

UNIVERSIDAD PERUANA UNIÓN
FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA
Escuela Profesional de Ingeniería de Sistemas



**Integración de VoIP y comunicaciones móviles para la
optimización de la gestión de llamadas**

Tesis para obtener el Título Profesional de Ingeniero de Sistemas

Autor:

Marco Bernabe Chunga Oqueña

Valentín Victor Herrera Blancas

Asesor:

Mg. Fernando Manuel Asin Gomez

Lima, Junio de 2024

DECLARACIÓN JURADA DE ORIGINALIDAD DE TESIS

Yo Fernando Manuel Asin Gomez, docente de la Facultad de Ingenieria y Arquitectura. Escuela Profesional de Ingenieria de Sstemas, de la Universidad Peruana Unión.

DECLARO:

Que la presente investigación titulada: **“Integración de VoIP y comunicaciones móviles para la optimización de la gestión de llamadas”** de los autores Marco Bernabe Chunga Oqueña, Valentín Victor Herrera Blancas tiene un índice de similitud de 7% verificable en el informe del programa Turnitin, y fue realizada en la Universidad Peruana Unión bajo mi dirección.

En tal sentido asumo la responsabilidad que corresponde ante cualquier falsedad u omisión de los documentos como de la información aportada, firmo la presente declaración en la ciudad de Lma, los 20 días del mes de junio del año 2024.



Fernando Manuel Asin Gomez

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

En Lima, Ñaña, Villa Unión, a los **05** día(s) del mes de **junio** del año 2024 siendo **las 09:30 horas**, se reunieron en modalidad virtual u online sincrónica, bajo la dirección del Señor Presidente del jurado: **Mg. Geraldine Verónica Alvizuri Llerena**, el secretario: **Dr. Juan Jesus Soria Quijaite**, y los demás miembros: **Mg. Nemias Saboya Rios** y el **Mg. David Leandro Orrego Granados**, y el asesor, **Mg. Fernando Manuel Asin Gomez**, con el propósito de administrar el acto académico de sustentación de la tesis titulada: "Integración de VoIP y comunicaciones móviles para la optimización de la gestión de llamadas "

de él (los)/la(las) bachiller(es): a) **MARCO BERNABE CHUNGA OQUEÑA**

..... b) **VALENTIN VICTOR HERRERA BLANCAS**

conducente a la obtención del título profesional de **INGENIERO DE SISTEMAS**

(Nombre del Título profesional)

El Presidente inició el acto académico de sustentación invitando al (los)/a(la)(las) candidato(a)/s hacer uso del tiempo determinado para su exposición. Concluida la exposición, el Presidente invitó a los demás miembros del jurado a efectuar las preguntas, y aclaraciones pertinentes, las cuales fueron absueltas por el(los)/la(las) candidato(a)/s. Luego, se produjo un receso para las deliberaciones y la emisión del dictamen del jurado.

Posteriormente, el jurado procedió a dejar constancia escrita sobre la evaluación en la presente acta, con el dictamen siguiente:

Candidato (a): **MARCO BERNABE CHUNGA OQUEÑA**

CALIFICACIÓN	ESCALAS			Mérito
	Vigesimal	Literal	Cualitativa	
Aprobado	17.5	B+	Con nominación de Muy Bueno	Sobresaliente

Candidato (b): **VALENTIN VICTOR HERRERA BLANCAS**

CALIFICACIÓN	ESCALAS			Mérito
	Vigesimal	Literal	Cualitativa	
Aprobado	17.5	B+	Con nominación de Muy Bueno	Sobresaliente

() Ver parte posterior*

Finalmente, el Presidente del jurado invitó al(los)/a(la)(las) candidato(a)/s a ponerse de pie, para recibir la evaluación final y concluir el acto académico de sustentación procediéndose a registrar las firmas respectivas.



Presidente
Mg. Geraldine
Veronica Alvizuri
Llerena



Secretario
Dr. Juan Jesus Soria
Quijaite



Asesor
Mg. Fernando Manuel
Asin Gomez



Miembro
Mg. Nemias Saboya
Rios



Miembro
Mg. David Leandro
Orrego Granados



Candidato/a (a)
Marco Bernabe
Chunga Oqueña



Candidato/a (b)
Valentín Víctor
Herrera Blancas

Integración de VoIP y comunicaciones móviles para la optimización de la gestión de llamadas

Marco Bernabe Chunga Oqueña, Valentín Victor Herrera-Blancas, Fernando Manuel Asin Gomez, Nemias Saboya

Universidad Peruana Unión, Lima, Perú

Resumen. Las comunicaciones telefónicas en organizaciones son de vital importancia, porque garantiza una comunicación rápida y eficaz, dada esta necesidad, es necesario contar con una herramienta eficiente. El presente estudio tiene como objetivos mejorar la calidad de llamada, disminuir el tiempo de espera de atención y reducir los costos que demanda su funcionamiento. Para esto se desarrolló una investigación preexperimental con sustento en una simulación virtual previa; Asterisk se integró a un sistema global para comunicaciones móviles, donde se configuró las troncales de entrada y salida, el proyecto implica el uso de varios softphones y su configuración. Obteniendo resultados significativamente mejoradas; disminuyendo el tiempo de espera para ser atendido, minimizando la interferencia durante el desarrollo de la llamada y reduciendo los costos de llamada, esto permitió implementar la solución sin gastos fuera de lo presupuestado y en menor tiempo, alcanzando los objetivos de este documento.

Palabras clave. Asterisk, VoIP, PBX, Cisco Packet Tracer, Linux, GSM.

Integration of VoIP and mobile communications for call management optimization

Abstract. Telephone communications in organizations are of vital importance because it guarantees a fast and effective communication, given this need it is necessary to have an efficient tool. The objectives of this study are to improve call quality, reduce waiting time to be attended and reduce costs. For this purpose, a pre-experimental research was developed based on a previous virtual simulation, a global system for mobile communications was integrated to Asterisk where the incoming and outgoing trunks were configured, the project involves the use of several softphones and their configuration. Obtaining results of the significant improvements; decreasing the waiting time to be attended, minimizing the interference during the development of the call and reducing the call costs and allowing to implement the solution without expenses out of the budgeted and in less time, reaching the objectives of this document.

Keywords. Asterisk, VoIP, PBX, Cisco Packet Tracer, Linux, GSM.

1 Introducción

Los avances en telecomunicaciones han facilitado la integración geográfica en las comunicaciones, tanto a nivel individual como institucional a nivel mundial.[1] Esto se debe a las constantes actualizaciones y modernización de las tecnologías, cambios que han beneficiado a empresas, organizaciones e instituciones educativas según su crecimiento y requerimientos.[2]

Prestar atención al cliente implica realizar diversas actividades y estrategias desarrolladas por las organizaciones enfocadas en el mercado; Estas buscan identificar las necesidades de los clientes durante la compra para satisfacerlas, logrando así cumplir con sus expectativas y, en consecuencia, generar o aumentar la satisfacción de los clientes.[3][4]

Actualmente, uno de los sistemas de comunicación que necesita mejorarse en las organizaciones públicas o privadas es el sistema de atención al cliente a través de llamadas telefónicas. Generalmente, la asistencia al cliente mediante llamadas telefónicas en organizaciones públicas o privadas se lleva a cabo utilizando métodos de comunicación anticuados,[2] ya sea formalmente a través de centrales telefónicas analógicas o de forma

informal llamando desde un teléfono celular personal desconocido. Esto genera incomodidades, inseguridades y baja confianza por parte del cliente. Dependiendo del sector de la organización, ya sea educativo, agrícola o bancario, podría resultar en costos elevados, insatisfacción y ciertos riesgos que podrían perjudicar a la organización. [5][6]

Sin embargo, en las instituciones educativas ya sea públicas o privadas, surgen inconvenientes con la tecnología utilizada anteriormente. Aunque funcionaba en el pasado, ya no es suficiente con el tiempo. Presenta problemas como sonidos bajos o interrupciones, costos elevados tanto en llamadas como en mantenimiento, tiempos de espera largos para ser atendido y vulnerabilidades en la seguridad de la información. Todo se debe a que estas llamadas se realizan a través de centrales telefónicas analógicas antiguas. [2][7]

Gracias al desarrollo de software libre, han surgido nuevas aplicaciones para internet que, al ser gratuitas, están al alcance de cualquiera, incluso para su desarrollo. Un ejemplo de ello es Asterisk [1][2], que permite construir un sistema completo de telefonía IP aprovechando incluso los recursos de una computadora personal. Esta aplicación ha ganado tanta popularidad que a su alrededor han surgido varios proyectos para el desarrollo de interfaces web de gestión, como Elastix [8] y FreePBX [9], también basadas en software libre. Estas interfaces, que han restado algo de protagonismo a Asterisk, han facilitado aún más la implementación de una plataforma de telefonía IP, muchas veces prescindiendo de la necesidad de contratar servicios especializados [10].

El costo inicial bajo de implementación, gracias al software libre, y la notable versatilidad de la telefonía IP han impulsado una adopción sin precedentes de esta tecnología, tanto en empresas públicas como privadas del sector educativo, entre otros.[10][11] En Perú, este fenómeno no es una excepción. Según Víctor Jáuregui, Director Comercial de Optical Networks, "En nuestro país coexisten todavía las líneas analógicas, las digitales y las VoIP. Sin embargo, en los últimos años se observa una migración evidente hacia la tecnología VoIP, que actualmente representa el 25% del total de líneas instaladas en el país. Esto se debe a que funcionan como líneas tradicionales, pero al utilizar una red IP privada o pública, como Internet, reducen los costos de facturación y permiten aprovechar diversas soluciones de colaboración y video en las empresas" [12][13].

Existen investigaciones previas que abordaron tecnologías y contextos similares, seleccionando aquellas que mejor se adaptaron a sus entornos y factibilidad. Entre ellas se encuentran:

Portal y Becerra [14], cuyo objetivo general fue integrar la telefonía IP. A través de su investigación, lograron mantener la disponibilidad del servicio en el periodo propuesto, conectando todos los nodos a nivel institucional con un costo cero. Huamán [15], cuyo objetivo consistió en desarrollar un prototipo de una central telefónica IP con un servidor Asterisk. Sus conclusiones destacaron que el servicio de Asterisk no requiere un alto rendimiento de memoria y procesamiento. Velásquez [16], con el objetivo general de implementar un sistema de telefonía IP basado en Asterisk para mejorar la comunicación. Su investigación reveló que el 73.61% de los participantes rechazaron la idea de continuar con el sistema tradicional, mientras que el 95.83% aprobó la mejora.

Quintana [17], quien se propuso diseñar, implementar y analizar una red de telefonía IP con Asterisk. Sus conclusiones indicaron que los protocolos IAX2 y SIP eran las mejores alternativas, y que la redundancia en la red mejoraba la eficiencia en la disponibilidad del software. Navarro [18], que tuvo como objetivo implementar una Central de Telefonía IP con servidor Asterisk para brindar un servicio eficiente y confiable utilizando múltiples recursos. Navarro concluyó que las tecnologías libres con código abierto generaban beneficios económicos a gran escala.

En este contexto, el presente estudio tiene como objetivo principal optimizar la gestión de llamadas mediante la integración de una Central Telefónica VoIP con un Sistema global para comunicaciones móviles en el área de Marketing de la UPeU. Los objetivos específicos incluyen mejorar la calidad de las llamadas, reducir el tiempo de espera y disminuir los costos asociados a dichas llamadas.

2 Metodología

El presente estudio, es de tipo aplicativo, ya que se realizó en base a pruebas empíricas. De diseño no observacional, cuasi experimental, ya que se manipuló una variable, pues se reemplazó la central telefónica analógica por una central telefónica VoIP Asterisk, implementando un nuevo sistema de telefonía. (ver figura 1) De corte longitudinal, pues el estudio tuvo tres fases:

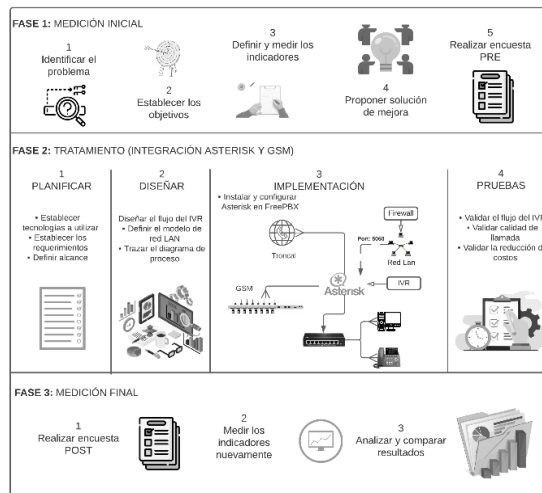


Fig. 1. Estructura de metodología de desarrollo

Medición inicial; donde se realizó un diagnóstico y descripción de la problemática, con el fin de determinar los objetivos que están direccionados a dar solución de dicha problemática, eso permitió identificar los 3 indicadores a tratar (tiempo de espera, calidad de llamada y costos del servicio). Para los dos primeros indicadores se realizaron una encuesta con 2 preguntas de conformidad a 434 usuarios que se contactaron con las áreas de marketing y admisión, estas encuestas se realizaron después de dichas llamadas en el año 2019. Para el indicador de costos, se revisaron los archivos de tesorería para verificar las inversiones realizadas entre mayo y agosto de 2017 y 2019. Luego se elaboraron tablas estadísticas de los datos usando SPSS y Excel.

Se realizó una evaluación sobre cuatro opciones de plataformas: Alcatel, Cisco, Avaya y Asterisk. Para ello se tomaron en cuenta los siguientes aspectos: escalabilidad, seguridad, funcionalidad, calidad de llamada y personalización de IVR (ver tabla 1).

Tabla 1. Ponderación de informe de evaluación de plataformas de telefonía

Plataforma	Estabilidad	Seguridad	Funcionalidad	Costo	Total
Alcatel	0.3	0.4	0.25	0.5	1.2
Cisco	0.9	0.6	0.5	1	3.0
Avaya	0.9	0.6	0.25	1	2.8
Asterisk	0.9	0.8	0.75	1	3.5

Ponderación: 1. Malo, 2. Regular, 3. Bueno, 4. Muy bueno

Ante la necesidad de reducir el costo del servicio en llamadas, se realizó la investigación sobre dispositivos y tecnologías con estas características.

El Sistema Global para las Comunicaciones Móviles (GSM) indudablemente representa una de las mayores proezas en ingeniería de telecomunicaciones debido a su contribución técnica a la arquitectura celular. Este estándar tiene una presencia global que abarca más del 90% del mundo, con una base de usuarios que supera los 8.092 millones en 219 países diferentes, según datos de la GSMA en 2021 (ver figura 2). Además, según el gráfico adjunto, esta cifra sigue en aumento. [19]

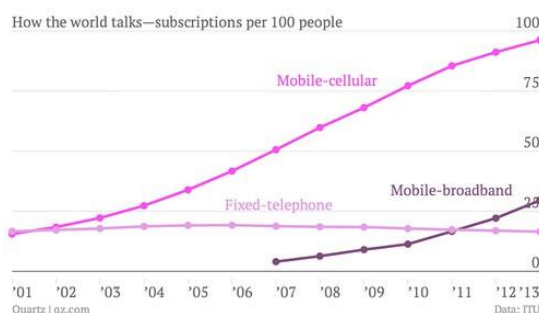


Fig. 2. GSMA 2022

En América Latina, la tecnología móvil predominante es la 4G, con más de 410 millones de conexiones registradas a finales de 2021. La adopción de esta tecnología se ha duplicado considerablemente en los últimos cinco años, impulsada por la expansión de las redes y las iniciativas de los operadores móviles para migrar a los usuarios de redes heredadas. Se proyecta que la adopción de la 4G alcance su punto máximo en 2024, a medida que los consumidores se orienten cada vez más hacia los servicios 5G [20].

Se decidió integrar la solución de un GSM. La elección de los hardware de la marca Lyric GSM resultó apropiada, ya que ofrece una administración sencilla, es compatible con los operadores móviles presentes en el mercado peruano, se integra fácilmente con una central PBX IP o analógica [20], y también es compatible con Asterisk. Esto es especialmente relevante considerando que cuenta con módulos que contribuirán a resolver problemas relacionados con la calidad y los costos de las llamadas, tanto internas como externas a dispositivos móviles. (ver figura 3)

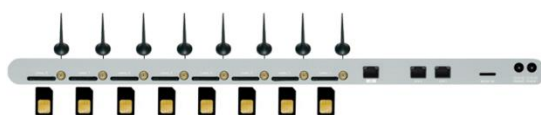


Fig. 4. Lyric GSM

Como vemos en la figura 3, son modelos de tarjeta Sim anexados a números y planes telefónicos, estandarizando el costo mensual, esta tarifa de pago está sujeta a un plan que se renueva mes a mes (ver figura 4), esta tarjeta ayuda a reducir el costo de las salidas de las llamadas.

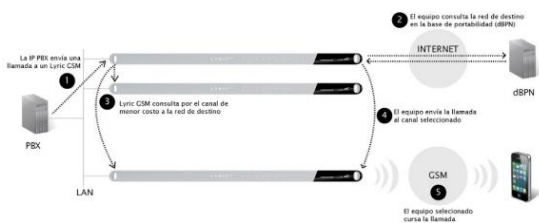


Fig. 3. Integración GSM con Central Telefónica

Tratamiento; En esta fase, se desarrollaron cuatro etapas distintas: planificación, diseño, implementación y prueba. En la etapa de planificación, se definieron los requisitos con el objetivo de seleccionar la tecnología más adecuada. Se evaluaron cuatro opciones, y se optó por Asterisk, considerándolo el más apropiado para los objetivos del presente estudio. Durante la etapa de diseño, se concretó la representación del sistema a implementar u optimizar, elaborando tanto el diagrama del proceso como el menú IVR. En la fase de implementación, se llevaron a cabo dos subetapas. La primera consistió en la implementación del entorno virtual, utilizando el simulador Cisco Packet Tracer para diseñar una topología apropiada para el proyecto. La segunda subetapa abordó la implementación del entorno físico, que incluyó la instalación del diseño del sistema, la configuración del firewall, la instalación de los teléfonos, la configuración de las líneas primarias, la instalación de la tarjeta Sangoma, configuración de troncales y la configuración del IVR. Finalmente, en la etapa de prueba, se llevaron a cabo las primeras llamadas de entrada y salida hacia las áreas de Admisión y Marketing, antes de proceder oficialmente al uso del sistema optimizado

Medición final; En esta etapa, se llevó a cabo una revisión de los tres indicadores: calidad, tiempo y costos, tras la optimización de la gestión de llamadas en las áreas de admisión y marketing de la UPeU. Para evaluar los dos primeros indicadores, calidad y tiempo, se realizaron encuestas idénticas a 434 usuarios que se comunicaron con las áreas de marketing y admisión durante los primeros meses del 2023. En cuanto al indicador de costos, se solicitó información sobre los gastos incurridos en los meses de mayo a agosto de los años 2020 a 2022, permitiendo así la comparación entre las evaluaciones previas y posteriores a la optimización.

Finalmente, se llevó a cabo un análisis comparativo utilizando la prueba estadística t de Student, considerando las encuestas realizadas antes y después de la optimización de la gestión de llamadas. Este proceso se basó en la implementación de una central telefónica VoIP en Asterisk y un sistema GSM en las áreas de admisión y marketing de la universidad mencionada. El propósito fue verificar la presencia de diferencias significativas o mejoras en los indicadores previamente mencionados.

2.1 Zona de intervención

Áreas de admisión y marketing de la UPeU

2.2 Muestra de estudio

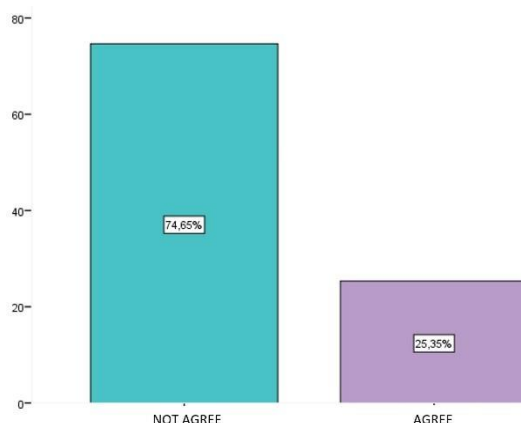


Fig. 5. Evaluación del tiempo de espera, antes de la integración

La muestra de estudio es no probabilística, por conveniencia, fue muestra separada, antes y después de la integración. La encuesta inicial se aplicó a 434 usuarios que se contactaron con

el área de admisión y marketing en el año 2019. De igual forma con la encuesta final, se aplicó a 434 personas, que se contactaron con las mismas áreas en los primeros meses del 2023.

2.3 Instrumentos de Medición

Se llevó a cabo una evaluación para cada indicador, en la cual se determina si el usuario estuvo o no satisfecho con el tiempo de espera para ser atendido y si experimentó o no alguna interferencia durante la llamada. Esta evaluación consta de una pregunta y dos opciones de respuesta.

3 Resultados y Discusión

Los gastos en llamadas que se realizaron de mayo a agosto del 2017 fue un total de S/ 4.314,87, en los mismos meses del año 2018 fue de S/ 8.657,23 y en el 2019 un total de S/ 22.384,90, ascendiendo el costo en un total de S/ 13.727,67 en un solo año, dichos costos superaron los presupuestos planteados anualmente.

3.1 Medición inicial o análisis preliminar

Como fase inicial del estudio, se realizó un diagnóstico general sobre los 3 indicadores de estudio: Tiempo de espera, calidad y costos de llamadas telefónicas, del área de admisión y marketing. Para medir los dos primeros indicadores, se aplicó una encuesta de conformidad (tiempo de espera e interrupciones en las llamadas) a 434 usuarios que se contactaron con las áreas ya mencionadas, y para medir el indicador de costos, se solicitó lo gastos mensuales y anuales de los años de estudio al área de tesorería.

En cuanto al análisis del primer indicador, la pregunta fue enfocada en evaluar el tiempo de espera para ser atendido en las llamadas (ver figura 5), el 74.7% (324) de la muestra de estudio no estuvieron conforme con el tiempo de espera, todo lo contrario, sucedió con el 25.3% (110) quienes mencionaron estar conformes con dicho tiempo de espera.

En cuanto al segundo indicador, calidad de llamadas o si tuvieron alguna interferencia en las llamadas telefónicas a las áreas ya mencionadas (ver figura 6) que solo el 32.3% (140) de los encuestados expresaron que no tuvieron ninguna interferencia en su llamada, sintiéndose conforme en cuanto a la calidad de la llamada, todo lo contrario ocurrió con el 67.7% (294) de muestra, quienes señalaron haber tenido alguna interferencia durante su llamada, sintiéndose inconforme en cuanto a la calidad de la llamada.

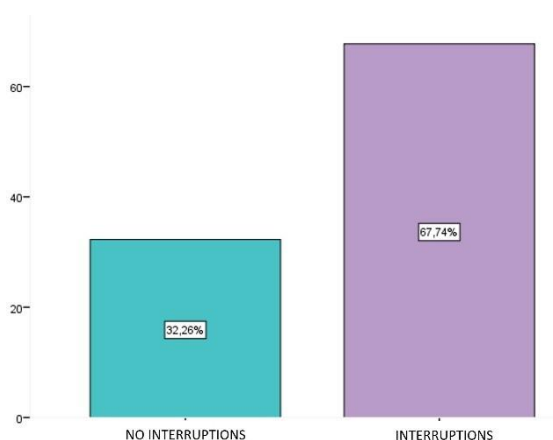


Fig. 6. Evaluación de calidad de llamadas, antes de la integración.

En relación al tercer indicador en medición; costos y presupuestos de las llamadas telefónicas del área de Marketing y Admisión, (ver figura 7) se observan los gastos por pagos de llamadas, de las áreas en mención de los meses de mayo a agosto de los años 2017 al 2019; donde se contempla que el gasto total de los meses mencionados en el 2017 fueron de s/4,314.87, en los mismos meses del año 2018 se realizó un gasto total de s/8,657.23, evidenciándose ya un incremento significativo, sin embargo en los mismo meses del año 2019, el pago de los servicios de llamadas ascendió a s/22,384.90, siendo el incremento más del doble de gastos del año anterior.

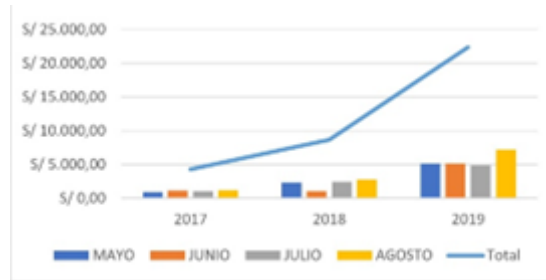


Fig. 7. Costos de llamada del 2017 al 2019, antes de la integración

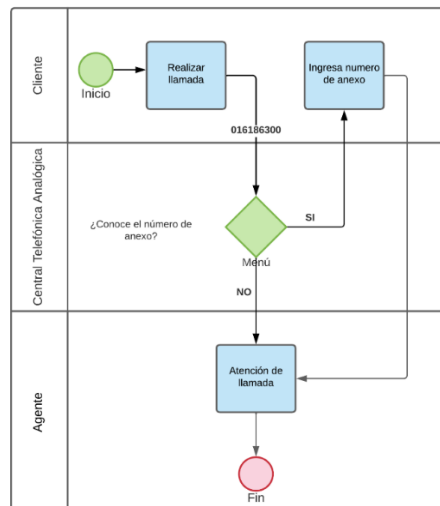


Fig. 8. Diagrama del proceso en los años 2017 al 2019, antes de la integración

Adicionalmente al análisis realizado, se diseñó el flujo del proceso de los años 2017 al 2019 (ver figura 8), donde se percibe cómo es que el agente atiende a los clientes vía llamada telefónica y como es el flujo de llamadas, este es el caso para todo cliente que llamaba a la UPeU.

3.1 Tratamiento o implementación de la mejora

3.1.1. Implementación del entorno virtual

Antes de realizar una implementación se elaboró un modelo en un entorno virtual para la presentación de la solución en Asterisk (ver figura 9), se usó el simulador Cisco Packet Tracer para realizar una topología adecuada a la necesidad de la universidad, se ve el despliegue de la telefonía en las áreas administrativas, facultades, y el área de admisión donde se observó la necesidad de la implementación de un IVR.

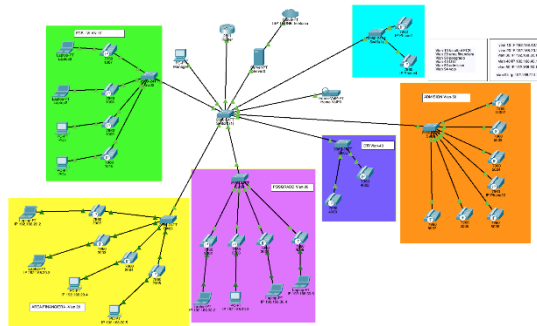


Fig. 9. Simulador Cisco Packet Tracer

3.1.2. Implementación del entorno físico

Asterisk es de código abierto, esto lo convierte en estándar para conmutación de voz y funciones de PBX (Private Branch Exchange) [2]. Asterisk ayuda a construir una plataforma PBX flexible con hardware económico, que es posible mediante el procesamiento de host de TDM y DSP [2][5]. FreePBX es un sistema de administración de PBX de código abierto basado en Asterisk, una plataforma de telefonía de código abierto. FreePBX proporciona una interfaz web gráfica que simplifica la configuración y administración de un sistema de telefonía IP (VoIP) basado en Asterisk. (ver figura 10) Permite a los usuarios implementar fácilmente funciones como extensiones, troncales, enrutamiento de llamadas, correo de voz y más, sin la necesidad de conocimientos avanzados en Asterisk. [8]

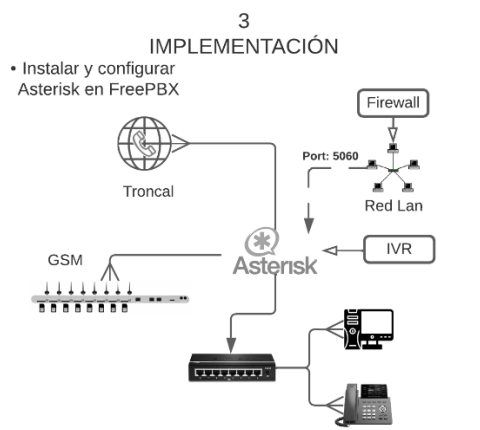


Fig. 10. Funcionamiento lógico FreePBX

Descargado la ISO directamente desde el sitio web de FreePBX y la hemos insertado en una máquina virtual para proceder con la instalación. En el proceso de instalación, optamos por la opción recomendada, que es la instalación de FreePBX 14 (Asterisk 13). Seleccionamos "Graphical Installation – Output to VGA" y elegimos la configuración estándar de FreePBX.

Antes de iniciar la instalación, personalizamos la configuración según nuestras necesidades, especialmente las opciones de red desde "Network & Hostname". Asignamos un nombre al equipo y, en "Configure" > "General", marcamos la interfaz como activa. En "IPv4 Settings", establecemos la dirección IP de manera estática. Guardamos los cambios y continuamos configurando otras opciones según nuestras preferencias. Iniciamos la instalación haciendo clic en "Begin Installation". Durante este proceso, se nos solicita establecer la contraseña para el usuario root en "Root password". Elegimos una contraseña segura y la guardamos, y luego esperamos mientras se completa la instalación. Finalmente usamos en «Reboot» para reiniciar, quitamos la ISO/DVD.

Configuración inicial. Para establecer las extensiones destinadas a ser utilizadas en los softphones, procedemos a través de la sección «Applications» > «Extensions», seleccionamos

«Add Extension» > «Add New PJSIP Extension». Creamos tantas extensiones como sea necesario, asignándoles al menos un número de extensión y una contraseña. En este caso, por ejemplo, crearemos un par de extensiones: la 101 y la 102.

Una vez hayamos creado las extensiones requeridas, podemos guardar la configuración, ahora, en nuestra computadora portátil o equipo, así como en nuestro teléfono, podemos descargar cualquier softphone para utilizar la centralita IP y realizar llamadas de voz IP con ella. Iniciamos sesión con una de las extensiones que acabamos de crear, en este caso, utilizaré la 101. Confirmamos la dirección IP de nuestro FreePBX y el transporte UDP que vamos a utilizar.

Si estamos utilizando un dispositivo móvil o tablet, el proceso es el mismo. Descargamos e instalamos la aplicación del softphone que prefiramos y la configuramos. En este ejemplo en Android, estoy utilizando la extensión 102. Por lo tanto, solo queda marcar el número de extensión 101 y ¡probar la llamada!

Es fundamental mantener FreePBX actualizado y asegurado mediante contraseñas robustas en las extensiones y usuarios. Para actualizar el sistema desde la línea de comandos, puedes utilizar el siguiente comando: **yum update**. En cuanto a la actualización de los módulos desde la interfaz web de FreePBX, sigue estos pasos:

- Accede a la interfaz web de FreePBX.
- Navega a la sección "Admin" > "Updates".
- En la pestaña "Module Updates", selecciona el repositorio (por defecto, Standard).
- Haz clic en "Check Online" para verificar las actualizaciones disponibles.
- Después de la verificación, selecciona todos los módulos que deseas actualizar.
- Haz clic en "Upgrade all" para marcarlos para actualización.
- Finalmente, realiza la actualización haciendo clic en "Process".

Este proceso garantiza que los módulos estén actualizados a la última versión disponible, lo cual es esencial para la seguridad y el rendimiento del sistema FreePBX.

IVR. Se desplegó un menú principal para toda la universidad (ver figura 11) donde abarca las principales áreas académicas y de atención al público; A este menú ingresará todo cliente que llame al número troncal principal, luego podrá elegir entre todas las opciones disponibles según requiera.

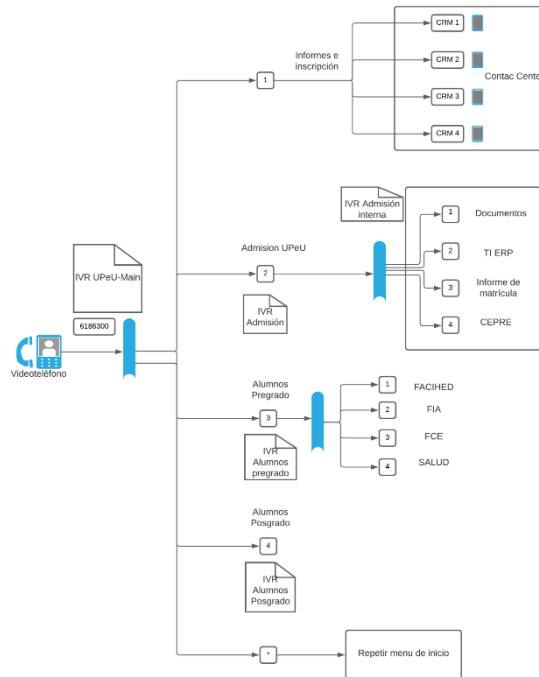


Fig. 11. Menú IVR

3.2 Medición final y comparación entre el antes y después de indicadores

Los resultados descriptivos que se obtuvieron reflejan una notable mejora en los 3 indicadores. Para reflejar esto se realizó gráficos estadísticos, procesando la data obtenida de las encuestas realizadas después de cada llamada, dicha encuesta final se realizó a 434 usuarios que se contactaron con las áreas de marketing y admisión. Por último, se realizó el análisis de presupuestos y gastos de los meses de estudio en paralelo a los 3 últimos años, después de realizar la optimización de la gestión de llamadas. Posterior a ello se realizó un análisis de comparación de t de student para muestras independientes en el estadístico SPSS para verificar si esa diferencia es significativa.

En cuanto al análisis después de la integración del primer indicador, la pregunta fue enfocada en evaluar el tiempo de espera en las llamadas después de la optimización del sistema de llamadas (ver figura 12), el 79.9% (347) de la muestra de estudio estuvo conforme con el tiempo de espera en la llamada que realizaron, mientras que el 20.1% señaló no estar conforme con el tiempo de espera en dichas llamadas. Se evidencia que el porcentaje de conformidad en el tiempo de espera de las llamadas ascendió en un 54.6% entre la encuesta del antes al después, dando entender que las llamadas ingresan de manera rápida a sus destinatarios, sin tener un tiempo prolongado de conexión.

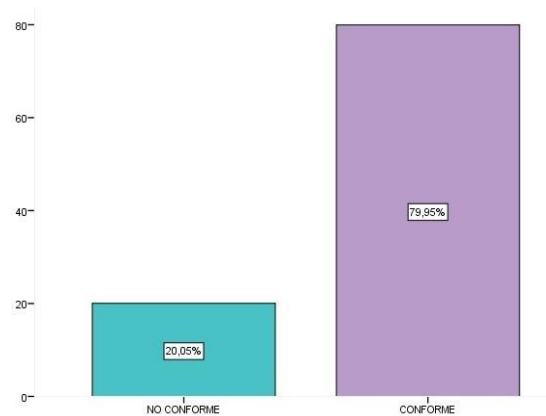


Fig. 12. Evaluación de tiempo de espera, después de la integración

En cuanto al segundo indicador, la pregunta fue enfocada en evaluar la calidad o interferencias de las llamadas, después de la optimización del sistema. En relación a ello (ver figura 13), el 77% (334) de los encuestados expresaron que no tuvieron ninguna interferencia en su llamada, sintiéndose conforme en cuanto a la calidad de la llamada, mientras que el 23% (100) restante señalaron haber tenido alguna interferencia durante su llamada, sintiéndose inconforme en cuanto a la calidad de la llamada. Se evidencia que el porcentaje de sin interrupciones en las llamadas ascendió en un 44.7% entre la encuesta del antes al después, dando a entender que la calidad de llamada ha mejorado con la optimización del sistema de llamadas.

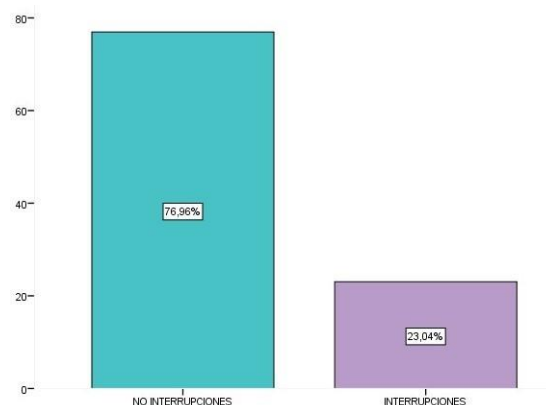


Fig. 13. Evaluación de Calidad de llamadas, después de la integración

En relación con el tercer indicador en medición después de la integración de los costos y presupuestos de las llamadas telefónicas del área de Marketing y Admisión, (ver figura 14) se observan los gastos que se realizaron en cuanto al servicio de llamadas de las áreas ya mencionadas, de los meses de mayo a agosto de los años 2020 a 2022. Se percibe que los gastos mensuales no variaron y que fueron solo de s/179.48, haciendo un total de s/717.92 en 4 meses de un año, no se percibieron incrementos o disminuciones en dichos costos, manteniéndose un mismo costo mensual y anualmente, además de evidenciarse una disminución significativa entre los gastos del 2020 a 2022 y los que se realizaron en los años 2017 al 2019.

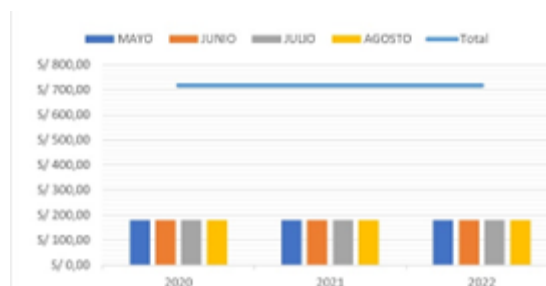


Fig. 14. Costos de llamada del 2020 a 2022, después de la integración

En los resultados descriptivos se evidenciaron cambios y diferencia resaltantes en los tres indicadores de medición entre el antes y después de la optimización de la gestión de llamadas, basado en la integración de una central telefónica VoIP en Asterisk y un GSM.

Se realizó el análisis de comparación de t de student para muestras independientes con el fin de comprobar si esa diferencia o cambios de resultados entre el antes y después de los indicadores son significativos o no.

Por lo que se percibe en la figura 5 y 12, que existe una diferencia significativa en el porcentaje de conformidad sobre el tiempo de espera en las llamadas, entre la evaluación del antes y la evaluación del después, evidenciando que la conformidad del tiempo de espera de las llamadas en la evaluación del antes (M= 1.25; DE=.435) es distinto a la conformidad de la evaluación del después (M= 1.80 DE=.401)

después de la integración del sistema de llamadas en las áreas de intervención. Además, se evidencia que esa mejora en el tiempo de espera en las llamadas es altamente significativa (t=-19.221; p=0.000). (Ver tabla 2)

De igual forma, se observa en el segundo indicador, ya que existe una diferencia significativa entre el porcentaje de

existencias de interferencias en las llamadas de la evaluación del antes y después de la integración del sistema de llamada. Concluyendo que la mejora en la calidad de las llamadas en cuanto a interrupciones ha mejorado entre la evaluación del antes (M=1.68; DE=.468) y la del después (M=1.23; DE=.422) de la optimización, percibiendo que dicha diferencia o mejora en la conformidad de la calidad de llamadas es altamente significativa (t=14.784; p=0.000). (ver tabla 3)

Tabla 2. Estadísticos de prueba

Grupo		N	Media	Desviación estándar	Media de error estándar
Tiempo de espera en las llamadas	ANTES EVALUACIÓN	– 434	1.25	.435	.021
	DESPUÉS EVALUACIÓN	– 434	1.80	.401	.019
Interferencia en las llamadas	ANTES EVALUACIÓN	– 434	1.68	.468	.022
	DESPUÉS EVALUACIÓN	- 434	1.23	.422	.020

Tabla 3. Prueba T de student para muestras independiente

	Prueba de Levene de calidad de varianzas	Prueba t para la igualdad de medias
--	---	--

			F	Sig	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Diferencia de error estándar
Tiempo de esperas en las llamadas	Se asumen varianzas iguales	14.0	.000	-19.22	866	.000	-.546	.028	
	No se asumen varianzas iguales	12		19.22	860.102	.000	-.546	.028	
Interferencias en las llamadas	Se asumen varianzas iguales	37.1	.000	14.78	866	.000	.447	.030	
	No se asumen varianzas iguales	82		14.78	856.720	.000	.447	.030	

Finalmente, se ha puesto en práctica el flujo general del IVR de la central telefónica (ver figura 15). En esta representación, observamos una mejora sustancial que incorpora todas las ventajas ofrecidas por Asterisk. Este diagrama proporciona una visión general coherente con la idea originalmente propuesta. En el cuadro siguiente, se presenta el diagrama general del proceso una vez optimizado.

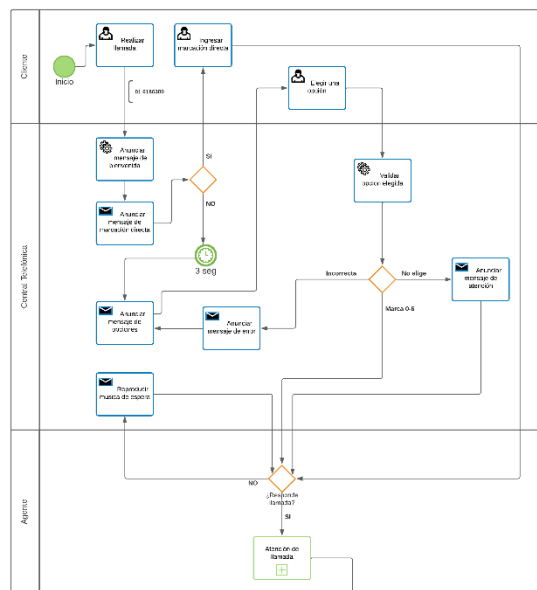


Fig. 15. Proceso de atención al cliente optimizado

4 Conclusiones

De la presente investigación, podemos llegar a las siguientes conclusiones:

Se logró la optimización de la gestión de las llamadas telefónicas basado en la integración de la Central Telefónica VoIP en GSM, significando haber cumplido con el objetivo principal de esta investigación.

Se logró disminuir el tiempo de espera en las llamadas que se realizan del o al área de Marketing y Admisión, gracias al eficiente menú IVR, el resultado de la encuesta realizada a los clientes se ve demostrada en la figura 12.

Se logró disminuir la interferencia de las llamadas, mejorando la calidad de estas. Por lo que se realizó una encuesta de satisfacción final a los usuarios que se contactaron con las áreas de Marketing y Admisión de la UPeU, cuyos resultados se evidencian en la figura 13.

Se logró reducir los costos de S/22,384.90 en 2019 a S/717.92 en 2022, logrando así controlar el costo mensual (S/179.48) haciéndolo estable hasta la actualidad, como se ve reflejado en la figura 14.

Referencias

1. **Bryant, Madsen, Van Meggelen, (2013).** Asterisk The Definitive Guide, http://www.asteriskdocs.org/en/3rd_Edition/asterisk-book-html-chunk/index.html
2. **Villareal, E. R., Toledo, R. A., & Guzmán, J. D. (2017).** Comparación de la telefonía IP frente a la telefonía analógica mediante un estudio de costos, recursos e inclusión de nuevos servicios que se utilizarían en una posible implementación de la telefonía IP dentro de la Universidad Mariana, <https://revistas.umariana.edu.co/index.php/BoletinInformativoCEI/article/view/1295/1236>
3. **Muharman L., Chandra W.(2020).** Analysis of Customer Satisfaction in Go-Food Services: Customer Relationship Management. 2020 8th International Conference on Cyber and IT Service Management, pp.1-8, DOI: 10.1109/CITSM50537.2020.9268855.
4. **Maria Lira M.(2009).** ¿Cómo puedo mejorar el servicio al cliente? <https://www.eumed.net/libros-gratis/2009c/600/index.htm>
5. **Khan M. A., Shahriar K. M. (2015).** ASTERISK Based Open Source IP-PBX System for Accountable Customer Support Service. Proc. - 2015 3rd Int. Symp. Comput. Bus. Intell. ISCBI 2015,pp.85–88,2016,DOI: 10.1109/ISCBI.2015.22.
6. **Sartika Kurniali, Titan(2015).** Customer Service Information System for a Call Center. Procedia Computer Science, 59, 298-304. DOI: 10.1016/j.procs.2015.07.569
7. **Fjermestad, J., Passerini, K., Patten, K., Bartolacci, M., & Ullman, D. (2006).** Moving Towards Mobile Third Generation Telecommunications Standards: The Good and Bad of the 'Anytime/Anywhere' Solutions. Solutions. Communications of the Association for Information Systems, 17, pp-pp. DOI: 10.17705/1CAIS.01703
8. **G. B. Puente (2015).** Elastix Unified Communications Server Cookbook. <https://api.semanticscholar.org/CorpusID:111514668>
9. **Sangoma (2014).** FreePBX. <https://www.freepbx.org/>
10. **Mike Wilson. (2022).** ¿Qué es FreePBX?. <https://www.voipphonesupply.com/what-is-freepbx/>
11. **Alshemmary, E.N., Al-Musawi, B. (2012).** Low Cost VoIP Architecture Using Open Source Software Component in Tertiary Institutions. Communication Systems and Computer Science DOI: 10.24297/ijct.v3i1a.2721
12. **Víctor Jáuregui (2016).** El 25% de líneas telefónicas en el Perú operan con tecnología VoIP. Optical Networks. <https://gestion.pe/tecnologia/25-lineas-telefonicas-peru-operan-tecnologia-voip-112653-noticia/>
13. **Romero, J.A., Jiménez., L.P., Alvarado, M.C., Caraguay, Á.L., López, L.I. (2018).** Comparativa del avance en desarrollo en las telecomunicaciones entre Ecuador y Bolivia. Political Science. CD, vol. 2, n.º 3, pp. 10-27 DOI: 10.33262/cienciadigital.v2i3.134
14. **Portal, B.P., Becerra, D.A. (2018).** Integración de las tecnologías de telefonía IP avaya y asterisk para la comunicación telefónica en la Corte Superior de Justicia de Cajamarca – Sede Baños del Inca, 2017. <http://repositorio.upagu.edu.pe/handle/UPAGU/552>
15. **Huamán Aranda L. J. (2020).** Diseño y prototipo de una central telefónica con un servidor Asterisk para mejorar la comunicación entre los miembros de la comunidad Universitaria. <https://hdl.handle.net/20.500.13080/5917>
16. **Velásquez Bello L. F. (2020).** Implementación de un sistema de telefonía IP basada en asterisk para la empresa oceano seafood SA - Lima; 2020. <https://hdl.handle.net/20.500.13032/18477>

17. **Quintana Cruz D. (2006).** Diseño e implementación de una red de telefonía IP con software libre en la RAAP. <http://hdl.handle.net/20.500.12404/205>
18. **Moposita, N., & Gabriela, M. (2012).** Central de Telefonía IP con servidor Asterisk para la optimización de las comunicaciones en la empresa COMUNIKT CEHER S.A. <http://repositorio.uta.edu.ec/handle/123456789/2367>
19. **GSMA. (2022).** América Latina 2022 La Economía Móvil en Contenidos. www.gsmainelligence.com
20. **GSMA. (2022).** Mobile Economy Latin America and the Caribbean 2022. https://www.gsma.com/mobileeconomy/wp-content/uploads/2022/11/SPANISH_GSMA_LATAM_ME2022_R_Web.pdf

Evidencia de sumisión

The screenshot shows the 'Active Submissions' page of the journal 'Computación y Sistemas'. The page includes a navigation menu, a breadcrumb trail, and a table of submissions. A red circle highlights the 'STATUS' column of the table, which shows 'IN REVIEW' for the submission with ID 4834.

ISSN: 2007-9737

HOME ABOUT USER HOME SEARCH CURRENT ARCHIVES ANNOUNCEMENTS

Home > User > Author > Active Submissions

Active Submissions

ACTIVE		ARCHIVE							
ID	MM-DD SUBMIT	SEC	AUTHORS	TITLE					STATUS
4834	2024-02-08	ART	Saboya, Chunga, Herrera, Asin	VOIP AND MOBILE COMMUNICATIONS INTEGRATION FOR CALL...					IN REVIEW

1 - 1 of 1 Items

Start a New Submission
[CLICK HERE](#) to go to step one of the five-step submission process.

ISSN: 2007-9737

Copia de la resolución de inscripción del perfil de proyecto de tesis en formato artículo aprobado por el consejo de facultad correspondiente

“AÑO DEL FORTALECIMIENTO DE LA SOBERANÍA NACIONAL”

RESOLUCIÓN N° 0313-2022/UPeU-FIA-CF-T

Lima, Ñaña 12 de abril de 2022

VISTO:

El expediente de **Marco Bernabe Chunga Oqueña**, identificado(a) con Código Universitario N° 201710149 y **Valentin Victor Herrera Blancas**, identificado(a) con Código Universitario N° 200720020, de la Escuela Profesional de Ingeniería de Sistemas de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura de la Universidad Peruana Unión;

CONSIDERANDO

Que la Universidad Peruana Unión tiene autonomía académica, administrativa y normativa, dentro del ámbito establecido por la Ley Universitaria N° 30220 y el Estatuto de la Universidad;

Que la Facultad de Ingeniería y Arquitectura de la Universidad Peruana Unión, mediante sus reglamentos académicos y administrativos, ha establecido las formas y procedimientos para la aprobación e inscripción del perfil de proyecto de tesis en formato artículo y la designación o nombramiento del asesor para la obtención del título profesional;

Que **Marco Bernabe Chunga Oqueña** y **Valentin Victor Herrera Blancas**, han solicitado: la inscripción del perfil de proyecto de tesis titulado "Implementación de una Central Telefónica VOiP basado en Asterisk para la mejora de la gestión telefónica de la Universidad Peruana Unión" y la designación del Asesor, encargado de orientar y asesorar la ejecución del perfil de proyecto de tesis en formato artículo;

Estando a lo acordado en la sesión del Consejo de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura de la Universidad Peruana Unión, celebrada el 12 de abril de 2022, y en aplicación del Estatuto y el Reglamento General de Investigación de la Universidad;

SE RESUELVE:

Aprobar el perfil de proyecto de tesis en formato artículo titulado "**Implementación de una Central Telefónica VOiP basado en Asterisk para la mejora de la gestión telefónica de la Universidad Peruana Unión**" y disponer su inscripción en el registro correspondiente, designar a **Mg. Fernando Manuel Asin Gomez** como ASESOR para que oriente y asesore la ejecución del perfil de proyecto de tesis en formato artículo el cual fue dictaminado por: **Mg. Fredy Abel Huanca Torres** y **Mg. David Leandro Orrego Granados**, otorgándoles un plazo máximo de doce (12) meses para la ejecución.

Regístrese, comuníquese y archívese.




Dra. Erika Inés Acuña Salinas
DECANA




Dr. Santiago Ramírez López
SECRETARIO ACADÉMICO

CC:
-Interesado
Asesor
Dirección General de Investigación
Archivo

