmar con seguridad si los cambios son eficaces debido al tratamiento.

En forma resumida, la metodología creada se divide en tres etapas clave: Diseño de la Central Telefónica VoIP, Implementación de la Central Telefónica VoIP, y finalmente, Análisis de Pruebas y Rendimiento, tal como se ilustra en la figura 5.

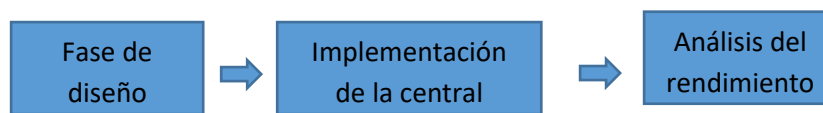


Fig. 9 Diagrama de bloques simplificado

#### **B. Diseño de la central telefónica VoIP**

Para la etapa inicial, se destacan 3 aspectos fundamentales:

1. Identificación y explicación de las habilidades y necesidades, tanto del hardware (Raspberry Pi) como del software (Asterisk). Esto ayudará a entender los límites y las capacidades de las plataformas empleadas. Así, la elección del hardware y software para la central telefónica VoIP justificará claramente por qué se utilizan estas tecnologías en lugar de otras.
2. Estudio teórico sobre el potencial de los servicios o aplicaciones que Asterisk podría brindar al funcionar en una Raspberry Pi. Tanto este marco de trabajo gratuito como esta mini computadora se fundamentan en sistemas Linux, por lo que son compatibles. No obstante, eso no implica que tenga las mismas habilidades que un ordenador estándar con Asterisk. El estudio aborda la capacidad y comparación de la Raspberry Pi al ejecutar Asterisk en comparación con otros sistemas o dispositivos.

3. Creación y evaluación de redes de datos para la implementación de la central telefónica VoIP. Teniendo en cuenta la comunicación en una red local, ya sea interna o externa.

**B. Implementación de la central telefónica VoIP** Esto básicamente implica implementar los servicios básicos que proporciona un conmutador telefónico VoIP a través de Asterisk y una Raspberry Pi. Básicamente, servicios de llamadas de voz y vídeo, mensajería y buzón de voz.

Para gestionar el centro, estudiar el tráfico de voz o registros de llamadas (duración y fecha), crear nuevas extensiones (usuarios) o grupos de timbre. También se utilizan para conectar diferentes servidores o centrales telefónicas (redes centrales).

**C. Evaluación de pruebas y desempeño**

Se realizan pruebas de estrés en las centrales telefónicas VoIP.

Esto implica implementar una red que combine teléfonos IP y softphones (teléfonos IP virtuales) en computadoras y dispositivos móviles.

Con el objetivo de comparar análisis teóricos con análisis experimentales, evaluar el rendimiento de la Raspberry Pi para un número específico de usuarios y determinar esencialmente sus capacidades como central VoIP.

Esto identificará servicios adicionales (o desarrollos de aplicaciones) que pueden integrarse al centro de contacto y mejorar la calidad del servicio brindado.

## **2.2 Población y Muestra [11]**

### **2.2.1 Población:**

Está integrado por todos los trabajadores de las oficinas administrativas instaladas en Ciudad Universitaria.

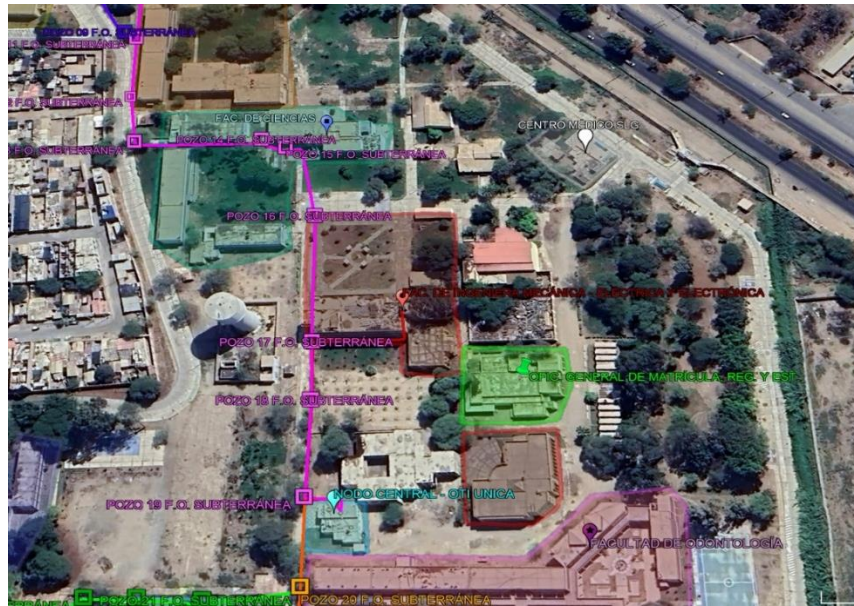


Fig. 10 Ciudad Universitaria- UNICA

### 2.2.2 Muestra. -

Los trabajadores de las oficinas administrativas de la Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica de la Universidad Nacional “San Luis Gonzaga” servirán como muestra, siendo un total de 25 servidores.”.

### 2.3 Técnicas de Recolección de la Información [12].

En cualquier investigación, se facilitan la indagación y el registro de información relevante. Se recopilan datos de encuestas, entrevistas y consultas sobre el trabajo actual a los usuarios correspondientes.

### 2.4 Instrumentos de Recolección de la Información.

Los métodos de recopilación de datos ya se han discutido. Los registros de datos, las hojas de datos, los catálogos, los manuales y otras fuentes de referencia se utilizan como herramientas para el primer método de recopilación de especificaciones variables.

### 2.5 Técnica de Análisis e Interpretación de Datos

En las entrevistas, la información se interpreta y analiza de acuerdo con un marco teórico establecido, mientras que la información recopilada con la revisión de documentos se analiza y sintetiza para presentar cuadros, tablas y esquemas de identificación.

### III. RESULTADOS

#### 3.1 Análisis de las plataformas de código abierto empleadas para proporcionar servicio VoIP.

Todas las plataformas de comunicación basadas en VoIP, ya sea en su versión IPv4 o IPv6; y que están ligadas al modelo de arquitectura por capas TCP/IP (Ver Tabla 2). Por lo tanto, a continuación, se enumeran las plataformas de Servicio VoIP más habituales que se encuentran; que son Asterisk, Gnu Bayonne, FreeSwitch, Elastix, Open PBX de Voicetronix y OpenSips, describiendo cada una por separado, exhibiendo sus componentes, teniendo:

TABLA I.  
CAPAS DEL MODELO TCP/IP

Capas
Aplicación
Transporte
Red Física

Se muestran las capas que componen el modelo TCP/IP. Fuente: (Robledano, 2019)

##### 3.1.1. Capa Física.

**a. Asterisk:** Para tener un excelente hardware y que Asterisk funcione correctamente, es necesario evaluar cuidadosamente el diseño y las funciones que necesita soportar. Por lo tanto, se dice que las plataformas basadas en x86 funcionarán de manera eficiente (Meggelen et al., 2007 b).

**b. Gnu Bayonne:** Esta plataforma destaca gracias a su éxito con las tarjetas de procesamiento de audio analógico y digital de Intel.

Para lograrlo, se puede colocar en el servidor.

#### 3.2. Propuesta de infraestructura de red destinada a respaldar el servicio de VoIP sin añadir dispositivos de conexión.

##### 3.2.1. Infraestructura general de la entidad.

En este momento, se muestra el diseño siguiente en la Figura 6 como sugerencia para la implementación del servicio VoIP, sin incluir ningún equipo de interconexión y aprovechando la infraestructura general de telecomunicaciones.

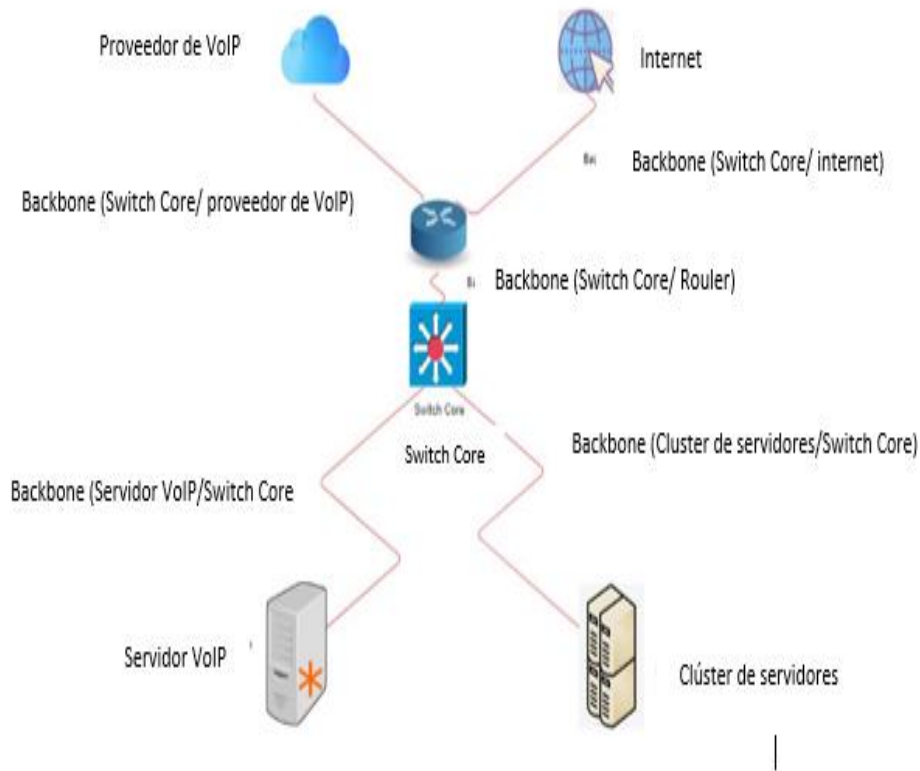


Fig., 11. Plan de infraestructura general con servidor VoIP de la Institución.

Fuente: Diseño propio

### 3.2.2. infraestructura de red de cada infraestructura de la Institución.

En esta Figura 7, se muestra que, cada edificio también cuenta con un plano de infraestructura de telecomunicaciones. Los Switches ya se ubica en el cuarto de comunicaciones de la Institución. Cada edificio se conectará al Core de la data center principal, el cual se encuentra en el componente 2. Si el bloque tiene más pisos, deberá realizarse la misma implementación.

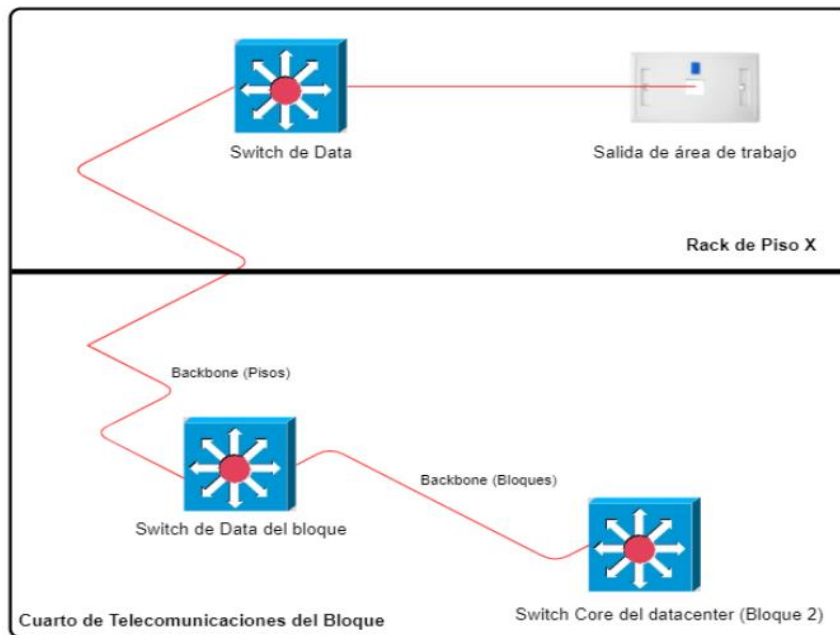


Fig. 12. Esquema de la infraestructura de telecomunicaciones correspondiente a cada sección de la Institución.

Fuente: Elaboración propia.

### 3.2.3. Elaboración de una red para cada escritorio laboral.

En la Figura 8, se presenta la configuración del espacio de trabajo con Softphone. Para este empleo no basta con contar con un dispositivo físico para realizar y recibir llamadas VoIP, como un teléfono IP. En cambio, existe la posibilidad de realizar llamadas mediante un único programa; este programa puede ser instalado en laptops, tabletas e incluso en teléfonos móviles.

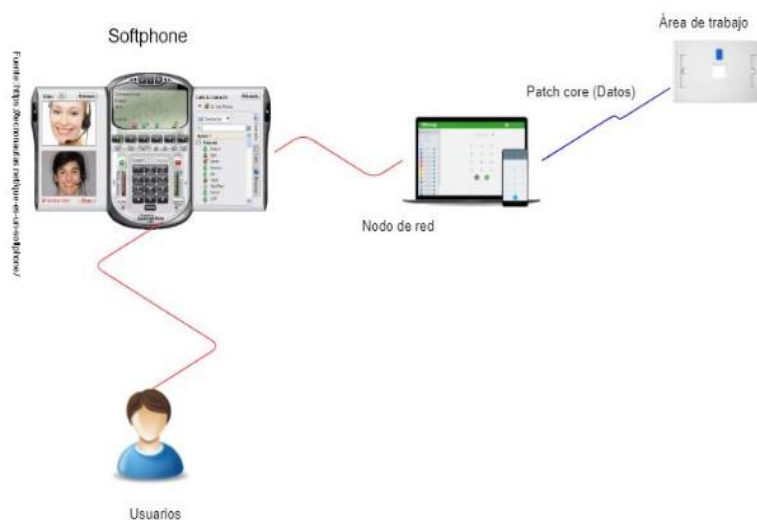


Fig. 13. Puesto de trabajo con Softphone.

Fuente: Creación propia

### **3.3. Infraestructura de red sugerida incorporando elementos de conexión para sostener el servicio de VoIP.**

#### **3.3.1. Infraestructura general de la Institución.**

Presentamos ahora la segunda propuesta, que implica desplegar dispositivos de comunicación para servicios VoIP; Es importante señalar que la infraestructura actual de la organización aún está en uso. Se integran dos teclas, una para voz y otra para datos. (Ver Figura 9)

### **3.3. Infraestructura de red sugerida incorporando equipos de interconexión para sostener el servicio de VoIP.**

#### **3.3. Infraestructura global de la Institución.**

Actualmente se plantea la segunda propuesta, que contempla desplegar dispositivos de comunicación para servicios VoIP; Es importante señalar que la infraestructura existente de la organización todavía está en uso. Se integran dos teclas, una para voz y otra para datos. (Ver Figura 9)

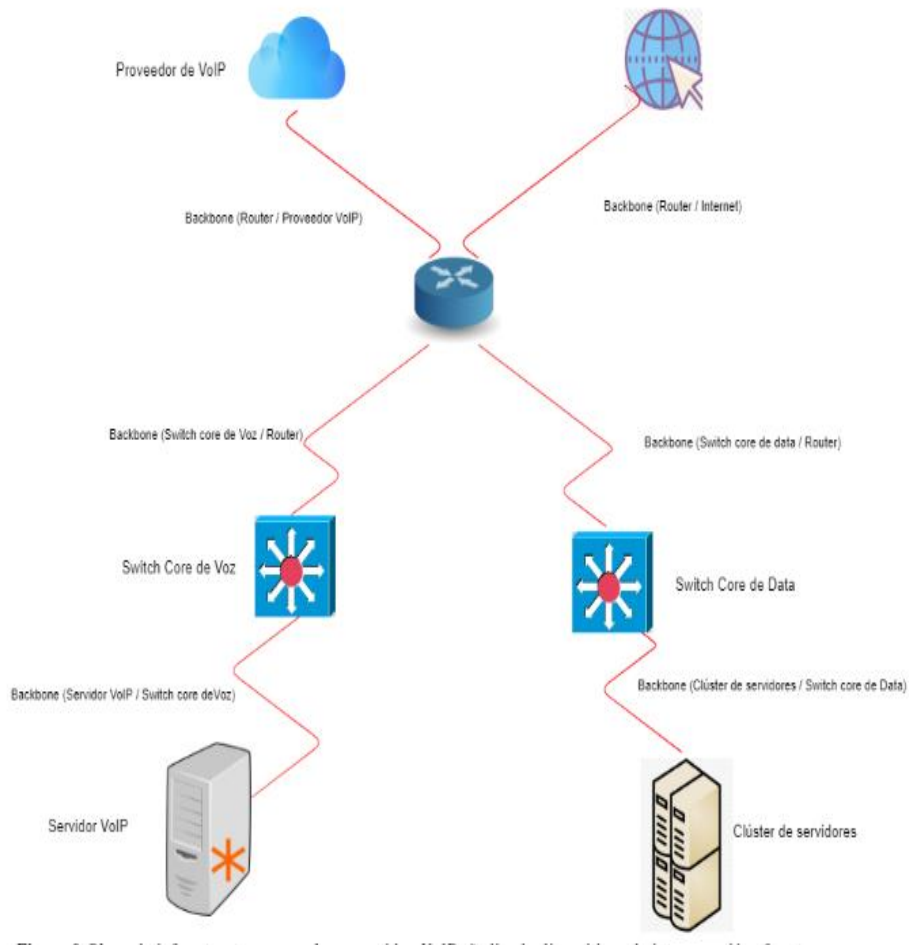


Fig. 14. Esquema general de infraestructura con servidor VoIP incorporando dispositivos de interconexión.  
fuente: Creación propia

### 3.3.2 Infraestructura de red de cada una de las edificaciones de la Institución.

En la Figura 10 siguiente, se ilustra que cada edificio dispone de un esquema de infraestructura de telecomunicaciones. Se incorporó el switch de voz, mediante el cual se podrán conectar teléfonos IP. Cada construcción se enlazará al Core del datacenter principal, que está ubicado en el bloque 2. Si el edificio cuenta con más niveles, se deberá llevar a cabo la misma implementación.

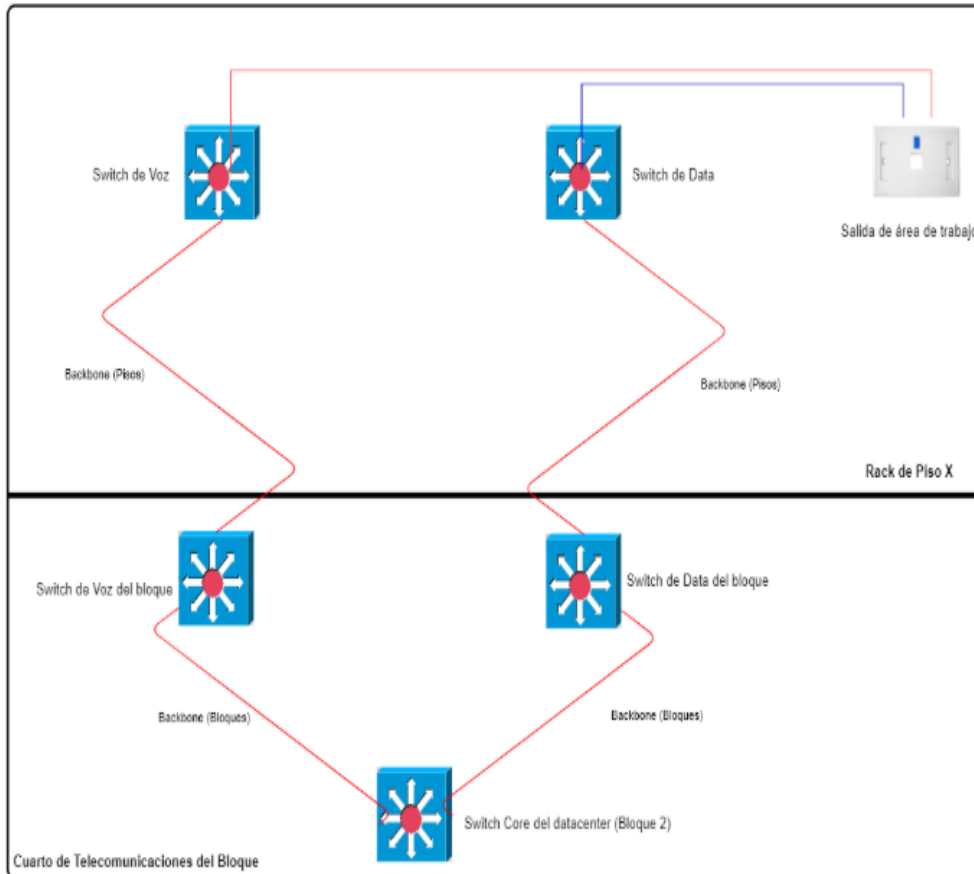


Fig. 15. Esquema de infraestructura de cada construcción de la Institución.  
 Fuente: Creación propia.

### 3.3.2.3. Esquema de red para cada posición laboral.

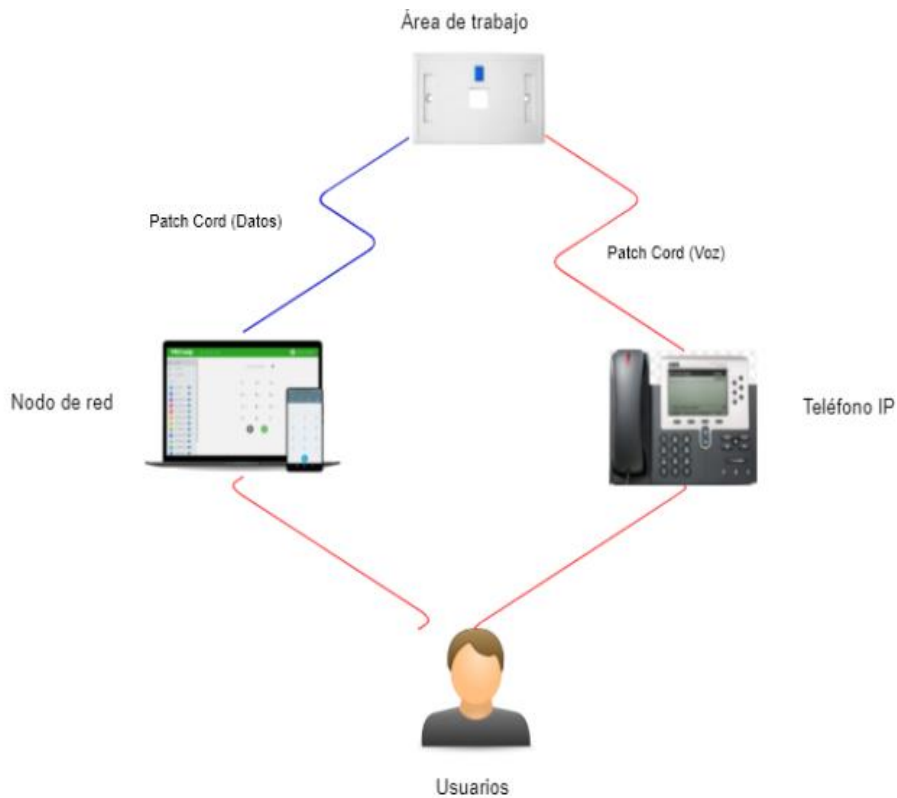


Fig. 16. Puesto laboral con Teléfonos IP.

Fuente: Creación propia

Estos teléfonos IP se asemejan a los teléfonos convencionales (Ver Figura 11). Todos estos teléfonos VoIP incluyen una pequeña pantalla que permite visualizar la información. Esta telefonía VoIP contribuye a reducir gastos de integración, ya que la telefonía convencional presenta precios más altos que aumentan conforme la Institución necesita más líneas o extensiones.

#### **Diseño común y/o estándar de una red VoIP**

Por lo general, en su infraestructura se aloja tanto la red telefónica (fija y móvil) como Internet. La flexibilidad de VoIP permite integrar el sistema de comunicaciones en la red local (o global) de una organización sin necesidad de crear una nueva red para este servicio. De esta forma, la arquitectura que adopte se podrá adaptar a la infraestructura de red que ya tiene la organización.

Además, con escalabilidad, un sistema de comunicaciones puede crear subredes telefónicas (grupos de llamadas) o plataformas de mensajería, voz y video entre ubicaciones ubicadas

a largas distancias. A continuación, se muestra la estructura física de la red troncal pública que una organización mantiene en su infraestructura, así como el sistema VoIP integrado.

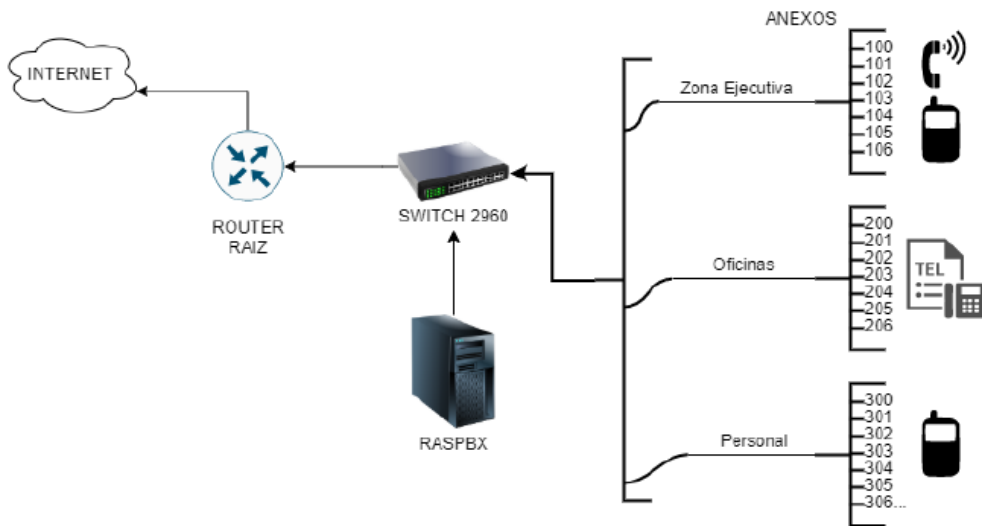


Fig. 17: Topología de la red local de comunicaciones

Previo a detallar la configuración de este archivo, es necesario definir la función de esta característica de Asterisk. La definición de buzón de voz es simplemente el archivo de los mensajes de voz dejados cuando una llamada entrante no fue respondida. De igual manera que las viejas contestadoras, aunque hoy en día este servicio ha evolucionado. Las centrales actuales poseen esta característica y son innecesarias en su sistema. En resumen, el buzón de voz guarda los mensajes y notifica a los usuarios del acontecimiento, ya sea por correo electrónico o mediante notificaciones simples.

Claramente, Asterisk incorpora este sistema y es bastante versátil. Sus características más destacadas son: saludos personalizados, clasificación de mensajes en carpetas, vinculación de múltiples extensiones a un buzón y al revés. Avisos de nuevos mensajes a través de correo electrónico, entre otros. Lo atractivo y positivo de Asterisk es que facilita el acceso al buzón de voz de diferentes formas, como la convencional de las centrales utilizando un menú implícito con opciones para escuchar y borrar mensajes mediante números o letras (por ejemplo, presiona esta tecla para esta función), algunos envían los mensajes al correo y se pueden consultar a través de aplicaciones o usando servidores específicos (SQL, IMAP, POP, etc.).

El documento voicemail.conf facilita la configuración del buzón de voz para la central de teléfono. La función es sencilla; si una llamada no se puede atender o la línea está en uso, se reenvía al buzón donde se guardará el mensaje y se cortará la conexión, como se muestra en el gráfico 13.

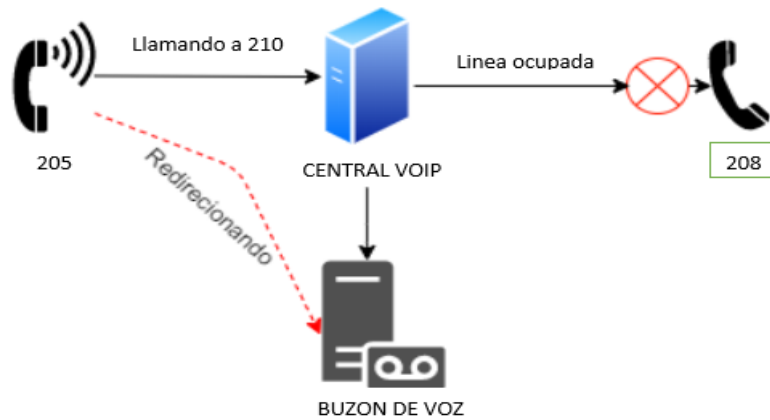


Fig. 18 Configuración del buzón de voz para la central telefónica

Para que Asterisk funcione con este sistema, éste se conecta a un servidor SMTP instalado en la oficina central y se encarga de enviar los mensajes (también se pueden utilizar servidores externos).

SendMail es un servidor muy conocido, pero con el tiempo, debido a su fiabilidad y baja complejidad, han ido apareciendo nuevos servidores SMTP ligeros, aunque no muy seguros. El principal problema es la abundancia de SPAM, debido a la sencillez del protocolo (UDP sólo envía y recibe sin comprobar nada), autenticación de los mensajes recibidos, etc.

En este caso, el proyecto no se centrará mucho en este tema, sino que deberá utilizar cuentas de servidor seguras y autenticadas.

Se utiliza el servidor predeterminado incluido con Debian, exim.

El archivo voicemail.conf consta de tres secciones: [común], [mensajes de zona] y [predeterminado]. En el bloque [General] se configuran los parámetros necesarios como la duración de la grabación, el número de mensajes, el número de intentos, etc. Esto se detalla en la Tabla 1.

**TABLA II**  
**CONFIGURACIÓN [GENERAL] DEL VOICEMAIL.CONF**

Función	Descripción
format=wav	Formato en el que se almacenan los mensajes de voz: gsm o .wav
Serveremail=Asterisk@boxvoice.org	Nombre o dirección que se utiliza para identificarse por correo ante el remitente.
attach=yes	Indica si el mensaje es enviado a través de correo electrónico.
maxmsg=50	Cantidad máxima de mensajes
maxsecs=200	Tiempo máximo (segundos) para cada mensaje de voz.
minsecs=2	Cantidad mínima de segundos necesaria para que el mensaje sea identificado y enviado.
maxgreet=100	Establece el límite de segundos para el mensaje de bienvenida.
maxsilence = 5 silencethreshold = 128	Si el silencio se extiende por más de 5 segundos, el servidor interrumpe la llamada y la envía al buzón de voz. Para un tiempo ilimitado, se debe registrar 0.
maxlogins=5	Número de intentos autorizados para acceder al buzón.
moveheard=yes	Todos los mensajes previamente escuchados se trasladan a la carpeta de retención.
userscontext=default	Contexto predeterminado para los usuarios
pbxskip=yes	Permite excluir la abreviatura pbx en el emisor.
fromstring=boxvoice	Nombre del emisor
mailcmd=/usr/sbin/sendmail-t	Programa predeterminado para el envío de mensajes.

tz=Peru	Definición de la franja horaria para señalar la hora y fecha en que se recibió el mensaje de voz.
attachfmt=wav	Especifica el tipo de audio que tendrá el mensaje de voz incluido en el correo electrónico.
saycid=yes	Facilita escuchar la información de quien envió el mensaje.
sayduration=no	Permite indicar o no la duración del mensaje de voz.
saydurationm=1	Especifica la duración mínima que debe tener el correo de voz para ser anunciado.
listen-control-forward-key=*	Tecla para avanzar el mensaje que se está oyendo.
listen-control-reverse-key=#	Tecla para volver atrás el mensaje que se está oyendo.
listen-control-pause-key=0	Botón para detener
listen-control-restart-key=1	Botón para oír el mensaje nuevamente.
listen-control-stop-key=23456789	Tecla para finalizar el mensaje y volver al menú.
backUpdeleted = 200	Número de mensajes que se guardan en la carpeta eliminados.

## **Ajuste de Asterisk de Asterisk**

En la actualidad, se han desarrollado diversas interfaces gráficas amigables para configurar Asterisk, permitiendo que cualquier usuario sin experiencia en VoIP las pueda manejar. No obstante, es fundamental entender los archivos básicos que incluye Asterisk y ajustar sus características. Esto es útil al momento de crear interfaces gráficas personalizadas o al añadir nuevas funcionalidades a la central telefónica.

Particularmente, hay dos archivos clave que deben configurarse: sip.conf, en el que se definen los clientes SIP, y extensions.conf, donde se establece el plan de marcado, responsable de manejar las llamadas junto con todas las funciones y privilegios de los usuarios.

Para un escenario básico de VoIP, solo se requieren ajustes mínimos en estos archivos. No obstante, para los objetivos del proyecto, es necesario modificar otros archivos de configuración. Entre estos se incluyen la administración de las extensiones, como SIP o IAX, los sistemas de correo de voz, mensajería, plan de marcación, etc.

### **A. SIP.CONF**

Este documento facilita la configuración del canal para el protocolo SIP y la generación de las extensiones (usuarios). Está compuesto por dos secciones: la primera sección [general] que determina los parámetros por defecto para las extensiones, incluyendo el puerto de comunicación, los codecs autorizados, la IP del servidor, entre otros. Y la segunda sección [extensión] en la que se generan y asignan las extensiones a los nuevos usuarios para la central. Es importante señalar que en esta ocasión, dentro de los corchetes [---] se debe incluir el nombre o número que se quiere usar para identificar al usuario.

Asimismo, se detallan los datos específicos de este cliente, como la contraseña, el nombre, entre otros.

### **Configuración inicial**

Al finalizar la compilación, cuyo tiempo puede variar dependiendo del rendimiento del ordenador, seguidamente se debe instalar el binario:

```
sudo hacer instalar
```

Con esto la instalación quedará completada, aunque el proceso no haya finalizado. El siguiente paso es instalar algunos archivos de configuración esenciales para la PBX:

```
sudo hacer pbx básico
```

```
sudo configurar
```

sudo oldconfig

El otro paso en la configuración básica de Asterisk es crear un nuevo usuario. Por motivos de seguridad, se recomienda crear un nuevo usuario: `sudo adduser --system --group --home /var/lib/asterisk --no-create-home --gecos estrella "Asterisk PBX"`.

Seguido de esto, es preciso editar el archivo de configuración `/etc/default/asterisk` con el editor de texto que prefiera y eliminar el comentario de dos líneas (quitar el `#` al inicio):

- `AST_USER="asterisk"`
- `AST_GROUP="asterisk"`

El siguiente paso consiste en agregar el usuario configurado a los grupos `dialout` y `audio`, que son esenciales para el adecuado funcionamiento del sistema de telefonía IP::

```
sudo usermod -a -G audio,dialout asterisk
```

Es necesario modificar los permisos y la propiedad de algunos archivos y directorios para que sean empleadas por el usuario creado, en lugar del usuario predeterminado de Asterisk:

```
sudo chown -R asterisk: /var/{lib,log,run,spool}/asterisk /usr/lib/asterisk /etc/asterisk
```

```
sudo chmod -R 750 /var/{lib,log,run,spool}/asterisk /usr/lib/asterisk /etc/asterisk
```

Comenzar el servicio

Una vez que todo esté listo, el siguiente paso es iniciar el servicio que pone en marcha el proceso de Asterisk. Para lograr esto, solo ejecute:

```
sudo systemctl initiate asterisk
```

```
sudo systemctl activate asterisk
```

Para verificar que esté operando de manera adecuada:

```
sudo asterisk -vvvr
```

En caso de que no funcione, asegúrate de que has activado correctamente el sistema o verifica si existe alguna regla de firewall o sistema de seguridad que pueda estar impidiendo

su funcionamiento. Una vez que hayas realizado estas comprobaciones, deberías poder poner en funcionamiento tu servidor de telefonía VoIP, permitiendo que los teléfonos unidos a tu red LAN operen de manera adecuada. Sin embargo, si necesitas llevar a cabo alguna configuración específica, considera los siguientes archivos esenciales de Asterisk:

`/etc/asterisk/asterisk.conf`: este archivo es el principal de configuración, donde se configuran aspectos esenciales del sistema, incluyendo los directorios que albergan el resto de la configuración, los archivos de audio, los módulos, entre otros, así como funciones importantes del servicio.

`/etc/asterisk/sip.conf`: otro archivo de configuración importante, donde se especifica el funcionamiento del protocolo SIP, tanto para configurar los usuarios del sistema como los servidores a los que deben enlazarse.

`/etc/asterisk/extensions.conf`: un archivo de configuración crucial de Asterisk, donde se puede definir el comportamiento del sistema.

`/etc/asterisk/queues.conf`: utilizado para configurar las colas y los agentes de las mismas, es decir, los elementos que las componen.

`/etc/asterisk/chan_dahdi.conf`: aquí se configuran los grupos y parámetros de las tarjetas de comunicación.

`/etc/asterisk/cdr.conf`: donde se especifica cómo almacenar los registros de las llamadas realizadas.

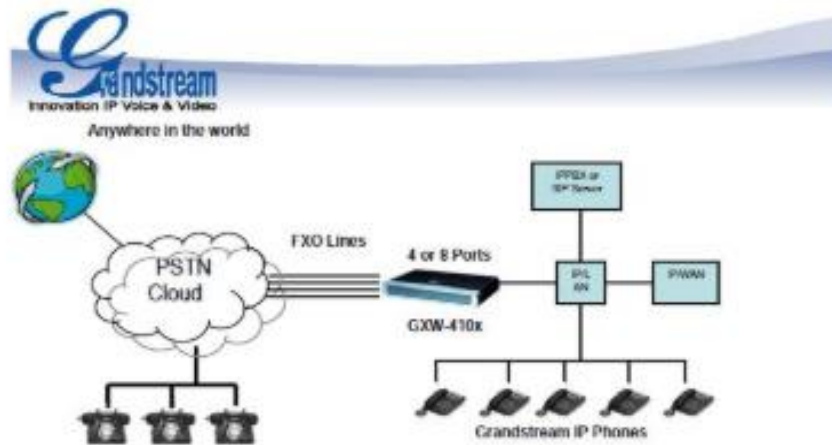
`/etc/asterisk/features.conf`: para características especiales como transferencias, grabaciones, etc.

`/etc/asterisk/confbridge.conf`: para establecer la configuración de usuarios, salas y menús de opciones en las conferencias.

Otros: Asterisk es un sistema muy versátil y flexible, por lo que existen muchas más configuraciones posibles, aunque estas son las más relevantes.

#### **3.4.4. IMPLEMENTACIÓN Y PRUEBAS**

Para realizar los ensayos de nuestra Central VoIP, se desarrolló un prototipo con la estructura que se presenta en el gráfico 34, el cual está compuesto por un Gateway Grandstream y un access point de la marca TP-LINK, una laptop y un teléfono físico también de Grandstream; además, se empleó el software Zoiper, que nos facilitó la simulación de teléfonos IP.



Las figuras 19 y 20 muestran las pruebas a través de dos equipos. Una laptop con número de registro 130 y un teléfono IP con número de registro 105; los cuales están configurados como telefono130 y teléfono 110, donde el teléfono emisor es el 120, el teléfono receptor es el teléfono 110, como podemos observar en las imágenes existe conectividad entre los dos teléfonos.



Fig. 19: Prueba de envió de llamada



Fig. 20: Prueba de recepción de llamada

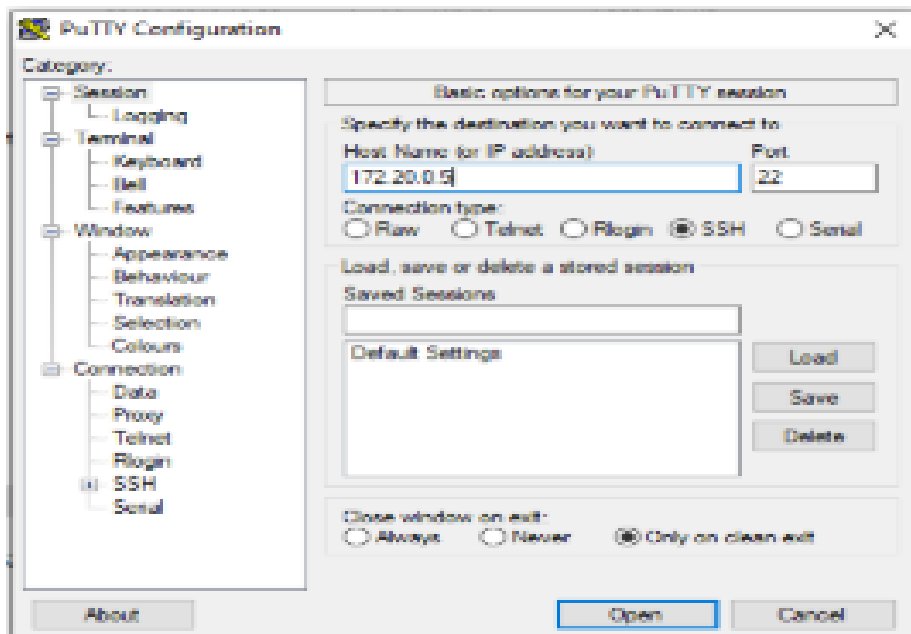


Fig. 21: Ventana de conexión SSH

A continuación, se presenta una ventana que pide el nombre de usuario y la contraseña. Donde ingresamos el usuario “root” y la contraseña correspondiente. De esta manera, se accede al servidor como administrador y se procede a llevar a cabo la instalación y las configuraciones necesarias. Es fundamental enfatizar que por razones de seguridad es necesario activar Desde el principio el comando "sudo".

### **ACCEDER Y CONFIGURAR DE MANERA REMOTA UTILIZANDO WIN SCP**

Se empleó el WIN SCP para conectarse de manera remota al servidor principal. De este modo se pudo añadir los anexos para cada teléfono y realizar otras configuraciones.

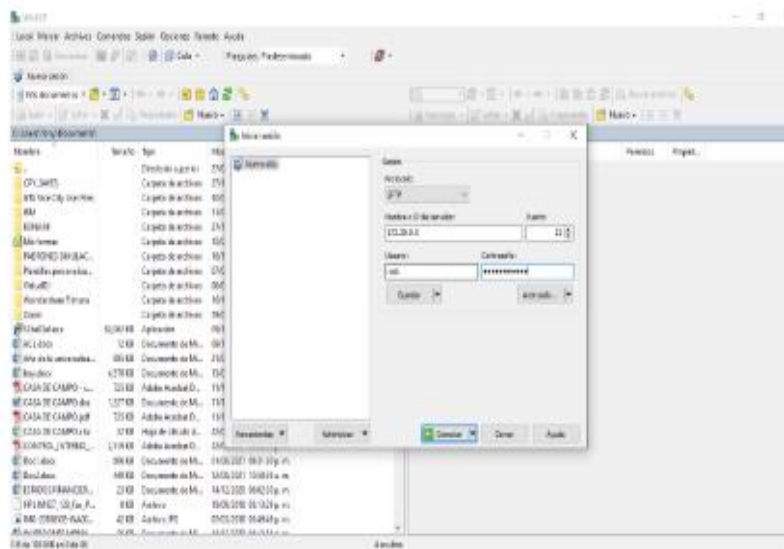


Fig. 22: Usuario y password para acceder remotamente al servidor

### 3.8 PROCESAMIENTO PARA RECOLECCIÓN DE DATOS

Los datos fueron procesados por el software IBM SPSS 26, con previa ayuda y confirmación de los instrumentos de acumulación de datos. Así mismo se realizó la inserción de los 2 tipos de vistas: Vista de datos: Se insertó los datos según respuestas marcadas en la herramienta de recolección de datos por parte de los usuarios. Vista de variables: Se realizó las preguntas que también se detallan en la herramienta de recolección de datos

### 3.9. TRATAMIENTO DE DATOS

Los datos recolectados serán analizados y valorados mediante el coeficiente de fiabilidad de Correlación de Pearson utilizando software IBM SPSS 25. Es un programa estadístico que nos facilita el almacenamiento de datos y variables; luego nos presenta diversos gráficos según nuestra consulta. Para evaluar la fiabilidad de los datos se empleó el Alfa de Cronbach, un modelo de consistencia interna que se fundamenta en el promedio de las correlaciones entre los elementos. Una de las ventajas de esta acción es la posibilidad de evaluar en qué grado podría optimizarse (o empeorar) la fiabilidad del examen al eliminar un ítem particular. Como regla general, se sugiere examinar la Correlación de Pearson.

- Un coeficiente alfa superior a 0.9 es considerado excelente.
- Coeficiente alfa  $> 0.8$  es bueno.
- Coeficiente alfa  $> 0.7$  es aceptable.
- Coeficiente alfa  $> 0.6$  es cuestionable.
- Coeficiente alfa  $> 0.5$  es pobre.

- Coeficiente alfa < 0.5 es inaceptable.

## PRESENTACIÓN, ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

Cuadro 1

¿Existe un sistema de comunicación de voz adecuado y eficaz entre la oficina de Tecnología de la Información, Sistemas y sus usuarios?

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje acumulado
Nunca	20	80	80
Siempre	5	20	100
Total	25	100%	

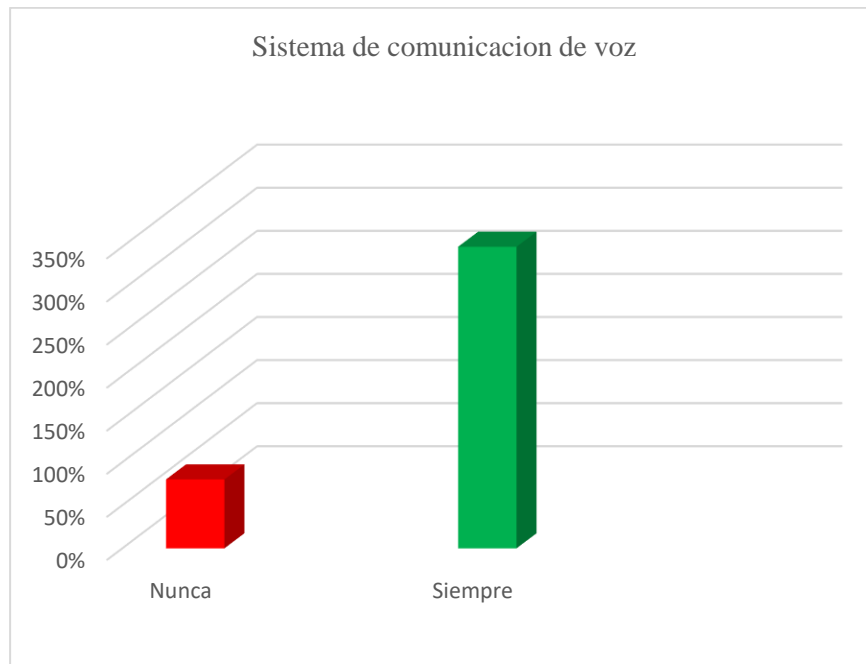


Fig. 23 Sistema de comunicación de voz

## Resultados de la encuesta realizada a los trabajadores administrativos antes la ejecución de la red VOIP basada en Asterisk

### Pregunta 1:

Cuadro 2

Recibo “en forma oportuna” la información que requiero para mi trabajo

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje acumulado
Nunca	4	16	16
A veces	11	44	60
Casi Siempre	4	16	76
Siempre	6	24	100
	25	100%	

**Fuente:** Encuesta aplicada a los trabajadores de la FIMEE antes de la ejecución de la red de VOIP basada en asterisk

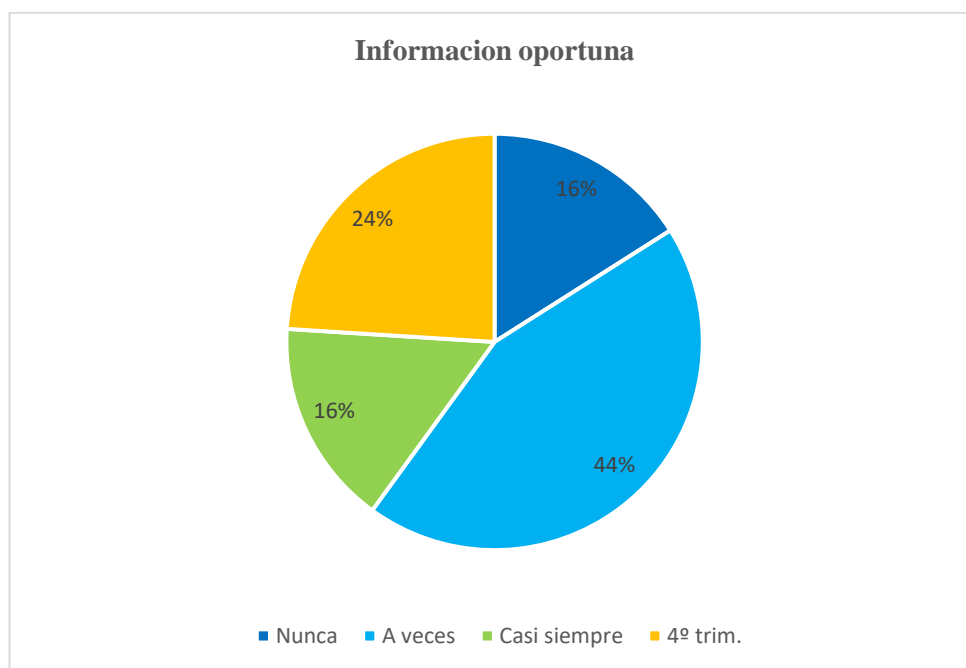


Fig. 24 información oportuna que se requiere para el trabajo

**Interpretación:** De los 25 trabajadores administrativos encuestados, el 16%, responde que nunca recibe en forma oportuna la información para su trabajo, el 44%, responde que sólo a veces lo recibe y el 24% afirma que siempre recibe la información de forma oportuna para su trabajo.

**Pregunta 2:**

Cuadro 3

El sistema de comunicaciones que utilizo en la actualidad en la universidad es confiable

	<b>Frecuencia</b>	<b>Porcentaje</b>	<b>Porcentaje acumulado</b>
Nunca	6	24	24
A veces	10	40	64
Casi Siempre	5	20	84
Siempre	4	16	100
	25	100%	

**Fuente:** Encuesta a los trabajadores de la FIMEE antes de la ejecución de la red de VOIP basada en asterisk

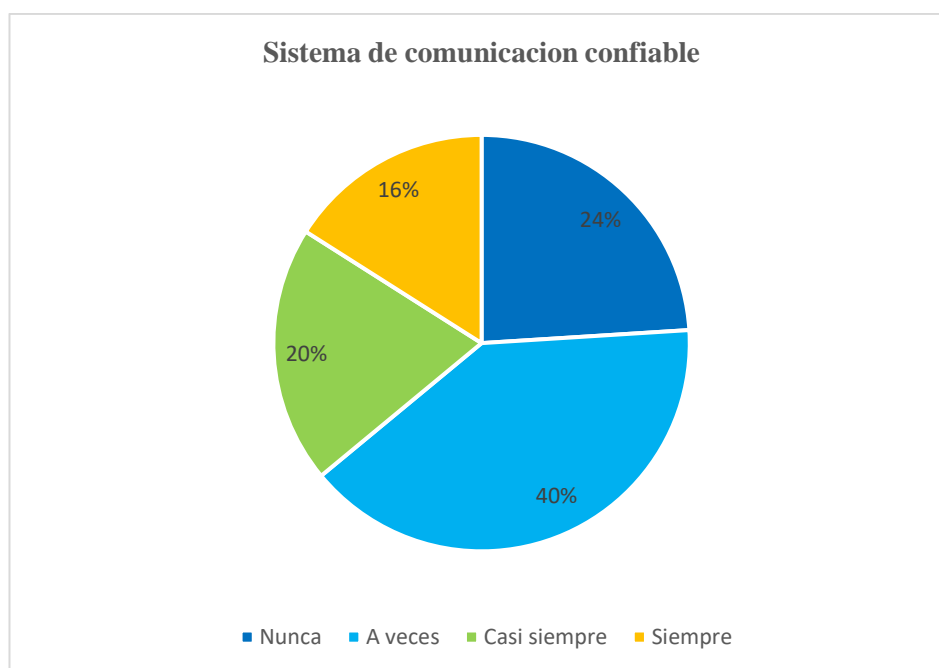


Fig. 25. El sistema de comunicaciones que utilizo en la actualidad en la universidad es confiable

**Interpretación:** De los 25 trabajadores administrativos encuestados, el 24%, manifiesta que el sistema de comunicaciones que utiliza en la actualidad nunca es confiable, el 40%, responde que sólo a veces es confiable, el 20% casi nunca y el 25% afirma que el sistema de comunicaciones que utiliza siempre es confiable.

**Pregunta 3:**

**Cuadro 4**

El sistema de comunicaciones que utilizo en la actualidad en la universidad es seguro

	<b>Frecuencia</b>	<b>Porcentaje</b>	<b>Porcentaje acumulado</b>
Nunca	4	16	16
A veces	12	48	64
Casi Siempre	3	12	76
Siempre	6	24	100
	25	100%	

**Fuente:** Encuesta aplicada a los trabajadores de la FIMEE antes de la ejecución de la red de VOIP basada en asterisk

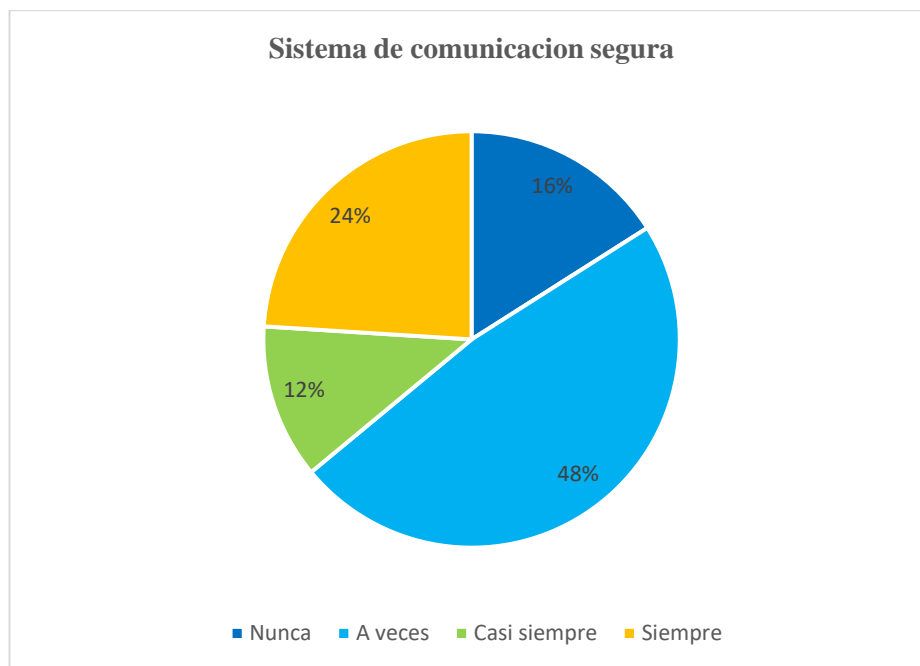


Fig. 26. El sistema de comunicaciones que utilizo en la actualidad en la universidad es seguro

**Interpretación:** De los 25 trabajadores administrativos encuestados, el 24%, manifiesta que el sistema de comunicaciones que utiliza en la actualidad nunca es confiable, el 40%, responde que sólo a veces es confiable, el 20% casi nunca y el 25% afirma que el sistema de comunicaciones que utiliza siempre es confiable.

**Pregunta 4:**

**Cuadro 5**

El sistema de comunicaciones que utilizo en la actualidad en la empresa es estable

	<b>Frecuencia</b>	<b>Porcentaje</b>	<b>Porcentaje acumulado</b>
Nunca	2	8	8
A veces	16	64	72
Casi Siempre	3	12	84
Siempre	4	16	100
	25	100%	

**Fuente:** Encuesta aplicada a los trabajadores de la FIMEE antes de la ejecución de la red de VOIP basada en asterisk

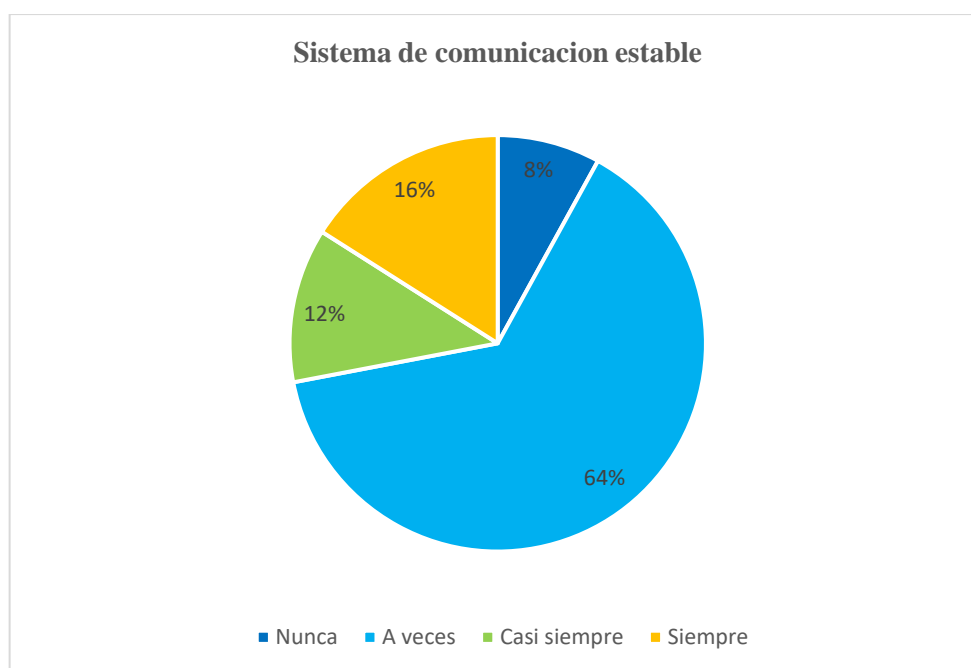


Fig. 27. El sistema de comunicaciones que utilizo en la actualidad en la universidad es seguro

**Interpretación:** De los 25 trabajadores administrativos encuestados, el **8%**, manifiesta que el sistema de comunicaciones que utiliza en la actualidad nunca es estable, el **64%**, responde que sólo a veces es estable, el **12%** casi siempre y el **16%** afirma que el sistema de comunicaciones que utiliza siempre es estable

**Pregunta 5:**

**Cuadro 6**

Hay sectores en la empresa donde la señal no llega

	<b>Frecuencia</b>	<b>Porcentaje</b>	<b>Porcentaje acumulado</b>
Nunca	3	12	12
A veces	12	48	60
Casi Siempre	6	24	84
Siempre	4	16	100
	25	100%	

**Fuente:** Encuesta aplicada a los trabajadores de la FIMEE antes de la ejecución de la red de VOIP basada en asterisk



Fig. 28. El sistema de comunicaciones que utilizo en la actualidad en la universidad es seguro

**Interpretación:** De los 25 trabajadores administrativos encuestados, el 12%, manifiesta que a veces hay sectores donde a veces la señal no llega, y el 16%, responde que siempre hay sectores donde la señal no alcanza.

**Pregunta 6:**

Cuadro 7

La señal llega con mucho ruido y no se escucha bien

	<b>Frecuencia</b>	<b>Porcentaje</b>	<b>Porcentaje acumulado</b>
Nunca	3	12	12
A veces	14	56	68
Casi Siempre	5	20	88
Siempre	3	12	100
	25	100%	

**Fuente:** Encuesta aplicada a los trabajadores de la FIMEE antes de la implementación de la red de VOIP basada en asterisk



**Fig. 29.** El sistema de comunicaciones que utilizo en la actualidad en la universidad es seguro

**Interpretación:** De los 25 trabajadores administrativos encuestados, el 12%, manifiesta que a veces hay sectores donde la señal llega con mucho ruido y no se escucha, el 14%, responde que casi nunca, el 20% casi siempre y el 12% siempre.

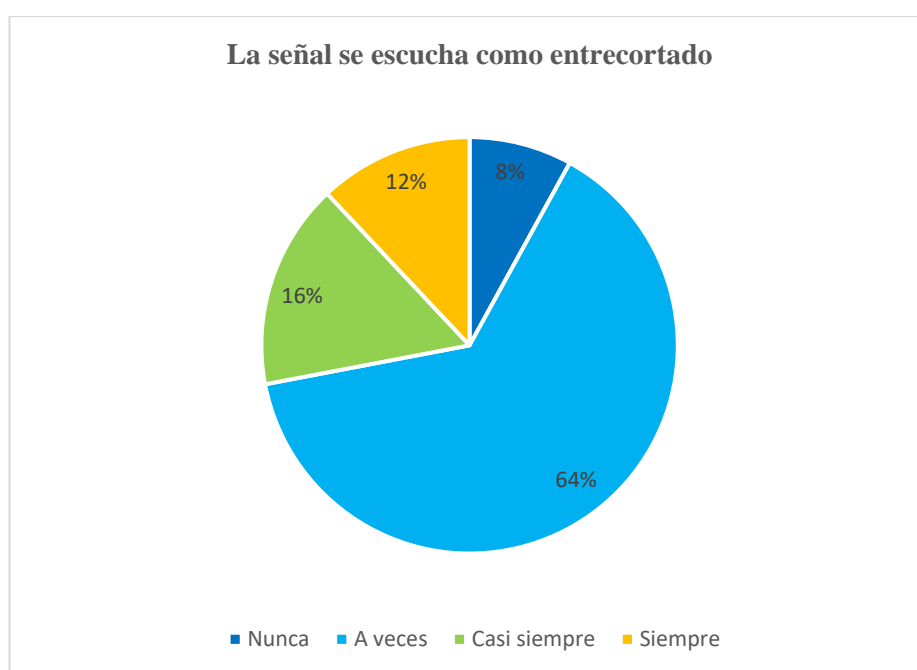
**Pregunta 7:**

Cuadro 8

Se cae la señal, dejo de escuchar como si me hubieran cortado la llamada

	<b>Frecuencia</b>	<b>Porcentaje</b>	<b>Porcentaje acumulado</b>
Nunca	2	8	8
A veces	16	64	72
Casi Siempre	4	16	88
Siempre	3	12	100
	25	100%	

**Fuente:** Encuesta aplicada a los trabajadores de la FIMEE antes de la ejecución de la red de VOIP basada en asterisk



**Fig. 30.** El sistema de comunicaciones que utilizo en la actualidad en la universidad es seguro

**Interpretación:** De los 25 trabajadores administrativos encuestados, el 8%, manifiesta que Se cae la señal, dejo de escuchar como si me hubieran cortado la llamada, el 64%, responde que casi nunca, el 16% casi siempre y el 12% siempre.

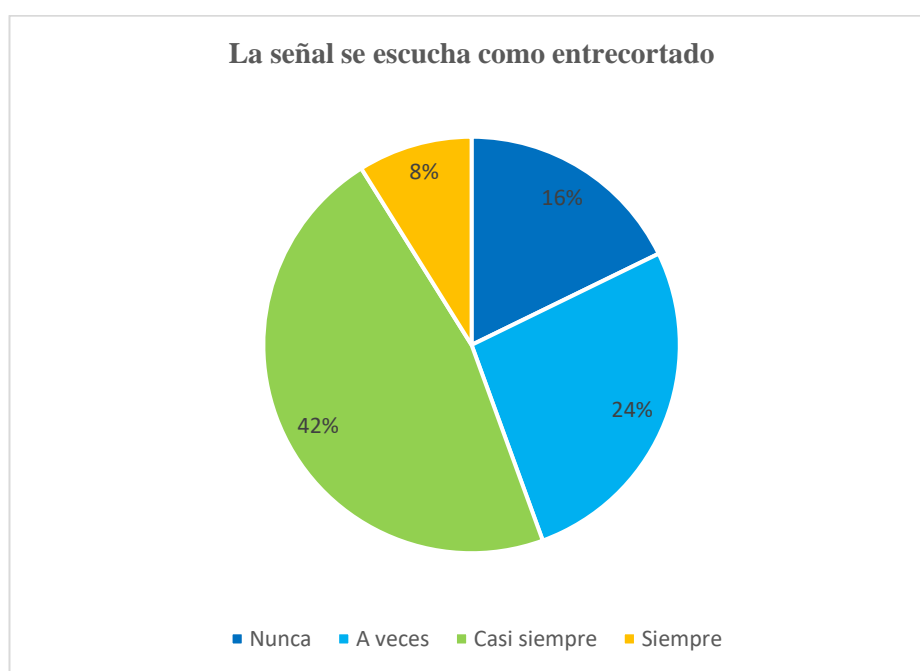
**Pregunta 8:**

Cuadro 9

Marco el número, pero se demora en entrar la llamada, como que hay un silencio antes de escuchar el tuuuut

	<b>Frecuencia</b>	<b>Porcentaje</b>	<b>Porcentaje acumulado</b>
Nunca	4	16	16
A veces	6	24	40
Casi Siempre	13	42	82
Siempre	2	8	100
	25	100%	

**Fuente:** Encuesta aplicada a los trabajadores de la FIMEE antes de la ejecución de la red de VOIP basada en asterisk



**Fig. 31.** hay un silencio antes de escuchar el tuuuut

**Interpretación:** De los 25 trabajadores administrativos encuestados, el 8%, manifiesta que cuando marcan el número, se demora en entrar la llamada, como que hay un silencio antes de escuchar el tuuuut, el 24%, responde que casi nunca, el 42% casi siempre y el 8% siempre.

**Pregunta 9:**

Cuadro 10

Me sale buzón de voz y el teléfono de la otra persona está encendido

	<b>Frecuencia</b>	<b>Porcentaje</b>	<b>Porcentaje acumulado</b>
Nunca	2	8	8
A veces	16	64	72
Casi Siempre	4	16	88
Siempre	3	12	100
	25	100%	

**Fuente:** Encuesta a los trabajadores de la FIMEE antes de la ejecución de la red de VOIP basada en asterisk



**Fig. 32.** El sistema de comunicaciones que utilizo en la actualidad en la universidad es seguro

**Interpretación:** De los 25 trabajadores administrativos encuestados, el 8%, manifiesta que le sale buzón de voz y el teléfono de la otra persona está encendido, el 64%, responde que casi nunca, el 16% casi siempre y el 12% siempre.

**Pregunta 10:**

Cuadro 11

Me están llamando, pero me llegan mensajes avisando llamadas perdidas

	<b>Frecuencia</b>	<b>Porcentaje</b>	<b>Porcentaje acumulado</b>
Nunca	2	8	8
A veces	16	64	72
Casi Siempre	4	16	88
Siempre	3	12	100
	25	100%	

**Fuente:** Encuesta aplicada a los trabajadores de la FIMEE antes de la ejecución de la red de VOIP basada en asterisk



**Fig. 33.** llegan mensajes avisando llamadas perdidas

**Interpretación:** De los 25 trabajadores administrativos encuestados, el 8%, manifiesta que le están tratando de llamar, pero le llegan mensajes avisando llamadas perdidas, el 64%, responde que casi nunca, el 16% casi siempre y el 12% siempre.

**TABLA III**  
**NIVEL DE SATISFACCIÓN DE USUARIO CON EL SISTEMA DE COMUNICACIONES**

	Preg. 1	Preg. 2	Preg. 3	Preg. 4	Preg. 5	Preg. 6	Preg. 7	Preg. 8	Preg. 9	Preg. 10	Preg. 11	%
Nunca	4	6	4	2	3	3	2	4	2	2	32	13
A veces	11	10	12	16	12	14	16	6	16	16	129	52
Casi siempre	4	5	3	3	6	5	4	13	4	4	51	20
Siempre	6	4	6	4	4	3	3	2	3	3	38	15
Total	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	250	100%

**Fuente:** Encuesta aplicada a los trabajadores de la FIMEE antes de la implementación de la red de VOIP basada en asterisk

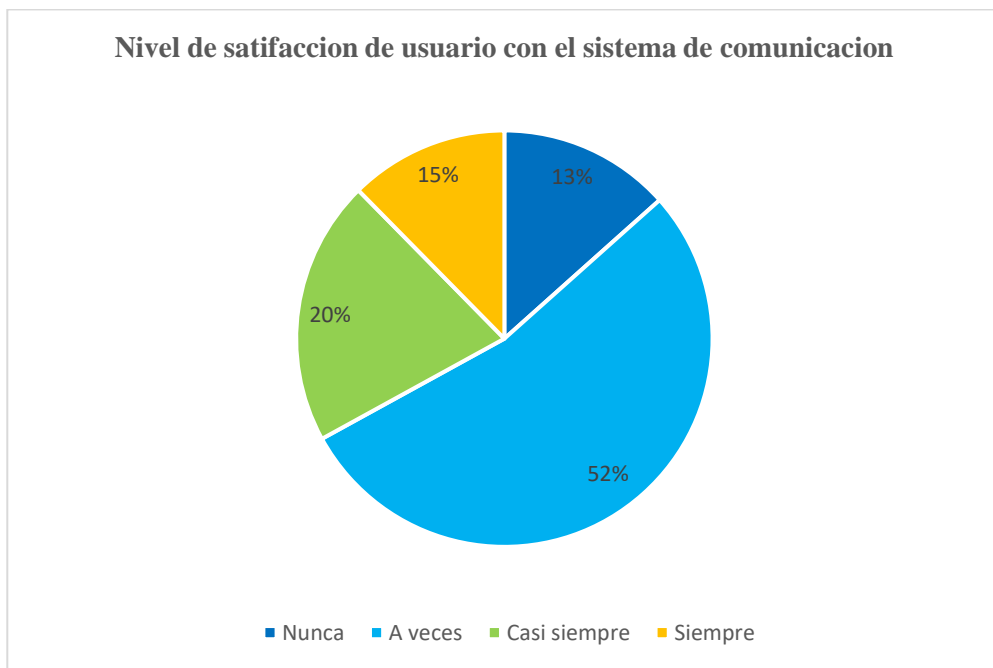


Fig. 34. Nivel de satisfacción de usuario con el sistema de comunicaciones

**Interpretación:** De los 12 trabajadores administrativos encuestados, el 13% nunca están satisfechos con el sistema de comunicaciones, el 52% a veces, el 20% están casi siempre satisfechos y el 15% siempre está satisfecho. Se evidencia que el 67% nunca o solo a veces está satisfecho, lo cual nos dice que hay problemas con el sistema de comunicaciones.

## **Resultados de la encuesta realizada a los trabajadores administrativos después de la implementación de la red voip basada en Asterisk**

Pregunta 1:

Recibo “en forma oportuna” la información que requiero para mi trabajo

Pregunta 2:

El sistema de comunicaciones que utilizo en la actualidad es confiable

Pregunta 3:

El sistema de comunicaciones que utilizo en la actualidad es seguro

Pregunta 4:

El sistema de comunicaciones que utilizo en la actualidad es estable

Pregunta 5

Hay sectores en la empresa donde la señal no alcanza

Pregunta 6:

La señal llega con mucho ruido y no se escucha bien

Pregunta 7:

Se cae la señal, dejo de escuchar como si me hubieran cortado la llamada

Pregunta 8:

Marco el número, pero se demora en entrar la llamada, como que hay un silencio antes de escuchar el tuuuut

Pregunta 9:

Me sale buzón de voz y el teléfono de la otra persona está encendido

Pregunta 10:

Me están tratando de llamar, pero me llegan mensajes avisando llamadas perdidas

**TABLA IV**

**NIVEL DE SATISFACCIÓN DE USUARIO CON EL SISTEMA DE COMUNICACIONES- POSTEST**

	Preg . 1	Preg . 2	Preg. 3	Preg. 4	Preg. 5	Preg. 6	Preg. 7	Preg. 8	Preg. 9	Preg . 10	Preg. 11	%
Nunca	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	2	0.8
A veces	5	6	3	4	4	3	3	4	4	4	40	16
Casi siempre	14	14	16	16	16	17	17	16	18	18	162	64.8
Siempre	6	5	6	4	5	5	5	4	3	3	46	18.4
Total	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	250	100%

**Fuente:** Encuesta aplicada a los trabajadores - FIMEE, antes de la ejecución de la red de VOIP basada en asterisk

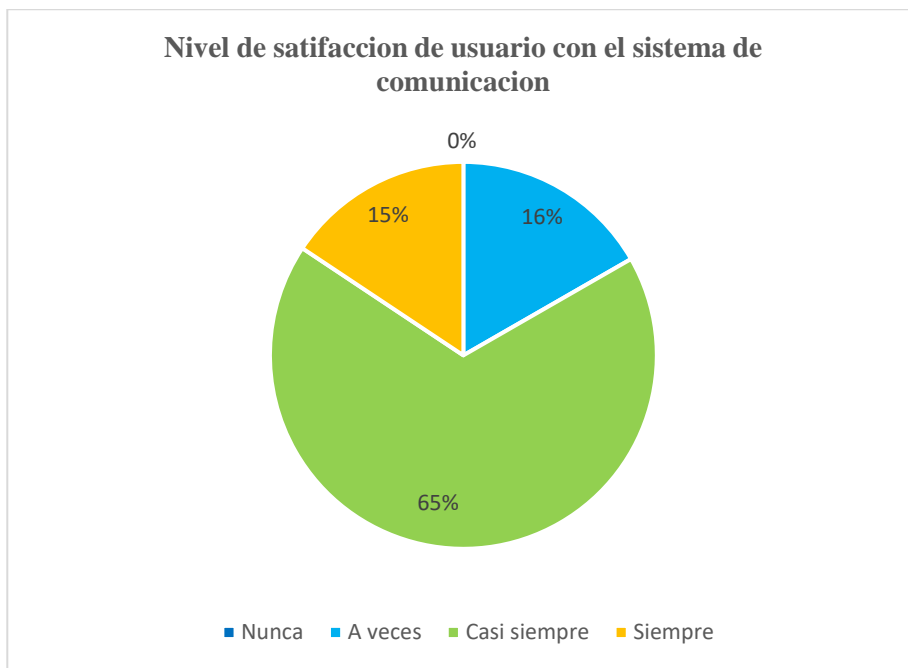


Fig. 35. Nivel de satisfacción de usuario con el sistema de comunicaciones

**Interpretación:** De los 25 empleados administrativos consultados, el 0.8% nunca se siente satisfecho con el nuevo sistema de comunicaciones, el 16% está satisfecho solamente a veces y el 64.8% casi siempre se muestra satisfecho. Se observa que el 16.8% nunca o solo en ocasiones se siente satisfecho, mientras que el 83.2% siempre lo está, lo que indica que existen mejoras importantes y una mayor satisfacción por parte de los usuarios.

**TABLA V**

**NIVEL DE SATISFACCIÓN DE USUARIO CON EL SISTEMA DE COMUNICACIONES-  
PRE TEST – POS TEST**

	Pre test		Pos test	
Nunca	32	13	2	0.8
Casi nunca	129	52	40	16
Casi siempre	51	20	162	64.8
Siempre	38	15	46	18.4
Total	250	100%	250	100%

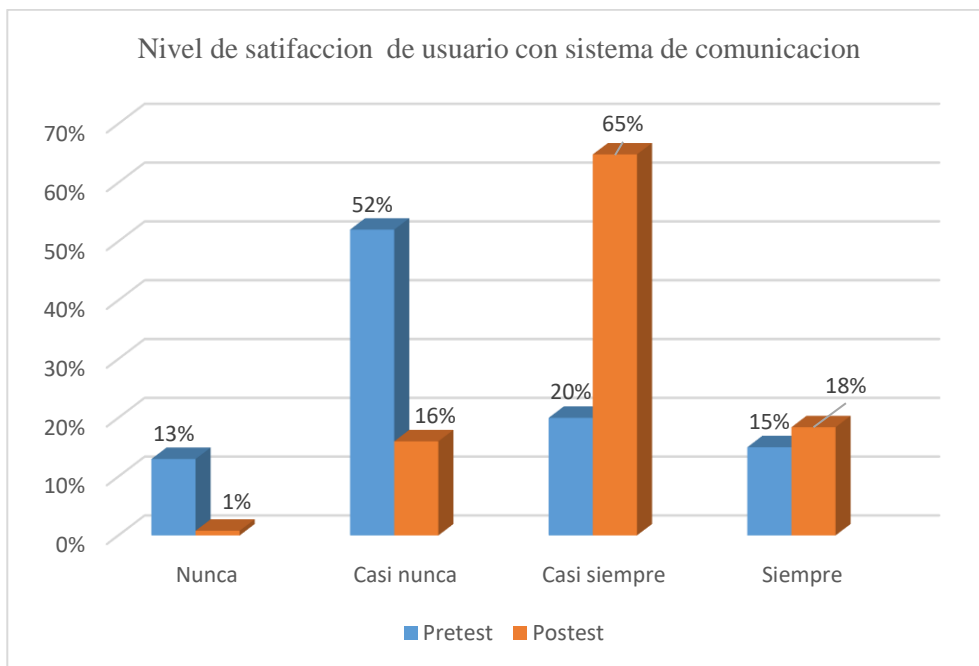


Fig. 36 Nivel de satisfacción de usuario con el sistema de comunicaciones- Pre test – Pos test

**Análisis inferencial**

Tabla 45

Estadísticas de muestras emparejadas

## ➔ Frecuencias

		Estadísticos	
		preguntas 1-10 pretest	preguntas 1-10 pos test
N	Válido	4	4
	Perdidos	0	0
Media		62,500	62,500
Mediana		44,500	43,000
Moda		32,0 <sup>a</sup>	2,0 <sup>a</sup>
Desv. Desviación		45,0370	69,1351
Varianza		2028,333	4779,667

a. Existen múltiples modos. Se muestra el valor más pequeño.

## ➔ Correlaciones

		Correlaciones	
		preguntas 1-10 pretest	preguntas 1-10 pos test
preguntas 1-10 pretest	Correlación de Pearson	1	-,042
	Sig. (bilateral)		,958
	N	4	4
preguntas 1-10 pos test	Correlación de Pearson	-,042	1
	Sig. (bilateral)	,958	
	N	4	4

**Interpretación:** Se observa además que la correlación es de 0.958, indicando esto que existe una correlación positiva ascendente entre el grupo pre test y grupo post test.

### PRUEBA DE HIPOTESIS

En este caso, se aplicó la prueba de hipótesis t para variables dependientes, dado que se obtuvo una muestra antes de la implementación del software y la misma muestra después; también porque se trata de variables cualitativas ordinales.

Ho: Un sistema de telefonía VoIP no mejora de la capacidad de comunicación de voz en la Universidad Nacional “San Luis Gonzaga

H1: Un sistema de telefonía VoIP si mejora de la capacidad de comunicación de voz en la Universidad Nacional “San Luis Gonzaga

### PRUEBA T PARA MUESTRAS INDEPENDIENTES

Los siguientes resultados corresponden a una prueba **T de Student** si hay diferencia significativa entre ambas condiciones

Preguntas (pretest)	Preguntas (postest)
32	2
129	40
31	162
38	46

$$t = \frac{\bar{X}_B - \bar{X}_A}{\sqrt{\frac{\sigma_B^2 + \sigma_A^2}{n}}}$$

$\bar{X}_B$ : media de evaluación postest

$\bar{X}_A$ : media de la evaluación pretest

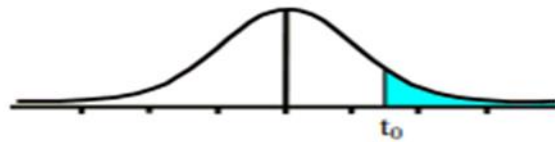
$\sigma_A, \sigma_B$ , desviación estándar

N = 4

$$t = \frac{62.5 - 62.5}{\sqrt{\frac{69.1^2 + 45.0^2}{4}}} = 0$$

Grado de libertad:  $n - 2 = 4 - 2 = 2$        $\alpha = 5\%$

Student



Grados de libertad	0.25	0.1	0.05	0.025	0.01	0.005
1	1.0000	3.0777	6.3137	12.7062	31.8210	63.6559
2	0.8165	1.8856	2.9200	4.3027	6.9645	9.9250
3	0.7649	1.6377	2.3534	3.1824	4.5407	5.8408
4	0.7407	1.5332	2.1318	2.7765	3.7469	4.6041
5	0.7267	1.4759	2.0150	2.5706	3.3649	4.0321
6	0.7176	1.4398	1.9432	2.4469	3.1427	3.7074
7	0.7111	1.4149	1.8946	2.3646	2.9979	3.4995
8	0.7064	1.3968	1.8595	2.3060	2.8965	3.3554
9	0.7027	1.3830	1.8331	2.2622	2.8214	3.2498
10	0.6998	1.3722	1.8125	2.2281	2.7638	3.1693

En tabla; T tabla = 4.3027

$T_{\text{calculado}} < t_{\text{tabla}}$

$0 < 4.3027$

como  $t = 0$ , cae en la región de rechazo, por tanto, se rechaza la hipótesis nula, concluimos que un sistema de telefonía VoIP si mejora de la capacidad de comunicación de voz en la Universidad Nacional "San Luis Gonzaga"

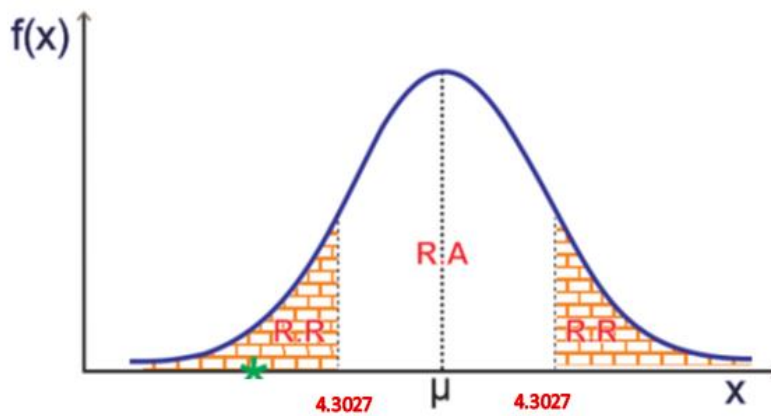


Fig. 37. Prueba t de Student

#### IV. DISCUSION

En el año 2021, Herrera, en su estudio [3], destaca que esta investigación se beneficia del modelo TCP/IP y de las plataformas de software libre, las cuales facilitan la integración del servicio de VoIP en una red de computadoras existente o en un nuevo bosquejo de red. Además, el servicio de VoIP ofrece diversas características, así como ventajas y desventajas, que pueden contribuir a la optimización de la comunicación dentro de la organización.

En 2020, Velázquez [4] afirmó que este trabajo tuvo como objetivo mejorar la gestión de las comunicaciones telefónicas internas y externas, y el estudio fue diseñado para ser de naturaleza descriptiva y cuantitativa y de diseño transversal más que experimental. Como resultado, según las dimensiones “satisfacción con las llamadas telefónicas actuales” y “necesidad”, el 73,61% no aceptó los contactos telefónicos de la empresa. La meta de Maldonado para 2018[5] El modelo de red propuesto ayuda a aumentar la confiabilidad de los beneficiarios y servicios en diferentes dominios mediante la introducción de capas y capas en la red.

En 2021, Sánchez realizó un estudio en el que se diseñó e implementó una centralita VoIP. Este plan analiza la marcha y funciones esenciales que puede proporcionar una centralita telefónica, tanto para pequeñas y medianas empresas, como para entornos domésticos que requieran servicios de telefonía VoIP a un coste reducido. Se enfatiza la importancia del hardware y software utilizado, destacando la Raspberry Pi, una computadora compacta y eficiente de bajo costo que funciona con sistemas operativos basados en Linux. En cuanto al software utilizado, utilizamos Asterisk, especialmente diseñado para teléfono y de código abierto, lo que facilita su acceso. Finalmente, para evaluar y determinar la capacidad del sistema, se realizan pruebas de comunicación bajo restricciones físicas y virtuales utilizando software libre como SIP.

En la prueba de hipótesis, se ha rechazado la hipótesis nula con un nivel de confianza del 95%, lo que nos lleva a concluir que la implementación de una red VoIP basada en Asterisk efectivamente tiene un impacto positivo en la comunicación entre diferentes áreas y sucursales de la Universidad. Esto se ha logrado mediante la comparación de medias para muestras relacionadas, utilizando un grupo previo, el grupo pre test, y después el mismo grupo, el grupo post test. A través de la prueba paramétrica t Student para muestras relacionadas, se ha podido demostrar que la puesta en marcha de una red VoIP basada en Asterisk afecta de manera favorable el diálogo entre las oficinas administrativas de la Universidad. Todo esto se completa con el análisis descriptivo que se efectúa en los ítems mencionados anteriormente.

## V. CONCLUSIONES

- El presente trabajo de telefonía IP presenta diversas ventajas, ya que permite la optimización de recursos mediante la utilización de la misma red de internet. El nivel de satisfacción de usuario con el sistema de comunicación se observa además que la correlación es de 0.958, indicando esto que existe una correlación positiva ascendente. Esto conlleva un ahorro significativo en infraestructura, además de que muchos servicios de comunicación, como llamadas de voz, videoconferencias, mensajería, buzón de voz y centros de atención telefónica, pueden ser centralizados en una única plataforma virtual, evitando así gastos adicionales por cada servicio. Asimismo, se pueden incorporar múltiples funcionalidades que antes eran inaccesibles o implicaban costos elevados en el contexto de la telefonía convencional.
- Este servicio de VoIP representa un valioso recurso para fomentar una comunicación efectiva en la Universidad, tanto en el presente como en el futuro. El 64.8% de los encuestados dicen encontrar casi siempre la satisfacción de usuario con el sistema de comunicación. Es evidente que la universidad experimentará un crecimiento continuo y necesitará contar con los más avanzados recursos tecnológicos para ofrecer un servicio de calidad y actualizado.
- La adopción de una central VoIP aborda diversas dificultades relacionadas con la telefonía fija, tales como los costos y la calidad del servicio. Lo notable de estas tecnologías es su capacidad de evolución y adaptación a las necesidades del usuario, permitiendo incluso la conexión con diferentes sedes remotas. Esto se comprueba mediante la prueba t student donde  $T_{calculado} < t_{tabla}$ ,  $0 < 4.3027$ , concluimos que un sistema de telefonía VoIP si mejora de la capacidad de comunicación de voz en la Universidad.

## **VI. RECOMENDACIONES**

- Con el fin de ampliar el área de cobertura, se sugiere la implementación de enlaces inalámbricos. Esta estrategia permitirá establecer comunicación con comunidades y centros poblados que se encuentran a mayor distancia.
- Para incrementar los canales de comunicación, se aconseja que los terminales ofrezcan servicio de telefonía pública, lo que contribuirá a una mayor rentabilidad y a la gestión de los gastos generados por la PBX virtual.
- Además, para anticipar un posible aumento en la demanda del servicio propuesto, es fundamental llevar a cabo un monitoreo constante de los recursos proporcionados por el proveedor de servicios de interconexión, considerando el riesgo de pérdida de información debido al uso excesivo de la capacidad del canal contratado.

## VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] M. Martínez. Desarrollo de un sistema de telefonía IP utilizando una plataforma de software libre para la empresa FLORALP S.A. en la ciudad de Ibarra (tesis de pregrado). Universidad Técnica del Norte, Ibarra, Ecuador. 2015
- [2] D. Gualacio y A. A. Candela. Propuesta para el rediseño de la red LAN y el sistema de telefonía IP en la empresa Equidad Seguros, sede Bogotá. Tesis de pregrado, Universidad Cooperativa de Colombia, Facultad de Ingenierías, Bogotá. 2021
- [3] Soler. Diseño e implementación de una solución de VoIP. Proyecto final de carrera. Escola Técnica Superior de Ingeniería de Telecomunicación de Barcelona. 2018
- [4] S. Herrera. Estudio y desarrollo de un sistema de comunicación basado en VoIP utilizando el protocolo IPv6 en la Universidad de la Costa. Tesis presentada en la Universidad de Costa. Barranquilla, Atlántico. 2021.
- [5] P. Enrique. Estudio y diseño de sistema de comunicación unificada VOIP con seguridad perimetral basado en ELASTIX. Guayaquil, Ecuador: Universidad Católica de Santiago de Guayaquil. 2021
- [6] A. Montenegro. implementar voz sobre IP utilizando el protocolo SIP y telefonía para la extensión de la Universidad Uniandes Ibarra. Ibarra, Ecuador: Universidad Técnica del Norte.2020
- [7] L.F. Velásquez. “Despliegue de un sistema de telefonía IP fundamentado en ASTERISK para la empresa OCEANO SEAFOOD SA - LIMA; 2020”, Tesis de licenciatura, Universidad Católica Los Ángeles Chimbote, Chimbote, Perú, 2020.
- [8] Maldonado. “Aplicación de tecnología IP para optimizar la gestión administrativa de la Municipalidad Distrital de Perene”, Tesis de licenciatura, Universidad del Centro del Perú, Huancayo, Perú, 2018.
- [9] D. Sánchez. Creación y ejecución de un sistema telefónico VoIP económico utilizando Asterisk y Raspberry Pi, dirigido a pequeñas y medianas empresas. Tesis. Universidad de Ciencias y Humanidades. Lima 2021.
- [10] A. De la Cruz y H. Bautista. desarrollo de una central VOIP utilizando la metodología TOP DOWN para optimizar la comunicación interna en el Iestp Gilda Ballivian Rosado. Lima, Perú: Universidad Autónoma del Perú.2021
- [11] J. Lazo & M. Rosas. Implementación de una central de telefonía IP basada en Elastix para los procesos de atención en la empresa servigrifos SA. Lima, Perú: Universidad Autónoma del Perú.2020
- [12] Bastidas. Prototipo de Central Telefónica para entornos Domésticos (tesis de grado). Quito 2016

Recuperado de <https://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/16473>

- [13] D. L. Carmona. Desarrollo de una central telefónica IP – PBX utilizando ASTERISK para el sistema de comunicación de la Universidad Católica de Pereira, Colombia, 2018.
- [14] L.E. padilla Implementación de la red VoIP en la Misión de Tarapoto Nordeste de la Iglesia Adventista del Séptimo Día Unión Peruana del Norte, Perú, 2019.
- [15] R. Quispe y G. Suarez, Voz sobre IP y Telefonía sobre IP, 2002 [En línea]. Disponible: <https://burjcdigital.urjc.es/bitstream/handle/10115/5939/Voz%20sobre%20IP.pdf>
- [16] J. Huidobro. Redes de servicios de telecomunicaciones, 4º edición. ISBN, 2016-9788428329224, México, 2016
- [17] Gómez, J. y Gil, F. (2008). VoIP y Asterisk Redescubriendo la Telefonía. Recuperado de [https://www.ra-ma.es/libro/voip-y-asterisk-redescubriendo-la-telefonía\\_48383/](https://www.ra-ma.es/libro/voip-y-asterisk-redescubriendo-la-telefonía_48383/)
- [18] H. Ñaupas y E. Mejía. Metodología de la investigación cuantitativa – cualitativa y redacción de la tesis. 4ta edición, Ediciones de la U, Bogotá, 2014.
- [19] R. Hernández y M. Baptista. Metodología de la Investigación, 5ta edición, Mc Graw -Hill México, Interamericana Editores, S.A. de C.V, 2010
- [20] R.R. Ríos, Metodología para la investigación y redacción, Primera edición, Editorial: Servicios Académicos Intercontinentales S.L, Campus Universitario Teatinos Boulevard Louis Pasteur, Málaga, España 2017.

## VIII. ANEXOS

### Matriz de consistencia

Problema	Objetivos	Hipótesis	Variable	Metodología / diseño
<p><b>Problema general</b> ¿Cómo mejora un sistema telefónico VoIP las comunicaciones de voz en la Universidad Nacional San Luis Gonzaga?</p> <p><b>Problemas específicos</b> 1.- ¿Cómo puede el desarrollo de equipos VoIP mejorar la calidad del servicio telefónico en la ciudad universitaria de la Universidad Nacional San Luis Gonzaga? 2.- ¿Cómo mejora la telefonía VoIP la comunicación entre las diferentes dependencias de la Universidad Nacional de San Luis Gonzaga?</p>	<p><b>Objetivo general:</b> Mejorar la calidad de comunicación de voz en la Universidad Nacional “San Luis Gonzaga” utilizando la Telefonía VoIP.</p> <p><b>Objetivos específicos</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Desarrollar un equipamiento VoIP en la calidad de servicio telefónico en la Ciudad Universitaria de la Universidad Nacional “San Luis Gonzaga”</li> <li>2. Determinar cómo se utiliza la telefonía VoIP para mejorar la comunicación entre las distintas dependencias de la Universidad Nacional “San Luis Gonzaga”.</li> </ol>	<p><b>Hipótesis general:</b> Un sistema de telefonía VoIP mejora de la capacidad de comunicación de voz en la Universidad Nacional “San Luis Gonzaga”</p> <p><b>Hipótesis específicas</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1.- La recopilación y evaluación de la información que dispone la Universidad, posibilita la apropiada identificación de los requerimientos de los usuarios para el desarrollo del sistema de telefonía IP en base a las necesidades de la institución.</li> <li>2.- El desarrollo de un equipamiento VoIP mejorará la calidad de servicio telefónico en la Ciudad Universitaria de la Universidad Nacional “San Luis Gonzaga”.</li> </ol>	<p><b>Variable independiente:</b> Implementación de un sistema de telefonía IP</p> <p><b>Variable dependiente</b> Capacidad de comunicación</p>	<p><b>Tipo de estudio:</b> Cuantitativo básico <b>Nivel:</b> Descriptivo <b>Diseño del estudio:</b> No experimental de diseño correlacional</p> <p><b>Población y muestra</b></p> <p><b>Población</b> Se compone de todas las oficinas administrativas instalados en la ciudad Universitaria de la Universidad Nacional “San Luis Gonzaga”.</p> <p><b>Muestra:</b> La muestra estará conformada por las oficinas administrativas de la Facultad de Ingeniería Mecánica Eléctrica de la Universidad Nacional “San Luis Gonzaga”.</p>

## 1. Preguntas frecuentes

Es fundamental que consideres las siguientes cuestiones antes de determinar si la VoIP representa la opción más adecuada para tu empresa, tanto en el presente como en el futuro.

- ¿Requerimos un medio de comunicación interno más eficiente o con otras sedes de la empresa?
- ¿Podría un centro de llamadas optimizar los servicios que ofrecemos a nuestros clientes?
- ¿Es posible que mejoremos nuestra eficiencia al integrar el CRM con el sistema telefónico?
- Dado el crecimiento de nuestra empresa, ¿será necesario aumentar nuestras capacidades de comunicación en el futuro? • ¿De qué manera podría nuestra empresa beneficiarse al aprovechar las integraciones de software?
- ¿Podemos agilizar la transferencia de llamadas a las personas adecuadas en un menor tiempo?
- ¿Cómo podemos garantizar la mejor experiencia posible para nuestros clientes?
- ¿Está nuestra competencia utilizando sistemas telefónicos modernos?
- ¿Nos está costando caro el error humano?
- ¿Requerimos un sistema de comunicación que favorezca la movilidad?
- ¿Anticipamos el uso de equipos remotos o distribuidos en algún momento?
- ¿Tendremos que interactuar con otras tecnologías en un futuro cercano?