

# PBX IP como herramienta de integración de servicios de comunicaciones para la UFPS basado en las mejores prácticas de ITIL.

## IP PBX as a communications service integration tool for UFPS based on ITIL best practices.

Carlos Eduardo Pardo-García<sup>1</sup>, Nelly Rosana Diaz-Leal<sup>2</sup>, Claudia Yamile Gómez-Llenez<sup>3</sup>  
<sup>1,2,3</sup>Universidad Francisco de Paula Santander, Cúcuta - Colombia

Recibido: 11 de julio de 2020.

Aprobado: 11 de diciembre de 2020.

**Resumen**— La telefonía de voz sobre el protocolo de Internet IP (VoIP) contempla beneficios en la implementación, permitiendo la comunicación entre usuarios de la empresa, sucursales y demás interesados representando un ahorro; siendo esta tecnología tendencia en comunicación telefónica empresarial y posibilitando la transmisión de voz humana a través de redes de transmisión de datos. Profundizando en esta tecnología y en sus beneficios, se diseña una central telefónica para el Departamento de Sistemas e Informática como modelo piloto en la Universidad Francisco de Paula Santander, ofreciendo servicios VoIP. Este modelo es factible de extender a la sede Cúcuta y demás sedes y dependencias dispersas geográficamente como; Los Patios, los CREAD (Centros Regionales de Educación Abierta y a Distancia) y la Seccional Ocaña. En esta implementación de la Central Privada Automática PBX (Private Branch Exchange), se considera aplicar las buenas prácticas para la gestión de servicios informáticos ITIL (Information Technology Infrastructure Library) que permita lograr la calidad y eficiencia en las operaciones asociadas a la solución de comunicaciones propuesta. La ventaja de este tipo de tecnología es el ahorro para la organización que la implemente; debido a que la VoIP, se transmite a través de las redes de datos de la organización y es posible enrutar a través de la red Internet servicios estratégicos que se integren con sistemas de atención a cliente y centros de llamadas de call center, vía soluciones abiertas o propietarias de la institución. Además, el servicio se optimiza con alojamiento en la nube, centralizando la administración, el mantenimiento y la gestión lo cual redundará en los beneficios económicos de bajos costos y fácil escalabilidad. El proyecto desde la perspectiva institucional es importante, puesto que es un sistema de comunicaciones el cual busca mejorar el servicio al cliente y a las personas que intervienen en los procesos organizacionales; dejando de utilizar medios de comunicación personal en actividades laborales.

**Palabras Claves:** Cloud Computing, Gestión ITIL, Metodología Servicios TIC, Redes convergentes, Servidor telefonía, SIP, Softphone, VOZ IP.

**Abstract**— Voice telephony over the IP Internet Protocol (VoIP) provides benefits in the implementation, allowing communication between company users, branches and other stakeholders representing savings; this technology being a trend in business telephone communication and enabling the transmission of human voice through data transmission networks. Deepening into this technology and its benefits, a telephone exchange is designed for the Systems and Information Technology Department as a pilot model at the Francisco de Paula Santander University, offering VoIP services. This model is feasible to extend to the headquarters Cúcuta and other offices and dependencies geographically dispersed as; Los Patios, CREAD (Regional Centers for Open and Distance Education) and the Ocaña Section. In this implementation of the PBX (Private Branch Exchange), it is considered to apply good practices for the management of information technology services ITIL (Information Technology Infrastructure Library) that allows to achieve the quality and efficiency in the operations associated with the communications solution proposal. The advantage of this type of technology is the savings for the organization that implements it, due to the VoIP is transmitted through the organization's data networks and it is possible to route strategic services through the Internet network that are integrated with customer service systems and call centers, via open solutions or owners of the institution. In addition, the service is optimized with cloud hosting, centralizing administration, maintenance and management which will result in low cost economic benefits and easy scalability. The project from the institutional perspective is important, since it is a communication system which seeks to improve customer service and aiding the people involved in the organizational processes, ceasing the use of personal communication means in work activities.

**Keywords:** Cloud Computing, ITIL Management, TIC Service Methodology, Convergent Networks, Telephony Server, SIP, Softphone, IP Voice.

\*Autor para correspondencia.

Correo electrónico: [carlosparado@ufps.edu.co](mailto:carlosparado@ufps.edu.co) (Carlos Eduardo Pardo García).

La revisión por pares es responsabilidad de la Universidad de Santander.

Este es un artículo bajo la licencia CC BY (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).

Forma de citar: C. E. Pardo-García, N. R. Diaz-Leal y C. Y. Gómez-Llenez, "PBX IP como herramienta de integración de servicios de comunicaciones para la UFPS basado en las mejores prácticas de ITIL", Aibi revista de investigación, administración e ingeniería, vol. 8, no. 3, pp. 74-79, 2020, doi:[10.15649/2346030X.734](https://doi.org/10.15649/2346030X.734)

## I. INTRODUCCIÓN

La Universidad Francisco de paula Santander (UFPS) cuenta con una Central Telefónica Digital híbrida la cual comunica las diferentes dependencias de la Institución a nivel interno en su Sede de Cúcuta a través de la asignación de números de extensión hacia cada una de las dependencias de la organización [1] [2]. Para la comunicación hacia afuera de la Universidad o para la comunicación externa de la institución se hace a través de una Central Telefónica Privada PBX suministrada por un proveedor de servicios de comunicaciones, las llamadas entonces son enrutadas para la extensión solicitada lo cual causa demoras en el establecimiento de las comunicaciones dada la congestión de las líneas. Actualmente la Central telefónica cuenta con 64 líneas telefónicas y 400 extensiones como se puede comprobar en el directorio telefónico institucional [2].



**Panasonic**

Figura 1: Central telefónica instalada en la UFPS. Modelo KXTD 600 Panasonic [3].

Fuente: Elaboración propia.

En encuesta realizada sobre el uso de medios de comunicación telefónica a los empleados de la institución para esta investigación se encontró que el 70% de las comunicaciones se hacen utilizando la telefonía móvil personal de los empleados y la telefonía institucional solo se utiliza un 30%. Igualmente, que se utilizan otros sistemas de comunicación por internet como Whatsapp y el correo electrónico principalmente como los mecanismos de mayor uso en las diferentes dependencias de la Universidad aclarando que de estos medios el único que está formalizado institucionalmente es el correo electrónico [4].

La encuesta también mostró la necesidad de los docentes e investigadores de poder tener fácil comunicación con sus pares no solo en Colombia sino en cualquier lugar del mundo con medios telefónicos y con un sistema formal institucional en el cual se pudieran brindar servicios no solo de llamadas convencionales de voz sino de servicios adicionales como mensajería de voz, conferencia, identificador de llamada, desvío de llamada, llamada en espera y otros como respuestas interactivas de voz IVR (Interactive Voice Responses) o respuestas automáticas que faciliten los procesos y servicios institucionales [5] [6].

Se plantea entonces en la investigación el interrogante de cómo mejorar el sistema de comunicaciones y en particular el sistema de telefonía con servicios adicionales de los sistemas modernos de comunicaciones por internet que sean sistemas para uso formal institucional. Dando así inicio a la investigación de las comunicaciones tomando como herramienta los desarrollos de PBX y las mejores prácticas ITIL.

Con el enfoque ITIL de gestión de servicios de permite el soporte a la estructura tecnológica de información, apoya el núcleo del negocio, basado en información, fundamentado ITIL en la implementación de la central PBX IP que integra servicios de comunicaciones y atiende las necesidades de las partes interesadas [7].

Este proyecto de investigación se fundamenta en las fases de ITIL; Estrategia del Servicio, Diseño del Servicio, Transición del Servicio, Operación del Servicio y Mejora Continua del Servicio [8], teniendo en cuenta que para la organización es importante atender y ofrecer un buen servicio por medio del modelo de comunicaciones PBX IP.

## II. MARCO TEÓRICO

Esta investigación se fundamenta en el uso de las buenas prácticas de ITIL en una central telefónica PBX IP como herramienta de integración de servicios de comunicaciones, siendo relevante conceptualizar la central telefónica, su arquitectura, plataformas para instalación, módulos y protocolos, trabajando estudios y proyectos que permiten definir las siguientes teorías [9].

### ITIL en la operación del servicio de comunicaciones

Para [10], [11] y [12] la adopción de ITIL se observa que el diseño del componente resolución y recuperación brinda eficiencia en la gestión reduciendo tiempos y costos en la resolución de incidentes, así mismo los autores afirman que el uso de ITIL no solo se aplica en áreas de gestión sino también en oareas de servicios de TI, gestión de problemas y gestión del nivel del servicio.

En [13] se implementa un sistema para el Control de Activos ISOPTEC, bajo el estándar ITIL y metodología ágil SCRUM; donde se utiliza la librería ITIL como directriz para el registro de activos fijos dando como resultado un sustento metodológico en la aplicación de las políticas de control de los mismos, y generando la conclusión de que el traslado de políticas hacia activos de ámbitos generales es fácil.

Huawei no disponía de una mesa de servicio que atendiera al usuario interno, lo cual repercutía en demoras al momento de resolver los incidentes por parte de los usuarios, resolviendo este problema con la implementación de la mesa de servicio de administración de accidentes desarrollada bajo las buenas practicas de ITIL v3 orientadas a mejorar la gestión de servicios TI, resolver cualquier incidente o problema que cause una interrupción en la continuidad del servicio de manera más rápida y eficaz [14].

### Telefonía de voz sobre el protocolo de internet IP como solución rentable para las MIPYMES.

Según [15], muchas micro y medianas empresas no cuentan con los beneficios de utilizar la Telefonía de voz sobre el protocolo de internet IP, usando tal vez, medios de comunicación, tanto entre usuarios de la empresa, como entre sucursales, que le representan más gastos, que implementando el uso de una tecnología tal como lo es la voz sobre IP, que hoy en día es lo último en tecnología en cuanto a comunicación telefónica empresarial.

El estudio realizado por [16] a las cuatro centrales que conforman Electroguayas S.A., se apoyó en el Site Survey que se efectuó en cada unidad, este estudio ayudó a encontrar todas las falencias tecnológicas de la empresa, así como analizar las zonas de coberturas para la red inalámbrica y para el sistema de comunicación de voz sobre IP, para lo cual se realizó un análisis completo del área de ejecución del proyecto, se procedió a realizar un diseño macro para la implementación de la red inalámbrica como para el sistema de comunicación de voz sobre IP, lo cual permitió a la empresa a tener un gran avance tecnológico y a mejorar notablemente la comunicación, además de reducir los costos y tener servicios agregados a la actual infraestructura de red sin recurrir a gastos innecesarios.

En [17] se establece que es necesario aprovechar las ventajas del protocolo VoIP para la implementación de una solución para llamadas de voz sobre IP mediante la utilización de Software Libre, motivo que conlleva a realizar un caso practico en un organismo público en Costa Rica, asegurándose de los grandes beneficios de mantener el

multicanal para las comunicaciones internas. De esta implementación se concluye que la tecnología Voz sobre IP no solo beneficia a las telecomunicaciones sino también en el área administrativa y de servicios, donde cada día el número de instituciones que ambicionan crear modificaciones o permutas en sus sistemas de telefonía para lograr transmitir la voz a través del protocolo IP, es mayor. Todo esto debido a la posibilidad de adquirir distribuciones libres como Asterisk, las cuales brindan una extensa gama de beneficios tanto al sector administrativo, como a los usuarios finales de la institución.

### III. METODOLOGÍA O PROCEDIMIENTOS

El diseño metodológico de este proyecto se fundamenta en las buenas practicas de ITIL, siguiendo las fases del ciclo de vida de los servicios informáticos [18], [19] y [20]: Estrategia de los servicios, diseño de los servicios, transición de los servicios, explotación de los servicios y mejora continua de los servicios. (Ver Figura 2).

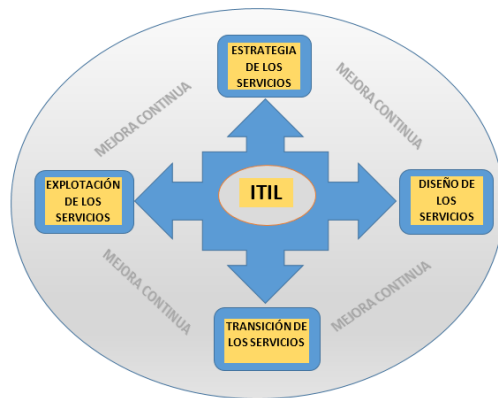


Figura 2: El ciclo de vida del servicio de ITIL (Fuente: creación propia con base en aportes de [18]).

Fuente: Elaboración propia.

Fase 1. Estrategia de los servicios: Durante esta fase se aplica un instrumento de recolección de datos para identificar la percepción de valor de la solución de telefonía entre los miembros de la comunidad académica, ajustar el servicio a las necesidades de los usuarios y potenciar las características de usabilidad, disponibilidad, escalabilidad y costos asociados al servicio del PBX.

Fase 2. Diseño de los servicios: en esta fase se diseñan los servicios del PBX en el marco de ITIL, el objetivo fundamental es la gestión de los niveles de servicio requeridos por la Institución de manera que se pueda llevar a cabo un Servicio de Asterisk con la mayor calidad posible a un costo aceptable según los requisitos de Calidad de Servicio (QoS) en la transmisión de la voz y el video principalmente en un ciclo de tiempo dado (throughput).

Fase 3. Transición de los servicios: En este nivel de Transición del Servicio del marco ITIL se incluye la gestión y coordinación de los procesos necesarios para las pruebas funcionales y de aceptación con el cliente Zoiper (Software de uso frecuente llamado Zoiper – gratis con posibilidad de múltiples códecs de voz y vídeo, que soporta la creación de múltiples tipos de extensiones como SIP, IAX, etc. Zoiper también está disponible para Android e iOS) [21], [22] y el despliegue de la “versión definitiva” en el ambiente de producción en la Nube.

Fase 4. Explotación de los servicios: La Operación del servicio, contempla las mejores prácticas para la gestión del día a día en la operación del servicio a través de la Mesa de soporte de la UFPS donde se gestionan los incidentes que afectan la operación normal del servicio de Asterisk y que pueden conllevar a la gestión de problemas cuando los incidentes son reiterativos.

Fase 5. Mejora continua de los servicios: Finalmente para la mejora continua del servicio, se contemplan aspectos vinculados a la implementación de buenas prácticas de ITIL como se describe a continuación:

1. Medir la satisfacción del clientef.
2. Medir la utilización de recursos.
3. Verificar y estudiar Tendencias.
4. Analizar las no conformidades.

### IV. PROPUESTA DE SOLUCIÓN O MEJORA

Para la solución se hizo necesaria la evaluación y selección de los equipos necesarios para la implementación del servicio de Voz sobre IP, además del sistema operativo base y el software servidor que haría las labores de PBX. Para ello se examinaron los requerimientos de los usuarios en cuanto a los servicios prioritarios en aspectos como cantidad de llamadas, número de usuarios concurrentes con llamadas y demás variables dependientes de cada tipo de servicio- Una vez definidos los servicios y variables involucradas en los servicios se procedió mediante un modelo matemático a calcular los componentes de hardware requeridos y tomados del proyecto [23] y los cuales se mencionan a continuación.

El cálculo de Unidad Central de Proceso CPU de la PBX se tomaron en cuenta los parámetros: Número de usuarios de la PBX (U) y máximo número de número de llamadas concurrentes (MCC) [24].

El espacio en disco duro(HDD) tomó como parámetro: La longitud/tiempo promedio de llamadas en minutos (ACL), el número de llamadas por día (CPD) y el número de llamadas grabadas o almacenadas por día (S), la rata de bit de audio o Kbit por segundo del audio.

Para el cálculo del ancho de banda se toman como parámetros: codec utilizado, protocolo de comunicaciones y número de llamadas concurrentes [25].

Igualmente se analizó si al instalar tener un equipo físicamente o tenerlo virtualizado en la nube para esta decisión se consideraron las ventajas y desventajas de cada una de las alternativas se tomó la decisión de montar la PBX en un computador en la nube (Cloud PBX) principalmente por aspectos como no tener que comprar un servidor o software de servidor para la administración del sistema. Al mismo tiempo se ahorran en costos de equipo, largos contratos de arrendamiento. En cambio, cada usuario conectará su teléfono o Softphone al Cloud PBX en la nube, asignándole un número de extensión y si es necesario, un buzón de voz. La implementación Cloud PBX es más rápida, mayor flexibilidad, fácil de escalar para ajustarla a futuros requerimientos [26] y [27].

Durante esta fase del proyecto se llegó a la conclusión, que los recursos más adecuados para este tipo de implementación son los siguientes.

Equipos en la Nube

- Equipo servidor para el soporte del sistema operativo y el software PBX. Configurado en la nube aprovechando los servicios con que cuenta la UFPS con Amazon Cloud AWS [28].

Software necesario

- Sistema Operativo CentOS.
- Software PBX. Asterisk.
- Software Smartphone

Una vez instalado el sistema operativo como base y configurados los equipos físicos necesarios, se procede a la instalación y configuración del software PBX elegido. En este caso se hace uso del software Asterisk en su versión 2.4.18.

La principal ventaja del software PBX Asterisk, es su bajo costo. Debido a que es un software con licencia Libre, lo cual quiere decir que no acarrea costo alguno en su uso. Además, por ser una herramienta de software, no requiere de equipamiento extra para realizar las funciones de PBX, como ocurre con los PBX físicos.

Este software PBX proporciona la capacidad de cualquier PBX físico, sin embargo, todas las funciones de enrutamiento de las llamadas son realizadas a través de software y no de hardware. Por este motivo Asterisk, es una herramienta poderosa para cualquier organización. Puesto que es compatible con cualquier lenguaje de programación y esto hace que se pueda expandir su funcionalidad.

Algunas de las funciones más comunes en este tipo de servicios y que son proporcionadas por Asterisk se encuentran [29]:

- Dial plan (plan de discado).
- Buzón de voz.
- Conferencia.
- Transferencia de llamadas.
- URA (unidad de respuesta audible).
- DAC (distribución automática de llamadas).
- Música en espera.
- Filas de llamadas.
- Sistema de mensajería unificada.

Asterisk proporciona una interfaz para extender su funcionalidad con muchos de los lenguajes de programación conocidos hasta el momento. Aprovechando esta enorme ventaja de este sistema, se realizó para la UFPS, el servicio de backtones. Este servicio permite a los usuarios definir temas musicales previamente configurados por el administrador, los cuales serán escuchados por las personas que llaman a dicha extensión reemplazando el tradicional sonido de marcado de los teléfonos convencionales.

La solución buscó proporcionar los servicios anteriormente mencionados con la adición de que el servidor fuera instalado en la nube bajo el concepto Cloud Computing, para lo anterior se utilizaron los servicios de Cloud Amazon AWS para definir la máquina anfitriona de la PBX Asterisk.

## V. RESULTADOS Y ANÁLISIS

Según los resultados de la encuesta aplicada se considera importante la implementación de una extensión de telefonía IP institucional para el desempeño de las actividades laborales de los empleados, dejando de utilizar medios de comunicación personal que en una tercera parte del gasto telefónico de los colaboradores de la institución son empleados para comunicaciones derivadas de las actividades laborales; lo anterior de acuerdo a lo que percibe más de la mitad de los empleados de este departamento piloto y quienes usarían el servicio de comunicación digital de telefonía en un orden de prioridades para comunicarse principalmente con dependencias internas, proveedores externos y otras instituciones académicas del orden nacional.

En cuanto a la cartera de servicios se evalúan las diferentes funcionalidades ofrecidas por esta solución pionera y confiable en la categoría de telefonía de voz sobre el protocolo de Internet IP (VoIP), que se adapta a la infraestructura tecnológica de la institución, entre las funcionalidades más requeridas por el personal son la administración de las llamadas, las conferencias múltiples con incorporación de video para reuniones virtuales y el sistema de contestador automático y personalizado que se integre con el servicio de correo electrónico en una primera instancia. Posteriormente se visualizan otras aplicaciones estratégicas de la tecnología Asterisk integrándolo en la operación del servicio al cliente PQR (Peticiónes, Quejas, Reclamos) y seguidamente para inscripciones a eventos de la institución. Así mismo el 60% de los consultados prefieren que este

servicio se encuentre activo y disponible solamente en horario laboral y en los dispositivos inteligentes por las necesidades de movilidad que las actividades laborales ameritan.

Acorde a las buenas prácticas ITIL se gestiona una óptima demanda de los recursos de la solución de Asterisk que soporte a corto plazo las necesidades de comunicación de la sede principal del campus universitario, con 400 extensiones en una plataforma en la Nube capaz de escalar a medida que la demanda de recursos aumenta o disminuye de acuerdo al tráfico de llamadas y que también sea lo suficientemente resiliente como para soportar la pérdida de recursos de procesamiento cuando ocurran incidentes sobre los componentes críticos de la solución que ofrece una disponibilidad de 99,978% donde el servicio va estar disponible al año 364.9197 días. La Nube cuenta con un plan de continuidad de sus centros de datos que recogen desastres naturales como terremotos y crisis sanitarias, para poder seguir ofreciendo los servicios a los clientes de forma ininterrumpida.

La adecuada gestión de los recursos demandados para la integración de los servicios de comunicaciones en la UFPS le ayuda a la Institución a administrar los costos de los recursos tecnológicos asociados al PBX. La administración de los costos es vital para aportar los datos para el presupuesto de la infraestructura y las futuras inversiones que sean necesarias.

En el diseño del servicio de VoIP los problemas de QoS se derivan por los efectos de la denominada pérdida de paquetes ya que funciona sobre Internet y como las comunicaciones son en tiempo real se produce algunos efectos como el eco y el retardo o latencia.

De cara al cliente para cada uno de los servicios dispuestos en el catálogo ofertado para la comunicación a través de asterisk el Acuerdo de Nivel de Servicio (Service Level Agreement – SLAs) muestra el ámbito de trabajo del servicio: los horarios, el lugar, los Indicadores para monitorización del Servicio, la gestión de los cambios en el servicio, los proveedores asociados y los responsables del soporte entre otros.

En la planificación de la capacidad se estiman los recursos necesarios para asegurar el buen funcionamiento del PBX sobre VoIP, entre ellos el almacenamiento, rendimiento y la eficiencia de sus componentes, usando herramientas para revisar la capacidad del servicio cuando esté sobre la marcha por medio de archivos de configuración como Asterisk Auto Dial y las herramientas de análisis de tráfico.

ACTIVO	AMENAZA	PROBABILIDAD	IMPACTO	RIESGO
Servidor 01	Fuga de información	2	3	6
Servidor 01	Degradación de los soportes de almacenamiento de la información	1	3	3
Router Wifi (Clientes)	Caída del sistema por sobrecarga	1	2	2
Router Wifi (Clientes)	Denegación de servicio	2	1	2
Servidor 02 (Web)	Denegación de servicio	3	2	6
Servidor 02 (Web)	Corte del suministro eléctrico	1	2	2

Figura 3: Análisis de Amenazas.  
Fuente: Elaboración propia.

El Análisis del Árbol de Fallos (FTA) es una técnica que permite estudiar la cadena de sucesos que provoca una interrupción de los servicios TI. Utilizar esta técnica, junto con los métodos de cálculo, ofrece modelos de Disponibilidad detallados (Ver Figura 4).

Para el proyecto de Gestión de Disponibilidad de Servicios TI, se desarrollará el árbol de fallas para el servicio de asterisk, que son apoyados por la infraestructura en la Nube, es decir, se analiza la extensión de una falla en los demás CI dentro de la infraestructura de TI. Las ventajas fundamentales del FTA son:

- Permite realizar cálculos de la Disponibilidad.
- Permite realizar las operaciones sobre el árbol de fallos resultante, estas operaciones corresponden con cada una de las opciones del diseño.
- Permite elegir el nivel deseado de detalle del análisis.

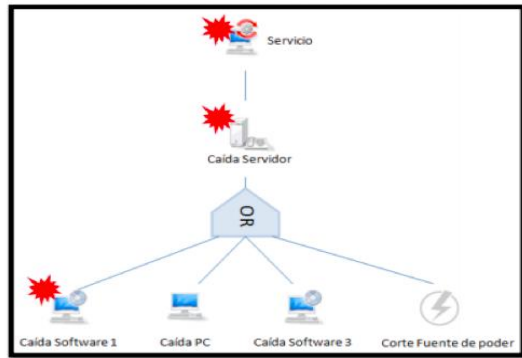


Figura 4– Gráfico de árbol de fallos.  
Fuente: Elaboración propia.

## VI. CONCLUSIONES

La funcionalidad actual de la central telefónica de la UFPS de acuerdo con los estudios de las necesidades se pudo corroborar las limitaciones técnicas ya que no ofrece las funcionalidades y exigencias necesarias para los clientes actuales, igualmente a nivel de operación se vuelve tedioso su administración en cambio la PBX IP brinda la tecnología que cubre los requerimientos que lo clientes se adapta a la evolución natural donde todas las redes convergen en una sola red IP (All IP Networks). Por lo que la PBX es un elemento clave en el mundo de las redes de voz a nivel empresarial e institucional como es el caso de la UFPS.

La Universidad Francisco de Paula Santander UFPS, al igual que cualquier organización necesita de la gestión estratégica de las tecnologías de la información, que permitan el mejoramiento de sus procesos a través de proyectos tecnológicos como la PBX IP y con la aplicación de metodologías de gestión de servicios informáticos como ITIL (Information Technology Infrastructure Library).

La computación en la nube se centra en generar valor e innovación. Eso aumenta la productividad y, por lo tanto, la competitividad de las empresas ya que aumenta la disponibilidad de los servicios que se implementen. Acelera la puesta en marcha de nuevas aplicaciones y servicios, por lo que la computación en la nube como es el caso en este proyecto implementada a través de Amazon EC2 es fácil y el servicio de telefonía IP.

De esta forma no hay necesidad de grandes inversiones en hardware y software. Su instalación y configuración utilizando FreePBX, un software gratuito que permite la administración y el control de un PBX, establecimiento de comunicaciones unificadas permitido un método simple de acceso al servidor, almacenamiento, bases de datos y una amplia gama de aplicaciones y servicios en la PBX a través de Internet VoIP es un protocolo que convierte la voz en datos paquetes, que se transmiten, como cualquier otro contenido sobre la red. Pero la telefonía IP va mucho más allá, porque Voice-over-IP ofrece servicios de comunicaciones, con todas las funciones de una PBX y otras funciones avanzadas como Simplificación de Gestión, Mensajería, correo de voz, respuestas de voz interactiva IVR y mucho más.

## VII. RECOMENDACIONES

Para garantizar un desarrollo continuo de los servicios de la PBX de manera modular en ciclos cortos asegurando que se pueda hacer

una entrega estable y confiable en cualquier momento manteniendo las mismas variables y herramientas, esto se puede garantizar con herramientas como Docker. Esta es una Plataforma de código abierto para el montaje y ejecución de aplicaciones la cual sería de gran utilidad para la PBX.

Realizar pruebas con los diferentes protocolos de Voz Ip tales como SIP, IAX2 al igual que con los diferentes CODEC para manejo de voz garantizara una afinación de la PBX más acorde con las características particulares de la implementación en cuanto al ancho de banda de los canales de comunicaciones, uso de puertos, nivel de tráfico por la conexión con otras sedes, calidad de la voz y demás implicaciones técnicas que puedan mejorar el sistema y que quizás no se han tomado en consideración.

El protocolo IAX fue desarrollado por sus creadores con el objetivo de minimizar el efecto producido por una serie de inconvenientes que se encontraron al utilizar SIP en VoIP, como el uso de múltiples puertos para señalización y transferencia de llamadas [30] [31].

La seguridad de la PBX es un aspecto primordial para ganar confianza de los usuarios en su utilización. La revisión del desempeño del firewall o cortafuegos del sistema para asegurar la confiabilidad de las comunicaciones es un aspecto de revisión continua en las comunicaciones.

## VIII. REFERENCIAS

- [1] Universidad Francisco de Paula Santander, “Directorio Telefonico UFPS”, 2019. [En línea]. Disponible en: <http://www.ufps.edu.co/ufps/directorio/vista/Presentacion.php>.
- [2] Universidad Francisco de Paula Santander, “Plan de Infraestructura Física 2011-2019”, 2011. [En línea]. Disponible en: <https://ww2.ufps.edu.co/universidad/planeacion/653>.
- [3] [Panasonic. Installation. KX-TDA TSP, 2003. [En línea]. Disponible en: <https://www.panasonic.com/co/empresas/comunicaciones/centrales-telefonicas/hibridas/kx-tde600.html>.
- [4] Universidad Francisco de Paula Santander, “Correo Institucional”, [En línea]. Disponible: <http://www.ufps.edu.co/ufps/correo/correo.php>.
- [5] J. Van Meggelen, R. Bryant, Madsen y Leif, “Asterisk: The Definitive Guide: Open Source Telephony for the Enterprise”, O’Reilly Media, Inc, 2019.
- [6] E. Borrero-Cardona, B. Pareja-Higueta y K. L. Camacho Burgos, “La comunicación digital y las TIC como herramientas de desarrollo en los ambientes educativos en Colombia, caso de estudio de la Fundación Universitaria Católica del Norte (FUCN)”, Revista Reflexiones y Saberes 12, vol. 12, pp. 37-47, 2020.
- [7] V.R. Palilingan y J.R. Batmetan, “Incident management in academic information system using ITIL framework”, IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, 2018.
- [8] S. Peña-Carabalí, “Guía para la gestión de servicios de TI basada en ITIL V3, 2003.
- [9] D.A. Flores-Córdova, “Diseño e implementación de un modelo de gestión de servicios VoIP para consultas académicas haciendo uso de Asterisk Gateway Interface en la Universidad Nacional de Piura”, 2019.
- [10] O.E. Muñoz-Muñoz y D. Ibarra-Narváez, “Gestión de incidentes aplicando ITIL–LITE en un CENTREX IP”, Popayan, 2011.
- [11] A. Tanovic y I. Androulidakis, “Design and implementation of the IP Multimedia Subsystem by using ITIL V3 recommendations”, International Journal of Computers, Communications & Control (IJCCC Journal), 2012.

- [12] A. Tanovic, I. Androulidakis y F. Orucevic, "Results of the implementation of IP Multimedia Subsystem in one Telecom operator for the ITIL Incident Management and Problem Management process", *WSEAS Journal of Computers and Communications*, pp. 93-106., 2012.
- [13] M. May, Y. Morales, J. Marrufo y M. Martín, "Implementación de un sistema para el control de activos ISOPTec, bajo el estándar ITIL y metodología ágil SCRUM", *Ciencias de la Ingeniería y Tecnología, Handbook*, pp. 176-190, 2013.
- [14] J. Bohórquez-Naranjo, P. Enríquez y J. Luis, "Análisis, diseño y plan de implementación de la mesa de servicios de la empresa Huawei utilizando ITIL V3", 2014.
- [15] M.I.R. Elizabeth, L.A. Arias-Duque y J.E. Pazmiño-Ramírez, "Diseño de un servicio PBX hospedado en un servidor virtual privado VPS en la nube para uso de empresas pymes que no cuentan con servicios de telefonías de VoIP", *Dominio de las Ciencias 3.2*, vol. III, n° 2, pp. 866-889, 2017.
- [16] Y. Cevallos-Sarmiento y L.E. Carvajal-Espinoza, "Estudio y diseño de una red inalámbrica de nueva generación en conjunto de una solución de telefonía de voz sobre IP", 2016.
- [17] A.Y. Carvajal-Jiménez, "Solución para llamadas de voz sobre IP mediante la utilización de Software Libre, Caso: Organismo público en Costa Rica", 2017.
- [18] B.A.U.D. Jean-Luc, "ITIL® V3: Entender el enfoque y adoptar las buenas prácticas", Ediciones ENI, 2016.
- [19] J. Van-Bon, A. De-Jong, A. Kolthof, M. Pieper, R. Tjassing, A. Van-der-Veen y T. Verheijen, "Foundations of IT Service Management Based on ITIL", vol. 3, Van Haren, 2007.
- [20] K.H. AlAjmi, "Using Model-Based Systems Engineering to Improve Customer Satisfaction and Service Availability and Efficiency in the Implementation of ITIL", Doctoral dissertation, The George Washington University, 2019.
- [21] M. Maar, J. Sitarova y O. Milos, "Enterprise network with software Asterisk PBX", *International Journal of Advances in Telecommunications, Electrotechnics, Signals and Systems*, vol. VI, n° 1, pp. 1-10, 2017.
- [22] L. J. Huamán Aranda, "Prototipo de una central telefónica con un servidor Asterisk para la comunidad universitaria, Huánuco-Perú", *Revista de Ingeniería e Innovación*, vol. 1, n° 4, pp. 6-15, 2020.
- [23] G. Panduro-Mego, "Uso del sistema de voz sobre Ip para optimizar el servicio de comunicación en la Universidad Nacional de San Martín-Tarapoto", 2019.
- [24] A.M.M. Altrad y A. Abdulsalam-Abdulsalam, "Traffic Engineering in Voice Telephone Networks", *International Journal of Data Science Research*, vol. 2, n° 1, pp. 6-17, 2019.
- [25] M.T. Rahman, M.J.N. Mahi, M. Biswas, M.S. Kaiser y S. Al-Mamun, "Performance evaluation of a portable PABX system through developing new bandwidth optimization technique", In 2015 International Conference on Electrical Engineering and Information Communication Technology (ICEEICT), pp. 1-5, 2015.
- [26] A. Bajaj y J. Kumar, "Cloud Telephony Technologies", 2019.
- [27] J. Behrend y J. Gastón-Pouquette, "RITI: Solución híbrida de PBX virtuales con aprovisionamiento automático en la nube", *Memoria Investigaciones en Ingeniería*, n° 18, pp. 17-24, 2020.
- [28] I. Krissaane, C. De-Niz, A. Gutierrez-Sacristan, G. Korodi, N. Ede, R. Kumar, J. Lyons, A. Manrai, C. Patel, I. Kohane y P. Avillach, "Scalability and cost-effectiveness analysis of whole genome-wide association studies on Google Cloud Platform and Amazon Web Services", *Journal of the American Medical Informatics Association*, vol. 27, n° 9, pp. 1425-1430, 2020.
- [29] A. Cabrera, A. Sandoval y J.E.R. Coppari, "Implementación de central telefónica VoIP con software libre", vol. 11, *FPUNE Scientific*, 2018.
- [30] O. Salcedo, D. López y C. Hernández, "Estudio comparativo de la utilización de ancho de banda con los protocolos SIP e IAX", *Tecnura*, vol. XVI, n° 34, pp. 171-187, 2012.
- [31] M.G. López-Maldonado, "Asterisk, como solución de software libre para telefonía, sobre Voz IP", (Doctoral dissertation, Universidad de San Carlos de Guatemala), 2016.