



Infraestructura de Red Convergente para Telefonía IP con Asterisk en Paján

Converged Network Infrastructure for IP Telephony with Asterisk in Paján

Leopoldo Vinicio Venegas Loo*, Universidad Estatal del Sur de Manabí, Jipijapa, (Ecuador)
(leopoldo.venegas@unesum.edu.ec) (<https://orcid.org/0000-0002-3100-6320>)
Paola Yadira Moreira Aguayo, Universidad Estatal del Sur de Manabí, Jipijapa, (Ecuador)
(paola.moreira@unesum.edu.ec) (<https://orcid.org/0000-0002-6380-2794>)
Alberto Rodríguez Rodríguez, Universidad Estatal del Sur de Manabí, Jipijapa, (Ecuador)
(alberto.rodriguez@unesum.edu.ec) (<https://orcid.org/0000-0002-1238-0106>)
Wilter Leonel Solórzano Álava, Universidad Estatal del Sur de Manabí, Jipijapa, (Ecuador)
(wilter.solorzano@unesum.edu.ec) (<https://orcid.org/0000-0002-3146-0312>)

* Indicates the corresponding author

RESUMEN

La transformación digital de gobiernos locales enfrenta el desafío de optimizar comunicaciones institucionales con recursos limitados. Esta investigación evalúa la implementación de una infraestructura de red convergente basada en Voz sobre IP (VoIP) con plataforma Asterisk en el Gobierno Autónomo Descentralizado del Cantón Paján, frente a sistemas telefónicos tradicionales. El problema de investigación es ¿Cómo puede la tecnología VoIP mediante Asterisk mejorar la eficiencia comunicacional y reducir costos operativos en gobiernos municipales con infraestructuras tecnológicas limitadas?, el objetivo es diseñar e implementar un modelo de red convergente que optimice las comunicaciones internas y evaluar su impacto en eficiencia administrativa y reducción de costos. La metodología posee un enfoque mixto descriptivo-analítico con auditoría técnica de infraestructura, encuestas a funcionarios y análisis comparativo de costos. Los resultados principales como el 95% del personal respalda la implementación VoIP; el análisis técnico confirma viabilidad aprovechando infraestructura existente mediante segmentación VLAN y políticas QoS; el modelo propuesto reduce costos operativos mensuales y mejora escalabilidad sin inversión en cableado adicional. Se proporciona un modelo novedoso replicable de transformación digital comunicacional específico para GADs ecuatorianos, demostrando que Asterisk constituye una alternativa técnicamente viable y económicamente sostenible frente a soluciones propietarias costosas. Se recomienda implementación escalonada con capacitación continua y monitoreo de calidad de servicio.

ABSTRACT

The digital transformation of local governments faces the challenge of optimizing institutional communications with limited resources. This research evaluates the implementation of a converged network infrastructure based on Voice over IP (VoIP) with the Asterisk platform in the Decentralized Autonomous Government of the Paján Canton, compared to traditional telephone systems. The research question is: How can VoIP technology using Asterisk improve communication efficiency and reduce operating costs in municipal governments with limited technological infrastructures? The objective is to design and implement a converged network model that optimizes internal communications and evaluate its impact on administrative efficiency and cost reduction. The methodology employs a mixed descriptive-analytical approach, including a technical infrastructure audit, surveys of officials, and a comparative cost analysis. Key findings include: 95% of staff support the VoIP implementation; the technical analysis confirms feasibility by leveraging existing infrastructure through VLAN segmentation and QoS policies; and the proposed model reduces monthly operating costs and improves scalability without investment in additional cabling. A novel, replicable model for digital communication transformation, specifically designed for Ecuadorian local governments (GADs), is provided, demonstrating that Asterisk is a technically viable and economically sustainable alternative to costly proprietary solutions. Phased implementation with ongoing training and service quality monitoring is recommended.

PALABRAS CLAVE | KEYWORDS

Asterisk, gobierno municipal, infraestructura convergente, optimización comunicacional, redes voip, telefonía ip.
Asterisk, Communication Optimization, Convergent Infrastructure, Ip Telephony, Municipal Government, Voip Networks.

1. Introducción

En el contexto evolutivo de las comunicaciones, las Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC) se han consolidado como uno de los avances científico-tecnológicos más significativos del siglo XXI. Este desarrollo ha generado un impacto trascendental en entidades empresariales, instituciones gubernamentales y diversos estratos sociales, donde los usuarios se constituyen como beneficiarios directos de esta transformación tecnológica (Marazo Cama y Zanga Mamani, 2023). La digitalización de los servicios gubernamentales representa actualmente uno de los mayores desafíos y oportunidades para optimizar la eficiencia administrativa y mejorar la calidad de los servicios públicos ofrecidos a la ciudadanía.

En Ecuador, los organismos públicos como los Gobiernos Autónomos Descentralizados (GAD) enfrentan la necesidad de modernizar sus infraestructuras tecnológicas bajo restricciones presupuestarias significativas. Esta situación hace imperativa la identificación e implementación de soluciones tecnológicas costo-efectivas que potencien su operatividad sin comprometer la sostenibilidad financiera institucional. Dentro de este ecosistema de transformación digital, la telefonía basada en Voz sobre Protocolo de Internet (VoIP) presenta múltiples ventajas comparativas frente a los sistemas telefónicos convencionales, tanto en la diversificación de servicios como en la optimización de costos operativos (Defaz Parra y Salazar Barrionuevo, 2020).

Un ejemplo de lo anterior es desarrollado por Baque Pinargote y Rivera Pilay (2023) en un estudio de factibilidad para una red de telefonía IP en el GAD parroquial La América, donde identificaron mejoras sustanciales en la comunicación interdepartamental. Donde la implementación de VoIP optimiza los procesos comunicacionales internos y reduce significativamente los costos operativos en instituciones públicas de nivel parroquial. Su investigación documentó que la infraestructura de red existente en gobiernos parroquiales resulta suficiente para soportar servicios de voz sobre IP sin requerir inversiones adicionales en cableado, lo cual constituye un factor determinante para la viabilidad económica de estas soluciones.

En concordancia con ello, Patache Tigsi (2021) diseñó e implementó una red VoIP con aplicaciones en tiempo real en el Gobierno Autónomo Descentralizado del cantón Guano. Esto evidenció que la telefonía IP permite la integración de servicios avanzados de comunicación que los sistemas telefónicos tradicionales no pueden ofrecer, incluyendo videoconferencias, mensajería instantánea institucional y registro automatizado de llamadas. Donde se demuestra que la implementación de VoIP en gobiernos cantonales genera mejoras cuantificables en indicadores de eficiencia administrativa, particularmente en procesos que requieren coordinación entre múltiples departamentos.

La escalabilidad de soluciones VoIP basadas en Asterisk representa un aspecto crítico para instituciones con múltiples sedes o dependencias distribuidas geográficamente. Por ello Escobar Guala (2020) analizó la interconexión de dos centrales telefónicas IP basadas en Asterisk utilizando Internet como medio de comunicación. Esta investigación técnica demostró que Asterisk permite la configuración de troncales SIP o IAX para interconectar múltiples servidores, facilitando la comunicación entre extensiones ubicadas en diferentes locaciones físicas sin costos adicionales por llamadas de larga distancia. El autor identificó que la latencia de red constituye el factor más crítico para garantizar calidad de voz en configuraciones distribuidas, recomendando valores inferiores a 150 milisegundos para mantener una experiencia de usuario aceptable.

Este hallazgo resulta particularmente relevante para GADs municipales que operan dependencias descentralizadas como el Patronato Municipal, Registro de la Propiedad, o instalaciones deportivas ubicadas en diferentes zonas del cantón. La capacidad de interconectar estas locaciones mediante una red telefónica unificada sin incurrir en costos de telefonía externa representa una ventaja operativa y económica significativa (Escobar Guala, 2020).

La selección de plataformas tecnológicas de esta línea se debe considerar no solo aspectos técnicos, sino también factores económicos relacionados con licenciamiento y sostenibilidad a largo plazo. Defaz Parra y Salazar Barrionuevo (2020) implementaron una central telefónica VoIP utilizando software libre Issabel PBX, solución basada en Asterisk que incorpora comunicaciones unificadas, en la constructora MA Construcciones. Los autores demostraron que las plataformas de código abierto ofrecen funcionalidades equivalentes a soluciones propietarias comerciales sin los costos asociados a licenciamiento por usuario. Su investigación documentó una reducción del 67% en costos de comunicación durante el primer año de operación, principalmente derivada de la eliminación de tarifas por llamadas internas y la reducción de llamadas externas mediante extensiones VoIP.

Los servicios de VoIP se fundamentan en la conmutación de paquetes, donde mediante un conjunto de protocolos de transmisión específicos, se logra la señalización necesaria para transportar datos de voz

en tiempo real. Esta tecnología transforma las señales de voz en paquetes de datos para su transmisión a través de redes IP, revolucionando las comunicaciones corporativas y gubernamentales a nivel mundial. En este contexto, Asterisk se ha posicionado como una de las soluciones de código abierto más implementadas en el mercado de las comunicaciones unificadas, ofreciendo versatilidad y escalabilidad sin los elevados costos asociados a soluciones propietarias (Silva García, 2022).

La presente investigación, enmarcada en el ámbito de las TIC, se orienta hacia el Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal del Cantón Paján, ubicado en la provincia de Manabí - Ecuador, presenta limitaciones críticas en su infraestructura de comunicaciones. La institución dispone de una conectividad básica mediante Router Cisco 800 que atiende cuatro servicios: CECADEL (Red de Centros Cantonales para el Desarrollo Local), Glonass GPS, Red Municipal privada y la Red Municipal pública. Sin embargo, el sistema telefónico se limita a líneas analógicas tradicionales distribuidas apenas en 14 puntos físicos, cubriendo únicamente el 28% de los espacios de trabajo y obligando a compartir recursos telefónicos entre múltiples funcionarios.

De esta infraestructura se evidencian factores que intensifican la problemática de factor operativo como: retrasos en coordinación interdepartamental, dificultad para contactar personal en tiempo real, dependencia de desplazamientos físicos para comunicaciones urgentes, además de costos elevados en llamadas externas y ausencia de funcionalidades avanzadas como extensiones internas, buzón de voz o registro de llamadas. Adicionalmente, existe desconocimiento técnico generalizado entre el personal sobre alternativas tecnológicas disponibles, constituyendo una barrera adicional para procesos de modernización.

El problema central que se pretende abordar es la deficiente comunicación interna, situación que genera la necesidad imperante de que la institución implemente tecnología de servicios VoIP en sus diferentes departamentos. Esta implementación permitiría aprovechar la infraestructura de acceso a internet existente, además de establecer el respectivo modelo prototípico para el funcionamiento óptimo de esta tecnología. Tal solución no solo representaría una mejora técnica, sino una transformación en los procesos comunicacionales institucionales, con potencial impacto en la calidad del servicio ofrecido a la ciudadanía.

El objetivo que nace de la búsqueda de solución a la problemática consiste en evaluar comparativamente la implementación de una infraestructura de red convergente para servicios de VoIP bajo plataforma Asterisk en el GAD del Cantón Paján frente a sistemas telefónicos tradicionales, diseñando un modelo técnico-operativo que optimice las comunicaciones institucionales.

Para lograr este propósito, se busca diagnosticar el estado actual de la infraestructura de comunicaciones mediante auditoría técnica y análisis de percepción de usuarios; diseñar un modelo de red convergente optimizado para servicios VoIP adaptado a las necesidades específicas del GAD Paján; analizar comparativamente los costos operativos, escalabilidad y funcionalidades entre el sistema propuesto y la infraestructura telefónica tradicional; y determinar los requerimientos técnicos, protocolos y configuraciones necesarios para garantizar la calidad de servicio en la implementación propuesta.

Esta investigación se justifica en su contribución al campo del conocimiento sobre redes convergentes en entornos gubernamentales latinoamericanos, área con escasa producción académica específica, existe un vacío significativo en investigaciones que analicen estas tecnologías en gobiernos seccionales ecuatorianos, considerando sus particularidades organizativas, técnicas y presupuestarias. Desde la perspectiva teórica, contribuye al campo de conocimiento sobre redes convergentes en entornos gubernamentales, proporcionando un análisis contextualizado en la realidad tecnológica del sector público ecuatoriano. En el plano institucional, ofrece al GAD del Cantón Paján un diagnóstico técnico basado en evidencia empírica y un modelo de implementación adaptado a sus necesidades específicas. Desde la dimensión metodológica, proporciona un marco de referencia para evaluaciones técnico-económicas de infraestructuras de comunicación en instituciones públicas similares. Finalmente, su relevancia social radica en su potencial impacto en la calidad del servicio ofrecido a la ciudadanía, optimizando procesos comunicacionales internos que se traducen directamente en una mejora en la eficiencia administrativa.

La implementación de redes convergentes en el sector público ha sido objeto de diversos estudios en los últimos años. Marazo Cama y Zanga Mamani (2023) analizaron el diseño de una red convergente para infraestructuras de salud pública, demostrando la viabilidad técnica y operativa de estas soluciones en entornos gubernamentales con alta demanda de servicios. Su investigación se centró en el Centro de Salud La Natividad de Tacna (Perú), evidenciando que la implementación de una arquitectura de red convergente basada en estándares técnicos específicos optimiza tanto la gestión de recursos tecnológicos como la calidad del servicio ofrecido.

Por su parte, Vidal Solórzano (2006) examinaron 42 implementaciones de VoIP en organismos públicos de países en desarrollo, identificando un retorno sobre la inversión (ROI) promedio de 143% en un periodo de tres años, principalmente por la reducción de costos en llamadas internacionales e interurbanas. Este estudio comparativo proporciona evidencia empírica sobre la sostenibilidad económica de estas soluciones, factor determinante para instituciones con limitaciones presupuestarias.

En el contexto ecuatoriano, Moncayo Carreño et al. (2026) documentaron la transformación digital de municipios mediante tecnologías VoIP, evidenciando que las administraciones locales que implementaron estas soluciones lograron reducir sus costos de comunicación en un promedio de 46.8% durante el primer año. Adicionalmente, identificaron mejoras cualitativas en indicadores de gestión administrativa, particularmente en procesos que requieren coordinación interdepartamental. Complementariamente, Omweri (2024) evaluaron el impacto de la implementación de centrales telefónicas IP en 12 instituciones gubernamentales ecuatorianas, encontrando mejoras significativas en indicadores de gestión administrativa y atención ciudadana. Su estudio longitudinal, desarrollado durante un periodo de 18 meses, permitió identificar no solo beneficios económicos directos, sino también transformaciones cualitativas en procesos internos, particularmente en aquellos vinculados con la atención a requerimientos ciudadanos.

Con respecto a la integración de Asterisk en entornos institucionales, Tang et al. (2023) analizaron la evolución técnica de esta plataforma, destacando su capacidad para adaptarse a infraestructuras heterogéneas y su constante actualización para incorporar nuevos protocolos y servicios. En su investigación sobre técnicas de programación en entornos de convergencia computacional y de redes, estos investigadores identificaron a Asterisk como una plataforma que implementa eficientemente algoritmos de programación avanzados, optimizando el rendimiento en escenarios con restricciones de recursos. Ngoben et al. (2025) complementan esta visión al presentar un análisis comparativo entre diferentes soluciones de telefonía IP, donde Asterisk destaca por su relación costo-beneficio y su compatibilidad con múltiples plataformas y dispositivos. Su estudio evaluó 14 plataformas diferentes bajo criterios técnicos, económicos y de usabilidad, posicionando a Asterisk como una opción óptima para entornos institucionales con recursos limitados y requerimientos de personalización específicos.

El vacío de conocimiento identificado radica en la escasez de estudios que analicen específicamente la implementación de redes convergentes con Asterisk en gobiernos autónomos descentralizados ecuatorianos, considerando las particularidades organizativas, técnicas y presupuestarias de estas instituciones. Esta investigación busca llenar ese vacío, aportando evidencia empírica sobre los beneficios cuantificables y los desafíos técnicos asociados a la migración hacia tecnologías VoIP en el contexto específico del GAD Paján.

2. Revisión de la literatura y marco teórico

La evolución de las comunicaciones institucionales ha sido un proceso continuo que ha transformado profundamente la gestión organizacional. Desde el telégrafo en el siglo XIX hasta los sistemas digitales actuales, la digitalización ha revolucionado las interacciones internas y externas de las organizaciones, permitiendo una gestión más eficiente y flexible (Durmuş, 2024). La telefonía, inicialmente impulsada por hitos como la transmisión del primer telegrama en 1844, ha experimentado una expansión acelerada, especialmente en Estados Unidos, y su desarrollo ha generado beneficios sustanciales en los sectores empresariales e institucionales. La integración de tecnologías de procesamiento de información ha convertido la comunicación en un paradigma dominante en el mundo moderno, posibilitando la transmisión de voz mediante paquetes de datos a través de redes informáticas, tecnología conocida como Voz sobre Protocolo de Internet (VoIP).

La transición de sistemas analógicos a soluciones digitales integradas ha significado una reconfiguración completa de los procesos organizacionales, modificando estructuras jerárquicas y fomentando la colaboración interdepartamental (Lu, 2024). En el contexto ecuatoriano, la modernización de las comunicaciones institucionales ha seguido un patrón escalonado, condicionado por factores presupuestarios y capacidades técnicas, y ha estado influenciada por políticas nacionales de gobierno electrónico que promueven la digitalización de servicios públicos (Pacurucu et al., 2022). Esta transformación ha establecido nuevos requisitos para las infraestructuras de comunicación, exigiendo mayor flexibilidad y adaptabilidad tecnológica.

Las redes convergentes constituyen una infraestructura integrada que permite la coexistencia de servicios avanzados de voz, datos y video en una sola plataforma, utilizando el Protocolo de Internet (IP) como base fundamental (Tang et al., 2023). Estas redes se caracterizan por la unificación de infraestructuras, la integración de servicios y la escalabilidad dinámica, lo que reduce la complejidad operativa y facilita la

administración tecnológica (Holguín Mieles, 2014). La arquitectura de redes convergentes se estructura en capas de acceso, distribución y núcleo, complementadas por tecnologías como VLAN y políticas de Calidad de Servicio (QoS), lo que permite la segmentación lógica del tráfico y la priorización de servicios críticos.

La tecnología VoIP transforma las señales de voz analógicas en paquetes digitales para su transmisión sobre redes IP, superando las limitaciones geográficas y económicas de la telefonía tradicional (Yerram, 2024). Su funcionamiento se basa en la digitalización, compresión y transmisión eficiente de la voz mediante protocolos optimizados y códecs específicos, como G.711, G.722 y OPUS (Ortega Ortega, 2015). La arquitectura VoIP comprende terminales, servidores y puertas de enlace, y utiliza protocolos como SIP, RTP, RTCP e IAX para garantizar la interoperabilidad y la calidad de las comunicaciones.

Asterisk, como plataforma de código abierto para comunicaciones unificadas, ofrece ventajas técnicas significativas, especialmente para instituciones con restricciones presupuestarias (Ngoben et al., 2025). Su versatilidad de protocolos, flexibilidad de implementación y escalabilidad horizontal permiten adaptar la solución a diversas necesidades organizacionales. Además, la arquitectura modular de Asterisk facilita la gestión centralizada de extensiones, la automatización de la atención mediante sistemas IVR, la distribución inteligente de llamadas y la integración con sistemas de gestión institucionales (Álvarez Domínguez, 2012).

La calidad de servicio (QoS) en redes convergentes es un aspecto crítico para garantizar la experiencia del usuario en servicios de voz sobre infraestructuras compartidas (Fariño Díaz, 2023). La implementación de políticas de QoS implica la clasificación y marcado del tráfico, la asignación diferenciada de ancho de banda y la gestión proactiva de la congestión. La segmentación lógica mediante VLAN contribuye a mejorar el rendimiento y la seguridad, mientras que un modelo de priorización de tráfico asegura que las comunicaciones esenciales, como la voz y la videoconferencia, reciban los recursos necesarios para mantener una calidad óptima (Pauta Astudillo et al., 2008).

2.1. Marco normativo Legal

La infraestructura de telecomunicaciones en Ecuador está regulada por un marco legal robusto que busca garantizar la prestación eficiente y segura de estos servicios. La Constitución de La República del Ecuador (2008) establece en su artículo 27 que el derecho a la comunicación es fundamental, y que el Estado debe garantizar el acceso universal a los servicios de comunicación, promoviendo la modernización tecnológica (Constitución de La República del Ecuador, 2008). Esta base constitucional sustenta la importancia de iniciativas como la implementación de redes convergentes para telefonía IP, marcadas dentro de políticas públicas que favorecen la inclusión digital y la transformación tecnológica municipal.

A nivel normativo específico, la Ley Orgánica de Telecomunicaciones y sus reformas dictan los procedimientos para la obtención de títulos habilitantes para la prestación de servicios de telecomunicaciones, incluyendo la VoIP y otros servicios digitales. Villacis Almeida (2023) realiza un análisis detallado de esta ley, sus reglamentos y los requisitos para el registro de proveedores, señalando que plataformas abiertas y flexibles como Asterisk pueden alinearse con las disposiciones legales al ofrecer soluciones costo-efectivas y técnicas compatibles con la regulación vigente (Villacis Almeida, 2023)2023. Esto configura un marco legal que valida y apoya la implementación de infraestructura convergente en entidades públicas como el GAD del Cantón Paján.

Asimismo, la Agencia de Regulación y Control de las Telecomunicaciones (ARCOTEL) regula el espectro radioeléctrico y la concesión de frecuencias, aspectos claves para la operatividad de servicios VoIP en redes municipales. ARCOTEL (2021) especifica las condiciones para el registro, concesión y explotación de frecuencias, asegurando el cumplimiento de estándares técnicos y legales que protegen la calidad del servicio y la privacidad de los usuarios (ARCOTEL, 2021). El respeto a estas normativas es esencial para que proyectos tecnológicos puedan ser implementados sin riesgos legales ni técnicos.

Finalmente, Guanín Orellana (2021) aporta con un análisis crítico sobre las reformas recientes a la Ley Orgánica de Comunicación, que influyen directamente en el uso y regulación de tecnologías modernas de comunicación digital y sistemas de telefonía IP. Su estudio subraya la necesidad de alinearse con un marco normativo dinámico y en constante actualización para garantizar tanto la legalidad como la eficacia de soluciones tecnológicas en el ámbito público (Guanín Orellana, 2021). Esta perspectiva fortalece la fundamentación legal del proyecto de red convergente en el GAD del Cantón Paján, al inscribirlo en un contexto normativo vigente y pertinente.

3. Metodología

La presente investigación se fundamentó en un enfoque mixto al integrar el método cualitativo y el cuantitativo, para proporcionar una evaluación integral de la implementación de infraestructura VoIP en el GAD Paján. Se aplica por parte del componente cuantitativo un diseño no experimental de tipo descriptivo transversal y por parte del componente cualitativo se emplea un diseño fenomenológico descriptivo, a su vez el estudio se desarrolló en tres fases secuenciales:

- **Fase diagnóstica:** Evaluación del estado actual de la infraestructura de comunicaciones del GAD Paján mediante auditoría técnica y análisis de percepción de usuarios.
- **Fase de diseño técnico:** Elaboración del modelo de red convergente adaptado a las necesidades y restricciones identificadas.
- **Fase de evaluación comparativa:** Análisis técnico-económico entre la solución propuesta y la infraestructura tradicional.

Se implementaron los siguientes métodos de investigación:

- **Método analítico:** Permitió examinar detalladamente los componentes de la infraestructura existente, analizando equipamiento, topología de red y estado actual de las comunicaciones internas del GAD Paján.
- **Método deductivo:** Se aplicó para determinar los requerimientos específicos de una red convergente para servicios VoIP, partiendo de principios teóricos generales hacia aplicaciones particulares adaptadas al contexto institucional.
- **Método estadístico:** Facilitó el procesamiento, análisis e interpretación de datos cuantitativos obtenidos mediante instrumentos de recolección, permitiendo inferencias válidas sobre la población estudiada.

Las técnicas de recolección de datos incluyeron:

- **Encuestas estructuradas:** Aplicadas al personal administrativo para evaluar su conocimiento sobre tecnologías VoIP, percepción sobre la calidad de comunicaciones actuales y expectativas respecto a la implementación de nuevas soluciones.
- **Entrevistas semiestructuradas:** Realizadas con el responsable de la Unidad de Sistemas Informáticos para obtener información técnica detallada sobre la infraestructura existente, limitaciones identificadas y planes de modernización contemplados.
- **Auditoría técnica:** Evaluación sistemática de la infraestructura de red mediante herramientas especializadas para identificar capacidades, limitaciones y oportunidades de mejora.

La población objeto de estudio estuvo constituida por el personal administrativo del Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal del Cantón Paján, conformado por 50 funcionarios distribuidos en diferentes departamentos.

Para determinar el tamaño muestral se aplicó la fórmula para poblaciones finitas con un nivel de confianza del 95% y un margen de error del 5%:

U=Población o Universo

N=Tamaño de la muestra

e=Error admisible (5%)

$$TM = \frac{U}{e^2 (n+1) - 1}$$

$$TM = 50$$

$$(0.05\%)^2 (50-1)+1$$

$$TM = 50$$

$$0,0025 (49)+1$$

$$TM = 50$$

$$0,125 + 1 = 1,125$$

$$TM = 50 = 44$$

$$1,125$$

$$TM = 44$$

La muestra definitiva quedó conformada por 44 funcionarios administrativos, seleccionados mediante muestreo estratificado proporcional según departamentos, garantizando representatividad de todas las áreas operativas del GAD.

Instrumentos de recolección de datos:

- **Cuestionario estructurado:** Diseñado con 12 preguntas distribuidas en tres dimensiones: conocimiento sobre tecnologías VoIP (4 ítems), percepción sobre comunicaciones actuales (5 ítems) y expectativas sobre implementación de nuevas soluciones (3 ítems). Se utilizó principalmente escala dicotómica (Sí/No) y escala de Likert para evaluación de percepciones.
- **Guía de entrevista:** Instrumento semiestructurado con 10 preguntas abiertas organizadas en cuatro categorías: infraestructura actual, limitaciones identificadas, requerimientos técnicos y proyecciones futuras.
- **Matriz de auditoría técnica:** Herramienta sistemática para evaluación de equipamiento (inventario, capacidades, estado), configuraciones de red (segmentación, enrutamiento, políticas) y análisis de tráfico (volumen, patrones, congestión).

Todos los instrumentos fueron validados mediante juicio de expertos, aplicando el método Delphi con cinco especialistas en redes y sistemas de comunicación institucional, obteniendo un índice de validez de contenido de 0.87, superior al umbral de 0.75 recomendado por la literatura especializada.

Los datos cuantitativos fueron procesados mediante técnicas estadísticas descriptivas utilizando el software SPSS v26, obteniendo distribuciones de frecuencia, medidas de tendencia central y dispersión. Para el análisis de asociaciones entre variables se aplicaron pruebas no paramétricas (Chi-cuadrado) debido a la naturaleza nominal y ordinal de la mayoría de las variables.

La información cualitativa proveniente de entrevistas fue analizada mediante técnica de análisis de contenido, identificando categorías emergentes y patrones significativos utilizando el software Atlas.ti. Para la triangulación de información se empleó una matriz de convergencia que permitió contrastar datos provenientes de diferentes fuentes y técnicas.

Los datos técnicos obtenidos de la auditoría de infraestructura fueron analizados mediante benchmarking comparativo con estándares internacionales para redes convergentes institucionales, identificando brechas y oportunidades de optimización.

4. Resultados

El diagnóstico técnico de la infraestructura de comunicaciones del GAD Paján reveló características específicas que determinan las posibilidades de implementación de una solución VoIP:

El núcleo de la infraestructura está compuesto por un Router Cisco 800 que proporciona conectividad a cuatro servicios principales: CECADEL, Glonass GPS, Red Municipal privada y Red Municipal pública. La distribución se realiza mediante tres switches no administrables de 24 puertos cada uno, sin capacidad para implementación de VLANs o políticas de QoS. El cableado estructurado es predominantemente de categoría 5e, con antigüedad promedio de 6.8 años y presenta deterioro en aproximadamente 32% de los puntos de red. No existe segmentación lógica para diferentes tipos de tráfico, lo que genera potenciales problemas de congestión en periodos de alta demanda.

El ancho de banda contratado para el servicio de Internet es de 8 Mbps simétricos, con una relación de compartición de 1:1, lo que resulta adecuado para implementar servicios VoIP considerando el número de usuarios simultáneos proyectados (máximo 35 según análisis de tráfico).

El sistema telefónico actual está basado en líneas analógicas tradicionales distribuidas en 14 puntos físicos, que cubren aproximadamente el 28% de los espacios de trabajo, obligando a compartir recursos telefónicos entre múltiples funcionarios.

Se aplicó una encuesta al personal administrativo del GAD Paján (N=44) para evaluar su conocimiento, percepción y expectativas sobre la implementación de tecnología VoIP. A continuación, se presentan los resultados más relevantes (Tabla 1 to Tabla 5):

Tabla 1: Conocimiento sobre tecnología VoIP en el personal del GAD Paján.

Alternativa	Encuestados	Porcentaje
Sí	27	61%
No	17	39%
Total	44	100%

Nota: Datos recopilados mediante encuesta aplicada al personal administrativo.

Análisis: El 61% del personal administrativo posee conocimiento previo sobre tecnología VoIP, mientras el 39% desconoce sus características y funcionamiento. Esta distribución evidencia un nivel moderado de familiarización con la tecnología, aunque indica la necesidad de implementar capacitación específica previa a cualquier proceso de migración tecnológica.

Tabla 2: Necesidad percibida de implementación de VoIP en el GAD Paján.

Alternativa	Encuestados	Porcentaje
Sí	42	95%
No	2	5%
Total	44	100%

Nota: Datos recopilados mediante encuesta aplicada al personal administrativo.

Análisis: El 95% del personal administrativo considera necesaria la implementación de tecnología VoIP en la institución. Este alto nivel de aceptación refleja el reconocimiento generalizado de los beneficios potenciales de esta tecnología y constituye un factor favorable para su adopción. La percepción institucional respalda la viabilidad sociorganizativa de la propuesta, complementando su factibilidad técnica y económica.

Tabla 3: Percepción sobre mejora en comunicación interna mediante VoIP.

Alternativa	Encuestados	Porcentaje
Sí	41	93%
No	3	7%
Total	44	100%

Nota: Datos recopilados mediante encuesta aplicada al personal administrativo.

Análisis: El 93% del personal considera que la implementación de VoIP mejoraría significativamente la comunicación interna institucional. Esta percepción mayoritaria evidencia la identificación de deficiencias en los canales comunicacionales actuales y el reconocimiento del potencial de esta tecnología para optimizar procesos administrativos, reducir costos operativos y aumentar la accesibilidad a las comunicaciones intradepartamentales.

Tabla 4: Calidad percibida de la comunicación interna actual.

Alternativa	Encuestados	Porcentaje
Excelente	1	2%
Muy buena	1	2%
Buena	23	52%
Mala	19	43%
Total	44	100%

Nota: Datos recopilados mediante encuesta aplicada al personal administrativo.

Análisis: La percepción sobre la calidad de la comunicación interna actual muestra resultados preocupantes: solo el 4% la considera excelente o muy buena, mientras que el 43% la califica como deficiente. Aunque el 52% la percibe como buena, el alto porcentaje de insatisfacción sugiere que el sistema actual no satisface plenamente las necesidades institucionales, generando potenciales ineficiencias operativas, retrasos en procesos decisionales y obstáculos para la coordinación interdepartamental.

Tabla 5: Percepción sobre aporte de VoIP al desarrollo de labores diarias.

Alternativa	Encuestados	Porcentaje
Sí	43	98%
No	1	2%
Total	44	100%

Nota: Datos recopilados mediante encuesta aplicada al personal administrativo.

Análisis: El 98% del personal considera que la implementación de VoIP representaría un aporte significativo para el desarrollo de sus labores cotidianas. Este consenso prácticamente unánime refleja expectativas altamente positivas sobre la capacidad de esta tecnología para facilitar la comunicación interna, optimizar la coordinación interdepartamental y reducir ineficiencias en la transmisión de información. Este respaldo institucional constituye un factor determinante para el éxito potencial de la implementación propuesta.

4.1. Entrevista realizada al responsable de la Unidad de Sistemas informáticos y soporte tecnológico del GAD Paján.

¿Cómo funciona el servicio VoIP?

El servicio de Voz sobre IP (VoIP) es una tecnología que permite la transmisión de voz a través de redes

de datos, utilizando cualquier infraestructura de cableado estructurado ya existente. Su implementación se puede realizar mediante la instalación de un servidor físico o virtual, utilizando diversas distribuciones especializadas en telefonía IP.

El servicio VoIP se basa en la centralización de la gestión de llamadas en un servidor, el cual actúa como intermediario entre los dispositivos de comunicación. Los teléfonos IP físicos o los softphones virtuales se configuran para conectarse a este servidor, permitiendo la comunicación entre usuarios dentro y fuera de la red corporativa. Esto proporciona una solución flexible y escalable, adaptándose a las necesidades de cualquier institución o empresa.

¿Cuáles son las ventajas de emplear Voz sobre IP?

El uso de la tecnología VoIP ofrece múltiples beneficios, entre los que destacan:

- **Ahorro en infraestructura:** No requiere un cableado estructurado exclusivo para su funcionamiento, ya que puede operar sobre la red de datos existente, reduciendo costos de implementación y mantenimiento.
- **Interconexión eficiente:** Permite la comunicación fluida entre todas las áreas y departamentos sin la necesidad de contratar servicios telefónicos adicionales.
- **Sistema de Respuesta de Voz Interactiva (IVR):** Facilita la implementación de un sistema de atención automatizada mediante mensajes de voz pregrabados que guían a los usuarios a través de las opciones del sistema, mejorando la gestión de llamadas internas y externas.
- **Flexibilidad y escalabilidad:** Puede integrarse con múltiples plataformas y dispositivos, ofreciendo la posibilidad de expandirse según el crecimiento de la institución.
- **Reducción de costos operativos:** Al utilizar la red de datos para la comunicación, se minimizan los gastos asociados a llamadas telefónicas tradicionales, especialmente en llamadas de larga distancia.

¿Qué condiciones de red pueden afectar la calidad de la voz y las llamadas?

La calidad del servicio VoIP depende en gran medida de la estabilidad y configuración de la red. Algunos factores que pueden afectar la calidad de las llamadas incluyen:

- **Condiciones del cableado:** Factores ambientales, como el calor en los cables, pueden generar interferencias que deterioran la calidad de la señal de voz.
- **Configuración inadecuada de QoS (Quality of Service):** Una mala gestión de la priorización del tráfico en los switches de la red estructurada puede ocasionar que los paquetes de voz compitan con los de datos, generando retrasos, eco o pérdida de paquetes. Es fundamental configurar correctamente la QoS para garantizar que el tráfico de voz tenga prioridad sobre el tráfico de datos convencional.
- **Ancho de banda insuficiente:** Una conexión a Internet o una red local con capacidad limitada puede generar cortes en la transmisión de voz, afectando la claridad y estabilidad de las llamadas.
- **Latencia y Jitter:** Un alto nivel de latencia (retardo en la transmisión de paquetes) o variaciones en el tiempo de entrega de los paquetes (jitter) pueden causar interrupciones en la comunicación y pérdida de calidad en el audio.

La entrevista con el responsable de la Unidad de Sistemas Informáticos identificó aspectos técnicos críticos:

Viabilidad de la infraestructura existente: La tecnología VoIP puede operar sobre el cableado estructurado de datos existente, eliminando la necesidad de infraestructura telefónica dedicada. Esta característica técnica se alinea con los hallazgos de Baque Pinargote y Rivera Pilay (2023), quienes documentaron que la infraestructura de red existente en gobiernos parroquiales resulta suficiente para soportar servicios de voz sobre IP sin requerir inversiones adicionales en cableado.

Ventajas operativas identificadas: La implementación permitiría comunicación interdepartamental sin servicios telefónicos adicionales, sistemas de respuesta de voz interactiva (IVR), flexibilidad y escalabilidad según crecimiento institucional, y reducción de costos operativos al utilizar la red de datos para comunicaciones. Estos beneficios coinciden con lo documentado por Defaz Parra y Salazar Barrionuevo (2020), quienes demostraron una reducción del 67% en costos de comunicación durante el primer año de operación con plataformas de código abierto, principalmente por eliminación de tarifas en llamadas internas.

Factores críticos para calidad de servicio: Se identificaron condiciones que pueden afectar el rendimiento: deterioro físico del cableado por factores ambientales, configuración inadecuada de QoS que genera competencia entre tráfico de voz y datos, ancho de banda insuficiente que puede causar cortes en transmisión, y niveles elevados de latencia o jitter que interrumpen la comunicación. Esta identificación es consistente con Escobar Guala (2020), quien determinó que la latencia de red constituye el factor más crítico para garantizar calidad de voz, recomendando valores inferiores a 150 milisegundos para mantener una experiencia de usuario aceptable.

A pesar de los avances y medidas proactivas, como reformas de gobernanza y educación digital, la necesidad de intervención persiste debido a las deficiencias operativas y estructurales detectadas en los sistemas de comunicación internos. La ausencia de un sistema integral que permita la transmisión eficiente y simultánea de voz y datos limita la coordinación interdepartamental, incrementa costos y afecta directamente la calidad del servicio ofrecido a la ciudadanía. Este escenario implica la necesidad de implementar innovaciones tecnológicas a la par que fortalecen el marco normativo. En este sentido, la investigación reconoce la vigencia y relevancia de la legislación ecuatoriana vigente, como la Ley Orgánica de Telecomunicaciones y las regulaciones de ARCOTEL, que establecen las condiciones para la prestación de servicios VoIP y garantizan la calidad técnica y legalidad del proceso (ARCOTEL, 2021; Villacis Almeida, 2023). Así, se sugiere no solo la adopción tecnológica sino también el impulso a reglamentaciones específicas que facilitan la implementación de redes convergentes en entidades públicas, cubriendo aspectos administrativos, regulatorios y legales en el contexto educativo y mediático.

El análisis pone en evidencia la necesidad de transformar políticas institucionales hacia un enfoque más integral que contemple no solo estrategias técnicas sino también la adopción de políticas administrativas, regulatorias y legales adaptadas a la realidad de los gobiernos seccionales. A nivel práctico, herramientas y modelos como la plataforma Asterisk demuestran ser aptos para alcanzar estos objetivos, ya que su naturaleza de código abierto permite ajustar la solución a las particularidades presupuestarias y operativas del GAD Paján, facilitando la escalabilidad y personalización en función de las necesidades reales de la institución (Álvarez Domínguez, 2012; Ngoben et al., 2025).

5. Discusión

En el contexto de las organizaciones contemporáneas, la implementación de sistemas de comunicación eficientes constituye un elemento fundamental para el desarrollo operativo institucional. Tal como señalan Marazo Cama y Zanga Mamani (2023), la integración de tecnologías de comunicación avanzadas permite optimizar las condiciones laborales, incrementar la productividad y mejorar los resultados organizacionales.

El desarrollo de esta investigación se fundamentó inicialmente en un análisis exhaustivo de la infraestructura tecnológica existente en el Gobierno Autónomo Descentralizado (GAD) del Cantón Paján. Este diagnóstico permitió identificar las limitaciones del sistema de comunicación actual y establecer los parámetros para implementar una solución basada en la tecnología de Voz sobre Protocolo de Internet (VoIP). Moncayo Carreño et al. (2026) sostienen que la implementación de soluciones VoIP en administraciones locales puede reducir los costos de comunicación hasta en un 46.8% durante el primer año de operación.

Actualmente, el GAD Municipal del Cantón Paján carece de un sistema de comunicación interna que satisfaga los requerimientos institucionales. Su infraestructura se limita a una línea telefónica convencional que resulta insuficiente para garantizar servicios de calidad. Esta situación coincide con lo expuesto por Defaz Parra y Salazar Barrionuevo (2020), quienes afirman que las instituciones públicas suelen enfrentar restricciones significativas en sus infraestructuras de comunicación, afectando negativamente su eficiencia operativa.

La implementación de tecnología VoIP permitiría aprovechar la infraestructura de red existente en la institución para transmitir simultáneamente voz y datos, estableciendo un modelo de red convergente con segmentación vía VLAN y políticas de calidad de servicio para priorizar el tráfico crítico. Este enfoque es clave para superar problemas de congestión y garantizar la calidad en la comunicación, acorde con estudios como Pauta Astudillo et al. (2008).

De acuerdo con Silva García (2022), en este proceso la señal de voz es digitalizada, fragmentada en

paquetes IP que se transmiten por la red y luego reensamblados para su reproducción, lo que mejora la eficiencia y escalabilidad del sistema. En consecuencia, el análisis de viabilidad indicó que esta solución técnica es factible y estratégica para el GAD Paján, contribuyendo a mejorar la calidad de los servicios, optimizar las actividades diarias e incrementar la productividad del personal institucional. Estudios longitudinales en contextos similares, como el de Omweri (2024), respaldan la mejora a indicadores de gestión administrativa y atención ciudadana tras implementaciones de telefonía IP.

Entre los beneficios económicos que justifican la implementación de esta tecnología se encuentra la reducción significativa en costos de instalación, menor inversión en equipamiento de red y disminución en la cantidad de dispositivos y cableado requeridos, aprovechando los recursos tecnológicos con los que ya cuenta la institución. Ngoben et al. (2025) corroboran esta ventaja al presentar un análisis comparativo entre diferentes soluciones de telefonía, donde Asterisk destaca por su favorable relación costo-beneficio y su compatibilidad con múltiples plataformas y dispositivos.

Adicionalmente, la tecnología VoIP no solo reduciría los costos de comunicación y tráfico institucional, sino que también proporcionaría al personal la posibilidad de utilizar líneas personales y comunicarse desde cualquier ubicación, facilitando llamadas de larga distancia e internacionales. Vidal Solórzano (2006) respaldan esta afirmación al identificar un retorno sobre la inversión promedio del 143% en un periodo de tres años, principalmente por la reducción de costos en llamadas internacionales e interurbanas.

Es importante reconocer que la implementación deberá considerar aspectos regulatorios actuales y posibles necesidades de modificar o fortalecer el marco normativo para asegurar la legalidad y adecuada gestión del servicio, en concordancia con las directrices de ARCOTEL y la Ley Orgánica de Telecomunicaciones (Villacis Almeida, 2023)2023.

Finalmente se enfatiza un enfoque escalonado y participativo, recae en las autoridades del GAD Paján, considerando aspectos técnicos, económicos, normativos y sociales, incluyendo instituciones relacionadas como el Patronato y el Camal Municipal.

Factibilidad Técnica

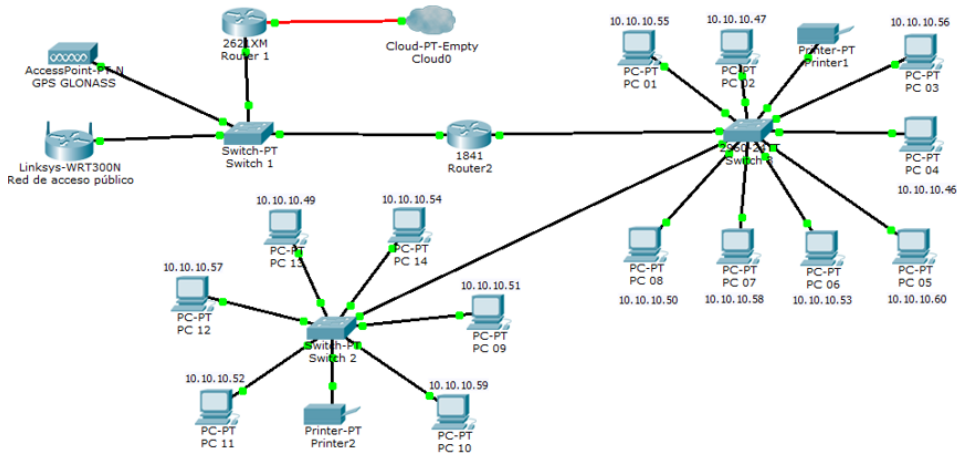
La implementación de la tecnología VoIP requiere componentes básicos como UPS, Patch Panel, switches, dispositivos de audio (parlantes y auriculares con micrófono integrado), tarjetas de sonido y ordenadores. Una ventaja significativa, como señala Tang et al. (2023), es que VoIP no impone requerimientos específicos sobre las características de los equipos informáticos, lo que facilita su adaptación a infraestructuras heterogéneas.

Para garantizar una calidad óptima en las comunicaciones, la institución debe disponer de un ancho de banda suficiente, considerando que cada llamada puede requerir entre 30 y 60 kb por segundo. Adicionalmente, se requiere la adquisición de teléfonos IP, teléfonos virtuales, Adaptadores Telefónicos Analógicos (ATA) y el software necesario para la gestión de extensiones. Según Pauta Astudillo et al. (2008), la implementación de políticas adecuadas de Calidad de Servicio (QoS) resulta fundamental para garantizar la experiencia del usuario en servicios de voz sobre infraestructuras compartidas.

Para el establecimiento de un sistema de comunicación interna eficiente, se recomienda la implementación de Asterisk en su versión más reciente. Este software permite configurar un servidor como centralita telefónica IP, facilitando la creación de extensiones locales en cada departamento del GAD Paján y la configuración de softphones en los equipos informáticos existentes. Como destaca Álvarez Domínguez (2012), la arquitectura modular de Asterisk facilita la gestión centralizada de extensiones, la automatización de la atención mediante sistemas IVR y la distribución inteligente de llamadas, adaptándose eficientemente a las necesidades específicas de cada organización.

La inversión en servicios VoIP representa una alternativa económicamente ventajosa, tanto en términos de costos operativos como en la diversidad de servicios y facilidad de administración. El estudio comparativo realizado entre la telefonía IP y la telefonía convencional confirma las ventajas significativas de la primera, alineándose con los hallazgos de Fariño Díaz (2023), quienes enfatizan la importancia de implementar soluciones tecnológicas que optimicen tanto la gestión de recursos como la calidad del servicio ofrecido. (Tabla 6); Modelos de la red implementada en el GAD (Figura 1 to Figura 3); Diseño de red convergente implementada para servicios de voz ip en el GAD Paján (Figura 4 to Figura 8)

Figura 3: Red actual departamento tres.



Diseño de red convergente implementada para servicios de voz ip en el GAD Paján

Figura 4: Diseño del bloque uno – Switch uno.

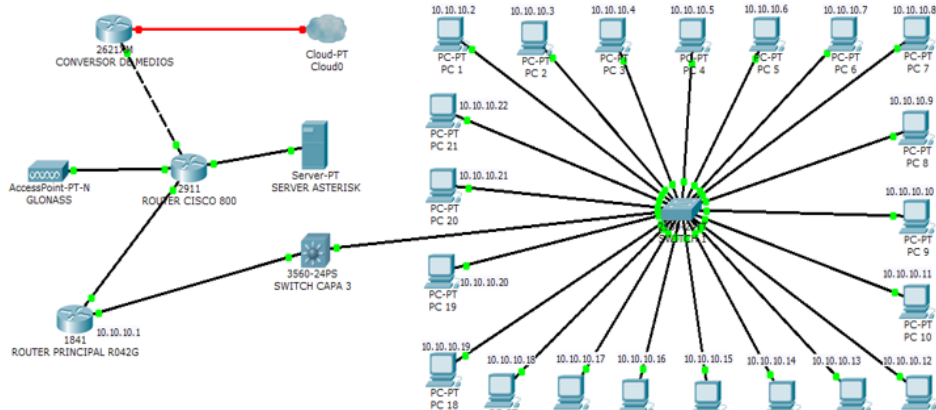


Figura 5: Diseño del bloque uno – Switch dos.

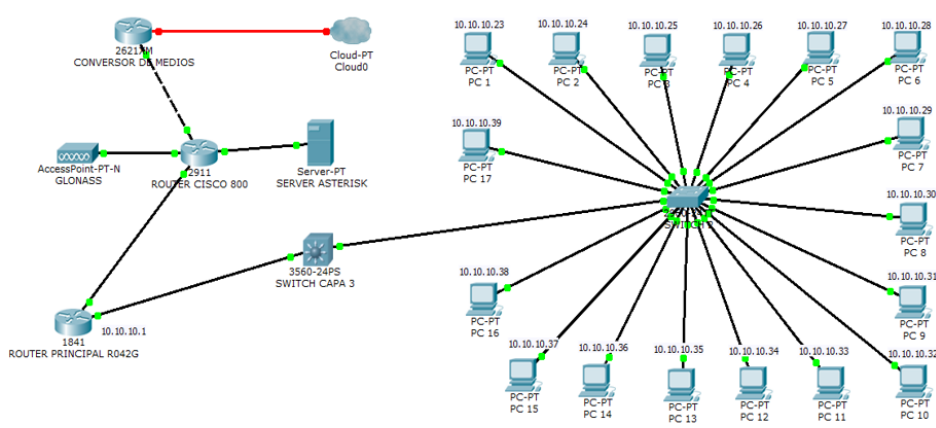


Figura 6: Diseño del bloque dos – enlace Cecadel 1-2.

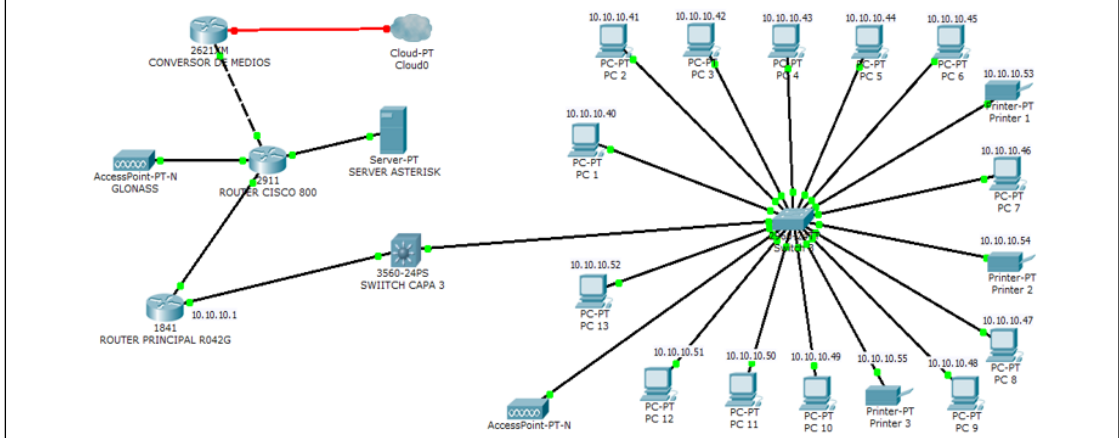


Figura 7: Diseño Cecadel 1 – 2 enlace bloque dos.

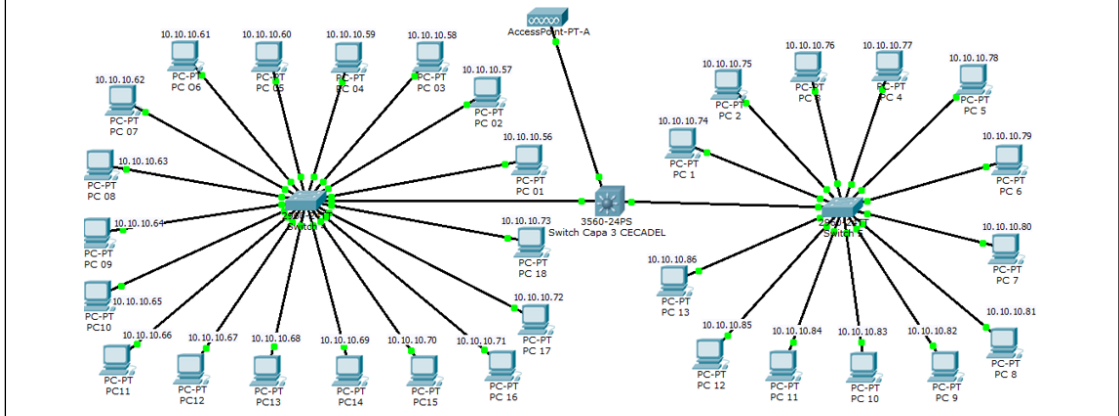
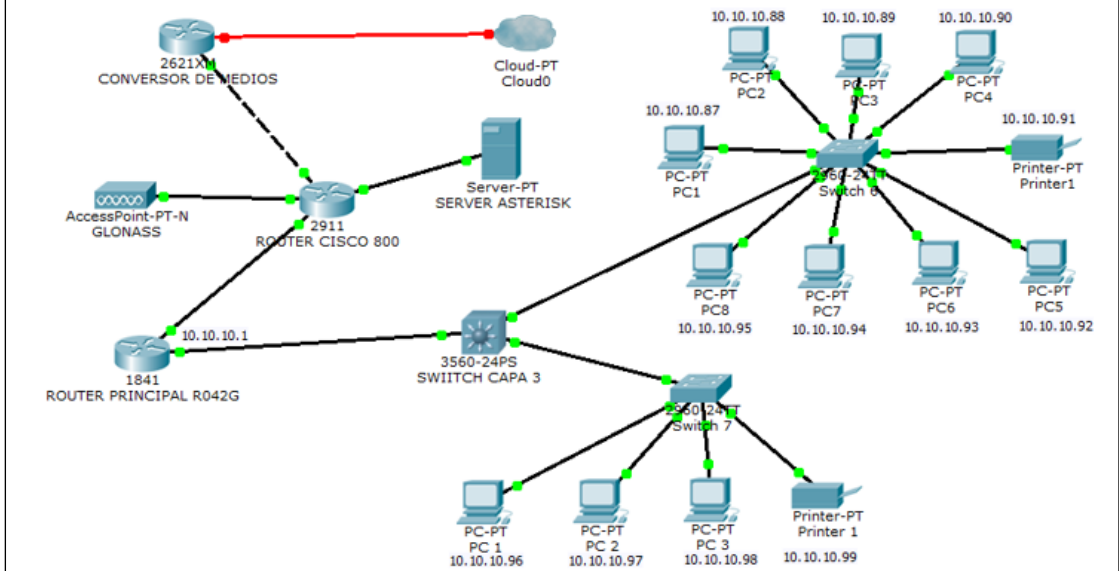


Figura 8: Diseño del bloque tres y cuatro.



Los hallazgos obtenidos corroboran los principios teóricos que fundamentan la implementación de VoIP en entornos organizacionales. La convergencia de redes de voz y datos constituye una estrategia ampliamente validada en el ámbito de las telecomunicaciones, con beneficios documentados en términos de optimización de costos, escalabilidad y eficiencia operativa (Pribadi, 2023). La adopción de tecnologías emergentes como VoIP contribuye significativamente a la modernización de la infraestructura tecnológica en entidades gubernamentales, lo que se alinea con los modelos contemporáneos de transformación digital en el sector público (Arroyo Ortega, 2025).

En el contexto práctico, la implementación de VoIP en el GAD Paján conllevaría beneficios tangibles. Por un lado, esta tecnología permitiría optimizar la comunicación interna y, con ello, mejorar la eficiencia administrativa (Vega, 2010). Por otro lado, Patricio Peralta et al. (2022) destacan que su adopción en el sector gubernamental se traduce en una reducción significativa de los costos operativos, en una mejora de la gestión comunicacional gracias a funcionalidades avanzadas como el Sistema de Respuesta de Voz Interactiva, en una mayor escalabilidad que facilita futuras expansiones sin requerir modificaciones estructurales significativas, y en una flexibilización del trabajo remoto mediante el acceso a extensiones telefónicas desde dispositivos externos.

No obstante los resultados favorables, esta investigación presenta limitaciones que deben considerarse para una evaluación integral, y a partir de ellas se derivan recomendaciones para futuros estudios: en primer lugar, se evidencia la ausencia de un análisis técnico exhaustivo de la infraestructura existente, aspecto crítico para garantizar la calidad del servicio, por lo que se recomienda que investigaciones futuras realicen un análisis técnico pormenorizado de la infraestructura actual orientado a la optimización de redes IP; en segundo lugar, las restricciones en el tamaño muestral podrían afectar la representatividad de los resultados obtenidos; en tercer lugar, se omitieron pruebas experimentales en entornos reales que habrían permitido evaluar el rendimiento del sistema bajo condiciones operativas, por lo que se sugiere implementar un proyecto piloto que permita valorar dicho rendimiento antes de su adopción institucional, así como desarrollar estudios de impacto post-implementación para cuantificar los beneficios operativos y económicos derivados del nuevo sistema (Pribadi, 2023); y, finalmente, no se consideraron suficientemente factores externos como la estabilidad de la conexión a Internet, variables que inciden directamente en el desempeño de los sistemas VoIP, por lo que se recomienda efectuar análisis comparativos con tecnologías alternativas o complementarias y profundizar en el estudio de los factores humanos y procesos formativos, considerando que el éxito en la adopción tecnológica depende significativamente del nivel de aceptación y conocimiento por parte de los usuarios finales.

La implementación de los hallazgos relacionados con la adopción de tecnología VoIP basada en Asterisk en gobiernos locales como el GAD del Cantón Paján debe guiarse por criterios técnicos, organizativos y normativos claros. Entre los criterios técnicos, se destaca la necesidad de contar con una infraestructura de red estable y adecuada, que permita la segmentación lógica con VLAN y políticas de calidad de servicio para priorizar el tráfico de voz y datos críticos. Asimismo, se debe garantizar un ancho de banda suficiente, equipo compatible y la capacitación técnica del personal para asegurar el correcto manejo y administración del sistema.

En cuanto a criterios organizativos, es fundamental que la implementación sea realizada bajo un enfoque escalonado que incluya diagnósticos técnicos previos, ejecución de proyectos piloto para evaluar rendimiento en entornos reales y medición post-implementación para asegurar la eficiencia y satisfacción institucional. Se recomienda la participación de las autoridades y usuarios para facilitar la aceptación y adaptación a la nueva tecnología.

El marco normativo vigente en Ecuador, que incluye la Ley Orgánica de Telecomunicaciones, regulaciones de ARCOTEL y normativas de protección de datos personales, debe cumplirse rigurosamente para asegurar la legalidad, seguridad y privacidad de las comunicaciones. La elección de plataformas tecnológicas abiertas y flexibles como Asterisk o Issabel también facilita este cumplimiento y apoya la sostenibilidad financiera.

Respecto al impacto en los ámbitos de medios de comunicación y educación, la implementación de redes VoIP puede transformar positivamente los procesos comunicacionales, permitiendo una interconectividad fluida, acceso remoto y servicios avanzados como atención telefónica automatizada y videoconferencias. En educación, facilita la comunicación entre docentes, estudiantes y administrativos, contribuyendo a modelos de enseñanza híbridos o a distancia. En medios, optimiza la cadena de producción y difusión de contenidos, agilizando la coordinación y respuesta.

Finalmente, se recomienda a las instituciones que consideren estas tecnologías evaluar cuidadosamente

sus infraestructuras y normativas internas, invertir en capacitación y adoptar enfoques participativos que contemplen los aspectos técnicos, legales y sociales para maximizar el beneficio de la transformación digital en sus procesos comunicacionales y administrativos.

6. Conclusiones

La evaluación comparativa de la implementación de una infraestructura de red convergente para servicios de VoIP bajo plataforma Asterisk en el GAD del Cantón Paján confirma su alta viabilidad técnica y pertinencia estratégica para optimizar la comunicación interna institucional. Los resultados evidenciaron limitaciones importantes en la infraestructura y sistema actual, con un 43% del personal que percibe deficiente la calidad comunicacional interna, mientras que el 95% respalda la adopción de esta tecnología. El análisis técnico indicó que es factible aprovechar el cableado y la red existente para transmitir voz y datos simultáneamente, mediante un modelo de segmentación VLAN y políticas de priorización del tráfico, lo que mejora la eficiencia y reduce los costos operativos en comparación con sistemas telefónicos tradicionales.

Se recomienda la implementación escalonada de la solución, iniciando con un diagnóstico técnico exhaustivo, seguido por un proyecto piloto para validar el rendimiento en condiciones reales y finalmente una evaluación post-implementación para medir impactos en eficiencia y satisfacción. Es crucial capacitar al personal para superar el desconocimiento tecnológico y asegurar una adopción exitosa. Asimismo, se enfatiza la importancia de considerar el marco normativo vigente en telecomunicaciones, asegurando que la implementación cumpla con la legislación y regulaciones nacionales, y explotando plataformas flexibles y de código abierto como Asterisk que facilitan la personalización y sostenibilidad financiera.

Entre las limitaciones del estudio destacan la falta de pruebas experimentales en entornos operativos reales, restricciones en el tamaño de la muestra y la no inclusión de un análisis profundo sobre la estabilidad y calidad de la conexión a internet, factores que pueden afectar la calidad del servicio VoIP. Por ello se sugiere para futuras investigaciones realizar análisis técnicos más detallados, desarrollar proyectos piloto y evaluar la experiencia de los usuarios a largo plazo para robustecer las evidencias y recomendaciones.

En conclusión, la adopción de redes convergentes para servicios [translate]VoIP[/translate] representa una solución técnicamente viable, económicamente eficiente y estratégicamente relevante para mejorar la comunicación en instituciones públicas con limitaciones presupuestarias, contribuyendo a la modernización, optimización y sostenibilidad de sus procesos internos.

7. Apoyos

La presente investigación forma parte de los resultados del proyecto de investigación: Uso de la inteligencia artificial para la enseñanza del inglés en las instituciones educativas de la carrera Pedagogía de los Idiomas Nacionales y Extranjeros de la Universidad Estatal del Sur de Manabí.

Referencias

- Álvarez Domínguez, J. L. (2012). *Implementación de equipos de comunicación mediante un sistema Asterisk en la empresa "FENEC SA"* [Tesis de pregrado, ESPOL. INTEC]. <http://www.dspace.espol.edu.ec/handle/123456789/60187>
- ARCOTEL. (2021). *Espectro radioeléctrico*. Agencia de Regulación y Control de las Telecomunicaciones. <https://www.arcotel.gob.ec/espectro-radioelectrico-2/>
- Arroyo Ortega, A. M. (2025). *Manual integral para la implementación eficaz de la transformación digital y la creación de políticas de protección de datos personales dentro de un Estudio Jurídico Quito-2024* [Tesis de maestría, Universidad de las Américas]. <http://dspace.udla.edu.ec/handle/33000/18100>
- Baque Pinargote, O. S. y Rivera Pilay, A. M. (2023). *Estudio de factibilidad de una red telefonía IP para mejorar la comunicación de voz en los departamentos del GAD parroquial la américa* [Tesis de ingeniería, Universidad Estatal del Sur de Manabí]. <http://repositorio.unesum.edu.ec/handle/53000/4797>
- Constitución de La República del Ecuador. (2008). *Constitución de La República del Ecuador 2008*. https://www.oas.org/juridico/pdfs/mesicic4_ecu_const.pdf
- Defaz Parra, K. A. y Salazar Barrionuevo, D. S. (2020). *"Implementación de una central telefónica voz IP utilizando software libre Issabel PBX y comunicaciones unificadas basado en Asterisk en la constructora MA Construcciones"* [Tesis de licenciatura, Universidad Técnica de Cotopaxi]. <https://repositorio.utc.edu.ec/handle/27000/8609>
- Durmuş, B. T. (2024). 15-17 May 2024, 16th Global Communication Association Conference "The Future (s) of Communication: Promises and Predicaments". *Türkiye İletişim Araştırmaları Dergisi*, (46), 178–184. <https://doi.org/10.17829/turcom.1586537>
- Escobar Guala, J. F. (2020). *Análisis de la interconexión de dos centrales telefónicas IP basadas en Asterisk usando como medio de comunicación el Internet* [Tesis de licenciatura, Escuela Politécnica Nacional]. <https://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/21143>

- Fariño Díaz, L. M. (2023). *Implementación de un sistema de telefonía VoIP con política de QoS para mejorar la comunicación empresarial de SEPRIVZAM CIA* [Trabajo de titulación, Universidad Ecotec]. <https://repositorio.ecotec.edu.ec/handle/123456789/778>
- Guanín Orellana, L. S. (2021). *Análisis de la reforma a la Ley Orgánica de Comunicación del Ecuador* [Tesis de licenciatura, Universidad Técnica de Babahoyo]. <http://dspace.utb.edu.ec/handle/49000/10950>
- Holguín Mielles, E. R. (2014). *Análisis, diseño e implementación de una red convergente para la Empresa Grupo Mancheno Villacreses Cía. Ltda* [Tesis de pregrado, Universidad Católica de Santiago de Guayaquil]. <http://repositorio.ucsg.edu.ec/handle/3317/1249>
- Lu, Y. (2024). Impact of Digital Technologies on Organizational Change Strategies: A Review. *Research Journal in Business and Economics*, 2(1), 1–11. <https://doi.org/10.61424/rjbe.v2i1.128>
- Marazo Cama, D. S. y Zanga Mamani, A. D. (2023). *Diseño de una red convergente de comunicaciones basado en la norma NTS I13, para la nueva infraestructura del Centro de Salud La Natividad de la ciudad de Tacna, año 2022* [Tesis de licenciatura, Universidad Privada de Tacna]. <https://repositorio.upd.edu.pe/handle/20.500.12969/2878>
- Moncayo Carreño, O., Zambrano-Vega, C., Oviedo, B. y Briones Gavilanez, B. (2026). Designing an ICT-Based Digital Transformation Roadmap for Administrative Process Optimization in a Municipal Public Utility. *Systems*, 14(3), 270. <https://doi.org/10.3390/systems14030270>
- Ngoben, T., Olaifa, M. y Du, C. (2025). AI-Driven Intelligent Systems for Call Routing in VoIP for SMEs: A Systematic Literature Review. En *Proceedings of the 2025 International Conference on Artificial Intelligence and its Applications* (pp. 1–9). Association for Computing Machinery. <https://doi.org/10.1145/3774791.3774795>
- Omweri, F. S. (2024). A Systematic Literature Review of E-Government Implementation in Developing Countries: Examining Urban-Rural Disparities, Institutional Capacity, and Socio-Cultural Factors in the Context of Local Governance and Progress towards SDG 16.6. *International Journal of Research and Innovation in Social Science*, 8(8), 1173–1199. <https://doi.org/10.47772/IJRISS.2024.808088>
- Ortega Ortega, M. E. (2015). *Estudio comparativo de los códecs de voz para comunicaciones de VoIP utilizando teléfonos inteligentes: Caso de estudio Universidad Católica de Cuenca sede Azogues* [Tesis de maestría, Pontificia Universidad Católica del Ecuador]. <https://repositorio.puce.edu.ec/handle/123456789/27835>
- Pacurucu, N., Vivanco, L., Orellana-Alvear, B. y Ordoñez, A. (2022). New Information and Communication Technologies for Public Participation in Ecuadorian Land Management. Case Study Cuenca. En S. Nazir (Ed.), *Human Factors in Management and Leadership. AHFE (2022) International Conference* (pp. 39–46). AHFE Open Access. <https://doi.org/10.54941/ahfe1002230>
- Patache Tigsi, L. A. (2021). *Diseño e implementación de una red VOIP con aplicaciones en tiempo real para el gobierno autónomo descentralizado del cantón Guano*. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Riobamba. <https://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/20570>
- Patricio Peralta, M. C. H., Peña Carnero, M. H. F., Alave Osco, I. O. F., Palomino García, M. M. H. y Aguilar Paredes, M. R. E. (2022). Aplicación red VOIP para la mejora del servicio de comunicación en la empresa peruana. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 6(5), 2704–2722. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v6i5.3276
- Pauta Astudillo, E., Espinoza Mosquera, L. A. y Montero Bermeo, A. X. (2008). *Diseño de la red empresarial convergente de voz, datos y video de Etapa* [Trabajo de titulación, Universidad del Azuay]. <http://dspace.uazuay.edu.ec/handle/datos/206>
- Pribadi, A. (2023). VoIP (Voice over Internet Protocol) Based on Asterisk Using Trixbox at SMKN 1 Bangkinang. *International Journal Software Engineering and Computer Science (IJSECS)*, 3(2), 65–70. <https://doi.org/10.35870/ijsecs.v3i2.1275>
- Silva García, A. P. (2022). *Laboratorio de telefonía IP: elaboración de prácticas de laboratorio aplicadas al aseguramiento y calidad de servicio de la infraestructura de voz sobre IP* [Tesis de licenciatura, Escuela Politécnica Nacional]. <https://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/23278>
- Tang, S., Yu, Y., Wang, H., Wang, G., Chen, W., Xu, Z., Guo, S., et al. (2023). A Survey on Scheduling Techniques in Computing and Network Convergence. *IEEE Communications Surveys & Tutorials*, 26(1), 160–195. <https://doi.org/10.1109/COMST.2023.3329027>
- Vega, K. (2010). Voz sobre Protocolo de Internet, VoIP. *Prisma Tecnológico*, 2(1), 19–22. <https://revistas.utp.ac.pa/index.php/prisma/article/view/529>
- Vidal Solórzano, J. E. (2006). *Estudio técnico-económico para la implementación de telefonía IP en la Universidad del Azuay* [Tesis de pregrado, Universidad del Azuay]. <https://dspace.uazuay.edu.ec/bitstream/datos/192/1/05588.pdf>
- Villacis Almeida, V. K. (2023). *Tutorial para obtener en Ecuador títulos habilitantes de registro para proveer el servicio de telecomunicaciones móviles por satélite: revisión de la ley orgánica de telecomunicaciones, sus reglamentos y reformas, y estudio de los requisitos para la obtención de títulos habilitantes de registro en Ecuador para proveer el servicio de telecomunicaciones móviles por satélite; elaboración de un ejemplo para la obtención de este título habilitante de registro y del respectivo tutorial* [Trabajo de Integración Curricular, Escuela Politécnica Nacional]. <https://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/25185>
- Yerram, N. P. (2024). Understanding SIP and VoIP: Fundamental Technologies in Modern Communication Systems. *International Journal of Scientific Research in Computer Science, Engineering and Information Technology*, 10(6), 665–670. <https://doi.org/10.32628/CSEIT241061111>