

**PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR SEDE  
ESMERALDAS**



**CARRERA:**  
INGENIERÍA EN SISTEMAS Y COMPUTACIÓN

**TEMA DE INVESTIGACIÓN:**  
DISEÑO DE LA INFRAESTRUCTURA DE VOZ IP PARA LA  
CONEXIÓN DEL CAMPUS SANTA CRUZ – TACHINA EN LA  
PONTIFICIA [UNIVERSIDAD](#) CATÓLICA DEL ECUADOR SEDE  
ESMERALDAS

PREVIO AL GRADO ACADÉMICO DE INGENIERÍA DE SISTEMAS  
Y COMPUTACIÓN

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**  
REDES Y COMUNICACIÓN

**AUTOR:**  
SANTIAGO ERASMO LUCAS GÓMEZ

**ASESOR:**  
MGT. JUAN CASIERRA CAVADA

**FECHA:**

Con formato: Sangría: Izquierda: 0 cm, Sangría  
francesa: 2.5 cm

ESMERALDAS, 2021

## **TRIBUNAL DE GRADUACIÓN**

Trabajo de tesis aprobado luego de haber dado cumplimiento a los requisitos exigidos por el Reglamento de Grado de la PUCESE previo a la obtención del título de Ingeniería en Sistemas y Computación.

---

### **Presidente del Tribunal de Graduación**

-----  
**Lector 1**

Mgt. Xavier Quiñonez Ku

-----  
**Lector 2**

Mgt. Gustavo Chango Sailema

-----  
**Director(a) de Escuela**

Mgt. Susana Patiño Rosado

-----  
**Director de Tesis**

Mgt. Juan Casierra Cavada

-----  
**Secretario General PUCESE**

Mgt. David Guashpa Gómez

## **DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD Y RESPONSABILIDAD**

Yo, **Santiago Erasmo Lucas Gómez**, portador de la cédula de ciudadanía N.º 0803109115, declaro que los resultados obtenidos en la investigación que presento con el tema “**DISEÑO DE LA INFRAESTRUCTURA DE VOZ IP PARA LA CONEXIÓN DEL CAMPUS SANTA CRUZ – TACHINA EN LA PONTIFICIA [UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR SEDE ESMERALDAS](#)**”, previo la obtención del título de **INGENIERO DE SISTEMAS Y COMPUTACIÓN**, son absolutamente originales, auténticos y personales.

En tal virtud, declaro que el contenido, las conclusiones y los efectos legales y académicos que se desprenden del trabajo propuesto de investigación y luego de la redacción de este documento son y serán de mi sola y exclusiva responsabilidad legal y académica.

---

**Santiago Erasmo Lucas Gómez**  
CI. 0803109115

## DEDICATORIA

*A Dios*, por darme la fortaleza necesaria para lograr todos los objetivos que me he planteado.

*A mis padres y hermanos* que, con sus expresiones de cariño, siempre me motivaron, confiaron en mí y en mis expectativas.

*A mi esposa*, compañera, que, con sus esfuerzos, amor y comprensión, ha permitido que se cristalice uno de mis más grandes sueños.

*A mi hijo*, fuente de motivación e inspiración para superarme cada día más.

*A mis compañeros de aula*, que con la amistad sincera que me brindaron, hicieron que cada jornada de trabajo fuera más placentera.

## AGRADECIMIENTO

*A la Pontificia Universidad Católica Sede de Esmeraldas*, por haber hecho posible el desarrollo de esta tesis.

*A mis maestros y maestras* que fueron facilitadores en este proceso de aprendizaje.

*Al Mgt. Juan Casierra Cavada*, Director de Tesis, mi agradecimiento muy especial, por confiar siempre en mí, por ser la fuerza motivadora para la realización de este trabajo y que con sus expresiones alentadoras mantuvo siempre encendida la fe que necesitaba para lograr este objetivo.

*A las Autoridades, Personal del departamento de TIC de la PUCESE*, por su apoyo y colaboración incondicional en la investigación realizada.

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

TRIBUNAL DE GRADUACIÓN.....	i
DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD Y RESPONSABILIDAD .....	ii
DEDICATORIA.....	iii
AGRADECIMIENTO.....	iv
ÍNDICE DE CONTENIDOS.....	v
ÍNDICE DE TABLAS.....	vii
ÍNDICE DE ILUSTRACIONES .....	vii
RESUMEN .....	viii
ABSTRACT .....	ix
INTRODUCCIÓN.....	<u>10</u>
<b>PRESENTACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN .....</b>	<u>10</u>
<b>PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA .....</b>	2
<b>JUSTIFICACIÓN.....</b>	3
<b>OBJETIVOS .....</b>	4
<b>OBJETIVO GENERAL.....</b>	4
<b>OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....</b>	4
CAPÍTULO I.....	<u>6</u>
<b>MARCO DE REFERENCIA.....</b>	<u>6</u>
1.1. ANTECEDENTES .....	<u>6</u>
1.2. BASES TEÓRICAS Y CIENTÍFICAS .....	<u>8</u>
<b>MATERIALES Y MÉTODOS .....</b>	<u>38</u>
2.1. DESCRIPCIÓN Y CARACTERIZACIÓN DEL LUGAR .....	<u>38</u>
2.2. MÉTODOS Y TÉCNICAS.....	<u>39</u>
2.3. POBLACIÓN Y MUESTRA DEL ESTUDIO .....	<u>42</u>
2.4. DESCRIPCIÓN DEL INSTRUMENTO .....	<u>42</u>
CAPÍTULO III .....	<u>44</u>
<b>RESULTADOS.....</b>	<u>44</u>
3.1. ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS .....	<u>44</u>
CAPÍTULO IV .....	<u>58</u>
<b>DISCUSIÓN.....</b>	<u>58</u>
4.1. DISCUSIÓN.....	<u>58</u>
CAPÍTULO V .....	<u>60</u>
<b>PROPUESTA DE INTERVENCIÓN.....</b>	<u>60</u>

<b>5.1. TÍTULO</b> .....	<b><u>60</u></b>
<b>5.2. DESCRIPCIÓN</b> .....	<b><u>60</u></b>
<b>5.3. DESARROLLO</b> .....	<b><u>60</u></b>
<b>5.4. DEFINICIÓN DEL PROTOTIPO DE COMUNICACIÓN VOIP EN LA PUCESE</b> .....	<b><u>61</u></b>
<b>CAPÍTULO VI</b> .....	<b><u>65</u></b>
<b>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES</b> .....	<b><u>65</u></b>
<b>6.1. CONCLUSIONES</b> .....	<b><u>65</u></b>
<b>6.2. RECOMENDACIONES</b> .....	<b><u>66</u></b>
<b>REFERENCIAS</b> .....	<b><u>67</u></b>
<b>ANEXOS</b> .....	<b><u>74</u></b>

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Elementos del protocolo SIP [14].....	<a href="#">18</a>
Tabla 2: Cuadro comparativo de protocolos VoIP .....	<a href="#">19</a>
Tabla 3. Códecs definidos por la Unión Internacional de Telecomunicaciones [15].....	<a href="#">20</a>
Tabla 4. Métodos de medida de la calidad de servicio [20]. .....	<a href="#">21</a>
Tabla 5. Factores que influyen en la calidad de servicio [3]. .....	<a href="#">22</a>
Tabla 6. Puntos débiles y ataques que afectan a cada una de las capas [13].....	<a href="#">28</a>
Tabla 7 Alternativas de VoIP disponible en el medio tecnológico [32].....	<a href="#">35</a>
Tabla 8 Integrantes del departamento de TIC de la PUCESE.....	<a href="#">42</a>
Tabla 9. Modelo de Infraestructura 2. Fuente: Elaboración Propia.....	<a href="#">48</a>
Tabla 10. Características del modelo de Infraestructura 2. Fuente: Elaboración Propia.....	<a href="#">49</a>
Tabla 11. Características del modelo de Infraestructura 3 .....	<a href="#">53</a>
Tabla 12. Características del modelo de Infraestructura 5. Fuente: Elaboración Propia.....	<a href="#">55</a>
Tabla 13 Alternativas de solución VoIP.....	<a href="#">56</a>

## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1. comunicación WEBRTC [3] .....	<a href="#">7</a>
Ilustración 2: Infraestructura de red. Fuente: Elaboración Propia.....	<a href="#">9</a>
Ilustración 3. Elementos de infraestructura de red [7] .....	<a href="#">10</a>
Ilustración 4. Infraestructura básica de VoIP Fuente: Elaboración propia.....	<a href="#">15</a>
Ilustración 5. Funcionamiento VoIP [5].....	<a href="#">16</a>
Ilustración 6. Capas tradicionales de seguridad de la información [13].....	<a href="#">27</a>
Ilustración 7. Lugar de investigación [35].....	<a href="#">38</a>
Ilustración 8. Infraestructura de red PUCESE. Fuente: Elaboración Propia.....	<a href="#">45</a>
Ilustración 9. Elementos de TI de la PUCESE. Fuente: Elaboración Propia. ....	<a href="#">47</a>
Ilustración 10. Modelo de infraestructura 1. Fuente: Elaboración Propia.....	<a href="#">47</a>
Ilustración 11. Modelo de Infraestructura 2. Fuente. Elaboración Propia.....	<a href="#">49</a>
Ilustración 12. Modelo de infraestructura 3. Fuente: Elaboración Propia.....	<a href="#">51</a>
Ilustración 13. Modelo de Infraestructura 5. Fuente: Elaboración Propia.....	<a href="#">55</a>
Ilustración 14. Diseño de prototipo Propuesto. Fuente: Elaboración Propia.....	<a href="#">64</a>
Ilustración 15 Trafico de Red PUCESE .....	<a href="#">77</a>
Ilustración 16 Interfaz de Switch SC PUCESE .....	<a href="#">77</a>
Ilustración 17. Interfaces del Router Principal de la PUCESE. Fuente: Elaboración Propia.....	<a href="#">78</a>
Ilustración 18. Central Analógica Principal PUCESE. Fuente: Elaboración Propia.....	<a href="#">78</a>
Ilustración 20. Data Center PUCESE lugar de Investigación. Fuente: Elaboración Propia .....	<a href="#">79</a>
Ilustración 19. Distribución Analógica de líneas Central PUCESE. Fuente: Elaboración Propia.....	<a href="#">79</a>

## RESUMEN

Este estudio se basó en el análisis de las diferentes infraestructuras de VoIP para luego elegir una y así entregar un diseño el cual permita la conectividad telefónica en la PUCESE, logrando obtener disponibilidad del servicio entre el campus Tachina y Santa Cruz, utilizando los elementos de red que poseen la universidad para optimizar los mismos. Además, se cumplió con el marco metodológico enmarcado en el enfoque cualitativo, con el análisis de la problemática de la PUCESE, aplicando entrevistas y la observación científica a los integrantes del departamento de TIC, en donde los resultados obtenidos ayudaron a tener una perspectiva de la situación actual y en base a eso poder establecer una propuesta que se ajuste a los requerimientos de la Universidad.

Comentado [XQ1]: se

La investigación se inclinó por la alternativa VoIP, debido a que presenta ventajas que actualmente se requieren en la Universidad, una de ellas es garantizar la continuidad del servicio telefónico, mediante la redundancia del mismo, por ello la utilización de centrales IP en cada uno de los campus con un servidor web de telefonía IP, y con un sincronizador, lo que asegura la disponibilidad del servicio ante alguna situación que se presente, lo cual logra garantizar los procesos comunicacionales, que se brindarán de manera eficaz y a su vez contribuirá al desarrollo de la Institución.

## ABSTRACT

This study was based on the analysis of the different VoIP infrastructures to then choose one and thus deliver a design which allows telephone connectivity in PUCESE, achieving service availability between the Tachina campus and Santa Cruz, using the network elements possessed by the university to optimize them. In addition, the methodological framework framed in the qualitative approach was complied with, with the analysis of the PUCESE problem, applying interviews and scientific observation to the members of the ICT department, where the results obtained helped to have a perspective of the current situation and based on that to be able to establish a proposal that adjusts to the requirements of the University.

**Con formato:** Fuente: (Predeterminada) Times New Roman, 12 pto, Inglés (Estados Unidos)

The research was inclined towards the VoIP alternative, because it presents advantages that are currently required in the University, one of them is to guarantee the continuity of the telephone service, through its redundancy, therefore the use of IP exchanges in each of the campuses with an IP telephony web server, and with a synchronizer, which ensures the availability of the service in the event of any situation that arises, which manages to guarantee communication processes, which will be provided effectively and in turn will contribute to the development of the institution.

**Con formato:** Fuente: (Predeterminada) Times New Roman, 12 pto, Inglés (Estados Unidos)

## **INTRODUCCIÓN**

### **PRESENTACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN**

Anteriormente las comunicaciones telefónicas se las realizaba por medio de la telefonía convencional o PSTN (Red Telefónica Pública Conmutada), este servicio tecnológico evolucionó, es por ello que se desarrollaron nuevas formas de comunicación como son: internet, telefonía celular, VoIP (Voz Sobre Protocolo de Internet), lo cual hacen posible y permiten el desarrollo comunicacional del mundo entero.

En la actualidad a nivel mundial el crecimiento de la tecnología es acelerado y hace que cada vez las empresas busquen satisfacer sus necesidades, optimizando sus recursos con respecto a los medios tecnológicos que se deben de disponer en la organización, para brindar servicios de calidad a sus usuarios, conforme pasa el tiempo el internet crece y se ha convertido en un recurso indispensable para las organizaciones, empresas y usuarios, además es un medio que permite a las compañías optimizar y maximizar sus servicios fuera y dentro de las mismas, es así que en la actualidad, se puede estar conectado desde cualquier parte del mundo hacia una misma organización o varias, con el requisito de tener una conexión a internet.

El objeto de estudio en esta investigación es VoIP, en 2017, Rodríguez [1], en su indagación manifiesta, que se ha abierto paso en el mercado actual por los altos niveles de satisfacción, funcionalidad, aumento de la productividad y reducción representativa en costos fijos con respecto a la telefonía tradicional. Es una de las tendencias actuales de las tecnologías de la información que se encuentra generalmente asociada con las computadoras y las tecnologías afines aplicadas a la toma de decisiones. La misma ya se encuentra en la agenda de los directivos y jefes tecnológicos de las empresas, que buscan herramientas que les permitan ser más rentables y les ayude a sus trabajadores a aumentar su productividad generando así mayores ingresos a la empresa, es atractivo integrar sus comunicaciones a una sola red, económica y flexible, en especial si tienen grandes necesidades telefónicas.

Esta investigación entrega un diseño de la infraestructura telefónica VoIP en la PUCESE (Pontificia Universidad Católica del Ecuador Sede Esmeraldas) analizando las alternativas existentes para poder establecer la mejor, que se adapte a los elementos de red que posee la Universidad para su funcionamiento, para la conexión del [campus](#) Tachina con Santa Cruz, con el fin que le permita a la institución ser eficiente en los canales comunicacionales que ofrece a sus usuarios.

El presente trabajo investigativo se lo realizó porque en la institución no tiene una infraestructura de telefonía IP, que le permita tener continuidad en las comunicaciones telefónicas que se despliegan entorno a ella, es por ello la investigación, en donde hará notar la importancia de contar con servicio telefónico, basado en tecnologías y protocolos similares a los que utiliza el internet con ello no se limita a sistemas propietarios, mas bien da la oportunidad de libre uso, con ello aumenta la productividad, escalabilidad y movilidad, al momento de utilizar el servicio de telefonía IP.

## **PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

Al tiempo de hoy es de importancia gozar con servicios de tecnología por el constante avance y actualizaciones que el mundo viene obteniendo conforme pasa el tiempo, lo cual permite a las personas o instituciones lograr una comunicación entre ellos, mediante los medios disponibles como telefonía, internet entre otros, el no disponer de los recursos mencionados aquejaría problemas en la globalización que se convive [la desinformación](#), la incertidumbre de poder comunicarse con los demás.

La comunicación y la tecnología en los actuales momentos es indispensable por la cual se puede localizar lugares, contar con algún servicio en línea, realizar compras de artículos, enlazar instituciones y empresas para poder desarrollar sus actividades cuando se están en lugares y sedes distantes geográficamente.

La PUCESE presenta el problema en su infraestructura de tecnología, precisamente en la comunicación telefónica que se da en ella, como parte del paso del tiempo, su infraestructura de telefonía se ha visto afectada, por lo cual no [está](#) siendo eficiente [al](#)

momento de generar extensiones telefónicas, a los usuarios, por lo cual se plantea la siguiente interrogante ¿Qué alternativas comunicacionales telefónicamente existen para suplir el problema, sin generar un impacto estructural y económico con la libertad de uso?

## **JUSTIFICACIÓN**

En la modernidad, las compañías en crecimiento y también las instituciones de Educación Superior están en la obligación dentro de sus departamentos de TIC a migrar hacia nuevas tendencias tecnológicas, que apunten a su desarrollo, de esa manera optimizan recursos, para mejorar el desempeño y comunicación de las actividades en la empresa, integrando servicios para un mejor control sistematizado, de todo su parque informático, el mismo que es el encargado de hacer posible el flujo de los procesos que al día de hoy deben de ser constantes, rápidos y en línea.

Es por ello que la exigencia de beneficiarse de una comunicación, constante y sobre todo a un costo mínimo, y de buena calidad conduce hacia la innovación en el parque tecnológico de la PUCESE, para ampliar su cobertura y mejorar la disponibilidad en su infraestructura de telecomunicaciones, aplicando la tecnología IP, la misma ofrece un catálogo de ventajas que en la actualidad son beneficiosas para la organización u empresa que la utilice, dotando de bajos costos, sostenibilidad, escalabilidad, gracias a los diferentes protocolos que se basa para su funcionamiento.

Los beneficiarios del resultado de esta investigación, de manera directa, es todo el recurso humano de las áreas administrativas y académicas que forman parte de la PUCESE, y por ende toda la comunidad Universitaria, puesto que se logra eficiencia en los procesos comunicativos por medios telefónicos utilizando la infraestructura de red disponible en la sede, ahorrando importantes recursos que pueden ser designados a otros procesos para el desarrollo de la institución.

Según el estudio de [2] la implementación de un sistema de telefonía IP en la entidad permite tener mayor cantidad de servicios, entre los más importantes están: salas de conferencia, redirección de llamadas, bloqueo de llamadas, libreta de direcciones y

monitoreo vía web de llamadas, que permitirán mejorar los procesos de cada unidad en la institución o entidad que lo requiera.

## **OBJETIVOS**

### **OBJETIVO GENERAL**

- ❖ Diseñar una infraestructura de Voz IP utilizando los recursos de red disponibles, para la comunicación del campus Santa Cruz - Tachina en la PUCESE, de acuerdo a las alternativas existentes en el medio tecnológico.

### **OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- ❖ Identificar los elementos de TIC existentes en la PUCESE mediante un análisis diagnóstico de su infraestructura de red.
- ❖ Especificar la mejor alternativa de solución de comunicación VOIP, que permita adaptarse a los requerimientos tecnológicos y operativos en la PUCESE.
- ❖ Definir un prototipo de comunicación VOIP acorde a los requerimientos y cualidades de la infraestructura de TIC de la PUCESE.

## CAPÍTULO I

### MARCO DE REFERENCIA

#### 1.1.ANTECEDENTES

El autor de la investigación para dar solución a las anomalías presentadas en su estudio propone el diseño del sistema de telefonía de VoIP para el Hospital Un canto a la Vida, El cual permitió aprovechar de manera óptima la infraestructura de red existente, evitando gastos exagerados en su implementación y obteniendo una reducción en el costo de las facturas por el consumo del servicio telefónico, mediante la selección de la central telefónica basada en software libre debido a que ya se contaba con un servidor de altas prestaciones para la instalación de Elastix [3].

El autor para dar solución al problema de inicio procede a realizar el diseño de la red con calidad de servicios determinando los equipos, creación de VLAN, plan de direccionamiento, tarjetas de interconexión y se verifica mediante un prototipo en el cual se realiza las pruebas de medición de ancho de banda; pruebas de capacidad del servidor y pruebas de capacidad de los equipos de red; y se determina que el hardware para el servidor propuesto en el diseño es capaz de procesar el máximo número de llamadas en la hora de mayor de tráfico [4].

En otro estudio relacionado con el tema investigativo se logró encontrar una alternativa en la nube para tener servicio 24/7 de telefonía IP en donde detalla [5] a continuación.

El trabajo presenta un estudio de una arquitectura Web para aplicaciones de red como es el caso de Voz sobre IP (VoIP), mediante servidores WebRTC en la nube, que ofrecen un servicio gratuito o de pago. Mediante un navegador web, por ejemplo, Google Chrome, Mozilla Firefox y Opera, que soportan WebRTC, se han realizados llamadas desde dos locaciones geográficas distantes y mediante las herramientas “webrtc-internals” y Wireshark se han tomado valores de Jitter, RTT y perdidas de paquetes para establecer la QoS en la transmisión de paquetes de VoIP. Con los parámetros analizados se establece la factibilidad de tener comunicación de VoIP mediante WebRTC, valiéndose de servidores WebRTC en la Nube como se muestra en la [Ilustración 1](#).

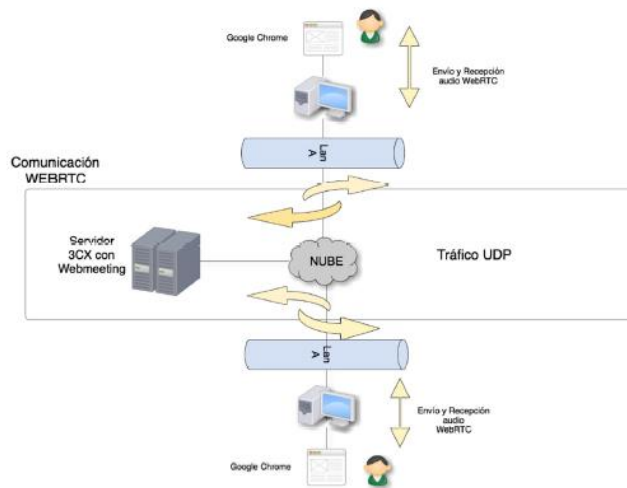


Ilustración 1. comunicación WEBRTC [3]

En el siguiente estudio en donde se refleja el problema en Hidroagoyan en donde los sistemas de telefonía tradicional que se encuentran hoy en día en la empresa no prestan las debidas seguridades al momento de la transmisión de información por lo que puede ser utilizada de manera maliciosa perjudicando a la empresa en diferentes aspectos de gran importancia [6]. La solución que se plantea es moderna ya que la tecnología Voz Ip en comunicaciones de voz presenta facilidades, como el manejo de un mayor número de líneas telefónicas tanto análogas como digitales, de fácil instalación, mantenimiento y reducción de costos para la empresa. Al ser una solución digital permite tener varios beneficios debido a las diferentes características que posee. Una Central de VOIP permite a las empresas realizar conexiones de terminales telefónicas de manera independiente del proveedor de telefonía, de esta forma las llamadas internas de la empresa se pueden conmutar de forma directa sin tener la necesidad de utilizar una red exterior dando paso a la disminución de costos en las facturas mensuales. Este proyecto permite a la empresa mantenerse siempre a la par con los avances tecnológicos lo que beneficia en gran parte al personal para que se desempeñe de mejor manera en cada uno de sus campos.

## 1.2.BASES TEÓRICAS Y CIENTÍFICAS

### 1.2.1. Infraestructura de Red

La infraestructura de red corresponde a los recursos de hardware y software de una red completa que permite la conectividad en una entidad, operaciones y administración de la misma, esta puede ser de hogar o corporativa, proporciona la ruta de comunicación y servicios entre usuarios, procesos, aplicaciones, forma parte de la estructura de TIC que se encuentra en la mayoría de los entornos empresariales e instituciones, la información que fluye a través de las redes no se puede asegurar sin una administración efectiva tanto física y lógica, incluido dispositivos y los servicios que puede ofrecer.

La infraestructura de red contiene tres categorías de componentes de red.

- Dispositivos
- Medios
- Servicios

Los dispositivos y los medios son el hardware de la red, los componentes de red se utilizan para proporcionar servicios y procesos que vienen hacer los programas de comunicación denominados software, que se ejecutan en los dispositivos enlazados en la red, un servicio de red proporciona información en respuesta a una solicitud los servicios incluyen muchas de las aplicaciones de red comunes que utilizan las personas a diario, como los servicios de hosting de correo electrónico, los procesos proporcionan la funcionalidad que direcciona y traslada mensajes a través de la red mediante las normas establecidas [7].

Todo ha sido diseñado con el objetivo de poder facilitar la comunicación entre los usuarios, y a su vez mejorar la seguridad e integridad de los datos, de acuerdo con todo eso, en la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** se puede visualizar un modelo de infraestructura de red.

Los servicios que brinda una red establecida, de forma general cumplen un papel importante en vista que su objetivo es posibilitar la comunicación de al menos dos computadores, conectados a la red con ello, comparten recursos y brinda servicios tal

como el de impresión, dominio entre muchos más, en donde se tiene una herramienta ideal para la mayoría de las empresas o casas de estudios donde tienen que compartir una misma información en varios equipos.

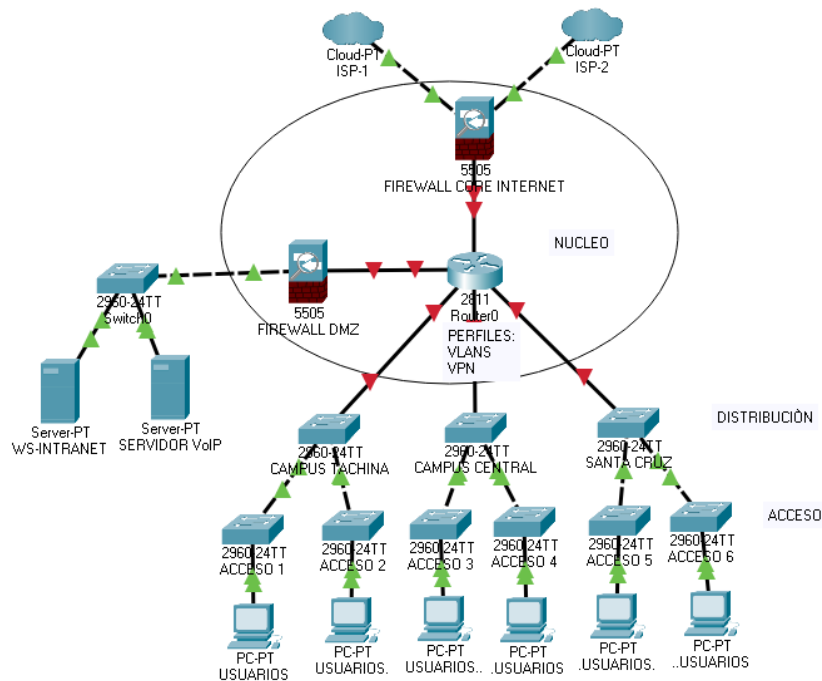


Ilustración 2: Infraestructura de red. Fuente: Elaboración Propia.

### 1.2.2. Elementos de la infraestructura de red

Todos los elementos que participan en una red de datos que conjuntamente forman una infraestructura de red viene a ser el hardware como tarjetas de red, router, entre otros lo que hace posible la comunicación con el software para su debida configuración y administración de una red establecida en cualquier organización, se mencionan a continuación los elementos de una red [Ilustración 3](#).

- Computadoras
- Impresoras de red

- Teléfonos VoIP
- Terminales
- Cámaras de seguridad
- Switch
- Internet working (Routers)
- Seguridad (firewalls)
- Central telefónica IP

Un dispositivo host es el origen o el destino de un mensaje transmitido a través de la red, Para distinguir un host de otro, cada host en la red se identifica por una dirección. Cuando un host inicia la comunicación, utiliza la dirección del host de destino para especificar a dónde se debe enviar el mensaje, con ello se establece la conexión entre los puntos solicitantes dentro de la red de datos [7].

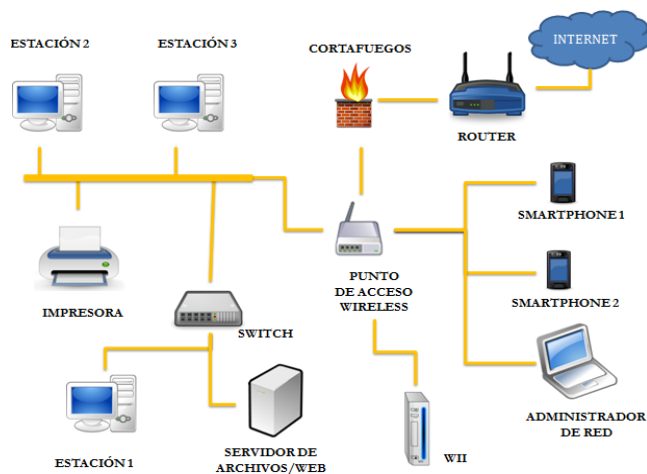


Ilustración 3. Elementos de infraestructura de red [7]

Para que una red pueda funcionar, los dispositivos deben estar interconectados. Las conexiones de red pueden darse por cable o de manera inalámbrica. En las conexiones por cable, o bien el medio es el cobre, que transporta señales eléctricas, o de fibra óptica, que transporta las señales de luz. En conexiones inalámbricas, el medio es la atmósfera de la tierra, o en el espacio, y las señales son las microondas. Incluye los cables de cobre,

como el telefónico de cable par trenzado, cable coaxial, o lo que se conoce comúnmente como par trenzado no apantallado (UTP). En el caso de las fibras ópticas, lo que se tiene son delgados filamentos de vidrio o de plástico que llevan las señales de luz, son otras formas de redes o medios de comunicación [9].

### **1.2.3. Velocidad de transmisión de la red.**

La velocidad con la que se transporta la información en el medio físico estará expresado en bits por segundo (bps), kilobits por segundo (Kbps), megabits por segundo (Mbps), gigabits por segundo (Gbps), un bit es la unidad de información que está dada por un dígito binario ya sea este 1 o 0, un byte estará compuesto de ocho bits o un octeto de bits, la velocidad puede ir variando dependiendo del ancho de banda del canal, el cual se define como el rango de frecuencias en el cual puede transmitirse esta información de forma efectiva a través del canal y se expresa en Hertzios (Hz), kilohertzios (KHz), mega hertzios (MHz) y giga hertzios (GHz) [10].

Un hertzio se podría definir como un número de repeticiones por segundo de una onda electromagnética completa la relación será directa entre ancho de banda y velocidad de transmisión, es decir, a mayor ancho de banda se podrá tener mayor velocidad de transmisión. Dependiendo de la capacidad de las bandas se puede clasificarlas en banda estrecha y banda ancha [10].

### **1.2.4. VoIP**

Voz sobre protocolo de internet, es una tecnología que con la globalización del internet es tendencia para las empresas u organizaciones por las múltiples ventajas que ofrece, de forma general se puede decir que VoIP es la tecnología que establece la transmisión de voz utilizando los protocolos que emplean las redes de computadoras, protocolo de control de transmisión / protocolo de internet (en adelante TCP/IP), en donde la voz analógica previamente digitalizada, codificada y convertida en paquetes de datos es transportada por internet, red de área local, o una intranet, y cuando llegan a su destino son desempaquetado y convertidos en la señal de voz original, estableciendo así la comunicación de voz [11].

Se debe recalcar que VoIP es un recurso tecnológico que funciona exclusivamente en una red de datos puede ser a nivel doméstica o empresarial, con lo que explota aquellos entornos ya creados, en la actualidad con la propagación del internet ayudó en su fortalecimiento, para que empresas opten por su utilización, por las ventajas que brinda ante su antecesora la tecnología analógica la misma que no se adapta a los actuales estándares de los departamentos de TIC donde todos sus servicios deben estar integrados en su infraestructura tecnológica para poder ofrecer actualizaciones, asistencia de una forma simplificada y sobre todo administración de la misma .

En muchas ocasiones se ha llegado al punto de confundir VoIP y Telefonía IP lo que al parecer puede resultar igual, pero tienen su diferencia, la misma que hace relevante al término VoIP como la tecnología que maneja un conjunto de normas, dispositivos y protocolos lo que hace posible la transmisión de voz mediante paquetes de datos, que son comprimidos para luego ser enviados por la red, y la telefonía IP viene a ser el servicio telefónico que ofrece VoIP como identificador de llamadas, monitoreo de llamadas, entre otros.

La tecnología VoIP ha revolucionado el mundo de la telefonía, ofreciendo nuevos recursos de valor agregado, disponer de un servicio de estos permite a una empresa el poder comunicarse, a bajos costo de intercomunicación, además de unificar recursos de transmisión de datos y voz, esta rama tecnológica trabaja en ambientes de red previamente diseñados, para que su funcionamiento sea el mejor y preste todos sus beneficios al momento de su implementación y sobre todo algo relevante en cuanto a su infraestructura que es simplificada y ofreciendo más servicios que su antecesora [12].

La tendencia actual es converger todas las redes en una sola, por diversos motivos favorables, donde la administración, los mantenimientos y actualizaciones se tornan de manera más eficiente, al tener la telefonía en la red de datos de la institución u organización, manejar lo que es la tecnología integrada ayuda a determinar los posibles problemas que se puedan suscitar y así poder dar una solución viable y directa, lo que ayuda en los tiempos de respuestas, sean dentro de los parámetros normales e inclusive menores.

VoIP en un entorno Web en los últimos años se ha observado un aumento de la migración de las aplicaciones de escritorio a la Web, e incluso con la reciente aparición de las aplicaciones móviles, también en este segmento algunas empresas deciden crear aplicaciones Web, que permite que la misma aplicación se ejecute en cualquier dispositivo y con cualquier sistema operativo. Las aplicaciones Web ya no son sólo las páginas con contenido estático y ahora son capaces de hacer las transacciones típicas de las aplicaciones de escritorio, hoy se diseñan las páginas web con muchas más funcionalidades, con contenido cargado en el fondo y con mucha más programación en la aplicación cliente [5].

Para crear aplicaciones Web que permiten realizar llamadas de VoIP, es necesario que las aplicaciones pueden acceder a algunas funciones, que normalmente no ofrecen los navegadores sin tener que recurrir a algunos plugins que facilitan estos permisos. Los requerimientos mínimos son el acceso a los micrófonos, cámaras y un medio de transmisión de los datos obtenidos de estos dispositivos a un servidor o directamente al destinatario [5].

### **1.2.5. Telefonía IP**

Telefonía sobre IP, es el servicio telefónico que surge como una alternativa de comunicación de voz disponible al cliente, brindando nuevas aplicaciones y tarifas más baratas. Permite la transmisión de voz y datos, lo que posibilita la utilización de las redes informáticas que usan el protocolo IP, para efectuar llamadas telefónicas, como consecuencia una red convergente o multiservicios [2].

Telefonía Tradicional están guiados por un sistema muy simple pero ineficiente denominado conmutación de circuitos, ha sido utilizado por las operados tradicionales por mucho tiempo en este sistema cuando una llamada es establecida la conexión es mantenida durante todo el tiempo que dura la comunicación este tipo es denominado circuito porque la comunicación es realizada en 2 puntos de ambas direcciones.

La principal diferencia entre ambas tecnologías es que en la IP no necesita tener un canal dedicado de transmisión en vista que trabaja por paquetes los mismos pueden ser

transmitido por varias vías hasta llegar a su destino, con lo que la hace más relevante con relación a la telefonía tradicional en donde para establecer una llamada entre 2 puntos ambos tienen que estar con un canal dedicado.

### **1.2.6. Arquitectura VoIP**

En un tiempo atrás, las redes de voz fueron construidas usando una arquitectura centralizada en la cual los teléfonos fueron controlados por los conmutadores centralizados. Este modelo trabajó bien para los servicios de telefonía básica. Uno de los beneficios de la tecnología VoIP, es que permite a las redes ser construidas usando una arquitectura centralizada o bien distribuida [13].

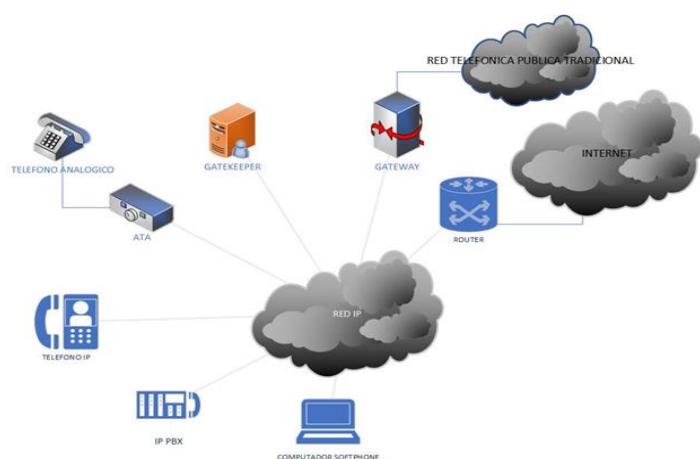
#### **➤ Arquitectura Centralizada**

La arquitectura centralizada está asociada con los protocolos MGCP y MEGACO. Estos protocolos fueron diseñados para un dispositivo centralizado llamado Controlador Media Gateway o Call Agent, que maneja la lógica de conmutación y control de llamadas. En esta Arquitectura la inteligencia de la red es centralizada y los dispositivos finales de usuario (endpoints) son relativamente mudos. Sin embargo, muchas arquitecturas VoIP centralizadas usan protocolos MGCP o MEGACO. La arquitectura VoIP centralizada, apoyan este modelo porque centraliza la administración, el provisionamiento y el control de llamadas. Simplifica el flujo de llamadas repitiendo las características de voz. Es fácil para los ingenieros de voz entenderlo [13].

#### **➤ Arquitectura Distribuida**

Esta arquitectura distribuida está asociada con los protocolos H.323 y SIP. Estos protocolos permiten que la inteligencia de la red se distribuya entre dispositivos de control de llamadas y endpoints. La inteligencia en esta instancia se refiere a establecer las llamadas, características de llamadas, enrutamiento de llamadas, provisionamiento, facturación o cualquier otro aspecto de manejo de llamadas. La arquitectura distribuida es usualmente bien entendida por los ingenieros que manejan redes de datos IP. La arquitectura VoIP distribuida apoyan este modelo por su flexibilidad. Permite la

flexibilidad para añadir inteligencia a cualquier dispositivo de control de llamadas o Endpoints, dependiendo de los requerimientos tecnológicos y comerciales de la red VoIP. Permite que las aplicaciones VoIP sean tratadas como cualquier otra aplicación IP distribuida [13]. En la [Ilustración 4](#) se puede visualizar la arquitectura básica en una red VoIP.



*Ilustración 4. Infraestructura básica de VoIP Fuente: Elaboración propia*

### **1.2.7. Funcionamiento VoIP**

El funcionamiento de VoIP consiste básicamente en digitalizar las señales de voz analógicas mediante la utilización de códecs el cual es el encargado de comprimir la voz en pequeños datagramas y a su vez descomprimirlos mediante los diferentes algoritmos que poseen, para luego ser transportados por la red de datos mediante los protocolos los mismos establecen las normas o pasos que deben cumplir los paquetes para llegar a su destino y poder establecer la comunicación de voz, a continuación se detalla el proceso del funcionamiento en la [Ilustración 5](#) [2].

- Muestreo de la señal análoga (voz) para obtener su representación en forma digital con una tasa de bits promedio de 64 Kbps.
- Se aplica supresión de silencios, en la que se retira toda señal que no sea información.

- Mediante el procedimiento de modulación PCM (Pulse Code Modulation, Modulación por Pulsos Codificados) realiza la conversión de la señal analógica a formato digital.
- A través de un CODEC se realiza la compresión de la señal obtenida, en paquetes de datos IP (Protocolo de Internet) para la transmisión. El término CÓDEC hace referencia a CODificador/DECodificador, pero hoy en día se relaciona también con COMpresión/DECompresión, ya que la característica principal es poder garantizar la codificación/compresión de la señal de audio o video para luego realizar la decodificación/descompresión de la misma.
- Transmisión de paquetes al destino con su dirección IP correspondiente a través de una red de datos o internet.
- Recepción del paquete IP en el destino.
- Se descomprime el paquete IP.
- Se agregan los silencios que fueron suprimidos.
- Se realiza la conversión de la señal de voz digital a señal analógica.

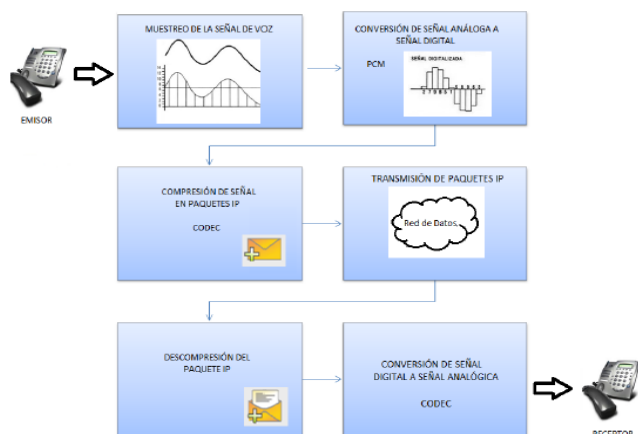


Ilustración 5. Funcionamiento VoIP [5]

### 1.2.8. Protocolos VoIP

La tecnología VoIP enmarca una serie de protocolos los cuales son los encargados de poder brindar la funcionalidad que se requiere, en donde establecen los estándares y normas que rigen para realizar la transmisión de los paquetes que se envían y se reciben, ya sea en internet o en una red local de una organización, los mismos se definen a continuación los más relevantes.

#### ➤ El protocolo de internet (IP)

El protocolo IP que es un protocolo de comunicación sin conexión, que proporciona un servicio de datagramas. IP se ocupa de la transmisión de los datagramas en función de las direcciones de destino que va incorporada en la cabecera del mismo. Dos son las funciones básicas que implementa el protocolo IP, el uno es direccionamiento y el otro la fragmentación [14].

Mediante el direccionamiento, el protocolo IP sabe encontrar un camino para el datagrama a fin de que llegue a su destino. Para ello está implementado no sólo en los nodos finales, sino también en los encaminadores que adicionalmente están provistos de mecanismos para tomar decisiones sobre el enrutamiento de los datagramas. Para conseguir este encaminamiento el IP debe encapsular los datos entregados por el protocolo de nivel superior poniéndole una cabecera propia en la que los datos más importantes son las direcciones de origen y destino [14].

La segunda función, la fragmentación de los datagramas es necesaria ya que como los paquetes pueden circular por redes distinta, con distintos tamaños máximos de paquete (MTU, Unidad de Transmisión Máxima), puede ser necesario su troceado en otros más pequeños [14].

#### ➤ Protocolo H.323

Pertenece a la Unión Internacional de Telecomunicaciones (ITU) es la norma que los proveedores deben cumplir al proporcionar servicio de voz, fue desarrollado

originalmente para servicios de video conferencia, multimedia, pero luego se amplió para cubrir voz sobre Ip. Aunque ha estado muy extendido, ha sido muy utilizado y ha sido el que ha permitido el despegue de la VoIP, existiendo gran variedad de hardware que lo soporta, hoy en día, está en desuso por la aparición de otros protocolos [15].

### ➤ **Iax**

Es un protocolo de código abierto, lo que significa que cualquiera puede descargarlo, modificarlo o mejorarlo a gusto, este protocolo fue desarrollado por Digium con el propósito de comunicarse con servidores Asterisk, trabaja en un solo puerto UDP(4569) para ambos canales de señalización y datos, permite manejar una gran cantidad de códecs y un gran numero streams, lo que significa que puede ser utilizado para trasportar cualquier tipo de dato [16].

### ➤ **Sip**

Protocolo de Inicio de Sesión (SIP) es un protocolo de aplicación desarrollado y estandarizado por la ITU permite a los usuarios, participar en sesiones de intercambio de información multimedia soportando mecanismos de establecimiento, modificación y finalización de llamada. Uno de los objetivos consiste en desarrollar mecanismos para informar a los usuarios acerca de las sesiones existentes en la red, requisitos de los medios, direcciones. En este sentido existen dos modos básicos de identificar y participar. soporta 5 elementos funcionales para el establecimiento y terminación de comunicaciones multimedia en la siguiente tabla se los menciona [17].

*Tabla 1. Elementos del protocolo SIP [14]*

<b>N</b>	<b>Elementos</b>
<b>1</b>	Localización de usuarios
<b>2</b>	Intercambio / negociación de capacidades de los terminales
<b>3</b>	Disponibilidad de usuarios
<b>4</b>	Establecimiento de llamada
<b>5</b>	Mantenimiento de llamada

Tabla 2: Cuadro comparativo de protocolos VoIP

Características	H.323	SIP	MGCP	MEGACO	IAX
Protocolo sometido a reformas	SI	SI	NO	SI	SI
Soporta IPv6	NO	SI	NO	SI	NO
Aceptación por los fabricantes	NO	SI	NO	SI	NO
Bajo Código abierto	NO	SI	NO	NO	SI
Escalable	NO	SI	NO	SI	SI
Compatibilidad con otros protocolos	NO	SI	NO	SI	SI
Soporta servicios móviles	NO	SI	NO	NO	NO
Protocolo Estandarizado	NO	SI	NO	NO	NO

### ➤ Protocolos de transporte

Los protocolos de transporte para VoIP no pueden ser confundidos con los protocolos TCP y UDP que son utilizados sobre el protocolo IP ya que para la comunicación de VoIP se hace referencia al protocolo RTP (Protocolo de Transporte en Tiempo Real), este protocolo entrega calidad de servicio y verifica que cada uno de los datos lleguen intactos y de manera correcta desde el origen al destino [14].

Protocolo TCP (Protocolo de Control de Transmisión) Permite a las aplicaciones comunicarse entre sí como si estuvieran conectadas físicamente. TCP envía los datos en un formato que se transmite carácter por carácter, en lugar de transmitirse por paquetes discretos. Esta transmisión consiste en lo siguiente [14]:

- Punto de partida, que abre la conexión.
- Transmisión completa en orden de bytes.
- Punto de fin, que cierra la conexión.

TCP conecta un encabezado a los datos transmitidos. Este encabezado contiene múltiples parámetros que ayudan a los procesos del sistema transmisor a conectarse a sus procesos correspondientes en el sistema receptor, confirma que un paquete ha alcanzado su destino estableciendo una conexión de punto a punto entre los hosts de envío y recepción, por tanto, el protocolo TCP se considera un protocolo fiable orientado a la conexión.

Protocolo de datagramas de usuario (UDP) Proporciona un servicio de datagramas sin conexión que ofrece entrega de mejor esfuerzo, lo que significa que UDP no garantiza la entrega ni comprueba la secuencia de los datagramas. Un host de origen que necesita comunicación confiable debe utilizar TCP o un programa que proporcione sus propios servicios de secuencia y confirmación [14].

### 1.2.9. Códecs VoIP

Puesto que VoIP se sustenta sobre una arquitectura basada en la técnica de conmutación de paquetes, deben existir unos mecanismos que permitan al emisor convertir la voz en paquetes para enviarlos a su destinatario. Para conseguirlo, se realiza un muestreo de la señal en formato analógico generada al emitir la voz sobre un dispositivo de audio, obteniéndose una señal en formato digital [18].

Si el muestreo de la señal es alto, la señal digital tendrá mayor longitud y se necesitará más tiempo para su transmisión, pero redundará en una mejor calidad del servicio (QoS). Por el contrario, si el muestreo de la señal es bajo, la señal digital será de menor longitud y la velocidad de transmisión será mayor, aunque la calidad del servicio se verá afectada. Para reducir la longitud de la señal digital a transmitir y aumentar la velocidad de transmisión, se suele recurrir a técnicas de compresión también llamados códecs a continuación se visualizan los más representativos [18].

Tabla 3. Códecs definidos por la Unión Internacional de Telecomunicaciones [15].

Códecs	Ancho de banda	Codificación
<b>G.711</b>	64kbps	Mediante técnica PCM (Modulación por Impulsos Codificados)
<b>G.722</b>	48, 56, Y 64 kbps	A 7 KHz de frecuencia
<b>G.723.1</b>	5 3, 6 3 kbps	Mediante una variante de PCM
<b>G.726</b>	16, 24, 32, 40 kbps	Mediante la variante PCM
<b>G.728</b>	16 kbps	Mediante código de retardo bajo
<b>G.729</b>	8 kbps	Mediante código algebraico

### 1.2.10. Calidad de Servicio

La calidad de servicio (QoS) es una tecnología de red que usan algunas organizaciones para ofrecer una experiencia de usuario final óptima para las comunicaciones de audio y vídeo. QoS se usa principalmente en redes donde el ancho de banda es limitado. Como hay una gran cantidad de paquetes de red compitiendo por una cantidad relativamente pequeña de ancho de banda disponible [19].

la calidad de servicio permite a los administradores asignar prioridades más altas a los paquetes que contienen datos de audio o vídeo. Al asignar una prioridad más alta a estos paquetes, las comunicaciones de audio y vídeo probablemente se completen con mayor rapidez y con menos interrupciones que las sesiones de red que incluyen transferencias de archivos, exploración web o copias de seguridad de bases de datos\_[19].

Se debe mencionar que la calidad de servicio es un tema muy extenso es por ello, que su apreciación va a depender del entorno que se valla aplicar, en el caso de esta investigación se centra más en la parte de calidad de voz la misma que se debe de garantizar entre los usuarios que realicen las llamadas telefónicas, según la recomendación E.420 de la Unión Internacional de Telecomunicaciones (ITU) existen métodos de medida de la calidad de servicio, se describen los métodos siguientes para medir la calidad de servicio [20].

#### Métodos de medida de la calidad de servicio

Tabla 4. Métodos de medida de la calidad de servicio [20].

<b>1</b>	<b>observaciones de servicio por medios externos;</b>
<b>2</b>	llamadas de prueba (tráfico simulado)
<b>3</b>	encuestas entre los usuarios;
<b>4</b>	observaciones automáticas internas.

A la latencia también se la llama retardo. No es un problema específico de las redes no orientadas a conexión y por tanto de la VoIP. Es un problema general de las redes de telecomunicación. La latencia se define técnicamente en VoIP como el tiempo que tarda un paquete en llegar desde la fuente al destino. Es un problema frecuente que se producen

en enlaces lentos o congestionados. El retardo de extremo a extremo debe ser inferior a 150 ms, esta recomendación se encuentra ligada a la capacidad auditiva de los humanos, que son capaces de detectar retardos de 200 a 250 ms [4].

El Jitter (fluctuación de fase) se define como la variación en el tiempo en la llegada de los paquetes, causada por congestión de red, pérdida de sincronización o por las diferentes rutas seguidas por los paquetes para llegar al destino, es decir; es la diferencia entre el tiempo en que llega un paquete y el tiempo que se cree que llegará el paquete. Este efecto se presenta en redes de datos no orientadas a conexión, paquetes que viajan por rutas distintas para llegar al destino y enlaces de red lentos basados en conmutación de paquetes [21].

Para que exista una comunicación fiable constante sin interrupciones dentro de una red de datos en donde se transmite voz se debe de tomar en cuenta los siguientes factores que se detallan en la tabla 5 para que las llamadas en VoIP estén dentro de la norma de calidad de servicio, según [3].

Tabla 5. Factores que influyen en la calidad de servicio [3].

<b>Factores que influyen en la calidad de servicio</b>		
<b>Factor</b>	<b>Valor recomendado</b>	<b>Posible solución</b>
<b>Jitter</b>	100ms	Implementar Jitter buffer
<b>Latencia</b>	150ms	Aumentar el ancho de banda o la velocidad del enlace de la red
<b>Eco</b>	10ms	Supresores de eco y canceladores de eco
<b>Perdida de paquetes</b>	Inferior al 11%	No transmitir los silencios
<b>Ancho de banda</b>	Depende del códec	Aumentar el ancho de banda de las redes por donde circulan las comunicaciones

### **1.2.11. Ventajas y Desventajas de VoIP en su aplicación**

**Las ventajas de VoIP son muy grandes y eficientes.**

- Al ser una red de paquetes conmutados, la voz es empaquetada y enviada por diferentes rutas, siempre buscando la ruta más corta y/o menos congestionada.
- La disminución de sus costos de la comunicación.
- Facilidad de tener una conferencia entre varias líneas telefónicas VoIP.
- Puede conectar un teléfono VoIP en cualquier punto de la red.
- Los teléfonos VoIP avanzados tienen integrado servicios de internet como video, mensajería, intercambio de datos.
- Mayor eficiencia en reducir tiempo y costos
- Interoperatividad de diversos proveedores [22].

**Desventajas de aplicación de VoIP son:**

- La transmisión puede generar atenuación en la calidad de la voz.
- Descontrol en el tráfico de la red local.
- El ancho de banda limitado.
- En las redes de datos se pueden presentar retrasos de transmisión y caídas de sistemas [22].

### **1.2.12. Enlace VoIP entre Redes**

Antes de la aparición de la tecnología ADSL, DSL, Conexiones por fibra óptica, entre otras. las únicas opciones que tenían las empresas era o bien alquilar a las compañías de telefonía un canal de comunicación en exclusiva para ellas, o utilizar módems analógicos. Para satisfacer la demanda de interconectar distintas redes locales se desarrollaron tecnologías como Frame Relay, pero era una tecnología cara para las pequeñas y medianas empresas. Solo ha sido desde un punto de vista económico, posible el

interconectar redes locales distanciadas geográficamente con la popularización de las ADSL [23].

Enlace mediante una VPN (Red Privada Virtual) entre dos sedes, se utiliza normalmente para enlazar dos sedes distantes geográficamente garantizando la privacidad, integridad y confidencialidad de los datos transmitidos. Una VPN es posible gracias a la combinación de determinados protocolos de seguridad y cifrado, así como de algoritmos de funcionamiento, no es una tecnología en si misma (aunque ya se habla tanto de ella, que ya se habla en muchos foros de “tecnología VPN”), es una forma de utilizar la tecnología para un objetivo concreto. Prueba de esto, es que muchas soluciones VPN de distintos fabricantes no son compatibles entre sí, normalmente por utilizar protocolos diferentes (o propietarios), o sistemas de cifrado [23].

VPN es una tecnología de red de computadoras que permite una extensión segura de la red de área local (LAN) sobre una red pública o no controlada como Internet. Permite que la computadora en la red envíe y reciba datos sobre redes compartidas o públicas como si fuera una red privada con toda la funcionalidad, seguridad y políticas de gestión de una red privada esto se realiza estableciendo una conexión virtual punto a punto mediante el uso de conexiones dedicadas, cifrado o la combinación de ambos métodos [24].

Ejemplos comunes son la posibilidad de conectar dos o más sucursales de una empresa utilizando como vínculo Internet, permitir a los miembros del equipo de soporte técnico la conexión desde su casa al centro de cómputo, o que un usuario pueda acceder a su equipo doméstico desde un sitio remoto, como por ejemplo un hotel. Todo ello utilizando la infraestructura de Internet.

Las troncales SIP son líneas telefónicas que funcionan sobre IP utilizando el protocolo SIP. Utilizando este protocolo estándar, los proveedores de servicios de telecomunicaciones (VoIP) conectan uno o más canales a la PBX del cliente. Los números telefónicos y DID son enlazados al troncal SIP. En muchos casos los números pueden ser portados a troncal Sip [25] .

En la actualidad el uso de una troncal SIP genera muchas Utilidades con respecto a la gestión de llamadas en una PBX es por ello que se mencionan a continuación varias de ellas.

- Menor Renta mensual de líneas – El costo mensual de tener un número de líneas instaladas en su oficina reduce significativamente con los troncales SIP. Similarmente las marcadas directas, cuestan mucho menos.
- Menores Costos de Llamadas – Hay muchos proveedores de troncales SIP y la competencia ha bajado los precios significativamente. Algunos troncales SIP incluso vienen con llamadas ilimitadas.
- Mejor Servicio al Cliente – Ofrezca mejor servicio a sus clientes agregando más números geográficos e internacionales. Solo por agregar números a su troncal SIP y dirigirlos a su PBX IP le permite brindarles a sus clientes más opciones para llamarlo, a un costo significativamente menor. Reduzca la barrera para contactarlo e incremente las ventas.
- Mueva sus oficinas y conserve el mismo número – Los troncales SIP no están atados a una ubicación física, por lo que es muy sencillo mudarse de oficina sin tener que cambiar su papelería o informar nuevos números a sus clientes. No necesita molestarse y pagarle al operador por redireccionar llamadas telefónicas.
- Elimine Gateway VoIP – Los troncales SIP eliminan la necesidad de comprar y administrar Gateway VoIP. Todas las llamadas telefónicas vienen por IP. A menudo evitar la conversión extra de audio se traduce en mejor calidad en la comunicación.
- Aproveche una moderna PBX IP – Las modernas PBX IP / Soluciones de Comunicaciones Unificadas les darán a los clientes un incremento de productividad, movilidad y mejorará las ventas. Conectar una PBX IP a un troncal SIP es mucho más fácil que a través de la PSTN.
- Flexibilidad – Es muy fácil agregar canales a su troncal SIP para hacer frente a un mayor número de llamadas. Una simple llamada telefónica le permitirá agregar canales, y a menudo esto puede hacerse en forma inmediata. ¡Compare eso a tener que contratar líneas adicionales a ser instaladas en su oficina, y luego tener que actualizar su vieja PBX para poder manejar más líneas!

- Número de canales correcto – Con los troncales SIP puede fácilmente elegir el número correcto de canales que necesita, cuando con ISDN/T1 a menudo tenía que elegir agregar 15 o 30 líneas. Esto usualmente significa que termina con costosa capacidad extra innecesaria [25].

### 1.2.14.1.2.13. Seguridad VoIP

A medida que crece su popularidad aumentan las preocupaciones por la seguridad de las comunicaciones y la telefonía IP. VoIP es una tecnología que ha de apoyarse necesariamente muchas otras capas como se muestra en la [Ilustración 6](#), y protocolos ya existentes de las redes de datos. Por eso en cierto modo la telefonía IP va a heredar ciertos problemas de las capas y protocolos ya existentes, siendo algunas de las amenazas más importantes de VoIP problemas clásicos de seguridad que afectan al mundo de las redes de datos. Por supuesto, existen también multitud de ataques específicos de VoIP [26].



*Ilustración 6. Capas tradicionales de seguridad de la información [13]*

Como se ve la seguridad de VoIP se construye sobre muchas otras capas tradicionales de seguridad de la información, en la siguiente tabla se detallan algunos de los puntos débiles y ataques que afectan a cada una de las capas. algunos ataques que pueden afectar directa o indirectamente a la telefonía VoIP al ser problemas comunes a cualquier otra red de datos.

Tabla 6. Puntos débiles y ataques que afectan a cada una de las capas [13]

Capa	Ataques y Vulnerabilidades
Políticas y Procedimientos	Contraseñas débiles. Ej. Contraseña del Voice Mail Mala política de privilegios Accesos permisivos a datos comprometidos.
Seguridad Física	Acceso físico a dispositivos sensibles. Ej. Acceso físico a un gatekeeper. Reinicio de máquinas. Denegaciones de servicio.
Seguridad de Red	DDoS Gran variedad de floods
Seguridad en los Servicios	SQL injections Denegación en DHCP DoS
Seguridad en el S. O	Buffer overflows Gusanos y virus Malas configuraciones.
Seguridad en las Aplicaciones y protocolos de VoIP	Fraudes SPIT (SPAM) Vishing (Phishing) Fuzzing Floods (INVITE, REGISTER, etc.) Secuestro de sesiones (Hijacking) Interceptación (Eavesdropping) Redirección de llamadas (CALL redirection) Reproducción de llamadas (CALL replay)

#### **1.2.15.1.2.14. Amenazas de seguridad de un sistema VoIP.**

La norma ISO 27001, define amenaza como una causa potencial de un incidente indeseado, que puede dar lugar a daños a un sistema o a una organización. Las amenazas de seguridad son incidentes que potencialmente pueden provocar que al menos un concepto de seguridad sea vulnerado. Las amenazas de seguridad de un sistema VoIP descritas a continuación incluyen la denegación de servicio (DoS), vishing y accesos no autorizados [15].

DoS, Las amenazas de denegación de servicio son intentos maliciosos para degradar o inhabilitar el funcionamiento del sistema, afectando la disponibilidad del mismo, esto puede realizarse mandando paquetes en gran cantidad o confeccionados cuidadosamente para explotar y afectar el funcionamiento normal del sistema VoIP, el objetivo de una

amenaza de denegación de servicio, es colapsar los dispositivos de red a través de llamadas falsas que generan tráfico excesivo, de esa manera, las llamadas legítimas no pueden realizarse o se interrumpen [15].

El vishing o voice phishing ocurre cuando un estafador crea un sistema de voz automatizado para hacer llamadas a los usuarios y pedirles información privada. El propósito es el mismo que el del phishing por correo electrónico o por SMS, pues la llamada produce un sentido de urgencia en el usuario que lo lleva a tomar acción y a proporcionar información personal [27].

Los accesos no autorizados son ataques que se enfocan en los sistemas de control de llamadas, administración, facturación, y otras funciones de telefonía que requieren autenticación. Cada uno de estos sistemas puede contener datos que, si son comprometidos, pueden facilitar una estafa. El acceso a datos de llamadas es el objetivo más deseado para atacantes que pretenden perpetuar un fraude, ya que en esos sistemas pueden encontrarse datos bancarios (por ejemplo, en los sistemas de facturación). Es por esto que se debe resguardar todos los servidores de bases de datos que sean utilizados por el sistema, de forma de evitar accesos no autorizados. A través de sistemas de administración remota como SSH ( Secure Shell ) y contraseñas débiles los atacantes provocan accesos no autorizados en los equipos [15].

#### **1.2.16.1.2.15. Recomendaciones de seguridad de ISO/IEC 27002**

Las normas ISO/IEC 27000, son un conjunto de estándares desarrollados, por ISO (Organización Internacional de Estandarización) e IEC (Comisión Electrotécnica Internacional), que proporcionan un marco de gestión de la seguridad de la información que pueden ser utilizados por cualquier tipo de organización privada o pública de cualquier tamaño.

La norma ISO/IEC 27002, proporciona recomendaciones de buenas prácticas en el campo de seguridad de la información, la cual puede servir como base para la implementación de medidas de seguridad para la prevención de riesgos dentro de una organización.

Entre las recomendaciones ISO/IEC 27002 enfocadas a las comunicaciones de Voz sobre IP están [28]:

- Controlar los accesos a servicios internos y externos conectados en red.
- Proteger tráfico de VoIP
- Cifrar
- Aplicar mecanismos de autenticación adecuados se aplican a los usuarios y equipos
- Llevar un rígido manejo de llaves.
- Segregar el tráfico de datos y de voz
- Hacer uso de servidores proxy delante de firewalls
- Resguardar los IP-PBX

#### **1.2.17.1.2.16. Políticas de Seguridad VoIP**

Las políticas de buenas prácticas son una herramienta de seguridad básica para cualquier empresa, previenen mayoritariamente de errores humanos durante configuración y uso. Éstas deben contener elementos de seguridad pasiva, limitación de uso y planificación de parcheo. A continuación, detallamos algunas de las políticas que consideramos con el mejor ratio efectividad/complejidad de aplicación sobre la infraestructura TIC [29].

- Contraseñas complejas (>10 caracteres, >1 numero, >1 letra, >símbolo) tanto en servidores, troncales, extensiones, terminale.
- Actualizar claves de forma periódica.
- Desplegar el equipo VoIP en una VLAN separada: Esto protege el tráfico de voz con respecto a otro tráfico y aumenta la seguridad.
- Mantener el sistema siempre actualizado, tanto servidores, como teléfonos y switch.
- Utilizar VPN siempre para las conexiones externas, no abrir puertos directamente al servidor VoIP.

### **1.2.18.1.2.17. Soluciones disponibles en el mercado de VoIP**

#### **Asterisk como alternativa de software libre.**

Es una aplicación de código abierto y gracias a que fue desarrollada con la colaboración de toda la comunidad OpenSource del mundo, es posible obtener soporte de variadas fuentes, y la capacidad de respuesta ante problemas de implementación, no puede ser igualada por una empresa privada. Pero se trata de una solución multiplataforma como Windows o MAC sin embargo fue diseñada para Linux por lo que tiene más soporte en esta última [30].

Asterisk permite diseñar un sistema de telefonía a medida, al mismo tiempo que puede crecer en funcionalidades de acuerdo a los requerimientos que con el pasar del tiempo la Institución defina. Con una conexión a internet la aplicación puede enlazar varias sedes, reduciendo de esta forma los costes de telefonía interna. Asterisk soporta una variedad de protocolos y códecs, además es indispensable el uso de un hardware adicional, como servidores para la implementación de la central telefónica IP, teléfonos IP, para su funcionamiento.

A más de las funcionalidades incluidas, Asterisk permite agregar funcionalidades extras mediante la programación en cualquier lenguaje soportado por Linux. Asterisk acepta tarjetas de telefonía fabricadas por Digium o cualquier otro fabricante de tarjetas genéricas, por lo que se puede ahorrar costos en hardware de marca. Asterisk es una de las pocas soluciones libres que soporta telefonía tradicional y telefonía IP.

#### **La WebRTC**

Es un software de código abierto creado por Google que ha mejorado la actual telefonía IP ya que esta primera requiere menos recursos, ofrece mejores cualidades y mayor calidad en las llamadas. En pocas palabras, la WebRTC actúa como un software intermediario que posibilita que los programas sean capaces de actuar recíprocamente y compartir datos entre ellos.

La WebRTC es comúnmente utilizada para facilitar las comunicaciones entre el navegador, las llamadas de voz y videollamadas, sin la necesidad de instalar plugins

adicionales. El único requisito para hacer uso de la WebRTC es la conexión a Internet. Esta conexión puede ser a través de Wifi o 4G, en teléfonos móviles y otros dispositivos (Ordenador, Tablet, Entre otros). Así, serás capaz de llamar y recibir llamadas desde donde quieras y con calidad de voz HD.

La centralita virtual con WebRTC te ofrece todas las funcionalidades que necesites. Algunas de estas son: establecer horarios, mensajes de bienvenida, colas de espera con música, buzón de llamadas, transferencia de llamadas y muchas más, la flexibilidad de la WebRTC no da lugar a comparación entre esta y los sistemas tradicionales de comunicación, ya que podrás recibir desde cualquier lugar y con cualquier dispositivo conectado a Internet [31].

### Grandstream

En todas las empresas, sin importar el tamaño, existe la necesidad de una infraestructura de comunicación para sus empleados y visitantes. A menudo, cada elemento de esta infraestructura proviene de un lugar o fabricante diferente, lo que da como resultado una conectividad a veces irregular y una variedad de plataformas diferentes para controlarlo todo. Con Grandstream Networks, las soluciones que necesita están todas en un solo lugar. Desde videoconferencias hasta seguridad y acceso a las instalaciones, la solución total de Grandstream mantiene cada elemento de su infraestructura de comunicaciones asequible y accesible.

Conectando oficinas geográficamente dispersas y trabajadores remotos, estos dispositivos trabajan juntos para construir una red de comunicación. Con la tecnología fácil de usar de Grandstream, las oficinas remotas pueden estar listas para funcionar en cuestión de minutos. La videoconferencia entre oficinas y trabajadores remotos es cada vez más importante en las comunicaciones comerciales.

La solución total de Grandstream conecta oficinas geográficamente dispersas y trabajadores remotos, une y administra a los empleados externos y ofrece tecnologías simples y fáciles de usar para ayudarlo a conectar su mundo [32].

Con formato: Fuente: Sin Negrita

Con formato: Fuente: Sin Negrita

## Cuadro comparativo de Alternativas existentes VoIP disponibles en el medio tecnológico.

Tabla 7 Alternativas de VoIP disponible en el medio tecnológico [33]

Tecnología	Nivel de conocimiento requerido	Costo de Implementación	Requiere Licenciamientos de uso	Confiabilidad/Estabilidad	Capacidad de Crecimiento
<b>Asterisk</b>	Alto	Alto para proyectos pequeños, menor en mega proyectos	solo si se usa el códec G729, o algún modulo	Alta	se puede migrar a un hardware mayor con un respaldo
<b>Elastix</b>	Medio Alto	medio para proyectos pequeños	Solo en caso de requerir <del>codec</del> de audio G729	Medio-Alto	se puede migrar a un hardware mayor con un respaldo
<b>Digium</b>	Medio Alto	costo dependerá de la cantidad de líneas y extensiones se quiera tener	Solo en caso de requerir <del>codec</del> de audio G729	Medio-Alto	se puede cambiar tarjetas o la posibilidad de enlazar con otros equipos
<b>Grandstream</b>	Medio	dependerá de la cantidad de líneas y extensiones se quiera tener	No Requiere licenciamiento	Alta	Puede migrar a otro equipo con <del>mas</del> <b>más</b> capacidad en caso de estar en el limite

Código de campo cambiado

Tabla con formato

<b>Panasonic</b>	Medio Alto	Medio para pocas extensiones	Requiere licenciamiento para telefonía IP	Alta	En caso de quedar corto se puede adquirir gabinetes para crecer en extensiones
<b>Avaya</b>	Medio Alto	Alto en cualquier tipo de implementación	Si para crecer en extensiones, troncales	Alta	En caso de quedar corto se puede adquirir gabinetes para crecer en extensiones
<b>Xorcom</b>	Medio	costo dependerá de la cantidad de líneas y extensiones se quiera tener	Si se requiere para módulos como firewall, panel de grabaciones	Alta	En caso de quedar corto se puede adquirir gabinetes para crecer en extensiones
<b>Cisco</b>	Medio Alto	Alto en cualquier tipo de implementación	Si totalmente.	Alta	Si es escalable

### 1.2.19.1.2.18. BASE LEGAL

En el Acuerdo 224 -11. Que el artículo 16 de la Constitución de la República, en el numeral 2, establece que todas las personas, en forma individual o colectiva, tienen derecho al acceso universal a las Tecnologías de Información y Comunicación [34][33].

Código de campo cambiado

En Ecuador el ente regulador para las telecomunicaciones es la Agencia Regulación y Control de las Telecomunicaciones (ARCOTEL), para la regulación de este servicio que se muestra más como un servicio de valor agregado dentro de una red doméstica, institucional, educativa, por otra parte, hay una discusión por tratar de regular la voz IP, pero como es una aplicación de la misma red no se ha llegado a la conclusión de poder regular este servicio por la antes mencionado.

Según la Ley Orgánica de Telecomunicaciones, en su Artículo 9.- Redes de Telecomunicaciones, se entiende por redes de telecomunicaciones a los sistemas y demás recursos que permiten la transmisión, emisión y recepción de voz, vídeo, datos o cualquier tipo de señales, mediante medios físicos o inalámbricos, con independencia del contenido o información cursada [35].

Código de campo cambiado

Ley Orgánica de Telecomunicaciones, en su Artículo 17.- Comunicaciones internas.

No se requerirá la obtención de un título habilitante para el establecimiento y uso de redes o instalaciones destinadas a facilitar la intercomunicación interna en inmuebles o urbanizaciones, públicas o privadas, residenciales o comerciales, siempre que:

1. No se presten servicios de telecomunicaciones a terceros;
2. No se afecten otras redes de telecomunicaciones, públicas o privadas;
3. No se afecte la prestación de servicios de telecomunicaciones; o,
4. No se use y explote el espectro radioeléctrico.

No obstante, dicha instalación y uso por parte de personas naturales o jurídicas se sujetarán a la presente Ley y normativa que resulte aplicable y, en caso de la comisión de infracciones, se impondrán las sanciones a que haya lugar [35].

Código de campo cambiado

Es significativo emplear esta actividad con criterio en gestión empresarial y que sean beneficiosos a las distintas instituciones, ya que estas leyes conllevan a un adecuado uso y regulación de los diferentes servicios que ofrece la telecomunicación a toda la colectividad y así llenar las expectativas según sus necesidades, por consiguiente es preciso conocer que el sector de las telecomunicaciones en el Ecuador, ha creado y decretado artículos, leyes y estatutos que son de fundamental importancia, ya que éstas rigen un mejor control y regulación del mismo.

## CAPÍTULO II

### MATERIALES Y MÉTODOS

#### 2.1. DESCRIPCIÓN Y CARACTERIZACIÓN DEL LUGAR

La PUCESE, esta prestigiosa entidad educativa se encuentra ubicada en la ciudad de Esmeraldas en las calles Espejo junto a la unidad educativa Don Bosco, como se visualiza en la [Ilustración 7](#)



Ilustración 7. Lugar de investigación [36]

Código de campo cambiado

Esta sede universitaria, cuenta con el Departamento de TIC [como se visualiza en la Ilustración 20](#), el cual, mediante sus diferentes colaboradores preparados en el área de hardware y software, mantienen en funcionamiento, los equipos y sistemas de comunicación de toda la Universidad, soportado en una infraestructura tecnológica que permiten conectar mediante red los equipos computacionales en cada estación de trabajo, la conexión a internet es proporcionada por el proveedor CEDIA (Consortio Ecuatoriano para el Desarrollo de Internet Avanzado), este servicio llega hasta el departamento de TIC mediante fibra óptica y a través de los equipos correspondientes es repartido en toda la Institución.

## 2.2. MÉTODOS Y TÉCNICAS

### ▪ Tipo de Investigación

En la presente investigación se cumplió con el análisis y diseño de una infraestructura telefónica IP basada en una selección de alternativas disponibles, en estudios ya realizados y a la literatura existente acerca del tema, para así plantear un diseño del cual se beneficiará la universidad en su parque tecnológico acorde a sus necesidades. Para ello la investigación se la enmarca según los objetivos o la finalidad de la indagación en básica y aplicada.

**Básica** porque se recurre, a la literatura, textos, y libros existentes con la finalidad de compilar información, para así extraer los conceptos más esenciales acerca del tema investigado y aportar al mismo.

**Aplicada** porque se resuelve un fenómeno y el problema planteado, en base a la investigación básica que ayuda con el conocimiento teórico.

Según la naturaleza de la información que se recoge es cualitativa en vista que la indagación recabada para poder realizar el análisis fue tomada por el proceso de entrevistas y la observación, con ello se genera información textual y visual de los criterios expresados de los integrantes del departamento de TIC, en donde se tomó en consideración por ser el encargado de gestionar todo lo tecnológico en la Universidad.

Según el nivel de profundidad y de conocimientos que se adquieren es descriptiva porque busca especificar propiedades y características importantes de cualquier fenómeno que se analice; describirlo, detallar cómo es y cómo se manifiesta.

### • Métodos

Los métodos utilizados en la investigación se fundamentaron en conocer la realidad y las diversas limitaciones tecnológicas y de toma de decisión en el diseño de la infraestructura de comunicación del sistema de voz sobre IP para la conexión del campus T achina y Santa Cruz, destacando que ha existido, diversas iniciativas, y por varios

factores no han logrado ejercer el análisis de factibilidad técnico y económico para luego establecer la inversión respectiva para el logro de este cometido.

#### ● **Método descriptivo**

La aplicación de este método se basa especialmente en describir las características o entornos de una situación o lugar específico, en este caso previamente se realizó entrevista y se analizaron las situaciones del medio en cuanto a la comunicación de voz en la PUCESE y con la recolección de información que se llevó a cabo, se pudo tener una solución al problema previamente descrito. Una vez identificado los datos, la información se analizó e interpretó de la mejor manera para con un conocimiento crítico llevar una solución al problema planteado.

#### ● **Método Analítico**

Con este método se analizó al personal que labora en el departamento de TIC de la PUCESE con el fin de conocer sus conocimientos acerca de la telefonía IP, además sobre la infraestructura tecnológica que poseen, con el fin de buscar alternativas telefónicas y así poder proponer un diseño que dé solución a los problemas encontrados.

#### ■ **Técnica**

- **La entrevista**, se define como la conversación de dos o más personas en un lugar determinado para tratar un asunto. Es un método de investigación científica que utiliza la comunicación verbal para recoger informaciones en relación con una determinada finalidad [37].

Código de campo cambiado

La entrevista fue aplicada a todos los integrantes del departamento de TIC, con el propósito de poder obtener información necesaria acerca de la infraestructura de telefonía que tiene la institución, para así establecer los criterios básicos y analizar sus proyecciones ajustándose con lo que disponen, dentro del parque informático, para el servicio telefónico de los usuarios universitarios, [es por ello un punto importante el material brindado como el tráfico de red que tiene la Pucese como se puede visualizar en](#)

[la Ilustración 15 en el apartado de anexos, lo que ayuda en este proyecto a tener una idea clara del comportamiento de las interfaces en su tráfico de red.](#)

- **La Observación**, En el amplio campo de la investigación es la forma más sistematizada y lógica para el registro visual y verificable de lo que se pretende conocer; es decir, es captar de la manera más objetiva posible, lo que ocurre en el mundo real, ya sea para describirlo, analizarlo o explicarlo desde una perspectiva científica; a diferencia de lo que ocurre en el mundo empírico, en el cual el hombre en común utiliza el dato o la información observada de manera práctica para resolver problemas o satisfacer sus necesidades. De esta forma toda observación, al igual que otras técnicas, métodos o instrumentos para consignar información; requiere de un sujeto que investiga y un objeto a investigar, tener claros los objetivos que persigue y focalizar la unidad de observación [38].

Código de campo cambiado

La observación se realizó en el departamento de TIC y a toda la infraestructura tecnológica en la PUCESE para tener y corroborar la información que se obtuvo de las entrevistas, también ayudó a tener una idea clara, comprender y describir el fenómeno investigativo para en base a eso describir la problemática y dar solución a la misma, además permitió observar hechos reales para sacar conclusiones que contribuyan al desarrollo de este proyecto investigativo, [ayudado por el material brindado de como vienen operando con una central analógica, como se visualiza en la Ilustración 18 en el apartado de anexos, la misma tiene la distribución hacia todo el campus universitario mediante líneas para el funcionamiento como se visualiza Ilustración 19.](#)

### 2.3. POBLACIÓN Y MUESTRA DEL ESTUDIO

La presente investigación fue realizada en el departamento de TIC de la PUCESE, se tuvo como población a todos sus integrantes, con ello se recopiló la mayor información posible mediante la observación y entrevistas, se tomó ese departamento porque el gestiona todo lo correspondiente a equipos y tecnologías de la información y comunicación en la Sede Universitaria.

Tabla 8 Integrantes del departamento de TIC de la PUCESE

<b>Jefe de TIC</b>	<b>Marc Grog.</b>
<b>Técnico de soporte a Usuarios</b>	José Manuel Bernal
<b>Desarrollador 1</b>	Kléber Posligua
<b>Desarrollador 2</b>	Jaime León
<b>Administrador de redes</b>	Bryan Robles
<b>Técnico de soporte a Usuarios</b>	Cristhian Delgado

## 2.4. DESCRIPCIÓN DEL INSTRUMENTO

### Guía de entrevista.

La guía de entrevista como instrumento ayudó a llegar a la consecución de la información precisa, concreta y necesaria, mediante preguntas centrales y abiertas previamente seleccionadas en un documento, que posee los temas, preguntas y aspectos a analizar en la entrevista, las mismas consideran todo lo relacionado a la infraestructura telefónica dentro de la PUCESE.

### Guía de observación.

Con la aplicación de la guía de observación como instrumento (véase en anexos), se pudo establecer una secuencia y plasmar en un documento todo lo observado, directamente en el área de la indagación, generando así información visual para luego pasarla a un escrito y establecer un criterio acerca de lo visualizado adicional a ello por parte del administrador de redes se proporcionó las interfaces correspondiente al Router principal tal y como se puede visualizar en la ~~Ilustración 17~~ ~~Ilustración 17~~ ~~Ilustración~~ en anexos, con la cual se podría anexar a la VoIP mediante la creación de una VLAN.

Con formato: Sin espaciado, Izquierda, Interlineado: sencillo

Con formato: Sin espaciado, Izquierda, Interlineado: sencillo

Con formato: Izquierda, Interlineado: sencillo

### **Normas éticas.**

Se utilizaron las técnicas como la Entrevista y la Observación Científica donde la información fue utilizada únicamente para el desarrollo de la investigación, los datos y los resultados obtenidos en esta investigación guardan absoluta reserva y no serán divulgados sin consentimiento expreso de las personas involucradas bajo ningún concepto. Este documento fue desarrollado bajo las normas éticas de la universidad y también guardan absoluta relación con el reglamento de grado de la PUCESE.

## CAPÍTULO III

### RESULTADOS

#### 3.1. ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

Con la entrevista realizada a los integrantes del departamento de TIC y a la observación [elaborada](#) al mismo departamento se obtuvieron los siguientes resultados.

La comunicación de voz la realizan por medio de una central telefónica híbrida, (análoga-VoIP) Panasonic de modelo KX-TDE200BX, la misma permite la comunicación vía telefónica en toda la sede universitaria entre los diferentes departamentos mediante extensiones designadas a los servidores de la universidad, con el paso del tiempo y el crecimiento de la institución universitaria, el departamento de TIC se ha limitado al momento de generar una nueva extensión ante las solicitudes, por motivo de su misma infraestructura que en los actuales momentos esta desactualizada, como es [híbrida](#) se podría generar extensión mediante la adquisición de un módulo VoIP, el mismo que en el mercado comercial esta discontinuado, a ello se suma que se requiere la conexión con [el campus Tachina](#), motivo por el cual no es posible por estar en el límite de su funcionamiento, además no se cuenta con un diseño de mejora del servicio telefónico, pero se encuentran en constante actualización de la red de datos, factor muy importante al momento de actualizar el servicio telefónico a la tecnología VoIP, en donde utiliza como base la red de datos y los elementos de red para su funcionamiento.

**Comentado [XQ6]:** el campus Tachina

Acerca de los recursos, elementos tecnológicos que tiene la institución para el desarrollo del proyecto de VoIP, manifestaron los integrantes de TIC, que poseen los elementos tecnológicos necesarios de infraestructura tecnológica para poner en marcha el proyecto, mediante el diseño de la conexión de los campus Tachina - Santa Cruz, tomando como base los equipos y medios de transmisión que tiene la universidad, también indicaron que tienen aproximadamente 170 MEGAS de ancho de banda por parte del proveedor ISP, y la red de datos trabaja bajo el estándar ANSI/TIA/EIA-568-B.2-1.

Los equipos de conectividad con los que están trabajando son modernos lo que ayuda a enlazar diferentes campus, por más distantes que se encuentren, utilizan switch de capa 3 en donde se facilita la implementación de VLAN para dividir los datos y voz y priorizar paquetes y descongestionar la red, a continuación, se presenta en la Ilustración 8 como tienen distribuida la infraestructura tecnológica en la sede:

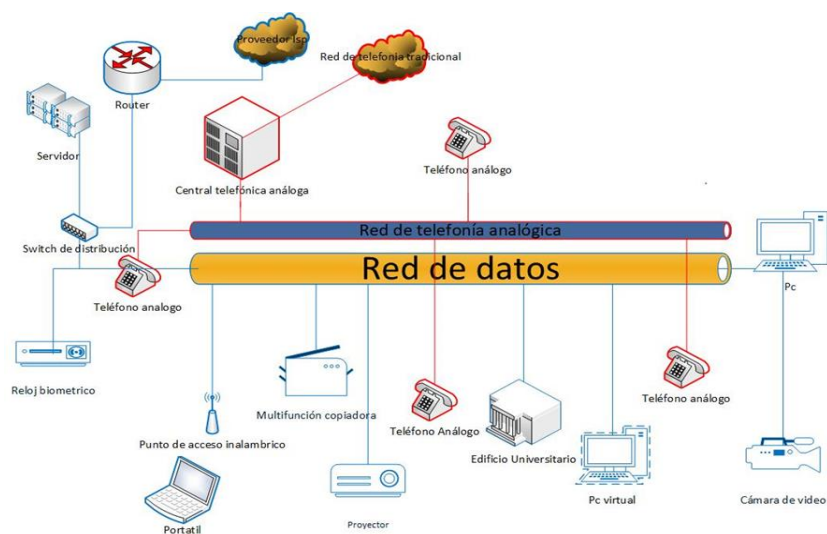


Ilustración 8. Infraestructura de red PUCESE. Fuente: Elaboración Propia.

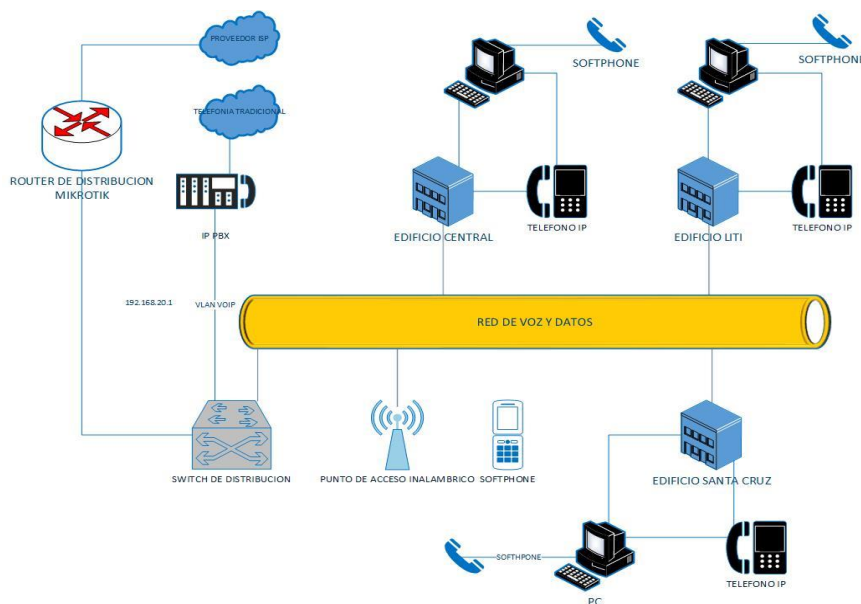
En base a lo antes expuesto la Universidad posee los elementos básicos de red, para la actualización en el servicio telefónico con ello se unificaría la infraestructura, de la red de datos, con la de voz, pero a su vez trabajarían separadas, por medio de la segmentación lógica de la red que hace posible la separación de ambas tecnologías por el mismo canal de transmisión.

### 3.2.Elementos de TIC en la PUCESE.

Como se puede visualizar en la [Ilustración 9](#), los elementos actuales de tecnología de la información de la universidad, los mismos hacen posible el proceso comunicacional [para el desarrollo y el cumplimiento de las actividades de los funcionarios de la institución.](#)

**Comentado [XQ8]:** Evitar la redundancia

- Red de datos
- Red de telefonía Análoga
- Servidores
- Medios de transmisión
- Router
- Switch
- Proveedor de Internet
- Host
- Cámaras de video vigilancia



### 3.3. Alternativas de solución de comunicación VoIP.

#### ▪ Alternativa 1 Centra IP Asterisk

El modelo de infraestructura 1 que se ejemplariza mediante la utilización de la tecnología VoIP, la misma hace posible el tráfico de voz y datos y la interconexión de su sede principal, como la sucursal, y la comunicación telefónica la realiza mediante una central telefónica IP para poder emitir extensiones telefónicas y a su vez tener comunicado a todo el personal de la institución, mediante una VPN la cual enlaza los dos campus distantes. Este modelo es basado en la arquitectura distribuida de VoIP, como se visualiza en la Ilustración 10, cabe recalcar que este modelo utiliza una central basada en asterisk.

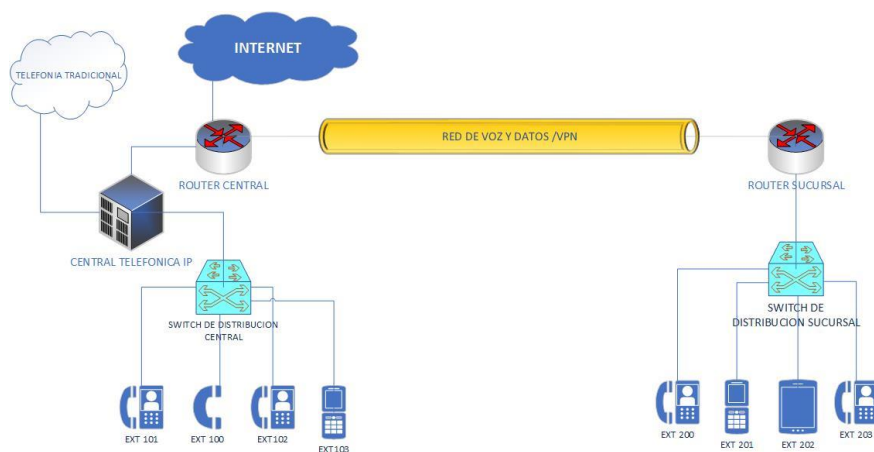


Ilustración 10. Modelo de infraestructura 1. Fuente: Elaboración Propia.

### Características de Modelo de infraestructura 1.

Tabla 9. Modelo de Infraestructura 2. Fuente: Elaboración Propia.

Parámetro	Descripción
Nivel de conocimiento	Alto, nivel de conocimiento, para uso y configuración
Costo de Implementación	Costoso para proyectos menores
Confiabilidad	Alta
Compatibilidad	Compatible con la mayoría de marcas de dispositivos
Capacidad de Crecimiento	Se puede migrar a un hardware mayor con un respaldo
Licenciamiento de uso	Es de uso libre hasta cierto punto, genera costo por módulos adicionales
Recomendado para	Call center, proyectos macro
Estabilidad	Alta
Troncales	No

Tabla con formato

- **Modelo de infraestructura 2 Centrales IP Troncales SIP, utilizando centrales Cisco.**

El sistema que se visualiza en la [Ilustración 11](#), se compone de una central telefónica por cada [campus](#) enlazadas entre la red y la troncal SIP, por una VPN donde se conectan [los dos campus](#) este modelo brindará redundancia ante fallos presentados, cuenta con una troncal SIP lo que reemplaza a la tecnología analógica por integrar muchas líneas telefónicas, lo que beneficia a la empresa u organización con los costes por llamadas y mantenimientos, siendo así el medio por donde las llamadas externas se realizan, cabe recalcar que este modelo es basado en la arquitectura Distribuida de VoIP con la utilización de 2 centrales Cisco.

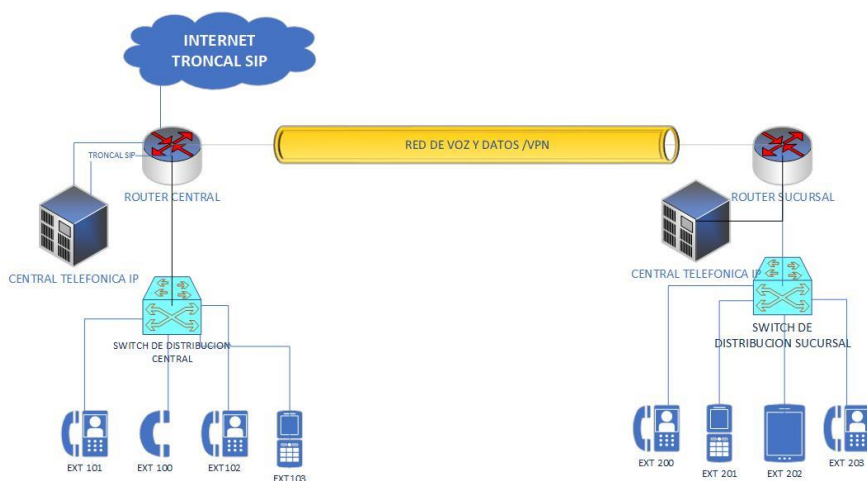


Ilustración 11. Modelo de Infraestructura 2. Fuente: Elaboración Propia.

### Características de modelo de infraestructura 2

Tabla 10. Características del modelo de Infraestructura 2. Fuente: Elaboración Propia.

Parámetro	Descripción
-----------	-------------

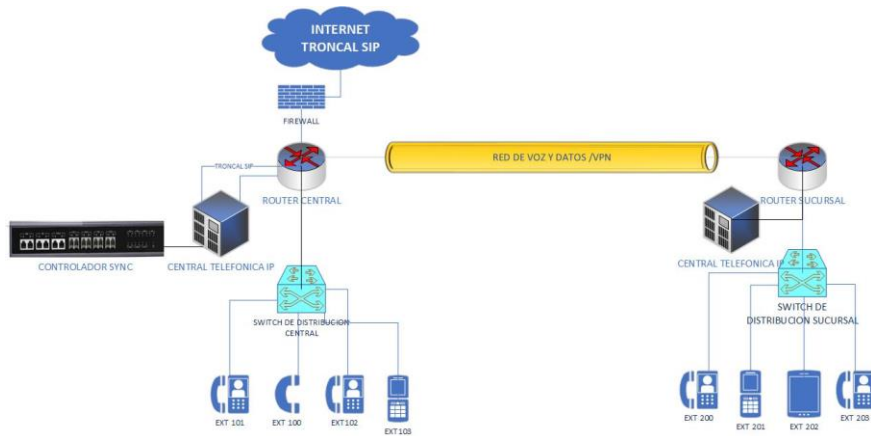
Nivel de Conocimiento	Medio Alto, con certificaciones
Costo de Implementación	Alto en cualquier tipo de proyecto
Confiabilidad	Alta
Compatibilidad	Solo es compatible para sí mismo
Capacidad de crecimiento	Se adquiere gabinetes en caso de estar al limite
Licenciamiento de uso	Requiere totalmente licenciamiento
Recomendado para	Empresas multinacionales, en especial americanas
Estabilidad	Alta
Troncales	Si

▪ **Modelo de infraestructura 3, Centrales IP con troncales SIP más Sincronizador de llamadas utilizando central Digium.**

Este modelo se compone de una central telefónica IP por cada campus,sede, enlazados as entre la red y la troncal SIP, donde configuran el enrutado de las llamadas y crean las extensiones internas para los usuarios, este modelo brinda una redundancia ante fallos presentados por cualquier naturaleza, también se dispone de un controlador o sincronizador que hace posible mantener el servicio constante, también cuenta con una troncal SIP lo que reemplaza a las líneas analógicas lo que beneficia a la empresa u organización con los costes por llamadas y mantenimientos, y para su mayor seguridad este modelo cuenta con un firewall, el cual bloquea cualquier acceso no autorizado, se

Comentado [XQ10]: campus

basa en la arquitectura distribuida de VoIP como se visualiza en la [¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.](#) utilizando central Digium.



*Ilustración 12. Modelo de infraestructura 3. Fuente: Elaboración Propia.*

### Características de modelo de infraestructura 3

*Tabla 11. Características del modelo de Infraestructura 3*

<u>Parámetro</u>	<u>Descripción</u>
<u>Nivel de conocimiento</u>	<u>Medio alto</u>
<u>Costo de implementación</u>	<u>Depende de la cantidad de líneas, módulos a utilizar</u>
<u>Confiabilidad</u>	<u>Medio Alto</u>
<u>Compatibilidad</u>	<u>Compatible para si mismo</u>
<u>Capacidad de crecimiento</u>	<u>Se puede cambiar tarjetas, con la posibilidad de enlazar otros equipos</u>
<u>Licenciamiento de uso</u>	<u>Al utilizar códecs se debe</u>

Tabla con formato

	<u>adquirir</u> <u>licencias</u>
<u>Recomendado</u> <u>para</u>	<u>Grandes</u> <u>proyectos</u>
<u>Troncal</u>	<u>Si</u>

Tabla 11. Tabla 11. Características del modelo de Infraestructura 3

Con formato: Normal;APA-IEEE, Izquierda, Interlineado: sencillo

<b>Parámetro</b>	<b>Descripción</b>
<b>Nivel de conocimiento</b>	<b>Medio-alto</b>
<b>Costo de implementación</b>	<b>Depende de la cantidad de líneas, módulos a utilizar</b>
<b>Confiabilidad</b>	<b>Medio-Alto</b>
<b>Compatibilidad</b>	<b>Compatible para si mismo</b>
<b>Capacidad de crecimiento</b>	<b>Se puede cambiar tarjetas, con la</b>

Tabla con formato

<del>Licenciamiento de uso</del>	<del>Al utilizar códigos se debe adquirir licencias</del>
<del>Recomendado para</del>	<del>Grandes proyectos</del>
<del>Troncal</del>	<del>Si</del>

- **Modelo de infraestructura 4, Migrar a Centralitas en la Nube**

Este modelo de arquitectura tiene similitud con las antes mencionados resaltando algo muy importante que en los últimos años se viene hablando mucho como es la nube, este modelo cuenta con el servicio de generar extensiones en la nube con ello es un plus muy relevante ante alguna adversidad que se presente con las centrales físicas lo que lleva al modelo a ser redundante, y poder así garantizar el servicio telefónico a los usuarios, la central virtual es la solución para las empresas que quieren un servicio telefónico profesional donde su configuración y mantenimiento sean de la forma más simple posible.

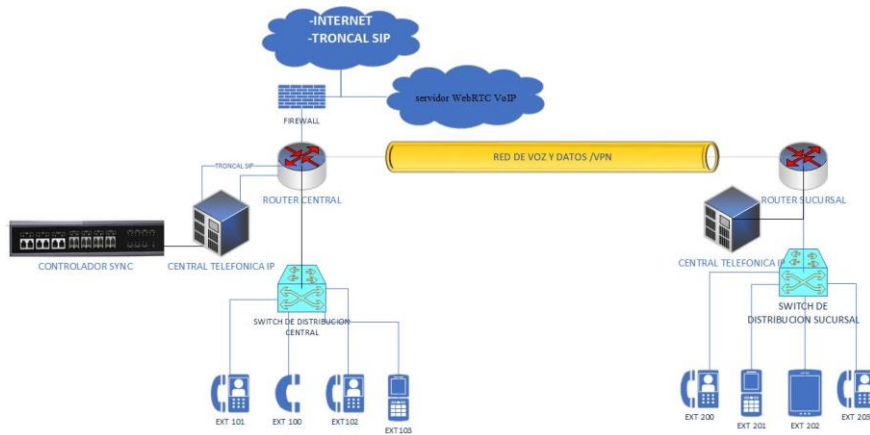


Ilustración 13. Modelo de Infraestructura 5. Fuente: Elaboración Propia.

#### Características de modelo de infraestructura 4

Tabla 12. Características del modelo de Infraestructura 5. Fuente: Elaboración Propia.

Parámetro	Descripción
Nivel de conocimiento	Es adaptable se requiere un conocimiento medio
Costo de Implementación	Depende de la cantidad de usuarios, inicia desde los 500 usuarios
Confiabilidad	Alta
Compatibilidad	Es compatible con la mayoría de dispositivos de diferentes marcas.
Capacidad de crecimiento	Escalable, sin perjudicar su funcionamiento
Licenciamiento de uso	No requiere licenciamiento

Recomendado para	Todo tipo de proyecto
Troncal	Si

### 3.4. Cuadro comparativo de las alternativas VoIP para la solución de comunicación VoIP en la PUCESE

Tabla 13 Alternativas de solución VoIP

Parámetros	Modelo 1 Asterisk	Modelo 2 Cisco	Modelo 3 Digium	Modelo 4 Grandstream
Seguridad	media	alta	alta	alta
Redundancia	no	si	si	si
Escalable	si	si	si	si
Arquitectura	Distribuida	Distribuida	Distribuida	Distribuida
Usuarios	250	500	100	500
Protocolos	SIP/RTP	SIP/RTP	SIP/RTP	SIP/WEBRTC/RTP
Troncal SIP	no	si	si	si
Licenciamiento	Libre hasta cierto punto	Totalmente licenciado	Libre hasta cierto punto	No requiere licenciamiento

De acuerdo a la revisión de las alternativas comunicaciones de VoIP, disponibles en el medio tecnológico y a las aspiraciones que se tiene en la PUCESE, con respecto a la mejora continua de su parque tecnológico se establece que el modelo 4 correspondiente a la utilización de centrales Grandstream, es el apropiado porque cumple con los parámetros necesarios para la mejora del servicio telefónico como:

- Seguridad
- Redundancia
- Escalable
- Arquitectura Distribuida
- Múltiples usuarios Administradores
- Compatibilidad con la mayoría de protocolos

- Utilización de troncales SIP
- Licenciamiento  $\text{cero}_{2}$

## **CAPÍTULO IV**

### **DISCUSIÓN**

#### **4.1. DISCUSIÓN**

El autor de la investigación para dar solución a las anomalías presentadas en su estudio propone el diseño del sistema de telefonía de VoIP para el Hospital Un canto a la Vida, El cual permitió aprovechar de manera óptima la infraestructura de red existente, evitando gastos exagerados en su implementación y obteniendo una reducción en el costo de las facturas por el consumo del servicio telefónico, mediante la selección de la central telefónica basada en software libre debido a que ya se contaba con un servidor de altas prestaciones para la instalación de Elastix [3].

El autor para dar solución al problema de inicio procede a realizar el diseño de la red con calidad de servicios determinando los equipos, creación de VLAN, plan de direccionamiento, tarjetas de interconexión y se verifica mediante un prototipo en el cual se realiza las pruebas de medición de ancho de banda; pruebas de capacidad del servidor y pruebas de capacidad de los equipos de red; y se determina que el hardware para el servidor propuesto en el diseño es capaz de procesar el máximo número de llamadas en la hora de mayor de tráfico [4].

El trabajo presenta un estudio de una arquitectura WEB para aplicaciones de red como es el caso de Voz sobre IP (VoIP), mediante servidores WebRTC en la nube, que ofrecen un servicio gratuito o de pago. Mediante un navegador web, por ejemplo, Google Chrome, Mozilla Firefox y Opera [5].

En la PUCESE se requería de una tecnología que aproveche la red de datos que tienen para poder montar una infraestructura de telefonía IP en vista que no disponen, con ello el análisis que se realizó y conforme a los estudios previos que llevan a la utilización de la VoIP como una alternativa comunicacional la misma que se adapta a los cambios que se dan en la institución ya sea por crecimiento o movilidad.

Finalmente, la propuesta de esta investigación se basó a los elementos que dispone la PUCESE, los mismos que ayudan a la propuesta en marcha de este proyecto que consiste en el diseño de la infraestructura de VoIP para la conexión del campus Tachina con Santa cruz, en donde cuenta con 2 centrales VoIP, sincronizador, un servidor WebRTC VoIP, VPN, para garantizar el servicio 24/7 en la institución Universitaria, basándose en una arquitectura distribuida para proporcionar una mayor velocidad en la transmisión y funcionamiento de sus dispositivos participantes en las llamadas telefónicas, realizando una observación con respecto a los resultados que obtuvo el autor que utilizó una infraestructura telefónica en la web, con la que en este proyecto se dio, es la siguiente:

En esta investigación se consideró una infraestructura telefónica local, remota, segura y con redundancia, lo que hace al proyecto fuerte ante cualquier situación o incidencia que se presente, para tener la continuidad del servicio.

## **CAPÍTULO V**

### **PROPUESTA DE INTERVENCIÓN**

#### **5.1. TÍTULO**

Diseño de la infraestructura telefónica VoIP en la Pontificia Universidad Católica del Ecuador Sede Esmeraldas para la conexión del campus Tachina – Santa Cruz.

#### **5.2. DESCRIPCIÓN**

Después de analizar previamente toda la información recolectada y a los resultados obtenidos de esta investigación, se determinó que es importante contar con un diseño de infraestructura para la telefonía VoIP en la sede universitaria el mismo da a conocer la gran ventaja que se tiene al utilizar la tecnología actual de comunicación de voz, también fue de gran aporte la información acerca de la red de datos para en ella realizar el proceso de demostración del diseño.

#### **5.3. DESARROLLO**

En base a los resultados obtenidos durante la investigación, y a la revisión minuciosa de los estudios previos y a la literatura se logró seleccionar la mejor propuesta, la cual consiste en el diseño de comunicación VoIP para la conexión del campus Tachina - Santa cruz como se muestra en la [Ilustración 6](#), lo propuesto se basa en la red de datos en función, y a la selección de los modelos de infraestructura 2 y 3 (véase en resultados) la combinación de ellos se logró establecer el diseño final del que contaría la PUCESE para la conexión de sus [campus](#) en Esmeraldas, después de analizar las diferentes alternativas existentes con ello se logra establecer y definir un prototipo de comunicación VoIP.

## 5.4.DEFINICIÓN DEL PROTOTIPO DE COMUNICACIÓN VOIP EN LA PUCESE

### Requerimiento por parte de la PUCESE.

- Contar con servicio telefónico actualizado
- Unificar la infraestructura de voz y datos
- Tener servicio telefónico 24/7
- Automatizar el servicio telefónico
- 120 extensiones
- Redundancia en el servicio

### Arquitectura.

El sistema de VoIP propuesto funciona sobre una central telefónica IP bajo la tecnología de Grandstream, la misma trabaja con la arquitectura distribuida, los terminales de la red local pueden registrarse a la central IP, una vez autenticado, y configurados por el administrador de la red.

### Hardware a utilizar.

El modelo a utilizar esta diseñado para brindar una solución de comunicación para las diferentes necesidades que se tengan en la empresa u organización a continuación se detalla sus características.

- Soporta hasta 800 usuarios
- Soporta 50 cuentas troncales
- 100 llamadas simultaneas
- Utiliza cifrado SRTP, TLS y HTTPS
- Soporta IVR de hasta 5 niveles
- Registro detallado de llamadas
- Códecs G.79/G.711/Ilbc/GSM/PCMA/G.722/G.723.1/G.726/LPC10/PCMU
- Protocolos de red TCP/UDP/IP/DNS/SSH/SIPNTP/DHCP/DDNS/ARP/RTP
- Montaje rack o escritorio

### **Sincronizador IP SYNC**

- Sistema de voz siempre disponible
- Solución de conmutación de error
- Monitoreo constante el estado operativo de cada central
- Intercambia automáticamente la planta de reserva si alguna central falla

### **Router Cloud Principal Mikrotik CCR-1036**

- 12 puertos gigabit ethernet
- Memoria de 6GB
- Sistema operativo RouterOS level 6
- CPU de 36 núcleos
- 4 puertos para fibra óptica

### **Switch Administrable Ccs326**

- Soporta hasta 240 VLAN simultaneas
- Montaje en rack
- 24 puertos gigabit
- Sistema operativo SwOS
- Marca Mikrotik

### **Troncal SIP**

- 10 líneas simultaneas
- Soporta 60 llamadas simultaneas
- Movilidad a cualquier lado de la empresa

### **Teléfono IP GXP1610**

- Soporta cuenta SIP
- Configuración Zero
- Amplio directorio telefónico

## **Prototipo de VoIP PUCESE**

En base a los resultados obtenidos en la investigación y a los requerimientos de la institución se plantea el siguiente diseño de prototipo.

### **Requerimientos PUCESE.**

- VoIP
- Telefonía IP
- Líneas externas 8
- Extensiones internas 160
- Redundancia en el servicio
- Disponibilidad en el servicio
- Velocidad en la conectividad
- Seguridad

Se establece el diseño del prototipo enmarcando en los requerimientos de la Universidad el mismo consiste en el funcionamiento con central Grandstream por ser el modelo en base a optimización el correcto, el mismo trabaja con el protocolo SIP por ser un estándar en la telefonía IP, un sincronizador de cuentas SIP para estar actualizado en las extensiones, un enlace VPN el mismo se utiliza para la conectividad de las 2 sedes distantes, con ello pertenecerán a la misma red aunque estén distantes, como la base del proyecto es la continuidad del servicio, también el modelo cuenta con la tecnología WebRTC, con lo que hace posible generar extensiones en la nube siendo un servicio orientado a la conectividad, cabe recalcar que el modelo se basa en la red de la institución en los mismos puntos de datos que dispone, siendo así un proyecto flexible y de fácil uso lo que lo lleva a ser un factor importante, al momento de ser implementado .

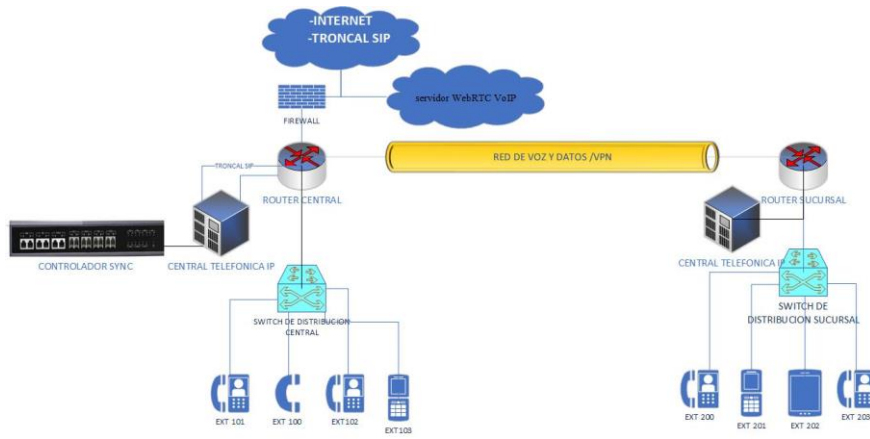


Ilustración 14. Diseño de prototipo Propuesto. Fuente: Elaboración Propia

## CAPÍTULO VI

### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### 6.1. CONCLUSIONES

- Luego de haber realizado las entrevistas y la observación ([véase en anexos](#)) en el departamento de TIC, se pudo evidenciar y constatar que los equipos en infraestructura de la PUCESE en el campo de redes están aptos para montar cualquier proyecto de tecnología la institución, con ello se da cumplimiento con el primer objetivo trazado en esta investigación siendo de manera muy fundamental en vista que los elementos de red son pieza base en el proyecto de VoIP en la institución.
- Después de haber revisado los estudios previos acorde al tema investigativo, y a las múltiples alternativas que existen en la actualidad, se comparan entre las seleccionadas, para elegir un modelo de infraestructura telefónica con los menores fallos posibles con redundancia en el servicio para así garantizar el mismo a sus usuarios, de esa manera mantener el servicio telefónico de manera continua.
- La infraestructura de red con la que viene operando la PUCESE y la misma que hace base para el desarrollo del proyecto investigativo cuenta con los estándares posibles para desarrollar la tecnología VoIP, es por ello que se hace evidente las múltiples ventajas que da a conocer el prototipo seleccionado, proponiendo equipos de vanguardia, y sobre todo utilizando la nube que en los actuales momentos es la herramienta por la cual las empresas, instituciones, y personas interactúan.

## **6.2. RECOMENDACIONES**

- Como se analizaron las diferentes infraestructuras de la tecnología VoIP se recomienda a la PUCESE implementar esta tecnología porque se adapta a los requerimientos de la Universidad, y no se verá limitada al momento de operar en vista que esta tecnología es escalable.
- Se recomienda a la Universidad implementar una troncal SIP porque abarata los costes de llamadas, adicionalmente se podrán realizar múltiples llamadas concurrentes, y su implantación es sumamente económica para las ventajas que brinda.
- Se recomienda a la Universidad implementar un plan de mejoras continuas con respecto a los servicios telefónicos que se dan en la institución, y a todo lo tecnológico en el departamento de TIC, creando manuales para un uso correcto y adecuado de la infraestructura de comunicación, y algo muy importante dependiendo el funcionario que se encuentre liderando el departamento, pueda seguir los lineamientos que se establecen en el manual.

## REFERENCIAS

- [1] M. Torres Rodríguez, “Telefonía VoIP como herramienta de apoyo a la toma de decisiones en el entorno empresarial.” *Informática y Sist. Rev. Tecnol. la Informática y las Comun.*, vol. 1, no. 1, p. 1, 2017, doi: 10.33936/isrtic.v1i1.185.
- [2] U. Técnica, D. E. L. Norte, D. E. C. D. E. Voz, S. El, and P. Ip, “Universidad técnica del norte,” 2013.
- [3] D. M. Rivadeneira moya, “Universidad Politécnica Salesiana Sede Quito,” 2015.
- [4] C. Bustillo, “Maestría en Telemática,” p. 119, 2015.
- [5] M. L. Proaño Freire, “Pontificia universidad católica del ecuador facultad de ingeniería maestría en redes de comunicaciones,” pp. 1–56, 2015.
- [6] J. J. A, “E Industrial Carrera De Ingeniería En Electrónica Y,” 2013.
- [7] I. Course Hero, “La infraestructura de red contiene tres categorías de componentes de red.” <https://www.coursehero.com/file/p127q8s/La-infraestructura-de-red-contiene-tres-categorías-de-componentes-de-red/> (accessed Feb. 18, 2020).
- [8] Redes de Computadoras 603b, “5.Elementos físicos de la red - redes de computadoras 603b.” <https://sites.google.com/site/redesdecomputadoras603b/home/5-elementos-fisicos-de-la-red> (accessed Feb. 18, 2020).
- [9] Cibertect, “Arquitectura de Redes y Comunicaciones,” *Aekitectura De Redes*, 2016.
- [10] C. Maldonado and J. Rodrigo, “Diseño de una red de telemedicina y telefonía IP para el monitoreo de pacientes en los Centros de Salud del distrito de Acora utilizando 802.11ac,” *Univ. Nac. del Altiplano*, 2017.
- [11] F. J. M. Robles, “Implantación de los elementos de la red local.” p. 244, 2014.
- [12] G. L. Blacio A, “Diseño De Una Red Para Voz Sobre Ip En La Nube Y Posible Implementación Con Html5,” p. 104, 2013, [Online]. Available: <https://www.dspace.espol.edu.ec/retrieve/95839/D-83544.pdf>.
- [13] Wilzer Rocha, “Estándares VoIP & Tipos de Arquitecturas | Telefonía VoIP.” <http://wilzer-rocha-campos.blogspot.com/2008/09/estndares-voip-tipos-de-arquitecturas.html?view=magazine> (accessed Feb. 18, 2020).
- [14] I. D. E. S. Y. Telecomunicaciones, “Diseño E Implementación De Un Prototipo

Con formato: Inglés (Estados Unidos)

Para Realizar Control De.”

- [15] Servimatango SA, “ServerVoIP,” 2018.  
<http://www.servervoip.com/blog/tag/protocolo-h-323/>
- [16] B. Perez, *asteri.pdf*, Primera ed..
- [17] J. Moreno Novella, I. Soto Campos, and D. Larrabeiti López, “Protocolos de señalización para el transporte de voz sobre redes IP,” vol. 151, pp. 14–20, 2001.
- [18] Freeman, *Servicios*, vol. 53, no. 9, 2013.
- [19] I. N. G. David, A. Franco, K. Jose, H. Cabrera, and C. D. E. I. D. T. C, “Universidad De Cartagena Utilizando La Metodología Top- Programa Ingeniería De Sistemas,” pp. 1–131, 2015.
- [20] R. E. D. T. Y. Rdsi, “Comprobación de la calidad del servicio telefónico internacional – consideraciones generales,” vol. 420.
- [21] E. Tanya and P. Mancilla, “Universidad De Guayaquil Tutor .:,” p. 83, 2019.
- [22] C. Bejarano, R. Andrea, G. Chiriboga, C. Rivera, J. Ceballos, and M. Moncayo, “ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL CENTRO DE INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA Y TECNOLÓGICA Investigación para la elaboración del guión para documentales,” *Espol*, [Online]. Available: [https://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/7836/1/Investigación para la elaboración del guión para documentales.pdf](https://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/7836/1/Investigación%20para%20la%20elaboración%20del%20guión%20para%20documentales.pdf).
- [23] G. H. García, “Enlace Entre Dos Sedes Distantes,” 2012, [Online]. Available: <http://openaccess.uoc.edu/webapps/o2/bitstream/10609/14785/6/ghomsgTFC0612memoria.pdf>.
- [24] D. J. Oña Llumitasig, “Análisis e implementación de una red privada virtual VPN con túneles de seguridad en el transporte de datos con un servidor Centos Linux: caso práctico: propuesta de implementación en la unidad de admisión y nivelación de la Universidad Técnica de Cotopax,” p. 105, 2016, [Online]. Available: <http://repositorio.utc.edu.ec/bitstream/27000/3671/1/T-UTC-000052.pdf%0Ahttp://repositorio.utc.edu.ec/handle/27000/3671>.
- [25] 3CX, “a31d5822e76d382627cbbe64e7b24a0e1b65931a @ www.3cx.es.” <https://www.3cx.es/voip-sip/troncal-sip/>.
- [26] R. G. Gil and R. Gutiérrez Gil, “Seguridad en VoIP: Ataques, Amenazas y Riesgos. Seguridad en VoIP : Ataques, Amenazas y Riesgos,” 2012, [Online]. Available: <http://www.it-docs.net/ddata/896.pdf>.
- [27] Vrbo, “Que-es-el-smishing-y-el-vishing @ www.vrbo.com,” [Online]. Available:

Con formato: Inglés (Estados Unidos)

Con formato: Inglés (Estados Unidos)

Con formato: Inglés (Estados Unidos)

- <https://www.vrbo.com/es-es/ayuda/articulos/Que-es-el-smishing-y-el-vishing>.
- [28] F. DE Mecánica, P. por, and J. Diego Cruz Freire Darwin Vinicio Chimbo Chimbo, “Escuela Superior Politécnica De Chimborazo,” 2015.
- [29] X. P. Bosch, “Prevención frente a ataques en VoIP,” 2016. [Online]. Available: [https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2117/98258/Xavier\\_Pes\\_Bosch - PFC.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2117/98258/Xavier_Pes_Bosch_-_PFC.pdf?sequence=1&isAllowed=y).
- [30] P. Orellana, M. Esther, S. Valencia, and L. Marcela, “Análisis comparativo entre alternativas libres y propietarias para la migración de telefonía tradicional a telefonía IP, evaluación de las soluciones propuestas basada en la aplicación de un modelo ROI orientado a una pequeña y mediana institución financi,” 2011.
- [31] Fonvirtual, “2386ddefbbae95d94870333bb8ad033c238eae35 @ www.fonvirtual.com.” <https://www.fonvirtual.com/blog/voip-y-webrtc/>.
- [32] Nicole Furnari, “Solución Total de Grandstream,” 4 d4 junio, 2021. <https://blog.grandstream.com/es/solucion-total-de-grandstream>.
- [33] Ita, “Alternativas Voip,” *Chapultepec, Miguel Hidalgo, Ciudad de México*, 2016. <https://info.ita.tech/comparativa-telefonía-ip-pbx-dl?submissionGuid=18dbcbbd-65b8-474d-85a3-f27a796a0843>.
- [34] E. Ministerio de Educación, “Acuerdo Ministerial 224-11,” *Ministerio de Educación - Ecuador*. p. 4, 2011, [Online]. Available: <https://educacion.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2012/08/ACUERDO-224-11.pdf>.
- [35] Asamblea Nacional, “Ley Orgánica De Telecomunicaciones,” *Regist. Of. Órgano del Gob. del Ecuador*, vol. Tercer Sup, pp. 1–40, 2015, [Online]. Available: <http://www.telecomunicaciones.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2016/05/Ley-Organica-de-Telecomunicaciones.pdf>.
- [36] “Pontificia Universidad Católica del Ecuador - Sede Esmeraldas - Google Maps.” <https://www.google.com/maps/place/Pontificia+Universidad+Católica+del+Ecuador+-+Sede+Esmeraldas/@0.9710735,-79.6574494,18z/data=!4m5!3m4!1s0x8fd4bc04094fc5d1:0x81e8ec9e95518596!8m2!3d0.9710773!4d-79.6568289?hl=es> (accessed Jan. 27, 2021).
- [37] L. A. Gestión, A. Del, G. Autónomo, A. Ing, C. Toapanta, and W. Vinicio, “FACULTAD DE SISTEMAS MERCANTILES INFORMÁTICA TEMA : ‘ INTERCONEXIÓN DE SEDES REMOTAS INTRANET Y TELEFONÍA IP CON TECNOLOGIA IPV6 , PARA FORTALECER DESCENTRALIZADO DE

Con formato: Inglés (Estados Unidos)

Con formato: Inglés (Estados Unidos)

Con formato: Inglés (Estados Unidos)

LA PROVINCIA DE LOS RÍOS ’.’,” 2016.

[38] A. M. Foring, T. H. E. Estudy, and O. F. Reality, “México Guillermo Campos y Covarrubias Nallely Emma Lule Martínez ‘ L A OBSERVACIÓN , UN MÉTODO PARA EL ESTUDIO DE LA REALIDAD ’.’,” 2012.

## ANEXOS

### Guía de entrevista realizada a los integrantes del departamento de TIC

1. **¿Tienen solicitudes de extensiones por parte de los funcionarios de la Universidad, cuantas se requieren para dar abasto a toda la Universidad?**

De manera inmediata se requieren 15 extensiones para la sede Santa Cruz, para la sede Tachina se requieren 30, en total incluyendo a las 2 sedes se requieren un aproximado de 50 extensiones

2. **¿Cuánto es el ancho de banda que reciben por parte del proveedor ISP?**

Se reciben 175 megabytes de ancho de banda, tanto de subida como de bajada por parte del proveedor de internet, CEDIA

3. **¿Bajo qué estándar Trabaja la red de datos de la institución?**

La red de datos trabaja bajo el estándar ANSI/TIA/EIA-568-B.2-1 cuyas velocidades de transmisión son de 10/100/1000 megabits por segundo.

4. **¿Cuál ha sido el crecimiento de solicitudes de extensiones telefónicas?**

El crecimiento ha sido de manera acelerado en vista que nuevos funcionarios se han incorporado a la institución y a la construcción de la nueva sede en el campus Tachina

5. **¿Qué requerimiento tienen como departamento para mejorar el servicio telefónico?**

Se necesita la actualización de la infraestructura de telecomunicaciones, en vista que la actual está en su límite.

6. **¿Cuentan con la tecnología VoIP en la Universidad?**

No

7. **¿La telefonía con la que vienen trabajando es IP?**

No, actualmente se viene trabajando con la telefónica tradicional analógica

**8. ¿Con que central telefónica vienen trabajando?**

Se ha venido trabajando con la Central Panasonic hibrida analógica-VoIP modelo KX-TDE200BX

**9. ¿Cuántas líneas telefónicas tienen para la comunicación externa de la Universidad?**

La universidad viene trabajando con 8 líneas telefónicas para la comunicación externa.

**10. ¿Disponen de una troncal SIP?**

En los actuales momentos no

**11. ¿Cuántas extensiones telefónicas se requieren, para dar solución a las peticiones que tienen los funcionarios hacia el departamento de TIC?**

120 inicial, con proyección ha aumentar

### Guía de Observación

Nº		Si	No	Otros
1	Equipos de conectividad (Routers, switch, medios de transmisión)	X		
2	Servicio telefónico analógico.	X		
3	Tecnología VoIP.		X	
4	Telefónica IP.		X	
5	Líneas analógicas disponible.			8 líneas
6	Troncal SIP.		X	
7	Mejoras continuas en la red de datos.	X		
8	Proveedor ISP Corporativo.	X		
9	Telefonía IP.		X	
10	Accesos a equipos del centro de datos restringido.	X		
11	Cable analógico correspondiente a las extensiones en su limite	X		
12	Telefonía Analógica	X		
13	Extensiones telefónicas			75
14				



## Interfaces del router Pucese.

Name	Type	Actual MTU	Size (Kbits)	Tx	Rx	Tx Packet (pkts)	Rx Packet (pkts)	IFF Tx	IFF Rx	IFF Tx Packet (pkts)	IFF Rx Packet (pkts)
eth0	Ethernet	1500	1000	558.4Kbps	216.1Kbps	647	122	558.4Kbps	216.1Kbps	647	122
eth1	VLAN	1500	1576	178.9Kbps	0Kbps	314	0	0Kbps	0Kbps	0	0
eth2	Ethernet	1500	1000	0Kbps	0Kbps	0	0	0Kbps	0Kbps	0	0
eth3	Ethernet	1500	1000	0Kbps	0Kbps	0	0	0Kbps	0Kbps	0	0
eth4	Ethernet	1500	1000	203.9Kbps	162.9Kbps	85	91	203.9Kbps	162.9Kbps	85	91
eth5	VLAN	1500	1576	103.4Kbps	3.8Kbps	205	427	3.8Kbps	3.8Kbps	427	3.8Kbps
eth6	VLAN	1500	1576	800.7Kbps	35.3Kbps	87	35	800.7Kbps	35.3Kbps	87	35
eth7	VLAN	1500	1576	0Kbps	0Kbps	0	0	0Kbps	0Kbps	0	0
eth8	VLAN	1500	1576	0Kbps	0Kbps	0	0	0Kbps	0Kbps	0	0
eth9	VLAN	1500	1576	0Kbps	0Kbps	0	0	0Kbps	0Kbps	0	0
eth10	VLAN	1500	1576	0Kbps	0Kbps	0	0	0Kbps	0Kbps	0	0
eth11	VLAN	1500	1576	578.6Kbps	24.4Kbps	181	20	578.6Kbps	24.4Kbps	20	20
eth12	VLAN	1500	1576	0Kbps	0Kbps	0	0	0Kbps	0Kbps	0	0
eth13	VLAN	1500	1576	75.6Kbps	140Kbps	67	2	140Kbps	140Kbps	2	2
eth14	VLAN	1500	1576	0Kbps	440Kbps	0	4	440Kbps	440Kbps	4	4
eth15	VLAN	1500	1576	3.8Kbps	228.9Kbps	384	359	803.9Kbps	228.9Kbps	359	359
eth16	VLAN	1500	1576	168.0Kbps	3.3Kbps	303	726	72.6Kbps	3.3Kbps	726	3.3Kbps
eth17	VLAN	1500	1580	307.3Kbps	16.6Kbps	700	1710	307.3Kbps	16.6Kbps	1710	16.6Kbps
eth18	Ethernet	1500	1580	0Kbps	0Kbps	0	0	0Kbps	0Kbps	0	0
eth19	Ethernet	1500	1580	0Kbps	0Kbps	0	0	0Kbps	0Kbps	0	0
eth20	Ethernet	1500	1580	0Kbps	0Kbps	0	0	0Kbps	0Kbps	0	0
eth21	Ethernet	1500	1580	0Kbps	0Kbps	0	0	0Kbps	0Kbps	0	0
eth22	Ethernet	1500	1580	0Kbps	0Kbps	0	0	0Kbps	0Kbps	0	0
eth23	Ethernet	1500	1580	0Kbps	0Kbps	0	0	0Kbps	0Kbps	0	0
eth24	Ethernet	1500	1580	17.9Kbps	21.4Kbps	2.039	2.006	17.9Kbps	21.4Kbps	2.039	2.006
eth25	Ethernet	1500	1580	17.4Kbps	2.1Kbps	7.044	2.702	17.4Kbps	2.1Kbps	7.044	2.702
eth26	VLAN	1500	1576	0Kbps	0Kbps	0	0	0Kbps	0Kbps	0	0
eth27	VLAN	1500	1576	11.8Kbps	588.8Kbps	1.162	546	588.8Kbps	588.8Kbps	546	546
eth28	VLAN	1500	1576	0Kbps	0Kbps	0	0	0Kbps	0Kbps	0	0
eth29	VLAN	1500	1576	466.3Kbps	89.2Kbps	67	50	89.2Kbps	89.2Kbps	50	50
eth30	VLAN	1500	1576	85.9Kbps	37.7Kbps	12	16	37.7Kbps	37.7Kbps	16	16
eth31	VLAN	1500	1576	0Kbps	0Kbps	0	0	0Kbps	0Kbps	0	0
eth32	VLAN	1500	1576	0Kbps	0Kbps	0	0	0Kbps	0Kbps	0	0
eth33	VLAN	1500	1576	0Kbps	0Kbps	0	0	0Kbps	0Kbps	0	0
eth34	VLAN	1500	1576	526.6Kbps	7.0Kbps	70	0	7.0Kbps	7.0Kbps	0	0
eth35	VLAN	1500	1576	73.0Kbps	0Kbps	86	0	0Kbps	0Kbps	0	0
eth36	VLAN	1500	1576	380Kbps	400Kbps	1	24	400Kbps	400Kbps	24	24
eth37	VLAN	1500	1576	27.2Kbps	112.7Kbps	10	34	112.7Kbps	112.7Kbps	34	34
eth38	VLAN	1500	1576	0Kbps	0Kbps	0	0	0Kbps	0Kbps	0	0
eth39	VLAN	1500	1576	562.9Kbps	17.9Kbps	84	34	90.9Kbps	17.9Kbps	34	34
eth40	VLAN	1500	1576	58.8Kbps	883.9Kbps	327	90	7.8Kbps	883.9Kbps	90	90
eth41	VLAN	1500	1576	493.0Kbps	106.6Kbps	142	84	706.6Kbps	106.6Kbps	84	84
eth42	Ethernet	1500	1580	8.1Kbps	7.9Kbps	3.037	1.000	7.9Kbps	7.9Kbps	3.037	1.000
eth43	VLAN	1500	1576	1387.9Kbps	81.6Kbps	142	700	81.6Kbps	81.6Kbps	700	700
eth44	VLAN	1500	1576	4.8Kbps	7.7Kbps	4	12	7.7Kbps	7.7Kbps	12	12
eth45	VLAN	1500	1576	4.4Kbps	6.1Kbps	6	11	6.1Kbps	6.1Kbps	11	11
eth46	VLAN	1500	1576	368Kbps	0Kbps	1	0	0Kbps	0Kbps	0	0
eth47	VLAN	1500	1576	465.4Kbps	273.6Kbps	211	117	273.6Kbps	273.6Kbps	117	117
eth48	VLAN	1500	1576	307.9Kbps	576.6Kbps	322	175	576.6Kbps	576.6Kbps	175	175
eth49	VLAN	1500	1576	524.4Kbps	106.6Kbps	456	105	106.6Kbps	106.6Kbps	105	105
eth50	VLAN	1500	1576	302.9Kbps	246Kbps	131	131	246Kbps	246Kbps	131	131
eth51	VLAN	1500	1576	0Kbps	0Kbps	0	0	0Kbps	0Kbps	0	0
eth52	VLAN	1500	1576	402.2Kbps	181.6Kbps	254	44	181.6Kbps	181.6Kbps	44	44
eth53	VLAN	1500	1576	417.9Kbps	78.3Kbps	465	47	78.3Kbps	78.3Kbps	47	47
eth54	VLAN	1500	1576	0Kbps	0Kbps	0	0	0Kbps	0Kbps	0	0
eth55	VLAN	1500	1576	1286.7Kbps	384.9Kbps	387	383	384.9Kbps	384.9Kbps	383	383

Ilustración 17. Interfaces del Router Principal de la PUCESE. Fuente: Elaboración Propia

## Central analógica Pucese.



Ilustración 18. Central Analógica Principal PUCESE. Fuente: Elaboración Propia

## Distribución Analógica Pucese



Ilustración 19. Distribución Analógica de líneas Central PUCESE. Fuente: Elaboración Propia

## Data center Pucese



Ilustración 20. Data Center PUCESE lugar de Investigación. Fuente: Elaboración Propia