Universidad Latina Campus San Pedro

Facultad de Tecnologías de Información

Escuela de Tecnologías de Información para la Gestión de los Negocios

Licenciatura en Tecnologías de Información para la Gestión de los Negocios

Seminario de graduación

Tema:

Propuesta de unificación de servicios telefónicos con tecnología VoIP para la Universidad Estatal a Distancia de Costa Rica sede central y demás sedes.

Estudiante:

Erick Ulises López Agüero

Tabla de contenido

Tabla de contenido 2
Sección Preliminar 6
Hoja de aprobación del Tribunal Examinador 6
Declaración jurada del estudiante 7
Carta de la(s) organizaciones involucrada(s) 8
Agradecimientos 9
Dedicatoria 10
Epígrafe 11
Resumen 12
Capítulo 1. Generalidades del proyecto 14
1.1 Introducción 15
1.2 Antecedentes del problema 16
1.3 Justificación 18
1.4 Planteamiento del problema 19
1.5 Viabilidad 19
1.6 Objetivos 21
1.7 Delimitación, alcances o cobertura 22
1.8 Restricciones o limitaciones 22
Capítulo 2: Marco Contextual y Teórico 24
2.1 Marco situacional 25
2.2 Base teórica y técnica del análisis 26
Alcance investigativo 31
Enfoque 32
Población y muestreo 32
Instrumentos de recolección de datos 33
Capítulo 3: Diagnóstico y estado actual 34
3.1 Instrumentos utilizados 35
3.2 Análisis de resultados 36
3.3 Sistematización de Hallazgos 47
Capítulo 4: Propuesta de cambio 50
4.1 Introducción a la propuesta de cambio 51
4.2 Objetivos general y específicos de la propuesta 64

Objetivo general 64
4.3 Descripción del escenario deseado 65
4.4 Plan para el cambio 74
Capítulo 5: Conclusiones y Recomendaciones 78
Glosario 83
Bibliografía referenciada 86
Anexos 91

Índice de Ilustraciones

ILUSTRACIÓN 1 DIAGRAMA ACTUAL DE RED VOIP UNED SEDE CENTRAL Y SEDES UNIVERSITARIAS. 17
ILUSTRACIÓN 2 NUBE DE PALABRAS. 27
ILUSTRACIÓN 3 MAPA CONCEPTUAL BASADA EN LA TERMINOLOGÍA SOBRE VOIP. 30
ILUSTRACIÓN 4 FORMULA PARA CALCULAR LA MUESTRA. 32
ILUSTRACIÓN 5 CÁLCULO DEL TAMAÑO DE LA MUESTRA. 33
ILUSTRACIÓN 6 RECUENTO DE PRIMERA PREGUNTA DE LA ENCUESTA. 36
ILUSTRACIÓN 7 RECUENTO DE SEGUNDA PREGUNTA DE LA ENCUESTA. 37
ILUSTRACIÓN 8 RECUENTO DE LA TERCERA PREGUNTA DE LA ENCUESTA. 38
ILUSTRACIÓN 9 RECUENTO DE LA TERCERA PREGUNTA DE LA ENCUESTA. 38
ILUSTRACIÓN 10 RECUENTO DE LA QUINTA PREGUNTA DE LA ENCUESTA. 39
ILUSTRACIÓN 11 RECUENTO DE LA SEXTA PREGUNTA DE LA ENCUESTA. 40
ILUSTRACIÓN 12 RECUENTO DE LA SÉPTIMA PREGUNTA DE LA ENCUESTA. 40
ILUSTRACIÓN 13 RECUENTO DE LA OCTAVA PREGUNTA DE LA ENCUESTA. 41
ILUSTRACIÓN 14 RECUENTO DE LA NOVENA PREGUNTA DE LA ENCUESTA. 42
ILUSTRACIÓN 15 RECUENTO DE LA DÉCIMA PREGUNTA DE LA ENCUESTA. 42
ILUSTRACIÓN 16 RECUENTO DE LA DÉCIMO PRIMERA PREGUNTA DE LA ENCUESTA. 43
ILUSTRACIÓN 17 RECUENTO DE LA DÉCIMO SEGUNDA PREGUNTA DE LA ENCUESTA. 44
ILUSTRACIÓN 18 RECUENTO DE LA DÉCIMO TERCERA PREGUNTA DE LA ENCUESTA. 44
ILUSTRACIÓN 19 RECUENTO DE LA DÉCIMO CUARTA PREGUNTA DE LA ENCUESTA. 45
ILUSTRACIÓN 20 RECUENTO DE LA DÉCIMO QUINTA PREGUNTA DE LA ENCUESTA. 46
ILUSTRACIÓN 21 RECUENTO DE LA DÉCIMO SEXTA PREGUNTA DE LA ENCUESTA. 46
ILUSTRACIÓN 22 DIAGRAMA DE LA TOPOLOGÍA DE RED VOIP PROPUESTA. 66
ILUSTRACIÓN 23 CONFIGURACIÓN DE TRONCAL SIP EN ISSABEL PARTE 1. 69
ILUSTRACIÓN 24 CONFIGURACIÓN DE TRONCAL SIP EN ISSABEL PARTE 2. 69
ILUSTRACIÓN 25 CONFIGURACIÓN DE TRONCAL SIP EN ISSABEL PARTE 3 70
ILUSTRACIÓN 26 CONFIGURACIÓN DE TRONCAL SIP EN ISSABEL PARTE 4. 70
ILUSTRACIÓN 27 CONFIGURACIÓN DE RUTAS SALIENTES ISSABEL PARTE 1. 71

Ilustración 28 Configuración de rutas salientes Issabel parte 2. 71
Ilustración 29 Configuración de rutas salientes Issabel parte 3. 71
Ilustración 30 Creación de extensiones en Issabel parte 1. 72
Ilustración 31 Creación de extensiones en Issabel parte 2. 72
Ilustración 32 Creación de extensiones en Issabel parte 3. 72

Índice de Tablas

Tabla 1 Literatura consultada..... 28
Tabla 2 Plan anual 3CX. 53
Tabla 3 Pan Perpetuo 3CX 53
Tabla 4 Servicios 3CX..... 54
Tabla 5 Requisitos de Hardware 3CX 54
Tabla 6 Costo de Appliance Call Manager..... 56
Tabla 7 Servicios de Call Manager 57
Tabla 8 Especificaciones de Appliance 57
Tabla 9 Costo de Appliance FreePBX 58
Tabla 10 Servicios de FreePBX 59
Tabla 11 Especificaciones de Hardware FreePBX 59
Tabla 12 Costo de Appliance IssabelPBX..... 61
Tabla 13 Servicios de IssabelPBX 61
Tabla 14 Especificaciones de Hardware IssabelPBX 62
Tabla 15 comparación de hardware de las soluciones empresariales VoIP con soporte de extensiones entre los 1000 a los 2000 62
Tabla 16 Comparación de Soluciones VoIP en escalabilidad, servicios y costos. 63
Tabla 17 Especificaciones de Issabel para la propuesta. 65
Tabla 18 Soluciones de dispositivos para configuración de extensiones. 73
Tabla 19 Costos de la telefonía actual de la UNED. 74
Tabla 20 Costo de Propuesta Sugerida. 75
Tabla 21 Retorno de inversión con la solución propuesta 76

Índice de Anexos

Anexo A Encuesta de Servicios de Telefonía de la UNED 92
Anexo B Especificaciones de Appliance de IssabelPBX 98
Anexo C Especificaciones de teléfono IP..... 99
Anexo D Oferta de SIP Trunk ICE 100
Anexo E Costo de líneas de telefonía convencional 100
Anexo F Costo de Softphone Zoiper. 101
Anexo G Tipo de Cambio del dólar según el Banco Centra de Costa Rica. 101
Anexo H Salrio Base de un Ingieniero 102
Anexo I Calculadora para conocer el Retorno de Inversión 103

ANEXO J PLAN PARA EL CAMBIO..... 104

Sección Preliminar

Hoja de aprobación del Tribunal Examinador

Este Proyecto de Graduación fue aprobado por el Tribunal Examinador de la carrera de **TECNOLOGÍAS DE INFORMACIÓN PARA LA GESTIÓN DE LOS NEGOCIOS,** requisito para optar por el grado **LICENCIATURA.**

_____ _____

Fauricio Conejo Navarro **Yorlin Gerardo Blanco Robles**

Tutor **Lector #1**

_____

Alexander Jiménez Méndez

Lector #2

Declaración jurada del estudiante

"Carta autorización del autor (es)
para uso didáctico del Trabajo Final de Graduación"

Vigente a partir del 31 de Mayo de 2016, revisada el 24 de Abril de 2020

Instrucción: Complete el formulario en PDF, imprima, firme, escanee y adjunte en la página correspondiente del Trabajo Final de Graduación.

Yo (Nosotros):
Escriba Apellidos, Nombre del Autor(a). Para más de un autor separe con " ; "

Yo: Lôpez Agüero,Erick Ulises

De la Carrera / Programa:
autor(es) del trabajo final de graduación titulado:

De la Carrera:Tecnologias de Información para la Gestión de los Negocios
Autor del trabajo final de graduación titulado: Propuesta de unificación de servicios telefónicos con tecnología VoIP para la Universidad Estatal a Distancia de Costa Rica sede central y demás sedes.

Autorizo (autorizamos) a la Universidad Latina de Costa Rica, para que exponga mi trabajo como medio didáctico en el Centro de Recursos para el Aprendizaje y la Investigación (CRAI o Biblioteca), y con fines académicos permita a los usuarios su consulta y acceso mediante catálogos electrónicos, repositorios académicos nacionales o internacionales, página Web institucional, así como medios electrónicos en general, Internet, intranet, DVD, u otro formato conocido o por conocer; así como integrados en programas de cooperación bibliotecaria académicos, que permitan mostrar al mundo la producción académica de la Universidad a través de la visibilidad de su contenido.

De acuerdo a lo dispuesto en la Ley No. 6683 sobre derechos de autor y derechos conexos de Costa Rica, permita copiar, reproducir o transferir información del documento, conforme su uso educativo y debiendo citar en todo momento la fuente de información; únicamente podrá ser consultado, esto permitirá ampliar los conocimientos a las personas que hagan uso, siempre y cuando resguarden la completa información que allí se muestra, debiendo citar los datos bibliográficos de la obra en caso de usar información textual o paráfrasis de la misma.

La presente autorización se extiende el día (Día, fecha) 22 del mes Septiembre de año 2020 a las 5:00 p,m . Asimismo doy fe de la veracidad de los datos incluidos en el documento y eximo a la Universidad de cualquier responsabilidad por su autoría o cualquier situación de perjuicio que se pudiera presentar.

Firma(s) de los autores
Según orden de mención al inicio de ésta carta:

UNIVERSIDAD LATINA DE COSTA RICA

Carta de la(s) organizaciones involucrada(s)

CARTA AVAL

San José, Costa Rica. 19-03-2020.

Estimado Coordinador:

La Dirección de Tecnología Información y Comunicaciones de la Universidad Estatal a Distancia se complace en extender su aval a la solicitud del Sr. Erick Ulises López Agüero para realizar su TFG que lleva como título "Propuesta de unificación de servicios telefónicos con tecnología VoIP para la Universidad Estatal a Distancia de Costa Rica sede central y demás sedes." Propuesta que se realizará durante los meses de mayo - agosto del 2020.

La propuesta que desea presentar el Sr. Erick López Agüero es muy valiosa para la UNED porque permitirá valorar su trabajo como una posible solución a la descentralización de los servicios de telefonía que presenta la UNED hoy día tanto en su sede central como en sus demás sedes en Costa Rica.

Por lo anterior nos comprometemos a brindarle todo el apoyo que el Sr. López necesite para la realización de su TFG por ejemplo:

- Un espacio físico donde cuenta con conexión a internet.
- Acceso a las centrales telefónicas tanto de sede central como demás sedes.
- Reuniones con personal que ha sido parte del proceso de despliegue de los servicios de telefonía de VOIP.

Como resultado, de este trabajo de investigación el Sr. Erick López Agüero se compromete a entregar la propuesta de unificación de servicios de telefónicos con tecnología VOIP.

Sin más que agregar se despide; Francisco Durán Montoya, Director de la Dirección de Tecnología Información y Comunicaciones de la UNED.

FRANCISCO IVAN DURAN MONTOYA (FIRMA)

Firmado digitalmente por FRANCISCO IVAN DURÁN MONTOYA (FIRMA) Fecha: 2020.03.19 15:26:20 -06'00'

Francisco Durán Montoya
Director
Universidad Estatal a Distancia
2234-3236

Agradecimientos

Agradezco primeramente a Dios por estar conmigo en todo tiempo, por darme la oportunidad de estudiar y llegar hasta este punto. Seguidamente le agradezco a los miembros de mi familia que me han apoyado e impulsado para nunca dejar mis estudios y, por último, pero no menos importante, a todas las personas que han estado conmigo en la elaboración de este trabajo.

Dedicatoria

Le dedico este trabajo a mi familia, quienes con ayuda de Dios me han instruido por el buen camino y me han impulsado a soñar y a creer que, con esfuerzo, perseverancia y dedicación, los sueños se hacen realidad y que sin importar qué tan difícil se pueda ver el camino hacia la meta, con ayuda de Dios todo es posible.

Epígrafe

“Creo que este es el mejor consejo: piensa constantemente cómo podrías hacer mejor las cosas.”

Elon Musk

Resumen

Este trabajo fue realizado con el fin de colaborar con la Unidad de Infraestructura Tecnológica de la Universidad Estatal a Distancia (en adelante UNED), una de las universidades públicas de Costa Rica, con el objetivo de poder presentar a la administración una propuesta de unificación de los servicios de telefonía para la sede central de la UNED de Costa Rica y sus sedes, utilizando la tecnología de Voz sobre IP (en adelante VoIP).

Actualmente la universidad cuenta tanto con telefonía analógica como con telefonía IP en sede central y en siete de sus sedes, lo que implica que en las treinta sedes restantes solo cuentan con telefonía analógica. Esto porque inicialmente la telefonía IP, en el caso de sede central, se instaló como un piloto que sirviera de *call center* para apoyar en periodos de matrícula. Posteriormente se comenzó a utilizar para proporcionar extensiones a funcionarios que no contaban con una extensión de teléfono convencional.

En el caso de las sedes universitarias, se pretendía instalar centrales locales IP, sin embargo, después de comprar la séptima central IP el proveedor informa que ya no venderán más las centrales porque el sistema que contienen deja de ser basado en *software* libre y pasaría a ser un sistema de paga.

La descentralización de la telefonía en la UNED trae consigo algunos problemas, que en ocasiones impiden una correcta comunicación con estudiantes, funcionarios, proveedores y público en general. Estos problemas se generan al no contar con un número específico donde se pueda llamar para comunicarse con

cualquier centro universitario o cualquier dependencia de la UNED, un mayor tiempo ante la atención de averías, entre otros aspectos.

Por lo anterior, en busca de mejorar el servicio de telefonía de la UNED, en este trabajo se analizan soluciones de telefonía con tecnología IP que permitan realizar una propuesta que dé una posible solución a las carencias que presenta el sistema de telefonía actual.

Capítulo 1. Generalidades del proyecto

1.1 Introducción

Los servicios dentro de una entidad están en constante transformación y en definitiva los servicios de telefonía no son la excepción, cada vez más se necesita de un sistema de telefonía de calidad en cuanto a servicios se refiere, que este sistema cuente con una escalabilidad a grandes dimensiones, pero sin que esto signifique un gran incremento en los costos organizacionales.

Bajo esta premisa nace este trabajo final de graduación con el fin de crear una propuesta que busca la unificación de servicios de telefonía de tecnología VoIP para la sede central y demás sedes de la UNED. Esta propuesta va dirigida a las autoridades de dicha universidad, con el finde que puedan conocer los beneficios que podría traer una unificación de servicio de telefonía a la institución en cuanto a costos, escalabilidad y servicios se refiere.

Actualmente, en la universidad se cuenta con telefonía tanto analógica o convencional como con telefonía IP, lo que implica no solo un mayor tiempo en la atención de averías, sino tambien un incremento en cuanto a los costos de este servicio.

Como resultado final de este trabajo se tendrá una propuesta donde se verán las ventajas que tiene la telefonía IP en comparación con la telefonía convencional, las ventajas que podría tener la UNED en cuanto escalabilidad, costo y servicio en los servicios de telefonía y la diagramación del diseño de la propuesta.

1.2 Antecedentes del problema

Hace unos años la UNED implementó una central telefónica IP para la sede central como un plan piloto de *call center* que serviría para los periodos de matrícula. Posteriormente este sistema se convertiría en más que un plan piloto, ya que ayudaría a que las personas que no contaban con una extensión de telefonía tradicional tuvieran acceso a una extensión por medio de la telefonía IP y así poder tener comunicación con el resto de la comunidad universitaria vía telefónica.

En paralelo con la central telefónica IP principal de sede central, se instala otra central telefónica IP para conectar la central analógica Meridian contra la central telefónica IP configurada para *call center*, con el objetivo de contar con comunicación a lo interno de una central telefónica a otra.

Después de un año aproximadamente, en un momento dado, para prevenir un posible colapso de la central IP, se decide crear otra central IP que actuaría como central IP secundaria de la ya existente, para atender las solicitudes de extensiones nuevas de los funcionarios que en ese entonces no contaban con una extensión y requerían una, al mismo tiempo se configura otra central telefónica IP con el objetivo de que funcionara como servidor para envío de mensajes de texto (SMS).

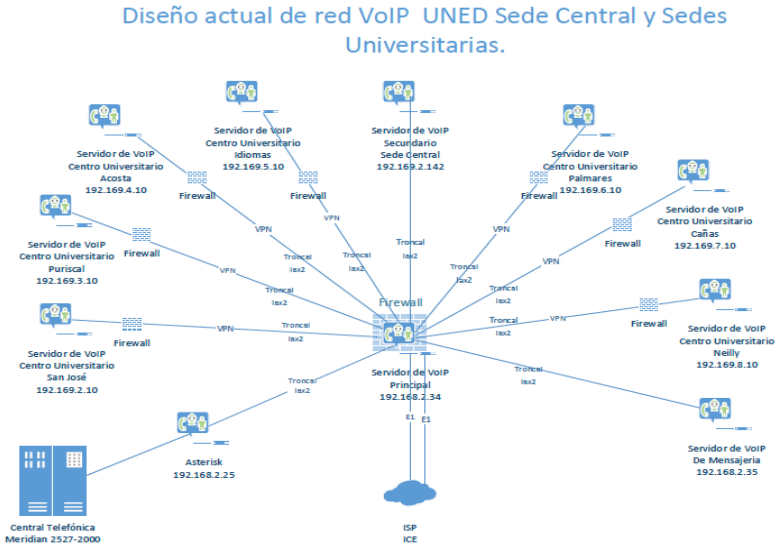
En 2019, ante la construcción de un edificio nuevo en el campus central de la universidad y sin la posibilidad de contar con telefonía analógica para los funcionarios que se mudaran a este edificio, se decide entregar extensiones IP, ante este panorama se toma la decisión de migrar el servidor que aloja la central IP secundaría con el objetivo de crear una central IP virtual que contara con más

recursos que el servidor físico donde se encontraba inicialmente y así poder incrementar el número de extensiones sin perjudicar la calidad del servicio.

Por otro lado, pensando en un despliegue de telefonía IP en las demás sedes, se realizan compras de centrales telefónicas mini para contar con una central IP local por centro universitario, que permitiera la integración de las líneas analógicas del centro universitario y una comunicación con la central IP principal de sede central por medio de VPN, así los funcionarios de los centros universitarios podrían realizar llamadas que salieran por Sabanilla y así contar con más líneas que les permitiera realizar y recibir llamadas.

Sin embargo, después de adquirir siete de estas centrales IP, el proveedor le comunica a la institución que dejarán de vender las centrales IP ya que la marca Elastix había sido adquirida por una empresa privada y por esta razón ya no podían vender esta solución con *software* que hasta ese momento era *software* libre. A continuación, un diagrama del diseño actual de la telefonía IP de la UNED (ver la Ilustración 1)

Ilustración 1 Diagrama actual de red VoIP UNED Sede Central y Sedes Universitarias.



Fuente: Elaboración propia.

1.3 Justificación

La propuesta de unificación de servicios telefónicos con tecnología VoIP para la UNED de Costa Rica, sede central y demás sedes, ayudaría a concentrar los servicios de telefonía en su gran mayoría en la sede central, lo que permitiría una respuesta pronta ante las averías, ya que no habría necesidad de trasladar al personal a las diferentes sedes en caso de algún problema con los servicios telefónicos, lo que a su vez lleva a una disminución de los gastos y tiempo en los que incurre la universidad al trasladar este personal al sitio del incidente.

Adicionalmente, la facturación por recibos telefónicos disminuiría significativamente ya que no se necesitaría más que una línea analógica por sede universitaria, que se utilizaría en caso de contingencia de tener problemas con la central VoIP, lo que significaría que todas las demás líneas de cada sede se estarían eliminando, al igual que muchas de las líneas que existentes en sede central que se verían reemplazadas por extensiones de la central VoIP.

Otra de las ventajas de la unificación de los servicios por medio de tecnología de VoIP es que le permitirá a la universidad contar con un número principal donde el usuario final puede llamar y comunicarse a cualquier sede de la UNED, por medio del menú interactivo con el que contaría la central VoIP con solo presionar el número que corresponda a la sede con que desee comunicarse o bien comunicarse directamente con la persona que desea con solo marcar el número de extensión cuando lo atienda la central.

1.4 Planteamiento del problema

La descentralización de los servicios de telefonía actualmente de la UNED trae consigo una serie de problemas que impiden en muchas ocasiones tener la mejor comunicación con el usuario final, llámese estudiantes, tutores y demás funcionarios ya que:

- Hace falta un número principal de central telefónica que permita la comunicación no solo con sede central, sino también con las demás sedes.
- Se necesita de un mayor tiempo de respuesta ante averías en el servicio.
- Se ocupa mayor cantidad de recursos para atender problemas en el servicio de telefonía.
- Se genera un gasto monetario mayor al contar con más de una línea de telefonía analógica en cada sede.
- Existe personal sin acceso a una línea o extensión propia.

Las razones anteriormente descritas incrementan su criticidad al mencionar que la universidad actualmente cuenta con dos centrales VoIP en sede central más siete centrales VoIP locales en sedes, lo que implica que la afectación de los servicios de telefonía ante una avería genera un gran impacto negativo en la organización.

1.5 Viabilidad

1.5.1 Punto de vista técnico

Desde el punto de vista técnico, este proyecto es viable ya que desde hace aproximadamente tres años atrás se empezó a trabajar como contingencia de la persona encargada de los sistemas de telefonía VoIP de la UNED, para que esto se realizara de una mejor manera se llevaron dos cursos de telefonía de VoIP (cursos impartidos por la empresa GreenCore). Posterior a la capacitación, el encargado de la telefonía fue enviado a realizar una maestría a Argentina y la telefonía quedó a cargo del investigador. Por lo anterior y gracias a la experiencia que se ha adquirido por parte del investigador a lo largo del tiempo es que se puede realizar una propuesta de unificación de los servicios de telefonía para la UNED.

1.5.2 Punto de vista operativo

Desde el punto de vista operativo, la presente propuesta es viable ya que como se mencionó en el apartado anterior, el investigador está a cargo actualmente de los servicios de telefonía VoIP de la UNED y tiene la oportunidad no solo de realizar la investigación, sino también de conocer cómo se encuentra actualmente cada sede de la universidad sin tener que comprometer la continuidad de la operación. Por otro lado, se cuenta con el aval de las autoridades de TI para consultar archivos que contengan toda aquella información de la telefonía VoIP de años anteriores con la que cuenta la universidad.

1.5.3 Punto de vista económico

Desde el punto de vista económico este trabajo final de graduación es viable porque parte de la investigación para esta propuesta se puede realizar

como parte de las labores del investigador, en busca de una mejora de los servicios de telefonía que brinda actualmente la universidad.

1.6 Objetivos

En la presente investigación, se utiliza la taxonomía de Bloom para la elaboración de objetivos, lo anterior porque esta teoría permite al investigador plasmar en una investigación los conocimientos adquiridos posterior al tiempo donde se recopila información por medio los niveles que propone dicha taxonomía en los niveles del conocimiento, la comprensión, la aplicación, el análisis, al sintetizar y al evaluar el tema ha investigado.

1.6.1 Objetivo general

Proponer la unificación de los servicios de telefonía para la sede central de la UNED de Costa Rica y sus sedes utilizando la tecnología de Voz sobre IP.

1.6.2 Objetivos específicos

- Identificar, en términos de costos, servicios y escalabilidad. las ventajas y desventajas que tiene la telefonía actual en los diferentes centros de la UNED.
- Comprender los beneficios que traería la unificación de los servicios de telefonía con tecnología de Voz sobre IP.
- Elaborar una propuesta del *software* por utilizar para la unificación de los servicios de telefonía con tecnología de Voz sobre IP en la UNED.

- Diagramar la red de los servicios telefónicos con tecnología de Voz sobre IP de la UNED.

1.7 Delimitación, alcances o cobertura

En esta investigación se presenta una propuesta para la unificación de los servicios telefónicos de la UNED utilizando tecnología de Voz sobre IP. El entregable que tendrá este trabajo final de graduación consta en un documento digital escrito compuesto por:

- El diseño de la red VoIP.
- Beneficios de negocio para la UNED.
- Las recomendaciones del *hardware* que se necesitaría en una posible implementación telefónica de Voz sobre IP en toda la UNED.
- Las recomendaciones del *software* por utilizar en una posible implementación.

1.8 Restricciones o limitaciones

Las limitaciones de la presente investigación se quedan de lado la implementación, ya que al ser una entidad pública el director de TI debe valorar en primera instancia la propuesta y si deciden implementarla deben pasar por un tema de licitación pública y diversas contrataciones para la adquisición del *hardware*, la contratación de al menos un recurso técnico y la sustitución de enlaces E1.

Por motivos de seguridad y para mantener la confidencialidad de la UNED, el direccionamiento IP mencionado en este documento de la sede central y demás sedes han sido cambiados.

Capítulo 2: Marco Contextual y Teórico

2.1 Marco situacional

La UNED es una universidad pública de Costa Rica creada en 1997 ante la gran demanda de jóvenes que necesitaban de una formación de educación superior y no contaban con las posibilidades de poder dejar sus hogares para continuar sus estudios lejos de casa (Universidad Estatal a Distancia, 2020).

Por lo anterior, la UNED desde su creación busca diferenciarse de las otras universidades públicas como la Universidad de Costa Rica (UCR) y la Universidad Nacional (UNA), las únicas universidades públicas de aquel momento, y la manera como la UNED pudo diferenciarse de las otras universidades públicas fue llegando a las poblaciones más alejadas y desfavorecidas, sin importar qué tan lejos de la Gran Área Metropolitana se encontraran (Universidad Estatal a Distancia, 2020).

Actualmente la UNED cuenta con treinta y siete centros universitarios a lo largo y ancho del país, entre los que se pueden nombrar los centros universitarios ubicados en Cañas, La Cruz, Talamanca, Puerto Jiménez, San José, Heredia, Alajuela y la Reforma (Universidad Estatal a Distancia, 2020).

La misión y visión de la UNED son:

Misión: La UNED es una institución de carácter público que goza de autonomía. Su misión es ofrecer educación superior a todos los sectores de la población, especialmente a aquellos que, por razones económicas, sociales, geográficas, culturales, etarias, de discapacidad o de género, requieren oportunidades para una inserción real y equitativa en la sociedad.

Visión: La UNED será líder en los procesos de enseñanza y aprendizaje a distancia que emplean de manera apropiada y mediados pedagógicamente, tecnologías y otros medios de comunicación social.

2.2 Base teórica y técnica del análisis

En este apartado de definirán algunos conceptos, con el objetivo de una mejor comprensión de lectura.

Encuesta: Las encuestas son el medio más flexible para obtener datos de las personas. Las encuestas son el principal medio para obtener información sobre los motivos, las actitudes y las preferencias del consumidor (Malhotra, 2008).

Recolección de datos: Acopio de datos en los ambientes naturales y cotidianos de los participantes o unidades de análisis (Hernández Sampieri, Fernández Collado, & Baptista Lucio, 2014).

A continuación, para la definición de conceptos técnicos sobre telefonía IP, se utiliza la técnica de nube de palabras.

Ilustración 2 Nube de Palabras.

Fuente: WordArt, 2020.

Tabla 1 Literatura consultada.

López, J. G. (2008). *VoIP y Asterisk redescubriendo la telefonía*. Almería: RA-MA.
Wilson Bulla, R. F. (2012). Metodología de diseño e implementación de soluciones VoIP. *Revista Visión Electrónica*, 11.
Henry Sinneieh, A. B. (2006). *Internet Communications Using SIP Delivering VoIP and Multimedia Services with Session Initiation Protocol*. Indianápolis: Wiley.
Shoewu, A. A. (2012). Exploiting VoIP Telephony in IP-Pbx Solution. *The Pacific Journal of Science and Technology*, 11.
Nunn, M. C. (2010). Voice-Over-Internet Protocol. *Review of Business Information Systems*, 12.
Sharif (2008) *Elastix without tears*
Robar, A. (2009). *FreePBX 2.5 Powerful Telephony Solutions.* Birmingham, B27 6PA, UK.: Packt Publishing Ltd.
Issabel. (2017). *Issabel Project*. Obtenido de Issabel Project: https://www.issabel.org/
3CX. (2020). *3CX.* Obtenido de 3CX: https://www.3cx.com/
CISCO. (2020). cisco.com. Obtenido de cisco.com: https://www.cisco.com/c/en/us/support/unified-communications/unified-communications-manager-version-12-5/model.html#CompatibilityInformation

Fuente: Elaboración propia, 2020.

Como se mencionó anteriormente, este trabajo define terminología sobre la tecnología de VoIP, esta terminología se recopiló de la literatura en la que se

apoya esta investigación, esta literatura se representa en Tabla 1. Para comenzar con la definición de conceptos se iniciará con qué es VoIP.

VoIP surge con la necesidad de sacar mayor provecho a las redes… buscando empaquetar la voz y enviarla por medio de un canal como internet (Bulla, 2012). Para poder enviar estos paquetes que contienen voz por medio de internet existe una serie de distribuciones de *software* como Elastix, FreePBX, Issabel PBX, que son sistemas a base *software* de libre y otros como 3CX y Call Manager de Cisco, que son sistemas de paga que permiten realizar esta función. Elastix es una colección de productos o herramientas de código abierto que compilados juntos permiten convertirse en una IP PBX integrada (Sharif, 2008).

FreePBX es un paquete de *software* dinámico que utiliza el poder de Linux, Apache, MySQL y PHP para dar forma a las funciones de Asterisk (Robar, 2009). Issabel PBX es una herramienta que permite construir sistemas de comunicación en los negocios (Issabel.org, 2017). 3CX es una empresa líder en tecnología VoIP empresarial, que ofrece a los clientes una solución simple, flexible y económica. (3CX, 2020).

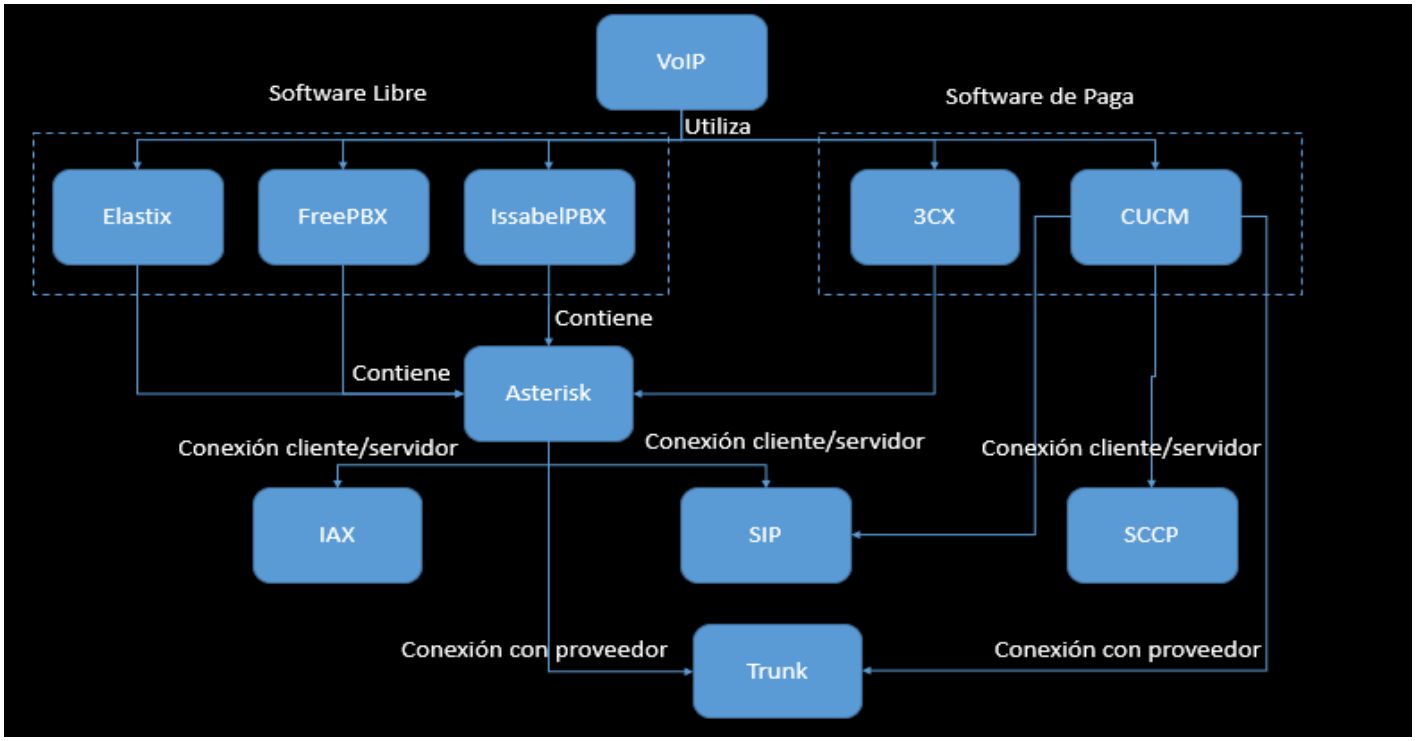
Tanto Elastix, Issabel PBX, FreePBX y 3CX utilizan, Asterisk. Asterisk es una solución completamente *software* y corre bajo GLP/Linux… La configuración permite flexibilidad y control a bajo costo de servicios típicos de voz, colas, agentes, entre otros (Gómez, 2008). Sin embargo, no todos los sistemas de telefonía utilizan Asterisk, existen plataformas como Cisco Unified Communication Manager que ofrecen un control de llamadas y una administración de sesiones

confiables, Segura, escalable y manejable (CISCO, 2020). Lo anterior desde su propia consola e interfaz gráfica de usuario (GUI).

Sin importar si el sistema que se decida utilizar para brindar los servicios de telefonía sea de paga o no, para poder realizar llamadas al exterior se necesita de un enlace troncal, estos enlaces corresponden a conexiones con el proveedor de servicios por medio de enlaces como los E1 (Ajassa, 2012).

Las conexiones entre cada uno de los usuarios con la central telefónica IP se realizan por medio de protocolos como SIP o IAX. SIP protocolo involucrado en el establecimiento de sesiones entre dos puntos finales (Sinnreich, 2006). IAX protocolo propio de Asterisk orientado a la interconexión de centralitas actualmente se utiliza la versión 2 de este protocolo (López, J. G., 2008).

Ilustración 3 Mapa Conceptual basada en la terminología sobre VoIP.



Fuente: Elaboración propia realizada con base en la terminología.

En la Ilustración 2 se muestra el mapa conceptual que corresponde a la definición de conceptos de terminología extraída de la nube de palabras de la Ilustración 1, la cual se definió posteriormente con ayuda de la literatura en la que se apoya este trabajo, lo anterior con el objetivo de una mayor compresión visual por parte del lector, mostrando cómo cada uno de los términos se relacionan entre sí dentro de una solución con tecnología de VoIP.

Tipo de investigación

Para este trabajo final de graduación se utilizará el tipo de investigación aplicada donde se busca el conocimiento o soluciones, manteniendo siempre la objetividad y la mente abierta para tomar decisiones adecuadas…para resolver problemas. (Hernández Sampieri, Fernández Collado, & Baptista Lucio, 2014).

Alcance investigativo

El alcance investigativo de este TFG se realiza por medio de un estudio de alcance descriptivo basándose en situaciones, y eventos en que han sido partícipes los funcionarios de la UNED mientras utilizan los servicios de telefonía, tanto analógica como VoIP.

Por esta razón para realizar la recolección de datos solo se tomará en cuenta a los funcionarios que han interactuado con ambos servicios de telefonía.

Enfoque

En este trabajo final de graduación se utiliza un enfoque cuantitativo, ya que el planteamiento en el que se realiza la investigación es específico y delimitado desde su inicio. Además, la recolección de datos se fundamenta en la medición y el análisis, es decir, en procedimientos estadísticos (Ulate Soto & Vargas Morúa, 2016).

Población y muestreo

La población que se utilizará en este TFG será seleccionada tanto de las sedes universitarias como de la sede central, que han tenido la experiencia de contar con servicios de telefonía tanto analógicos como de VoIP, por lo que los resultados obtenidos de este muestreo serán utilizados para interpretación.

Ilustración 4 Formula para calcular la muestra.

$$\text{Tamaño de la muestra} = \frac{\dfrac{z^2 \times p\,(1-p)}{e^2}}{1 + \left(\dfrac{z^2 \times p\,(1-p)}{e^2 N}\right)}$$

Fuente: Survey Monkey. Fórmula para obtener la muestra de una población.

Ilustración 5 Cálculo del tamaño de la muestra.

Fuente: (Survey Monkey, 2020)

Población= 80 personas

Margen de error=4,7%

Muestra=68 personas

Nivel de confianza=95%

Muestra=68 personas

Instrumentos de recolección de datos

Al utilizar la herramienta de encuestas de Google, al obtener las respuestas de los encuestados la herramienta devolverá al investigador los resultados después del procesamiento de datos, para su respectiva interpretación. (Ver Anexo A)

Capítulo 3: Diagnóstico y estado actual

3.1 Instrumentos utilizados

Como parte del diagnóstico actual, a continuación, se indican los instrumentos utilizados para este trabajo final de graduación.

La utilización de una encuesta que lleva como nombre Encuesta de Servicios de Telefonía de la UNED, se realiza buscando conocer si los funcionarios están de acuerdo con una posible implementación de telefonía IP, si realmente ellos consideran que la telefonía IP es una mejor alternativa que la telefonía convencional y conocer si creen que existan ventajas a nivel de costos, servicios y escalabilidad que ayuden a la universidad a satisfacer sus necesidades. Esta encuesta se elaboró y se aplicó por medio de Google Forms y se limitaron a 68 respuestas utilizando formLimiter, un complemento de Google Forms para no obtener más de las respuestas de las previstas.

La recopilación de información de las cuatro soluciones que se contemplan en este trabajo se obtuvo de los sitios web oficiales o bien por medio de la ficha técnica disponible en línea para su descarga, en cada una de las soluciones, donde se contempla, en primera instancia, una breve descripción de la solución y posteriormente, en qué consiste la solución empresarial a nivel de costo, servicios y escalabilidad.

La observación también es parte del desarrollo utilizado para la propuesta, donde un monitoreo constante de las centrales de las sedes universitarias y de sede central de la UNED son parte de una de las funciones del investigador, al

igual que lo es la atención de requerimientos en la configuración de estas centrales que cuentan con sistemas como FreePBX, Issabel PBX y Elastix.

3.2 Análisis de resultados

De los resultados de la encuesta aplicada a los funcionarios de la UNED que han tenido experiencia tanto con telefonía analógica como con telefonía IP se puede concluir que:

Según la primera pregunta de la encuesta: ¿Cree usted que el uso de la telefonía IP ayuda a que las personas puedan realizar teletrabajo? (ver la Ilustración 6), se determina que el 80,9% de las personas encuestadas están totalmente de acuerdo con que la telefonía IP ayuda a que las personas puedan realizar teletrabajo.

Ilustración 6 Recuento de primera pregunta de la encuesta.

Fuente: Google Forms.

De la segunda pregunta de la encuesta: ¿Cree usted que la telefonía IP cuenta con mayores funcionalidades que la telefonía convencional? (ver la Ilustración 7), se puede concluir que el 73,5% de las personas encuestadas están totalmente de acuerdo con que la telefonía IP cuenta con mayores funcionalidades que la telefonía convencional.

Ilustración 7 Recuento de segunda pregunta de la encuesta.

Fuente: Google Forms.

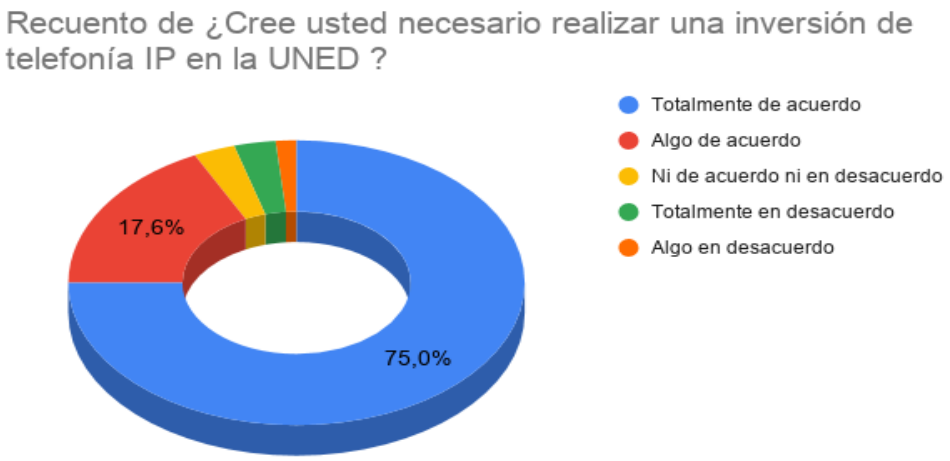
De la tercera pregunta de la encuesta: ¿Cree usted que la telefonía IP permitiría que cada funcionario cuente con su propia extensión, de ser necesario? (ver la Ilustración 8) se puede determinar que el 83,8% de las personas encuestadas están totalmente de acuerdo con que la telefonía IP permitiría asignar una extensión a cada funcionario de ser necesario.

Ilustración 8 Recuento de la tercera pregunta de la encuesta.

Fuente: Google Forms.

A partir de la cuarta pregunta de la encuesta: ¿Cree usted necesario realizar una inversión de telefonía IP en la UNED? (ver la Ilustración 9) se puede determinar que el 75% de las personas encuestadas están totalmente de acuerdo con que la UNED necesita realizar una inversión en telefonía IP.

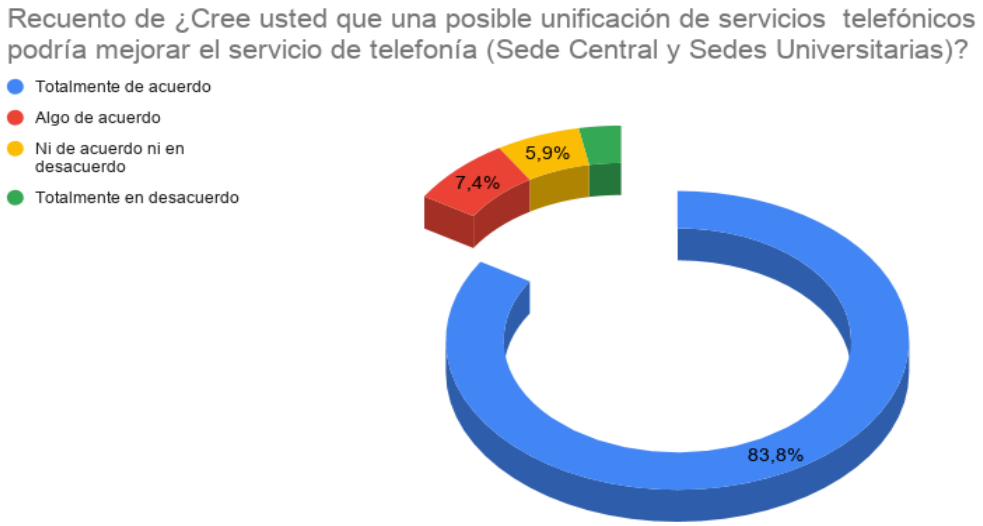
Ilustración 9 Recuento de la tercera pregunta de la encuesta.



Fuente: Google Forms

De la quinta pregunta de la encuesta: ¿Cree usted que una posible unificación de servicios telefónicos podría mejorar el servicio de telefonía (sede central y sedes universitarias)? (ver la Ilustración 10) se puede concluir que el 83,8% de las personas encuestadas están totalmente de acuerdo con que la telefonía IP podría mejorar los servicios telefónicos en una posible unificación.

Ilustración 10 Recuento de la quinta pregunta de la encuesta.



Fuente: Google Forms.

A partir de la sexta pregunta de la encuesta: ¿Cree usted que la telefonía IP permite un mayor crecimiento en cuanto a extensiones telefónicas se refiere, en comparación con la telefonía convencional? (ver la Ilustración 11) se puede concluir que el 77,9% de las personas encuestadas están totalmente de acuerdo con que la telefonía IP permite un mayor crecimiento en cuanto a extensiones telefónicas se refiere, en comparación con la telefonía convencional.

Ilustración 11 Recuento de la sexta pregunta de la encuesta.

Fuente: Google Forms.

En cuanto a la séptima pregunta de la encuesta: ¿Cree usted que la telefonía IP se adapta mejor a las necesidades (horarios de atención, grupos de timbrado desvío de llamadas, entre otros) en comparación con la telefonía convencional? (ver la Ilustración 12) se puede concluir que el 72,1% de las personas encuestadas están totalmente de acuerdo con que la telefonía IP se adapta mejor a las necesidades indicadas en la pregunta en comparación con la telefonía convencional.

Ilustración 12 Recuento de la séptima pregunta de la encuesta.

Fuente: Google Forms.

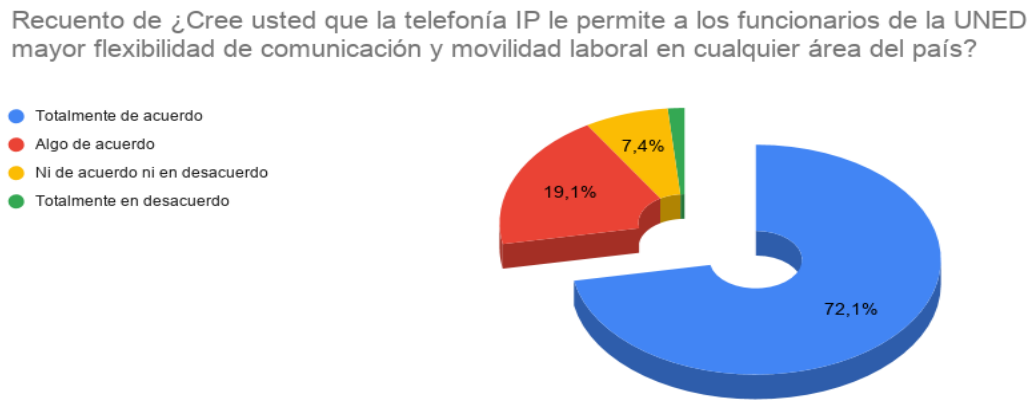
De la octava pregunta de la encuesta: ¿Cree usted que el invertir en telefonía IP, a mediano o largo plazo permita que se reduzcan los costos operativos de la universidad? (ver la Ilustración 13) se puede concluir que el 60,3% de las personas encuestadas están totalmente de acuerdo con que el invertir en telefonía IP reduciría los costos operativos de la universidad a mediano y largo plazo.

Ilustración 13 Recuento de la octava pregunta de la encuesta.

Fuente: Google Forms

De la novena pregunta de la encuesta; ¿Cree usted que la telefonía IP permite a los funcionarios de la UNED mayor flexibilidad de comunicación y movilidad laboral en cualquier área del país? (ver la Ilustración 14) se puede concluir que el 72,1% de las personas encuestadas están totalmente de acuerdo con que la telefonía IP permite a los funcionarios de la UNED mayor flexibilidad de comunicación y movilidad laboral.

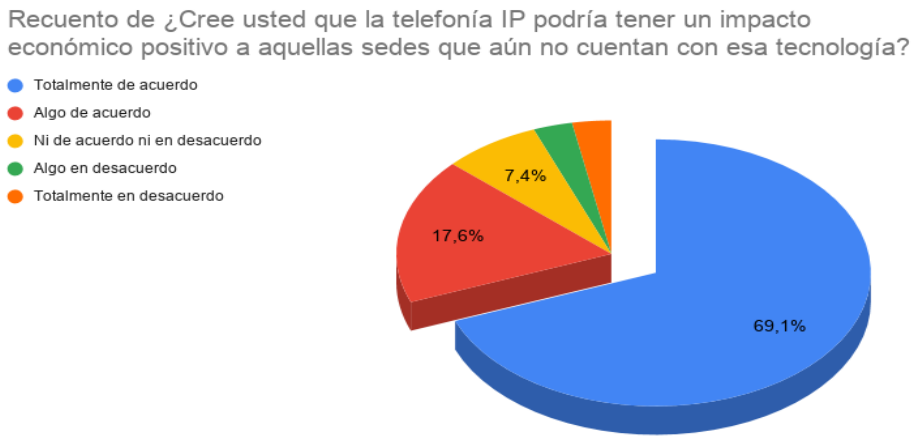
Ilustración 14 Recuento de la novena pregunta de la encuesta.



Fuente: Google Forms.

A partir de la décima pregunta de la encuesta: ¿Cree usted que la telefonía IP podría tener un impacto económico positivo a aquellas sedes que aún no cuentan con esta tecnología? (ver la Ilustración 15) se puede concluir que el 69,1% de las personas encuestadas están totalmente de acuerdo con que la telefonía IP podría tener un impacto económico positivo en aquellas sedes que aún no cuentan con esta tecnología.

Ilustración 15 Recuento de la décima pregunta de la encuesta.



Fuente: Google Forms.

Respecto a la décimo primera pregunta de la encuesta: ¿Cree usted que sería mejor contar con una única central telefónica IP que incluya la sede central con las demás sedes, en lugar de contar con una central IP por sede? (ver la Ilustración 16), se puede concluir que el 55,9% de las personas encuestadas están totalmente de acuerdo con que es mejor contar con una central para toda la universidad que una para cada sede universitaria.

Ilustración 16 Recuento de la décimo primera pregunta de la encuesta.

Fuente: Google Forms.

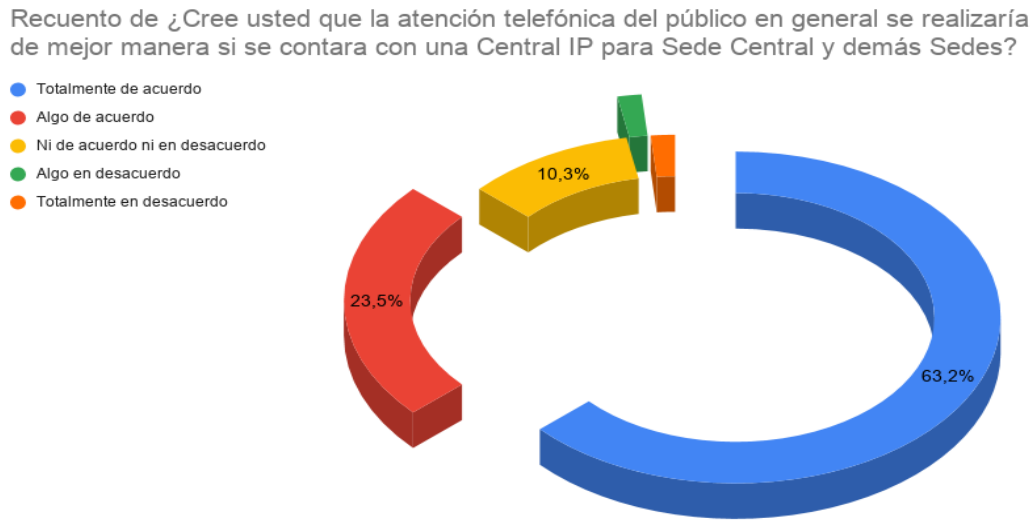
De la décimo segunda pregunta de la encuesta: ¿Cree usted que la telefonía IP le ayudaría a comunicarse más fácilmente con los compañeros de sede central y demás sedes? (ver la Ilustración 17) se puede concluir que el 64,7% de las personas encuestadas están totalmente de acuerdo con que la telefonía IP ayudaría a tener una mejor comunicación con el resto de compañeros de la universidad.

Ilustración 17 Recuento de la décimo segunda pregunta de la encuesta.

Fuente: Google Forms.

Respecto a la décimo tercera pregunta de la encuesta: ¿Cree usted que la atención telefónica del público en general se realizaría de mejor manera si se contara con una central IP para sede central y demás sedes? (ver la Ilustración 18), se puede concluir que el 63,2% de las personas encuestadas están totalmente de acuerdo con que la telefonía IP ayudaría a una mejor atención del público en general.

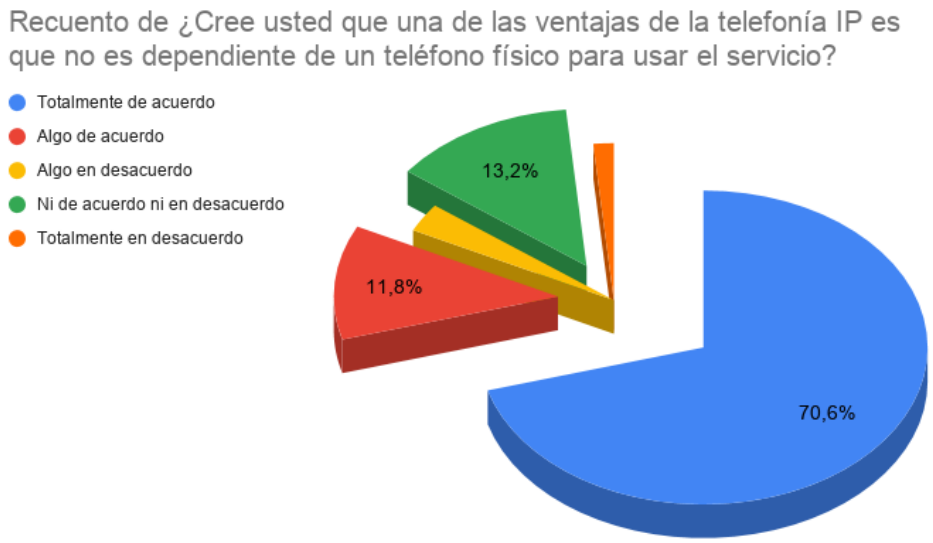
Ilustración 18 Recuento de la décimo tercera pregunta de la encuesta.



Fuente: Google Forms.

A partir de la décimo cuarta pregunta de la encuesta: ¿Cree usted que una de las ventajas de la telefonía IP es que no es dependiente de un teléfono físico para usar el servicio? (ver la Ilustración 19), se puede concluir que el 70,6% de las personas encuestadas están totalmente de acuerdo con que una de las ventajas de la telefonía IP es no depender de un teléfono físico para usar el servicio.

Ilustración 19 Recuento de la décimo cuarta pregunta de la encuesta.



Fuente: Google Forms.

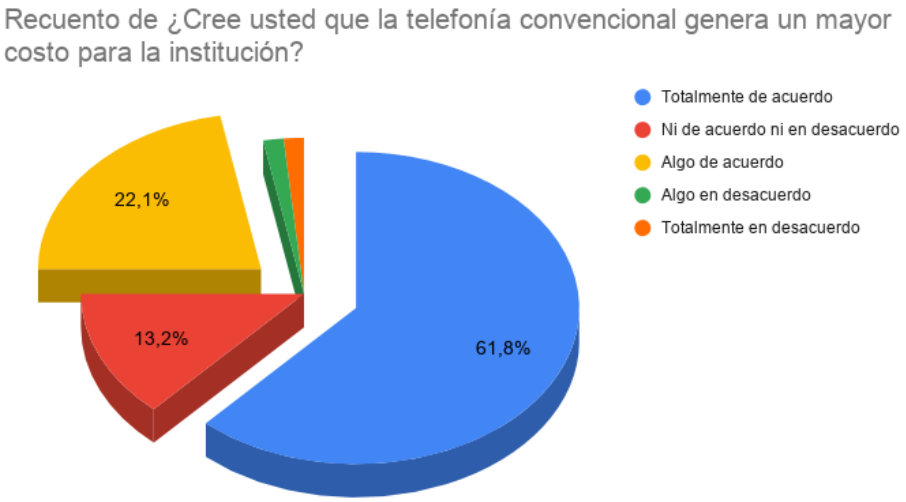
De acuerdo con la décimo quinta pregunta de la encuesta: ¿Cree usted que al contar con telefonía IP centralizada mejore la capacidad de respuesta ante problemas telefónicos de cada sede? (ver la Ilustración 20), se puede concluir que el 54,4% de las personas encuestadas están totalmente de acuerdo con que una centralización de los servicios de telefonía IP ayudaría a una mejor capacidad de respuesta al tener algún problema o avería.

Ilustración 20 Recuento de la décimo quinta pregunta de la encuesta.

Fuente: Google Forms.

A partir de la décimo sexta pregunta de la encuesta: ¿Cree usted que la telefonía convencional genera un mayor costo para la institución? (ver la Ilustración 21), se puede concluir que el 61,8% de las personas encuestadas están totalmente de acuerdo con que la telefonía convencional genera un mayor costo para la institución.

Ilustración 21 Recuento de la décimo sexta pregunta de la encuesta.



Fuente: Google Forms.

3.3 Sistematización de Hallazgos

Análisis FODA

1- Fortalezas

En el análisis FODA se inicia con las fortalezas, tomando en cuenta las preguntas 2, 6, 7 y 14 de la encuesta de servicios de telefonía de la UNED.

Se puede comprobar que los funcionarios de la UNED que han tenido experiencia con los servicios de telefonía de IP y analógica son conscientes de que la telefonía IP cuenta con mayores funcionalidades que podrían agregar valor al servicio de telefonía de la UNED, además de permitir una mayor escalabilidad en comparación con la telefonía analógica. Además, consideran que el no depender de un teléfono físico es una ventaja de la telefonía IP.

2- Oportunidades

Continuando con el análisis, las oportunidades se pueden mencionar basándose en la encuesta de servicios de telefonía de la UNED, principalmente en las preguntas 1, 3, 4, 5, 8, 10, 12, 13 y 15.

Se puede observar, con base en las respuestas del personal de la universidad, que la telefonía IP ofrece muchos más beneficios que la telefonía analógica, tales como:

- Ayudar a las personas a realizar teletrabajo.

- Contar con una extensión propia de ser necesario.
- Permitir una unificación del servicio.
- Ayudar a una reducción de costos operativos para la universidad.
- Permitir una mejor comunicación entre funcionarios.
- Contar con una pronta respuesta ante un problema o avería en el servicio.

Adicionalmente, los funcionarios de la universidad ven positiva una posible inversión en este tipo de tecnología.

3- Debilidades

Las debilidades que se pueden mencionar se basan en la encuesta de servicios de tecnología de la UNED, específicamente en las preguntas 2, 6, 7, 9, 14 y 16.

Se puede determinar que el personal de la UNED está consciente de las carencias que presenta la telefonía analógica y de que se debe migrar a una nueva tecnología como la IP, ya que las funcionalidades y los recursos del servicio analógico no son los indicados para cubrir las necesidades de la institución hoy día y es consciente de que el costo monetario es mayor.

4- Amenazas

Para finalizar con el análisis se encuentran las amenazas, de conformidad con la encuesta de servicios de tecnología de la UNED, en las preguntas 4, 8, 10, 13 y 15, los empleados de la universidad entienden que:

- El no realizar una inversión en telefonía IP perjudica la atención del público en general.
- Genera mayor costo en términos económicos, que perjudicaría las arcas financieras de la universidad.
- El solucionar fallas y averías no solo implica más costos monetarios, sino significa mayor tiempo incomunicados con el público en general.

Capítulo 4: Propuesta de cambio

4.1 Introducción a la propuesta de cambio

En el siguiente apartado se conocerá cuál es el sistema que propone el investigador, buscando brindar una posible solución a como se ofrecen hoy día los servicios de telefonía en la UNED y realizando una propuesta de unificación de servicios telefónicos con tecnología VoIP para la UNED de Costa Rica, sede central y demás sedes.

Dentro de esta propuesta se analizarán varios escenarios, estos corresponden a soluciones existentes en el mercado actualmente para poder proponer un sistema para la universidad.

Estas propuestas se realizarán tomando en cuenta sistemas que se han mencionado en capítulos anteriores de este trabajo, donde se encuentran tanto sistemas de paga como de *software* libre. Entre los sistemas de paga se encuentra Cisco Call Manager y 3CX, mientras que en los sistemas basados en *software* libre se encuentran FreePBX e Issabel PBX. Entre las soluciones que se encuentran actualmente en el mercado se ha decidido contemplar para este trabajo dos propuestas de paga y dos propuestas basadas en *software* libre, buscando analizar el escenario desde dos puntos de vista.

Antes de indicar cuál solución se tomará como el escenario ideal, se analizará cada uno de estos sistemas y posteriormente se realizará una comparativa entre las soluciones para determinar cuál es la más apropiada para la universidad.

3CX

3CX es un sistema de central telefónica IP de paga que está basado en una plataforma abierta por *software*, esta central es compatible con teléfonos IP y troncales SIP populares, ya sean *op-premise* o en la nube. Esta central telefónica IP permite no solo realizar llamadas telefónicas, adicionalmente permite realizar videoconferencias web, videollamadas, chat, aplicativos para teléfonos inteligentes con sistema IOS y Android, entre otros.

Para utilizar 3CX *on-premise* se puede instalar el sistema en un servidor existente utilizando alguna herramienta de virtualización como VMWare, Hyper-V o KVM, esto si se desea desplegar una central en mediana o grande escala, si lo que se necesita es una central en una pequeña escala se pueden utilizar *appliance* PBX de MIniPC o bien utilizar un Raspsberry PI. Para utilizar 3CX en la nube, se puede utilizar proveedores de servicio como AWS, Azure, Google Cloud, entre otros. Realizar una rápida instalación de una instancia con el uso de la herramienta PBX Express, realizar migraciones entre proveedores con el uso de respaldo y restauración que trae incorporada. Además de implementaciones desde las tiendas de Google, Amazon y Azure (3CX, 2020).

Para conocer más sobre el sistema de telefonía 3CX, a continuación, se presenta información de costos, servicios y escalabilidad.

Costos:

Para adquirir 3CX a nivel empresarial se puede realizar de dos maneras: por medio de un plan anual o bien por medio de un plan perpetuo.

A continuación, el costo de cada una de estas soluciones:

Tabla 2 Plan anual 3CX.

Número de llamadas simultáneas	Enterprise	Número de Extensiones
512	$21990	+ de 2000 extensiones

Fuente: 3CX. (2020). 3CX. Obtenido de 3CX: https://www.3cx.es/ordering/pricing/

Tabla 3 Pan Perpetuo 3CX.

Número de llamadas simultaneas	Enterprise	Número de Extensiones
512	$60,473 posteriormente se debe pagar 27,5% del precio inicial por un mantenimiento anual	+ de 2000 extensiones

Fuente: 3CX. 3CX. (2020). 3CX. Obtenido de 3CX: ttps://www.3cx.es/ordering/pricing/perpetuo/

Servicios:

Dentro de los servicios que ofrece esta solución se encuentran:

Tabla 4 Servicios 3CX.

Servicio *On-premise* o en la nube
Permite la comunicación a lo interno de la empresa y a lo externo.
Estado en línea
Fax a correo electrónico.
Correo de voz a correo electrónico
Video llamadas
Conferencias web
Mensajería instantánea
Integración con teléfonos inteligentes

Fuente: 3CX. 3CX. (2020). 3CX. Obtenido de 3CX: https://www.3cx.es/centralita-telefonica/reduce-factura-telefono-telefonia-ip/

Escalabilidad:

Como parte de la escalabilidad para 3CX donde se contemplan más de 1000 extensiones los recursos de *hardware* recomendados son:

Tabla 5 Requisitos de Hardware 3CX.

3CX PBX	**Linux basado en Debian**	**Basado en Windows**
Familia de CPU	Intel Xeon E5 v4 o equivalente	
vCPUs	8	10
Memoria	16	18
Almacenamiento	500 GB SSD	

Fuente: 3CX. 3CX. (11 de 03 de 2020). 3CX. Obtenido de 3CX: https://www.3cx.es/docs/especificaciones-de-hardware-recomendado-para-3cx/

Call Manager

Cisco Call Manager es una infraestructura de colaboración integrada con la que se puede realizar llamadas de voz y video, mensajería, control de llamadas. Adicionalmente con Cisco Call Manager es posible que los colaboradores cuenten con mayor movilidad ya que dentro de sus características es posible admitir trabajadores móviles y remotos.

Esta solución de Cisco es ideal para clientes pequeños, medianos y empresas grandes de hasta 80 000 usuarios. Además, es una teleplataforma que permite la integración con terceros como Microsoft Exchange y Office 365, sin dejar de lado la seguridad, ya que esta solución está respaldada por los protocolos de autenticación, cifrado y comunicación más reciente. Dentro de las novedades más sobresaliente de los últimos años se pueden encontrar que fue posicionado como líder de comunicaciones unificadas según el cuadrante de Gartner en 2018, permite realizar implementaciones o transiciones de manera local o en la nube por medio de modelo de subscripción basado en el usuario con Cisco Collaboration Flex Plan o bien vivir la experiencia completa integrando Cisco Call Manager con Webex Meeting y Webex Teams (Cisco, 2020).

Para conocer más sobre el sistema de telefonía Cisco Call Manager a continuación se presenta información de costos, servicios y escalabilidad.

Costo:

A diferencia de otros sistemas de telefonía, Cisco Call Manager como parte de su licenciamiento cuenta con licenciamiento por usuario (licencia que se utiliza a usuarios que no tienen un dispositivo asignado), por dispositivo (licenciamiento que se utiliza cuando los dispositivos no están asignados a un usuario) y por dispositivos por usuario (licenciamiento que aplica a usuarios que tienen asignado un dispositivo). (Cisco, 2014)

A continuación, en los costos del *appliance* y el licenciamiento por usuario básico.

Tabla 6 Costo de Appliance Call Manager.

Call Manager	**Precio**
Cisco Business Edition 7000M	$32287
Licencia de usuario básica c/u	$63

Fuente. ITprice. (2020). ITprice. Obtenido de ITprice: https://itprice.com/es/cisco-gpl/cisco%20business%20edition%207000

Servicio

Dentro de los servicios que ofrece esta solución se encuentran:

Tabla 7 Servicios de Call Manager.

Funciones de voz y video
Mensajería instantánea
Mensajería de voz
Operadora automática
Correo de voz
Respuesta de voz interactiva
Acceso remoto sin necesidad de VPN
Integración con Office 365 y Microsoft Exchange

Fuente: CISCO. (06 de 06 de 2019). CISCO. Obtenido de CISCO: https://www.cisco.com/c/en/us/products/collateral/unified-communications/business-edition-7000/data-sheet-c78-730649.html#ChoiceScaleandSimpleManagement

Escalabilidad

Como parte de la escalabilidad para Cisco Call Manager donde se contemplan entre 1000 a 5000 usuarios, los recursos de *hardware* para Cisco UCS BE7000M son: (Cisco, 2020)

Tabla 8 Especificaciones de Appliance.

Call Manager	**Especificaciones de *Hardware***
CPU	Xeon 6132
Ram	96GB
Disco Duro	7 discos de 300GB

Fuente: CISCO. (2020). CISCO. Obtenido de CISCO: https://www.cisco.com/c/dam/en/us/td/docs/voice_ip_comm/uc_system/virtualization/collaboration-virtualization-hardware.html

Free PBX

FreePBX es un sistema telefónico de código abierto basado en Asterisk, que se puede implementar en un servidor, entorno virtual o en la nube por medio de Cyberlink para Norteamérica y OPL para el Reino Unido. FreePBX es ilimitado dentro de sus funcionalidades integradas, como cantidad de extensiones, usuarios, IVR y colas. Además de ser un sistema seguro, probado y mantenido por personal de Sangoma, permite su personalización ya que es compatible con la mayoría de *hardware* y equipo virtual comercial. Cuenta con un GUI intuitivo, facilitando la creación de extensiones, IVR, copias de seguridad, restauraciones, entre otros. Este sistema es multilenguaje, lo que permite al usuario elegir el idioma que prefiera (FreePBX, 2020).

Para conocer más sobre el sistema de telefonía Cisco Call Manager, a continuación, se presenta información de costos, servicios y escalabilidad.

Costos:

El sistema de telefonía de Free PBX ofrece un *appliance* para aquellos que buscan una solución de telefonía IP a nivel empresarial, este *appliance* cuenta con garantía de un año. A continuación, el modelo y costo de la solución:

Tabla 9 Costo de Appliance FreePBX.

Free PBX Solución	**Costo**
FreePBX Appliance 2000	$8995

Fuente: FreePBX. (2020). FreePBX. Obtenido de FreePBX: ttps://www.freepbx.org/appliances/

Servicios:

Dentro de los servicios con que cuenta la solución de Free PBX se encuentran:

Tabla 10 Servicios de FreePBX.

Transferencia de llamadas.
Llamadas en espera.
Grupos de timbrado.
Registro de llamadas
Grabaciones de llamadas.
Fax a correo electrónico
Texto a voz
Extensiones ilimitadas

Fuente: FreePBX. (2020). FreePBX*. Obtenido de FreePBX: https://www.freepbx.org/get-started/*

Escalabilidad

Como parte de la solución que ofrece FreePBX para las empresas se encuentra FreePBX Appliance 2000, el cual permite hasta 2000 usuarios. A continuación, especificaciones del *hardware* (FreePBX, 2020):

Tabla 11 Especificaciones de Hardware FreePBX.

FreePBX	**Especificaciones de *Hardware***
CPU	Dual intel Xeon Six Core CPU
Memoria	32GB
Disco Duro	Dual 1TB SSD Raid 1

Fuente: FreePBX. (2020). FreePBX. Obtenido de FreePBX: ttps://www.freepbx.org/appliances/

Issabel PBX

Issabel PBX es una solución de código abierto que permite crear comunicaciones unificadas para empresas, esta solución está creada por una comunidad de código abierto de habilidades únicas que se patrocinan por medio de corporativos y colaboradores individuales. Issabel PBX cuenta con más de 175025 descargas en aproximadamente 194 países alrededor del mundo con una participación de unos 3693 miembros (Issabel, 2017).

Actualmente Issabel PBX permite seleccionar entre Asterisk 11, 13 y 16 que se encuentra bajo un sistema operativo CentOs 7.5, este cuenta con parches de seguridad y soporte para procesadores de última generación, estos avances se van dando en el trascurso del tiempo por la evolución que va teniendo la tecnología, como lo indica el CEO de Issabel Boris Garfias “En la Era de la Digitalización, la exigencia de dar respuesta a las necesidades de comunicación e integración son cada vez más complejas por lo que Issabel, debe evolucionar para continuar su adopción y consolidación de presencian el competido mercado de las comunicaciones empresariales” (Issabel, 2018).

Para conocer más sobre el sistema de telefonía de Issabel PBX, a continuación, se presenta información de costos, servicios y escalabilidad.

Costos

El sistema de telefonía de Issabel PBX ofrece un *appliance* para aquellos que buscan una solución de telefonía IP a nivel empresarial. A continuación, el modelo y costo de la solución (ver Anexo B):

Tabla 12 Costo de Appliance IssabelPBX.

Issabel PBX Solución	Costo
ISS UCR Business 550	$7150

Fuente: EsperienciasIP. (15 de 06 de 2020). ExperienciasIP. Obtenido de ExperienciasIP: https://experienciasip.com/es/catalogo/marcas/issabel-2/iss-business-550-ucr-issabel-appliance-pro/

Servicios

Dentro de los servicios con que cuenta la solución de Issabel PBX se encuentran:

Tabla 13 Servicios de IssabelPBX.

Grabaciones de llamada
Operador automático
Salas de audio conferencia privadas
Correo de voz a correo electrónico
Marcar por directorio
Sin límite de usuarios
Monitoreo de llamadas
Manejo de colas

Fuente: Issabel. (2020). Issabel. Obtenido de Issabel: https://www.issabel.com/call-center-module/

Escalabilidad

Como parte de la solución que ofrece Issabel PBX para las empresas se encuentra ISS UCR Business 550, el cual cuenta con una escalabilidad de más de 1200 extensiones. A continuación, especificaciones del *hardware*:

Tabla 14 Especificaciones de Hardware IssabelPBX.

Issabel PBX	**Especificaciones de *Hardware***
CPU	Quad Core de segunda generación
Memoria	4GB
Disco Duro	2 discos duros de 500GB

Fuente: Anexo B.

Tabla 15 Comparación de hardware de las soluciones empresariales VoIP con soporte de extensiones entre los 1000 a los 2000

Solución	**CPU**	**Memoria RAM**	**Disco Duro**	**Precio**
3CX	Intel Xeon E5 v4 o equivalente	Entre 16 y 18 GB	500 GB SDD	$60,473 + 27,5% anual
Cisco Call Manager	Xeon 6132	96 GB	7 discos HDD de 300 GB	$32,287 + $63 por licencia sencilla de usuario c/u
FreePBX	Dual intel Xeon	32GB	Dual 1 TB SDD	$8995 por la compra del *appliance*, sin el *hardware*

				su uso solo del sistema está bajo licencia GPL
IssabelPBX	Quad Core de segunda generación	4 GB	2 discos HDD de 500 GB	$7150 por la compra del *appliance*, sin el *hardware* su uso solo del sistema está bajo licencia GPL

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 16 Comparación de Soluciones VoIP en escalabilidad, servicios y costos.

Marca	Escalable	Multi Servicios	De Pago
3CX	Sí	Sí	Sí
Call Manager	Sí	Sí	Sí
Free PBX	Sí	Sí	No
Issabel PBX	Sí	Sí	No

Fuente: Elaboración propia.

4.2 Objetivos general y específicos de la propuesta

Objetivo general

Proponer la unificación de los servicios de telefonía para la sede central de la UNED de Costa Rica y sus sedes, utilizando la tecnología de Voz sobre IP.

Objetivos específicos

Con base en los objetivos específicos de la propuesta se pueden identificar las siguientes actividades:

- Identificar los recursos de *hardware* que se necesitarían el servidor de telefonía VoIP con base en la solución escogida.
- Conocer la infraestructura que está contemplada para la realización del proyecto.
- Explicar, con base en el diagrama de red VoIP, cómo es la comunicación entre la central IP con el ISP.
- Conocer cómo se realiza la conexión del usuario final con el servidor de telefonía IP, tanto de sede central como de las demás sedes.
- Conocer al menos una opción digital y física que permita la configuración de extensiones para los funcionarios.
- Realizar una planificación del tiempo y las actividades que se necesitaría ejecutar para llevar a cabo la propuesta.
- Realizar un análisis del costo de la solución propuesta en comparación con el costo actual de los servicios telefónicos de la universidad.

4.3 Descripción del escenario deseado

Después de una búsqueda en el mercado de sistemas que se puedan utilizar como posibles soluciones en una unificación de servicios de telefonía para la UNED, el investigador ha escogido una de las soluciones para la realización de la propuesta. Esta escogencia se ha hecho pensando en que la inversión para la universidad no sea de un alto costo, sin dejar de lado que el sistema seleccionado cumpla con las expectativas que vengan a subsanar las falencias y necesidades que presentan los servicios de telefonía hoy día.

La solución escogida para la propuesta corresponde a IssabelPBX 2.11.0 versión 48, que cuenta con Asterisk 16 versión 16.7.0. Esta solución estaría cubriendo la necesidad en cuanto a la reducción de costos, funcionalidades en los servicios de telefonía, escalabilidad de extensiones, contemplando un aproximado de 5000, que es aproximadamente el equivalente a la cantidad de funcionarios con los que cuenta la universidad hoy día.

Para que esta solución funcione de manera apropiada se estarían contemplando las siguientes características de *hardware* (ver tabla 16):

Tabla 17 Especificaciones de Issabel para la propuesta.

Issabel PBX	**Especificaciones de *Hardware***
CPU	Xeon ES 3680-v4
Memoria	32GB
Disco Duro	4TB SDD

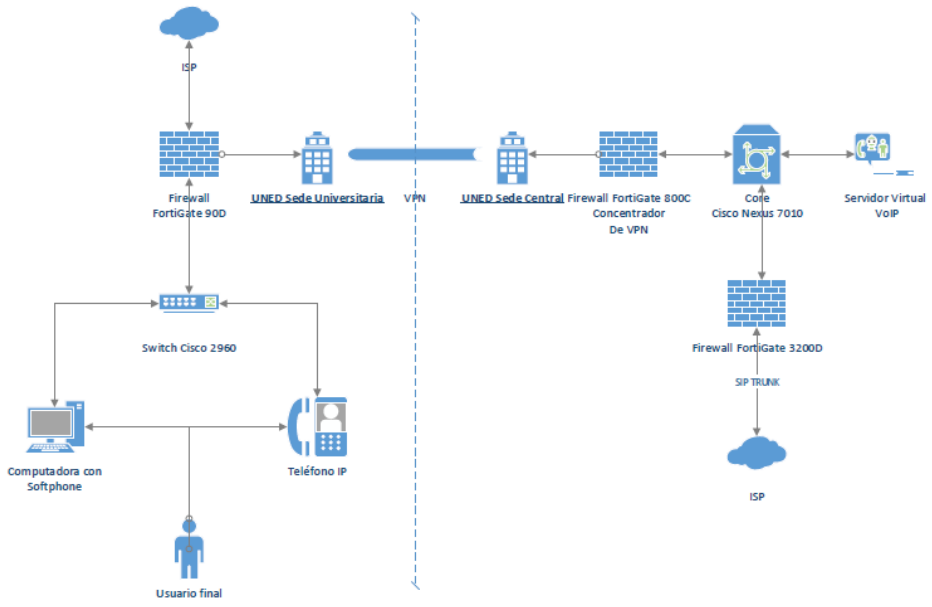
Fuente: Elaboración propia.

Para cumplir con las especificaciones de *hardware* se sugiere a las autoridades de la universidad utilizar los recursos del VxBlock 5400 para no invertir recursos económicos en la adquisición de un *appliance* o de un servidor físico para la instalación de IssabelPBX.

Esto permitiría realizar un servidor de telefonía virtual por medio del hipervisor de VMware y de ser necesario aprovisionarlo de más recursos de *hardware* contemplando un futuro crecimiento.

Como parte de los objetivos de este trabajo, está la diagramación de la red VoIP en una posible implementación. Para conocer más a detalle la totalidad de la infraestructura contemplada en esta propuesta se explicará el siguiente diagrama (ver la Ilustración 22):

Ilustración 22 Diagrama de la topología de red VoIP propuesta.



Fuente: Elaboración propia.

Según lo que muestra la ilustración 22 en comparación con lo mencionado capítulos anteriores y haciendo mención de la Ilustración 1 sobre la situación actual de los servicios de telefonía de la UNED, se puede ver que el medio por el cual la universidad se comunica con el proveedor de servicios pasaría de ser un enlace E1 a ser un troncal SIP, esto significa que el servidor físico que contaba con una tarjeta PCI Express para poder conectar el enlace E1 desaparecería y con él la necesidad de contar con un servidor físico para el sistema de telefonía IP.

De esta manera, el proveedor de servicios le entregaría a la UNED el acceso hacia el troncal SIP por medio de un *patch cord* R45 que se conectaría en el equipo FortiGate 3200D (equipo por el cual entra y sale todo el tráfico de la universidad hacia el ISP) y de este equipo hacia el *core* de la universidad, un equipo Cisco Nexus series 7000.

Por otro lado, el servidor virtual de telefonía estaría en el VxBlock 5400 que a su vez esté conectado al *core* principal de la universidad y tendría acceso al troncal SIP por medio de la configuración de políticas en el equipo Fortinet mencionado anteriormente.

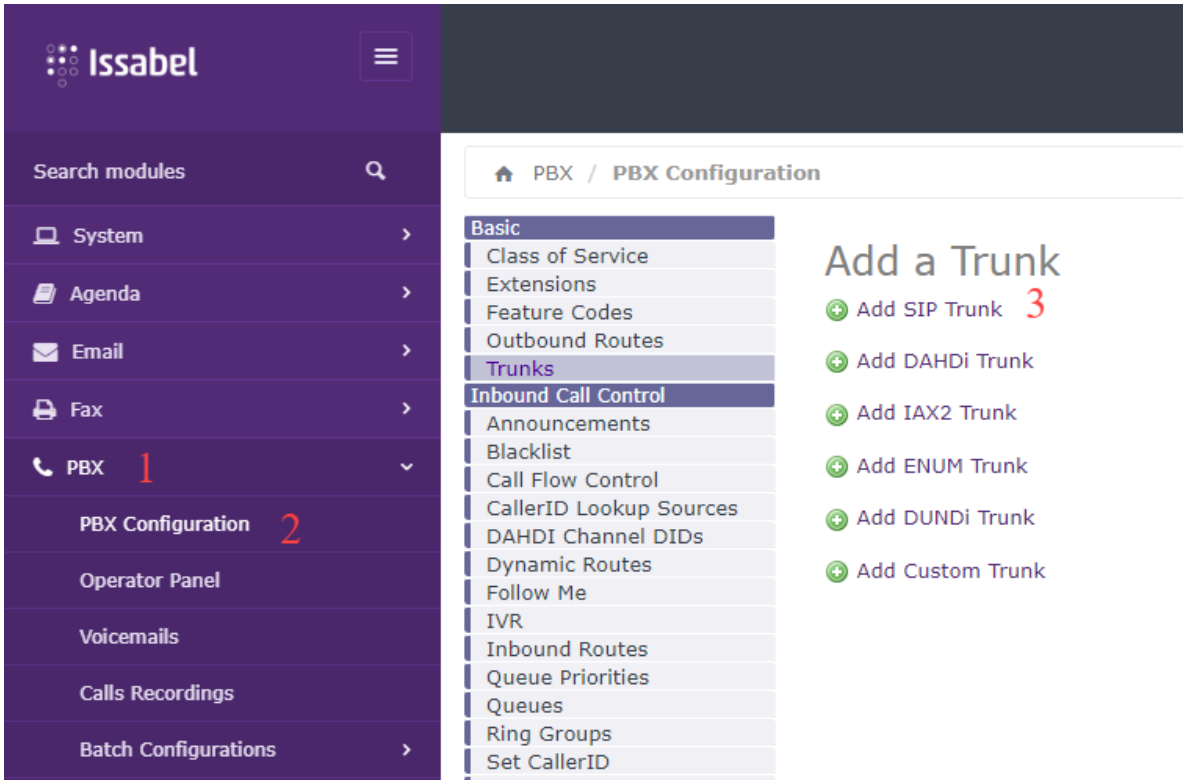
Hasta este momento solo se ha visto cómo sería la conectividad del lado de la sede central de la UNED, pero para contestar la interrogante que pudiera surgir de cómo se conectaría las sedes universitarias con sede central, para así lograr tener acceso al servidor de telefonía, se continuará con la explicación del resto del diagrama.

Actualmente la universidad trabaja tanto en sede central como en el resto de las sedes con equipos Fortinet, esto permite que por medio de un concentrador de VPN FortiGate 800 C que está conectado al *core* principal y a cada uno de los equipos principales de comunicación de las sedes universitarias (FortiGate 90D. 80C, 100D, etc.) se creen conexiones VPN, a estos equipos principales de las sedes universitarias se les conectan *switches* donde se enlazarán los equipos de cómputo de manera alámbrica, permitiendo que el personal administrativo tenga acceso a la intranet de la universidad y tener de esta manera comunicación con los diferentes servidores de aplicaciones, bases de datos, web y para efectos de este trabajo el acceso al servidor de telefonía. De esta manera solo quedaría por realizar la configuración del *softphone* o bien del teléfono IP.

Después de conocer la infraestructura que se contempla en esta propuesta y conocer cómo sería a comunicación de las sedes universitarias hacia sede central, se continuará con algunas configuraciones básicas que se necesitarían para realizar llamadas desde una extensión en el sistema de telefonía IssabelPBX utilizando el troncal SIP.

Partiendo desde la GUI del sistema de telefonía de Issabel PBX, para la configuración de un SIP Trunk se debe navegar por el menú del sistema seleccionando la opción de PBX, seguidamente en la opción de PBX Configuration y en el nuevo menú que se despliega junto al menú inicial seleccionar la opción Trunk. En esta sección ya que se desea configurar un SIP Trunk se debe escoger la opción que lleva ese mismo nombre (ver la Ilustración 23).

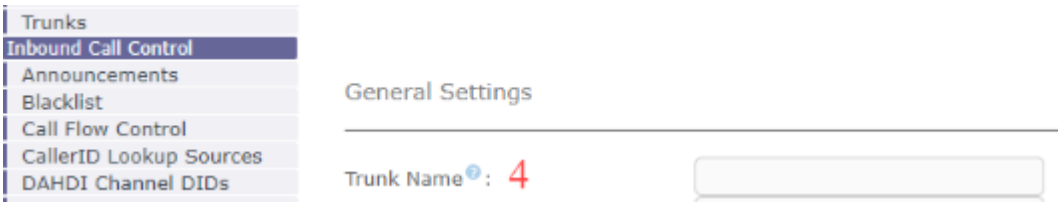
Ilustración 23 Configuración de troncal SIP en Issabel parte 1.



Fuente: Elaboración propia.

Ya dentro de la sección de SIP Trunk se deben indicar ciertos datos que deben ser proporcionados por el ISP como los datos del peer details y register string y otros los debe de proporcionar el administrador del sistema como los Trunk name. Después de proporcionar los datos se deben guardar los cambios dando clic en el botón con el nombre Submit Changes y seguidamente aplicar los cambios (ver las ilustraciones 24, 25 y 26).

Ilustración 24 Configuración de troncal SIP en Issabel parte 2.



Fuente: Elaboración propia.

Ilustración 25 Configuración de troncal SIP en Issabel parte 3

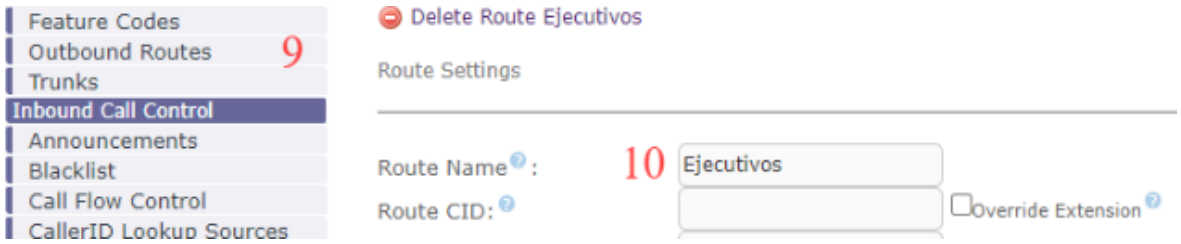
Fuente: Elaboración propia.

Ilustración 26 Configuración de troncal SIP en Issabel parte 4.

Fuente: Elaboración propia.

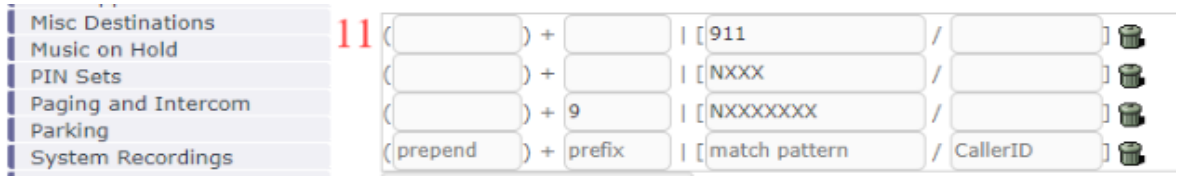
Después de configurar el SIP Trunk se deben configurar las rutas salientes, para estas rutas se debe seleccionar en el mismo menú que se seleccionó la opción Trunk, pero esta vez se debe seleccionar la opción Outbound Routes, donde se debe indicar un nombre de ruta, patrones de marcado (para realizar una llamada se debe marcar 9 antes del número donde de desea llamar, el 911 como llamadas de emergencia, entre otros). Seleccionar el troncal previamente configurado donde se indica Trunk Sequences for Matches Routes y para finalizar guardar los cambios y aplicar los cambios (ver las ilustraciones 27, 28 y 29).

Ilustración 27 Configuración de rutas salientes Issabel parte 1.



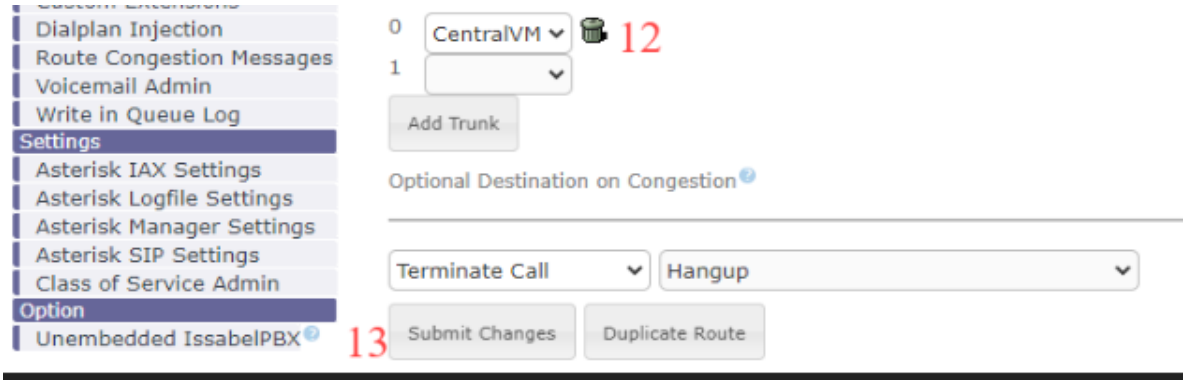
Fuente: Elaboración propia.

Ilustración 28 Configuración de rutas salientes Issabel parte 2.



Fuente: Elaboración propia.

Ilustración 29 Configuración de rutas salientes Issabel parte 3.

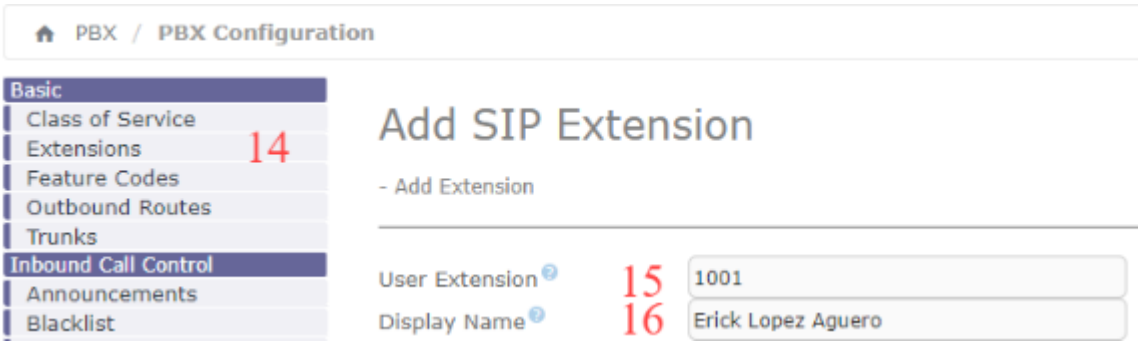


Fuente: Elaboración propia.

Para la creación de la o las extensiones debe seleccionar la opción Extensions en el mismo menú donde se seleccionó Trunks anteriormente, ya en esta pantalla se solicitarán algunos datos que son de carácter obligatorio para la creación de la extensión, como: el número de extensión, un nombre (que corresponde al propietario de la extensión) y una contraseña (para efectos de

IssabelPBX lleva el nombre de Secret), Por último, guardar en el botón Submit y aplicar los cambios (ver las ilustraciones 30, 31 y 32).

Ilustración 30 Creación de extensiones en Issabel parte 1.



Fuente: Elaboración propia.

Ilustración 31 Creación de extensiones en Issabel parte 2.

Fuente: Elaboración propia.

Ilustración 32 Creación de extensiones en Issabel parte 3.

Fuente: Elaboración propia.

Hasta este punto, faltaría un teléfono IP o un *softphone* donde se pueda configurar las extensiones para los funcionarios, hoy día en el mercado existen muchas soluciones, tanto de teléfonos IP como de *softphones*. Para efectos de este trabajo se van a sugerir los teléfonos de marca Grandstream modelo GXP1630 de ser necesarios y el *softphone* Zoiper.

El teléfono Grandstream GXP1630 permite la configuración de tres líneas cuentas SIP, cuenta con PoE integrado, audio HD, permite realizar conferencias, ofrece seguridad y protección de la seguridad, entre otras (GRANDSTREAM, 2020) (ver Anexo C).

Como se mencionó, el teléfono se sugeriría solo en caso de ser necesario, preferiblemente se recomienda la adquisición del *softphone*, en este caso Zoiper ya que no liga a los funcionarios a estar en un solo lugar para hacer uso del servicio, Zoiper es multiplataforma para equipos con sistema operativo Windows, Mac OS y Linux, lo que permitiría que los funcionarios pudieran utilizar la telefonía para el teletrabajo. Además, Zoiper ofrece encriptación gratuita y es compatible con la mayoría de VoIP y PBX (ver Tabla 18).

Tabla 18 Soluciones de dispositivos para configuración de extensiones.

Solución	**Físico/Digital**	**Precio**	**Movilidad**
Grandstream GXP1630	Físico	$62	No
Softphone Zoiper	Digital	€49.95	Sí

Fuente: La tienda CR, 2020 y Zoiper, 2020.

4.4 Plan para el cambio

Como parte del plan de cambio para poder ejecutar esta propuesta se requiere la ejecución una serie de actividades. (Ver el Anexo J)

4.5 Presupuesto de cambio

Como parte del presupuesto de cambio a continuación, se muestra el costo aproximado de la telefonía actual en comparación con el costo aproximado de la telefonía con tecnología VoIP.

El costo de la telefonía actual se basa en los datos obtenidos de las consultas a lo interno de la institución, sin embargo, no hay un documento que se pueda adjuntar como prueba para el monto de la tarifa de los enlaces E1 ni gastos mensuales correspondientes a los gastos de telefonía, ya que no se le proporcionaron al investigador. Por parte del costo de las líneas fijas comerciales (ver Anexo E), la cantidad de líneas fijas comerciales -correspondiente a 400 aproximadamente de la universidad- se obtiene de la guía telefónica en su página web (UNED, 2019).

Tabla 19 Costos de la telefonía actual de la UNED.

Tecnología del Medio	**Cantidad**	**Cantidad de llamadas simultáneas**	**Tarifa fija mensual**
E1	3	90	₡ 866 000
Línea telefónica comercial	400 líneas fijas aproximadamente	1 por línea	400 * ₡3840 = ₡1 536 000 tarifa básica
Total aproximado de pago mensual con tarifas fijas sin excesos			**₡ 2 402 000**

Fuente: Anexo E.

El costo de la solución propuesta se compone de la oferta del SIP Trunk proporcionada por parte del ISP ICE (ver Anexo D). Como contingencia de la telefonía IP para las sedes universitarias se contempla 1 línea fija comercial por sede. Adicionalmente el costo va a incluir el monto de una compra de 2000 *softphones* (ver Anexo F). Anudado a lo anterior, se incluye el salario de 2 recursos de TI donde se contempla el salario del investigador más un recurso adicional por el tiempo de la ejecución del proyecto según el salario mínimo indicado por el Ministerio de Trabajo y el cálculo de deducciones según la calculadora de la Caja Costarricense de Seguro Social de Costa Rica (ver anexos G y H).

Tabla 20 Costo de Propuesta Sugerida.

Tecnología del Medio	**Cantidad**	**Cantidad de llamadas simultáneas**	**Tarifa fija mensual**
SIP Trunk	1	200	₡ 910 966
Línea telefónica comercial	37 líneas fijas aproximadamente	1 por línea	37 * ₡3840 costo por línea = ₡142 080 tarifa básica
Total aproximado de pago mensual con tarifas fijas sin excesos			₡ 1 053 046 * 14 meses = **₡14 742 644**
Costo de 2000 *softphones* (49.95 euros)			2000 * $1,13=$2 260 $2 260 * 585,19 = **₡1 322 529**
Costo de 2 recursos de TI por 1 año y 2 meses			14 meses * ₡ 609, 106 = 8 527 484 * 2 recursos = **₡17 054 968**
Total aproximado de costo del proyecto			**₡ 33 120 141**

Fuente: Anexos D, F, G, H.

Después de conocer el costo mensual aproximado de los servicios de telefonía de la UNED y el costo aproximado en una inversión en telefonía IP, se

realiza un cálculo del retorno de inversión que tendría la universidad en un plazo de 5 años (ver Tabla 21).

Tabla 21 Retorno de inversión con la solución propuesta.

Inversión	Dinero obtenido	Tiempo en días	Ganancia en colones	Porcentaje de ganancias	Tiempo en años	Retorno de Inversión
₡33 120 141	₡1348 954 mensual * 60 meses = ₡ 80 937 240	1825	₡47,817,099	144.37%	5	19,57%

Fuente: Ver Anexo I.

Los datos suministrados en la Tabla 22 corresponden a:

- Inversión: Corresponde al costo total aproximado de la ejecución del proyecto propuesto en esta investigación.
- Dinero obtenido: Corresponde a la diferencia de lo que se paga en la actualidad menos lo que se tendría que pagar con la telefonía VoIP mensualmente por 60 meses, que es el equivalente a 5 años expresado en meses.
- Tiempo en días: Corresponde a la cantidad de días según los años en que se espera obtener un retorno en la inversión.
- Ganancia en colones: Corresponde a la ganancia en colones que obtendría la universidad después de 5 años,
- Porcentaje en ganancias: Corresponde al porcentaje de las ganancias después de 5 años.
- Tiempo en años: Corresponde al tiempo en que se espera obtener un retorno de inversión en años.

- Retorno de Inversión: Corresponde al porcentaje de retorno de la inversión en 1825 días, equivalente a 5 años.

Capítulo 5: Conclusiones y Recomendaciones

De acuerdo con lo visto hasta este punto, en el siguiente apartado se realizarán las conclusiones correspondientes a los objetivos planteados para este TFG. Seguidamente se encontrará la sesión de recomendaciones que el investigador cree pertinente se deben de tomar en cuenta en caso de utilizar esta propuesta para una implementación de unificación de servicios de telefonía con tecnología VoIP.

5.1 Conclusiones

Como resultado de esta investigación se concluye lo siguiente:

1. Con base con el objetivo uno donde se desea identificar, en términos de costos, servicios y escalabilidad. las ventajas y desventajas que tiene la telefonía actual en los diferentes centros de la UNED. Se concluye que: Si bien es cierto la UNED ha realizado un esfuerzo en mejorar sus sistemas de telefonía para la atención al público en general, la comunicación entre funcionarios y con el estudiantado tanto en sede central como en las demás sedes, realizando una combinación entre servicios de telefonía analógica y VoIP; estos esfuerzos no ha logrado disminuir los costos operativos de la universidad, tampoco ha permitido poner a disposición de todas las sedes los servicios de la telefonía VoIP ni la escalabilidad que esta tecnología permite.
2. En relación al objetivo dos donde se desea comprender los beneficios que traería la unificación de los servicios de telefonía con tecnología de Voz sobre IP. Se concluye que: La tecnología de servicios de telefonía VoIP es

más rentable en comparación con la telefonía analógica y de darse una implementación se comprueba que se tendría un retorno de inversión para a organización en un periodo estimado de cinco años. Además, cuenta con más opciones para brindar mejores servicios y permite una mayor escalabilidad sin tener que realizar grandes inversiones ni grandes cambios operativos.

3. Con respecto al objetivo tres donde se pretende elaborar una propuesta del software por utilizar para la unificación de los servicios de telefonía con tecnología de Voz sobre IP en la UNED. Se concluye que: El sistema recomendado para la UNED para una unificación de servicios de telefonía con tecnología VoIP en la UNED es IssabelPBX donde se indican las recordaciones de hardware y una breve guía en la configuración del SIP Trunk, rutas salientes y creación de extensiones. Además de, software y hardware que se puede comprar dispositivos o clientes finales donde se configurarían las extensiones y se realiza una diagramación de la red VoIP recomendada.
4. Con referencia al objetivo cuatro donde se indica que se va a Diagramar la red de los servicios telefónicos con tecnología de Voz sobre IP de la UNED. Se concluye que: Si se realiza una comparación en la diagramación de la situación actual de los servicios de telefonía con la diagramación de la propuesta, la UNED cuenta con la infraestructura tecnológica adecuada para albergar una solución de VoIP existente en el mercado, ya que aparte de realizar una actualización de la tecnología VoIP (E1 por SIP Trunk y

Elastix por IssabelPBX), los equipos involucrados en la solución (Firewall, switches, entre otros) ya están dentro de la infraestructura de la institución.

5.2. Recomendaciones

Como resultado de esta investigación se recomienda lo siguiente:

1. Con base con el objetivo uno donde se desea identificar, en términos de costos, servicios y escalabilidad. las ventajas y desventajas que tiene la telefonía actual en los diferentes centros de la UNED. Se recomienda: Realizar un cambio de tecnología en los servicios de telefonía de la universidad ya que la tecnología utilizada actualmente genera mayor costo monetario para la universidad, además, de una limitación en sus servicios y su escalabilidad depende de factores monetarios y técnicos.
2. En relación al objetivo dos donde se desea comprender los beneficios que traería la unificación de los servicios de telefonía con tecnología de Voz sobre IP. Se recomienda: Realizar una unificación de servicios de telefonía con tecnología de VoIP en la UNED para disminuir sus costos operativos y agregar valor en a los servicios que brinda la universidad a sus estudiantes, funcionarios y público en general.
3. Con respecto al objetivo tres donde se pretende elaborar una propuesta del software por utilizar para la unificación de los servicios de telefonía con tecnología de Voz sobre IP en la UNED. Se recomienda: Tomar esta propuesta con el software de VoIP IssabelPBX para una unificación de servicios de telefonía en la UNED.

4. Con referencia al objetivo cuatro donde se indica que se va a Diagramar la red de los servicios telefónicos con tecnología de Voz sobre IP de la UNED. Se recomienda: Tomar en cuenta el diagrama elaborado ante una posible implementación para no realizar un gasto en equipo innecesario.

Glosario

Appliance: Término inglés que se refiere a un equipo o máquina que se utiliza en el trabajo diario y que se encuentra físicamente en el lugar de trabajo.

AWS: Siglas en inglés de Amazon Web Services para referirse al proveedor de servicios en la nube de Amazon.

Azure: Nombre del proveedor de servicios en la nube de Microsoft.

FortiGate: Un *firewall* de nueva generación, de la familia de productos Fortinet.

Google Cloud: Nombre del proveedor de servicios en la nube de Google.

GUI: Siglas en inglés de *Graphical User Interface* o Interfaz gráfica de usuario.

Hipervisor: Es una plataforma que permite crear máquinas virtuales desligando el sistema operativo de los recursos físicos del *hardware*, permitiendo así el uso de ese *hardware* en máquinas virtuales con el mismo o diferente sistema operativo.

Hyper-V: Programa de virtualización de Microsoft.

ISP: Siglas en inglés que corresponden a *Internet Services Provider* o Proveedor de servicios de internet.

IVR: Siglas en inglés que corresponde a *Interactive Response Unit* o funcionalidad de un sistema que permite la interacción con el usuario que realiza una llamada por medio de voz previamente configurado.

KVM: Corresponde a la virtualización por medio de código libre.

Patch cord: Nombre que se le asigna a los cables de red que se utiliza para realizar conexiones entre equipos computacionales.

Raspberry pi: Placa computacional de bajo costo, con características reducidas de un ordenador.

Softphone: Termino inglés que corresponde al *software* utilizado para realizar llamadas utilizando un servicio de VoIP.

VxBlock5400: Infraestructura de convergencia que integra equipo Dell con la misión de soportar altas cargas de trabajo.

Bibliografía referenciada

3CX. (2020). *3CX*. Obtenido de 3CX: https://www.3cx.com/

3CX. (2020). *3CX*. Obtenido de 3CX: https://www.3cx.es/centralita-telefonica/

3CX. (2020). *3CX*. Obtenido de 3CX: https://www.3cx.es/centralita-telefonica/reduce-factura-telefono-telefonia-ip/

3CX. (11 de 03 de 2020). *3CX*. Obtenido de 3CX: https://www.3cx.es/docs/especificaciones-de-hardware-recomendado-para-3cx/

3CX. (2020). *3CX*. Obtenido de 3CX: https://www.3cx.es/centralita-telefonica/comunicaciones-unificadas/

3CX. (2020). *3CX*. Obtenido de 3CX: https://www.3cx.es/ordering/pricing/perpetuo/

Banco Central de Costa Rica. (10 de julio de 2020). *Banco Central de Costa Rica*. Obtenido de Banco Central de Costa Rica: https://gee.bccr.fi.cr/indicadoreseconomicos/Cuadros/frmVerCatCuadro.aspx?idioma=1&CodCuadro=%20435

CCSS. (Enero de 2020). *Caja Costarricense de Seguro Social*. Obtenido de Caja Costarricense del Seguro Social: https://www.ccss.sa.cr/calculadora

Cisco. (28 de mayo de 2014). *Cisco*. Obtenido de Cisco: https://www.cisco.com/c/en/us/support/docs/unified-communications/unified-communications-manager-callmanager/117600-technote-cucm-00.html

CISCO. (06 de junio de 2019). *CISCO*. Obtenido de CISCO: https://www.cisco.com/c/en/us/products/collateral/unified-communications/business-edition-7000/data-sheet-c78-730649.html#ChoiceScaleandSimpleManagement

CISCO. (2020). *CISCO*. Obtenido de CISCO: https://www.cisco.com/c/dam/en/us/td/docs/voice_ip_comm/uc_system/virtualization/collaboration-virtualization-hardware.html

CISCO. (2020). *cisco.com*. Obtenido de Cisco: https://www.cisco.com/c/es_cr/products/unified-communications/unified-communications-manager-callmanager/index.html

CISCO. (2020). *cisco.com*. Obtenido de cisco.com: https://www.cisco.com/c/en/us/support/unified-communications/unified-communications-manager-version-12-5/model.html#CompatibilityInformation

Delgado, C. (2018). *Calcuonine*. Obtenido de Calcuonline: https://calcuonline.com/calculadoras/calculadora-roi/

EsperienciasIP. (15 de junio de 2020). *ExperienciasIP*. Obtenido de ExperienciasIP: https://experienciasip.com/es/catalogo/marcas/issabel-2/iss-business-550-ucr-issabel-appliance-pro/

FreePBX. (2020). *FreePBX*. Obtenido de FreePBX: https://www.freepbx.org/get-started/

FreePBX. (2020). *FreePBX*. Obtenido de FreePBX: https://www.freepbx.org/appliances/

GRANDSTREAM. (2020). *Greandstream.com*. Obtenido de GRANDSTREAM: http://www.grandstream.com/products/ip-voice-telephony/basic-ip-phones/product/gxp1630

Henry Sinneieh, A. B. (2006). *Internet Communications Using SIP Delivering VoIP and Multimedia Services with Session Initiation Protocol.* Indianapolis: Wiley.

Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, P. (2014). *Metodologías de la Investigación.* D.F México: Miembro de la Cámara Nacional de la Industria Editorial Mexicana.

Issabel. (2017). *Issabel Project*. Obtenido de Issabel Project: https://www.issabel.org/

Issabel. (13 de 09 de 2018). *Issabel*. Obtenido de Issabel: https://www.issabel.com/issabel-nueva-iso/

Issabel. (2020). *Issabel.com*. Obtenido de Issabel: https://www.issabel.com/appliances/

Issabel.org. (2017). *Issabel Project*. Obtenido de Issabel Project: https://forum.issabel.org/d/2281-manual

ITprice. (2020). *ITprice*. Obtenido de ITprice: https://itprice.com/es/cisco-gpl/cisco%20business%20edition%207000

Kölbi. (10 de 07 de 2020). *Kolbi.cr*. Obtenido de Kolbi: https://www.kolbi.cr/wps/portal/kolbi_dev/hogares/telefonia-fija/telefonia-fija-kolbi

La tienda CR. (2020). *latiendacr*. Obtenido de latiendacr: https://www.latienda.cr/products/85/telefono-ip-grandstream-gxp-1630

López, J. G. (2008). *VoIP y Asterisk redescubriendo la telefonía.* Almería: RA-MA.

Malhotra, N. (2008). *Investigación de Mercados.* México: Pearson.

MTSS. (01 de 01 de 2020). *Ministerio de Trabajo y Seguridad Social*. Obtenido de Ministerio de Trabajo y Seguridad Social: http://www.mtss.go.cr/temas-laborales/salarios/Documentos-Salarios/lista_salarios_2020.pdf

Nunn, M. C. (2010). Voice-Over-Internet Protocol. *Review of Business Information Systems*, 12.

Robar, A. (2009). *FreePBX 2.5 Powerful Telephony Solutions.* Birmingham, B27 6PA, UK.: Packt Publishing Ltd.

Sharif, B. (2008). *Elastix without tears.*

Shoewu, A. A. (2012). Exploiting VoIP Telephony in IP-Pbx Solution. *The Pacific Journal of Science and Technology*, 11.

Survey Monkey. (2020). *Survey Monkey*. Obtenido de Survey Monkey: https://es.surveymonkey.com/mp/sample-size-calculator/

UNED. (28 de 01 de 2019). *Universidad Estatal a Distancia*. Obtenido de Universidad Estatal a Distancia: https://www.uned.ac.cr/guia-telefonica#servicios-generales

Universidad Estatal a Distancia. (2020). *UNED*. Obtenido de UNED: https://www.uned.ac.cr/

Vasco N. G. J. Soares, P. A. (2008). Past, Present and Future of IP Telephony. *IEEE Computer Society*, 24.

WordArt. (2020). *WordArt*. Obtenido de WordArt: https://wordart.com/

Zoiper. (2020). *Zoiper.com*. Obtenido de Zoiper.com: https://www.zoiper.com/en/shop/buy/zoiper5?cid=main-nav

Anexos

Anexo A Encuesta de Servicios de Telefonía de la UNED.

Conceptos

Telefonía IP: Este término corresponde a las tecnologías que usan el protocolo IP para el intercambio de voz, fax y otras formas de información por medio de internet.

Telefonía convencional: Es el sistema de telefonía tradicional que se encuentra generalmente en el domicilio de cada persona, también conocida como comunicación de circuito y data desde hace más de 100 años.

Objetivos de la Encuesta

- Identificar en términos de costos, servicios y escalabilidad las ventajas y desventajas que tiene la telefonía actual en los diferentes centros de la UNED.
- Comprender los beneficios que traería la unificación de los servicios de telefonía con tecnología de Voz sobre IP.
-

*Obligatorio

1. ¿Cree usted que el uso de la telefonía IP ayuda a que las personas puedan realizar teletrabajo? *

Marque solo un óvalo.

- Totalmente de acuerdo
- Algo de acuerdo
- Ni de acuerdo ni en desacuerdo
- Algo en desacuerdo
- Totalmente en desacuerdo

2. ¿Cree usted que la telefonía IP cuenta con mayores funcionalidades que la telefonía convencional? *

Marque solo un óvalo.

- Totalmente de acuerdo
- Algo de acuerdo
- Ni de acuerdo ni en desacuerdo

Algo en desacuerdo

Totalmente en desacuerdo

3. ¿Cree usted que la telefonía IP permitiría que cada funcionario cuente con su propia extensión, de ser necesario? * *Marque solo un óvalo.*

- Totalmente de acuerdo
- Algo de acuerdo
- Ni de acuerdo ni en desacuerdo
- Algo en desacuerdo
- Totalmente en desacuerdo

4. ¿Cree usted necesario realizar una inversión de telefonía IP en la UNED? * *Marque solo un óvalo.*

- Totalmente de acuerdo
- Algo de acuerdo
- Ni de acuerdo ni en desacuerdo
- Algo en desacuerdo
- Totalmente en desacuerdo

5. ¿Cree usted que una posible unificación de servicios telefónicos podría mejorar el servicio de telefonía (sede central y sedes universitarias)? * *Marque solo un óvalo.*

- Totalmente de acuerdo
- Algo de acuerdo

Ni de acuerdo ni en desacuerdo

Algo en desacuerdo

Totalmente en desacuerdo

6. ¿Cree usted que la telefonía IP permite un mayor crecimiento en cuanto a extensiones telefónicas se refiere, en comparación con la telefonía convencional? *

Marque solo un óvalo.

- Totalmente de acuerdo
- Algo de acuerdo
- Ni de acuerdo ni en desacuerdo
- Algo en desacuerdo
- Totalmente en desacuerdo

7. ¿Cree usted que la telefonía IP se adapta mejor a las necesidades (horarios de atención, Grupos de timbrado, desvío de llamadas, entre otros) en comparación con la telefonía convencional? * *Marque solo un óvalo.*

- Totalmente de acuerdo
- Algo de acuerdo
- Ni de acuerdo ni en desacuerdo
- Algo en desacuerdo
- Totalmente en desacuerdo

8. ¿Cree usted que el invertir en telefonía IP, a mediano o largo plazo permita que se reduzcan los costos operativos de la universidad? *

Marque solo un óvalo.

- Totalmente de acuerdo

Algo de acuerdo

Ni de acuerdo ni en desacuerdo

Algo en desacuerdo

Totalmente en desacuerdo

9. ¿Cree usted que la telefonía IP les permite a los funcionarios de la UNED mayor flexibilidad de comunicación y movilidad laboral en cualquier área del país? *

Marque solo un óvalo.

- Totalmente de acuerdo
- Algo de acuerdo
- Ni de acuerdo ni en desacuerdo
- Algo en desacuerdo
- Totalmente en desacuerdo

10. ¿Cree usted que la telefonía IP podría tener un impacto económico positivo en aquellas sedes que aún no cuentan con esa tecnología? * *Marque solo un óvalo.*

- Totalmente de acuerdo
- Algo de acuerdo
- Ni de acuerdo ni en desacuerdo
- Algo en desacuerdo
- Totalmente en desacuerdo

11. ¿Cree usted que sería mejor contar con una única central telefónica IP que incluya la sede Central con las demás sedes, en lugar de contar con una central IP local por sede? *

Marque solo un óvalo.

- Totalmente de acuerdo
- Algo de acuerdo
- Ni de acuerdo ni en desacuerdo
- Algo en desacuerdo
- Totalmente en desacuerdo

12. ¿Cree usted que el uso de la telefonía IP le ayudaría a comunicarse más fácilmente con los compañeros de sede central y demás sedes? **Marque solo un óvalo.*

- Totalmente de acuerdo
- Algo de acuerdo
- Ni de acuerdo ni en desacuerdo
- Algo en desacuerdo
- Totalmente en desacuerdo

13. ¿Cree usted que la atención telefónica del público en general se realizaría de mejor manera si se contara con una Central IP para sede central y demás sedes? * *Marque solo un óvalo.*

- Totalmente de acuerdo
- Algo de acuerdo
- Ni de acuerdo ni en desacuerdo
- Algo en desacuerdo
- Totalmente en desacuerdo

14. ¿Cree usted que una de las ventajas de la telefonía IP es que no es dependiente de un teléfono físico para usar el servicio? *

Marque solo un óvalo.

- Totalmente de acuerdo
- Algo de acuerdo
- Ni de acuerdo ni en desacuerdo
- Algo en desacuerdo
- Totalmente en desacuerdo

15. ¿Cree usted que al contar con telefonía IP centralizada mejore la capacidad de respuesta ante los problemas telefónicos de cada sede? * *Marque solo un óvalo.*

- Totalmente de acuerdo
- Algo de acuerdo
- Ni de acuerdo ni en desacuerdo
- Algo en desacuerdo
- Totalmente en desacuerdo

16. ¿Cree usted que la telefonía convencional genera un mayor costo para la institución? * *Marque solo un óvalo.*

- Totalmente de acuerdo
- Algo de acuerdo
- Ni de acuerdo ni en desacuerdo
- Algo en desacuerdo
- Totalmente en desacuerdo

Este contenido no ha sido creado ni aprobado por Google.

Fuente: Google Forms.

Anexo B Especificaciones de Appliance de IssabelPBX.

Issabel Appliances

Enterprise+ Servers

Enterprise-Level Communications Server

ISS UCR Business 550 is a robust server that exploits all Unified Communications capabilities of Issabel. Deliver even more reliability to your operation with high availability and certified hardware.

Get the most out of your company with Issabel appliances bridging your existing networks with IP, and integrate SIP, H.323 or TDM (SS7/ISDN/CAS) with IVR, fax, conferencing, compression, echo cancellation and more.

8 E1 | 550 | 1200

• Basic
• PRO

– Concurrent Calls – Extensions

ISS UCR **Business 550** *Basic|PRO* ™

Learn more at:
www.issabel.com

Technical Specifications

INTERFACES
- **Analogic Ports (FXO - FXS): Up to 120***
- Digital Ports: Up to 8 E1/T1 / J1*.
- **Extensions (SIP - IAX): Up to 1200****
- Concurrent calls: Up to 550**
- **Expansion PCI Slot: 5 ; 1 PCI, 4 PCIe**
- USB Ports: 4
- **Network: 2 Gigabit Ethernet**

HARDWARE
- **Processor: 2.2 GHz Quad Core (2nd Optional).**
- RAM: 4 GB DDR3 (Up to 8 GB)
- **Hard Drive: 2x 500 GB - 3.5'' (SW RAID 1)**
- RAID Control Card: Optional
- **Redundant Power Supply**
- Frontal LED Display

OPERATION FEATURES
- **Nominal Power: 500 W HS PSU**
- Operation Voltage: 120/240v Auto switching

- **Operative System: Issabel 4, 64 bits.**

* Not included, additional telephony cards are required.
** Recomendation based on a basic operational scenario.

DIMENSIONS

Physical Size
Height: 89 mm (3.50").
Width: 437 mm (17.20").
Depth: 485 mm (19.09").
Weight: 9 kg. (19.84 lb)

Environment
Well ventilated *Suggested temperature: 0–40°
Relative humidity: 10%–85%
* Keep clean, get away from dust
* To prevent static: Ensure proper grounding
* Standard 19" chassis recommended

Key Features & Benefits

- **Integrate convergence & CTI solutions**
  ISS UCR enables all business modules together, including email, SMS, fax, conferencing, and video.
- **Rugged, Telco-grade architecture**
  Embraces all of major PBX specifications: TDM, IP or Asterisk modules support hot sweppable.
- **Flexible configuration for any network**
  Compliant with diverse (TDM, IP, Asterisk) modules to interface with TDM (FXO, FXS, T1, E1, J1) or IP network, high-impedance logging modules. Support various multimedia processing capability (conferencing, fax, video, compression and echo cancellation for voice enhancement) and several protocols (SS7, ISDN PRI, CAS, R1, R2, Mobility).
- **Adjustable capacity for customized needs**
  ISS UCR platform enables 8 E1/T1/J1 ports, 2~120 FXO/FXS channels; all digital T1/E1/J1 lines could be converted to analog channels.
- **Carrier-grade reliability**
  Special power system with standby redundancy; advanced cooling system to reassure long-standing robustness. Special air cleaner to protect against dust accumulation inside chassis. Inside temperature control and alert system; no need to change wiring when changing functional modules as backplane's wiring outlet is separate from backplane's slots.
- **Processing capability powered by Intel**
  Adopt Intel(R) X64 embedded platform as host control unit (main board) to execute high-capacity, high-complexity applications.
- **Perfect and robust engineering design**
  The motherboard has optional 4.3 inches WVGA(800*480) LCD. ISS UCR series 2U chassis could be mounted on workstation, rack, or wall; Support diverse interfaces (port) on the rear panel , including RJ11, RJ48T, RJ45, RJ45 (POE), DB25, USB, etc.
- **Compliant with your applications and Asterisk**
  The ISS series are compliant with any Issabel Open Source software.

Issabel LLC.
1926 José Ignacio Bartolache, Col. Del Valle, Del. Benito Juárez, CDMX, 03100, MEXICO.

Copyright ©2017Issabel, LLC. All rights reserved. Issabel and ISS UCR Series are trademarks of Issabel LLC.
All other trademarks are property of their respective owners. Version 1.5 / September 2017

Mexico City Office
+52 (55) 1164 · 7616

Fuente: Issabel, 2020.

Anexo C Especificaciones de teléfono IP.

Un Teléfono IP Gigabit para Pequeñas Empresas

GXP1630

El GXP1630 es un poderoso teléfono IP para pequeñas y medianas empresas (PyMEs). Este modelo basado en Linux incluye 3 líneas, 3 teclas XML programables, 8 teclas BLF y conferencia de 4 vías. Una pantalla LCD 132 x 64 (2.98") con iluminación de fondo crea una imagen clara para una fácil visualización. Las características adicionales como dos puertos de red Gigabit conmutados, audio HD, soporte multilenguaje, PoE integrado y llamada en espera hacen del GXP1630 un teléfono para oficina de alta calidad, versátil y confiable.

3 LINES
3 líneas, 3 cuentas SIP, 3 estados de llamada, 3 teclas virtuales

Gigabit
Puertos de red Gigabit 10/100/1000Mbps

8 teclas de extensión BLF bicolores

PoE
PoE integrado

HD
Audio HD en auricular y altavoz

zero CONFIG
Uso con el IP PBX serie UCM de Grandstream para aprovisionamiento de la función Zero-Config

EHS
Electronic Hook Switch (EHS) con audífonos Plantronics

Auto aprovisionamiento usando TR-069 o archivo de configuración XML cifrado con AES

TLS/SRTP/HTTPS para seguridad avanzada y protección de la privacidad

4 WAY
Conferencia de hasta 4 vías

www.grandstream.com

Fuente: GRANDSTREAM, 2020.

Anexo D Oferta de SIP Trunk ICE.

Plazo del Contrato (en meses): 36

Servicios con precios en colones (¢)

Precio de lista (impuestos incluidos) : ¢910,965.27

Estimado(a) cliente aquí se detalla la cantidad y precio de los servicios solicitados.

Cantidad	Precio unitario	Solución	Servicio o Paquete	Modalidad	Total
Monto en Colones (¢)					
1.0	¢800,900.01	Voz Empresarial	Sip Trunk	SIP Trunk 2500 Minutos Fijos,15000 Minutos Moviles,2000 Extensiones,200 LLamadas Simultaneas,200 Canales de Voz	¢800,900.01
				Sub Total:	¢800,900.01
				Impuesto de Valor Agregado:	¢104,117
				Impuesto Cruz Roja:	¢3,399
				Impuesto 911:	¢2,549.25
				Total	¢910,965.27

(i) Los precios indicados en el presente documento corresponden a un paquete de servicios. En casos de retirar alguno de los servicios aquí incluidos se deberá recalcular la propuesta.

La propuesta económica tiene una vigencia de 30 días naturales.

Nota: Las condiciones de cada servicio serán detalladas en el contrato a formalizar.

Fuente: Instituto Costarricense de Electricidad

Anexo E Costo de líneas de telefonía convencional.

kölbi

PERSONAS HOGARES NEGOCIOS Buscar mi kölbi

Planes Televisión Internet Telefonía fija Soluciones Asistencia MAPA DEL SITIO AYUDA

908 Shares

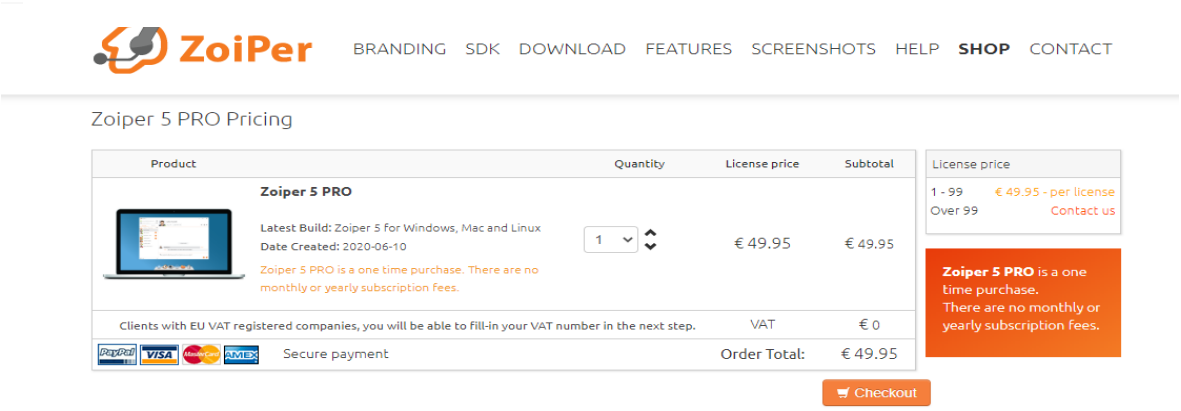
Línea telefónica fija residencial y comercial

CUOTA DE INSTALACIÓN		DEPÓSITO DE GARANTIA*	TARIFA BÁSICA
ANTES	AHORA		
₡20 905 IVAI	GRATIS	GRATIS	₡3 840 IVAI*

*Precio final podría variar según ajustes en tasas e impuestos de ley.

Fuente: Kolbi, 2020.

Anexo F Costo de Softphone Zoiper.



Fuente: Zoiper, 2020.

Anexo G Tipo de Cambio del dólar según el Banco Central de Costa Rica.

Tipos de cambio /n1
Factores de equivalencia

	7 Jul 2020	8 Jul 2020	9 Jul 2020	10 Jul 2020
Tipo de cambio de referencia Banco Central de Costa Rica				
Colones por EUA dólar				
Tipo cambio compra	577,51000	578,08000	579,20000	578,26000
Tipo cambio venta	585,79000	585,19000	584,96000	585,19000
Tipo de cambio del EUA dólar con respecto a otras monedas				
Derechos especiales de giro	1,38132	1,38220	1,38552	1,38446
Dólar canadiense	1,35720	1,35510	1,35160	1,35940
Euro	1,12900	1,13280	1,13250	1,13050
Franco suizo	0,94190	0,93870	0,93830	0,94040
Córdoba nicargüense	34,50000	35,00150	34,43700	34,71750
Corona danesa	6,60020	6,57650	6,57790	6,58840
Corona noruega	9,42270	9,42470	9,37490	9,45660
Corona sueca	9,23900	9,19340	9,16950	9,19460
Lempira hondureño	24,91000	24,74090	24,74230	24,73690
Libra esterlina	1,25590	1,25840	1,26560	1,26310
Peso argentino	70,87550	70,93520	70,93500	70,93500
Peso colombiano	3.633,85000	3.623,06000	3.628,69000	3.613,58000
Peso mexicano	22,53430	22,74850	22,57360	22,64650
Peso república dominicana	58,57100	58,36200	58,59500	58,53000
Real brasilero	5,30630	5,33960	5,26040	5,33620
Quetzal guatemalteco	7,70401	7,69939	7,69551	7,69771
Won coreano	1.195,52000	1.195,48000	1.195,78000	1.204,45000
Yen japonés	107,62000	107,51000	107,15000	106,72000
Bolívar venezolano				
Dólar de Hong Kong	7,75000	7,75010	7,75000	7,75110
Dólar de taiwan	29,48600	29,44800	29,47000	29,54900
Peso boliviano	6,90850	6,90850	6,90850	6,90850
Peso chileno	795,75000	785,31000	777,67000	788,06000
Rublo ruso	71,30080	71,18840	70,60770	70,91300
Sol peruano	3,54400	3,53800	3,52200	3,50300
Zloty de Polonia	3,95940	3,95690	3,94320	3,95450
Dolar Australiano	0,69610	0,69670	0,69870	0,69530
Yuan Chino	7,01920	7,00310	6,98670	6,99820

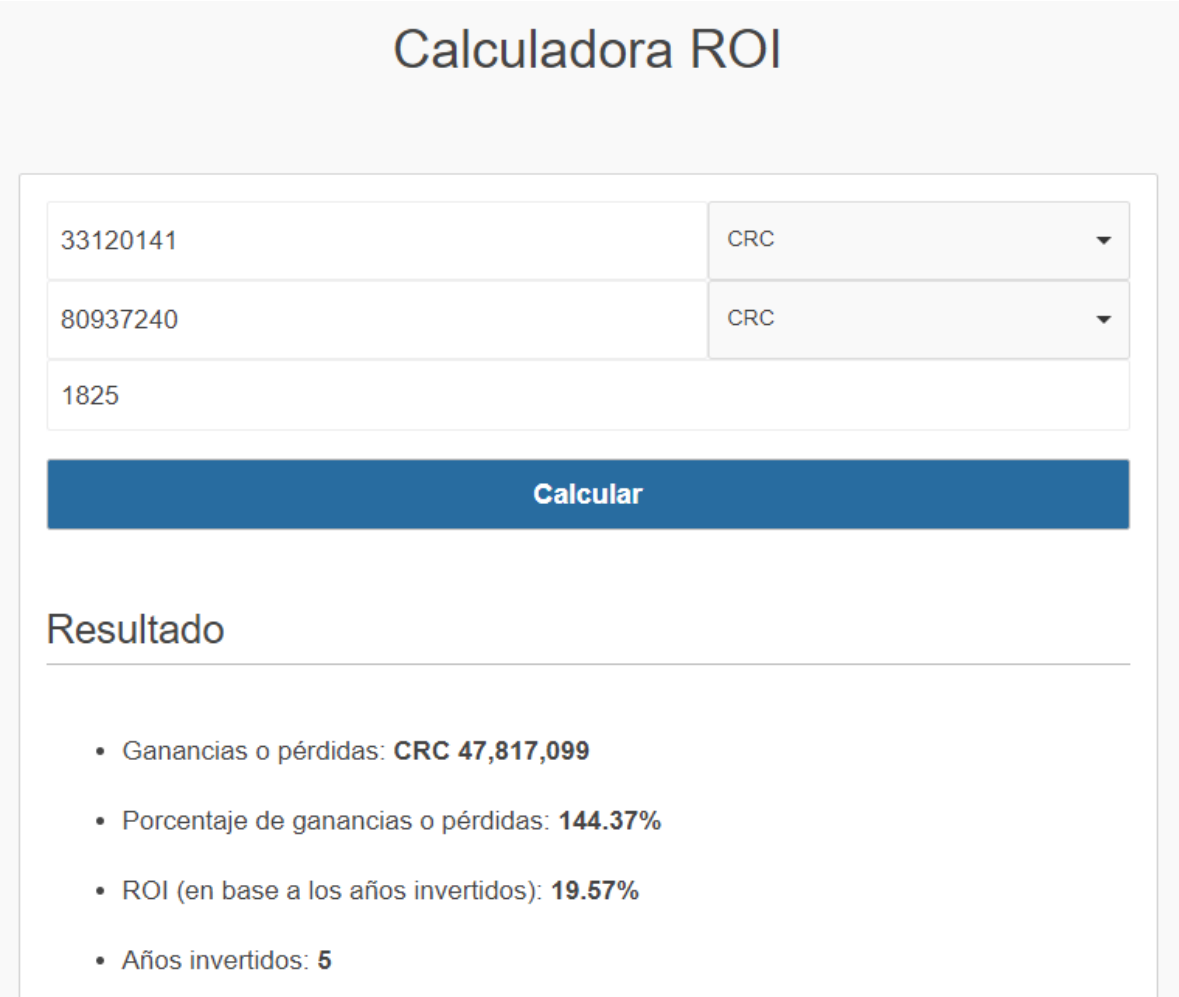
Fuente: Banco Central de Costa Rica, 2020.

Anexo H Salrio Base de un Ingeniero.

Salarios			Monto
LIC Universitario			¢680,565
Caja Costarricense de Seguro Social			
Concepto	Patrono	Trabajador	Monto
SEM	9,25%	5,50%	¢100,383
IVM	5,25%	4,00%	¢62,952
Recaudación Otras Instituciones			
Institución	Patrono	Trabajador	Monto
Cuota Patronal Banco Popular	0,25%	-	¢1,701
Asignaciones Familiares	5,00%	-	¢34,028
IMAS	0,50%	-	¢3,403
INA	1,50%	-	¢10,208
TOTAL OTRAS INSTITUCIONES	7,25%	-	¢49,341
Ley de Protección al Trabajador (LPT)			
Concepto	Patrono	Trabajador	Monto
Aporte Patrono Banco Popular	0,25%	-	¢1,701
Fondo de Capitalización Laboral	3,00%	-	¢20,417
Fondo de Pensiones Complementarias	0,50%	-	¢3,403
Aporte Trabajador Banco Popular	-	1,00%	¢6,806
INS	1,00%	-	¢6,806
Total			
	Patrono	Trabajador	Total
PORCENTAJES TOTALES	26,50%	10,50%	37,00%
MONTOS TOTALES	¢180,350	¢71,459	¢251,809
SALARIO BRUTO MENSUAL		¢680,565	
SALARIO NETO MENSUAL		¢609,106	

Fuentes: MTSS, 2020 y CCSS, 2020.

Anexo I Calculadora para conocer el Retorno de Inversión.



Fuente: Delgado, 2018.

Anexo J Plan para el cambio.

Actividades	**Responsables**	**Aprobación**	**Tiempo**
Reunión con las autoridades de la universidad	Ing. Erick López Agüero M.Sc. Francisco Durán Montoya Rector Rodrigo Arias Camacho y Vicerrectores de la UNED	Consejo de Rectoría	1 semana
Compra de teléfonos y *softphones*	Ing. Erick López Agüero Y la Oficina de contratación y suministro para la preparación de una licitación.	Consejo de Rectoría	4 semanas
Levantamiento de requerimientos sede central y sedes universitarias	Ing. Erick López Agüero Recurso nuevo para infraestructura	Administración (jefaturas de las dependencias y administradores de sedes universitarias)	10 semanas
Solicitud de	Ing. Erick López Agüero	Director de TI	1 semana

recursos en el VxBlock a los compañeros de infraestructura			
Presentación final de la propuestas	Ing. Erick López Agüero Recurso nuevo para infraestructura	Rector y Vicerrectores	1 semana
Solicitud de cambio de E1 por SIP Trunk	Ing. Erick López Agüero Recurso nuevo para infraestructura	Vicerrectoría Ejecutiva	1 semana
Pruebas de enlace SIP Trunk	Ing. Erick López Agüero Recurso nuevo para infraestructura	Coordinador de Infraestructura	2 semanas
Configuración del servidor virtual de VoIP (creación y exportación de extensiones, configuración de IVR, colas,	Ing. Erick López Agüero Recurso nuevo para infraestructura	Coordinador de Infraestructura	20 semanas

configuración de audios, condiciones de tiempo, entre otras)			
Configuración de clientes o teléfonos IP	Ing. Erick López Agüero Recurso nuevo para infraestructura	Jefatura de oficina y administradores de sedes	10 semanas
Capacitación a funcionarios	Ing. Erick López Agüero Recurso nuevo para infraestructura	Jefatura de oficina y administradores de sedes	4 semanas
Entrega del Proyecto	Ing. Erick López Agüero Recurso nuevo para infraestructura	Rector y Vicerrectores	4 semanas
Total de semanas para el proyecto			58 semanas
Tiempo para realizar el proyecto			1 año y 2 meses aproximadamente

Fuente: Elaboración propia.