

UNIVERSIDAD CENTRAL
VICERRECTORIA ACADÉMICA

FACULTAD DE INGENIERÍA Y
ARQUITECTURA

**ANÁLISIS Y PROPUESTA DE MIGRACIÓN DEL SISTEMA DE
TELEFONÍA ANÁLOGO A TELEFONÍA IP EN EL CENTRO
NACIONAL DE LA MÚSICA: UN ENFOQUE INTEGRADO
PARA LA MODERNIZACIÓN DE LAS COMUNICACIONES**

MODALIDAD DE TESIS PARA OPTAR POR EL GRADO DE LICENCIATURA EN INGENIERÍA
INFORMÁTICA CON ÉNFASIS EN GERENCIA INFORMÁTICA

ESTUDIANTE:

ÓSCAR DAVID SILES SÁNCHEZ

TUTOR:

ING.ENRIQUE ALONSO HERNÁNDEZ GÓMEZ, MGP, PMP

SEDE CENTRAL

Marzo,2025

Indicé General

Indicé General.....	II
Agradecimientos	XV
Resumen Ejecutivo	XVI
Abreviaturas	XVII
Capítulo I. Problema	1
Planteamiento del Problema	1
Pregunta de Investigación.....	3
Diagrama Causa-Efecto	3
Objetivos del Proyecto.....	4
Objetivo General.....	4
Objetivos Específicos	4
Justificación	5
Antecedentes	6
Antecedentes Internacionales.....	6
Antecedentes Nacionales.....	9
Proyecciones	11
Alcances	11
Limitaciones.....	12
Capítulo II: Marco Teórico	14
Reseña Histórica del Centro Nacional de la Música.....	14
Misión	15

Visión.....	15
Objetivo general del CNM.....	15
Objetivos Específicos del CNM.....	15
Estructura Organizacional del CNM y Unidades Técnicas	15
Base Teórica.....	16
Central Telefónica.....	16
Tipos de Centrales Telefónicas:.....	17
Central Telefónica Analógicas.....	17
Centrales Telefónicas IP basadas en tecnología VoIP	18
Central telefónica en la nube.....	19
Central Telefónica Hibridad	20
Comparativa entre Telefonía IP y Telefonía Analógica	21
Tecnología VoIP.....	22
Reseña Histórica	22
¿Qué es VoIP?.....	23
Componentes claves de la Tecnología VoIP	23
Ventajas de VoIP	24
Desventajas de VoIP.....	25
Arquitectura de la Tecnología VoIP.....	26
Protocolos de Transporte:	26
Protocolo de Señalización.....	28
Red de datos	29
Protocolos de Control y Gestión.....	29

Seguridad en VoIP	30
Firewall en Telefonía IP (Cortafuegos)	30
Protocolos de Seguridad:	31
Voz Sobre IP(VoIP).....	32
Parámetros de la Voz Sobre IP.	33
Medios de Transmisión.....	33
Cable de Par trenzado(UTP/STP).....	34
Fibra Óptica	34
Redes inalámbricas (Wi-Fi):.....	35
Software	36
Software de Código Libre.....	37
Software de Código Abierto	37
Software de Código Cerrado.....	37
Modelo de Desarrollo de Código Abierto.....	38
Ventajas de Utilizar Software de Código Abierto	38
Desventajas de Utilizar Software de Código Abierto.....	39
Software Libre para Centrales Telefónicas IP Basadas en Tecnología VoIP.....	40
Software Asterisk.....	41
Software Free PBX	43
Software Elastix	43
Software Linphone.....	44
Software Propietario para Centrales Telefónicas IP Basadas en Tecnología VoIP.....	45
Software Cisco Unified Communications Manager	45

Software Avaya Aura Communication Manager.....	47
Software Mitel MiVoice Business	48
Software 3CX Phone System.....	48
Recursos claves para Migrar de una Central Analógica a Tecnología IP	48
Tecnología IP-PBX en Telefonía IP	49
Tipos de IP PBX	50
Infraestructura Física de una Central IP PBX.....	52
Gateway de Voz (VoIP Gateway o ATA)	52
Teléfonos IP	53
Switch PoE.....	53
Redes de Datos.....	53
Router Compatible con VoIP.....	54
Controladores y Software de Gestión	54
Cable RJ45	54
Fuente de Alimentación de Respaldo	55
Equipos de Pruebas y Monitoreo	55
Capítulo III: Marco Metodológico.....	57
Enfoque de la Investigación.....	57
Enfoque Cuantitativo	58
Enfoque Cualitativo	59
Enfoque Mixto	61
Enfoque que se Utilizará Para la Investigación	63
Método de la Investigación.....	64

Investigación Teórica.....	64
Investigación Descriptiva.....	65
Fuentes de Información.....	67
Fuentes Primarias(directa).	68
Fuente Secundaria.....	69
VARIABLES o Unidades de Análisis	73
Variables Dependientes	73
Variables Independientes	74
Técnicas	77
Entrevista	78
Encuestas.....	79
Observación Directa.....	80
Grupos Focales.....	81
Análisis Documental.....	82
Instrumentos.....	83
Guía de Entrevistas Semiestructuradas.....	83
Cuestionario Estructurado.....	84
Guía de Observación.....	85
Guía Para Grupos Focales.....	86
Guía de Análisis Documental	86
Proceso para la Recolección de Datos	87
Diagnóstico del Sistema Actual	88
Información para la Toma de Decisiones	88

Identificación de Requerimientos y Especificaciones Técnicas	88
Análisis de Datos	88
Análisis de Datos en el Marco del Proyecto de Tesis.	89
Capítulo IV: Análisis de Resultados	91
Entrevista Aplicada a la Licda. Catalina Cabezas Bolaños jefa de TI del MCJ.	91
Resultado de la Encuesta Aplicada al Personal del CNM	97
Resultado de la Observación de la Infraestructura de Comunicaciones del CNM.	110
Sistema de telefonía Actual	113
Contrato Empresarial del Servicio de Telecomunicaciones RDSI PRI-ICE / CNM	116
Infraestructura de Red.....	117
Cableado Estructurado	119
Hardware de Protección de Red.....	119
Respaldo Energético	121
Red Inalámbrica (Wi-Fi).....	121
Cloud Key	122
Sistema de Videovigilancia.....	123
Infraestructura Física	124
Imágenes del Cuarto de TI del Centro Nacional de la Música	126
Discusión en Grupos.	110
Obsolescencia de la Telefonía Analógica Actual.	111
Estado de la Infraestructura de RED.....	111
Impacto Financiero y Presupuestario.....	112

Importancia del Proyecto de Tesis	112
Estudio de Mercado de la Central Telefónica IP	126
Ofertas Económicas	127
Análisis Comparativo de Costos de Mantenimiento y Reparación de la Central Telefónica Periodo 2023 vs 2024.....	141
Estadística del Pago del Servicio de Telecomunicaciones Periodo 2023-2024.....	142
Capítulo VI: Conclusiones y Recomendaciones.....	144
Conclusiones	144
Recomendaciones	146
Capítulo VI: Propuesta de la Solución.....	148
Aporte de la Propuesta: Pliego de Condiciones Cartelerías de la Central Telefónica IP para su publicación en SICOP.....	148
Información General de la Contratación.....	148
Solicitud de la Contratación.....	149
Estimación Presupuestaria	150
Condiciones Generales.....	151
Precio	155
Formas de Pago.....	160
Plazos de la Contratación.....	162
Aspectos legales.....	163
Fecha de inicio	164
Requisitos Mínimos de Admisibilidad	164
Garantía del Equipo.....	165

Especificaciones Técnicas On Premise.....	165
Línea 1. Central Telefónica IP.....	165
Línea 2 Teléfono por Software o Softphone.....	170
Línea 3: Teléfonos IP Perfil Oficinista.....	170
Línea 4: Teléfono IP Perfil Ejecutivo.....	172
Línea 5: Teléfono IP Perfil Recepcionista.....	173
Línea 6: Teléfono IP, Tipo Araña.....	175
Línea 7: Diadema Inalámbrica para recepcionista (manos libres)	175
Línea 8: Diadema Alámbrica para Usuarios Remotos.....	176
Línea 9: Servidor para la Instalación de la Central Telefónica y el Software	177
Línea 10: Horas de Soporte y Mantenimiento de la Central Telefónica.	179
Línea 11. Sistemas de Alimentación Ininterrumpida (UPS) de 1500 VA	181
Línea 12. Servicio de Migración, Instalación y Configuración de la Central IP.	182
Propuesta: Diagrama Infraestructura Propuesta de la Central IP On-Premise	184
Justificación de la Infraestructura Propuesta Telefonía IP On-Premise	187
Propuesta del Prototipo Planteado en los Objetivos: Laboratorio de Simulación de Telefonía IP con FreePBX en Virtual Box y Pruebas con Teléfonos IP.	188
Fase 1. Instalación del Entorno Virtual.....	189
Fase 2. Configuración de FreePBX.	189
Fase 3. Registro y Conexión de la Telefonía IP.....	190
Fase 4. Pruebas de Funcionalidad.....	191
Fase 5. Análisis de Resultados del Laboratorio.....	191
Propuesta: Laboratorio de Simulación de Redes VoIP en Packet Tracer	192

Fase 1. Configurar el Router con CME (Call Manager Express)	192
Fase 2. Configuración del Switch	192
Fase 3. Configuración de los Teléfonos IP	192
Fase 4. Configurar las PCs con Softphone.....	192
Fase 5 Pruebas de Comunicación	192
Índice de Referencias Bibliográficas.	193
Índice de Apéndices	203
Apéndice A Respuesta a la Solicitud de Cotización de ETS Soluciones S.A.	203
Apéndice B Resumen Ejecutivo de la Propuesta de ETS Soluciones	204
Apéndice C Diagrama de la Solución On-Premise de ETS Soluciones	205
Apéndice D Dispositivos Físicos de la Solución On-Premise de ETS Soluciones	206
Apéndice E Respuesta de la Empresa Datacom. Solicitud del Estudio de Mercado	207
Apéndice F Resumen Ejecutivo de la Propuesta de Datacom S.A.	208
Apéndice G Diagrama de la Solución On-Premise de la Empresa Datacom ...	209
Apéndice H Diagrama de la Solución en la Nube de la Empresa Datacom	210
Apéndice I Aviso del ICE sobre la Prestación del Servicio RDSI PRI	211
Apéndice J Guía. Encuesta Sobre la Percepción de la Telefonía Analógica Actual y la Implementación de Telefonía IP el CNM.	212
Apéndice K Guía. Observación de la Infraestructura de comunicaciones del Centro Nacional de la Música.....	216

Apéndice L Guía. Observación de los Equipos Activos y Red de Datos del CNM
 218

Apéndice M Guía. Análisis y Discusión Grupal Sobre la Obsolescencia de la
 Telefonía Analógica en el CNM. 219

Apéndice N Guía de Entrevista Sobre la Implementación de la Telefonía IP en el
 CNM. 220

Apéndice Ñ Guía Análisis Documental 221

Apéndice O Guía Análisis Documental 222

Indicé de Tablas

Tabla 1 <i>Tabla comparativa de medios de trasmisión</i>	35
Tabla 2. <i>Diferencias Entre una Central IP Física y Virtual</i>	51
Tabla 3 Tipos de Fuentes	70
Tabla 4 Descripción de Fuentes Primarias y Secundarias	72
Tabla 5 Variables	75
Tabla 6 Etapas del Análisis de Datos	89
Tabla 7 Comparación Entre el Servicio Actual RDSI y el Servicio VoIP	117
Tabla 8 Ofertas de la Central Telefónica IP OnPremise- Nube.....	140
Tabla 9 Análisis de Mantenimiento Central Telefónica actual Periodo 2023-2024	141
Tabla 10 Objeto de la Contratación	149
Tabla 11 Estudio Costo Estimado de la Implementación de la Central IP	150
Tabla 12. Tiempo de Respuesta de Incidentes	180

Indicé de Figuras

Figura 1 Diagrama Causa-Efecto.....	3
Figura 2. Organigrama del Centro Nacional de la Música	16
Figura 3 Diagrama VoiP	32
Figura 4 Arquitectura Básica de una Central Telefónica IP Basada en Asterisk	42
Figura 5 Usabilidad Linphone	45
Figura 6 Capacidades del Sistema de Cisco	47
Figura 7 Arquitectura de una Central IP PBX	56
Figura 8 Proceso cuantitativo.	59
Figura 9 Proceso cualitativo.	61
Figura 10 Flujo del Proceso de Plantear Problemas de Investigación Mixta	62
Figura 11 Planteamiento de una Investigación de Carácter Teórico	65
Figura 12 Mapa Conceptual de Fuentes de Información Primarias y Secundarias	70
Figura 13 Perfil del Empleado	98
Figura 14 Utilización de la Central Analógica	99
Figura 15 Limitaciones del Sistema de Telefonía Analógico.....	101
Figura 16 Percepción Sobre si el Sistema de Telefonía Analógico del CNM.....	102
Figura 17 Evaluación del Conocimiento sobre la Tecnología de voz IP.....	103
Figura 18 Percepción con la Implementación de Telefonía IP en el CNM	104
Figura 19 Nivel de Conocimiento sobre las Ventajas de la Telefonía IP	105
Figura 20 Percepción sobre la Telefonía IP Frente a la Analógica	106
Figura 21 Beneficios Adicionales que se Podría Aportar a la Telefonía IP	107
Figura 22 Percepción del impacto de la telefonía IP en costos telefónicos	108

Figura 23 Equipos del Sistema de Telefonía Analógico del CNM.....	116
Figura 24 Switches Administrable ES24500W Y ES48750W	118
Figura 25 FortiSwitch FS-448E.....	119
Figura 26 Dispositivo FortiGate 100E.....	120
Figura 27 Unidad Smart-UPS C de APC, 1000.....	121
Figura 28 Área de Cobertura de la red Wireless.....	122
Figura 29 UniFi Protect	123
Figura 30 Sistema de Videovigilancia del CNM.....	124
Figura 31 Infraestructura de TI del CNM.....	126
Figura 32 Propuesta On-Premise	129
Figura 33 Propuesta en la Nube.....	130
Figura 34 Cotización de la Central IP On-Premise - Empresa Datacom.....	131
Figura 35 Cotización de la Central IP On-Premise - ETS Soluciones.....	135
Figura 36 Central Telefónica IP On Premise-Híbrida	139
Figura 37 Pago del Servicio de Comunicaciones de los años 2023-2024	143
Figura 38 Histórico del Pago de Servicio de Telecomunicaciones CNM	143
Figura 39 Desglose de Precio	158
Figura 40 Diagrama Infraestructura Propuesta Central Telefónica On -Premise	186
Figura 41 Creación de Máquina Virtual	189
Figura 42 Interfaz de comandos de FreePBX.....	190
Figura 43 Iniciar Sesión y Configurar Extensiones	190
Figura 44 Pruebas de Funcionalidad de las Llamadas	191

Agradecimientos

"Cuando se trata de lograr lo que se quiere, las noches se convierten en días y los días en noches".
Andrés Pantoja.

Agradezco a Dios por permitirme culminar una etapa tan importante. A mi esposa e hija, por su apoyo y paciencia a lo largo de esta aventura.

A mis padres. Gracias por su apoyo incondicional y por alentarme siempre a seguir adelante. Me han demostrado que lo imposible puede hacerse posible, solo es de soñarlo y dar lo mejor de uno para alcanzar cualquier meta.

Agradezco al tutor, el Ing. Enrique Hernández, por su valiosa asesoría, acompañamiento y el tiempo dedicado a cada sesión y revisión de mi tesis.

Al Centro Nacional de la Música. Gracias por brindarme la oportunidad de desarrollar mi proyecto de investigación de tesis. A lo largo de estos meses, he aprendido lo que implica gestionar un proyecto y la importancia del recurso humano en la toma de decisiones. Me han hecho sentir parte de la institución y me han proporcionado toda la información necesaria para hacer posible este proyecto.

Resumen Ejecutivo

Este documento abordó una propuesta para optimizar la infraestructura de comunicaciones, en el Centro Nacional de la Música (CNM). El objetivo principal es realizar la migración de la central telefónica analógica a tecnología IP y mejorar la comunicación en un contexto que exige una rápida adaptación a los cambios tecnológicos y las expectativas, tanto del usuario interno como el externo.

Actualmente, el CNM enfrenta importantes desafíos debido a deficiencias en su infraestructura de comunicaciones, la cual, con más de 20 años de antigüedad, opera con líneas troncales de cobre. Esta situación genera altos costos de mantenimiento, caídas frecuentes en el servicio y dificultades en la obtención de repuestos.

El estudio se enfocó en diagnosticar el estado actual de la central telefónica, investigar soluciones basadas en telefonía IP, evaluar posibles soluciones, así como desarrollar una propuesta definitiva de la infraestructura de comunicaciones y unificada, que mejore la eficiencia y rendimiento, simplifique la administración, reduzca costos operativos y garantice alta disponibilidad y escalabilidad para futuras expansiones.

El documentó se basó en un enfoque cualitativo, con el uso de la investigación tecnológica. Se recopilaron y analizaron datos a través de diversas técnicas e instrumentos, evaluando la situación actual y comparando diferentes tipos de centrales IP existentes en el mercado.

La propuesta se centró en optimizar la infraestructura de comunicaciones del CNM, con base en un modelo de telefonía IP On-Premise. Este enfoque permite a la institución gestionar su propia infraestructura de comunicación dentro de sus instalaciones y garantizar mayor control, seguridad y personalización del sistema telefónico.

Abreviaturas

- CNM: Centro Nacional de la Música.
- INM: Instituto Nacional de la Música.
- OSNCR: Orquesta Sinfónica Nacional de Costa Rica.
- CSN: Coro Sinfónico Nacional.
- MCJ: Ministerio de Cultura y Juventud.
- MICITT: Ministerio de Ciencia, Innovación, Tecnología y telecomunicaciones.
- SICOP: Sistema Integrado de Compras Públicas.
- CR: Costa Rica.
- ICE: Instituto Costarricense Electricidad
- PBX: Intercambio de Sucursales Privadas.
- PSTN: Red Telefónica Pública Conmutada.
- MIDEPLAN: Ministerio de Planificación Nacional y Política Económica.
- DTMF: Señalización Multifrecuencia de Doble Tono.
- CRM: Gestión de Relaciones con el Cliente.
- DHCP: Protocolo de Configuración Dinámica de Host.
- DDoS: Denegación de Servicio Distribuida.
- CMP: Protocolo de mensajes de control de Internet.
- IP: Protocolo de Internet.

- LAN: Red de Área Local.
- WAN: Red de Área Amplia.
- SNMP: Protocolo Simple de Administración de Red.
- VoIP: Voz sobre Protocolo de Internet.

Capítulo I. Problema

En este capítulo se delimita el problema, al establecer el contexto y las razones que justifican la transición hacia una solución tecnológica IP, alineada con las necesidades actuales del Centro Nacional de la Música (CNM).

Planteamiento del Problema

En un mundo cada vez más interconectado, la comunicación eficiente es clave para el desarrollo y operación de cualquier organización, ya sea pública o privada. El Centro Nacional de la Música, como institución de relevancia cultural en Costa Rica, enfrenta desafíos relacionados con su sistema de telefonía analógica obsoleta, que limita la capacidad de respuesta y flexibilidad en sus comunicaciones internas y externas. La migración hacia un sistema de Telefonía IP representa una oportunidad para garantizar mayor eficiencia operativa, reducción de costos a largo plazo y escalabilidad a futuro.

Esta investigación aborda la necesidad de modernizar la central telefónica actual mediante la adopción de tecnología de Telefonía IP, que no solo optimiza recursos, sino que también mejora la calidad y la integración de los servicios de comunicación. Actualmente, el CNM utiliza una infraestructura desactualizada en sus comunicaciones, específicamente una central telefónica analógica con más de 20 años de antigüedad. Encontrar repuestos y técnicos capacitados para esta central es cada vez más difícil, lo que ha incrementado sus costos y mantenimiento. Además, la infraestructura actual no puede soportar el crecimiento ni satisfacer las demandas modernas, lo que limita tanto la capacidad de expansión como la integración con tecnologías avanzadas.

La central analógica que utiliza el CNM carece de las medidas de seguridad que las tecnologías digitales ofrecen actualmente, lo cual puede exponer a la institución a riesgos de

seguridad en las comunicaciones. Esta situación ha sido confirmada en conversaciones previas a la realización de la presente tesis con la Dirección General, la jefatura administrativa del CNM y la jefatura de Informática del Ministerio de Cultura y Juventud (MCJ).

Dentro de las dificultades que se presentan, se encuentran:

- **Incumplimiento:** El Centro Nacional de la Música (CNM) no ha cumplido con las recomendaciones emitidas por la auditoría interna y el área de Informática como ente rector de las instituciones adscritas al Ministerio de Cultura y Juventud. Estas recomendaciones se basan en las deficiencias encontradas en la infraestructura de telecomunicaciones, lo que ha resultado en la persistencia de problemas operativos y administrativos que afectan la eficiencia y calidad del servicio del CNM y sus áreas técnicas como el Instituto Nacional de la Música (INM), Coro Sinfónico Nacional (CSN) y la Compañía Lírica Nacional (CLN).
- **Falta de Conocimientos y Comunicación Interna:** Existe una carencia de conocimiento entre el personal administrativo, docente y músicos de la institución sobre las ventajas que conlleva contar con una infraestructura de red moderna. Además, se evidencia una falta de comunicación interna, lo que agrava la situación. En este contexto, resulta crucial que el Centro Nacional de la Música implemente tecnología de servicio de voz IP en sus diferentes departamentos, para maximizar el uso y acceso a internet. Asimismo, es fundamental desarrollar un prototipo detallado que ilustre el funcionamiento de esta tecnología y su integración en los procesos internos de la institución.

Pregunta de Investigación

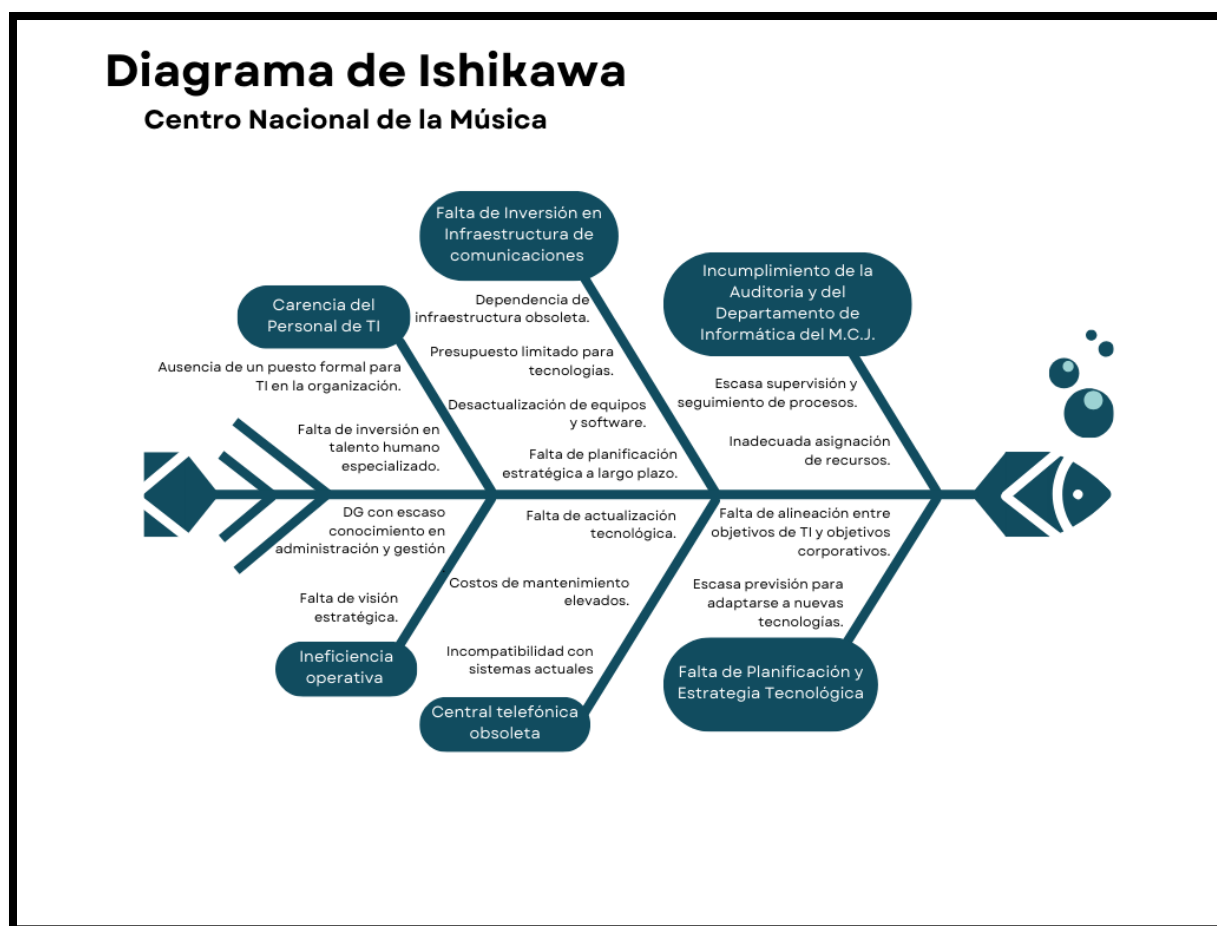
¿Cuáles son los principales desafíos al desarrollar una propuesta para la migración del sistema de telefonía análogo a telefonía IP que permita la optimización y modernización de las comunicaciones en el Centro Nacional de la Música?

Diagrama Causa-Efecto

En la figura 1, se muestran algunos inconvenientes que actualmente se tienen en el Centro Nacional de la Música.

Figura 1

Diagrama Causa-Efecto



Objetivos del Proyecto

El objetivo general y los objetivos específicos del presente proyecto son: asegurar una salida viable y eficaz de la obsolescencia del sistema de telefonía analógico hacia el sistema de telefonía IP en el marco de las actividades del Centro Nacional de Música.

Objetivo General

Desarrollar una propuesta integral de migración del sistema de telefonía analógica a telefonía IP en el Centro Nacional de la Música, para la optimización de la eficiencia operativa, mediante el uso de tecnología de telecomunicaciones adaptada al presupuesto y las recomendaciones del Departamento de TI del Ministerio de Cultura y Juventud.

Objetivos Específicos

1. Analizar las deficiencias del sistema de telefonía analógico del Centro Nacional de la Música, para la mejora de la infraestructura de comunicaciones y funcionamiento, mediante un diagnóstico detallado.
2. Investigar las nuevas soluciones en tecnología de centrales telefónicas IP, físicas y en la nube, para establecimiento de un marco de referencia para la propuesta de infraestructura de comunicaciones, utilizando investigación didáctica sobre herramientas actuales y tendencias en telefonía IP.
3. Elaborar un prototipo, empleando una herramienta de simulación y recursos técnicos correctos para la búsqueda de una solución tecnológica basada en IP para que sea utilizada como mapa de ruta ante una futura implementación.

4. Crear una propuesta de infraestructura de comunicaciones que se ajuste a las necesidades actuales, definiendo las especificaciones técnicas, mediante el estudio de mercado y un cartel para su publicación y adjudicación en SICOP.

Justificación

La relevancia de esta investigación radica en la formulación de una propuesta que modernice la infraestructura de comunicaciones del Centro Nacional de la Música (CNM), centrándose en la transición de una central telefónica analógica, la cual tiene más de 20 años, hacia una tecnología IP de última generación. Este cambio, que impacta directamente en la infraestructura tecnológica del CNM, es esencial para actualizar y optimizar los recursos de telecomunicaciones de la institución y asegura mejoras significativas en la eficiencia operativa y la calidad del servicio.

La necesidad de este proyecto surge porque el sistema actual de telefonía analógica es obsoleto, presenta limitaciones técnicas y no satisface las crecientes demandas del CNM en términos de comunicaciones internas y externas. La transición a tecnología IP representa una solución moderna, escalable y más eficiente, que no solo mejora la calidad de la comunicación, sino que también permite la integración de nuevas funcionalidades que incrementan la productividad y reducen los costos operativos.

El objetivo de este proyecto de tesis es transformar la infraestructura de telecomunicaciones del CNM, modernizando el sistema de telefonía y adaptándolo a las necesidades actuales de la organización. Esto facilitará la conectividad entre las unidades técnicas y administrativas del CNM, al agilizar la comunicación y optimizar los procesos operativos. Además, la implementación de telefonía IP ayudará a disminuir los costos en telecomunicaciones a largo plazo.

El proyecto cuenta con el respaldo financiero necesario. El CNM ha destinado un presupuesto de ₡ 23.500.000,00 en la partida 5 (bienes duraderos) para este tipo de iniciativas tecnológicas. Asimismo, la Jefatura de Informática del MCJ, como ente rector de las instituciones adscritas, posee los conocimientos técnicos requeridos para garantizar el desarrollo y la implementación de la propuesta a corto plazo.

Antecedentes

A continuación, se detallarán los antecedentes internacionales y nacionales respecto de la migración hacia sistemas de telefonía IP, los cuales destacan en la actualidad de la transformación digital. No obstante, la relevancia en su mención radica en que da a conocer la realidad de distintos países sobre migraciones exitosas, fallidas y las soluciones que se han señalado al respecto. El objetivo de ello es identificar buenas prácticas que puedan ser adaptadas en la elaboración de esta tesis, la cual busca soluciones factibles y efectivas para la implementación de sistemas de telefonía IP en distintas instituciones con recursos limitados y necesidades de comunicación específicas.

Antecedentes Internacionales

Un primer trabajo corresponde Kasabdji (2010), que propuso el tema: “MIGRACIÓN DE LOS SERVICIOS DE TELEFONÍA FIJA A TELEFONÍA IP PARA UNA EMPRESA TRANSNACIONAL DEL SECTOR BEBIDAS ALCOHÓLICAS EN VENEZUELA”. Se determinó la viabilidad técnica de migrar de telefonía tradicional a telefonía de voz sobre IP mediante el análisis de la infraestructura de la red existente; se señalaron los hábitos de consumo de la empresa en el área de telefonía fija, analizando el tráfico por destino (locales, LDN, celulares, LDI), frecuencia y duración; se examinaron los costos de la plataforma de telefonía fija actual y los de la plataforma IP por proponer, en función del consumo previamente determinado

y se establecieron los requerimientos de ancho de banda y otros servicios de telecomunicaciones.

Este trabajo se relaciona con la investigación planteada, ya que es un ejemplo concreto sobre cómo tratar el tema de la migración tecnológica en términos empresariales, lo que está estrechamente relacionado con el proyecto desarrollado, respecto de cómo modernizar la infraestructura de comunicaciones en el CNM y en términos del uso de software de código abierto (Kasabdji, 2010).

Un segundo trabajo: Patiño (2014), realizó la investigación denominada: “IMPLEMENTACIÓN DE UNA CENTRAL IP – PBX BASADA EN ASTERISK PARA EL SISTEMA DE TELEFONÍA DE LA UNIVERSIDAD CATÓLICA DE PEREIRA”. El proyecto consiste en analizar, diseñar e implementar una red piloto de telefonía IP en la Universidad Católica de Pereira usando software libre.

El proyecto conceptualiza el protocolo de telefonía IP (SIP), los elementos y capas que integran el sistema. Tras el análisis correspondiente, se implementa el software de telefonía IP, más conocido como IP-Pbx sobre Asterisk, que consiste en un servidor real o virtual equipado con un sistema operativo GNU/Linux, librerías y aplicaciones de apoyo. Se realizan pruebas de esfuerzo para determinar la carga máxima que el sistema puede soportar en llamadas simultáneas, además de evaluar otras funcionalidades. Finalmente, se elaboran recomendaciones y una capacitación sobre el uso del nuevo sistema (Patiño & Lucy, 2015).

La telefonía IP se utiliza para desarrollar un nuevo sistema de comunicación para la universidad, interconectándola con la telefonía fija y móvil mediante un proveedor de servicios.

Este proyecto de tesis se relaciona con la investigación del suscrito, al ofrecer un ejemplo práctico y detallado de cómo analizar, diseñar e implementar la telefonía IP. Aunque la

investigación del suscrito es una propuesta y no una implementación directa, ambos proyectos comparten objetivos y enfoques similares en la modernización de infraestructuras de comunicación para mejorar la eficiencia y la calidad de los servicios.

Un tercer trabajo, de Baque (2022), se denomina: “IMPLEMENTACIÓN DE UNA CENTRAL TELEFÓNICA DE ÚLTIMA GENERACIÓN DE CÓDIGO ABIERTO BASADA EN TECNOLOGÍA VOZ SOBRE IP EN LA CARRERA DE INGENIERÍA EN TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN DE LA UNIVERSIDAD ESTATAL DEL SUR DE MANABÍ”. El proyecto de tesis describe el proceso de implementación de una central telefónica basada en la tecnología de Voz sobre IP en la carrera de Tecnologías de la Información de la Universidad Estatal del Sur de Manabí. Tiene como objetivo principal la reactivación de las extensiones telefónicas existentes mediante la red interna de la carrera anteriormente mencionada, debido a que el dispositivo encargado de gestionar dichas extensiones está discontinuado y obsoleto.

El equipo activo de red, el cual está encargado de la comunicación de las extensiones telefónicas, se encuentra discontinuado y origina que las extensiones estén inhabilitadas, lo que generó falencias en la comunicación interna de la carrera de Tecnologías de la Información en las áreas administrativas, con retardo del diálogo de las actividades laborales que habitualmente se realiza con estas extensiones telefónicas (Zorrilla, 2022).

Este proyecto se relaciona con la tesis del suscrito investigador, debido a que se centra en la optimización de infraestructuras tecnológicas y la implementación de sistemas innovadores dentro del entorno académico. Con ello, la tesis, al implementar tecnología VoIP y software libre, promueve la modernización de las comunicaciones internas y externas, lo que permite economizar recursos y afrontar el proceso de integrar las herramientas tecnológicas más

avanzadas en el ámbito académico. Este vínculo puede ser identificado con aquellos estudios que se esfuerzan en descubrir la eficiencia tecnológica, el surgimiento de soluciones del software libre y la transferencia de conocimiento técnico en las instituciones de educación.

Antecedentes Nacionales

Un primer trabajo corresponde a Agüero (2020), quien realizó la “Propuesta de unificación de servicios telefónicos con tecnología VoIP para la Universidad Estatal a Distancia de Costa Rica sede central y demás sedes”. La descentralización de la telefonía en la UNED trae consigo algunos problemas, que en ocasiones impiden una correcta comunicación con estudiantes, funcionarios, proveedores y público en general. Estos problemas se generan al no contarse con un número específico donde se pueda llamar para comunicarse con el centro universitario o cualquier dependencia de la UNED, así como un mayor tiempo ante la atención de averías, entre otros aspectos.

FreePBX es un sistema telefónico de código abierto basado en Asterisk, que se puede implementar en un servidor, entorno virtual o en la nube, por medio de Cyberlink para Norteamérica y OPL para el Reino Unido. FreePBX es ilimitado dentro de sus funcionalidades integradas, como cantidad de extensiones, usuarios, IVR y colas. Además de ser un sistema seguro, probado y mantenido por personal de Sangoma, permite su personalización, ya que es compatible con la mayoría de hardware y equipo virtual comercial (Aguero, 2022).

Este proyecto de tesis se relaciona con la investigación en desarrollo, debido a que Agüero aborda problemas de descentralización y comunicación ineficiente en la UNED y propone VoIP como solución. De manera similar, la investigación del suscrito busca resolver problemas de eficiencia y calidad en las comunicaciones del Centro Nacional de la Música

mediante modernización tecnológica. Agüero, además, presenta una solución de software gratuito para la configuración y administración de la nueva infraestructura tecnológica, que puede servir como base para esta investigación.

Un segundo trabajo de tesis, elaborado por Zamora, se denomina “Diseño y la implementación de una central telefónica IP utilizando la plataforma Asterisk y el dispositivo Raspberry, una solución de bajo costo y alto rendimiento”. Esta infraestructura permite gestionar las llamadas de voz a través de Internet, lo que mejora la eficiencia de los sistemas tradicionales. Se analizan las ventajas del uso de tecnología abierta como Asterisk, que reduce costos y ofrece flexibilidad para empresas y usuarios. Se detallan los aspectos técnicos y las configuraciones necesarias para implementar este sistema, así como los retos asociados, entre ellos, la calidad del servicio y la seguridad. Además, se presentan pruebas de funcionamiento y validación, lo que demuestra su viabilidad en un entorno real.

La tesis también sugiere mejoras futuras en términos de escalabilidad y características avanzadas de las centrales telefónicas. Este estudio es relevante para el ámbito de las telecomunicaciones, especialmente en regiones con recursos limitados.

La relación se funda en que podría encontrarse en este trabajo un referente en cuanto a la implementación de sistemas de telefonía IP en infraestructuras locales o pequeñas empresas, destacando el uso de plataformas económicas como Raspberry Pi. La tesis de Fernández puede aportar criterios técnicos sobre la implementación práctica, desde la instalación hasta la configuración de Asterisk, que se podría considerar en un propio proyecto (Zamora, 2013).

Un tercer trabajo de tesis corresponde a Geovanni Monterrosa Flores denominado “Mejoramiento de la Red de Voz del Banco Crédito Agrícola de Cartago”. Para satisfacer las

necesidades que se han detectado, cumpliendo con los requerimientos que la institución ha planteado en este proyecto, es necesario invertir una parte del tiempo en el estudio de la topología de comunicación, tanto de la red de datos como de la red de voz. Este estudio incluye el análisis de los enlaces con que se cuenta, el equipo y los módulos utilizados en ellos; anchos de banda de la WAN, redundancia en la utilización de esta y un análisis de disponibilidad para garantizar el cumplimiento de los estándares de calidad de servicio exigidos para un funcionamiento normal, entre otros estudios necesarios antes de la implementación final.

La tesis sugiere aprovechar los enlaces de datos existentes, así como los equipos disponibles en cada oficina; se realiza un inventariado y análisis de estos, de forma que se tenga la certeza que los puntos postulados cumplan con las especificaciones de calidad de servicio (QoS), requeridas para la utilización de voz sobre IP en la red de datos de la institución.

La relación con la tesis se dirige a crear una red de voz interna que cumpla con aspectos como simplificación y consolidación. Esto, mediante el empleo de módulos de voz que utilicen los enlaces de la red de datos ya existentes.

Proyecciones

A continuación, se detallarán las proyecciones. Este apartado se divide en alcances y limitaciones.

Alcances

El presente proyecto de tesis tiene por objeto realizar una propuesta para la migración del sistema de telefonía analógica al de telefonía IP en el Centro Nacional de la Música. Para el logro de la solución propuesta, tendrá los siguientes alcances:

- El primer entregable será un informe técnico que consistirá en un análisis del sistema de telefonía analógica del Centro Nacional de la Música, con el fin de evaluar la

infraestructura de comunicaciones que posee, con establecimiento de las limitantes y necesidades tecnológicas.

- El segundo entregable es un documento detallado sobre la actualización de la central telefónica a tecnología IP, el cual incluirá el estudio de mercado y recomendaciones tecnológicas.
- El tercer entregable señalará el desarrollo de un prototipo de la solución tecnológica, con el fin de simular la implementación de una infraestructura basada en tecnología IP.
- El cuarto entregable será un informe, el cuál describirá la propuesta para modernizar la infraestructura de comunicaciones. Incluirá las especificaciones técnicas necesarias para asegurar la viabilidad del proyecto y aspectos como los requisitos funcionales, las características del equipo y los estándares tecnológicos por implementar. Además, el documento incluirá la elaboración del cartel, de acuerdo con las normativas vigentes, listo para su publicación en el Sistema Integrado de Compras Públicas (SICOP), lo que garantizará un proceso transparente y alineado con los procedimientos administrativos establecidos en el CNM.

Limitaciones

Las limitaciones de este proyecto de tesis están claramente delimitadas a la fase de análisis, elaboración y propuesta para la migración del sistema de telefonía analógico a telefonía IP en el Centro Nacional de la Música. Si bien el proyecto incluye la evaluación de las soluciones tecnológicas disponibles en el mercado costarricense, el desarrollo de un prototipo simulado y la elaboración de una propuesta integral para la modernización de la infraestructura de comunicaciones no contempla la implementación física o la instalación real de los sistemas de telefonía IP en las instalaciones del CNM y sus unidades técnicas.

Otro aspecto por tomar en cuenta sería los procedimientos burocráticos de la institución, debido a que la aprobación e implementación de la propuesta a futuro pueden estar sujetas a procedimientos internos de consentimiento de varias entidades, incluyendo la Junta Directiva del CNM, Ministerio de Hacienda, Ministerio de Cultura y Juventud, Dirección General y Financiera del CNM. Estos procedimientos pueden retrasar el proceso y la obtención de los permisos y autorizaciones necesarias para implementar la propuesta de la modernización de la central telefónica.

Otra limitante del proyecto sería el presupuesto con que cuenta el CNM, el cual es de ₡ 23.500.000,00, que limita las opciones tecnológicas susceptibles de considerar, lo que restringe el análisis de soluciones viables dentro de este marco financiero. Por lo tanto, las recomendaciones y el prototipo desarrollado se ajustarán a este límite presupuestario, sin comprometer la calidad ni la eficiencia de las soluciones propuestas.

Capítulo II: Marco Teórico

En este capítulo se explicarán los conceptos técnicos o informáticos y conceptos generales de relevancia, para que los lectores de esta tesis comprendan con mayor facilidad los términos utilizados en la exposición de la problemática y la propuesta de la solución que se pretende dar.

Reseña Histórica del Centro Nacional de la Música

El presente proyecto de graduación de licenciatura se llevará a cabo en el Centro Nacional de la Música (CNM), por ello, es de suma importancia una breve reseña de su origen:

El Centro Nacional de la Música es un órgano de desconcentración mínima del Ministerio de Cultura y Juventud, creado por el Gobierno de la República de Costa Rica, el 19 de febrero del 2003, mediante la Ley N.º 8347, con el objetivo de dotarla de herramientas jurídicas adecuadas que le permitan a la institución el efectivo cumplimiento de la competencia que por ley le ha sido asignada. Agrupa cuatro unidades técnicas de gran importancia en el ámbito musical costarricense: La Orquesta Sinfónica Nacional de Costa Rica (OSNCR), Instituto Nacional de la Música (INM), Compañía Lírica Nacional (CLN), Coro Sinfónico Nacional (CSN).

El CNM tiene como finalidad, contribuir al desarrollo, el fortalecimiento, la enseñanza y la difusión de las artes musicales en todas sus manifestaciones. Para la consecución de esta finalidad, podrá realizar cualquier gestión o acto lícito que el Ordenamiento Jurídico expresamente le autorice y que se ajuste a la especialidad de su materia desconcentrada (CNM, 2025).

Misión

Somos la institución estatal encargada de fomentar en la ciudadanía la apreciación por las artes musicales, a través de programas de formación académica profesional, ejecución y difusión de las diferentes manifestaciones musicales.

Visión

Ser la institución líder en materia de formación académica y ejecución, y referente en la difusión de todas las manifestaciones musicales a nivel nacional e internacional.

Objetivo general del CNM

Generar políticas que deriven en acciones concretas para el fortalecimiento, la enseñanza, la ejecución y la difusión de las artes musicales en todas sus manifestaciones.

Objetivos Específicos del CNM

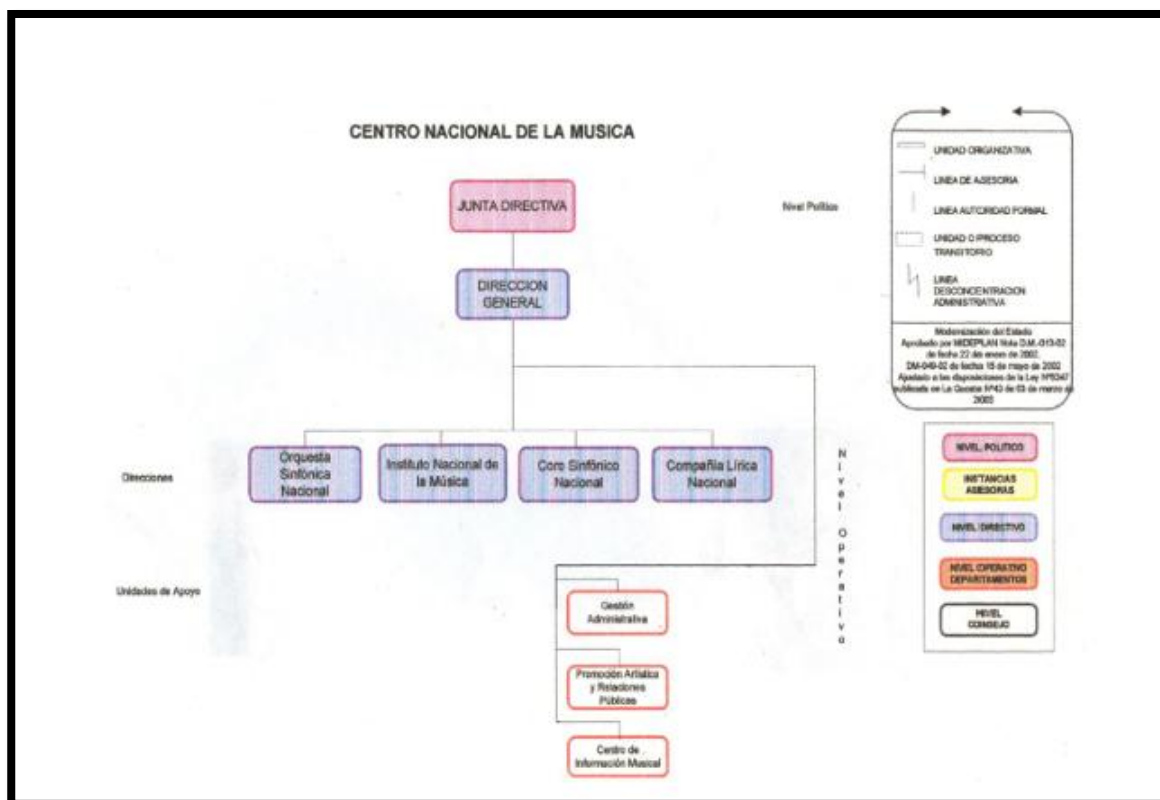
- Ejecutar actividades musicales a través de programas institucionales en todas las regiones del país.
- Potenciar de manera inclusiva, la enseñanza y práctica de la música.
- Generar oportunidades para la promoción de la música costarricense. (CNM, 2025).

Estructura Organizacional del CNM y Unidades Técnicas

Su estructura organizacional fue aprobada por MIDEPLAN según nota D.M.-0132002 del 22 de enero del 2002, DM-049-02 del 15 de mayo del 2002, ajustado a las disposiciones de Ley N.º 8347 publicado en la Gaceta N.º 43 del 03 de marzo de 2003, de conformidad con el siguiente organigrama:

Figura 2.

Organigrama del Centro Nacional de la Música



Nota. Tomado de Centro Nacional de la Música: (CNM, 2025).

Base Teórica

En esta sección se presentan las ideas principales que fundamentarán la tesis. Se brindan aquellos conceptos que proporcionan un marco teórico donde entran las principales teorías, modelos y enfoques para la realización de este estudio.

Central Telefónica

Una central telefónica es un sistema que actúa como intermediario para gestionar y enrutar comunicaciones telefónicas dentro de una red de usuarios, ya sea en un entorno empresarial, gubernamental o residencial. Su función principal es interconectar líneas telefónicas internas (extensiones) y externas (red pública) para facilitar la comunicación fluida entre

personas y dispositivos. Este sistema puede ser tanto físico como virtual y está diseñado para optimizar la administración de llamadas, reducir costos y mejorar la experiencia de comunicación (Citelia, 2024).

Tipos de Centrales Telefónicas

A continuación, se presentará una descripción detallada de los distintos tipos de centrales telefónicas utilizadas en el mercado, donde se destacan sus características, ventajas y desventajas.

Central Telefónica Analógicas

Las centrales analógicas actualmente constituyen la opción más antigua disponible en el mercado. Este tipo de centrales se conectan a la red telefónica pública y permiten a las empresas gestionar varias líneas telefónicas a través de un solo número. Estos sistemas se basan en la tecnología de conmutación de circuitos, dependen de los pares de cobre para transmitir la señal y convierten la voz en señales eléctricas analógicas. El sistema existe para permitir que las personas se comuniquen a través de un circuito dedicado. En el caso de Costa Rica, el sistema necesita que la empresa contrate a un operador telefónico (Anura, 2022).

Aunque la tecnología ha avanzado significativamente, en Costa Rica, las empresas públicas aún siguen utilizando centrales analógicas, debido a la infraestructura existente y a los desafíos de migrar completamente a sistemas más modernos como la tecnología IP (Anura, 2022).

La ventaja de este tipo de central es la independencia de la red de datos ya que las centrales telefónicas analógicas funcionan por separado, lo que reduce la vulnerabilidad a las interrupciones de red. Sin embargo, hay numerosas desventajas: capacidad limitada, necesidad de hardware específico, solo funciones básicas, como hacer una llamada y recibirla, excluyendo

servicios avanzados como videollamadas o mensajería instantánea, la necesidad de una enorme infraestructura física y el nivel de seguridad, que es significativamente bajo en comparación con los sistemas digitales modernos (Anura, 2022).

Centrales Telefónicas IP basadas en tecnología VoIP

Las centrales telefónicas IP permiten una mayor flexibilidad y eficiencia al permitir que las llamadas se realicen a través de una red. Dicha central puede transmitir llamadas de voz, video y datos, todo a través de una infraestructura de red compartida. Dado que la telefonía IP permite la transmisión, desde videoconferencias y video a mensajes instantáneos y colaboración, puede admitir muchos más servicios de comunicaciones en una red y puede permitir una colaboración por parte de los usuarios.

La telefonía VoIP es un componente crítico dentro del enfoque de la telefonía IP, ya que se refiere a la transmisión de voz a través de redes IP. No obstante, si bien VoIP es la principal tecnología en esta rama, solo cubre la comunicación basada en voz. Por otro lado, también abarca la telefonía IP, que implica una gama más amplia de servicios, incluido el video, la transmisión de datos y otras formas integradas (Matango, 2018).

La principal ventaja de la tecnología IP son los ahorros en costos de llamadas, con una integración que permite comunicación sin problemas a través de una variedad de plataformas con la ayuda de aplicaciones y la transferencia de datos en un formato digital a través de redes IP (Wikipedia, 2024).

Estas plataformas VoIP se pueden implementar físicamente y en la nube, lo que también facilita su administración. Las llamadas internas entre diferentes centros de la empresa son gratuitas y no generan ningún costo adicional. Otra ventaja es la capacidad de usar infraestructura, para el transporte del sistema de información de Internet. Los principales

proveedores, tales como las líneas ADSL (Asymmetric Digital Subscriber Line) y las líneas de fibra, ofrecen un paquete mensual fijo y accesibilidad ilimitada. Asimismo, no son necesarias inversiones adicionales para la instalación de equipos, como móviles. No necesitan cableado específico, ya que lo utilizan redundante infraestructura de información, lo que significativamente reduce el costo inicial y optimiza el despliegue (CloudTalk, 2025).

Sin embargo, los sistemas VoIP tienen algunas desventajas que es importante tener en cuenta. Primero, dependen de una conexión a Internet estable y de alta calidad para funcionar correctamente. Si hay un corte de electricidad, estos sistemas dejan de funcionar, a menos que se disponga de una fuente de alimentación de respaldo, como un generador o un sistema de alimentación ininterrumpida (SAI).

Además, dado que VoIP utiliza Internet, es más vulnerable a ciberamenazas, lo cual hace necesario implementar medidas de seguridad sólidas para proteger tanto la red como la información que se transmite. Aunque VoIP puede ser una opción económica a largo plazo, la inversión inicial puede ser alta, ya que a menudo se necesita comprar teléfonos IP, routers y otros equipos de red, cuyos costos pueden ser significativos (CloudTalk, 2025).

Central telefónica en la nube

La telefonía en la nube es aquella que puede ser prestada a través de una aplicación accesible vía Internet. Si bien la telefonía en la nube es telefonía IP, se dice que está en la nube, ya que puede ser provista por un tercer prestador, distinto al prestador que brinda acceso a Internet. Por eso, el concepto de nube se utiliza cuando el servicio puede lograrse desde cualquier acceso a Internet.

El servicio telefónico en la nube puede ser provisto mediante el uso de dispositivos IP: una aplicación de software instalada en una computadora, tablet o celular o, también mediante

Teléfonos IP. Para utilizar el servicio de Central Telefónica en la Nube se necesita cumplir tres requisitos básicos: contratar los servicios de un prestador de telefonía IP que cuente con el servicio de Central Telefónica en la Nube (Central Virtual o PBX Virtual), disponer de Internet y tener un dispositivo IP con el que realizará y recibirá los llamados (Anura, 2022).

Central Telefónica Híbrida

Un esquema que combina elementos de telefonía tradicional PSTN (Red Telefónica Pública Conmutada), utiliza tecnología de conmutación de circuitos y líneas de cobre para la transmisión de voz y VoIP (Voz sobre protocolo de Internet), es una tecnología que permite realizar llamadas telefónicas a través de Internet,) y posibilita la interoperabilidad entre ambos sistemas.

La telefonía de hibrida combina tecnología analógica e IP y permite una transición paulatina hacia lo digital, aprovechando la infraestructura telefónica existente. Es ideal para empresas con necesidades híbridas o arquitecturas heredadas. Sin embargo, su gestión puede complicarse por la convivencia de sistemas antiguos y nuevos. Además, requiere una central física, software de administración y genera altos costos de mantenimiento (NFON, 2025).

Las ventajas de una central híbrida es que permiten migrar a Voz sobre IP de forma muy sencilla. La transición se puede llevar a cabo sin necesidad de un nuevo hardware. Tanto la centralita como los terminales se pueden utilizar de forma continua durante el proceso de migración al completo. Para una transición ininterrumpida, es posible utilizar la telefonía VoIP y la telefonía tradicional en paralelo (NFON, 2025).

Según, en los conceptos expuestos anteriormente, en la actualidad, las empresas hacen uso de algún tipo de central telefónica que les facilita la comunicación tanto interna como

externa. Este análisis permite al lector comprender los diferentes tipos de centrales telefónicas disponibles, sus ventajas y la evolución que ha tenido en los últimos años este tipo de tecnología.

Comparativa entre Telefonía IP y Telefonía Analógica

Lo que diferencia a la telefonía IP de la telefonía analógica radica en la forma en que se realiza la comunicación. En una conversación telefónica habitual la comunicación ocurre mediante conmutación de circuitos; por lo tanto, una central establece un enlace continuo entre los dos interlocutores, con conexión utilizada para transmitir señales de voz. La señal de voz digitalizada y comprimida viaja a través de la red IP como paquetes de datos hacia la dirección IP del receptor de la llamada (Sánchez, 2021).

En cambio, una llamada telefónica convencional requiere una red de grandes centrales telefónicas conectadas entre sí mediante fibras ópticas; lo mismo aplica para los satélites de telecomunicaciones, además del enlace directo del bucle de abonado (el teléfono del usuario) con su central telefónica local. Por otro lado, en una llamada telefónica IP se comprime la señal de voz y se utiliza una red de paquetes solo cuando es necesario. Los paquetes de datos de diferentes llamadas e incluso de distintos tipos de datos, pueden transitar por la misma línea simultáneamente (Sánchez, 2021).

En la telefonía IP, los datos de voz digitalizados se transmiten a través de Internet y pueden seguir diversas rutas para llegar a su destino. En contraste, la telefonía convencional establece una conexión telefónica fija entre los interlocutores. Es importante aclarar dos conceptos mencionados anteriormente: la comunicación por conmutación de circuitos y la conmutación de paquetes (Sánchez, 2021).

Tecnología VoIP

En esta sección, se analizará a fondo la tecnología VoIP (Voz sobre Protocolo de Internet), se hará una revisión histórica desde su creación y sus principales ventajas y desventajas, así como su arquitectura y características principales.

Reseña Histórica

La historia de la tecnología de VoIP se remonta a la creación de las líneas telefónicas en 1925, cuando AT&T y Western Electric fundaron Bell Laboratories. Posteriormente, el ingeniero Homer Dudley creó el Voder en 1928, el primer sintetizador de voz electrónica que formaría las bases para los códecs de audio modernos. Durante la Segunda Guerra Mundial la tecnología vocoder se utilizó en el uso de la máquina SIGSALY para hacer llamadas seguras en las comunicaciones aliadas parte. En tanto, en 1969, la Agencia de Proyectos de Investigación Avanzados de ARPANET, precursor de Internet, el cual permitía a las computadoras comunicarnos entre diferentes ubicaciones (Stone, 2024).

Finalmente, en 1995, la compañía Vocaltec lanzó el primer software de teléfono por Internet bpiip, lo que permitió llamadas de internet a internet como primer paso y marcó el comienzo de la era moderna de VoIP. En la medida en que las tecnologías avanzaron VoIP evolucionó para permitir videollamadas de PC a teléfono y teléfono a teléfono, llamadas de calidad y conexión mejoradas. Adoptó una mayor tasa de uso con la comercialización de la banda ancha y las empresas empezaron a usarlo en redes internas para evitar el costo de infraestructura y de llamadas partiendo desde allí.

Actualmente, VoIP es una de las herramientas de comunicación más fundamentales para las empresas y personas. Ayuda a personas y empresas a hacer llamadas virtuales, videollamadas y chat a costos significativos inferiores que las líneas telefónicas (Stone, 2024).

¿Qué es VoIP?

Es la transmisión de voz y contenido multimedia a través de redes de Protocolo de Internet (IP), facilita que los servicios de telefonía operen a través de una red informática mediante protocolos de conmutación de paquetes. Enviar datos de voz en paquetes mediante IP, permite a las instituciones aprovechar el Internet como medio de transmisión para llamadas telefónicas, lo que implica un significativo ahorro y aumento en la velocidad, en comparación con analogía (Spiceworks, 2025).

Componentes claves de la Tecnología VoIP

En un sistema telefónico de Voz sobre IP (VoIP), hay varios componentes claves que aseguran un rendimiento eficiente y una funcionalidad avanzada. Uno de estos elementos es el Distribuidor Automático de Llamadas (ACD) y la Respuesta de Voz Interactiva (IVR), que son esenciales en aplicaciones de alto volumen como un centro de llamadas (Spiceworks, 2025).

Otro componente fundamental es el Servidor Multimedia y el Servidor de aplicaciones. El servidor multimedia permite la integración de funciones adicionales como correo de voz, transcripción y soporte IVR, mientras que un servidor de aplicaciones proporciona servicios como reenvío de llamadas, espera, transferencia y generación de registros de llamadas, entre otros (Spiceworks, 2025).

Uno de los elementos más importantes de la infraestructura de VoIP es un dispositivo conocido como un controlador de la pasarela de la señalización (SGC) que conecta las llamadas analógicas modernas y se encarga del enrutamiento y la señalización, asegura la calidad de llamadas y gestiona los registros de detalles, todo mientras optimiza el uso del ancho de banda.

Los dispositivos terminales, que incluyen teléfonos IP de escritorio, software y aplicaciones móviles, son los puntos de acceso a la red VoIP. Estos dispositivos permiten a los

usuarios realizar y recibir llamadas a través de la conexión a la red, transformando teléfonos y dispositivos

Finalmente, la Puerta de Enlace de Medios facilita las comunicaciones multimedia a través de redes de paquetes, empleando protocolos de transporte como el ATM. Se encarga de la transmisión de datos de voz y permite la compresión y trunking de estos, lo que mejora la utilización de los recursos de red (Spiceworks, 2025).

Ventajas de VoIP

Uno de los principales beneficios de los sistemas VoIP es que ofrecen funciones avanzadas a un precio accesible. Esta tecnología, las pequeñas y medianas empresas (PYMES) pueden acceder a herramientas, como asistentes automáticos y transferencia de llamadas. Además, los servicios VoIP incluyen características como llamadas en conferencia multipartitas, identificación de llamadas y llamada en espera, sin costos adicionales (Spiceworks, 2025).

Otro aspecto importante es la seguridad que los sistemas VoIP pueden ofrecer. Ante las crecientes amenazas a la ciberseguridad, estos sistemas utilizan tecnología como el cifrado de extremo a extremo y la gestión de identidades, lo que ayuda a proteger los datos y la privacidad de las comunicaciones. Los proveedores de servicios VoIP trabajan constantemente para asegurar sus redes mediante auditorías de seguridad, actualizaciones de software y alertas automáticas que permiten detectar comportamientos sospechosos, lo que garantiza un entorno seguro para las empresas (Spiceworks, 2025).

En términos de ahorro de costos, los sistemas VoIP son una opción más económica que los servicios telefónicos tradicionales. Dado que las señales de voz viajan a través de Internet en lugar de las redes telefónicas convencionales, las empresas pueden reducir significativamente los gastos en tarifas de transmisión. Los servicios VoIP ofrecen planes de pago flexibles, incluidos

los modelos de pago por uso, lo que permite a las empresas pagar mensualmente por los servicios que realmente utilizan, evitando los cargos fijos mensuales típicos de las líneas fijas tradicionales (Spiceworks, 2025).

Desventajas de VoIP

Uno de los principales desafíos de los servicios VoIP es su dependencia del ancho de banda. Dado que las llamadas VoIP se realizan a través de Internet, la calidad de la llamada está enlazada a la velocidad de la conexión. Cuando se realizan actividades como la transmisión de video o la transferencia de archivos, el ancho de banda disponible para las llamadas se ve reducido significativamente. Esto puede generar problemas como latencia o interrupciones durante las llamadas.

Para garantizar que las llamadas mantengan una calidad de audio y sin retrasos, es fundamental monitorear y gestionar el uso del ancho de banda, especialmente durante los picos de tráfico en la red. El seguimiento de ubicación en llamadas de emergencia es otro desafío importante en los sistemas VoIP. Debido a la característica portátil de los servicios VoIP, las llamadas pueden originarse desde cualquier ubicación, lo cual dificulta que los servicios de emergencia puedan determinar con precisión el lugar de donde proviene la llamada (Spiceworks, 2025).

La pérdida y el retraso de paquetes son problemas comunes que pueden afectar la calidad de las llamadas VoIP. En las redes IP, es posible que se produzca una pérdida de paquetes, lo que afecta la calidad de la llamada. Las redes IP no priorizan el tráfico de voz sobre otros tipos de datos, los paquetes que contienen voz o video pueden experimentar retrasos, lo que impacta negativamente la fluidez de las conversaciones, especialmente en videollamadas o al mantener

comunicación con clientes. Los sistemas VoIP necesitan energía y una conexión a Internet confiable para funcionar adecuadamente (Spiceworks, 2025).

Arquitectura de la Tecnología VoIP

La infraestructura de VoIP comprende una serie de componentes y tecnologías que permiten realizar llamadas telefónicas no a través de líneas telefónicas tradicionales (analógicas), sino mediante una red de Internet. Su arquitectura consta de varios componentes esenciales que trabajan juntos para garantizar la comunicación. A continuación, se detalla su estructura:

Protocolos de Transporte

El protocolo RTP (Protocolo de Transporte en Tiempo Real) tiene algunas limitaciones en la transmisión de audio y video en redes IP. Aunque RTP se encarga de identificar los paquetes de información y enviarlos a su destino, no asegura la calidad de los datos que se transmiten. Esto implica que, aunque el protocolo puede garantizar que los paquetes lleguen a su destino, no asegura que la calidad de la transmisión se mantenga constante, lo que puede impactar la experiencia en llamadas de voz o videoconferencias (Dialogic, 2018).

Por otro lado, el UDP (Protocolo de Datagrama de Usuario) se utiliza principalmente para la transferencia simultánea de video y voz, lo que minimiza la cantidad de paquetes de información. Este protocolo prioriza la velocidad de transmisión de los bytes; eso significa que se enfoca en la rapidez en la transferencia de datos, aunque no garantiza la entrega de todos los paquetes. Esto lo convierte en una opción ideal para aplicaciones en tiempo real como videollamadas o transmisiones en vivo, donde la velocidad es esencial y la pérdida de algunos datos es aceptable.

El TCP (Protocolo de Control de Transmisión) se diferencia de UDP en su enfoque. Este protocolo asegura que los datos se entreguen de manera confiable y en el orden correcto. Si se pierden registros durante la transmisión, el emisor vuelve a enviar los datos para asegurar que la información llegue correctamente. Sin embargo, el TCP no se utiliza comúnmente en la transmisión de voz en tiempo real, ya que las llamadas de voz no pueden tolerar los retrasos causados por la retransmisión de paquetes perdidos, eso lo hace menos adecuado para aplicaciones en tiempo real (Carballar, 2022).

El protocolo RTSP es un elemento crucial en el mundo de la transmisión de medios en tiempo real. Permite la entrega y el control eficientes de transmisiones de audio y video a través de redes IP, lo cual permite a los usuarios experimentar contenido en vivo sin problemas. El protocolo RTSP, ampliamente utilizado en sistemas de videovigilancia, cámaras IP, plataformas de video a pedido y servicios de transmisión en vivo, ofrece una excelente flexibilidad e interoperabilidad (Alicia, 2025).

Por otro lado, el protocolo SDP (Protocolo de Descripción de Sesión) se encarga de definir los canales de comunicación que se establecerán durante una sesión. Este protocolo especifica qué códecs están disponibles y establece cómo los mecanismos de comunicación pueden interactuar entre sí a través de la red IP (3CX, 2024).

SDP es fundamental para asegurar la compatibilidad entre los diferentes sistemas y equipos de comunicación y facilita una correcta negociación y transmisión de datos en sesiones de voz y video (3CX, 2024).

Protocolo de Señalización

El protocolo se encarga de gestionar la comunicación entre dos puntos de flujo para la transmisión de audio en una red de comunicación. Su función principal es establecer y mantener la conexión entre los dispositivos que participan en la conversación, asegurando que la señal de audio se envíe correctamente desde un punto de origen hacia el destino, y viceversa. Este tipo de protocolo es fundamental para garantizar que las conversaciones de voz o las llamadas en sistemas de VoIP se realicen y gestionen adecuadamente.

El protocolo H.323, desarrollado por la Unión Internacional de Telecomunicaciones (ITU), permite que los dispositivos conectados a través de redes IP intercambien datos de audio y video y garanticen una transmisión fluida y sincronizada de las comunicaciones (Sinha, 2024).

El protocolo SIP (Protocolo de Inicio de Sesión) es utilizado en las llamadas VoIP para realizar y recibir llamadas de voz y vídeo, utilizado frecuentemente en la telefonía IP. Permite mantener sesiones multimedia con más de un participante de una manera muy sencilla y consistente. SIP Trunk permite establecer sesiones de comunicación multimedia, a través de una conexión IP (Aircall, 2022).

El protocolo IAX2 es una tecnología que facilita la comunicación de voz a través de Internet. Soporta múltiples códecs para la transmisión de diferentes tipos de datos. Una de sus principales ventajas es que opera a través de un único puerto UDP (el 4569), lo cual simplifica las conexiones entre equipos de Voz-IP y mejora la eficiencia de la red. IAX2. También se utiliza ampliamente en videoconferencias debido a su capacidad para funcionar de manera eficiente dentro de redes internas. Además, es muy efectivo para atravesar cortafuegos, lo que lo convierte en una opción ideal para entornos de red más restrictivos (Servervoip, 2018).

Red de datos

Las redes de datos son el sistema de comunicación que permite la transferencia de información entre diferentes dispositivos. Para entender mejor este concepto, se podrá comparar con una red de carreteras por las que circulan datos en lugar de vehículos. Al igual que las carreteras, las redes de datos requieren de una infraestructura adecuada para funcionar de manera eficiente (Sistelec, 2023).

A continuación, los tipos de redes de datos:

- Ethernet: Protocolo estándar para redes locales (LAN).
 - LAN (Red de Área Local): Es una red de comunicación que conecta dispositivos dentro de un área pequeña, como una oficina o un hogar, proporcionando alta velocidad y baja latencia.
 - WAN (Red de Área Amplia): Conecta varias LAN a través de distancias más grandes, abarcando ciudades, países o incluso continentes, con conexiones más lentas y costosas.
 - MAN (Red de Área Metropolitana): Conecta redes dentro de una ciudad o área metropolitana y ofrece una capacidad mayor que una LAN, pero menor que una WAN.
- Manipula herramientas de comunicación tecnológica avanzada (Sistelec, 2023).

Protocolos de Control y Gestión

QoS (Calidad de Servicio). Incluye tecnologías y políticas diseñadas para priorizar el tráfico de voz sobre otros tipos de datos en la red. Esto ayuda a evitar interrupciones causadas por la congestión del tráfico de datos, asegurando un rendimiento estable y confiable para las llamadas en tiempo real (Fortinet , 2025).

El protocolo SNMP se puede definir como uno de nivel de aplicación diseñado para supervisar la infraestructura de red y proporciona a los administradores visibilidad centrada en el

dispositivo. No es propietario, por lo que es fácil monitorear dispositivos de diferentes proveedores simultáneamente, utilizando el mismo software.

El SNMP recoge la información a través del sondeo. Su software de monitoreo de red actúa como cliente, y envía paquetes de sondeo UDP al servidor SNMP, o agente, un fragmento de código que se ejecuta en el propio dispositivo. El agente, en respuesta a la encuesta, envía un paquete SNMP que contiene las métricas predefinidas al cliente. El software de monitoreo puede entonces recopilar, revisar y analizar estadísticas clave de diferentes dispositivos (Progress , 2025).

Seguridad en VoIP

En las siguientes secciones, se explicará en detalle qué es un firewall y su importancia en la protección de redes. También se analizarán los protocolos de seguridad más relevantes para asegurar la integridad y confidencialidad de los datos en entornos VoIP.

Firewall en Telefonía IP (Cortafuegos)

Un firewall protege a la red o a los dispositivos locales frente a intentos de conexión no autorizados desde el Internet público. La protección puede ser exclusivamente de software o una combinación de software y hardware. El cortafuegos puede controlar el tráfico de datos tanto entrante como saliente, bloqueándolo o permitiéndolo, según sea necesario. Los sistemas de seguridad de red basados en hardware son dispositivos físicos diseñados para proteger la red (AO Kaspersky Lab, 2025).

Estos equipos funcionan como una barrera entre los sistemas internos y las amenazas externas, gestionando y controlando el tráfico que entra y sale de la red. Por otro lado, los sistemas basados en software son programas que se instalan en servidores o dispositivos específicos para cumplir funciones de seguridad.

Los sistemas de inspección profunda de paquetes representan un nivel avanzado de seguridad; a diferencia de los modelos anteriores, estos no consideran las direcciones o los puertos conectados, sino que examinan el contenido de la transmisión en busca de signos potenciales de amenazas. Como resultado, estos modelos son capaces de analizar el contenido de la transmisión para buscar patrones sospechosos o incluso contenido malévolo que sobresalga: por lo tanto, pueden verse a sí mismos intensificando la protección más allá del alcance ofrecido por un firewall tradicional (AO Kaspersky Lab, 2025).

Protocolos de Seguridad

El Protocolo de Transporte Seguro en Tiempo Real (SRTP) es una extensión del RTP creado para proporcionar seguridad cuando se transmiten datos de multimedia en tiempo real, como voz y video al VoIP. Uno de los aspectos más importantes de SRTP es que los datos transmitidos se cifran. Esto significa que nadie, a excepción del destinatario deseado, puede interceptar ese paquete y extraer información sensible (NFON, 2025).

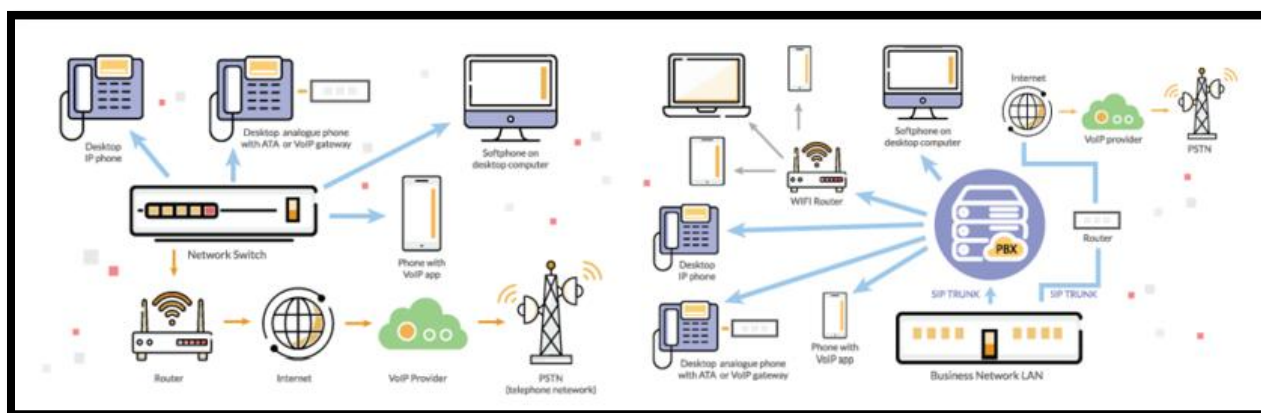
A su vez, garantiza la integridad de los datos mediante un código de autenticación (HMAC), lo cual asegura que no se alteren durante su transmisión. Otra ventaja importante es su capacidad para prevenir ataques de repetición, bloqueando intentos de reutilizar paquetes que han sido interceptados (NFON, 2025).

El Protocolo de Seguridad de la Capa de Transporte (TLS) es un estándar criptográfico que protege la comunicación a través de redes como Internet y asegura tanto la privacidad como la integridad de los datos. TLS, el sucesor del protocolo SSL, es un protocolo criptográfico que utiliza cifrado para garantizar que los datos transmitidos entre dos puntos sean solo accesibles para el emisor y el receptor (NFON, 2025).

Además, utiliza la autenticación para asegurarse de que las partes que participan en la transferencia de datos sean quienes dicen ser, usando un certificado digital y también asegura la integridad, evitando que los datos se pierdan y se modifiquen durante el envío de los datos. Se implementa ampliamente en aplicaciones de Internet como navegadores web, correo electrónico y VoIP (NFON, 2025).

Figura 3

Diagrama VoIP



Nota. La **Figura 3**

Diagrama Voip, permite identificar puntos finales se deben cubrir, los requisitos específicos de cada uno y cómo interconectar todos los componentes funcionales, como teléfonos IP, Gateway y switches. Como se muestra la imagen, detallan cómo se pueden emplear estos diagramas, la planificación y ejecución, para garantizar una red bien diseñada que soporte llamadas claras y confiables, al mismo tiempo que maximiza la eficiencia operativa (Unitedworldtelecom, 2024).

Voz Sobre IP(VoIP)

Es un conjunto de recursos los cuales hacen posible que la señal de voz viaje a través de Internet empleando el protocolo (VoIP). Esto significa que se envía la señal en forma digital, en paquetes de datos, en lugar de enviarla en forma analógica a través de circuitos utilizables

solo por telefonía convencional, como las redes PSTN (siglas de Public Switched Telephone Network, red telefónica pública conmutada) (Carlos Vargas, 2015).

Parámetros de la Voz Sobre IP

Existen varios parámetros de VoIP, variables o características técnicas, que afectan la calidad, confiabilidad y eficiencia de las comunicaciones de voz a través de Internet. Los principales parámetros de VoIP son los siguientes:

- **Parámetros Códecs:** Es un dispositivo cuyo trabajo principal es adaptar la información digital de la voz para traer beneficios, como la posibilidad de comprimir la señal de voz con la consiguiente reducción en el ancho de banda necesario para su transmisión.
- **Retardo o latencia:** Es el tiempo que tarda un paquete de datos en viajar de un punto a otro en la red. En VoIP, la latencia ideal debe ser inferior a 150 ms para evitar retrasos notorios que afecten la conversación. Si la latencia es demasiado alta, puede causar eco, interrupciones y mala calidad de la llamada.
- **Ancho de banda:** El término ancho de banda es una medida de la cantidad de grandes volúmenes de datos que se pueden transmitir por segundo en una red. Una comunicación VoIP efectiva requiere un ancho de banda adecuado (Carlos Vargas, 2015).

Medios de Transmisión

Los canales a través de los cuales se transmiten datos, como voz, video y otros tipos de información, son fundamentales en las redes de telecomunicaciones. Para el VoIP, o la Voz sobre IP, esto es crucial. Hay varios tipos de medios disponibles; cada uno presenta características y aplicaciones únicas (Wikipedia, 2024).

Cable de Par trenzado(UTP/STP)

Consiste en un conjunto de pares de hilos de cobre conductores, cruzados entre sí, con el objetivo de reducir la interferencia electromagnética(diafonía). A mayor número de cruces por unidad de longitud, mejor comportamiento ante el problema de diafonía. Existen dos tipos básicos de pares trenzados:

Unshielded Twisted Pair(UTP). Es un tipo de cables de pares trenzados sin recubrimiento metálico externo, de modo que es sensible a las interferencias. Por otro lado, el Shielded Twisted Pair (STP) es una versión de cable trenzado que cuenta con un apantallado adicional, diseñado para reducir las interferencias externas y mejorar la calidad de la transmisión en entornos con alta contaminación electromagnética (Wikipedia, 2024).

Fibra Óptica

Ofrece una gran capacidad de transmisión de datos y es perfecta para largas distancias. Su principal ventaja es la baja latencia y la mínima pérdida de señal, lo cual la convierte en una opción fiable para comunicaciones de alta calidad como VoIP. Hay dos tipos de fibra óptica: el multimodo y la monomodo. En la fibra multimodo la luz puede circular por más de un camino pues el diámetro del núcleo es de aproximadamente 50 μm . Por el contrario, en la fibra monomodo solo se propaga un modo de luz, la luz solo viaja por un camino. El diámetro del núcleo es más pequeño (menos de 10 μm) (Wikipedia, 2024).

La fibra multimodo es más adecuada para distancias cortas y permite la transmisión de datos a velocidades de hasta 10 Gb/s en un rango de hasta 550 metros. Su uso es ideal en aplicaciones locales, como instalaciones dentro de un campus o entre edificios cercanos. Asimismo, es ampliamente utilizada en centros de datos, donde se requiere la interconexión eficiente entre servidores.

La fibra monomodo es capaz de alcanzar distancias superiores a 40 km sin degradar la señal, lo cual la convierte en una opción ideal para aplicaciones de largo alcance. Se emplea comúnmente en redes troncales que conectan ciudades o grandes campus, así como en sistemas de telecomunicaciones que cubren amplias áreas. Además, es utilizada en redes de área metropolitana (MAN) y en conexiones interurbanas o incluso internacionales, debido a su capacidad para transmitir datos a largas distancias con mínima atenuación (FS.COM, 2024). La diferencia principal entre la fibra monomodo y el multimodo radica en su estructura física, lo que influye directamente en la velocidad y la distancia de transmisión de los datos (FS.COM, 2024)

Redes inalámbricas (Wi-Fi):

Las redes wifi trabajan emitiendo ondas de radio de diferentes frecuencias para transmitir varios de datos entre redes en general e internet y transmitirlos a diferentes velocidades y se agrupan en rangos de frecuencia de 2.4 GHz, 5 GHz y 6 GHz. En general, mientras mayor es la frecuencia, mayores son las velocidades. Sin embargo, dependiendo de las necesidades, una frecuencia mayor no siempre es la mejor opción. Por ejemplo, la 2,4 GHz viajan más lejos y brindan un mayor rango a velocidades menores que los 6 GHz, lo que brinda unas mayores velocidades y rendimiento, pero menos rango de movimiento (Proofpoint, 2025).

Tabla 1

Tabla comparativa de medios de trasmisión

Medio de Transmisión	Razón de Datos Total	Ancho de Banda	(km)
Cables de Par Trenzado (UTP/STP)	Hasta 1 Gbps (Cat 5e) / 10 Gbps (Cat 6a)	100 MHz (Cat 5e) / 500 MHz (Cat 6a)	~100 m (sin repetidores)
Fibra Óptica (Monomodo)	> 1 Tbps	> 100 GHz	Hasta 40-80 km o más (con amplificadores)
Fibra Óptica (Multimodo)	10 Gbps	400 MHz a 1 GHz	~2 km (dependiendo del tipo de fibra)

Redes Inalámbricas (Wi-Fi)	600 Mbps a 1 Gbps (Wi-Fi 6)	1 MHz	~5-8 km (dependiendo de la calidad del cableado)
-------------------------------	--------------------------------	-------	--

Nota. Como se evidencia en la **Tabla 1**

Tabla *comparativa de medios de transmisión*, los medios de transmisión se analizan teniendo en cuenta dos aspectos fundamentales: la tasa de datos total, denominada (velocidad máxima de transmisión) y el ancho de banda, es decir, (cuánta información pueden transportar dentro de un rango específico de frecuencias). Asimismo, también se puede mencionar la distancia máxima(kilómetros) que pueden alcanzar sin que la señal llegue degradada.

Software

Es un programa informático, esto es, un conjunto de instrucciones, algoritmos y partes visuales que permiten interactuar con un dispositivo electrónico de una forma sencilla. Se trata de la parte más intangible de los ordenadores o smartphones, la cual permite interactuar y visualizar datos de manera gráfica (Santader, 2025).

Comprender los conceptos de software de código libre, abierto o cerrado, es importante para el Centro Nacional de la Música (CNM), una entidad de carácter público que enfrenta un presupuesto limitado por las restricciones fiscales. Tal conocimiento puede ser la clave para tomar decisiones informadas sobre la selección del software que hará posible utilizar mejor los recursos existentes sin mermar la calidad de los servicios. Además, para el CNM, es esencial conocer cuáles de los servicios de software son gratuitos y cuál requiere pago.

Por lo tanto, en el presente trabajo se investigarán las opciones para el uso del software gratuito y de pago para la gestión de centrales IP. Al evaluar las opciones, es necesario investigar la rentabilidad del costo inicial y de mantenimiento, también del soporte y escalabilidad con la infraestructura existente.

Al abordar este tema, se pretende ofrecer alternativas viables que permitan al CNM mejorar su gestión de comunicaciones internas y externas, asegurando eficiencia y sostenibilidad en sus operaciones.

Software de Código Libre

El software libre se distribuye bajo la definición de presentar cuatro libertades esenciales, según lo define la Free Software Foundation. Dichas libertades se refieren a que se puede ejecutar el software como se desee para cualquier finalidad, estudiar o cambiar el código fuente, redistribuir el software original y redistribuir una versión modificada. A pesar de su nombre, «libre» se refiere a estas cuatro libertades y no a su precio; existen numerosos ejemplos de títulos de software libre que se comercializan en el mercado (GNU, 2024).

Software de Código Abierto

El término (*open source* en inglés) "código abierto" se refiere al código fuente de un software puesto a disposición de todos de forma gratuita y autorizando un formato de licencias que facilitan su reutilización o edición en contextos únicos. La idea también apunta a un modo de vida que promueve la alternancia de pensamientos y valora la colaboración para mejorar el código de otros. Así, defiende un legado de colaboración y genera una cadena de manifiestos que abogan por la mejora del software abierto (Hewlett Packard, 2025).

Software de Código Cerrado

El software de código cerrado suele cifrarse y compilarse en un formato protegido. Se entrega bajo el acuerdo explícito de que el código fuente no se puede descompilar, modificar, recompilar ni redistribuir sin una autorización expresa. Un excelente ejemplo de software de código cerrado son los sistemas operativos informáticos, como Microsoft Windows o Mac OS de

Apple. Se consideran la propiedad intelectual de sus desarrolladores y ambas empresas han realizado esfuerzos considerables para proteger su trabajo (Hewlett Packard, 2025).

Modelo de Desarrollo de Código Abierto

El desarrollo de código abierto tiene procesos y valores que lo diferencian del modelo tradicional, incluso cuando las organizaciones de desarrollo convencionales adoptan cada vez más prácticas de este modelo. La revisión por pares, la colaboración y la filosofía de "publicar temprano, publicar con frecuencia" facilitan actualizaciones más rápidas y frecuentes.

Un principio clave del "código abierto" es la "responsabilidad compartida" de varios grupos o equipos pequeños de expertos en códigos fuente, quienes abren sus propias actualizaciones al resto de los grupos, evalúan y verifican su trabajo en conjunto (Hewlett Packard, 2025).

Ventajas de Utilizar Software de Código Abierto

Actualmente, el software de código abierto se ha convertido en una opción popular para las empresas. Las razones detrás de tal elección son múltiples ventajas comparativas sobre el software patentado. Al ser accesible su código fuente, permite examinarlo para asegurarse de que no realice funciones indebidas y modificarlo según las necesidades específicas. Incluso, alguien que no sea programador puede beneficiarse de varios de sus usos que no se hicieron con fines explícitos antes de los desarrolladores.

Otra ventaja clave es la independencia del monopolista. A diferencia de un único proveedor, los programas de código abierto no atesoran al usuario y se pueden transferir a cualquier plataforma y usarse por cualquier otra razón en cualquier momento. Con cero dependencias del proveedor, existen patrones de descripción de riesgo si se implementa un nuevo

soporte con una licencia diferente y política corporativa, que reduce la posibilidad de proteger al proveedor activo (Red Hat, 2025).

La existencia de software de código abierto también es crítica en educación. Al estar disponible en el dominio público, los programas permiten a los estudiantes y aprendices acceder con mayor frecuencia al mismo tiempo que mejoran sus habilidades en programación y conocimiento de hardware, lo que fomenta una comunidad de desarrolladores más fuerte y se convierte en un software de código más innovador y fácil de usar (Red Hat, 2025).

Otro factor crucial en la elección de software de código abierto es la estabilidad, en particular en los proyectos a largo plazo o críticos. Por el hecho de que el código fuente es de dominio público, los usuarios pueden tener la seguridad de que el software no simplemente desaparezca en el olvido ni se quede obsoleto, si el grupo de desarrolladores originales pierde el interés en él. Además, este tipo de software suele adherirse a estándares abiertos, lo que garantiza su compatibilidad y continuidad en el tiempo.

La colaboración abierta es una de las características más valiosas del software de código abierto. Como resultado, estimula el deseo de compartir el conocimiento y el desarrollo colectivo, enriqueciendo a los usuarios y los propios proyectos tecnológicos (Red Hat, 2025).

Desventajas de Utilizar Software de Código Abierto

En la actualidad, las empresas y las personas privadas optan por el software propietario sobre el de código abierto, a pesar de los muchos beneficios del segundo. Uno de los argumentos más persuasivos es el crecimiento del precio a largo plazo. Aunque el software de código abierto suele ser gratuito al principio, los gastos relacionados con el soporte técnico, la capacitación y la resolución de problemas pueden acumularse, haciendo que su uso resulte más caro de lo esperado.

A continuación, se detallan las desventajas del software de código abierto:

- No todo el software de código abierto es fácil de usar: Las interfaces de usuario son muy complejas, pero otras son mucho más fáciles de usar. Si hay empleados en la empresa que no se sienten tan cómodos con la tecnología, esto podría ser un problema la mayor parte de ellos.
- Preocupaciones de seguridad: El software de código abierto se puede editar, lo cual tiene ventajas y desventajas. Una de las mayores preocupaciones es la seguridad. Si alguien se aprovecha de esta configuración, podría alterar el código y causar problemas a todos los usuarios del software.
- Problemas de compatibilidad: No todo el hardware es compatible con todo el software de código abierto. Debe asegurarse de poder usarlo en su oficina. Esto podría retrasar el proceso de usar nuevo software si no puede usarlo en todas las máquinas (Bspoke, 2022).
- Mantenimiento de software de código abierto: Unos de los aspectos más costosos de este tipo de software, ya que los desarrolladores originales podrían haber abandonado el proyecto. Esto podría implicar que deba pagar soporte técnico de terceros, lo cual podría ser más costoso que con otras soluciones de software (Bspoke, 2022).

Software Libre para Centrales Telefónicas IP Basadas en Tecnología VoIP

A continuación, algunos de los ejemplos destacados en términos de uso de software libre sobre centrales telefónicas IP basados en VoIP. Este análisis es especialmente relevante para el desarrollo del proyecto de tesis, debido que permitirá al lector conocer las diferentes soluciones disponibles en el mercado costarricense.

Software Asterisk

Es un programa de software libre, bajo Licencia Pública General de GNU (General Public License) permite a los usuarios utilizar el software, copiarlo, estudiar cómo funciona y cambiarlo, además de distribuir tanto las copias originales como sus versiones modificadas. Este programa proporciona las funcionalidades de una central telefónica (PBX). Asterisk permite crear sistemas de telefonía IP, Gateways VoIP, servidores de conferencia y otras soluciones personalizadas; originalmente se creó para el sistema operativo GNU/Linux, pero Asterisk actualmente también cuenta con versiones para los sistemas operativos BSD, Mac OS X, Solaris y Microsoft Windows (Masip, 2024).

A continuación, las principales características de Asterisk:

- Posibilidad de integración con el sistema de telefonía analógica: Al ser una centralita mixta, es compatible tanto con líneas de telefonía tradicional como con telefonía IP.
- Soporta cualquier protocolo estándar: SIP (Session Initiation Protocol), H.323 – MGCP (Media Gateway Control Protocol), IAX2 (Inter-Asterisk eXchange) o SCCP (Cisco Skinny).
- Es completamente flexible: El software está pensado para que pueda funcionar por módulos, por lo que cada empresa puede personalizarlo, según sus necesidades, y a medida que estas varíen, ir implementando otras funcionalidades.

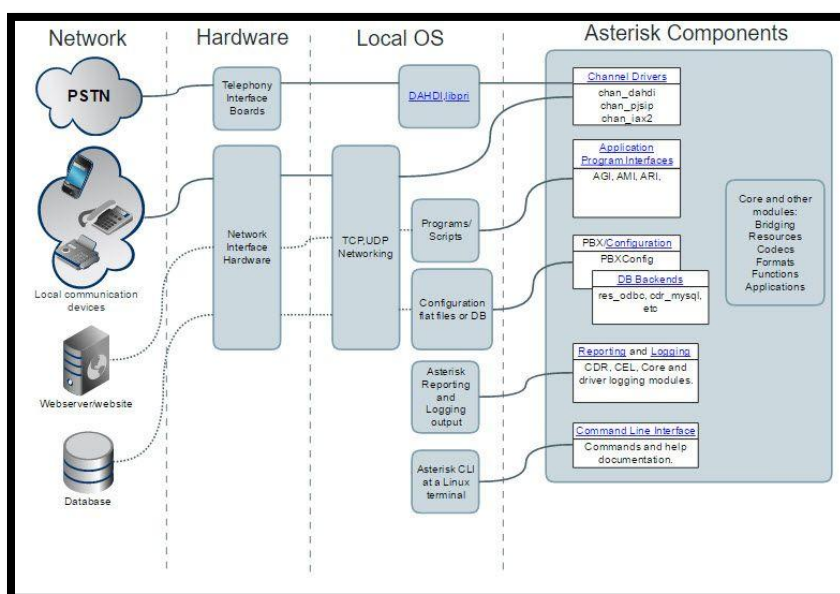
Así las cosas, Asterisk ofrece 12 servicios esenciales que optimizan las comunicaciones empresariales. Entre ellos, destacan el buzón de voz, que almacena mensajes y permite enviarlos por correo electrónico, y la llamada en espera con música. También permite diseñar menús de voz interactivos (IVR) para redirigir llamadas y gestionar información, así como la marcación directa desde aplicaciones sin necesidad de marcar manualmente. Su sistema incluye colas de

llamadas con prioridad, transferencias a móviles o extensiones, y grupos de llamadas para atender múltiples teléfonos a la vez.

Por último, genera registros detallados e informes de llamadas, soporta mensajes de voz por email o SMS, y ofrece música en espera en formatos como wav o mp3. Estas funciones hacen de Asterisk una solución completa y eficiente (Masip, 2024).

Figura 4

Arquitectura Básica de una Central Telefónica IP Basada en Asterisk



Nota. Como se aprecia, la **Figura 4**

Arquitectura Básica de una Central Telefónica IP Basada en Asterisk, detalla la arquitectura básica de una central telefónica IP basada en Asterisk. Se centra en un servidor que gestiona y enruta comunicaciones mediante el protocolo SIP y tecnología VoIP. Los usuarios se conectan a través de teléfonos IP o softphones y las llamadas pueden dirigirse internamente o hacia redes externas mediante Gateway VoIP, que integran líneas analógicas o digitales tradicionales Tomado de: (Linuxhispano, 2016).

Software Free PBX

Es un sistema operativo basado en Linux que ofrece una interfaz web fácil de usar para configurar y administrar sistemas de telefonía IP (Internet Protocol). FreePBX es una distribución basada en Asterisk, un software de PBX (Private Branch Exchange) de código abierto, con una interfaz gráfica de usuario (GUI) (FreePBX, 2025).

Software Elastix

Es una plataforma unificada de comunicaciones basado en Asterisk que integra muchas otras características como correo electrónico y mensajería instantánea. Esta solución está diseñada para proporcionar a las Pymes una herramienta centralizada para administrar todas sus comunicaciones, tanto internas como externas, desde una única plataforma.

Este software permite integrar diferentes canales de comunicación como voz, video, fax y mensajería, lo que facilita la administración y mejora la eficiencia operativa. Así mismo, su arquitectura modular implica la capacidad de añadir nuevas funcionalidades mientras crece el negocio, con ofrecimiento de sistemas de colas de llamadas, IVR (respuesta interactiva de voz) y soporte para comunicaciones móviles.

Esta tecnología enfrenta varias desventajas como que los tiempos de desarrollo son prolongados, especialmente desde que adoptó su propia interfaz web, que resulta lenta y pesada en comparación con FreePBX puro. Instala múltiples componentes predeterminados, necesarios o no, lo que aumenta su complejidad y vulnerabilidad a problemas de seguridad. Además, tiene poca participación en mercados; limita su uso principalmente a América Latina, donde ha tenido mayor desarrollo y adopción (Elastix, 2024).

Software Linphone

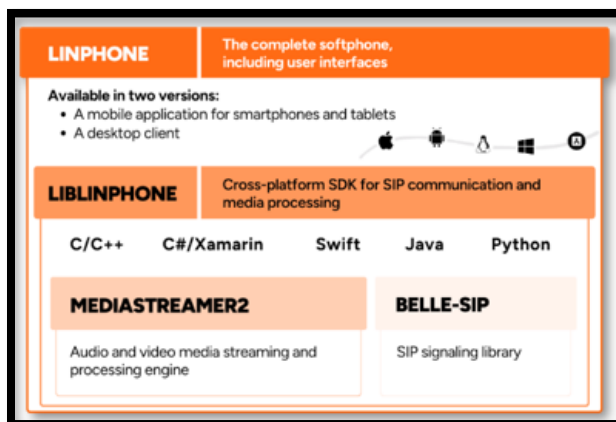
Es un softphone de protocolo abierto, completa aplicación de comunicación unificada, que combina VoIP llamadas, videollamadas, mensajería instantánea y conferencias de video en una única plataforma. Basado en protocolos estandarizados, Linphone es interoperable con cualquier cosa que soporte los protocolos estándar SIP.

Esta solución es compatible con plataformas, como Windows, Mac OS X, Linux, iOS, Android y Windows. Funciona a través del protocolo SIP, lo cual lo hace compatible con cualquier servidor SIP. Tiene funcionalidades como multillamada, llamada en espera y transferencia de llamadas, y maneja eficientemente el ancho de banda. Además, ofrece audio en diversos códecs como Speex y G711, y vídeo en VP8, H264 y otros códecs. También es compatible con servidores Asterisk y soporta señales DTMF (señalización multifrecuencia de doble tono).

Aunque la solución es sólida, también tiene algunas desventajas. Primero, aquellos nuevos en la tecnología pueden tener problemas para configurar y usar Linphone. Incluso cuando se ejecuta en múltiples plataformas, algunas versiones pueden tener problemas para adaptarse a diferentes configuraciones de hardware y software. Además, aunque admite varios códecs y protocolos, no todos los servicios y dispositivos de VoIP admiten todas sus características. Como resultado, el softphone no puede usarse sin problemas en entornos reales (Ecured, 2022).

Figura 5

Usabilidad Linphone



Nota.: Tomado de: Linphone (2025).

Software Proprietario para Centrales Telefónicas IP Basadas en Tecnología VoIP

El desarrollo de la tecnología VoIP ha revolucionado la forma en que las organizaciones y empresas manejan sus comunicaciones de voz y habilita soluciones más flexibles y asequibles en comparación con los sistemas heredados correspondientes. En este contexto, el software propietario para una central telefónica IP es de gran importancia, ya que ofrece funciones avanzadas, soporte técnico especializado y alto nivel de protección (Cisco, 2025).

Además, en este documento se presentarán varias soluciones propietarias, con los servicios y funciones clave:

Software Cisco Unified Communications Manager

Como se aprecia en la **Figura 6**

Capacidades del Sistema de Cisco. El Cisco Unified Communications Manager (CUCM) es una solución que gestiona el control de llamadas y las sesiones para las comunicaciones de voz y video en entornos empresariales. A continuación, características destacadas:

- **Comunicaciones unificadas:** Proporciona telefonía IP, video en alta definición, mensajería unificada, mensajería instantánea y presencia, lo que facilita una comunicación fluida entre los equipos.
- **Movilidad mejorada:** Ofrece un amplio soporte para trabajadores móviles y remotos; brinda herramientas que permiten mantener la productividad desde cualquier lugar.
Escalabilidad: Está diseñado para adaptarse a organizaciones de todos los tamaños, desde pequeñas y medianas empresas hasta grandes corporaciones, con capacidad para soportar hasta 80,000 usuarios.
- **Abierto e Interoperable:** Es compatible con estándares de la industria, una variedad de gateways y un amplio ecosistema de integraciones y soluciones de terceros, lo que facilita la colaboración en diversas aplicaciones empresariales.
- **Seguridad y cumplimiento:** Implementa protocolos avanzados de autenticación y cifrado; cumple con certificaciones clave de la industria para garantizar la protección de datos y comunicaciones en sectores como servicios financieros, manufactura, retail y gobierno (Cisco, 2025).

Figura 6*Capacidades del Sistema de Cisco*

Atributo	Capacidad
Usuarios totales máximos	500
Buzones y puertos del correo de voz	500 buzones y 16 puertos del correo de voz
IMAP, bandeja de entrada de Cisco Unity Connection, puertos de reconocimiento de voz automático (ASR) y puertos de text-to-speech (TTS)	250 IMAP, 250 bandeja de entrada de Cisco Unity Connection, 16 puertos ASR y 4 puertos TTS
Número de sitios remotos	5 (procesamiento centralizado de llamadas con Survivable Remote Site Telephony [SRST])
Limitaciones de las características de telefonía y de correo de voz	<p>Cisco Unified Communications Manager Business Edition soporta todas las características estándar de telefonía de Cisco Unified Communications Manager y las características de mensajería integrada de Cisco Unity Connection, salvo las siguientes:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Redundancia en el procesamiento de llamadas y mensajería de voz • Procesamiento distribuido de llamadas: Cisco Unified Communications Manager Business Edition se soporta sólo en el modelo centralizado de procesamiento de llamadas con Cisco

Nota. Tomado de: Cisco (2007).

Software Avaya Aura Communication Manager

Ofrece servicios de voz en tiempo real, video, mensajería, portabilidad, entre otros. El software de Communication Manager es parte de todas las ediciones de Avaya Aura. Este software está disponible con una cuota de licencia de usuario único. Proporciona control de llamadas centralizado para una red distribuida de puertas de enlace y una amplia gama de dispositivos de comunicación analógica, digital y basados en IP.

A su vez, ofrece correo de voz centralizado y operaciones concomitantes a las organizaciones y los centros de atención telefónica, a través de múltiples ubicaciones (Avaya, 2025).

Software Mitel MiVoice Business

Proporciona una plataforma de comunicaciones unificadas que integra telefonía IP con características avanzadas de colaboración, todo en la nube, con opciones de gestión fáciles y soporte diseñado para pequeñas y medianas empresas.

Características:

- Soporte para VoIP, lo que facilita la comunicación.
- Herramientas para colaboración y trabajo remoto.
- Integración con sistemas CRM y diversas plataformas de productividad.
- Opciones de implementación que incluyen local, en la nube o híbrida.
- Costo: Modelos de suscripción que varían según la implementación y la cantidad de usuarios (Mitel, 2025).

Software 3CX Phone System

3CX, es un sistema telefónico empresarial todo en uno y una solución de centro de contacto potentes y diseñados para empresas con más de 25 usuarios. Se puede administrar en forma local, en la nube privada o alojado, todo por una tarifa anual fija. Sin costos por usuario.

Entre sus características se incluyen funciones avanzadas como un centro de contacto integral, estrategias personalizables para la gestión de colas de llamadas, generación de informes detallados sobre el tráfico y rendimiento de las llamadas, grabación de llamadas para monitoreo y auditoría, tableros de control interactivos para visualizar métricas en tiempo real y sistemas de conmutación eficiente que mejoran la experiencia del usuario (3CX, 2024).

Recursos claves para migrar de una central analógica a tecnología IP

La migración de una central analógica a tecnología IP implica implementar una infraestructura moderna que combina equipos activos de red, software especializado, cableado y

herramientas específicas. A continuación, se detallan los principales recursos necesarios para garantizar una transición efectiva:

Tecnología IP-PBX en Telefonía IP

El protocolo IP es el responsable de la transmisión de datos entre servidores y, en el ámbito de la telefonía IP, le permite recibir llamadas a través de una conexión a Internet. Por otro lado, una PBX (Private Branch Exchange) es un dispositivo que combina un software de administración para ofrecer funciones de conmutación a los usuarios conectados. Esto permite hacer llamadas internas sin necesidad de utilizar la red telefónica pública, mientras que el operador se encarga de gestionar tanto las llamadas entrantes como las salientes. Este sistema puede ser instalado localmente en las instalaciones de la empresa o ser alojado por un proveedor de VoIP (ServerVoIP, 2018).

La función básica es la distribución del tráfico de estas llamadas desde y hacia las premisas de la empresa, así como las llamadas internas a través de las líneas telefónicas de la empresa. Un sistema IP PBX permite a los usuarios compartir varias líneas telefónicas y conmutar llamadas entre usuarios de VoIP (voz sobre protocolo de Internet). Un sistema IP PBX también puede conmutar llamadas entre usuarios de telefonía tradicional y usuarios de VoIP de la misma forma que su homólogo tradicional (ServerVoIP, 2018).

A diferencia del sistema PBX tradicional, que requería redes separadas para la voz y los datos, una de las ventajas más importantes de un teléfono basada en IP es la capacidad del sistema en una red convergente de voz y datos. Por lo tanto, si una unidad utiliza una solución IP, mediante una plataforma, la conectividad a Internet, las llamadas de voz y otros canales VoIP de comunicación en un sistema, se logra una mayor agilidad, flexibilidad y escalabilidad (ServerVoIP, 2018).

A continuación, las principales ventajas de una central IP PBX:

- Utiliza la red LAN, no es necesario realizar cableados adicionales.
- Reducción de los costes operativos a través del tiempo
- Más fácil de configurar e instalar que los sistemas de telefonía propietario.
- Administración más sencilla.
- Facilidad para mover los teléfonos, porque su conectividad está basada en IP al igual que las PC.
- Integración con soluciones móviles, anexos en smartphones y derivación de llamadas.
- Permite la conexión a otras sedes u oficinas remotas a través de conexiones de red.
- Permite el uso de extensiones remotas, no necesariamente dentro de la oficina.
- Permite unificar las comunicaciones, las llamadas “Comunicaciones Unificadas”, como son la telefonía, el fax, correo electrónico, video conferencia y la mensajería instantánea, todo en uno.
- Mayor compatibilidad e integración con equipos de otras marcas, como teléfonos, equipos de video conferencia, tarjetas de expansión, entre otros (ServerVoIP, 2014).

Tipos de IP PBX

Existen varios tipos de IP PBX (Private Branch Exchange) que se ajustan a las necesidades y capacidades de cada empresa. A continuación, se detallan los principales tipos:

PBX IP local

También conocido comúnmente como PBX VoIP, su PBX IP local utilizará las conexiones a Internet, las redes internas existentes y residirá dentro del edificio. Un PBX VoIP permite funciones más avanzadas que un PBX tradicional. Algunos ofrecen enrutamiento de llamadas más avanzado, convergencia fija/móvil, respuesta de voz interactiva, correo de voz a

correo electrónico, conferencias y videollamadas. Un sistema IP local suele funcionar mejor cuando se combina con troncales SIP para ofrecer una mejor resistencia y una calidad de sonido más estable en comparación con los sistemas tradicionales. Esta combinación también permite una mejor continuidad comercial con activos como la recuperación ante desastres (ServerVoIP, 2018).

PBX en la nube

Una PBX en la nube, también conocida como PBX alojada o PBX virtual, es un sistema digital alojado en la nube y propiedad de un proveedor dedicado que lo gestiona. Es una solución basada en software, que funciona completamente a través de Internet y se mantiene en la nube, lo que permite a los usuarios beneficiarse de la funcionalidad de un sistema PBX, con mayor escalabilidad, agilidad y flexibilidad para sus empleados. Con la nube, la empresa tiene la capacidad de elegir la plataforma y el proveedor de servicios de telecomunicaciones. Eso significa que la empresa puede elegir un proveedor en el cual confía para mantener niveles óptimos de seguridad y resiliencia para su sistema telefónico empresarial (Ring Central, 2021).

Además de una amplia funcionalidad de PBX que incluye correo de voz, máquinas virtuales, conferencias de audio, grabación de llamadas y la capacidad de administrar y agregar fácilmente nuevos números de teléfono a través de un portal en línea, los usuarios pueden incluso integrar su sistema telefónico a su CRM empresarial y otras plataformas, lo que le permite hacer procesos comerciales más eficientes (Ring Central, 2021).

Tabla 2.

Diferencias entre una central IP física y virtual

Características	Central IP Física	Central IP Virtual
Hardware	Requiere equipo dedicado	Puede funcionar en servidores genéricos o en la nube

Instalación	Física en una ubicación específica	Local o remota (en la nube)
Costo de implementación	Inversión inicial alta (hardware)	Más económica y flexible
Escalabilidad	Limitada por hardware físico	Altamente escalable

Nota. Como se detalla en la **Tabla 2**.

Diferencias entre una central IP física y virtual, una central IP-PBX puede ser tanto física (hardware) como virtual (software), y la decisión entre una u otra solución dependerá de las necesidades del CNM, del presupuesto y apoyo tanto de las jefaturas como del área de infraestructura del MCJ.

Infraestructura física de una central IP PBX

La infraestructura física de una central IP PBX es fundamental para la implementación y el funcionamiento de sistemas de comunicación modernos. Este tipo de infraestructura abarca elementos principales que se describirán a continuación.

Gateway de Voz (VoIP Gateway o ATA)

Una puerta de enlace VoIP es un dispositivo de hardware que convierte el tráfico de telefonía analógica en paquetes de datos digitales para su transmisión a través de Internet. Estas puertas de enlace también convierten señales IP (digitales) en señales analógicas, lo que permite la comunicación bidireccional entre un teléfono VoIP y un teléfono analógico.

Con una puerta de enlace VoIP, las empresas pueden realizar/recibir llamadas VoIP y conservar el hardware y la infraestructura de su sistema telefónico existente.

Un ATA (Adaptador de Teléfono Analógico) es un dispositivo que facilita la conexión de teléfonos analógicos convencionales a una red VoIP (Voz sobre Protocolo de Internet). Actúa como un enlace entre las líneas telefónicas analógicas y las redes de comunicación que utilizan IP. El ATA transforma la señal analógica del teléfono en datos digitales que pueden ser enviados

a través de Internet, lo que permite realizar llamadas de voz utilizando tecnología (Drew, Rebecca, 2023).

Teléfonos IP

Los teléfonos IP son dispositivos que permiten hacer llamadas telefónicas a través de Internet en lugar de utilizar líneas analógicas. Se conectan a Internet mediante un módem y un enrutador. Emplean una tecnología que comprime la voz para reducir el consumo de datos y mejorar la calidad de la conversación. Son como miniordenadores que funcionan con software. Pueden ser de hardware o de software; los de hardware tienen un diseño similar al de un teléfono tradicional, mientras que los de software son aplicaciones que utilizan los altavoces y el micrófono de la computadora. (NFON, 2025).

Switch PoE

Es un dispositivo que permite conectar varios equipos y que envía tanto datos como energía eléctrica a través de un solo cable Ethernet. La principal diferencia entre un switch convencional y un switch PoE (Power-over-Ethernet) es que este último puede suministrar energía eléctrica a los dispositivos conectados utilizando el mismo cable Ethernet que se emplea para la transmisión de datos (Vadavo, 2025).

Redes de Datos

Son infraestructuras tecnológicas que permiten la transmisión, recepción y gestión de datos entre dispositivos conectados como computadoras, servidores, teléfonos y otros equipos. Utilizan varios protocolos para asegurar una comunicación eficiente, segura y confiable de cualquier tipo de información en tiempo real o diferido. Pueden estar implementados en varias áreas y se clasifican según su alcance (LAN, MAN, WAN). El funcionamiento de sistemas

modernos como VoIP, nube, y el Internet de las cosas está totalmente dependiente de su funcional operativo (Sistelec, 2024).

Router Compatible con VoIP

Es un dispositivo creado para gestionar el tráfico de voz sobre IP (VoIP) de forma efectiva. Estos routers cuentan con características especiales, como la priorización de paquetes (QoS), los cuales aseguran que las llamadas de voz mantengan una alta calidad, incluso cuando hay otros tipos de tráfico en la red. También incluyen puertos específicos para conectar dispositivos de voz, como teléfonos IP o adaptadores ATA (ServerVoIP, 2018).

Controladores y Software de Gestión

Los controladores y software de gestión son herramientas clave para la configuración y administración de una central IP y los dispositivos que se conectan a ella. Facilitan a los administradores la gestión centralizada de la infraestructura de telecomunicaciones, permiten ajustar parámetros de red, asignar usuarios y manejar dispositivos como teléfonos IP, adaptadores ATA y gateways VoIP. Además, estas plataformas ofrecen la posibilidad de monitorear el rendimiento de las llamadas y hacer ajustes en tiempo real para asegurar la calidad del servicio (QoS) y la seguridad de las comunicaciones (Zendesk, 2025).

Cable RJ45

RJ45 es una interfaz física comúnmente utilizada para conectar redes de computadoras con cableado estructurado (categorías 5, 5e, 6, 6A, y 8.1). Posee ocho pines o conexiones eléctricas, que normalmente se usan como extremos de cables de par trenzado (UTP) (Wikipedia, 2024).

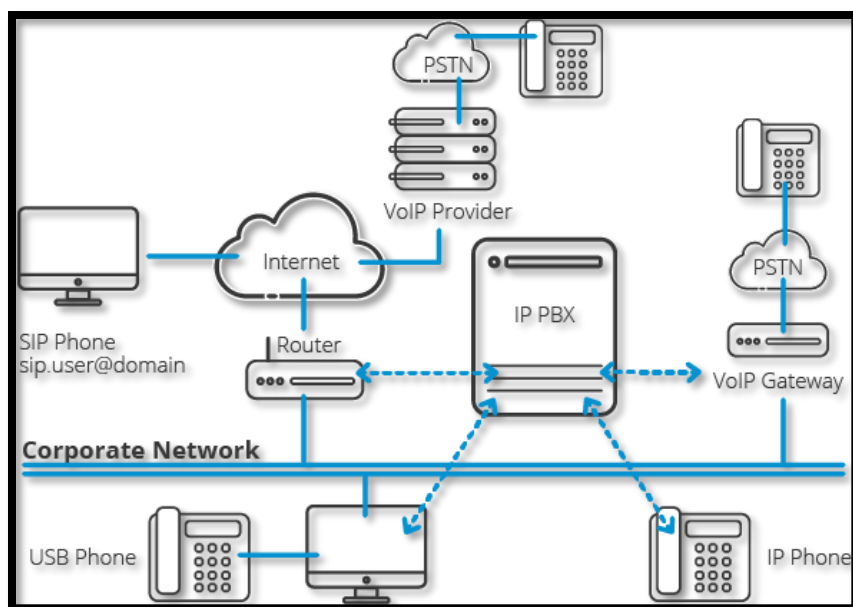
Fuente de Alimentación de Respaldo

Las UPS, proporciona energía eléctrica de forma independiente durante un tiempo limitado. Es decir, en caso de un corte eléctrico, pueden asegurar que los dispositivos conectados a ellas sigan funcionando.

No obstante, los sistemas de alimentación ininterrumpida también pueden mejorar la calidad de suministro que llega a los equipos, ya que tienen la capacidad de filtrar posibles variaciones en la tensión de la red o de eliminar armónicos. De esta forma, permiten proteger los equipos especialmente sensibles a estas variaciones de la corriente (Cuerva Energia, 2024).

Equipos de Pruebas y Monitoreo

Los analizadores de red y el software de monitoreo de VoIP, como Wireshark, son herramientas esenciales para asegurar la calidad de las llamadas en un sistema VoIP. Permiten analizar el tráfico de red en tiempo real, identificar problemas de latencia, pérdida de paquetes o jitter, y diagnosticar fallos en la calidad de voz. Estas herramientas son cruciales para solucionar problemas de conectividad y optimizar la experiencia de comunicación en redes VoIP, garantizando llamadas claras y estables (Noworatzky, 2018).

Figura 7*Arquitectura de una Central IP PBX*

Nota. La **Figura 7**

Arquitectura de una Central IP PBX detalla brevemente la arquitectura y el funcionamiento de una central telefónica IP, que consiste en varios teléfonos SIP, un servidor de IP PBX y opcionalmente, un enlace VoIP para conectar líneas PSTN existentes. Las funciones del servidor de central telefónica son similares a un servidor proxy. Los clientes SIP, ya sean softphones o teléfonos de escritorio, se registran con el servidor de la central telefónica IP, y cuando quieren realizar una llamada solicitan a la central telefónica IP que establezca una conexión. La central telefónica IP tiene una agenda con todos los teléfonos/usuarios y su dirección SIP correspondiente y así puede conectar una llamada interna o rutear una llamada externa a través de un Gateway VoIP o un proveedor de servicio VoIP. Tomado de (3CX, 2024).

Capítulo III: Marco Metodológico

Este capítulo describe el enfoque metodológico, referente a la propuesta de migración del sistema de telefonía análoga a IP en el Centro Nacional de la Música. La metodología proporciona una guía para el desarrollo de la investigación y garantizar el alcance del objetivo de la tesis de forma efectiva y precisa.

En síntesis, este capítulo es la estructura para implementar con éxito todas las decisiones necesarias para la migración al sistema de telefonía IP, con una visión clara de cómo se evaluarán y abordarán los desafíos que puedan surgir durante el proceso de migración.

Enfoque de la Investigación

El enfoque de investigación guía el diseño y ejecución del estudio, además, asegura la relevancia, validez, y fiabilidad de los resultados. Es de suma importancia para la investigación elegir el enfoque correcto, para tener un camino claro y estructurado hacia la obtención de conocimientos significativos y útiles.

La investigación se realiza para enfrentar problemas. Los enfoques conocidos son las mejores formas diseñadas hasta ahora para investigar y generar conocimiento. Al respecto, Hernández Sampieri (2014), manifiesta que las investigaciones se originan de ideas, sin importar qué tipo de paradigma fundamente este estudio.

Las ideas constituyen el primer acercamiento a la realidad objetiva (desde la perspectiva cuantitativa), a la realidad subjetiva (desde la aproximación cualitativa) o a la realidad intersubjetiva (desde la óptica mixta) que habrá de investigarse (Sampieri, 2014).

Según la sexta edición de la Metodología de la Investigación de Sampieri, estos métodos utilizan cinco estrategias similares y relacionadas entre sí:

- Llevan a cabo la observación y evaluación de fenómenos.

- Establecen suposiciones o ideas como consecuencia de la observación y evaluación realizadas.
- Demuestran el grado en que las suposiciones o ideas tienen fundamento.
- Revisan tales suposiciones o ideas sobre la base de las pruebas o del análisis.
- Proponen nuevas observaciones y evaluaciones para esclarecer, modificar y fundamentar las suposiciones e ideas o incluso para generar otras (Sampieri, 2014).

Existen diferentes tipos de enfoques de investigación y cada enfoque tiene sus propias Características; es importante elegir el más adecuado según los objetivos y la naturaleza del estudio por realizar. Entre los más comunes están:

Enfoque Cuantitativo

Al respecto, Martínez (2020) manifiesta que este enfoque es secuencial y probatorio. Es de carácter objetivo, se dedica a recolectar, procesar y analizar datos de diversos elementos que se pueden contar, cuantificar y medir a partir de una muestra o población en estudio.

Sus resultados exponen clasificaciones de datos y descripciones de la realidad social, para analizar su relación con una teoría o hipótesis que se pretende comprobar. Sus conclusiones permitirán la generalización y objetividad de los conocimientos adquiridos, con un determinado nivel de error y de confianza (Martinez, 2020).

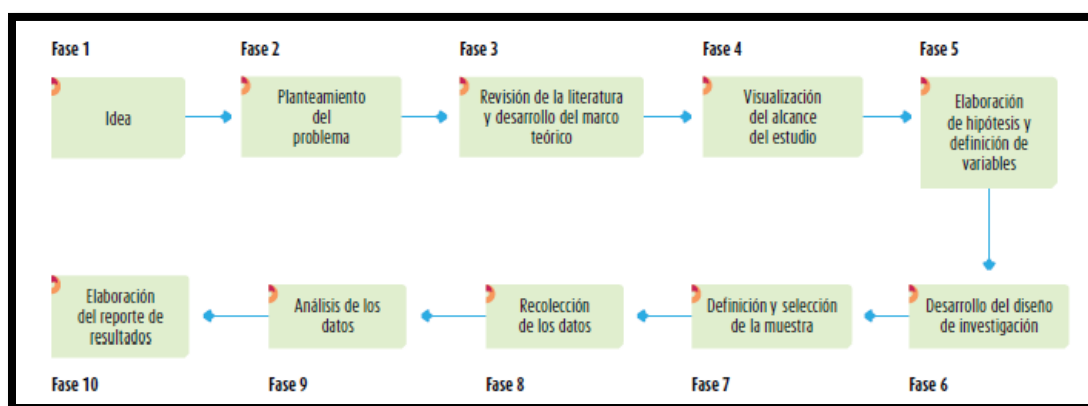
A continuación, se detallan las características del enfoque cuantitativo:

- Se ocupa de un problema concreto, delimitado y específico.
- Las hipótesis surgen antes de la recolección y el análisis de los datos.
- La medición de cantidades y/o dimensiones rige el proceso de recolección de datos.
- Usa procedimientos estandarizados y validados por investigaciones previas o por otros investigadores.

- Los resultados se interpretan a la luz de las hipótesis iniciales y se fragmentan para facilitar su interpretación.
- La incertidumbre y el error deben ser mínimos.
- Indaga en las relaciones causales entre los elementos presentes en el estudio.
- Busca regularidades porque persigue comprobar teorías (Martinez, 2020).

Figura 8

Proceso cuantitativo



Nota. Figura 8

Proceso cuantitativo Detalla el resumen del enfoque cuantitativo utilizando la recolección de datos para probar hipótesis con base en la medición numérica y el análisis estadístico, con el fin establecer pautas de comportamiento y probar teorías Tomado de Sampieri (2014).

Enfoque Cualitativo

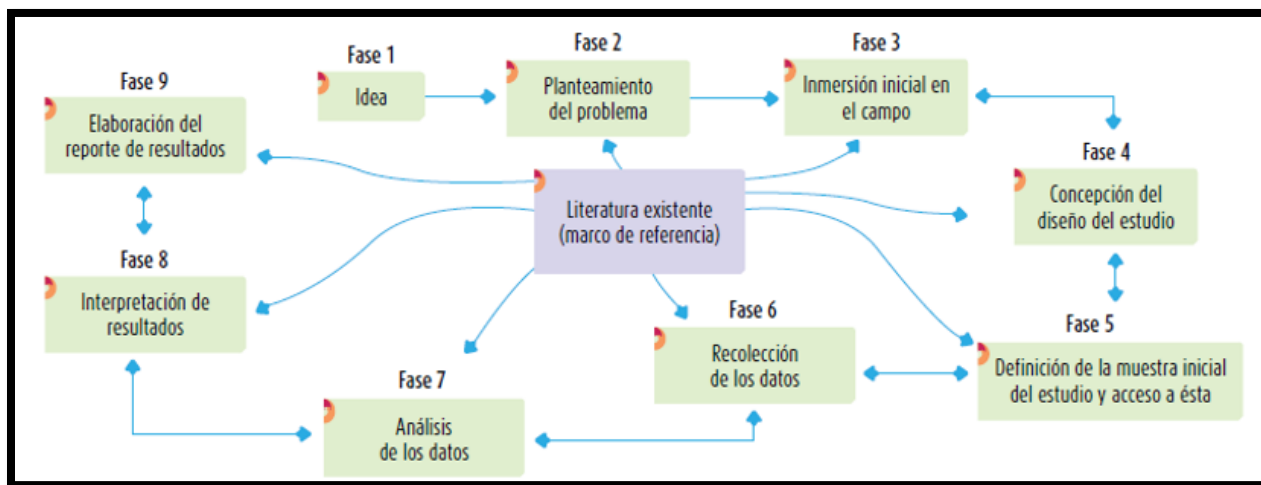
Según Muñoz (2011) el enfoque cualitativo en la investigación permite realizar un análisis sistemático de información subjetiva. A partir de ideas y opiniones sobre un tema específico, se abre el camino para un análisis no estadístico de los datos, que posteriormente son interpretados de manera subjetiva pero fundamentada y lógica.

Este enfoque se fundamenta más en estudios descriptivos, interpretativos e inductivos, los cuales se utilizan para analizar una realidad social al amparo de un enfoque subjetivo. Su

objetivo es explorar, entender, interpretar y describir el comportamiento de la realidad en estudio, no necesariamente para comprobarla. No incluye datos numéricos, ya que se detiene a analizar puntos de vista, emociones, experiencias y otros aspectos no cuantificables (Muñoz, 2011).

De igual forma, en el artículo *Enfoque de la investigación: tipos y características*, se acotan las características del enfoque cualitativo:

- Sus planteamientos son más generales.
- Las preguntas de investigación se descubren y se refinan en el transcurso de estudio.
- Sigue el razonamiento inductivo.
- El objetivo no suele ser probar una hipótesis.
- La recolección de datos no sigue procedimientos estandarizados y su análisis no es estadístico. Hay mayor interés en lo subjetivo.
- Emociones, sensaciones, anécdotas y vivencias están en el foco del investigador.
- Las vías para recolectar datos suelen ser observación, entrevistas, discusiones grupales e investigación documental.
- Sus resultados pueden ser discutidos en las comunidades científicas por el componente subjetivo que implica y no suelen ser replicables ni comparables (Martínez, 2020).

Figura 9*Proceso cualitativo*

Nota. La **Figura 9** Proceso cualitativo utiliza la recolección y análisis de los datos para afinar las preguntas de investigación o revelar nuevas interrogantes en el proceso de interpretación. Tomado de: Sampieri (2014).

Enfoque Mixto

Hernández Sampieri (2014) señala que la investigación mixta no es reemplazar a la investigación cuantitativa ni a la investigación cualitativa, sino utilizar las fortalezas de ambos tipos de indagación, combinándolos y tratando de minimizar sus debilidades potenciales.

El enfoque mixto de la investigación implica un conjunto de procesos de recolección, análisis y vinculación de datos cuantitativos y cualitativos en un mismo estudio o una serie de investigaciones para responder a un planteamiento del problema inferencias (Sampieri, 2014). A continuación, las características del Enfoque Mixto:

- Integra sistemáticamente los métodos cuantitativos y cualitativos en un solo estudio.
- Analiza conjuntamente los datos cuantitativos y cualitativos (Sampieri, 2014).

Enfoque que se utilizará para la investigación

Para efectos de esta investigación, se utilizará el enfoque cualitativo. Primero, desde la aplicación del método cualitativo, se pretende determinar las tecnologías vigentes y recomendadas, según la bibliografía actual y recomendaciones del Departamento de Informática del MCJ; así mismo, conocer la percepción del personal de telemática sobre el estado de la central telefónica del CNM.

También, se espera conocer la experiencia de los usuarios finales del CNM, áreas técnicas como INS, CSN y la CLN, que son consumidores directos de los servicios de la infraestructura de comunicaciones; esto, con el fin de establecer un panorama actual del entorno completo en estudio.

A su vez, la elección de este enfoque se debe a su capacidad para ofrecer una visión integral del estado actual del sistema de comunicaciones, abarcando tanto los aspectos técnicos como las percepciones de los usuarios involucrados. Esto incluye un diagnóstico del rendimiento técnico, la identificación de problemas operativos y el análisis de oportunidades para la migración tecnológica.

La información se obtendrá mediante entrevistas semiestructuradas con personal técnico y administrativo clave, lo que permitirá un análisis detallado de los desafíos y expectativas relacionados con la migración tecnológica. Por último, se realizará un análisis documental, revisando registros técnicos, informes de incidencias y otra información relacionada con el sistema de telefonía actual.

Método de la Investigación

Así mismo, en una investigación se pretende, ante todo, contribuir a resolver un problema en especial; por lo tanto, debe mencionarse cuál es ese problema y de qué manera se piensa que el estudio va a ayudar a resolverlo. Otras investigaciones tienen como objetivo principal probar una teoría o aportar evidencias empíricas a favor de ella. (Hernández Sampieri et. al., (2014).

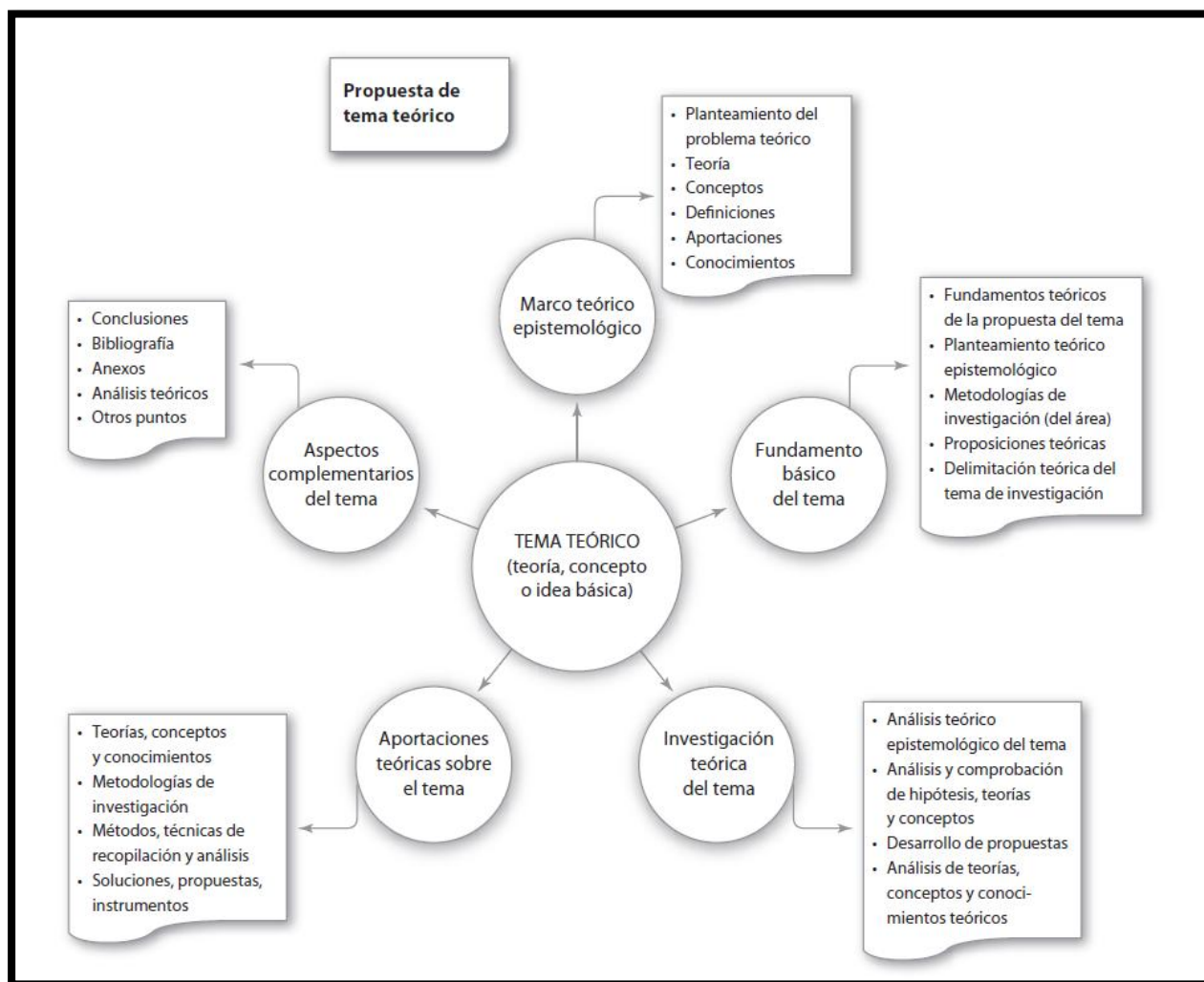
Según Enago (2023), la metodología de la investigación se refiere al conjunto de técnicas sistemáticas que se usa para la resolución de un problema a lo largo del proceso de investigación.

Los métodos de investigación, por otro lado, se refieren a los procedimientos, técnicas o herramientas utilizados en una investigación. Dependiendo del área de estudio, estos métodos pueden incluir observaciones, desarrollos teóricos, experimentos y estudios estadísticos, por ejemplo. Por tanto, los métodos de investigación son las herramientas que se usan para llevar a cabo una investigación con base en una metodología (Enago, 2023).

Investigación Teórica

Según Muñoz (2011), un enfoque teórico puede proporcionar un marco conceptual robusto y una base sólida para comprender los principios y prácticas de las metodologías ágiles, así como para guiar la implementación y evaluar su efectividad.

En la investigación teórica (pura o fundamental), el estudioso pretende demostrar, con los resultados obtenidos, la veracidad científica de la teoría, la ley, el concepto o los conocimientos que está analizando; esto constituye su objeto de estudio (Muñoz, 2011).

Figura 11*Planteamiento de una Investigación de Carácter Teórico*

Nota. El método de investigación teórico se detalla en la **Figura 11**

Planteamiento de una Investigación de Carácter Teórico. Este proceso proporciona una base sólida para entender las metodologías ágiles y sus aplicaciones y puede guiar tanto la planificación como la implementación de manera efectiva. Además, complementa otros métodos de investigación como los enfoques empíricos, al ofrecer un marco conceptual que puede ser probado y validado en la práctica.

Investigación Descriptiva

Esta investigación utiliza un enfoque descriptivo, que se centra en documentar y analizar en detalle las características, condiciones y percepciones del sistema de telefonía actual en el

Centro Nacional de la Música (CNM). Este método facilita la creación de un panorama claro y fundamentado que servirá como base para la propuesta de migración hacia un sistema de telefonía IP.

La investigación cualitativa depende en gran medida de la investigación descriptiva para comprender conceptos. Es un enfoque sistemático utilizado por los investigadores para recopilar, analizar y presentar datos sobre fenómenos de la vida real, con el fin de describirlos en su contexto natural. Su objetivo principal es describir lo que existe, basándose en observaciones empíricas.

Stewart (2025), manifiesta que la investigación descriptiva se define como un método de investigación que observa y describe las características de un determinado grupo, situación o fenómeno. El objetivo no es establecer relaciones causa-efecto, sino ofrecer una descripción detallada de la situación.

Una de las características más destacadas de la investigación descriptiva es su naturaleza no invasiva. Los investigadores observan y documentan sin influir en el sujeto de investigación ni en el entorno (Stewart, 2025).

A continuación, se señalan los métodos de datos en la investigación descriptiva:

- Encuestas y cuestionarios: Las encuestas y los cuestionarios, constituyen una de las herramientas más conocidas del investigador; ofrecen un medio estructurado para recopilar datos de una amplia audiencia
- Mediante preguntas cuidadosamente diseñadas, los investigadores pueden obtener respuestas estandarizadas que se prestan para la comparación y el análisis directo en la investigación cuantitativa y cualitativa.

- Observaciones y estudios de casos: La observación directa o participante es un método en el que los investigadores observan y documentan activamente comportamientos o acontecimientos. Un investigador puede, por ejemplo, observar la dinámica de una clase o el comportamiento de los compradores en un mercado. Los estudios de casos ofrecen una inmersión aún más profunda, centrándose en el análisis exhaustivo de un individuo, grupo o acontecimiento concreto. Estos métodos presentan la ventaja de captar datos detallados en tiempo real, pero también pueden requerir mucho tiempo y a veces pueden introducir sesgos del observador.
- Entrevistas y grupos de discusión: Estos métodos ofrecen la ventaja de profundizar en el conocimiento y la adaptabilidad en la recolección de datos. Sin embargo, requieren entrevistadores cualificados, y en los grupos de discusión las opiniones individuales pueden verse influidas por la dinámica de grupo.
- Análisis documental y de contenido: En lugar de generar nuevos datos, los investigadores examinan documentos o contenidos existentes. El análisis del contenido existente ofrece la ventaja de la accesibilidad y puede proporcionar información sobre periodos de tiempo más largos (Stewart, 2025).

Fuentes de Información

Hernández Sampieri et al. (2014), definen que la revisión de la literatura consiste en detectar, obtener y consultar la bibliografía y otros materiales que pueden ser útiles para los propósitos del estudio, de donde se debe extraer y recopilar la información relevante y necesaria que atañe a la investigación.

Por otro lado, Maranto y González (2015), afirman que una fuente de información es todo aquello que proporciona datos para reconstruir hechos y las bases del conocimiento.

Las fuentes de información son los medios por los cuales se obtienen datos para un tema en específico y se utilizan para documentar y respaldar el trabajo de investigación (Maranto, 2015).

Las fuentes de información provienen de entrevistas, grupos focales, encuestas y análisis de documentos. Estos proporcionan datos cualitativos para obtener una comprensión completa de todos los aspectos técnicos, operativos, presupuestarios, legales y estratégicos del sistema de telefonía existente. Esta información es importante para evaluar el estado de la infraestructura de comunicaciones y formular propuestas para su modernización, con el fin de cumplir con los estándares tecnológicos y optimizar la eficiencia operativa del CNM.

Existe un criterio de clasificación respecto al origen de las fuentes de información documental que se detallan a continuación:

Fuentes Primarias(directa)

Utilizan información de primera mano. Se valen de aquel material que se recaba directamente donde tienen su origen los datos. Es la información que se toma de la fuente primaria, es decir, del punto mismo donde se origina, ya sea que se trate de un hecho, un fenómeno o una circunstancia que se desea investigar.

Como indican Hernández Sampieri et al. (2014), constituyen el objetivo de la investigación bibliográfica o revisión de la literatura y proporcionan datos de primera mano.

Dentro de esta categoría entran la experimentación, los autores inéditos, las encuestas, la descripción de eventos, las noticias periodísticas, la narración de hechos, los reportes de investigaciones y otros.

A continuación, se detallan las características de las fuentes primarias:

- Son observadores inmediatos de los sucesos.

- Se derivan de un estudio o labor intelectual.
- Son pruebas directas para un estudio.
- Se pueden exponer en variados formatos, tales como libros, revistas, diarios, documentos oficiales, reportes técnicos, entrevistas, contenido audiovisual, patentes y reglamentos técnicos (Razo, 2011).

Fuente Secundaria

Según Razo (2011), la fuente secundaria es aquella que toma sus contenidos de las fuentes primarias para su interpretación, complemento, corrección o refutación. La investigación que utiliza información de segunda mano tiene la ventaja de que está más documentada, pues toma varias fuentes para complementar y se apoya en la seriedad metodológica.

Dentro de esta categoría de fuentes de información se consultaron las publicaciones de instituciones, los ensayos, las tesis, las antologías, los artículos colegiados (Razo, 2011).

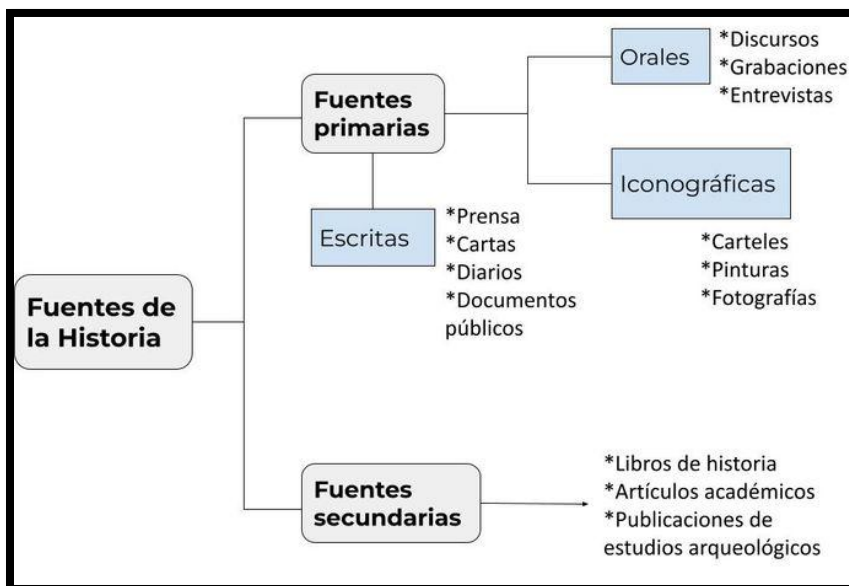
Por otro lado, Hernández Sampieri et al. (2014), explican que las fuentes secundarias son compilaciones, resúmenes y listados de referencias publicadas en un área de conocimiento en particular (son listados de fuentes primarias), es decir, reprocesan información de primera mano.

A continuación, las características de las fuentes secundarias:

- Son interpretaciones, perspectivas o estudios de los datos originales.
- Hacen referencia a las fuentes primarias y almacenan datos ordenados sobre ellas.
- Normalmente se publican en otros medios como enciclopedias, antologías y artículos de revisión bibliográfica (Razo, 2011).

Figura 12

Mapa Conceptual de Fuentes de Información Primarias y Secundarias



Nota. Como se aprecia en la **Figura 12**

Mapa Conceptual de Fuentes de Información Primarias y Secundarias, las fuentes primarias y secundarias son herramientas esenciales para acceder, buscar y generar conocimiento, ya que satisfacen directamente las necesidades del investigador. Este proceso requiere apertura, observación y un análisis crítico, con el fin de asegurar la confiabilidad científica y académica, así como su relevancia y utilidad en el desarrollo del trabajo de investigación.

Tabla 3

Tipos de Fuentes

Tipo de Fuente	Fuente de Información	Información por Obtener
Fuentes Primarias		
Entrevistas	Dirección General, director administrativo, jefatura de TI del MCJ, jefatura de la Proveduría, asesor legal, directores de unidades	Información directa y específica sobre el estado actual del sistema de telefonía analógica, así como los problemas y

	técnicas, personal técnico de telemática del MCJ.	limitaciones, opiniones y sugerencias de mejora.
Encuestas	Personal administrativo, docentes y jefaturas	Obtener datos sobre la experiencia, opiniones y necesidades de los usuarios finales en relación con la telefonía analógica.
Grupos Focales y visuales	Expertos en la rama de redes y telefonía IP.	Evaluar el funcionamiento en tiempo real del sistema de telefonía, observando su desempeño, fallas y necesidades.
Fuentes Secundarias		
Análisis Documental	Informes técnicos, registros de incidentes, páginas web informes de auditoría, contratos y acuerdos de servicio.	Obtener antecedentes sobre el sistema de telefonía, análisis de problemas pasados y registros técnicos para mejorar la toma de decisiones.
Revisión de Normativas y Estándares Técnicos	Normativas del MCJ, Estándares de Telefonía IP.	Validar la conformidad con normativas legales y estándares técnicos aplicables en la implementación de un sistema de telefonía IP.
Información Financiera y Presupuestaria	Informes presupuestarios del CNM, documentos de planificación financiera, estimaciones de costos de proveedores.	Determinar la viabilidad económica de la migración y ajustar la propuesta al presupuesto disponible del CNM.

Nota. Como se detalla en la **Tabla 3**

Tipos de Fuentes, las fuentes de datos se clasifican en dos grupos: primarias y secundarias, con el objetivo de ofrecer un enfoque ordenado y claro en la recopilación de datos vitales para la investigación. Las fuentes primarias proporcionan datos directos de los participantes; en cambio, las fuentes secundarias proporcionan un contexto y apoyo técnico, financiero y regulatorio.

Tabla 4*Descripción de Fuentes Primarias y Secundarias*

Nota	Fuente de Información	Información por Obtener
Primaria	<ul style="list-style-type: none"> • Direcciones, personal administrativo, docentes, usuarios finales (INM, CSN, CLN). • Especialistas del área de Informática del MCJ, como ente rector. • Ingenieros del OIJ expertos en la rama de redes y telefonía IP. 	<ul style="list-style-type: none"> • Problemas y limitaciones del sistema actual. • Opiniones y sugerencias para mejoras. • Presupuesto Anual para Gestión de Infraestructura de Comunicaciones. • Viabilidad de la posible solución.
Secundarias	<ul style="list-style-type: none"> • Literatura sobre metodología de investigación (Muñoz, Hernández Sampieri, Niño). • Páginas web y documentos relacionados con implementación de centrales telefónicas IP. • Publicaciones técnicas y reportes del CNM y el MCJ. 	<ul style="list-style-type: none"> • Guías sobre cómo realizar investigaciones y trabajos de graduación. • Datos reorganizados y resumidos sobre tecnologías de gestión de telefonía IP. • Diferentes informes que ayuden a profundizar en el conocimiento de los marcos de trabajo ágiles.

Nota. La estructura de la **Tabla 4**

Descripción de Fuentes Primarias y Secundarias ayuda a comprender la naturaleza de las fuentes y el tipo de información que se puede obtener de cada una. Asimismo, proporciona una guía clara sobre cómo se recopilará y se utilizará la información necesaria para la investigación, asegurando una cobertura completa y precisa del tema de estudio.

Variables o Unidades de Análisis

Las variables de investigación son atributos medibles, características o propiedades que tienen la particularidad de sufrir cambios y pueden observarse, medirse, ser objeto de análisis y controlarse durante el proceso de una investigación comprobando resultados. Por su parte, Hernández Sampieri et al. (2014), señalan que las variables son una propiedad que puede fluctuar y cuya variación es susceptible de medirse u observarse.

Es decir, las variables son características de un fenómeno o situación que cuentan con diferentes medidas dependiendo de las variables y del contexto del estudio o de los límites que los investigadores establezcan. En ese sentido, se pueden clasificar por cómo se observan (variables cualitativas y variables cuantitativas) y por sus relaciones de causalidad (variables dependientes y variables independientes), tal como se detalla a continuación (Hernández Sampieri et al., 2014),

Variables Dependientes

Describe las características reales de un objeto o fenómeno y se conocen también como definiciones reales. Como lo explican Hernández Sampieri et al. (2014), se trata de definiciones de diccionarios o de libros especializados. En ese sentido, se debe entregar un conjunto de instrucciones sobre cómo medir una variable que ha sido previamente definida conceptualmente.

La definición de esta variable es importante para que se dé claridad y precisión con respecto a lo que se está midiendo y facilite la recopilación de datos precisos y confiables, además de especificarse cuáles son la orientación del estudio y los aspectos más relevantes (Hernández Sampieri et al., 2014).

Asimismo, esta variable permite comparaciones con otros estudios, pues la acumulación de conocimiento aumenta la validez y confiabilidad de los resultados. En conclusión, las

variables dependientes conceptuales podrían incluir la eficiencia de la gestión, la precisión en la trazabilidad y el impacto en la toma de decisiones, lo que proporciona un análisis profundo y útil para el Centro Nacional de la Música.

Variables Independientes

Como lo explican Hernández Sampieri et al. (2014), la variable independiente se considera como supuesta causa en una relación entre variables. Es la condición antecedente y al efecto provocado por dicha causa se le denomina variable dependiente (consecuente).

Las variables independientes son los factores que el investigador quiere poner a prueba para demostrar una hipótesis. También, son características, condiciones, cualidades o hechos que tienen la potencialidad de alterar otras variables dependientes. Es la que se modifica y manipula sistemáticamente para analizar cómo afecta a la variable dependiente.

La variable independiente es aquella que no se ve afectada, por tanto, no variará durante toda la experimentación. En cambio, la dependiente es la variable inestable susceptible de ser modificada. Así mismo, las variables independientes son los elementos que impactan directamente en el rendimiento del sistema telefónico. Estas abarcan, principalmente, la situación actual de la infraestructura tecnológica, que incluye la obsolescencia de la central híbrida analógica, su capacidad técnica y la disponibilidad de recursos actuales (Tesis y Másters, 2025).

Variable Independiente Conceptual

Se establece de forma teórica, sin la necesidad de medirla de forma directa. Es un concepto abstracto que orienta el marco teórico y tiene la capacidad de afectar a otras variables.

La variable independiente se maneja o se percibe como un elemento relevante en la investigación, mientras que su conceptualización define el contexto para entender su influencia (Hernández Sampieri et al., 2014).

La definición de esta variable es importante para que se dé claridad y precisión con respecto a lo que se está midiendo, para que facilite la recopilación de datos precisos y confiables, además de especificarse la orientación del estudio y los aspectos más relevantes.

Asimismo, esta variable permite comparaciones con otros estudios, pues la acumulación de conocimiento aumenta la validez y confiabilidad de los resultados. En conclusión, las variables dependientes conceptuales podrían incluir la eficiencia de la gestión, la precisión en la trazabilidad y el impacto en la toma de decisiones, para un análisis profundo y útil al CNM.

Tabla 5

Variables

Objetivo Específico	Variable	Dimensión	Indicador
1. Analizar las deficiencias del sistema de telefonía analógico del Centro Nacional de la Música, para mejorar las áreas de su infraestructura de comunicaciones y funcionamiento, mediante la técnica de observación directa.	• Independiente.	• Infraestructura Técnica.	• Estado actual de los componentes del sistema telefónico analógico.
	• Dependiente.	• Áreas de mejora.	• Identificación de deficiencias específicas en capacidad, funcionalidad y mantenimiento del sistema de comunicaciones.
	• Conceptual.	• Deficiencias del sistema de comunicación.	• Concepto de obsolescencia tecnológica de la central telefónica.

<p>2. Investigar las nuevas soluciones en tecnología de centrales telefónicas IP, físicas y en la nube, para establecer un marco de referencia para la propuesta de infraestructura de comunicaciones, utilizando investigación didáctica sobre herramientas actuales y tendencias en telefonía IP.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Independiente. • Dependiente. • Conceptual. 	<ul style="list-style-type: none"> • Nuevas tecnologías. • Relevancia y aplicabilidad. • Marco de referencia tecnológico. 	<ul style="list-style-type: none"> • Opciones disponibles en telefonía IP física y en la nube. • Correspondencia entre las soluciones propuestas y las necesidades del CNM. • Concepto de telefonía IP como solución innovadora para sistemas de comunicación institucional.
<p>3. Elaborar un prototipo, empleando una herramienta de simulación y recursos técnicos correctos para la búsqueda de una solución tecnológica basada en IP para que sea utilizada como un modelo en la realidad en la implementación a futuro del sistema comunicaciones.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Independiente. • Dependiente. • Conceptual. 	<ul style="list-style-type: none"> • Herramienta de simulación. • Modelo funcional. • Prototipo tecnológico. 	<ul style="list-style-type: none"> • Recursos técnicos y herramientas utilizadas para el diseño del prototipo. • Viabilidad técnica del prototipo diseñado para su aplicación futura. • Concepto de modelo virtual como base para la implementación real de infraestructura basada en IP.

<p>4. Crear una propuesta de infraestructura de comunicaciones que se ajuste a las necesidades actuales, definiendo las especificaciones técnicas, mediante el estudio de mercado y el cartel o pliego de condiciones para su publicación y adjudicación en SICOP.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Independiente. • Dependiente. • Conceptual. 	<ul style="list-style-type: none"> • Fundamentos técnicos. • Especificaciones en SICOP. • Infraestructura propuesta 	<ul style="list-style-type: none"> • Definición de los requisitos técnicos esenciales para la infraestructura propuesta. • Adecuación de la propuesta a los lineamientos y formatos requeridos para el proceso de adjudicación. • Concepto de infraestructura basada en las necesidades actuales del CNM y la normativa vigente.
--	---	--	---

Nota. Como se destaca en la **Tabla 5**

Variables. Los indicadores permitirán realizar un seguimiento preciso del avance y efectuar ajustes necesarios para alcanzar los objetivos definidos de manera efectiva.

Técnicas

Las técnicas de recolección de datos son fundamentales en la investigación y permiten obtener información valiosa. La entrevista facilita captar datos directos a través de preguntas a los participantes. La observación permite registrar comportamientos y eventos en su contexto natural. El análisis documental implica revisar y evaluar documentos existentes para extraer información relevante.

A continuación, se presentan las técnicas de recolección de datos que se utilizarán en la investigación:

Entrevista

Se llevará a cabo una entrevista con la jefatura de Informática del MCJ, Licda. Catalina Cabezas Bolaños, responsable de la gestión tecnológica en las instituciones adscritas al MCJ. Esta entrevista será clave para comprender su percepción y opinión sobre el uso de la central telefónica analógica, así como su impacto en la operatividad de las instituciones a su cargo. Su perspectiva resultará fundamental para evaluar la necesidad de modernización y los posibles beneficios de la migración a una solución de telefonía IP.

Algunos autores mencionan que las entrevistas son, en esencia, una conversación bien planificada. En ellas, el investigador plantea una serie de preguntas o temas de debate a una o a varias personas, con el fin de obtener información específica. Puede realizarse personalmente, por teléfono o de manera virtual. Sin embargo, en algunos casos es importante la interacción personal con el entrevistado, para poder tomar nota de la información que brinda la comunicación no verbal. A continuación, se detallan los diferentes tipos de entrevistas (Caro, 2019).

- Entrevista Estructurada: Es aquella en la cual el entrevistador tiene una lista de preguntas definidas previamente y se limita estrictamente a ellas.
- Entrevista Semiestructurada: Consiste en una guía de preguntas o temas generales de conversación. Sin embargo, el entrevistador puede desarrollar preguntas nuevas a medida que vayan surgiendo los temas de su interés.
- Entrevista Informal: Es aquella que no está guiada por una lista de preguntas determinadas. El entrevistador tiene claros los temas sobre los que quiere indagar y los introduce de manera espontánea en la conversación (Caro, 2019).

En este proyecto, la aplicación de entrevistas semiestructuradas es crucial ya que ofrece un método eficaz para recolectar datos precisos y detallados desde diversas perspectivas. Su adaptabilidad facilita el análisis tanto de los elementos técnicos del sistema vigente como de las demandas y aspiraciones de los usuarios finales, lo cual asegura que la propuesta se ajuste a las prioridades institucionales y operativas del CNM.

Dentro del plan de actualización del sistema telefónico del CNM, las entrevistas semiestructuradas serán un instrumento esencial para:

- Investigar las carencias presentes: Recabar datos del equipo técnico y administrativo acerca del rendimiento del sistema analógico.
- Entender las necesidades de la institución: Determinar las aspiraciones y prioridades de la Dirección General y otros líderes implicados.
- Verificar las soluciones sugeridas: Obtener comentarios de especialistas en tecnología IP acerca de la factibilidad de las propuestas.

Encuestas

Son una de las técnicas de recolección de datos más utilizadas, ya que pueden llevarse a cabo tanto física como digitalmente para recopilar datos cuantitativos a través de encuestas y datos cualitativos a través de entrevistas. Por lo general, los cuestionarios se utilizan para recoger respuestas sobre un acontecimiento o tema. Las respuestas recogidas pueden servir de base para la mejora de productos, matrices de toma de decisiones o estudios posteriores.

En el contexto de esta investigación cualitativa, las preguntas estarán diseñadas para explorar aspectos funcionales, operativos y técnicos de la infraestructura actual, así como las expectativas de los usuarios. Este instrumento será aplicado a usuarios finales y personal

administrativo del CNM, proporcionando una perspectiva general y sistemática (Marytere Narvaez, 2025).

Observación Directa

Es cuando el investigador se pone en contacto personalmente con el hecho o el fenómeno que trata de investigar. Hernández Sampieri et al. (2014), expresan que la observación directa es el registro sistemático, válido y confiable de comportamientos o conducta manifiesta.

La observación permite recolectar datos en tiempo real y en el entorno natural donde se desarrollan los procesos de las comunicaciones. Esto asegura que la información obtenida sea precisa y refleje fielmente la realidad a la infraestructura del CNM. Es una técnica importante de la investigación porque proporciona datos directos y contextuales que son importantes para identificar problemas, validar otros datos, comprender el entorno operativo y diseñar soluciones tecnológicas de acuerdo con las necesidades de la institución.

A menudo, los comportamientos y las prácticas reales de los empleados pueden diferir de lo declarado en la entrevista o encuestas. La observación permite capturar estos comportamientos no declarados que pueden ser cruciales para el diseño de una solución efectiva.

Otros autores indican que la observación es una técnica la cual consiste precisamente en observar el desarrollo del fenómeno que se desea analizar.

Este método puede usarse para obtener información cualitativa o cuantitativa de acuerdo con el modo en que se realiza. La investigación cualitativa permite analizar las relaciones entre los participantes, gracias al análisis de sus comportamientos y de su comunicación no verbal.

La observación directa es un método mediante el cual el investigador recopila información al observar, de forma intencionada y estructurada el objeto de estudio, sin intervenir

ni alterar el entorno. Este instrumento permite capturar datos relevantes sobre las condiciones actuales, interacciones y uso de los recursos tecnológicos (Marytere Narvaez, 2025).

En este estudio, la observación directa es esencial para examinar las fallas de la actual central telefónica analógica e identificar problemas operativos. Dentro del estudio del sistema analógico de telefonía del Centro Nacional de la Música, se empleará la observación directa para valorar:

- Infraestructura de comunicaciones existente: Examinar las propiedades físicas de la actual central telefónica, sus elementos y su condición actual.
- Interacciones dentro del ambiente de operaciones: Observar cómo el personal técnico y administrativo emplea el sistema vigente, reconociendo sus puntos fuertes y débiles.
- Técnicas de utilización: Analizar la forma en que los usuarios finales se relacionan con la infraestructura para efectuar llamadas, solucionar problemas o informar sobre eventos (Marytere Narvaez, 2025).

Grupos Focales

La aplicación de los grupos focales en este proyecto cumple un papel fundamental al proporcionar información clave para diseñar una solución de telefonía IP adaptada a las necesidades del CNM, asegurando su efectividad y aceptación por parte de los usuarios finales.

Una entrevista grupal. Consiste en reunir a un grupo de personas que comparten características relacionadas con la investigación y que orienta la conversación hacia la información que se desea obtener. Es una técnica cualitativa útil para analizar opiniones combinadas, contradicciones u otros datos que surgen de la interacción entre las personas (Caro, 2019).

En esta investigación, los grupos de enfoque son importantes porque ofrecen un foro para obtener las visiones de varios actores claves en el proceso de la actualización de la central telefónica analógica a tecnología IP. En el marco del estudio y propuesta de actualización del sistema telefónico del CNM se emplearán los grupos de discusión para:

- Evaluar las opiniones del equipo técnico: Entender las experiencias de los funcionarios que administran la infraestructura de comunicaciones existente, sus retos y propuestas para una transición hacia la telefonía IP.
- Adquirir opiniones de los usuarios finales: Investigar cómo los trabajadores de las áreas técnicas como el INM, CSN y CLN valoran la calidad y eficacia del sistema comunicaciones vigente, reconociendo sus expectativas hacia una solución innovadora.

Análisis Documental

El análisis documental es una técnica de recolección de datos que implica la revisión y evaluación sistemática de documentos existentes para extraer información relevante. Esta técnica es fundamental para obtener datos históricos, contextuales y específicos, los cuales pueden no estar disponibles a través de otros métodos de recolección de datos. De acuerdo con Hernández Sampieri (2014), el análisis documental permite detectar, obtener y consultar la bibliografía y otros materiales que pueden ser útiles para los propósitos del estudio, de donde se debe extraer y recopilar la información relevante y necesaria que pertenece al problema de la investigación.

La investigación documental implica complejidades que requieren ser abordadas con claridad; en ese sentido, el no hacerlo repercute en los resultados de la investigación. En este tema, se abordarán diversos retos que implica la investigación documental actualmente, como la búsqueda en Internet y el acceso a bibliotecas y repositorios digitales, así como estrategias de

búsqueda, formas de citación, fuentes diversas y abordajes eficientes al acceso de distinta información (Ortega, 2025).

Instrumentos

Los instrumentos de recolección de datos son una herramienta para obtener información precisa y relevante. Estas herramientas incluyen entrevistas, encuestas, cuestionarios observaciones y análisis de documentos. Cada una de ellas es adecuada para capturar diferentes tipos de datos y perspectivas. Estas técnicas permiten recopilar información de diferente tipo. Por este motivo, es importante conocer sus características y tener claros los objetivos, para elegir aquellas que permitan recoger la información apropiada (Caro, 2019).

A continuación, se presentan los instrumentos de recolección de datos que se utilizarán en la presente investigación:

Guía de Entrevistas Semiestructuradas

Se hace referencia a las entrevistas como técnica y al cuestionario como instrumento de investigación. García Muñoz (2003) aduce que el cuestionario es un procedimiento considerado clásico en las ciencias sociales para obtener y registrar datos. Su versatilidad permite emplearlo como instrumento de investigación y como instrumento de evaluación de personas, procesos y programas de formación.

La guía de entrevistas consiste en un documento con preguntas predefinidas, incluyendo preguntas sobre la infraestructura de telecomunicaciones actual, las expectativas de los usuarios y las posibles soluciones tecnológicas (García Muñoz, 2003).

Uno de los propósitos de la guía de entrevista es identificar deficiencias en la infraestructura de comunicación actual del CNM. Además, busca determinar si existe una herramienta estructurada para analizar las percepciones y experiencias de los empleados,

identificar problemas y limitaciones de la central telefónica analógica, y recopilar comentarios y sugerencias que permitan mejorar la comprensión y optimización del sistema de comunicación de la institución.

A través de la entrevista, se busca recopilar aportes y sugerencias de la experta en TI que contribuyan a definir la estrategia para la migración a una central telefónica IP. Su experiencia y expectativas respecto del desarrollo de la solución permitirán garantizar que esta se ajuste a las necesidades del CNM. Este instrumento se encuentra detallado en el apéndice N.

Cuestionario Estructurado

Narváez (2025) indica que un cuestionario estructurado es un documento utilizado para recopilar datos de los encuestados y consiste en un conjunto de preguntas estandarizadas con un marco predeterminado que establece el lenguaje y la secuencia precisa de las preguntas.

En los cuestionarios estructurados se formulan preguntas con un lenguaje específico. Dependiendo de cómo estén configurados, pueden recopilar una gran cantidad de información útil que proporciona una comprensión profunda de los pensamientos de la gran mayoría de los encuestados (Narvaez, 2025).

Google Forms es una herramienta gratuita y poderosa de Google Workspace que permite a los usuarios crear y compartir formularios de manera sencilla. Con esta aplicación, se pueden diseñar encuestas, exámenes, formularios de registro y mucho más. Es muy versátil y se adapta a diferentes necesidades, desde encuestas para pequeños negocios hasta formularios académicos o evaluaciones en línea (Google, 2025).

También ofrece una variedad de herramientas para crear encuestas de diferentes tipos, como encuestas sencillas o encuestas más complejas con preguntas múltiples, opciones de selección múltiple y encuestas con preguntas abiertas. Además, permite recopilar opiniones y

transformarlas en datos impulsados por personas, lo que facilita la creación de encuestas, test y votaciones para cualquier público.

Esta herramienta permite diseñar, distribuir y analizar los datos recopilados en la encuesta. Esta busca obtener la percepción de los funcionarios del CNM que utilizan la central telefónica actual. La encuesta será distribuida digitalmente mediante la herramienta en línea Google Forms, tal como se muestra en el Apéndice J.

Guía de Observación

De acuerdo con Caro (2019), la guía de observación es una técnica que consiste precisamente en observar el desarrollo del fenómeno que se desea analizar. Este método puede usarse para obtener información cualitativa o cuantitativa, de acuerdo con el modo en que se realiza.

La observación directa es un método de recolección de datos sobre un individuo, fenómeno o situación particular. Se caracteriza porque el investigador se encuentra en el lugar donde se desarrolla el hecho sin intervenir ni alterar el ambiente, ya que, de lo contrario, los datos obtenidos no serían válidos (Cajal, 2020).

El objetivo es registrar acciones y eventos en tiempo real para identificar defectos y verificar otros datos obtenidos. La observación puede detectar problemas operativos provocados por la gestión manual, la falta de documentación adecuada y actualizada.

Además, esta metodología permite evaluar el desempeño de la central telefónica analógica del CNM, identificar oportunidades de mejora y resaltar la necesidad de modernización. Asimismo, contribuye a definir los procesos que deben ser optimizados para garantizar una transición eficiente hacia un sistema más avanzado. Este instrumento se encuentra detallado en el apéndice K.

Guía Para Grupos Focales

Parra (2025), expresa que los grupos focales o *focus groups* es una técnica de investigación utilizada para recopilar datos a través de la interacción grupal. El grupo está compuesto por un pequeño número de personas cuidadosamente seleccionadas en función de un conjunto de criterios predeterminados.

Existen diferentes tipos de grupos focales, que se realizan de manera eficiente y son un recurso excelente para las empresas. La calidad de los resultados depende de la discusión y la capacidad de mantener a los participantes enfocados en la tarea. Los resultados de la investigación de los grupos focales son sólidos (Parra, Andrea, 2025).

La realización de grupos focales en este proyecto de tesis no solo proporciona información de mucha importancia para la migración de la central telefónica a tecnología IP, sino que también asegura que la solución se diseñe desde una perspectiva integral, tomando en cuenta las necesidades reales del CNM y fortaleciendo la toma de decisiones basada en la participación activa de los usuarios de la institución. Dicho instrumento podrá visualizarse en el apéndice M.

Guía de Análisis Documental

Martínez Corona (2023) indica que el análisis documental se define como un conjunto de operaciones ejecutadas con el fin de representar, ya sea el contenido o la forma de un documento, en un registro para su posterior consulta o recuperación.

La investigación documental resulta importante desde el punto de vista de la formación del estudiante, ya que es fundamental la construcción del conocimiento dentro de un proceso mayor de investigación y, por supuesto, de ordenamiento de ideas. La investigación documental

implica complejidades que requieren ser abordadas con claridad; en ese sentido, el no hacerlo repercute en los resultados de la investigación (Martínez Corona, 2023).

En este tema, se abordarán diversos retos que implica la investigación documental actualmente, como la búsqueda en Internet y el acceso a bibliotecas y repositorios digitales, así como estrategias de búsqueda, formas de citación, fuentes diversas y abordajes eficientes al acceso de distinta información. Dicho instrumento podrá visualizarse en el apéndice Ñ.

Proceso para la Recolección de Datos

La recolección de datos es el proceso de búsqueda, recolección y medición de datos de diferentes fuentes para obtener información sobre los procesos, servicios y productos de una empresa o negocio y poder evaluar dichos resultados y así se puedan tomar mejores decisiones. La recolección de datos principalmente sirve para mejorar los procesos de mejora continua, pero se debe entender que también depende en gran medida del problema que esté atacando u objetivo planteado, por el cual se está realizando la recolección (Flores, 2023).

Según Hernández Sampieri et al. (2014), un instrumento de medición registra datos observables que representan verdaderamente los conceptos o las variables en mente del investigador tiene. Las técnicas de recolección de datos deben ser confiables y se deben utilizar con la mayor objetividad posible para que arrojen resultados coherentes.

El procedimiento para la recopilación de datos es un elemento crucial para garantizar que el CNM pueda realizar una transición eficaz de su sistema telefónico, identificar áreas en las que pueda mejorarse, evaluar y valorar tecnologías emergentes y, en general, tomar decisiones validadas y basadas en evidencia para actualizar su infraestructura de comunicaciones. Sin un procedimiento estricto de recopilación de datos, cualquier innovación tecnológica podría no

satisfacer de manera apropiada las demandas específicas del CNM, lo que podría derivar en ineficacias o fallos a largo plazo.

A continuación, se detalla la importancia de este proceso para el CNM:

Diagnóstico del Sistema Actual

Recolectar información permite realizar un diagnóstico preciso sobre el estado de la infraestructura de comunicaciones del CNM, especialmente en lo que respecta a la central telefónica analógica. Al obtener datos detallados sobre su funcionamiento, fallos frecuentes, capacidades y limitaciones, se pueden identificar con mayor claridad las áreas que requieren mejoras y el impacto de la transición a tecnología IP.

Información para la Toma de Decisiones

Tras la recopilación de datos, el procedimiento facilita a las direcciones y jefaturas del CNM la toma de decisiones fundamentadas acerca del futuro de las comunicaciones. De hecho, los resultados del análisis se pueden usar como base para crear un plan de inversión que satisfaga las necesidades específicas del CNM, minimice los costos y cumpla con los estándares requeridos.

Identificación de Requerimientos y Especificaciones Técnicas

La recopilación de información también comprende la recolección de datos acerca de las exigencias técnicas y las especificaciones requeridas para que la infraestructura de comunicaciones se adecue a los estándares técnicos del CNM y del MCJ.

Análisis de Datos

Es una técnica de recolección de datos implica la revisión y evaluación sistemática de documentos existentes para extraer información relevante. Esta técnica es fundamental para obtener datos históricos, contextuales y específicos, los cuales pueden no estar disponibles a

través de otros métodos de recolección de datos. De acuerdo con Hernández Sampieri, el análisis documental permite detectar, obtener y consultar la bibliografía y otros materiales que pueden ser útiles para los propósitos del estudio, de donde se debe extraer y recopilar la información relevante y necesaria que atañe al problema de la investigación Hernández Sampieri et al. (2014).

Análisis de Datos en el Marco del Proyecto de Tesis

El análisis de datos es un proceso crítico para interpretar y dar sentido a la información recolectada. A través de este enfoque, se asegura que los resultados tengan sentido y sean útiles para la solución indicada. Este proceso de análisis de datos puede estructurarse de la siguiente manera:

Tabla 6

Etapas del Análisis de Datos

Etapa	Descripción	Importancia
Organización de los Datos	Clasificar y ordenar los datos recolectados mediante instrumentos como entrevistas, cuestionarios, observación directa, otros.	Asegura que los datos están preparados para el análisis y simplifica la identificación de datos pertinentes.
Categorización	Organizar la información en categorías temáticas o conceptuales vinculadas a los propósitos concretos de la investigación.	Facilita la organización del análisis en segmentos controlables y centrados.
Análisis Descriptivo	Determinar patrones, tendencias y descubrimientos preliminares en las categorías.	Promueve la identificación de zonas críticas del sistema existente y su conexión con las necesidades de la solución IP.
Triangulación	Comparar la información adquirida de diferentes fuentes e instrumentos para confirmar la coherencia de los descubrimientos.	Aumenta la confiabilidad y la validez de los resultados logrados.
Interpretación de los Datos	Incorporar resultados categorizados y triangulados para responder a la interrogante	Ofrece un esquema definido para las conclusiones y sugerencias del proyecto.

	de investigación y alcanzar metas concretas.	
Elaboración de Reportes	Exponer los hallazgos del análisis en diagramas, cuadros, esquemas o síntesis narrativas.	Garantiza que los resultados sean beneficiosos tanto para la entidad como para procesos de implementación futuros.

Nota. La **Tabla 6**

Etapas del Análisis de Datos proporciona una perspectiva organizada del procedimiento de análisis de datos y resalta su descripción e importancia para el proyecto de tesis.

Capítulo IV: Análisis de Resultados

En el presente capítulo se lleva a cabo la recolección y presentación de los datos, los cuales corresponden a cada uno de los objetivos de la investigación requeridos para brindar una propuesta de solución a la problemática planteada por el Centro Nacional de la Música.

Con el propósito de cumplir con los objetivos establecidos en los capítulos previos, se examinan las variables definidas en este estudio, teniendo en cuenta elementos técnicos, funcionales y operativos de la infraestructura actual. Luego del estudio de los datos recolectados, se realiza el diseño de una propuesta que incluya la implementación de un sistema de telefonía IP, con detalle de las especificaciones requeridas para que el CNM disponga de un marco técnico que oriente la transición a esta tecnología telefónica.

Entrevista Aplicada a la Licda. Catalina Cabezas Bolaños jefa de TI del MCJ.

Se realizó una entrevista a la Ingeniera en Sistemas, Lic. Sandra Catalina Cabezas Bolaños, quien actualmente ocupa el cargo de jefa del Departamento de Informática del Ministerio de Cultura y Juventud. En la entrevista, se le consultó acerca de su posición sobre las dificultades que el CNM afronta en cuanto a la infraestructura de comunicaciones.

La Lic. Cabezas confirmó que el CNM enfrenta limitaciones significativas en la comunicación externa, especialmente cuando los usuarios se encuentran en modalidad de teletrabajo. Estas dificultades surgen debido a la ausencia de un sistema de telefonía IP y la falta de herramientas como software especializado para gestionar y optimizar la comunicación a distancia. Este panorama impacta en la eficacia operativa y la capacidad de respuesta de la institución frente a sus usuarios.

A continuación, se muestran las preguntas realizadas a la jefatura de informática del MCJ durante la entrevista:

1. ¿Cuál es su cargo en el MCJ y cuál es su rol en relación con las instituciones adscritas al Ministerio?

Actualmente, me desempeño como jefa de Informática del MCJ, y entre mis responsabilidades está la supervisión y aprobación de las compras en materia de TI de las instituciones adscritas al Ministerio, incluyendo el CNM. En el caso específico del CNM, mi función abarca la validación del presupuesto destinado a la adquisición de hardware y software, asegurando su correcta aplicación. Además, brindo apoyo en la definición de las especificaciones técnicas necesarias para la elaboración y publicación de los carteles en SICOP.

2. ¿Conoce las principales limitaciones que enfrenta el Centro Nacional de la Música en su actual infraestructura de comunicaciones?

Referente a la primera pregunta, la Licda. Catalina Cabezas manifestó que tiene total conocimiento de las principales limitaciones que enfrenta el CNM en su infraestructura de comunicaciones actual, fundamentada en tecnología analógica. Afirmó que esta tecnología, además de ser obsoleta, no cumple con las demandas presentes de la entidad ni asegura una comunicación eficaz.

Destacó que uno de los factores claves que ha obstaculizado la transición hacia una solución más moderna ha sido la escasez de fondos presupuestarios destinados específicamente a este fin. Además, señaló que el CNM no posee un recurso humano especialista en el campo de las telecomunicaciones, o en el área de TI.

La Lida. Cabezas resaltó que, a pesar de la total conciencia acerca de la necesidad de actualizar el sistema, la prioridad de la Dirección General del CNM es priorizar sus recursos en

otras áreas como la artística y ha dejado este proyecto pendiente, pese a las recomendaciones del área TI y de la auditoría interna y de su relevancia estratégica para el CNM. Además, indicó que una solución como la telefonía IP no solo demandará un considerable esfuerzo económico, sino también formación para el personal actual y acompañamiento técnico del área de informática del MCJ durante las etapas de la implementación.

A su vez, concluyó que, a pesar de la falta de personal técnico en el CNM, el departamento de infraestructura informática del MCJ se comprometerá a apoyar este proyecto desde su etapa inicial hasta su finalización, ofreciendo apoyo técnico constante, siempre que el CNM lo solicite y se acaten las recomendaciones técnicas emitidas en este proyecto.

3. ¿Considera que la implementación de telefonía IP mejoraría la comunicación entre departamentos, áreas técnicas y usuarios externos del CNM?

Definitivamente, creo que la puesta en marcha de una solución de telefonía IP-PBX potenciaría de manera significativa la comunicación interna y externa del CNM. Esta clase de tecnología facilita una integración eficaz entre los distintos departamentos y áreas técnicas, al proporcionar características sofisticadas como extensiones virtuales, transferencias de llamadas automáticas y sistemas de mensajería unificada.

Respecto a los usuarios externos, una central IP-PBX mejora la atención al público y a los proveedores, a través de sistemas de distribución de llamadas automáticas (ACD), menús interactivos (IVR) y la capacidad de administrar las llamadas de forma más eficiente. No solo optimiza la experiencia del usuario externo, sino que también transmite una percepción de modernidad y profesionalidad en concordancia con las metas del CNM.

Por otro lado, la capacidad para generar informes acerca de las comunicaciones facilitará a los jefes de cada departamento el análisis y la modificación de los procesos, lo que favorecerá

un uso más eficaz de los recursos institucionales. Este grado de control y supervisión no es factible con la actual central analógica, lo que subraya la importancia de evolucionar hacia esta tecnología IP.

4. ¿Desde su experiencia como jefatura de informática del MCJ y ente rector de las instituciones adscritas en materia de TI, ¿qué desafíos principales enfrenta la implementación de un sistema de telefonía IP en una institución como el CNM?

Considero que problema principal es el aspecto financiero dado que un sistema de telefonía IP implicaría una inversión significativa en infraestructura y servicios, con el fin de la implementación. Además, podría presentarse una inconformidad al cambio por parte del personal administrativo, profesores, y de los músicos de la OSN, quienes podrían mostrar reticencia al uso de nuevas herramientas tecnológicas, particularmente aquellas que introducen mecanismos de control más estrictos sobre los recursos institucionales.

A su vez, la falta de un sistema de comunicaciones moderno impide al CNM gestionar y supervisar eficientemente el uso de los recursos telefónicos. El equipo de comunicación analógico actual no permite registrar la utilización del servicio, por lo tanto, no se dispone de ninguna información acerca del tiempo de llamada o del propósito de esta.

Además, indico que con la implementación de una central telefónica IP, sería posible integrar un software de gestión que genere estadísticas detalladas por usuario, incluidos los costos de llamada y el tiempo de utilización, tal como se hace en el MCJ.

Por último, detallo que se podría presentar otro desafío crítico que es la carencia de personal técnico especializado. Actualmente, el CNM no cuenta con un ingeniero de planta en tecnología de información, lo que representa una limitación significativa para la administración y el mantenimiento del nuevo sistema IP y otros aspectos tecnológicos relacionados.

5. ¿Qué herramientas tecnológicas considera que podrían ser útiles para mejorar la comunicación interna y externa en el CNM?

Para mejorar la comunicación interna y externa en el CNM, considero que se deben incorporar herramientas tecnológicas modernas que faciliten tanto la colaboración entre los departamentos como la interacción con los usuarios externos. Considero que entre las principales tecnologías que podrían implementarse y basado en la experiencia del MCJ, está la adquisición de un sistema de telefonía IP-PBX, integración de CRM y sistemas de reportes y estadísticas, entre otras soluciones.

6. ¿Considera factible la incorporación de software de comunicación, sean estos propietarios o de código abierto, como complemento a la propuesta del sistema de Telefonía IP?

Como lo he expuesto en lo largo de la entrevista, la implantación de una central telefónica IP es crucial para la modernización de las comunicaciones del CNM. Esta tecnología debe contemplarse con su respectivo software de administración, lo cual le permitirá a la institución un mayor control sobre el uso que se le está dando actualmente. Es importante llevar un informe mensual del uso que cada colaborador hace del sistema telefónico, así como el costo que representa para el CNM el uso excesivo de las llamadas salientes para actividades ajenas a la institución. Como bien reza el dicho: "lo que no se mide, no se controla". Desde mi perspectiva, como jefa del área de TI, dotar a las instituciones adscritas al MCJ de herramientas tecnológicas para modernizar su infraestructura y controlar de manera responsable los bienes públicos debe ser una prioridad.

Respecto a la selección entre software de código abierto y propietario, esta selección se basará en el presupuesto final destinado al proyecto. En mi opinión, prefiero el software de propiedad, dado que estos sistemas generalmente cuentan con un soporte técnico directo del proveedor, lo que facilita una pronta solución de problemas y actualizaciones periódicas.

Por otro lado, a pesar de que el software de código abierto puede ser una opción más asequible, su utilización demandara un nivel más sofisticado de habilidades técnicas y una mayor independencia, dado que su respaldo se basa en la comunidad de programadores. Si las jefaturas del CNM optaran por esta alternativa, habría que solicitar un servicio administrado o bien, paquetes de horas de soporte debido a la carencia de un colaborador con estas habilidades.

7. ¿Cuál es su opinión sobre este proyecto de tesis que propone la migración del sistema de telefonía analógica a IP?

Considero que este proyecto de tesis es sumamente importante y beneficioso para el Centro Nacional de la Música. Debido a que con este tipo de investigaciones no solo exponen las carencias tecnológicas que enfrenta la institución, sino que también aportan una perspectiva externa.

Este proyecto brindará una valiosa oportunidad para que la dirección del CNM tome conciencia y provisione de los recursos que la infraestructura de comunicaciones requiere para solventar las fallas que se vienen presentando desde hace años.

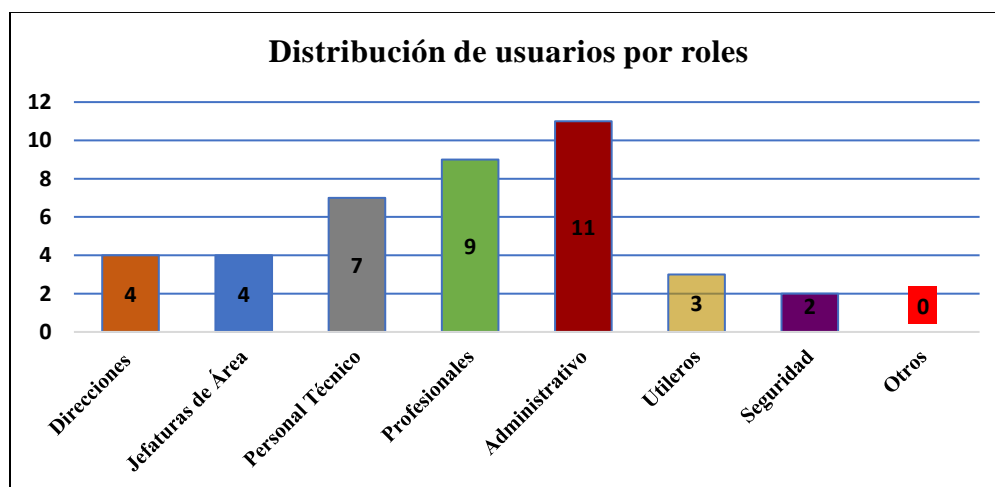
Le puedo asegurar que este proyecto ha llamado la atención de los jefarcas del CNM, quienes ahora comprenden que la modernización de la central telefónica no es un capricho por parte de esta jefatura, sino una necesidad urgente y palpable. Esto quedó claramente evidenciado durante su visita a las instalaciones y en los hallazgos que presentó.

Agradezco enormemente su compromiso con el CNM y su tiempo para llevar a cabo esta investigación de tesis. Este proyecto no solo beneficia al CNM y al MCJ, sino que también refuerza el trabajo que se ha realizado desde esta jefatura. Gracias a este proyecto de investigación, los recursos para materializar este proyecto en 2025, están comenzando a buscarse activamente desde las jefaturas del CNM, lo que nos llena de esperanza para concretar esta importante mejora en corto tiempo.

Resultado de la Encuesta Aplicada al Personal del CNM

A continuación, se presentan los resultados del cuestionario aplicado a una muestra de 40 usuarios de diferentes puestos que utilizan la central telefónica analógica.

1. ¿Cuál es su puesto en el CNM?
 - a) Dirección
 - b) Jefatura de área
 - c) Personal técnico
 - d) Administrativo
 - e) Utileros
 - f) Seguridad
 - g) Otros.

Figura 13*Perfil del Empleado*

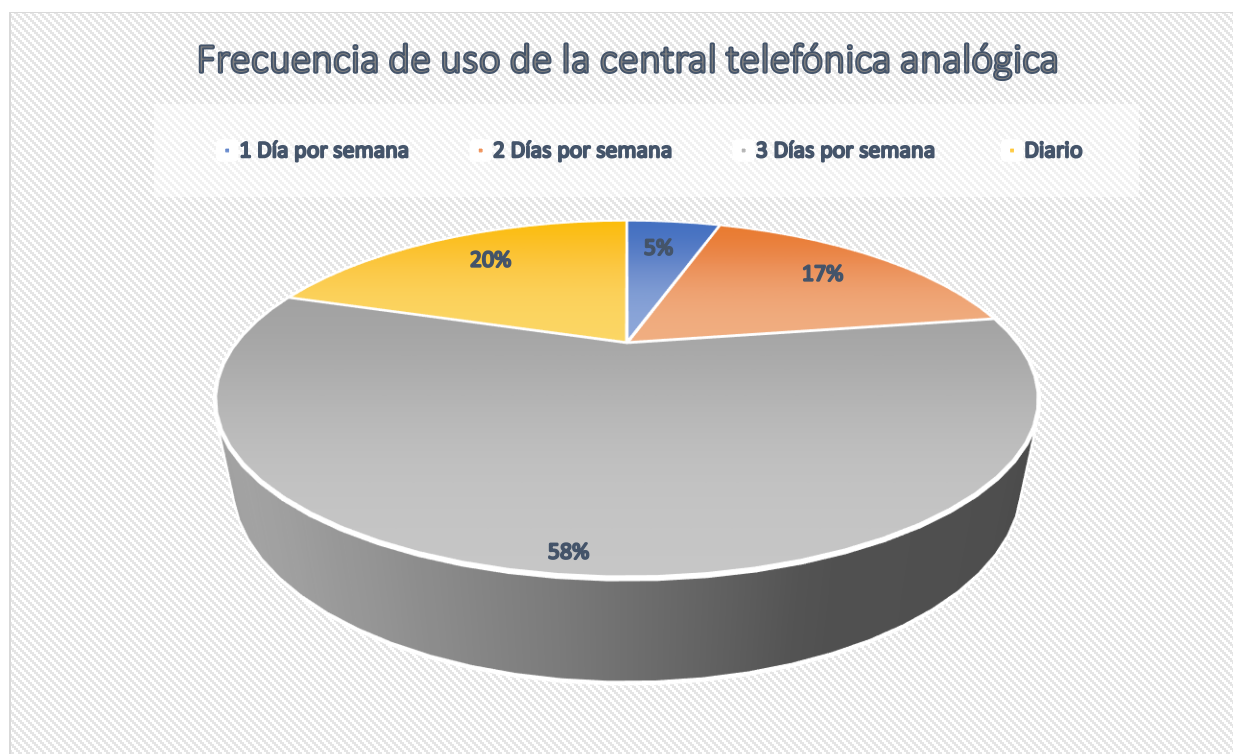
Como se observa en la **Figura 13**

Perfil del Empleado, el objetivo es identificar el perfil de los encuestados y clasificar su puesto dentro de la institución.

Análisis: Esta pregunta tiene como objetivo categorizar a los participantes de acuerdo con su puesto en el CNM, para facilitar la segmentación de las opiniones respecto del proyecto de telefonía IP.

Por último, se busca identificar aquellos funcionarios que optan por "Otro" para detectar grupos adicionales de relevancia que no se visualizan en el organigrama de la institución.

- 2 ¿Con qué frecuencia utiliza el sistema de telefonía actual del CNM?
 - a) 1 día por semana
 - b) 2 días por semana
 - c) 3 días por semana
 - d) Diario
 - e) Nunca

Figura 14*Utilización de la Central Analógica*

Como se muestra en la **Figura 14**

Utilización de la Central Analógica, el objetivo de esta pregunta es determinar la frecuencia de uso del sistema de telefonía actual por parte de los usuarios. Permite priorizar las necesidades de quienes más lo utilizan, detectar usuarios no involucrados y entender patrones de uso.

Análisis: Los resultados de la frecuencia de uso del actual sistema telefónico del CNM indican lo siguiente:

- **Uso Diario:** Es más habitual entre el personal de las direcciones, jefaturas, personal de seguridad y utileros. Eso indica que estos usuarios dependen más del sistema telefónico para sus actividades cotidianas.
- **Uso de 3 días por semana:** Es más entre los técnicos, los administrativos y profesionales, lo que señala un uso medio del sistema.

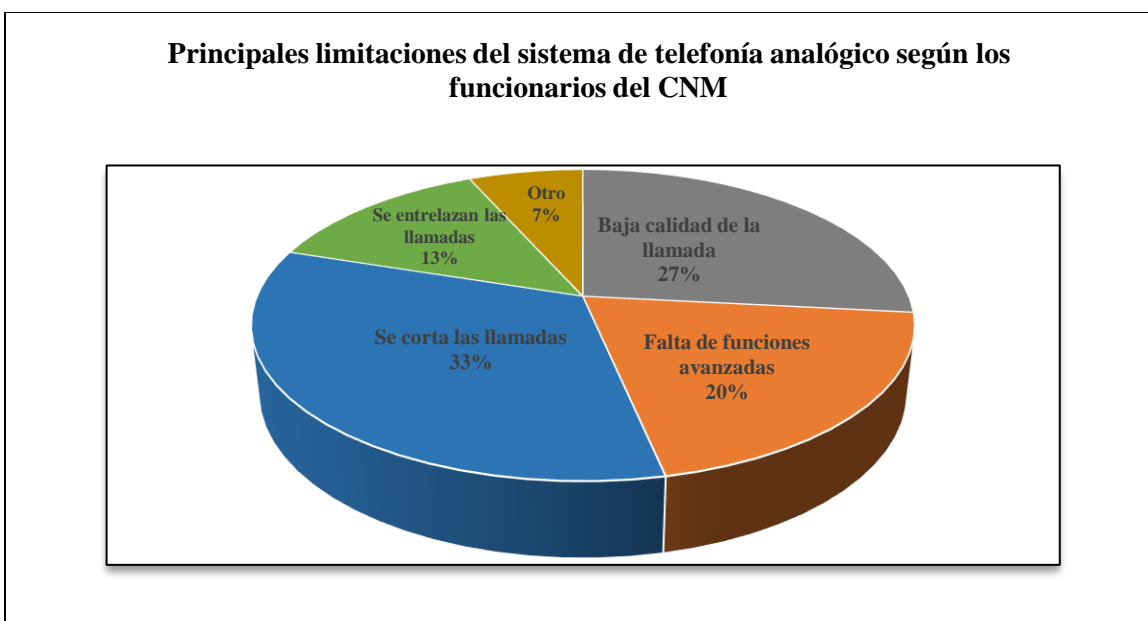
- Uso de 1 o 2 días Por semana: Es más reducido, restringido a profesionales, lo que significa un uso ocasional en estas categorías, debido al teletrabajo por un decreto presidencial se presentan 1 vez a la semana, este decreto vence el 31 de marzo.
- Nunca: La ausencia de registros en esta categoría sugiere que todos los grupos utilizan el sistema.

Por último, el uso del sistema de telefonía actual varía según el rol; es más frecuente entre altos jefes, administrativos, utileros y el personal de seguridad, lo que permite medir las necesidades de cada área según su actividad diaria.

- 3 ¿Cuáles son las principales limitaciones que ha experimentado con el sistema de telefonía actual? (Puede seleccionar más de una opción).
- a) Baja calidad de la llamada.
 - b) Falta de funciones avanzadas (por ejemplo, videollamadas, conferencias).
 - c) Se cortan las llamadas.
 - d) Se entrelazan las llamadas.
 - e) Otro _____

Figura 15

Limitaciones del Sistema de Telefonía Analógico



Como se muestra en la **Figura 15**

Limitaciones del Sistema de Telefonía Analógico, el objetivo de esta pregunta es identificar las principales problemáticas o deficiencias del sistema de telefonía actual, desde la perspectiva de los usuarios.

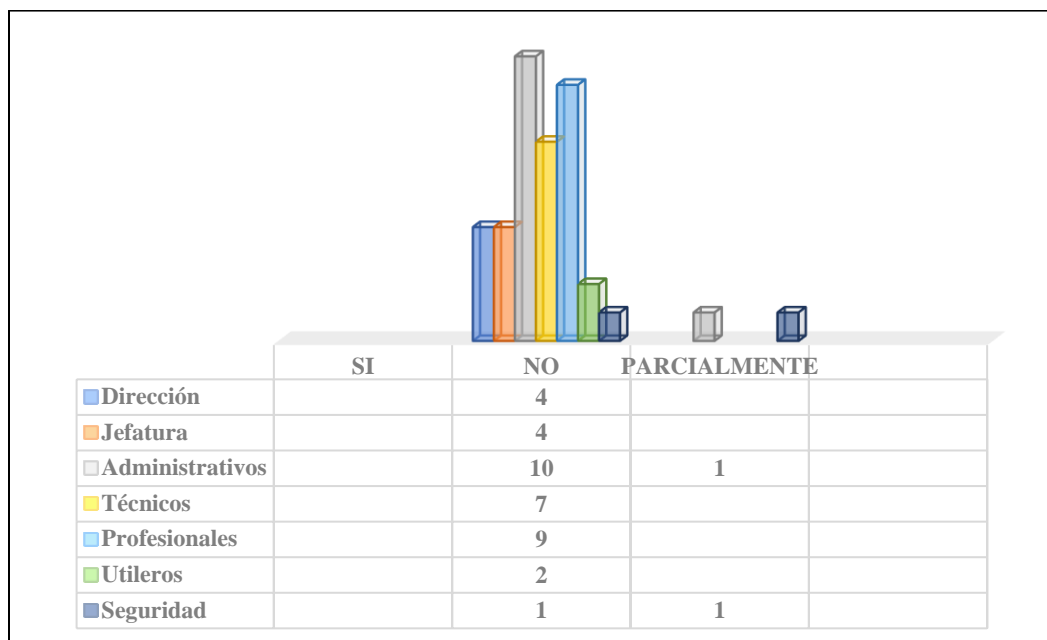
Análisis: Los resultados derivados del cuestionario permitieron determinar que las principales limitaciones del sistema de telefonía en el CNM son el corte de llamadas (33%) y la baja calidad (27%), seguidas por la falta de funciones avanzadas (20%) y el entrelazado de llamadas (13%). Además, un 7% reporta problemas en la interrupción constante de la caída de la central telefónica por periodos extensos. Estos resultados muestran la necesidad de modernizar el sistema analógico a tecnología IP para mejorar su estabilidad, calidad y funcionalidad.

- 4 ¿Considera que el sistema de telefonía actual cumple con las necesidades del CNM?
- a) Sí
 - b) No

c) Parcialmente

Figura 16

Percepción Sobre si el Sistema de Telefonía Analógico del CNM



Como se ilustra en la **Figura 16**

Percepción Sobre si el Sistema de Telefonía Analógico del CNM, el objetivo de esta pregunta es evaluar el nivel de satisfacción de los usuarios con el sistema de telefonía analógico actual y determinar si cumple con las necesidades operativas de la institución.

Análisis: Los resultados derivados del cuestionario permitieron determinar que el 95% (correspondiente a 38 funcionarios), muestra una percepción general negativa sobre la capacidad del sistema de telefonía actual para satisfacer las necesidades del CNM y el restante 5% (correspondiente a 2 funcionarios) señala que el sistema de telefonía actual satisface las necesidades parcialmente.

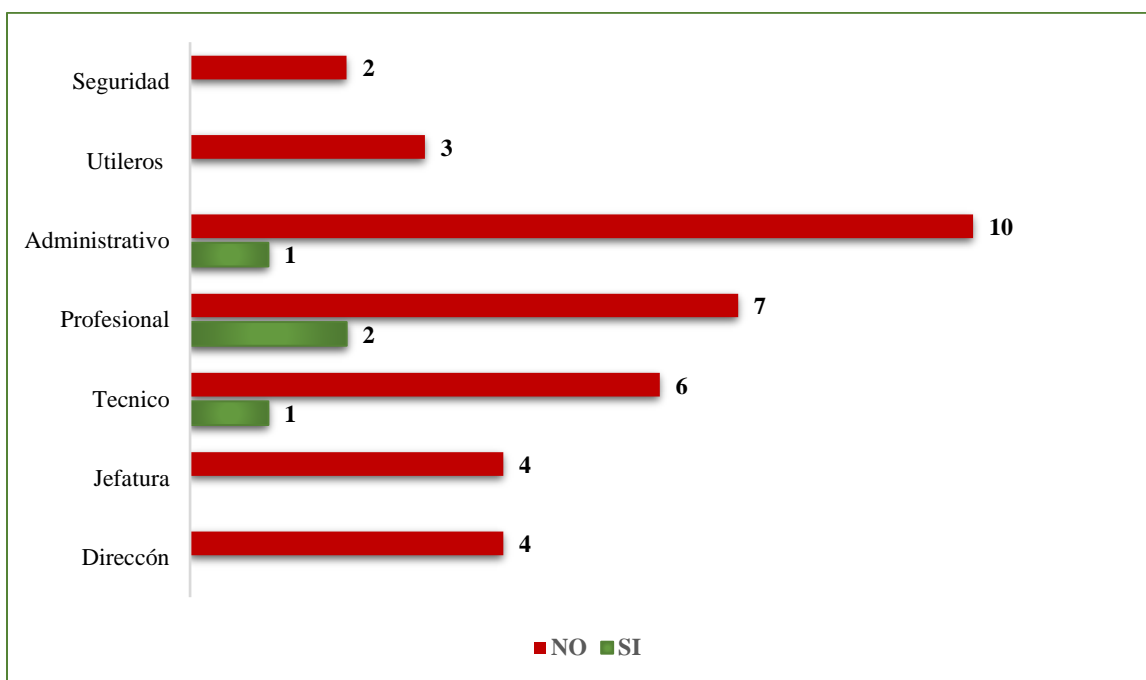
5 ¿Posee usted conocimiento sobre el término “tecnología de voz IP”?

a) Sí

b) No

Figura 17

Evaluación del Conocimiento sobre la Tecnología de voz IP



Como se detalla en la *Figura 17*

Evaluación del Conocimiento sobre la Tecnología de voz IP, el propósito de esta esta consulta es medir el grado de entendimiento de los funcionarios en relación con la tecnología de telefonía IP. Esto permite determinar si el personal posee un entendimiento básico de esta tecnología, lo que resulta crucial para identificar posibles brechas de conocimiento que puedan afectar su aceptación, empleo o puesta en marcha.

Análisis: Los resultados derivados del cuestionario permitieron determinar que el 90%

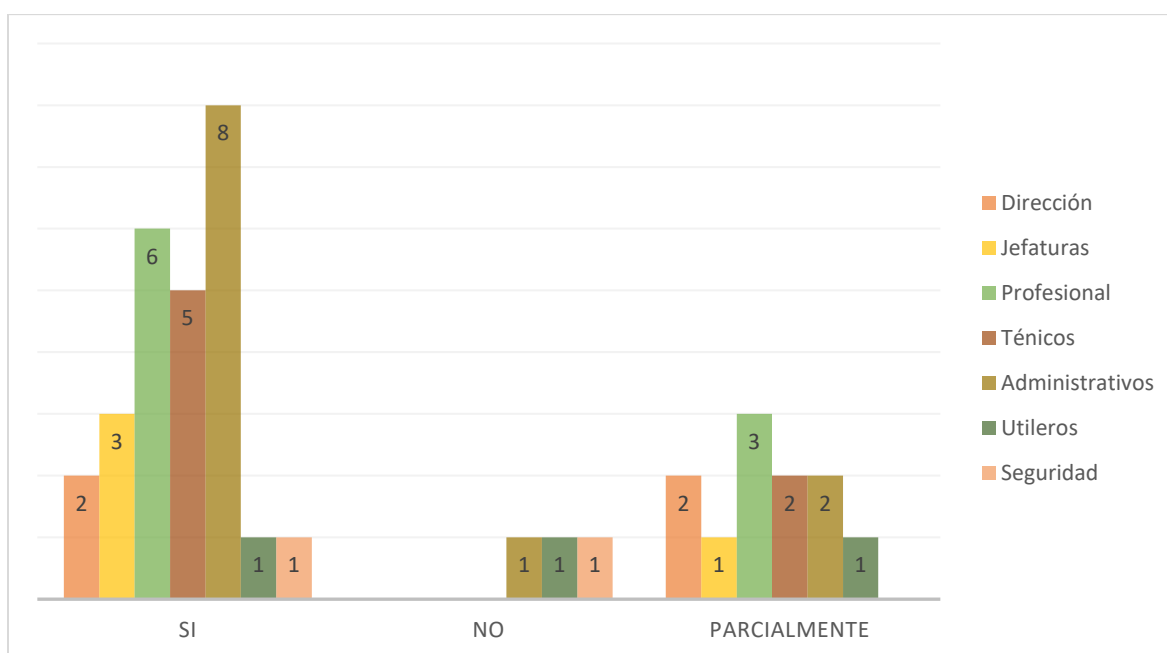
(correspondiente a 36 funcionarios) no posee conocimiento alguno sobre “tecnología de voz IP” y el restante 10% (concerniente a 4 funcionarios) se encuentra al tanto de lo que significa dicho término.

6 ¿Cree que la implementación de telefonía IP mejoraría la comunicación entre los departamentos, áreas técnicas y usuarios externos del CNM?

- a) Sí
- b) No
- c) No estoy seguro/a

Figura 18

Percepción con la Implementación de Telefonía IP en el CNM



Como se detalla en la **Figura 18**

Percepción con la Implementación de Telefonía IP en el CNM, la finalidad de esta pregunta es valorar la visión de los colaboradores respecto de las ventajas de incorporar la telefonía IP en el

CNM. Intenta establecer si consideran que potenciará la comunicación tanto interna como externa y determinar el nivel de aceptación.

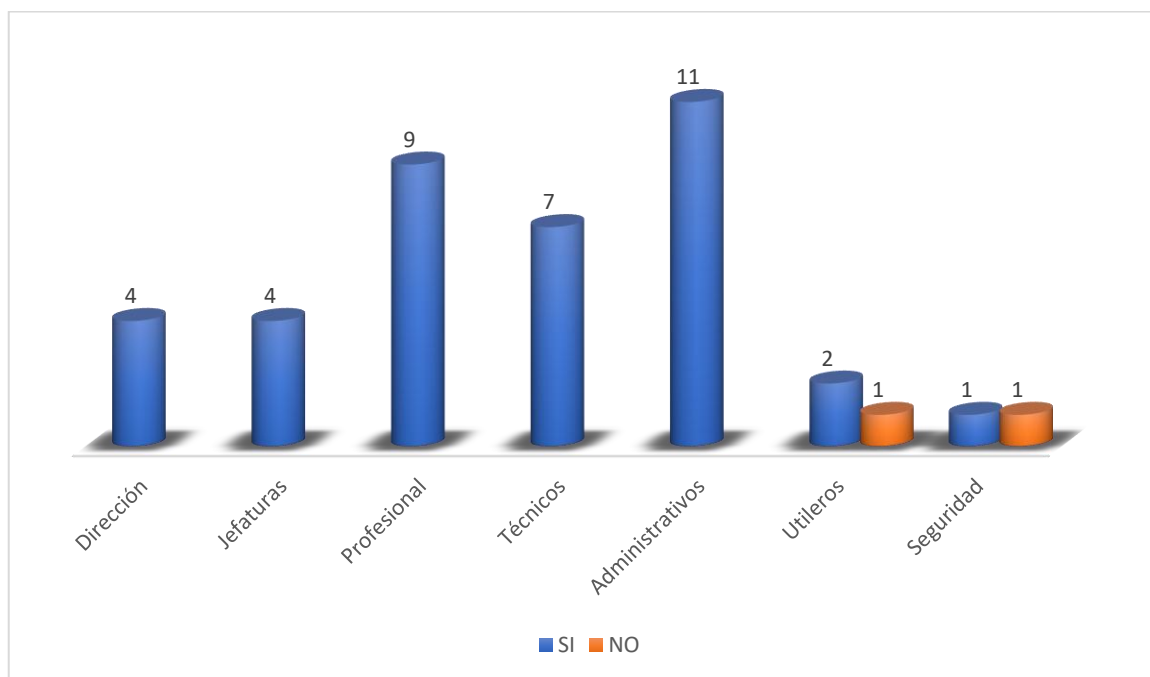
Análisis: El resultado a esta consulta demuestra que el proyecto de aplicación de telefonía IP tiene un fuerte apoyo de los funcionarios, lo que constituye un indicador relevante para su factibilidad y aprobación organizacional. Este nivel de respaldo simplifica la toma de decisiones respecto de la distribución de recursos y la asignación de prioridad al proyecto dentro del plan de actualización tecnológica del CNM.

7 ¿Considera usted que una de las ventajas de tener un sistema de Telefonía IP radica en que se puede mejorar la productividad de la institución?

- a) Sí
- b) No

Figura 19

Nivel de Conocimiento sobre las Ventajas de la Telefonía IP



Como se detalla en la **Figura 19**

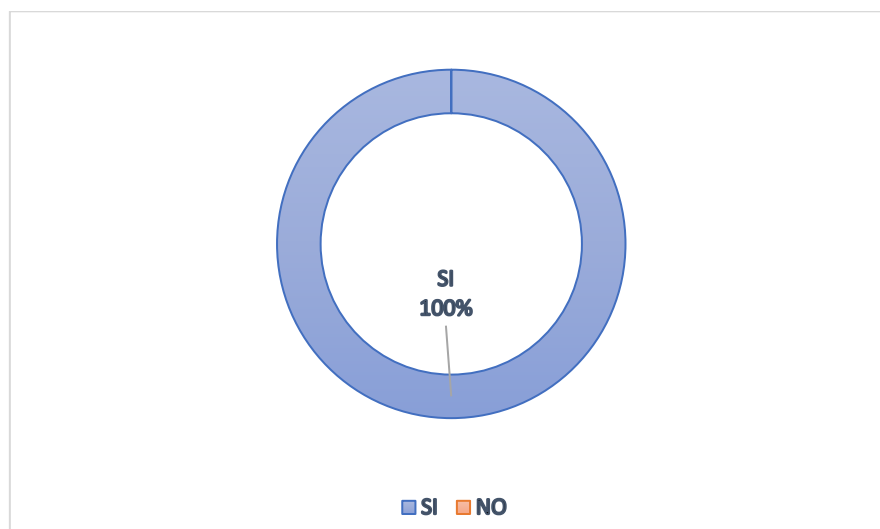
Nivel de Conocimiento sobre las Ventajas de la Telefonía IP finalidad de esta pregunta es evaluar el conocimiento de los participantes acerca de cómo la telefonía IP incrementa la productividad en la organización. Esto permite detectar vacíos de conocimiento, confirmar la necesidad del proyecto y organizar formación si se requiere.

Análisis: Los resultados derivados permitieron determinar que el 95% (correspondiente a 38 funcionarios) considera que una de las ventajas más importantes de tener un sistema de Telefonía IP radica en que se puede mejorar la productividad de sus funciones; el restante 5% (correspondiente a 2 funcionarios) no lo consideran relevante debido a sus funciones en la institución.

- 8 ¿Está usted de acuerdo en que la telefonía IP es una mejor herramienta de comunicación en comparación de la telefonía analógica actual?
- a) Sí
 - b) No

Figura 20

Percepción sobre la Telefonía IP Frente a la Analógica



Como se muestra en la **Figura 20**

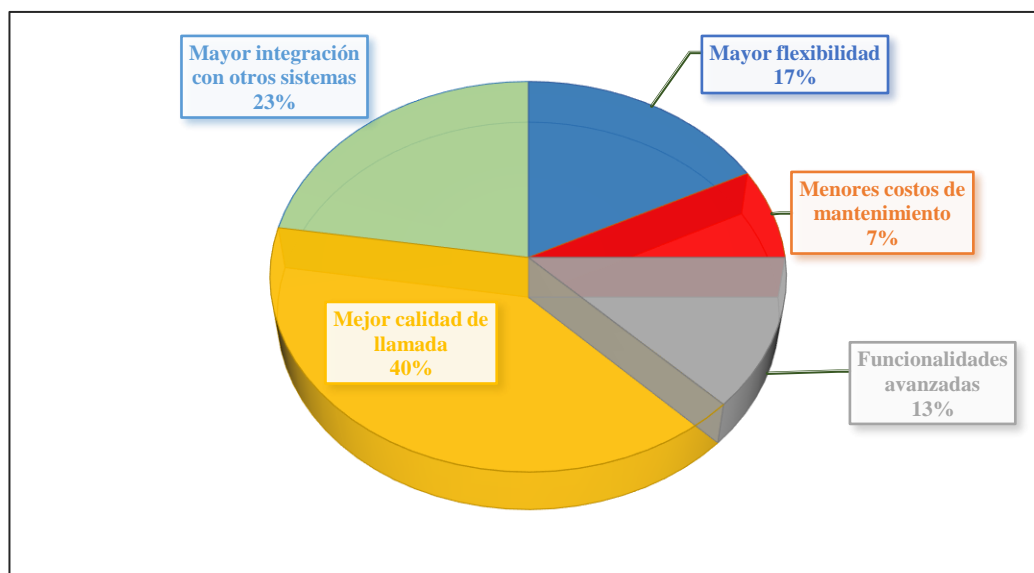
Percepción sobre la Telefonía IP Frente a la Analógica, el gráfico permite analizar el punto de vista de los funcionarios acerca de si la telefonía IP es un medio de comunicación superior en comparación con la telefonía convencional, para apoyar su aplicación en el CNM.

Análisis. Con la totalidad de los 40 funcionarios respondiendo "Sí", se demuestra una apertura al cambio, pues se considera que la telefonía IP es mejor que la telefonía actual utilizada por la entidad.

- 9 ¿Qué beneficios adicionales considera que podría aportar la telefonía IP?
- a) Mayor flexibilidad (por ejemplo, uso de dispositivos móviles).
 - b) Menores costos de mantenimiento.
 - c) Funcionalidades avanzadas (videollamadas, conferencias, otros).
 - d) Mejor calidad de llamada.
 - e) Mayor integración con otros sistemas.
 - f) Otro (especificar): _____

Figura 21

Beneficios Adicionales que Podría Aportar la Telefonía IP



La **Figura 23**

Equipos del Sistema de Telefonía Analógico del CNM, detalla que la finalidad de la pregunta es determinar las ventajas extras que los usuarios ven como valiosas al instaurar un sistema de telefonía IP. Esto facilita la recolección de datos acerca de las expectativas, prioridades y requerimientos particulares vinculados con la tecnología, lo que contribuye a la toma de decisiones para su puesta en marcha u optimización a corto plazo.

Análisis: El estudio de los resultados revela que la mejor calidad de las llamadas (40%) es el beneficio más apreciado por los funcionarios, lo que refuerza el enfoque en los aspectos durante la implementación. La variedad de respuestas evidencia que la telefonía IP puede cubrir diversas necesidades y expectativas, reforzando el caso para su modernización, de su central analógica actual a tecnología IP.

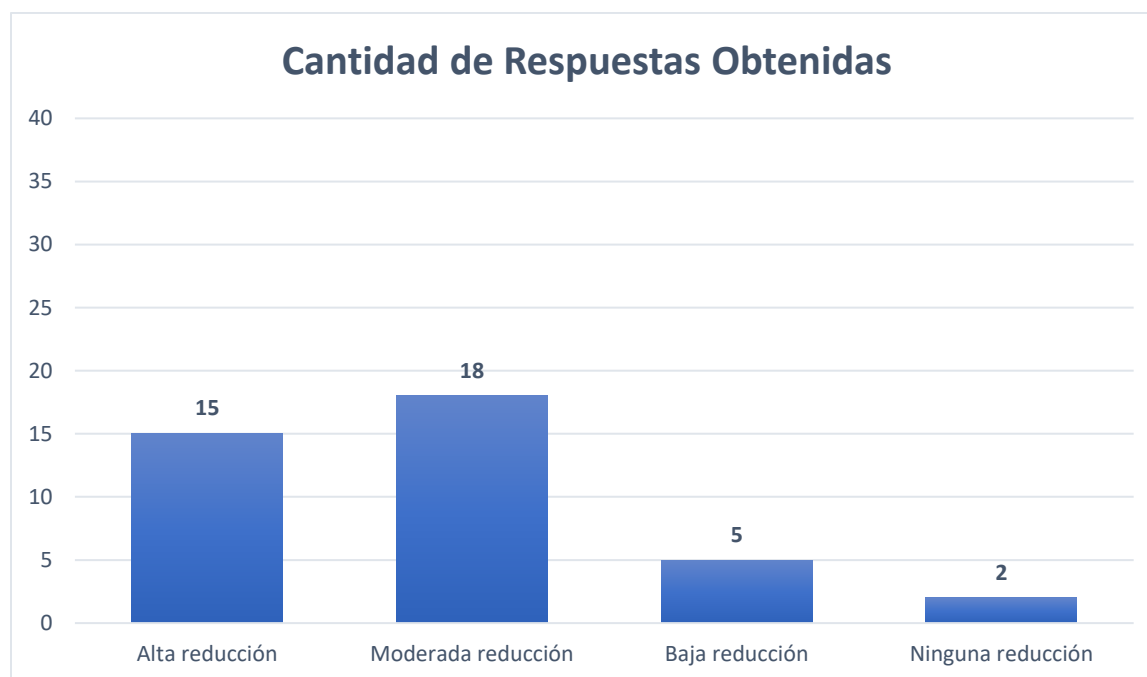
10 ¿Qué impacto considera que tendría la telefonía IP en la reducción de los costos de los servicios telefónicos tradicionales?

a) Alta reducción

- b) Moderada reducción
- c) Baja reducción
- d) Ninguna reducción

Figura 22

Percepción del impacto de la telefonía IP en costos telefónicos



La **Figura 22**

Percepción del impacto de la telefonía IP en costos telefónicos muestra que el propósito de esta pregunta es establecer la visión de los funcionarios respecto del efecto económico que tendría la aplicación de la telefonía IP en relación con los costos actuales de los servicios telefónicos.

Resultados basados en una muestra de 40 participantes:

- Alta reducción: 15 usuarios (37.5%)
- Moderada reducción: 18 usuarios (45%)
- Baja reducción: 5 usuarios (12.5%)

- Ninguna reducción: 2 usuarios (5%)

Análisis. Los resultados muestran que, para los funcionarios, se obtendría una reducción de costos con la aplicación de la telefonía IP.

11 ¿Con base en su experiencia, de acuerdo con el cargo que desempeña, cuales serían los principales desafíos para la implementación del sistema de telefonía IP en el CNM?
(Respuesta abierta).

La finalidad de esta pregunta es conocer las percepciones de los funcionarios respecto de los retos vinculados con la puesta en marcha de un sistema de telefonía IP en el CNM.

Análisis. Revisando las respuestas de los participantes, según su perfil de puesto, a las direcciones y jefaturas les preocupan los recortes al presupuesto que se han venido presentando en los últimos años en la institución, debido al déficit fiscal que afronta el país y la resistencia al cambio por parte de los funcionarios.

A los mandos medios les preocupa que la telefonía dependa del servicio de Internet, pues debido a una caída de este servicio no habría comunicación en la institución, por lo que es importante valorar la implementación de un segundo proveedor de Internet, en caso que el ICE falle.

Por otro lado, a los funcionarios de baja escolaridad les preocupa que no se les proporcione la capacitación adecuada para el uso de la herramienta y el uso de un nuevo modelo de telefonía IP.

Discusión en Grupos

Se llevó a cabo una sesión presencial el lunes 20 de enero a las 11:00 a.m. en las instalaciones del Centro Nacional de la Música (CNM). En la reunión participaron el Lic. Ramiro Ramírez, director general; el Lic. Alexis Carranza, jefe Administrativo; la Lic. Gladys

Bolaños, encargada del presupuesto; y la Lic. Laura Arce, jefa de la Proveeduría. Además, se contó con la presencia del Ing. Wagner Chavarría, encargado de la infraestructura de telecomunicaciones del Ministerio de Cultura y Juventud (MCJ).

Durante la sesión, se abordaron diversos aspectos clave del proceso de migración, los que se detallan a continuación:

Obsolescencia de la Telefonía Analógica Actual

La reunión grupal se inició conversando respecto de que la infraestructura de telecomunicaciones con que cuenta la institución ya culminó su vida útil debido a los años de operación y los constantes problemas que presenta, además, lo difícil que es la búsqueda de repuestos y personal técnico para resolver las fallas.

Seguidamente, se discutió que la solución tecnológica puede ser implementada de forma local o en la nube, dependiendo del presupuesto disponible. Se acordó que el área de TI MCJ brindará apoyo durante el proceso de migración, al estado crítico de la actual central telefónica, lo cual hace indispensable su migración a tecnología IP, con el objetivo de garantizar la continuidad y eficiencia de las comunicaciones del CNM.

Por último, los altos jefes del CNM recalcaron que este tipo de reuniones de manera presencial, ha sido de suma importancia, porque ha representado el insumo para evidenciar en sitio la obsolescencia del sistema telefónico actual.

Estado de la Infraestructura de RED

Entre el ingeniero Wagner Chavarría, del Departamento de Tecnologías de la Información (TI) del MCJ y mi persona, efectuamos una revisión física preliminar del estado de la infraestructura de red, el equipo activo y el de comunicaciones del CNM. Durante la reunión en sitio, se concluyó que el cableado RJ45 categoría 6A, los switches, las UPS y el rack

principal, cumplen técnicamente con los requisitos necesarios para soportar la instalación de una nueva central telefónica IP. Además, se determinó que hay un total de 80 espacios disponibles para conectar la futura central y los teléfonos IP, lo cual significa que no es necesario adquirir nueva infraestructura en cuanto a equipos de red y cableado.

No obstante, en la sesión se les recomendó a las jefaturas del CNM actualizar el dispositivo Fortinet a la versión 200E, con sus respectivas licencias, para mejorar la seguridad y el rendimiento de la red.

Impacto Financiero y Presupuestario

Durante la sesión, se debatieron las implicaciones económicas de la migración, tanto en términos de inversión inicial como en el ahorro de costos operativos que generaría la telefonía IP a largo plazo, según las experiencias previas del MCJ. Se acordó que el director general, jefe Administrativo y la encargada de presupuesto, realizarán una modificación presupuestaria sobre los dieciocho millones de colones que actualmente dispone el CNM en la partida 5. En caso de ser necesario, se buscará patrocinio para cubrir cualquier faltante, conforme lo determine el estudio de mercado, las cotizaciones solicitadas y la búsqueda en el sitio web SICOP y se justificará ante la junta directiva del CNM la viabilidad del proyecto dentro de los límites presupuestarios establecidos.

Importancia del Proyecto de Tesis

En la reunión efectuada se resaltó que este estudio ha sido de gran relevancia para el CNM, dado que ha demostrado la situación crítica de la central telefónica analógica y la necesidad de realizar la migración hacia una solución más actualizada y eficaz como la telefonía IP. La jefatura de Informática manifestó su gratitud por el estudio llevado a cabo hasta el

momento, subrayando que lo conversado hoy es un elemento esencial para comenzar el proceso de migración.

El equipo del CNM manifestó su total disposición a aportar cualquier información adicional requerida para respaldar la factibilidad del proyecto, reconociendo la importancia de este estudio para convertir la propuesta en una realidad a corto plazo.

Se acordó que, una vez el proyecto de tesis esté concluido y sea aprobado por el tutor, se enviará una copia para que el CNM pueda utilizarlo como base formal en su gestión, de modo que el proyecto se realice con éxito y se complete de manera satisfactoria a corto plazo.

Resultado de la Observación de la Infraestructura de Comunicaciones del CNM

El Centro Nacional de la Música cuenta con una sólida infraestructura tecnológica, diseñada para atender las necesidades de operación. Sin embargo, su actual sistema de comunicación, basado en tecnología analógica, tiene restricciones que podrían ser superadas a través de una transición hacia soluciones más actuales y eficaces, como la implementación de telefonía IP.

A continuación, se detalla el estado actual de la infraestructura tecnológica del CNM, incluyendo su sistema de telefonía, red, seguridad, equipo activo, energía y otros componentes críticos.

Sistema de telefonía Actual

Con el fin de evaluar el estado y funcionamiento del sistema de telefonía analógica actual, se realizó una observación detallada en las instalaciones del CNM. La central telefónica actual, marca Panasonic, modelo KX-TDA200, que es responsable de las comunicaciones internas y externas del CNM, cuenta con una antigüedad de 20 años de uso y utiliza líneas

troncales de cobre independientes del ICE. Esta tecnología está en proceso de desuso por parte del proveedor de servicio.

El estado de la central telefónica actual ha planteado serios problemas al CNM, por ejemplo, que no cuenta con respaldo ni garantía, lo que ha llevado a un aumento en el costo de su reparación, según el informe de gastos del área de financiero contable.

La reparación de la unidad es relativamente costosa y se han enfrentado muchas dificultades para encontrar repuestos en el mercado costarricense, debido a la obsolescencia de las piezas. Entre las peores situaciones se presentaron periodos en que el CNM ha estado sin comunicación durante más de 5 días consecutivos debido a la falta de componentes y la escasez de personal capacitado en la reparación de este tipo de tecnología analógica.

La dependencia de un sistema obsoleto no solo afecta la calidad de las comunicaciones dentro de la institución, sino que también limita la capacidad de adaptación y crecimiento del CNM. Además, se constató que las reparaciones y las caídas del sistema de comunicación ha venido en crecimiento en los últimos años, según los estados de resultados que reflejan un aumento por el costo de las reparaciones de los años 2023 y 2024, para lo cual se presupuesta más de un millón de colones para el mantenimiento de la central telefónica analógica.

Esto resalta la necesidad de la institución para migrar a una solución de telefonía IP, con el fin de mejorar la conectividad y adaptabilidad del CNM a las diversas plataformas digitales disponibles.

El sistema actual se compone de 45 teléfonos obsoletos marca Panasonic KX-TS500, 5 teléfonos Panasonic KX-TGC353 inalámbricos y 5 teléfonos Alcatel modelo T70, todos vinculados a través de un cableado de pares de cobre, acordes con las soluciones analógicas. Este cableado se encuentra en mal estado y no cumple con los requerimientos básicos de operación.

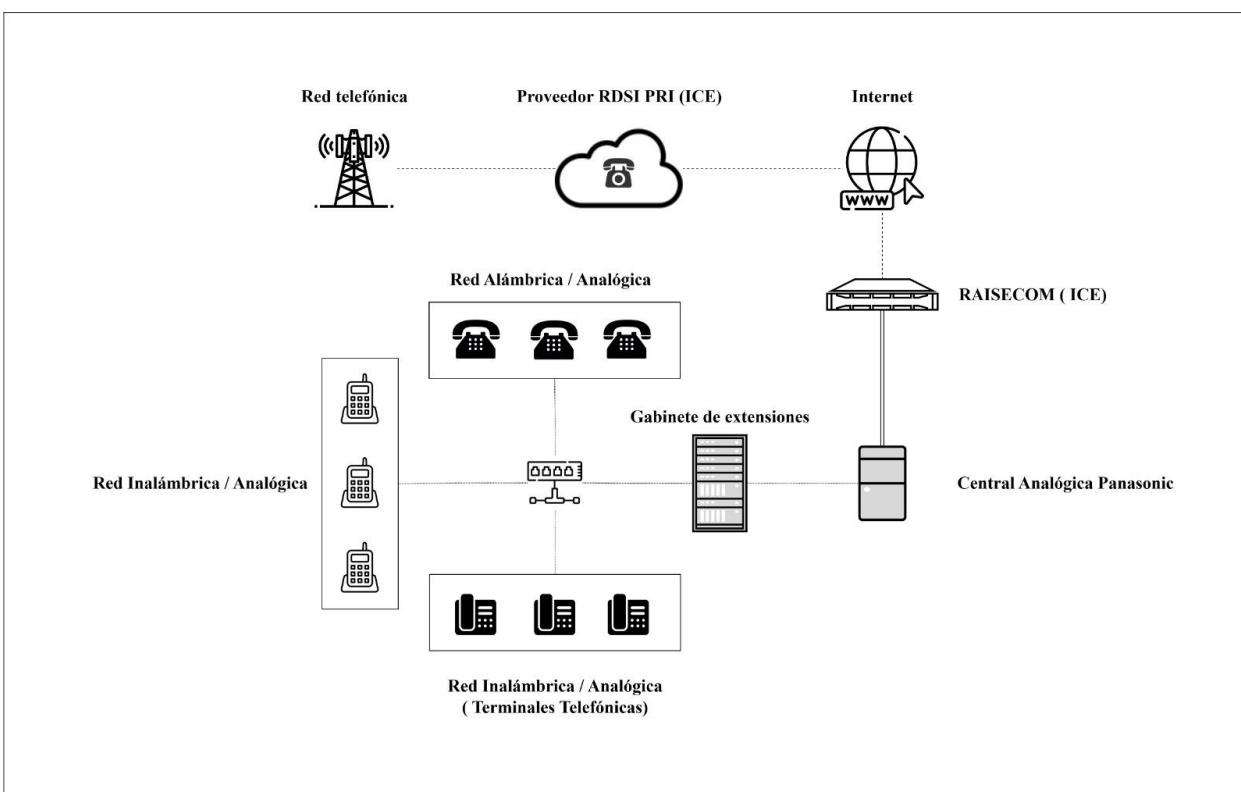
Adicionalmente, la infraestructura de comunicaciones cuenta con un RAISECOM RCMS 2911-16E1-4GE-BL, multiplexor de fibra independiente, enlace ascendente de fibra óptica con protección 1+1 en el lado WAN, 16 puertos E1 (120 Ω balanceados, RJ-45) más 2 puertos GE de cobre y 2 puertos GE COMBO en el lado LAN, administrable mediante SNMP, fuente de alimentación de CC dual. Este hardware, suministrado por el ICE hace 10 años, funciona como un multiplexor esencial para la disposición de la línea telefónica E1(2240-0333).

Asimismo, el sistema de telefonía analógica del CNM incluye un gabinete de distribución cuya función es organizar las líneas telefónicas analógicas dentro de la red interna de la institución, sin embargo, este gabinete se encuentra en mal estado y presenta un desorden significativo, lo que dificulta la identificación de las conexiones y las extensiones de cada funcionario.

Además, no existe un diagrama actualizado de la red telefónica, lo cual complica aún más cualquier tarea de diagnóstico, mantenimiento o expansión de la infraestructura. De esta manera, la falta de orden y documentación ha implicado altos riesgos de falla en el sistema, así como una lenta capacidad de respuesta frente a problemas técnicos o de obsolescencia y resalta la necesidad urgente de una solución más moderna y gestionable, como la telefonía IP.

Figura 23

Equipos del Sistema de Telefonía Analógico del CNM



Nota. Según se demuestra en la **Figura 23**

Equipos del Sistema de Telefonía Analógico del CNM, la observación confirmó que la infraestructura de comunicaciones actual cumple con las funciones básicas esperadas, aunque se identifican áreas donde una solución más moderna, como la telefonía IP, podría mejorar la eficiencia, escalabilidad y gestión del sistema de comunicaciones de la institución.

Contrato Empresarial del Servicio de Telecomunicaciones RDSI PRI-ICE / CNM

Actualmente, el CNM tiene un contrato empresarial con el ICE para un servicio de telecomunicaciones basado en la tecnología RDSI (Integrated Services Digital Network – Red Digital de Servicios Integrados). Este sistema utiliza conmutación de circuitos para transmitir voz y datos a través de una línea digital, apoyándose en una infraestructura de comunicaciones

basada en líneas de cobre propias de la telefonía analógica. Dentro de esta tecnología, existen dos tipos de redes: BRI (Interfaz de Velocidad Básica) y PRI (Interfaz de Velocidad Primaria).

La BRI es una opción de menor costo que cubre solo necesidades básicas, mientras que la PRI ofrece un servicio más robusto, con mejor calidad de conexión, mayor confiabilidad y velocidades superiores (DiNardi, 2025).

Tabla 7

Comparación Entre el Servicio Actual RDSI y el Servicio VoIP

Comparación	RDSI	Voip
Fiabilidad	Difícil de configurar y fácil que el sistema falle.	Conéctese a una conexión a Internet existente sin necesidad de fuentes externas.
Forma	Requiere la instalación de un circuito físico externo.	Realice cambios instantáneamente y no esté vinculado a una ubicación geográfica.
Flexibilidad	Está vinculado a un contrato/código de área geográfica y los cambios pueden tardar varias semanas en implementarse.	Bajos costos de instalación y entre un 40-90% más económico para realizar llamadas.
Costo	Costoso de implementar y costos de realizar llamadas con canales portadores.	Fácilmente personalizable, escalable y rentable.
Preparación para el futuro	Obsoleto con un plazo de fin de vida útil confirmado.	

Nota. Esta tabla muestra la comparación el servicio de comunicaciones actual y al cual se pretende migrar. Tomado de DiNardi (2025).

Infraestructura de Red

De acuerdo con la observación realizada, el Centro Nacional de la Música (CNM) dispone de una infraestructura de red sólida y actualizada, creada para cubrir las necesidades de conectividad y asegurar el desempeño de sus sistemas. Esta infraestructura fusiona dispositivos

de última generación, cableado estructurado avanzado y enlaces de gran velocidad, que garantizan una red eficaz y fiable. La infraestructura del CNM comprende de 3 switches administrables capa 2, de la marca Ubiquiti, modelo ES48750W, POE, 2 Puertos SFP que soportan hasta 1Gbps, 2 Puertos SFP+ con un rendimiento de hasta 10Gbps, 48 Puertos Gigabit Ethernet, con una capacidad de 750 W.

Asu vez, disponen de cuatro switches administrable, capa 2, de la marca Ubiquiti, modelo ES24500W, POE, 2 Puertos SFP que soportan hasta 1Gbps, 2 Puertos SFP+ con un rendimiento de hasta 10Gbps, 24 Puertos Gigabit Ethernet, con una capacidad de 500 W.

Figura 24

Switches Administrable ES24500W Y ES48750W



Nota. Como se aprecia en la *Figura 24*

Switches Administrable ES24500W Y ES48750W, la infraestructura cuenta con dos FortiSwitch de la marca Fortinet, modelo FS-448E, además, con 48 Puertos RJ45 10/100/1000Mbps, PoE, 740W (802.3af/at), 4 Puertos SFP+ 10GB para conexiones de fibra óptica y 1 Puerto RJ45 para la administración vía consola. Estos dispositivos tienen la capacidad de distribuir conexión y energía a través de la red, lo que mejora el desempeño y reduce la necesidad de fuentes de alimentación externas. Tomado de Ubiquiti (2025).

Figura 25

FortiSwitch FS-448E



Nota. Como se muestra en la **Figura 25**

FortiSwitch FS-448E, es un componente clave de la infraestructura de red, que proporciona conectividad segura y eficiente. Este switch administrado de alto rendimiento se integra con FortiGate para una gestión centralizada, lo que permite un control unificado de la red. Tomado de Fortinet (2025).

Cableado Estructurado

El cableado con el que cuenta el CNM es de categoría 6A de la marca Panduit. Permite una frecuencia una de 500 MHz, velocidad de 10 Gbps, distancia de 10 metros, blindaje contra diafonía. Este tipo de cableado de red proporciona un excelente desempeño en la transmisión de datos, disminuye interferencias y potencia la estabilidad de la red. Este sistema de cableado está diseñado para soportar el actual flujo de datos y las futuras ampliaciones.

Los enlaces de fibra óptica conectan los switches y otros equipos terminales, lo que asegura una transmisión de datos fiable y de gran velocidad, crucial para las actividades de red en un ambiente de alto desempeño.

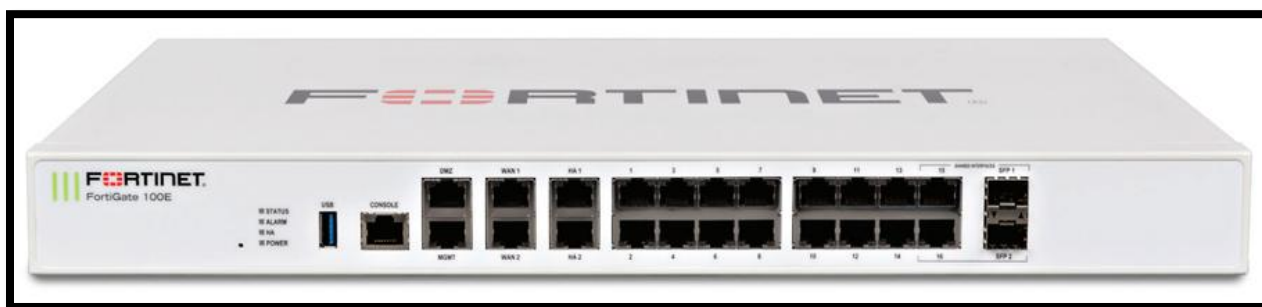
Hardware de Protección de Red

Para la protección de la red, el CNM utiliza un firewall (cortafuegos) de la marca Fortinet, modelo 100E, diseñado para detectar y contrarrestar amenazas potenciales, administra el tráfico de la red y proporcionar un entorno seguro para las comunicaciones internas y externas.

Este dispositivo es clave para proteger la información institucional y evitar accesos no permitidos a la red institucional.

Figura 26

Dispositivo FortiGate 100E



Nota. Como se muestra en la **Figura 26**

Dispositivo FortiGate 100E, este actúa como el principal dispositivo de seguridad de la red, proporcionando protección avanzada contra amenazas cibernéticas y garantizando un acceso seguro a los recursos institucionales. Su integración con FortiSwitch permite una gestión centralizada, que optimiza el control del tráfico de red y asegura la disponibilidad de los servicios críticos. Tomado de Fortinet (2025).

Según la revisión realizada en sitio, se identificaron varias fallas en el dispositivo Fortinet. En primer lugar, se observó que desde hace 8 meses no se han descargado los últimos parches de seguridad, lo que pone en riesgo la seguridad de la red. Además, la configuración de bloqueo es básica y permite el acceso a sitios maliciosos que podrían comprometer la integridad de la infraestructura.

Se recomienda actualizar inmediatamente el sistema descargando los últimos parches de seguridad disponibles y fortalecer la configuración para restringir el acceso a sitios no seguros mediante la activación de la lista negra que posee el Fortinet, la cual actualmente no está

habilitada. Además, se observó que la licencia del dispositivo vence el 28 de diciembre de 2025, por lo que se recomienda proceder con la renovación de esta y considerar la actualización a un nuevo dispositivo de cortafuegos que ofrezca una mayor capacidad de protección y mejor desempeño que el actual.

Respaldo Energético

En cuanto al respaldo energético, el CNM cuenta con cuatro unidades de energía ininterrumpida (UPS) marca APC de 1000 VA, las cuales aseguran la continuidad de los servicios críticos durante cortes de energía eléctrica o fluctuaciones en el suministro por un periodo de dos 2 horas.

Figura 27

Unidad Smart-UPS C de APC, 1000



Nota. Como se muestra en la **Figura 27**

Unidad Smart-UPS C de APC, 1000, este es un sistema de alimentación ininterrumpida (UPS) que protege los equipos críticos del CNM contra cortes de energía y fluctuaciones eléctricas. Con una capacidad de 1000 VA, proporciona respaldo temporal en caso de fallos eléctricos y permite el apagado seguro de los dispositivos conectados. Tomado de APC (2025).

Red Inalámbrica (Wi-Fi)

La conectividad inalámbrica es fundamental para el rendimiento eficiente de las comunicaciones y sistemas del CNM. El sistema de red inalámbrica se fundamenta en 17 puntos de acceso inalámbrico (AP) de la marca Ubiquiti, modelo Ac,Pro, con una cobertura de 140 m², Poe, frecuencia de 2,4/5 GHz, Permite 400 dispositivos conectados por cada dispositivo, lo cual proporciona una cobertura de excelente calidad en todas las zonas de la institución.

Adicionalmente, se incorporan 2 antenas de la marca Ubiquiti, Unifi , modelo Ac Pro, para ampliar aún más la cobertura de la red inalámbrica, lo cual garantiza que todos los dispositivos conectados puedan acceder a Internet de manera rápida y sin interrupciones y facilita un flujo de información constante y eficaz en la institución.

Figura 28

Área de Cobertura de la red Wireless



Nota. Como se muestran en la **Figura 28**

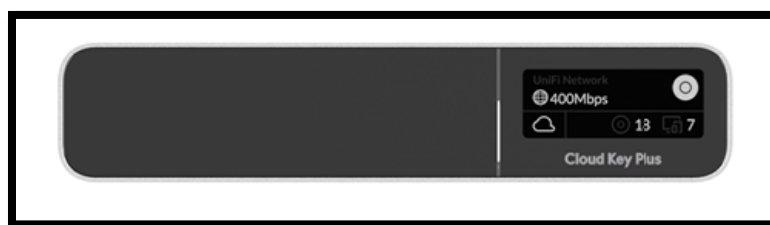
Área de Cobertura de la red Wireless, representa una cobertura de la red wifi es del 99% del área de construcción del CNM. Tomado de Itco (2021).

Cloud Key

El CNM cuenta con un dispositivo administración de la red Wireless de la marca Unifi, modelo UCK-G2_PLUS, además, con disco duro de 1 TB, Poe, un puerto Ethernet y bluetooth. Este hardware le permite a la institución la administración centralizada de sus AP, el control y monitoreo de la red inalámbrica (Wi-Fi).

Figura 29

UniFi Protect



Nota. Como se muestra **Figura 29**

UniFi Protect, este permite administrar y monitorear la infraestructura de red del CNM de manera eficiente y remota. Funciona como un controlador para los equipos de red, lo que facilita la configuración, supervisión y optimización del rendimiento a través de una interfaz unificada. Tomado de UniFi (2025).

Por último, se les notifica a los jefes del CNM que nunca se ha llevado a cabo una copia de seguridad de la configuración del Cloud Key, lo que supone un peligro considerable si el sistema falla. Se aconseja realizar actualizaciones de seguridad y definir un protocolo constante de mantenimiento y copias de administración para asegurar la continuidad y protección de la infraestructura.

Sistema de Videovigilancia

El sistema de videovigilancia del Centro Nacional de la Música se compone de un grabador HIKVISION, modelo DS-7732NI-I4/24P, PoE,4k responsable de la administración de la videovigilancia, facilitando la grabación por un periodo de 1 mes y seguimiento en tiempo real

de las cámaras de vigilancia. Las 20 cámaras de seguridad marca HIKVISION, Poe, ubicadas en diferentes puntos del CNM, están incorporadas a la red Ethernet y al sistema de grabación.

Figura 30

Sistema de Videovigilancia del CNM



Nota. Como se muestra en la **Figura 30**

Sistema de Videovigilancia del CNM para la gestión y almacenamiento de video en sistemas de vigilancia, este dispositivo admite hasta 32 canales de cámaras IP, con grabación en alta definición y una capacidad de almacenamiento escalable. Cuenta con 24 puertos PoE integrados, lo que facilita la conexión y alimentación de cámaras sin necesidad de adaptadores adicionales: Tomado de hikvision/CNM (2025).

El sistema de videovigilancia se observa en buen estado. Se recomienda cambiar el disco duro mecánico de respaldos del grabador por uno de estado sólido de 2 TB y brindar mantenimiento al grabador y a las 20 cámaras, debido a que, según el registro, hace más de 24 meses que no se le brinda mantenimiento.

Infraestructura Física

Como se muestra en la ***Figura 31***

Infraestructura de TI del CNM , comprende tres gabinetes de pared y un rack principal, que aloja y resguarda los dispositivos esenciales de la red, como servidores, switches de gran capacidad y unidades de almacenamiento energético. Este rack no solo organiza los dispositivos de forma eficaz, sino que también asegura una correcta ventilación y una administración organizada de los cables Cat 6A, lo que favorece la estabilidad y confiabilidad. A su vez, cuenta con un aire acondicionado que permite un óptimo enfriamiento de los equipos de activo de red.

De acuerdo con el estudio visual, la infraestructura física del CNM está en condiciones ideales para hospedar una nueva central telefónica IP. La infraestructura y el cableado son prácticamente nuevos y satisfacen los estándares técnicos requeridos para la implementación de una solución de telefonía IP, lo que asegura una transición eficaz hacia la tecnología emergente sin la necesidad de modificaciones importantes en la infraestructura ya existente.

Imágenes del Cuarto de TI del Centro Nacional de la Música

Figura 31

Infraestructura de TI del CNM



Estudio de Mercado de la Central Telefónica IP

El objetivo de esta investigación es evaluar la factibilidad técnica, operativa y económica de la migración de la central telefónica analógica a un sistema de telefonía IP en el Centro Nacional de la Música.

Ofertas Económicas

Para realizar la migración del sistema telefónico del CNM se han solicitado y evaluado diversas propuestas de proveedores de empresas costarricenses. A continuación, se muestran las propuestas financieras recibidas, especificando los costos, beneficios y términos sugeridos por cada compañía, con la finalidad de elegir la alternativa más apropiada en cuanto a eficiencia, compatibilidad y sostenibilidad económica.

Durante el proceso de análisis, también se llevó a cabo una búsqueda de carteles y propuestas económicas vinculadas con la instalación de centrales IP en el Sistema Integrado de Compras Públicas (SICOP). Esta plataforma facilita la identificación de procesos de contratación actuales en entidades del gobierno, lo que proporciona una visión del mercado y simplifica la comparación de alternativas disponibles.

Oferta 1. Datacom S.A. Propuesta On-Premise

La presente propuesta enfoca el suministro, instalación y configuración de una central telefónica IP en modalidad On-Premise o servicio en la nube privada y dispone de dos modalidades de pago, que sería por pago inmediato o por suscripción, durante un periodo de 36 meses.

El oferente dispone de una solución, con apuesta en un sistema de última tecnología de uso sencillo para un software rápido, seguro y moderno, enfocado en los pilares de la empresa

como es rentabilizar el negocio, aumento de ventas, experiencia del cliente y la fidelización de estos.

La propuesta para la central telefónica IP va más allá de las llamadas tradicionales. La solución completa que incluye:

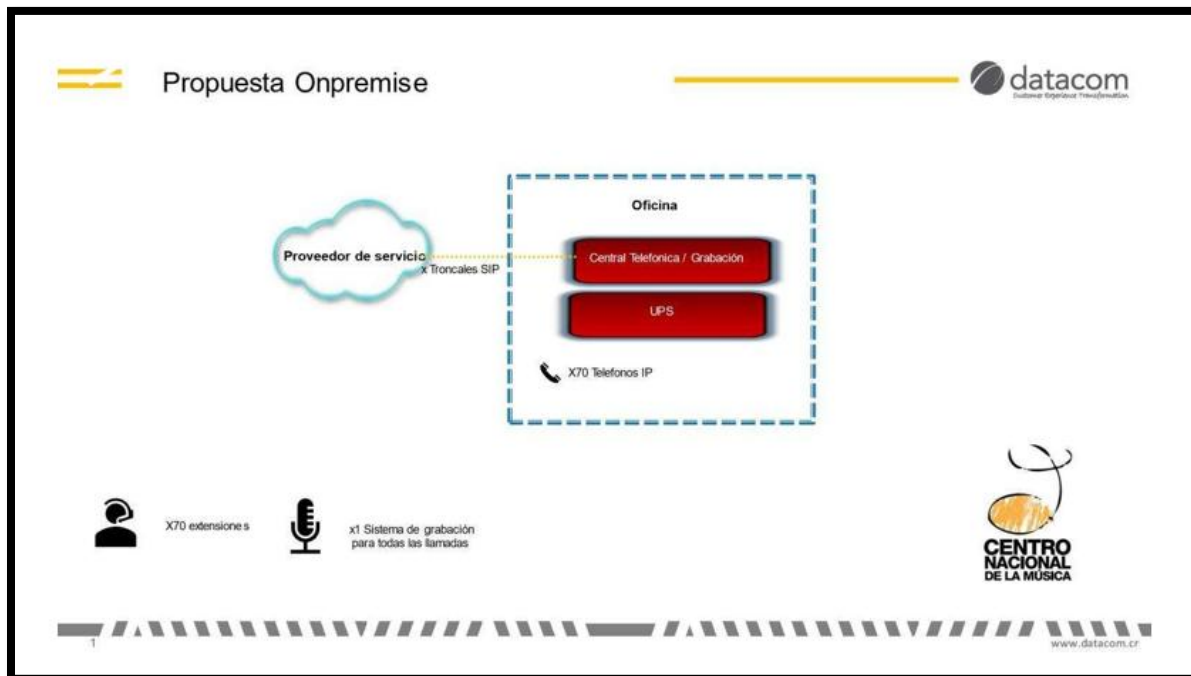
- Grabación de llamadas: Registra todas las conversaciones entrantes y salientes e internas para fines de control de calidad, capacitación y cumplimiento normativo.
- Correo de voz: Proporciona sus 70 extensiones un buzón de voz personal para que sus empleados puedan revisar los mensajes cuando les sea conveniente.
- Operadora automática: Automatiza la atención a los clientes con una operadora virtual que pueda enrutar las llamadas según horarios y días festivos, mejorando la eficiencia y la experiencia del cliente.
- Flexibilidad: Adapta el sistema a sus necesidades específicas con flujos de llamadas personalizadas.
- Funciones de administración de llamadas: IP Office ofrece un conjunto integral de funciones de telefonía para permitir respuestas rápidas y eficientes a las llamadas.
- A través de algunas funciones como visualización de ID de llamada y etiquetar llamadas, los usuarios puede ver quién les llama y a quién va a llamar antes de hacerlo.
- System status Application (SSA): Es una herramienta de diagnóstico para administradores de sistemas que permite supervisar y verificar el estado de sistema IP office de forma local y remota.
- La solución ofrece devolución automática de llamadas, portal de administración Avaya ONE Filtrado de llamadas, espera de llamadas, alternar llamadas, mantener en espera, texto de ausencia y conferencia.

- Soporte: Se ofrecerá un servicio 8 x 5 de lunes a viernes, tiempo de respuesta en fallas críticas 1 hora, para fallas no críticas 24 horas, cambios menos 8 horas.
- Reemplazo de partes: Esta propuesta considera como unos de los beneficios la sustitución de piezas del sistema principal que en operación y condiciones normales de uso dejan de operar parcial o totalmente. Esta facilidad brinda una garantía extendida sobre las partes del equipo.
- Mantenimiento correctivo (opción On-Premise): Se considera un mantenimiento preventivo 1 vez al año en la plataforma Avaya.

El siguiente diagrama de alto nivel muestra la topología recomendada por Datacom para la opción de la central telefónica IP On-Premise (Datacom S.A, 2025)

Figura 32

Propuesta On-Premise



Nota. La **Figura 32**

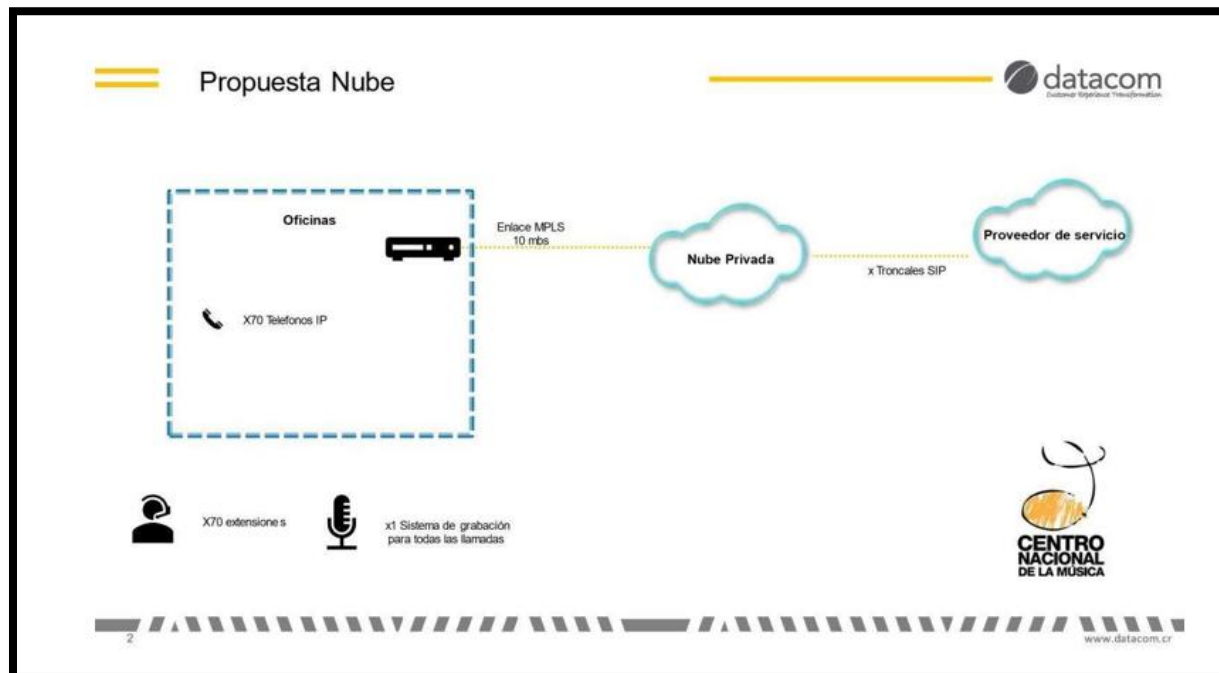
Propuesta On-Premise, detalla la topología recomendada por la empresa Datacom para la implementación de una central telefónica IP dentro de la infraestructura local. Esta opción permite al CNM mantener el control total sobre su sistema de telefonía y brinda mayor seguridad, disponibilidad y personalización de los servicios. Tomado de: Datacom S.A. (2025).

Oferta 2. Datacom S.A. Propuesta en la Nube

La topología recomendada por la empresa Datacom para la implementación de una central telefónica IP basada en la nube para el CNM, permite al CNM mantener el control total sobre su sistema de telefonía, asegurando mayor seguridad, disponibilidad y personalización de los servicios.

Figura 33

Propuesta en la Nube



Nota. Tomado de Datacom S.A. (2025).

A continuación, se presentan las ofertas económicas detalladas de las empresas Datacom y ETS Soluciones, tanto para soluciones On-Premise como en la Nube. Estas ofertas están diseñadas para adaptarse a las necesidades específicas del CNM.

Figura 34

Cotización de la Central IP On-Premise - Empresa Datacom

datacom
Datagrama Comunicaciones S.A.

OFERTA ECONÓMICA

Calle 46, Avenida 9, 5684-1000 San José, Costa Rica
Tel. 2522-7000 Fax 2522-7299

Contacto: Alexis Carranza
Empresa: Centro Nacional de Música
Dirección: Los Colegios, San Vicente de Moravia, San José, Costa Rica.
Teléfono: 2240-0333
Correo:

Fecha: 24-01-2025
Vigencia: 30 días
Referencia: 001-CNM-2025
Elaborada por: Patricia Quesada

Nombre del proyecto:
Central Telefónica IP Onpremise

ITEM	CANTIDAD	DESCRIPCIÓN	PRECIO UNITARIO Mensual \$	PRECIO MENSUAL	TOTAL 36 MESES \$
Software					
1	1	Central telefónica IP Office en suscripción para 70 extensiones, con capacidad de crecimiento, grabación	\$ 251,12	\$ 251,12	\$ 9,040,38
Hardware					
2	1	Servidor para instalación de central telefónica con almacenamiento de 1TB para grabaciones	\$ 144,65	\$ 144,65	\$ 5,207,52
	1	UPS DE 1500VA	\$ 11,06	\$ 11,06	\$ 398,15
Telefonos					
3	70	Telefonos Avaya J139 IP	\$ 4,57	\$ 319,59	\$ 11,505,35
Soporte Datacom					
4	36	Servicio de soporte 5x8, con 15 horas al año, mantenimiento correctivo ilimitado con cambio de partes (Servidores central telefónica) y 1 mantenimiento preventivo al año para limpieza de equipo y revisión de alarmas	\$ 178,43	\$ 178,43	\$ 6,423,52
			-	-	-
SUBTOTAL SIN IMPUESTO DE VENTAS					\$ 32,574,91
IVA 13%					\$ 4,234,74
TOTAL					36,809,65
MENSUALIDAD por 36 meses					1,022,49

ITEM	CANTIDAD	DESCRIPCIÓN	TOTAL
1	1	Setup	
	1	Instalación de la plataforma en la infraestructura del cliente, configuración de la central telefónica (Usuarios-Telefonos-Reglas de marcación), configuración de una operadora automática, configuración de las reglas de grabación, Capacitación y acompañamiento en sitio el primer día de puesta en producción	\$ 1,652,68
SUBTOTAL SIN IMPUESTO DE VENTAS			\$ 1,652,68
IVA 13%			\$ 214,85
TOTAL			\$ 1,867,52

Nota. Como se muestra en la

Figura 34

Cotización de la Central IP On-Premise - Empresa Datacom, el servicio se ofrece bajo un plan de pago mensual de \$1,022.49 durante 36 meses. Alternativamente, se puede optar por un pago único de \$36,809.65. Además, el costo de la implementación es de \$1,867.52.

Figura 34

Cotización de la Central IP On-Premise - Empresa Datacom, el servicio se ofrece bajo un plan de pago mensual de \$1,022.49 **durante 36** meses. Alternativamente, se puede optar por un pago único de \$36,809.65. Además, el costo de la implementación es de \$1,867.52

ITEM	CANTIDAD	DESCRIPCIÓN	PRECIO UNITARIO Mensual \$	PRECIO MENSUAL	TOTAL 36 MESES\$
Software					
1	1	Central telefonica IP Office en suscripción para 70 extensiones, con capacidad de crecimiento, grabacion	\$ 251.12	\$ 251.12	\$ 9,040.38
Nube					
1	1	Hospedaje de solución telefonica en nube Privada con un enlace MPLS simétrico de 10 MPLS Simétrico entre el Centro Nacion de Musica y Datacenter	\$ 397.95	\$ 397.95	\$ 14,326.03
Telefonos					
1	70	Telefonos Avaya J139 IP	\$ 4.57	\$ 319.59	\$ 11,505.35
Soporte Datacom					
	36	Servicio de soporte 5x8, con 15 horas al año, mantenimiento correctivo limitado	\$ 104.02	\$ 104.02	\$ 3,744.59
			-	-	\$ -
SUBTOTAL SIN IMPUESTO DE VENTAS					\$ 36,616.35
IVA 13%					\$ 5,020.13
TOTAL					43,636.47
MENSUALIDAD por 36 meses					1,072.68

ITEM	CANTIDAD	DESCRIPCIÓN	TOTAL
1	1	Setup	
	1	Instalacion de la plataforma en la infraestructura del cliente, configuracion de la central telefonica (Usuarios-Telefonos-Reglas de marcacion), configuracion de una operadora automatica, configuracion de las reglas de grabacion, Capacitacion y acompañamiento en sitio el primer dia de puesta en produccion	\$ 1,652.15
SUBTOTAL SIN IMPUESTO DE VENTAS			\$ 1,652.15
IVA 13%			\$ 214.78
TOTAL			\$ 1,866.93

Nota. El servicio se ofrece bajo un plan de pago mensual de \$1,072.68 durante 36 meses.

Alternativamente, se puede optar por un pago único de \$43,636.47. Además, el costo de la implementación es de \$1,855.93. Tomado de Datacom S.A. (2025).

Oferta 3. Empresa ETS Soluciones S.A. Datos Tomados de SICOP para Solución On-Premise

Esta compañía es distribuidor autorizado del fabricante Avaya, para comercializar, distribuir, soportar y vender en todo el territorio costarricense los productos y servicios Avaya. Cuenta con el respaldo en cuanto a soporte, mantenimiento y garantía. Dicha autorización responde a los siguientes niveles de relación:

- Nivel de autorización Emerald.
- bajo el contrato Link ID: 507866.
- Es distribuidor Avaya desde 12 de diciembre de 2011.
- Producto: IP Office, Teléfonos IP y Licencias.

A continuación, se detalla la descripción del servicio de la propuesta.

La plataforma Avaya IP Office™ es un sistema rentable de telefonía que admite una mano de obra distribuida y móvil con voz y video en casi todos los dispositivos. IP Office es una solución en comunicaciones integrada y modular que aumenta hasta 3000 extensiones y 150 sitios en una red multisitio con resistencia. Combina un modelo de implementación a las necesidades de la infraestructura, desde aparatos simples hasta software virtualizado en un centro de datos con opciones intermedias. Mejora la experiencia del cliente y la eficiencia del agente del control de contacto, mediante funcionalidades multicanal económicas y potentes para el servicio de voz, correo electrónico y mensajería web. La solución combina software de colaboración y redes, seguridad, video y centros de contacto multicanal (SICOP, 2023).

IP Office ofrece un PBX híbrido con multiplexado de división de tiempo (TDM) y teléfono IP con soporte de línea troncal, utilizado en cualquier modo o ambos de forma simultánea. IP Office tiene capacidades integradas de datos, para ofrecer desvío de IP, conmutación y protección con firewall entre LAN y WAN (LAN2).

Además de los servicios de correo de voz y telefónicos básicos, IP Office ofrece opciones hard-phone y softphone. Las aplicaciones softphone están diseñadas para brindar flexibilidad a los trabajadores remotos y permitirles el acceso a los servicios de telefonía, por ejemplo, realizar y recibir llamadas, correo de voz y desvío de llamadas desde sus computadoras o dispositivos móviles (SICOP, 2023).

Oferta 4. ETS Soluciones S.A. Datos Tomados de SICOP Para Solución On-

Premise. A continuación, se presenta el estudio de mercado tomado del sitio web de SICOP para una solución On-Premise del cliente Instituto Mixto de Ayuda Social.

Figura 35

Cotización de la Central IP On-Premise - ETS Soluciones

Detalle de Proforma		Vendedor	Porcentaje I. V. A	Términos de Pago
Número de procedimiento: 2023LD-000048-0005300001		02	13%	Ver Condiciones Comerciales.
Descripción del procedimiento: Adquisición e instalación central telefónica, teléfonos, diademas y software para el Sinirube.				

Item	Cantidad	Descripción	Precio Unitario	Precio Total
1	1	CENTRAL TELEFÓNICA HIBRIDA, MARCA AVAYA, MODELO IP OFFICE, SERVER EDITION, VERSIÓN 11. LA SOLUCIÓN INTEGRA TECNOLOGÍA ANALÓGICA, DIGITAL, IP Y SIP, CON SERVICIOS DE VIDEO CONFERENCIA, COMUNICACIONES UNIFICADAS Y BRIDGE DE CONFERENCIA PARA COLABORACIÓN DE VOZ, WEB Y VIDEO. CON LICENCIA HABILITADA DE 350 USUARIOS CON CRECIMIENTO HASTA 2000 EN TELEFONÍA IP O TDM. (En Cumplimento con el apartado: III. REQUERIMIENTOS, ESPECIFICACIONES TÉCNICAS Y EVALUACIÓN DE OFERTAS, punto 1. Descripción del objeto contractual Línea 1. Central Telefónica IP.)	\$ 10 622,87	\$ 10 622,87
2	20	SOPORTE DE SOFTWARE (LICENCIA, TODO TIPO) PARA CENTRAL TELEFÓNICA MARCA AVAYA, MODELO POWER USER, IX WORKPLACE, VERSIÓN 11. (En Cumplimento con el apartado: III. REQUERIMIENTOS, ESPECIFICACIONES TÉCNICAS Y EVALUACIÓN DE OFERTAS, punto Línea 2: Teléfono por software o Softphone)	\$ 232,60	\$ 4 652,08
3	3	TELÉFONO IP, MARCA AVAYA, MODELO J159. TAMAÑO PANTALLA DE 8,2 cm X 5,5 cm, CON PANTALLA GRÁFICA, 2 PUERTOS ETHERNET DE 10/100/100 MB/s (LÍNEA Y PC), COMPATIBILIDAD CON CENTRAL AVAYA, TECLA DE NAVEGACIÓN DE 4 DIRECCIONES, 250 ENTRADAS DE DIRECTORIO, FUNCIONES DE LISTA DE LLAMADAS EMITIDAS, MANOS LIBRES Y RELAMADA. (En Cumplimento con el apartado: III. REQUERIMIENTOS, ESPECIFICACIONES TÉCNICAS Y EVALUACIÓN DE OFERTAS, punto Línea 3: Teléfonos IP perfil oficinista.)	\$ 372,41	\$ 372,41
4	1	TELEFONO IP MARCA AVAYA, MODELO J179, CON PANTALLA GRAFICA Y CONEXION DE RED FASTETHERNET 10/100 Mbps. (En Cumplimento con el apartado: III. REQUERIMIENTOS, ESPECIFICACIONES TÉCNICAS Y EVALUACIÓN DE OFERTAS, punto Línea 4: Teléfono IP perfil ejecutivo.)	\$ 231,99	\$ 231,99

30

Nota. Tomado de: SICOP (2023).

Item	Cantidad	Descripción	Precio Unitario	Precio Total
5	2	TELÉFONO IP MARCA AVAYA, MODELO J179, BÁSICO CON SPEAKER, QUE INCLUYA DOS CONECTORES LAN ETHERNET 100/1000 Mbps, UNO PARA CONECTAR EL TELÉFONO A LA RED LAN Y EL OTRO PARA CONECTAR A LA ESTACIÓN DE TRABAJO PC, PANTALLA MONOCROMÁTICA Y/O COLOR, CON RETROALIMENTACIÓN O SUPERIOR, QUE POSEEA BOCINA INTEGRADA CON SERVICIO MANOS LIBRES. (En Cumplimiento con el apartado: III. REQUERIMIENTOS, ESPECIFICACIONES TÉCNICAS Y EVALUACIÓN DE OFERTAS, punto Línea 5: Teléfono IP perfil receptionista.)	\$ 671,56	\$ 1 343,12
6	2	TELÉFONO IP MARCA AVAYA, MODELO B199, TIPO ARAÑA PROTOCOLO SIP, INTERFASE DE RED 10/100/1000 Mbps, POE + INCORPORADO PARA ALIMENTACION, Y/O CONEXIONES DE RED WI-FI: DUALBAND (2,4 GHz y 5GHz), PUERTOS 2 RJ 45. (En Cumplimiento con el apartado: III. REQUERIMIENTOS, ESPECIFICACIONES TÉCNICAS Y EVALUACIÓN DE OFERTAS, punto Línea 6: Teléfono IP, Tipo Araña.)	\$ 885,24	\$ 1 770,48
7	2	AURICULAR INALÁMBRICO (DIADEMA), MARCA JABRA, MODELO ENGAGE 75, FRECUENCIA CON ALCANCE DE HASTA 120 m, TIEMPO DE CONVERSACION HASTA 7 h, CALIDAD DE SONIDO DE BANDA ESTRECHA O ANCHA DE HASTA 6.800 Hz, PROTEGE NIVELES DE SONIDO QUE SUPEREN LOS 118 dBA, MICROFONO CON ANULACION DE RUIDO, OPCIONES DE COLOCACION Y AJUSTE PERSONAL Y CONTROL DE VOLUMEN, PARA CONECTARSE A TELÉFONO DE ESCRITORIO. (En Cumplimiento con el apartado: III. REQUERIMIENTOS, ESPECIFICACIONES TÉCNICAS Y EVALUACIÓN DE OFERTAS, punto Línea 7: Diadema Inalámbrica para receptionista (manos libres).)	\$347,14	\$347,14
8	20	AURICULAR TIPO DIADEMA AJUSTABLE, MARCA JABRA, MODELO BIZ-2300, DOBLE AUDIFONO ESTANDAR USB 2.0, BANDA DE 50 Hz, ANULACION DE RUIDO, TECNOLOGIA DSP Y SOUND GUARD, BOTONES RESPONDER-COLGAR-SILENCIAR-VOLUMEN. (En Cumplimiento con el apartado: III. REQUERIMIENTOS, ESPECIFICACIONES TÉCNICAS Y EVALUACIÓN DE OFERTAS, punto Línea 8: Diadema Alámbrica para usuarios remotos.)	\$ 143,75	\$ 2 875,00
9	1	SOPORTE DE SOFTWARE (LICENCIA, TODO TIPO), MARCA AVAYA, MODELO AVAYA CALL REPORTING (ACR). (En Cumplimiento con el apartado: III. REQUERIMIENTOS, ESPECIFICACIONES TÉCNICAS Y EVALUACIÓN DE OFERTAS, punto Línea 9: Ambiente de Analítica de Llamadas.)	\$ 732,61	\$ 732,61

Item	Cantidad	Descripción	Precio Unitario	Precio Total
10	1	SERVICIO ESPECIALIZADO EN HORAS DE MANTENIMIENTO PARA EL CONTROL DE CAMBIOS, ALMACENAMIENTO DE DOCUMENTOS ADJUNTOS Y PROCESO DE PRESCRIPCIONES EN LA PLATAFORMA LASERFICHE. (En Cumplimiento con el apartado: III. REQUERIMIENTOS, ESPECIFICACIONES TÉCNICAS Y EVALUACIÓN DE OFERTAS, punto Línea 10: Horas de soporte y mantenimiento de la central telefónica.)	\$ 75,00	\$ 75,00
U. L				
Monto en Letras: Veintiséis Mil Ochocientos Cincuenta y Siete dólares, con Treinta y un Centavos. Moneda de los Estados Unidos de Norte América. Impuesto de Valor Agregado Incluido.			SUBTOTAL	\$23 767,53
			I.V.A	\$3 089,78
			GRAN TOTAL	\$26 857,31

Nota. Tomado de: (SICOP, 2023).

Oferta 5. ETS Soluciones S.A.: Propuesta Económica para Soluciones On-Premise /

Híbrida

La plataforma HYBRID (Powered by Grandstream®) recomendada para el CNM, no solo posibilita servicios de telefonía tradicionales, sino también una serie de funciones adicionales que permiten a las organizaciones potenciar su relacionamiento y servicios para con sus clientes, bajo una ruta de transformación digital. La solución ofrece una experiencia tan personalizable y segura como un dispositivo en el sitio, pero con la flexibilidad y bondades de las soluciones en la nube.

Es una plataforma que unifica todas las comunicaciones comerciales en una red centralizada que incluye: voz, videollamadas, videoconferencias, videovigilancia, reuniones web, datos, análisis movilidad, acceso a las instalaciones, intercomunicadores y más. La plataforma de colaboración puede ser On-Premise, CLOUD o híbrida, y cuenta con un sistema de administración y aprovisionamiento en la Nube que permite a los usuarios conectarse desde cualquier lugar con acceso a Internet, pero manteniendo las comunicaciones seguras con encriptación de extremo a extremo.

La plataforma facilita contar con usuarios básicos (usuarios con perfil “telefónico”) y otros con perfil avanzado (usuarios “UC” o de Comunicaciones Unificadas). Estos últimos con acceso a usar su extensión en múltiples dispositivos simultáneamente: computador, tableta, celular o teléfono de escritorio. Los usuarios tipo UC tienen “salones virtuales” (ver imágenes adjuntas) de audioconferencia y videoconferencia, herramienta de chat, colaboración (compartir archivos), se pueden grabar las sesiones de audio o video y otros servicios más; todo ello tanto dentro del CNM, como fuera de este (ETS Soluciones S.A, 2025).

Estos usuarios UC pueden invitar a personas externas a “colaborar” a través de Internet, es decir, invitar a otras personas a reunirse en un salón virtual en Internet, sin que la otra persona deba instalar nada en su computadora. Esto permitiría dar servicios básicos de reuniones con proveedores, funcionarios, estudiantes, o cualquier persona ajena al CNM, o bien, brindar apoyo profesional “en línea” hacia afuera de la institución, aun cuando las personas del lado remoto no cuenten con un software instalado; la plataforma utiliza WebRTC nuevamente, que es parte de los principales navegadores de Internet existentes para computadores (ETS Soluciones S.A, 2025).

A continuación, se presenta la propuesta económica para la solución On-Premise e Híbrida:

Como se muestra en la **Figura 36** *Central Telefónica IP On Premise*. Esta propuesta se presenta en la oferta #10132, donde el CNM tiene la posibilidad de adquirir la solución de comunicaciones HYBRID, necesaria para resolver los requerimientos actuales, así como el crecimiento futuro en cantidad de usuarios, en aplicaciones y servicios futuros que se agregan con las nuevas versiones de software.

Figura 36

Central Telefónica IP On Premise-Híbrida

Detalle de Proforma		Vendedor	Porcentaje I. V. A	Términos de Pago
Oferta presupuestaria para modernización de plataforma de Comunicaciones y Telefonía.		02	13%	Ver detalle en páginas 6, 7, 8 y 9.
Línea	Cantidad	Descripción	P. Unitario	P. Extendido
1	1	PLATAFORMA HYBRID "ON-PREMISE" (local) INLCUYE: - Un Appliance AVANZADO (servidor) para manejo de la platatorma, funciones especiales (SBC), aplicaciones y conexión de troncales y usuarios. - 70 licencia de usuario de Comunicaciones Unificadas. - 2 teléfonos de Operador/Recepcionista (Wi-Fi y BT): <ul style="list-style-type: none"> o Principal con dos (2) módulos de teclas y headset BT (inalámbrico). o Secundario con un (1) módulo de teclas. - 6 teléfonos Ejecutivos multilínea y doble pantalla (Wi-Fi y BT). - 4 teléfonos Inalámbricos Wi-Fi (auricular, clip p-faja y cargador). - 50 headsets binaurales para uso de extensión en computadora. - Servicios profesionales para la instalación-configuración y pruebas: <ul style="list-style-type: none"> o Puesta en marcha de la telefonía y usuarios con respaldo CLOUD. o Configuración de la Operadora Automática (IVR) con los audios entregados por el CNM, así como la ruta conexión de las troncales. o Entrenamiento a los usuarios de la plataforma HYBRID. o Configuración y puesta en marcha de la grabación de llamadas. o Configuración y puesta en marcha de la integración con TEAMS. - Sistema de respaldo de energía para el Appliance HYBRID (> 80 minutos).	\$ 14 573,82	\$ 14 573,82
2	1	PLAN HYBRID-PRO: SUSCRIPCIÓN POR UN AÑO: - Hasta 100 Usuarios/ Dispositivos Remotos. - Hasta 16 sesiones remotas simultáneas: llamada de voz/video, participantes en conferencias de audio o video. - Sin límite de cantidad de llamadas ni de reuniones. - Almacenamiento CLOUD con 2GB para la plataforma. - SBC para conexiones remotas de la plataforma: CLOUD/On-Premise. - Habilitación de APIs y SDK para integraciones de Apps de terceros. - Seguridad para conexión de troncales al ambiente CLOUD (por medio del Appliance incluido en la oferta).	\$ 350,00	\$ 350,00
3	1	CONTRATO ANUAL DE SOPORTE EXTENDIDO: - Contrato para plataforma HYBRID ofertada. - Cobertura 7x24 con acceso a soporte remoto. - Mantenimiento preventivo en sitio una vez al año. - Sin límite de casos por averías. - 10 horas de servicio para MACs (Movimientos, Adiciones y Cambios) incluidas en el contrato. Horas adicionales se cobran a precio especial reducido.	\$ 4 950,00	\$ 4 950,00
** ULTIMA LINEA **				
Monto en Letras:			SUBTOTAL	\$ 19 873,82
Veintidos Mil Cuatrocientos Cincuenta y Siete Dólares con Cuarenta y Dos Centavos. Dólares (U.S.D) Moneda de los Estados Unidos de Norteamérica.			I.V.A	\$ 2 583,60
			GRAN TOTAL	\$ 22 457,42

U. L. _____

Nota. Tomado de: (ETS Soluciones S.A, 2025).

Análisis Comparativo de Ofertas: Datacom S.A. y ETS Soluciones S.A. Tras evaluar las ofertas económicas, tal como se muestra en la **Tabla 8**

Ofertas de la Central Telefónica IP OnPremise, se realizó una comparación entre las propuestas de las empresas Datacom S.A. y ETS Soluciones S.A, lo que refleja el siguiente resultado:

La oferta original de Datacom S.A. asciende a **\$37,832.14**, la oferta original de ETS Soluciones S.A. es de **\$26,857.31** por la misma marca y características. Sin embargo, dado que esta oferta fue presentada en septiembre de 2023, se aplica un ajuste del **10%** por posibles variaciones en los costos del equipo activo, lo que incrementa la oferta en **\$2,685.73** y resulta en un monto ajustado de **\$29,543.04**.

Adicionalmente, ETS Soluciones S.A. agregó a este estudio una oferta al CNM para una versión de central telefónica híbrida de la marca Hybrid, con un costo de **\$22,457.00**. Si bien, ambas empresas ofrecen soluciones similares en cuanto a marca y especificaciones, con excepción de la versión híbrida, se recomienda evaluar aspectos técnicos, garantías, soporte y escalabilidad antes de tomar una decisión basada únicamente en el precio.

Tabla 8

Ofertas de la Central Telefónica IP OnPremise- Nube

Proveedor	Solución	Oferta Original (USD)	Ajuste 10% (USD)	Oferta Ajustada (USD)	Diferencia con Datacom (USD)
Datacom	Central IP Avaya On-Premise	\$37,832.14	N/A	\$37,832.14	-----
ETS Soluciones	Central IP Avaya On-Premise	\$26,857.31	+\$2,685.73	\$29,543.04	\$8,289.01
Datacom	Central IP Avaya en la Nube	\$ 45.492,4	N/A	N/A	-----
ETS Soluciones	Central IP HYBRID	\$22.457,00	N/A	N/A	\$ 15,375,14

Análisis Comparativo de Costos de Mantenimiento y Reparación de la Central Telefónica

Periodo 2023 vs 2024

Basado en el análisis del balance de resultados del CNM, de la partida 1.08.99 (Mantenimiento y reparación de otros equipos), se detalla a continuación el costo en el que ha incurrido la institución, reflejado en la siguiente tabla:

Tabla 9

Análisis de Mantenimiento Central Telefónica actual Periodo 2023-2024

Mes	Año 2023 (CRC)	Año 2024 (CRC)	Variación
Enero	₡ 77.650,00	₡ 98.979,66	+ ₡ 21.329,00
Febrero	₡ 0,00	₡ 44.900,00	+ ₡ 44.900,00
Marzo	₡ 56.500,00	₡ 0,00	- ₡ 56.500,00
Abril	₡ 261.000,00	₡ 372.450,00	+ ₡ 111.450,00
Mayo	₡ 229.300,00	₡ 0,00	- ₡ 229.300,00
Junio	₡ 112.500,00	₡ 172.300,00	+ ₡ 59.800,00
julio	₡ 0,00	₡ 0,00	₡ 0,00
Agosto	₡ 0,00	₡ 77.880,00	+ ₡ 77.880,00
Septiembre	₡ 0,00	₡ 98.600,00	+ ₡ 98.600,00
Octubre	₡ 152.565,00	₡ 0,00	- ₡ 152.565,00
Noviembre	₡ 0,00	₡ 132.600,00	+ ₡ 132.600,00
Diciembre	₡ 144.250,00	₡ 196.600,00	+ ₡ 52.350,00

Nota. Como se detalla en la **Tabla 9**

Análisis de Mantenimiento Central Telefónica actual Periodo 2023-2024, el costo de mantenimiento de la central telefónica entre los años 2023 y 2024 evidencia una redistribución

de los gastos, con aumentos de facturación en algunos meses y reducciones en otros. En general, se observa un incremento en los costos en el año 2024, reflejado en mantenimientos más regulares y en meses donde previamente no se registran gastos Tomado de: (Monge, 2023-2024).

A continuación, se detallan los resultados principales:

- Incremento de los gastos en 2024, principalmente en los meses de enero, febrero, abril, junio, agosto, septiembre, noviembre y diciembre, con aumentos notables que indican un mayor deterioro de la infraestructura de comunicaciones.
- Reducción de gastos en los meses de marzo, mayo y octubre, lo que señala una potencial disminución del presupuesto o una reducción en la demanda de mantenimiento durante esos periodos.
- La inversión en el mantenimiento de la central telefónica no se rige por una planificación, sino, se evidencia que se brinda manteniendo según el reporte de los funcionarios, o bien, cuando la falla se vuelve crítica, lo que provoca aumentos en el costo de la central telefónica.
- Este estudio ofrece un fundamento para que las jefaturas del CNM puedan tomar decisiones acerca de la urgencia de la migración de la central telefónica actual a tecnología IP.

Estadística del Pago del Servicio de Telecomunicaciones Periodo 2023-2024

Como muestra Figura 37

Pago del Servicio de Comunicaciones de los años 2023-2024, los gastos del servicio de telecomunicaciones revelan variaciones mensuales considerables, con disminuciones en distintos meses e incrementos en otros, como se muestra en la figura siguiente.

Figura 37

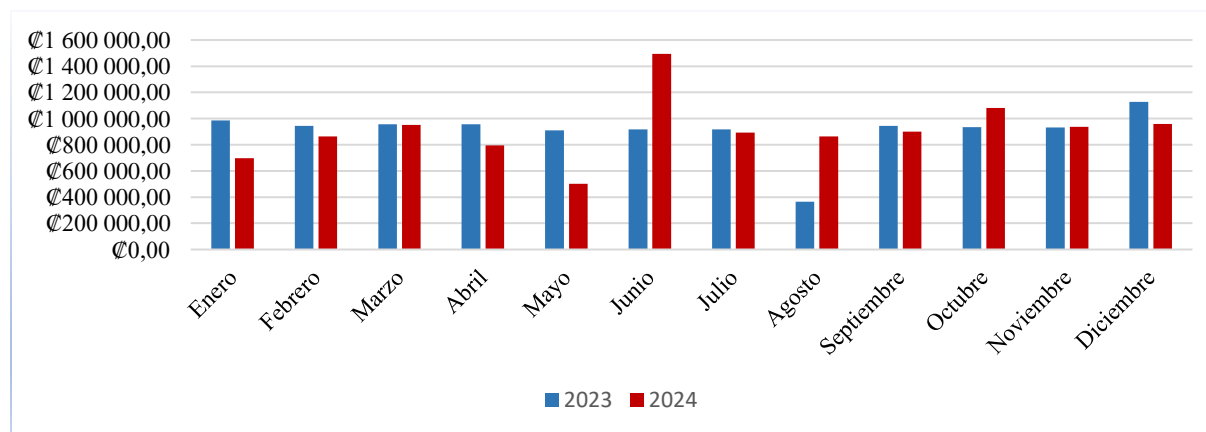
Pago del Servicio de Comunicaciones de los años 2023-2024

Telecomunicaciones	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
2023	€985,177.00	€944,409.29	€957,526.14	€956,287.33	€910,772.06	€916,879.19	€917,242.33	€364,991.06	€944,695.58	€933,751.57	€932,793.11	€1,128,100.41
2024	€697,545.68	€864,035.17	€952,650.43	€795,034.47	€501,118.68	€1,494,080.35	€892,988.67	€862,795.52	€899,837.87	€1,081,476.26	€937,419.79	€958,887.56
	€1,682,722.68	€1,808,444.46	€1,910,176.57	€1,751,321.80	€1,411,890.74	€2,410,959.54	€1,810,231.00	€1,227,786.58	€1,844,533.45	€2,015,227.83	€1,870,212.90	€2,086,987.97

Nota. Tomado de: (Carranza, 2025).

Figura 38

Histórico del Pago de Servicio de Telecomunicaciones CNM



Nota. La **Figura 38**

Histórico del Pago de Servicio de Telecomunicaciones CNM, detalla un aumento en el pago del servicio de telecomunicaciones durante el 2024, respecto del 2023, con un crecimiento reflejado en junio de €577,201.16; en octubre incrementó su costo en más de €147,724.69. Tomado de: (Monge, 2023-2024).

Actualmente la central telefónica no permite un control detallado sobre el uso que hacen los funcionarios del servicio de telecomunicaciones, lo que limita identificar patrones de consumo por funcionario, optimizar recursos y aplicar medidas correctivas sobre el uso desmedido de los recursos públicos.

Capítulo VI: Conclusiones y Recomendaciones

Este capítulo contiene dos apartados: las conclusiones y las recomendaciones. Se procederá, por tanto, a responder a las preguntas de investigación y objetivos planteados, relacionar los resultados obtenidos con estudios previos, comentar las limitaciones del estudio, destacar la importancia y significado del estudio. Hernández Sampieri et al (2014).

Conclusiones

Basado en el objetivo específico 1. Se identificó que la infraestructura actual del sistema analógico de telefonía del Centro Nacional de la Música presenta un estado de obsolescencia de aproximadamente 20 años, lo que genera deficiencias operativas. Entre estas, se identificaron limitaciones en la escalabilidad, altos costos de mantenimiento y una falta de flexibilidad para adaptarse a las necesidades de comunicación actuales.

Además, se evidenció que el sistema telefónico actual no garantiza una comunicación eficaz ni eficiente dentro de la institución, lo que afecta directamente la operatividad y la calidad del servicio. Estos hallazgos confirman la necesidad de modernizar el sistema de telefonía a una solución basada en tecnología IP, que permita mejorar la eficiencia y reducir costos operativos a largo plazo.

Basado en el objetivo específico 2. El análisis de las centrales telefónicas IP, tanto en infraestructura física como en la nube, se pudieron identificar soluciones tecnológicas que superan las limitaciones del sistema analógico actual. Se evidenció que estas soluciones ofrecen mayor flexibilidad, optimización en la gestión de comunicaciones y una significativa reducción de costos operativos y de mantenimiento. Asimismo, se determinó que las tendencias actuales en telefonía IP priorizan la integración con otras plataformas digitales, lo que facilita una comunicación más eficiente y centralizada dentro de la organización.

A su vez, se destacó la importancia de la seguridad en la transmisión de datos, donde la infraestructura existente del Fortinet en el CNM puede ser aprovechada como un mecanismo de protección para mitigar vulnerabilidades y garantizar la confiabilidad del sistema de telefonía IP.

Basado en el objetivo específico 3. El diseño y prueba del prototipo de telefonía IP permitieron evaluar el desempeño de la solución en un entorno de simulación antes de su implementación real. Mediante esta simulación, se validó la comunicación entre extensiones y se comprobó la viabilidad técnica de la migración a una infraestructura IP para el CNM.

Los resultados obtenidos evidenciaron que el sistema puede operar de manera eficiente en un entorno controlado, lo que respalda su potencial implementación en la institución. Además, se determinó que la solución IP ofrecerá mayor escalabilidad, integración con otras plataformas digitales y una reducción en los costos operativos en comparación con el sistema analógico actual.

En el proyecto de investigación se definieron el pliego de condiciones cuartelarias y las especificaciones técnicas para la adquisición de la central telefónica IP, siguiendo las recomendaciones de la jefatura de TI del MCJ y de los altos jefes del CNM para garantizar una implementación adecuada. La propuesta del cartel fue elaborada considerando la compatibilidad con la infraestructura existente y los requerimientos técnicos necesarios para una integración exitosa.

Además, esta propuesta cumple con los lineamientos establecidos por el área de TI y con los requisitos exigidos para su publicación en el sistema de compras públicas **SICOP**, lo que facilita el proceso de adquisición y asegura transparencia en la contratación.

Recomendaciones

Se recomienda al director general el M.M. Ramiro Ramírez y al jefe administrativo del CNM el Lic. Alexis Carranza, una migración planificada hacia un sistema de telefonía basado en IP, priorizando la evaluación de los recursos económicos de que dispone la institución, para optimizar costos y minimizar el impacto operativo. A su vez, es necesario realizar capacitaciones al personal para garantizar una adecuada adaptación del nuevo sistema telefónico.

Asimismo, se propone a la jefatura de TI, la Lcda. Catalina Cabezas y a la Lcda. Gladys Bolaños, encargada del área de presupuesto del CNM, tomar en cuenta el estudio de mercado de telefonía IP presentado en esta investigación, con el objetivo de escoger una solución basada en las necesidades específicas del Centro Nacional de la Música, considerando aspectos como costos de implementación, facilidad de administración y seguridad.

Se recomienda al Departamento de Informática del MCJ, utilizar el prototipo como base para planificar la implementación real del sistema telefónico IP, asegurando que se realicen pruebas e en diferentes escenarios operativos. Además, es importante contar con un plan de contingencia que permita mitigar posibles inconvenientes durante el proceso de migración. A su vez, se sugiere solicitar a las empresas participantes en la licitación pública la realización de una prueba de concepto mediante una simulación, con el objetivo de evaluar el desempeño del software que administrará las llamadas entrantes y salientes.

Se recomienda a la jefatura de Informática del MCJ, la Lcda. Bolaños y a la jefa de Proveeduría, la Lcda. Laura Durán, valorar la utilización de la propuesta del Pliego de Condiciones Cartelerías de la Central Telefónica IP y que esté alineada con los objetivos estratégicos del CNM. Asimismo, se sugiere establecer sesiones de consulta con proveedores

potenciales para aclarar dudas y obtener realimentación sobre la viabilidad técnica de la solución planteada en este proyecto.

Se recomienda al Centro Nacional de la Música considerar la implementación de la solución planteada en este proyecto, para garantizar una infraestructura de comunicaciones más robusta, moderna, escalable y alineada con las necesidades actuales y futuras de la institución. La adopción de un sistema de telefonía IP fortalecerá la infraestructura de telecomunicaciones del CNM y establecerá una base sólida para futuras integraciones tecnológicas que optimicen la comunicación institucional y la eficiencia en las operaciones.

Capítulo VI: Propuesta de la Solución

Con base en los resultados obtenidos en la investigación realizada, se procederá a formular la propuesta para la nueva infraestructura de comunicaciones del Centro Nacional de la Música. Durante el proceso de investigación, se estableció la situación actual de la central telefónica analógica, su distribución, así como sus ventajas y desventajas, con el objetivo de tener un punto de partida sólido para la implementación de la nueva infraestructura de comunicaciones

Tras obtener el estado actual de la central analógica, se llevó a cabo una investigación mediante revisión didáctica, entrevista con la jefatura de Informática y otras herramientas. Esta investigación permitió documentar las mejores opciones tecnológicas en cuanto a versiones de centrales telefónicas IP, así como las mejores prácticas en administración, seguridad, y gestión en general.

Aporte de la Propuesta: Pliego de Condiciones Cartelerías de la Central Telefónica IP para su publicación en SICOP

A continuación, se detalla el cartel de la central telefónica IP On Premise.

Información General de la Contratación

La Unidad de Gestión Administrativa del Centro Nacional de la Música, le invita a participar en la presente Contratación. Se recibirán ofertas electrónicas por medio del Sistema Integrado de Compras Públicas SICOP.

Consultas con el Administrador de la contratación el Lic. Alexis Carranza Jiménez al correo electrónico **acarranzaj@mcj.go.cr** o al teléfono **2240-0333**.

Solicitud de la Contratación

A continuación, se detalla el hardware y software requeridos para la implantación de una Central telefónica IP ON Premise.

Tabla 10**Objeto de la Contratación**

PARTIDA	LÍNEA	CANTIDAD	DESCRIPCIÓN	CÓDIGO SICOP
1	1	1	Central telefónica IP	4319151692031084
	2	50	Licencia de Software	4323151290008784
	3	2	Teléfono IP (oficinista)	4319151192212185
	4	5	Teléfono IP (ejecutivo)	4319151192001946
	5	2	Teléfono IP (repcionista)	4319151192142520
	6	1	Teléfono IP tipo araña	4319151192369815
	7	2	Diadema inalámbrica (repcionista)	4319160992016729
	8	40	Diadema inalámbrica usuarios remotos	4319160992016729
	9	1	Servidor para la instalación de la central telefónica y el Software (ambiente analítico de llamadas)	4323151290008784
	10	1	Dos años de servicio de Soporte 5x8, con 15 horas al año y 1 mantenimiento correctivo ilimitado con cambio de partes (servidor y central telefónica) y 1 mantenimiento preventivo al año para limpieza de equipo y revisión de alarmas	8111220192205563
	11	1	Sistemas de alimentación ininterrumpida (UPS) de 1500 VA	3912101192421496
	12	1	Servicio de Migración, instalación y configuración de la Central IP (Concepto llave en mano)	8111220192205563

Nota. Como se muestra en la **Tabla 10**

Objeto de la Contratación, se determina el equipo de comunicación requerido para la implementación de

la central telefónica IP, con detalle de los componentes esenciales para garantizar un funcionamiento óptimo y una integración eficiente con la infraestructura de red existente.

Estimación Presupuestaria

A continuación, se detalla el presupuesto estimado para la implantación de una central telefónica IP ON Premise.

Tabla 11

Estudio Costo Estimado de la Implementación de la Central IP

LÍNEA	DESCRIPCIÓN	SUBPARTIDA	MONTO UNITARIO	MONTO TOTAL ESTIMADO
1	Central telefónica	5.01.03	\$ 9.200,00	\$ 9.200,00
2	Soporte de Software (Licencia para 50 teléfonos)	1.03.07	\$ 252,00	\$12.600,00
3	Teléfono IP (oficinista)	5.01.03	\$ 488,00	\$ 976,00
4	Teléfono IP (ejecutivo)	5.01.03	\$ 304,00	\$ 1.520,00
5	Teléfono IP (repcionista)	5.01.03	\$ 880,00	\$ 1.760,00
6	Teléfono IP tipo araña	5.01.03	\$ 1.160,00	\$ 1.160,00
7	Diadema inalámbrica (repcionista)	5.01.03	\$ 640,00	\$ 1.280,00
8	Diadema inalámbrica usuarios remotos	5.01.03	\$ 100,00	\$ 4.000,00
9	Servidor para la instalación de la central telefónica y el Software (ambiente analítico de llamadas)	5.01.03	\$5.207,00	\$ 5,207,00
10	2 años de servicio de Soporte 5x8, con 15 horas al año y 1 mantenimiento correctivo ilimitado con cambio de partes (servidor y central telefónica) y 1 mantenimiento	1.03.07	\$2.141,00	\$ 4.282,00

	preventivo al año para limpieza de equipo y revisión de alarmas			
11	Sistemas de alimentación ininterrumpida (UPS) de 1500 VA	5.01.03	\$ 398,59	\$ 398,59
12	Servicio de Migración, instalación y configuración de la Central IP.	1.03.07	\$1.652.00	\$1.652.00

Nota. La Tabla 11

Estudio Costo Estimado de la Implementación de la Central IP, detalla el desglose de cada componente, incluyendo línea, descripción, subpartida necesarios para su publicación en el Sistema de Compras Públicas (SICOP), así como su monto unitario y costo total estimado. Para la ejecución del proyecto, el Centro Nacional de la Música deberá contar con un presupuesto aproximado de **\$44,035.59**, lo que asegura la adquisición de los equipos y servicios necesarios para la implementación de la nueva central telefónica IP ON-Premise.

Condiciones Generales

La oferta deberá presentarse en SICOP, firmada digitalmente por quien tenga poder suficiente para ello, dentro del plazo previsto para tal efecto en el pliego de condiciones. La oferta estará encriptada e inaccesible hasta la hora y la fecha señaladas en el pliego de condiciones para la apertura de ofertas; SICOP garantiza la confidencialidad.

Deberá redactarse en idioma español. La información técnica o complementaria y los manuales de uso expedidos por el fabricante deberán presentarse en idioma español, salvo que en el pliego de condiciones se permitan otros idiomas con la traducción debidamente en español o se acepte una traducción libre de su texto.

La literatura técnica y demás documentación que le dé soporte a la propuesta constituirá parte integral de la oferta. En caso de contradicción entre distintos extremos de la propuesta,

prevalecerá la que mejor se ajuste al pliego de condiciones o las necesidades del CNM, que consten en la justificación de la procedencia de la contratación indicada en la decisión inicial.

La persona oferente deberá aportar, mediante SICOP, toda la documentación requerida en el pliego de condiciones.

Con el solo sometimiento de la oferta en tiempo, se entiende aceptado el plazo de vigencia de la oferta establecido en el pliego de condiciones y durante las diferentes etapas del procedimiento, aunque no deje constancia de ello en la oferta. Si hubiera alguna inconsistencia, se le hará la prevención correspondiente a la fase de análisis de las ofertas.

Con la presentación de la oferta se tendrán por aceptadas todas las condiciones establecidas en el pliego. En ningún caso se aceptará la presentación de ofertas en medios distintos. La oferta participará únicamente en el concurso para el que fue presentada y el oferente asume las consecuencias que se puedan generar por su falta de cuidado o cualquier error imputable a él en el momento de ingresar su oferta y la documentación complementaria en SICOP.

Para el sometimiento de la oferta en SICOP es necesario al adjuntar documentos, que se agrupen en las siguientes tres categorías: Documentos Técnicos, Oferta Económica, Documentos legales. En la primera página de cada archivo debe aparecer el índice de documentos que contiene.

Participación única en cada procedimiento de contratación

Una persona física o jurídica únicamente podrá figurar para un mismo concurso en una única oferta ya sea como subcontratista, oferente individual o participar en forma conjunta o consorciada. La condición también resultará aplicable a las personas físicas o jurídica que conformen un mismo grupo de interés económico en los términos establecidos en el artículo 49

de la Ley General de Contratación Pública. Lo anterior, a excepción de lo establecido en el artículo 133 del Reglamento a la Ley General de Contratación Pública.

Subsanación y plazo de caducidad para efectuarla

Podrán ser susceptibles de subsanación los defectos que contenga una oferta, siempre y cuando con ello no se otorgue una ventaja indebida. El CNM realizará una única prevención para que la persona oferente subsane y aclare la oferta en el plazo razonable, otorgando a la persona oferente un plazo máximo de tres días hábiles para ello, tomando en cuenta la naturaleza de la información solicitada, su complejidad en obtenerla y el tipo de procedimiento del que se trate.

Dentro del mismo plazo otorgado en la prevención regulada en el párrafo anterior, la persona oferente puede, por sí mismo, aclarar o subsanar extremos no abordados por el CNM que estuvieren indicados en los informes realizados para el análisis de la oferta o cualquier otro externo que la persona oferente estime necesario subsanar o aclarar, bajo pena de caducidad.

Si la prevención no es atendida en tiempo y forma, caducará la facultad de la persona oferente para realizarla en un momento posterior, conforme lo establecido en el Artículo 50 de la Ley General de Contratación Pública.

El CNM procederá a descalificar la oferta siempre que la naturaleza del defecto así lo amerite, por incumplir aspectos esenciales de las bases del concurso o sean sustancialmente disconformes con el ordenamiento jurídico. Esta situación deberá ser motivada por la Administración. Los incumplimientos intrascendentes no implicarán la exclusión de la oferta, pero así deberá ser razonado.

No será necesario prevenir la subsanación de aquellas omisiones relacionadas con aspectos exigidos por el pliego de condiciones, que no requieren una manifestación expresa de la

persona oferente para conocer los alcances puntuales de su propuesta, en cuyo caso se entenderá que acepta las condiciones

Notificación en SICOP

Tratándose de la notificación al domicilio electrónico permanente y/o al medio subsidiario, el proveedor o subcontratista quedará notificado el día hábil siguiente de la comunicación. La notificación será válida cuando ingrese a alguno de los medios señalados, tanto al domicilio electrónico permanente y/o al medio subsidiario. Será responsabilidad del usuario cumplir con los mecanismos de verificación establecidos en la plataforma que garanticen la pertenencia de los medios de notificación registrados, así como que estos se encuentren activos. En virtud de lo anterior, cualquier imposibilidad de realizar la notificación al domicilio electrónico por la omisión de dichas verificaciones, no será imputable al CNM o al Sistema compras públicas.

Verificación de cumplimiento de las obligaciones del oferente

El CNM verificará el estado de las obligaciones de la persona oferente y subcontratista, señaladas en el pliego de condiciones, mediante consulta en línea en SICOP o en el sitio web de cada entidad competente en la materia. El CNM podrá constatar en cualquier momento, el cumplimiento por parte de la persona oferente y subcontratista de estas obligaciones:

- Estar al día en el pago de las obligaciones con FODESAF, según lo establecido en el artículo inciso 22 inciso c) de la Ley 8783, Reforma No. 5662 Ley de Desarrollo Social y Asignaciones Familiares.
- Estar al día con las obligaciones obrero-patronales, de conformidad con el Art. 74 de la Ley Constitutiva de la Caja Costarricense de Seguro Social.
- Estar al día con el impuesto de personas jurídicas.

- Estar al día con las obligaciones tributarias.
- Que no le alcanza ninguna de las prohibiciones para contratar con la Administración, de conformidad con la Ley General de Contratación Pública y el Reglamento. En caso de que le alcance alguna de dichas prohibiciones, deberá indicar con cuál institución tiene esta afectación.
- Tratándose de personas físicas, deberá presentar una declaración jurada en la cual indique el beneficiario final, incluyendo su nombre completo y su condición declarada de beneficiario final.
- Tratándose de personas jurídicas, deberá presentar una declaración jurada de naturaleza y propiedad de las acciones que contenga la cédula jurídica o física de los accionistas, según corresponda, el capital social, la naturaleza de sus acciones y a quién pertenecen. Además, cada proveedor también debe presentar, como parte de esa declaración jurada, información precisa y completa sobre su(s) beneficiario(s) final(es), incluido el (los) nombre(s) completo(s) de su(s) beneficiario(s) final(es), así como el tipo y número de documento de identificación oficial.

Precio

El precio deberá ser cierto y definitivo, sin perjuicio de eventuales reajustes o revisiones regulados en el Artículo 43 de la Ley General de Contratación Pública. En caso de divergencia entre el precio cotizado en número y letras, prevalecerá este último, salvo el caso de errores materiales evidentes, en cuyo caso prevalecerá el valor real. Si la persona oferente no señala los tributos que afectan su propuesta, se presume que el monto total cotizado los contiene, incluyendo tasas, sobretasas, aranceles de importación y demás impuestos de mercado local. La

persona oferente podrá cotizar en cualquier moneda. El precio deberá incluir el impuesto de valor agregado, pues la institución no se encuentra exenta.

Estructura del Precio

La persona oferente deberá presentar la estructura del precio tanto en términos absolutos como porcentuales. Cuando haya discrepancias entre los valores absolutos y los porcentuales de la estructura del precio presentada por la persona oferente, prevalecerán los valores absolutos sobre los porcentuales. Los valores absolutos deberán ser concordantes con la o las monedas con que se presenta el precio de oferta.

Desglose del Precio

La persona oferente deberá presentar el “Desglose de la Estructura del Precio” para cada una de las partidas ofertadas, indicando el monto y el porcentaje correspondiente a mano de obra (MO), gastos administrativos (GA), insumos (I) y utilidad (U).

Reajuste de Precio en colones

Para los contratos en los que proceda el reajuste de precio, la Administración reconocerá su aplicación para ofertas en colones, conforme lo establecido en el Artículo 102 del Reglamento a la Ley General de Contratación Pública.

Precios Inaceptables

Se procederá a realizar el estudio económico de ofertas y se realizarán las indagaciones respectivas, de conformidad con lo estipulado en el artículo 106 del R.L.G.C.P.

Precio Ruinoso o no Remunerativo

Se presumirá cuando el precio cotizado sea igual o menor en un 20% al precio mínimo cotizado del estudio de mercado realizado. En ese caso, se indagará con el oferente si con el precio ofertado será capaz de cumplir con los términos del contrato. En la indagación, el oferente

deberá demostrar de forma amplia y documentada, mediante un informe basado en el desglose del precio, certificaciones y demás documentos probatorios, que cubrirá los costos mínimos, insumos necesarios y, además, obtendrá una utilidad razonable. No bastará con la sola indicación, sin respaldo técnico, de que será capaz de cumplir con los términos del contrato.

Precio Excesivo

Se presumirá el precio excesivo cuando el precio cotizado sea igual o mayor en un 20% al precio máximo determinado en el estudio de mercado realizado, para lo cual se realizará el análisis correspondiente. En la indagación, el oferente deberá demostrar ampliamente, mediante informes, certificaciones y los documentos probatorios correspondientes, que el precio ofertado o el porcentaje de utilidad, según las condiciones del objeto contractual o del mercado, no resulta excesivo, y realizar una explicación de por qué el precio excede el promedio general del mercado.

Precio que Excede la Disponibilidad Presupuestaria

Existe cuando el precio cotizado supere el monto disponible para esta contratación y la Administración no cuente con los recursos financieros para hacer frente a la totalidad del monto ofertado o el oferente no se pueda ajustar a la disponibilidad presupuestaria.

Precio Colusorio o Práctica Desleal

Cuando se tengan indicios de que los precios cotizados están previamente acordados entre los oferentes participantes o los que abarcan el mercado, es decir, de antemano los oferentes se han puesto de acuerdo para la distribución del mercado o bien, cualquier otra práctica desleal, monopolística o anticompetitiva, ante lo cual se procederá conforme al artículo 138 R.L.G.C.P.

Presupuestó Detallando del Precio

Como se muestra en la *Figura 39*

Desglose de Precio y conforme el Art. 103 del R.L.C.P., UNICAMENTE EL ADJUDICATARIO, “dentro del plazo de ocho días hábiles posteriores a la firmeza de la adjudicación y antes de la suscripción del contrato, deberá aportar DETALLE DEL PRESUPUESTO. Lo anterior, aplica para cualquier modalidad de cotización y tipo de contrato. En caso de no presentarse en ese plazo, la Administración declarará insubsistente la adjudicación y procederá conforme a lo establecido en el artículo 52 de la Ley General de Contratación Pública.

Figura 39

Desglose de Precio

COMPONENTES	RUBRO	MONTO	PORCENTAJE
Mano de obra	Mano de obra directa		
	Mano de obra indirecta		
	Mano de obra subcontratada		
Insumos	Insumos directos		
	Insumos indirectos		
Gastos Administrativos	Detallar		
Utilidad			
	Subtotal		100,00%
	IVA		13%
	Total		

Nota. Como se muestra en *Figura 39*, el oferente deberá detallar los gastos asociados a la instalación y la utilidad obtenida. Tomada de: (Duran, 2025).

Formula Reajuste de Precios en Servicios

La fórmula matemática que aplicará en el CNM para el reajuste y la revisión de precios es la siguiente:

$$PV = PC (I * (iIti / iItc) + GA * (iGAtg / iGAtc) + U)$$

Donde:

Pv= Precio variado.

Pc = Precio de cotización (será considerado el precio vigente al momento de la cotización cuando la fórmula sea aplicada por primera vez y como el precio últimamente revisado para los posteriores reajustes del precio).

I= Porcentaje de insumos del precio de cotización (se entenderá referido sobre el precio cotizado originalmente en caso de no haberse dado ya una revisión y sobre el último precio reajustado en caso de haberse producido anteriormente una revisión del precio).

GA = Porcentaje de gastos administrativos del precio de cotización (se entenderá referido sobre el precio cotizado originalmente en caso de no haberse dado ya una revisión y sobre el último precio reajustado en caso de haberse producido anteriormente una revisión del precio).

U= Porcentaje de utilidad del precio de cotización.

iIti= Índice del costo de insumos en el momento considerado para la variación. Este dato se obtiene de la información que brinda el Banco Central de Costa Rica con respecto al índice de precios al productor industrial sin combustible (IPPI).

iItc= Índice del costo de insumos en el momento de la cotización. Este dato se obtiene de la información que brinda el Banco Central de Costa Rica con respecto al Índice de precios al productor industrial sin combustible (IPPI). Será considerado el precio vigente al momento de la cotización cuando la fórmula sea aplicada por primera vez y con el precio últimamente revisado para los posteriores reajustes del precio (Duran, 2025).

IGAtg = Índice del costo de gastos administrativos en el momento considerado para la variación. Este dato se obtiene de la información que brinda el Banco Central de Costa Rica con respecto al Índice de precios al consumidor (IPC).

IGAtc= Índice del costo de gastos administrativos en el momento de la cotización. Este dato se obtiene de la información que brinda el Banco Central de Costa Rica con respecto al Índice de precios al consumidor (IPC). Será considerado el precio vigente al momento de la cotización cuando la fórmula sea aplicada por primera vez y con el precio últimamente revisado para los posteriores reajustes del precio (Duran, 2025).

Formas de Pago

El CNM utilizará para cancelar las obligaciones contractuales los siguientes medios de pago: Transferencia.

El pago será total. Este se realizará una vez que el objeto contractual haya sido revisado y recibido a entera satisfacción por el administrador de contrato. Sin el recibido conforme, no será posible librar ningún desembolso. La persona administradora de contrato debe realizar la gestión de recepción en el sistema SICOP.

El oferente que resulte adjudicatario de esta contratación acepta que el pago se realice en un máximo de 30 días naturales plazo a partir de la presentación de la factura.

La factura debe indicar el número de cédula jurídica y el número de cuenta SINPE para la realización del pago a través de transferencia electrónica.

Previo al trámite de pago, se debe contar con la solicitud de recepción a través de SICOP y la debida aceptación por parte de la administradora del contrato.

Las líneas de la N°1 a la N°12 se pagarán una vez entregados los equipos, instalados e implementada la solución en las oficinas del Centro Nacional de la Música en Moravia, así como

recibida a satisfacción por parte de la persona administradora del contrato y de la jefa de informática del MCJ.

Trámite de Pago

Para la gestión de pago se requiere la presentación de la factura electrónica y el recibo conforme de la persona administradora del contrato, encargada de fiscalizar la ejecución contractual.

El pago podrá realizarse en la moneda fijada en la contratación, o bien, en colones costarricenses, salvo lo dispuesto en el artículo 49 de la Ley No. 7558, Ley Orgánica del Banco Central de Costa Rica de 3 de noviembre de 1995.

Para efectos del pago en colones, en contrataciones pactadas parcial o totalmente en moneda extranjera, el CNM deberá utilizar el tipo de cambio de referencia para la venta, emitido por el Banco Central de Costa Rica, vigente al día en que se efectuará el pago, de conformidad con el artículo 48 de la citada Ley No. 7558. Para todas las formas de pago el CNM aplicará los principios de eficiencia, eficacia y valor por el dinero.

En caso de una devolución de un pago realizado en moneda extranjera, para su reintegro se deberá utilizar el tipo de cambio de referencia para la venta, del Banco Central de Costa Rica, del día en que se realizó la transacción de pago.

Plazo Para el Pago y Reconocimiento de Intereses

El plazo para pagar no podrá ser superior a 30 (treinta) días naturales, el cual correrá a partir de la presentación de la factura, previa recepción del bien o servicio a satisfacción por parte de la persona administradora de contrato y el cumplimiento del visado del gasto.

El reconocimiento de intereses se hará previo reclamo del interesado mediante resolución administrativa, que será emitida dentro de un plazo de dos meses posteriores a la solicitud.

El reclamo de intereses prescribirá en un año, conforme las regulaciones del Código de Comercio Ley No. 3284 del 30 de abril de 1964.

Para operaciones en dólares de los Estados Unidos de América, los intereses serán cancelados aplicando la tasa de interés internacional referenciado por el Banco Central de Costa Rica. Le corresponderá a la persona administradora de contrato realizar la previsión presupuestaria para el reconocimiento de estos intereses.

Plazos de la Contratación

La persona oferente debe manifestar o indicar en su oferta que acepta la vigencia de esta por un mínimo de 30 (treinta) días hábiles. En caso de que no indique expresamente un plazo determinado, se entenderá que se acepta el plazo de vigencia antes indicado.

Plazo para Realizar la Adjudicación

De conformidad con el Artículo 51 de la Ley General de Contratación Pública y el Artículo 140 del Reglamento a la Ley General de Contratación Pública, el plazo para dictar el acto final no podrá ser superior al doble del plazo fijado en el pliego de condiciones para la recepción de ofertas.

Plazo de entrega Línea N°1 a la Línea N°12

El oferente deberá indicar el plazo de entrega del objeto contractual en días hábiles y que se compromete a la entrega cumpliendo plenamente con lo requerido. El plazo de entrega no podrá exceder de 40 (cuarenta) días hábiles después de comunicada la orden de pedido en el Sistema SICOP. En caso de que el oferente, no indique expresamente el plazo determinado, se entenderá que acepta el plazo de entrega antes indicado.

Vigencia del Contrato

En el caso de los servicios (línea N°9) el plazo del contrato será por 2 (dos) años, con posibilidad de 2 (dos) prórrogas facultativas de un año cada una, hasta completar un plazo de 4 (cuatro) años.

Aspectos legales

Clausula Penal

Al adjudicatario que incumpla el plazo de entrega, se le penalizará con el 0.25%, por cada día hábil, hasta un 25%, del monto total adjudicado por cada ítem, donde se cotiza el bien u objeto de contratación pendiente de ser entregado. Este monto será aplicado según lo dispuesto en el artículo 117 del Reglamento a la Ley General de Contratación Pública.

Sanciones

Conforme lo establece artículo 46 de la Ley General de Contratación Pública. Con el fin de cubrir eventuales sanciones económicas, la Administración podrá practicar retenciones sobre los pagos entre un uno por ciento (1 %) y un cinco por ciento (5%) del total facturado, lo cual deberá constar en el pliego de condiciones.

Decretoria de Insubsistencia y Readjudicación del Acto

Una vez firme el acto de adjudicación, si la persona física o jurídica, debidamente prevenida no otorga la garantía de cumplimiento a entera satisfacción, no comparezca a la formalización contractual o no quiera recibir la orden de inicio dentro de los plazos estipulados, se declarará insubsistente el acto de adjudicación y se procederá a readjudicar a la segunda oferta mejor posicionada, de conformidad con lo dispuesto en el artículo 52 de la Ley General de Contratación Pública.

Durante la Ejecución del Contrato

El administrador del contrato, Alexis Carranza Jiménez, será el encargado de velar por la calidad de la prestación del servicio, según los objetivos, eventos realizados.

Nombre: Alexis Carranza Jiménez

Departamento: Unidad de Gestión Administrativa

Teléfono:2240-0333

Correo Electrónico: acarranzaj@mcj.go.cr

Fecha de inicio

El inicio del plazo contractual comenzará a regir a partir de la notificación formal del contrato o de la orden de inicio. Esta comunicación la deberá efectuar la persona administradora de contrato, mediante el Sistema Integrado de Compras Públicas “SICOP” (dicho plazo iniciará el día hábil siguiente de la comunicación señalada).

El CNM se reserva el derecho de adjudicar parcialmente una misma línea o bien, parte de un mismo objeto, de conformidad con lo establecido en la decisión inicial. En este último caso, esta alternativa será posible cuando el objeto lo permite y ello no afecte su funcionalidad. En ambos supuestos se exigirán, al menos, los precios unitarios cuando la modalidad de contratación lo requiere técnicamente. No será necesario advertir en el pliego de condiciones, la posibilidad de adjudicar parte de la totalidad de las líneas contempladas en este. La obligación de participar en la totalidad de las líneas solamente será posible cuando exista una justificación técnica para ello y así haya sido advertido en el pliego de condiciones.

Requisitos Mínimos de Admisibilidad

- La persona oferente debe ser socio de negocios o Partner con un mínimo de 5 (cinco) años de experiencia de la marca relacionada en la presente contratación, contados a partir

de la fecha de apertura en la venta y/o distribución de equipos de comunicación tipo central telefónica, así como para el mantenimiento y soporte de estos. Para ello, debe aportar nota del fabricante con no más de 30 días naturales de emitida previo a la presentación de su oferta donde indique la cantidad de años en que ha tenido tal condición.

- Suministrar 2 (dos) referencias comerciales de clientes a los cuales el oferente haya instalado la solución que se encuentra ofreciendo al CNM.
- Debe contar con personal técnico calificado para la instalación, mantenimiento y soporte de equipos y software de central telefónica, para lo cual debe aportar el listado del personal ofrecido junto con los atestados que lo acrediten.
- La persona oferente debe ofertar todo el objeto de la contratación.
- La persona oferente debe encontrarse al día con el pago de las cuotas obrero- patronales con la Caja Costarricense del Seguro Social, durante todo el período de la contratación (adjudicación, entrega de los servicios, pago de anualidades y vigencia del contrato), IMAS, FODESAF y el Ministerio de Hacienda.

Garantía del Equipo

La persona oferente debe indicar en su oferta electrónica el plazo de la garantía que ofrece por el equipo en días naturales y esta debe ser igual o superior a 36 meses en todo el equipo entregado.

Especificaciones Técnicas On Premise

Línea 1. Central Telefónica IP

- Central Telefónica IP con capacidad de montaje en rack o gabinete, con tecnología abierta SIP.

- La solución debe garantizar la permanencia de la numeración telefónica actual (2240-0333).
- El Proveedor debe ser pha.
- Debe contar con procesamiento de llamadas que permita crecer hasta 450 extensiones en el mismo procesador telefónico.
- Debe de ser instalada en las oficinas del CNM
- Debe permitir la integración como mínimo de 30 sitios, entre los cuales pueda compartir servicios tales como la mensajería y la administración centralizada.
- La solución debe conectarse a la red de datos existente por puertos Ethernet al igual que cada uno de los teléfonos IP. La administración brindará dichos puertos Ethernet.
- Debe permitir llamadas internacionales y que sea posible configurar restricción de manera que solo ciertos usuarios puedan tener esta característica.
- Debe incluir la facilidad de generar el registro de llamadas o Call Detail Records (CDR), para el registro de llamadas entrantes y salientes.
- Capacidad de asignar un código de seguridad por usuario para permitir realizar llamadas externas a la central telefónica (para las internas no debe ser solicitado). Además, deberá permitirle a un usuario hacer llamadas externas desde cualquier teléfono en la institución utilizando el código asignado y el CDR deberá registrar el usuario dueño del pin que realizó la llamada.
- Debe manejar el estándar IEEE 802.1q para la operación adecuada en ambiente de VLAN's.
- Deberá soportar el protocolo RTP para el transporte de la voz codificada.

- Deberá soportar los protocolos de codificación G.711, G.729A, G.729B, G.722, T.38 y Opus.
- Deberá soportar calidad de servicio utilizando DiffServ o TOS, así como el soporte de 802.1p y 802.1Q.
- Protocolo de aprovisionamiento y plug and-play TFTP/HTTP/HTTPS, detección y aprovisionamiento automáticos de terminales IP. (DHCP Option 66/multicast SIP SUBSCRIBE).
- Debe permitir el uso de operadora automática para proveer respuesta interactiva de voz de hasta 5 niveles, lista de directorio para asistir al que llama, transferir la llamada al número de usuario seleccionado, lenguaje en español, configurable para diferentes horas del día. Deberá soportar la grabación de indicadores verbales para navegar por el sistema interactivo; el límite de dichos mensajes deberá estar acotado por la capacidad de disco duro disponible y no por horas de grabación.
- Debe tener la capacidad de soportar, como mínimo, 50 puertos de acceso al correo de voz y/o contestador automático.
- Debe incorporar una interface de administración en forma gráfica y amigable que permita realizar la configuración del sistema.
- Debe disponer de algún esquema de respaldo (backup) de la configuración de la central telefónica, para recuperarla ante un fallo o desastre.
- Debe contar la reproducción de audios para música en espera o mensajes corporativos.
- Interfaz Web para administración de la central.
- Debe incluir un Controlador de Sesiones de Borde o Session Border Controller (SBC) que permita seguridad perimetral de la solución y facilidad de conexión y acceso por

medio de la aplicación remota de llamadas conocido como “Softphone” sin requerir el uso de un cliente VPN.

- Un servidor telefónico para el procesamiento de las llamadas I. basado sobre un sistema operativo robusto garantizado para aplicaciones de tiempo real, tipo Linux o Unix.
- Debe permitir, a futuro, incluir un ambiente de call center con múltiples colas de llamadas configurables, distribución automática de llamadas (ACD) basada en el nivel de habilidades del agente / disponibilidad / ocupado, anuncio en la cola. Con grabación de llamadas para esos agentes con retención de 1 mes de las grabaciones.
- Debe permitir, a futuro, incluir licenciamiento en el ambiente de Session Border Controller para manejar Direct Routing y así habilitar la integración con Microsoft Teams.
- Instalación, configuración, puesta en marcha de la solución requerida.
- Entrenamiento y transferencia de conocimiento para al menos 4 funcionarios del CNM y del MCJ con no menos de 16 horas, directamente con el fabricante de la solución.
- Presentar un cronograma de implementación de la central telefónica y un informe final una vez terminado todo y esté funcionando al 100%, además de adjuntar los manuales y guías de ayuda para los funcionarios del CNM con la capacitación.

La central telefónica IP deberá tener al menos la siguiente capacidad instalada, como se detalla a continuación:

- Un servidor telefónico para el procesamiento de las llamadas I, basado sobre un sistema operativo robusto garantizado para aplicaciones de tiempo real, tipo Linux o Unix.
- Fuente de alimentación universal con entrada de 110/220 V, 50/60Hz; incluir el respectivo cable de alimentación.

- Deberá contar como mínimo con dos interfaces de red RJ-45 a 10/100/1000.
- Contar con alguno de los siguientes puertos: USB, RS232 o SD.
- Debe incluir derecho de perpetuo respecto del licenciamiento necesario para el funcionamiento de la central, para la conexión de un SIP Trunk y para todas las funcionalidades solicitadas en este cartel. La institución no debe incurrir en costos recurrentes por licenciamiento de usuarios y/o aplicaciones, conexiones con el proveedor del servicio y teléfonos.
- Debe incluir 10 canales de Troncal SIP hacia la Red Telefónica Nacional habilitados para llamadas entrantes y salientes de forma concurrente y tener capacidad de crecimiento para soportar hasta 30 canales.
- Debe incluir 8 puertos de acceso al correo de voz y/o contestador automático.
- Debe incluir la facilidad de casillero de voz para cada extensión.
- Debe incluir una operadora automática en idioma español para proveer respuesta interactiva de voz de hasta 5 niveles.
- Debe incluir mínimo dos conferencias de audio de hasta 25 participantes.
- Debe incluir equipo físico para Session Border Controller, de la misma marca del fabricante de la central y contar como mínimo con cuatro puertos Ethernet, un puerto C, dos puertos USB, montaje en rack o en gabinete de pared de 1 unidad, máximo 2 unidades, 10 licencias para canal de troncal SIP.
- Licenciamiento móvil o remoto para el uso del softphone de manera simultánea.
- Debe incluir el discado directo entrante, DID o marcación directa a una extensión desde el exterior.
- Identificación de llamadas (Caller ID).

- Llamada en espera (Call waiting).
- Posibilidad de crear grupos de llamados (hunt groups) lineales y circulares.
- Enrutamiento de llamadas según servicio nocturno y diurno.
- Histórico de llamadas vía la pantalla del teléfono.
- Tonos de timbrado distintivo.
- Grupos de voceo.
- Métodos de desconexión: Tono de progreso de llamada, inversión de polaridad, detección de colgado, desconexión por corriente, tono de ocupado.
- Funciones de llamada: Estacionamiento de llamadas, desvío de llamadas, transferencia de llamadas, grupo de extensiones, grupo de captura y lista para bloqueo de números.

Línea 2 Teléfono por Software o Softphone

- Debe incluir 30 licencias para Teléfono por software o Softphone.
- Debe ser de la misma marca del fabricante de la central telefónica.
- Debe permitir realizar llamadas y todas las bondades de la central telefónica desde un celular Android o Apple y desde una portátil Mac o Windows.
- Debe contar con la facilidad de directorio de usuarios, para realizar la búsqueda de una extensión por el nombre del usuario.
- Debe operar bajo el protocolo SIP.
- Debe contar con historial de llamadas.
- Debe brindar presencia a través del servidor de IP Office
- Los usuarios deben poder colocar las llamadas en espera y crear una conferencia, así como agregar más miembros de conferencia adicionales.
- Debe permitir el acceso al correo de voz

Línea 3: Teléfonos IP Perfil Oficinista

- Debe ser de la misma marca del fabricante de la central telefónica
- Debe incluir la licencia respectiva para su funcionamiento.
- Pantalla a color mínimo de 2.8" con al menos 320x240 pixeles.
- Contar con al menos 6 teclas programables para funciones dedicadas.
- Dos puertos Ethernet para conexiones a 10/100/1000.
- Debe soportar alimentación por PoE
- Soporte protocolos SIP (RFC 3261)
- Ángulos ajustables para ergonomía del usuario.
- Conector RJ11 para headset o diadema
- Soportar módulo opcional para la habilitación de la facilidad de Wi-fi.
- Libreta de contactos de al menos 100 registros.
- Altavoz dúplex completo.
- Indicador de mensajes en espera.
- Soportar 802.1q VLAN, QoS L2 802.1p.
- Registro de llamadas perdidas, recibidas y realizadas.
- Manejo de etiquetado de teclas programables en pantalla.
- Debe incluir la fuente de poder y cable de red.
- Debe de ser instalada en las oficinas del SINIRUBE.
- Debe contar con teclas fijas para: 3.19.1 Transferencia de llamadas.
- Conferencia de llamada.
- Lista de contactos.
- Acceso al correo de voz.

- Remarcado.
- Activación del Headset o diadema.
- Alta voz o manos libres.
- Llamada en espera o Hold.
- Volumen.
- Mute o Silencio.
- Características de audio 3.20.1 Alta definición de voz.
- Códecs G.711, G.729A/B, G.722, G.726A.
- Tonos DTMF in-band, RFC2833, SIP info.
- Administración mediante HTTP, HTTPS.

Línea 4: Teléfono IP Perfil Ejecutivo

- Debe ser de la misma marca del fabricante de la central telefónica.
- Debe incluir la licencia respectiva para su funcionamiento.
- Pantalla a color mínimo de 3.5" con al menos 320x240 pixeles.
- Contar con al menos 8 teclas programables para funciones dedicadas.
- Dos puertos Ethernet para conexiones a 10/100/1000.
- Debe soportar alimentación por PoE.
- Soporte protocolos SIP (RFC 3261).
- Ángulos ajustables para ergonomía del usuario.
- Conector RJ11 para headset o diadema.
- Soportar módulo opcional para la habilitación de la facilidad de Wi-fi.
- Libreta de contactos de al menos 100 registros.
- Altavoz dúplex completo.

- Indicador de mensajes en espera.
- Soportar 802.1q VLAN, QoS L2 802.1p.
- Registro de llamadas perdidas, recibidas y realizadas.
- Manejo de etiquetado de teclas programables en pantalla.
- Debe incluir la fuente de poder y cable de red.
- Debe soportar la adición de botoneras de 24 teclas.
- Debe de ser instalada en las oficinas del SINIRUBE.
- Mediante las teclas en contexto debe permitir realizar: conferencias, transferencias y poner en espera o hold.
- Debe contar con teclas fijas para: 4.21.1 Lista de contactos.
- Acceso al correo de voz.
- Activación del headset o diadema.
- Alta voz o manos libres.
- Volumen.
- Mute o silencio.
- Características de audio 4.22.1 Alta definición de voz.
- Códecs G.711, G.729A/B, G.722, G.726.
- Tonos DTMF in-band, RFC2833, SIP info.
- Administración mediante HTTP, HTTPS.

Línea 5: Teléfono IP Perfil Recepcionista

- Debe ser de la misma marca del fabricante de la central telefónica.
- Debe incluir la licencia respectiva para su funcionamiento.
- Pantalla a color mínimo de 3.5" con al menos 320x240 pixeles.

- Contar con al menos 8 teclas programables para funciones dedicadas.
- Dos puertos Ethernet para conexiones a 10/100/1000.
- Debe soportar alimentación por PoE
- Soporte protocolos SIP (RFC 3261).
- Ángulos ajustables para ergonomía del usuario.
- Conector RJ11 para headset o diadema.
- Soportar módulo opcional para la habilitación de la facilidad de Wi-fi.
- Libreta de contactos de al menos 100 registros.
- Altavoz dúplex completo.
- Indicador de mensajes en espera.
- Soportar 802.1q VLAN, QoS L2 802.1p.
- Registro de llamadas perdidas, recibidas y realizadas.
- Manejo de etiquetado de teclas programables en pantalla.
- Debe incluir la fuente de poder y cable de red.
- Debe soportar la adición de botoneras de 24 teclas.
- Debe de ser instalada en las oficinas del SINIRUBE.
- Mediante las teclas en contexto debe permitir realizar: conferencias, transferencias y poner en espera o hold.
- Debe contar con teclas fijas para: 5.21.1 Lista de contactos.
- Acceso al correo de voz.
- Activación del Headset o diadema.
- Alta voz o manos libres.
- Volumen.

- Mute o Silencio.
- Características de audio 5.22.1 Alta definición de voz.
- Códecs G.711, G.729A/B, G.722, G.726A.
- Tonos DTMF in-band, RFC2833, SIP info.
- Administración mediante HTTP, HTTPS.
- Permitir adicionar módulos de expansión con al menos 24 teclas para control de llamadas entrantes. Con capacidad de crecimiento de al menos dos módulos.

Línea 6: Teléfono IP, Tipo Araña

- Debe ser de la misma marca del fabricante de la central telefónica.
- Debe incluir la licencia respectiva para su funcionamiento.
- Pantalla monocromática mínimo de 3" con al menos 128x64 pixeles.
- Un puerto Ethernet para conexiones a 10/100.
- Debe soportar alimentación por PoE según IEEE 802.3af.
- Conector para expansión de micrófonos adicionales.
- Debe incluir fuente de poder y cable de red.
- Soporte protocolos SIP (RFC 3261).
- Seguridad: 802.1x, SRTP y TLS.
- Calidad de servicio (QoS): DiffServ, VLAN 802.1p/Q.
- Características de audio 6.11.1 Codecs de audio: G722, G711a, G711u, G729A/B.
- OmniSoud wideband.
- Micrófono omnidireccional.
- Tonos DTMF in-band, RFC2833, SIP info.
- Rango de cobertura de hasta 320 pies cuadrados.

- Volumen máximo 90 db.

Línea 7: Diadema Inalámbrica para recepcionista (manos libres)

- Micrófono dual: ECM unidireccional y Sistema analógico MEMS.
- Certificado bluetooth.
- Control de audio intuitivo, responder/finalizar llamadas, rechazar llamadas, control de volumen, silenciar voz.
- Acondicionado con almohadillas y repuestos.
- Confortable.
- Luz piloto de ocupado.

Batería

- Tiempo mínimo de duración en conversación de 10 horas.
- Base con cargador de batería de forma rápida; debe cargar al menos un 80% en 1 hora.
- Adaptador de corriente, cables y accesorios para la debida carga y funcionamiento.

Conectividad

- Este headset o diadema debe tener conectividad para el teléfono ejecutivo y el teléfono de recepcionista.
- Debe tener conectividad a la aplicación remota (Softphone) en una computadora Mac o Windows y en la app en un celular Apple o Android.
- Conector de 3,5 mm, micro USB o micro USB. RJ-9 para auricular de teléfono de mesa o USB, RJ 45 para AUX.
- Dispositivo DECT.
- Modos compatibles SCO, eSCO, Sinff Alcance máximo de 90 metros.
- Pin de sincronización.

- Seguridad DECT paso C y algoritmos FIPS aprobador para generación de claves encriptado de carga y autenticación.

Línea 8: Diadema Alámbrica para Usuarios Remotos

- Micrófono con cancelación de ruido.
- Altavoces que reducen el ruido ambiente para aumentar la concentración durante la llamada.
- Brazo articulado giratorio de 360°, cable reforzado con Kevlar que aumenta la durabilidad.
- Mejor calidad de sonido con voz HD y filtro de golpes de aire.
- La versión USB tiene una unidad de control programable que permite cambiar el volumen, silenciar las llamadas y realizar otras funciones.
- Ligero y cómodo, para utilizarlo durante horas, con diseño ergonómico y ajustable.
- Almohadillas de espuma.
- Diadema estero (ambos lados de la cabeza poseen audio) con micrófono.
- Versión USB, optimizado para Microsoft Teams.

Línea 9: Servidor para la Instalación de la Central Telefónica y el Software

Hardware

- Procesador: Intel Xeon o AMD EPYC con al menos 8 núcleos.
- Memoria RAM: 16 GB (mínimo), con posibilidad de expansión.

Almacenamiento

- 2 discos SSD o M2 de 500 GB en RAID 1 (para confiabilidad).
- Espacio adicional para almacenamiento de grabaciones y logs.

Conectividad

- Dos interfaces de red Gigabit Ethernet (mínimo) para redundancia.
- Conectividad con la VLAN de telefonía IP.
- Fuente de poder redundante para evitar interrupciones por fallos eléctricos.

Software

- Debe recolectar los datos de cada llamada tramitada por la central telefónica a través del CDR o a través de una conexión Devlink3.
- 9.5 Debe brindar información sobre cada llamada de entrada, cada llamada de salida y llamadas internas.
- 9.6 Debe contar con reportes estándar ya prediseñados, para brindar al menos la siguiente información histórica: 9.6.1 Detalle de principio a fin de cada llamada, para visualizar el tiempo en los distintos estados de la llamada (timbrando, en conversación, en espera o hold, transferencia). Además, debe registrar quién finalizó la llamada, el llamante o el llamado.
- Llamadas entrantes por extensión.
- Llamadas salientes por extensión.
- Resumen de llamadas por grupo de atención.
- Este reporte debe incluir las llamadas recibidas, llamadas contestadas, tiempo promedio de atención, tiempo promedio de conversación, porcentaje de llamadas perdidas.
- Resumen de llamadas de grupo por extensión.
- Resumen de llamadas entrantes de grupo con nivel de atención o Call Service Level, según una velocidad de respuesta máxima seleccionada.
- Llamadas a números externos.
- Llamadas abandonadas.

- Llamadas por código de cuenta o Account Code
- Resumen de llamadas recibidas por DID.
- Uso de troncal por intervalo.
- Uso de troncal resumido.
- Todos los reportes pueden utilizar filtros que incluyan el rango de fecha y las extensiones o grupos.
- La aplicación debe permitir a futuro incluir la grabación de llamadas con solo adicionar las licencias respectivas al total de canales de grabación simultáneos
- La aplicación debe incluir reportería de tiempo real que permita el uso de tableros o dashboard para controlar la atención de llamadas a nivel de los grupos de agente.
- Debe ser de la misma marca del fabricante de la central telefónica.

Línea 10: Horas de Soporte y Mantenimiento de la Central Telefónica

Por concepto de horas de soporte y mantenimiento, esta línea se debe cotizar por precio unitario por hora, ya que se requiere que sea consumida de acuerdo con demanda del CNM para el presupuesto 2025. Se contempla contenido presupuestario en caso de que sean requeridas horas de soporte. Para los años subsiguientes, se procederá a incorporar los recursos en el presupuesto.

Las horas de soporte y mantenimiento de los equipos será por 2 años prorrogables facultativamente por períodos iguales hasta completar 4 años.

Disponibilidad

El oferente debe contar con una mesa de ayuda o servicio de soporte con servicio en un horario de 8:00 a.m. a 4:00 p.m. continuo de lunes a viernes. El contratista debe contar con una

mesa de ayuda o servicio de soporte, para la recepción, atención y resolución de los incidentes reportados por el CNM, que cuente con las siguientes características:

Tiempo de Respuesta de Primer Nivel:

El tiempo de respuesta de atención al reporte de un incidente reportado no podrá ser mayor a 30 minutos indicando el número de caso (confirmación de recepción del reporte del incidente).

Tabla 12.

Tiempo de Respuesta de Incidentes

Prioridad	Plazo
Urgente	En un plazo no mayor a 4 horas hábiles*.
Intermedia	En un plazo no mayor a 8 horas hábiles.
Baja	En un plazo no mayor a 32 horas hábiles. Si el incidente tuviera una complejidad alta, se podrá revisar con el encargado de contrato y definir un plazo razonable entre las partes.

Nota. Como se muestra en la **Tabla 12.**

Tiempo de Respuesta de Incidentes, el contratista deberá resolver el incidente reportado según la prioridad asignada:

Modalidad: Remota o en sitio, cantidad de horas requeridas, día y hora en el cual se requiere el servicio:

El contratista deberá brindar un informe vía correo electrónico al encargado de contrato, del resultado del trabajo realizado en las horas solicitadas. El informe deberá contener, como mínimo: descripción breve del trabajo realizado, fecha y hora de inicio, fecha y hora de finalización. El informe deberá llegar al encargado del contrato en un plazo no mayor a 24 horas, posterior a la finalización de trabajo realizado.

Contrato de confidencialidad

Como parte del servicio es indispensable que el contratista y el personal del contratista, se comprometan a respetar la legislación costarricense en materia de protección de datos personales y firmar un contrato de confidencialidad que el CNM le entregará.

Reemplazo del personal ofertado

Esta sección refiere al personal ofertado en horas de servicio, mismo que realizará la implementación de las herramientas. En caso de que el contratista requiera reemplazar al personal antes de iniciar la etapa de ejecución del contrato o a lo largo de ella, deberá asegurarse que el profesional por reemplazar cuente con los requisitos mínimos solicitados en la contratación.

La sustitución de personal no deberá afectar el plazo de la fase de ejecución del proyecto de implementación, ni la prestación de soporte en el momento que el CNM lo requiera. Para la sustitución de personal se describe el proceso:

- El contratista deberá enviar al encargado de contrato la solicitud de sustitución de personal indicando nombre de la persona que sustituirá y todos los atestados de la nueva persona, así como el motivo del cambio.
- El encargado de contrato revisará los atestados y dará respuesta en un plazo no mayor a 10 (diez) días hábiles. En caso de que la solicitud sea rechazada, se indicará el motivo y el contratista deberá enviar lo atestados de otro profesional en un plazo no mayor a 5 (cinco) días hábiles.
- El CNM, queda facultado para solicitar la sustitución del profesional que presta el servicio, ya sea antes de iniciar la ejecución contractual o bien durante la ejecución del contrato, sea por incumplimiento de acuerdo con el perfil establecido en este pliego de

condiciones o bien, por incumplimiento en la calidad del servicio solicitado; en todo caso se detallará el motivo de la solicitud.

Línea 11. Sistemas de Alimentación Ininterrumpida (UPS) de 1500 VA

- Pantalla LCD o LED: Indicadores de carga, autonomía y estado del UPS.
- Alarma Audible: Para eventos de batería baja, sobrecarga o fallos.
- Capacidad de Potencia: igual o superior 1500 VA / 900 W.
- Voltaje de entrada/salida: 120V
- Protección contra sobretensiones: Para red eléctrica y línea de datos (RJ45).
- Formato: Montaje en rack 2U.
- Forma de Onda: Senoidal pura o simulada.
- Tiempo de Autonomía: Entre 5 y 10 minutos a plena / ~23 min a media carga.
- Tiempo de Transferencia: <4 ms para evitar interrupciones en servidores y equipos de telecomunicaciones.
- Tipo de batería: Ácido-plomo sellada, libre de mantenimiento.
- Factor de Potencia: 0.6 a 0.9.
- Tiempo de recarga: 3 a 6 horas al 90% de capacidad.

Línea 12. Servicio de Migración, Instalación y Configuración de la Central IP

Alcance del Servicio

- Migración del sistema telefónico analógico a una infraestructura basada en telefonía IP.
- Instalación y configuración de la nueva central IP, lo cual asegura su correcta integración con la red existente.
- Capacitación para los administradores y usuarios finales sobre el uso y gestión de la plataforma.

- Soporte inicial y garantía sobre el funcionamiento de la solución implementada.

Características Técnicas del Servicio

- Migración del sistema telefónico.
- Evaluación del entorno actual: Análisis de la infraestructura de telecomunicaciones existente, incluyendo cableado, servidores y equipos activos.
- Transferencia de numeración y configuración: Portabilidad de extensiones, configuración de IVR (respuesta de voz interactiva) y grupos de llamadas.
- Compatibilidad con sistemas legados: Integración con teléfonos analógicos mediante gateways si es necesario.

Instalación de la central IP

- Montaje y conexión del servidor o equipo central de la telefonía IP en el CPD (Centro de Procesamiento de Datos).
- Configuración de la red para garantizar la calidad del servicio (QoS) y la priorización del tráfico de voz.
- Implementación de extensiones IP, softphones y terminales físicos, para asegurar conectividad interna y externa.
- Conexión con troncales SIP o enlaces con operadores para llamadas entrantes y salientes.
- Integración con herramientas adicionales como grabación de llamadas, buzón de voz y reportes de llamadas.

Configuración de la Plataforma IP

- Definición de usuarios y permisos: Creación de cuentas para cada usuario con distintos niveles de acceso.

- Implementación de planes de marcación: Configuración de reglas de enrutamiento de llamadas internas y externas.
- Seguridad y cifrado: Configuración de TLS y SRTP para asegurar las llamadas IP.
- Optimización del ancho de banda: Implementación de códecs adecuados para minimizar el consumo sin sacrificar calidad (G.711, G.722, G.729).

Capacitación y Entrega de Documentación

- Capacitación técnica al personal de TI sobre la administración de la central IP.
- Capacitación a usuarios sobre el uso de extensiones, softphones y funcionalidades avanzadas.
- Entrega de manuales y documentación técnica, incluyendo planos de red, configuraciones y credenciales esenciales.

Soporte y Garantía

- Pruebas de funcionamiento antes de la entrega final, validando calidad de llamadas, estabilidad y redundancia.
- Soporte postimplementación inicial (mínimo 3 meses) para ajustes y solución de incidencias.
- Garantía de funcionamiento sobre la configuración y servicios instalados.

Consideraciones Adicionales

- El proveedor deberá garantizar la compatibilidad con las plataformas y servicios existentes en el CNM.
- El servicio deberá ser escalable y permitir futuras expansiones sin comprometer el rendimiento.

- Cualquier costo adicional referente a la migración de la central analógica a la nueva infraestructura de telecomunicaciones deberá ser asumidas por el oferente adjudicado.

Propuesta: Diagrama Infraestructura Propuesta de la Central IP On-Premise

Como se detalla en la *Figura 40*

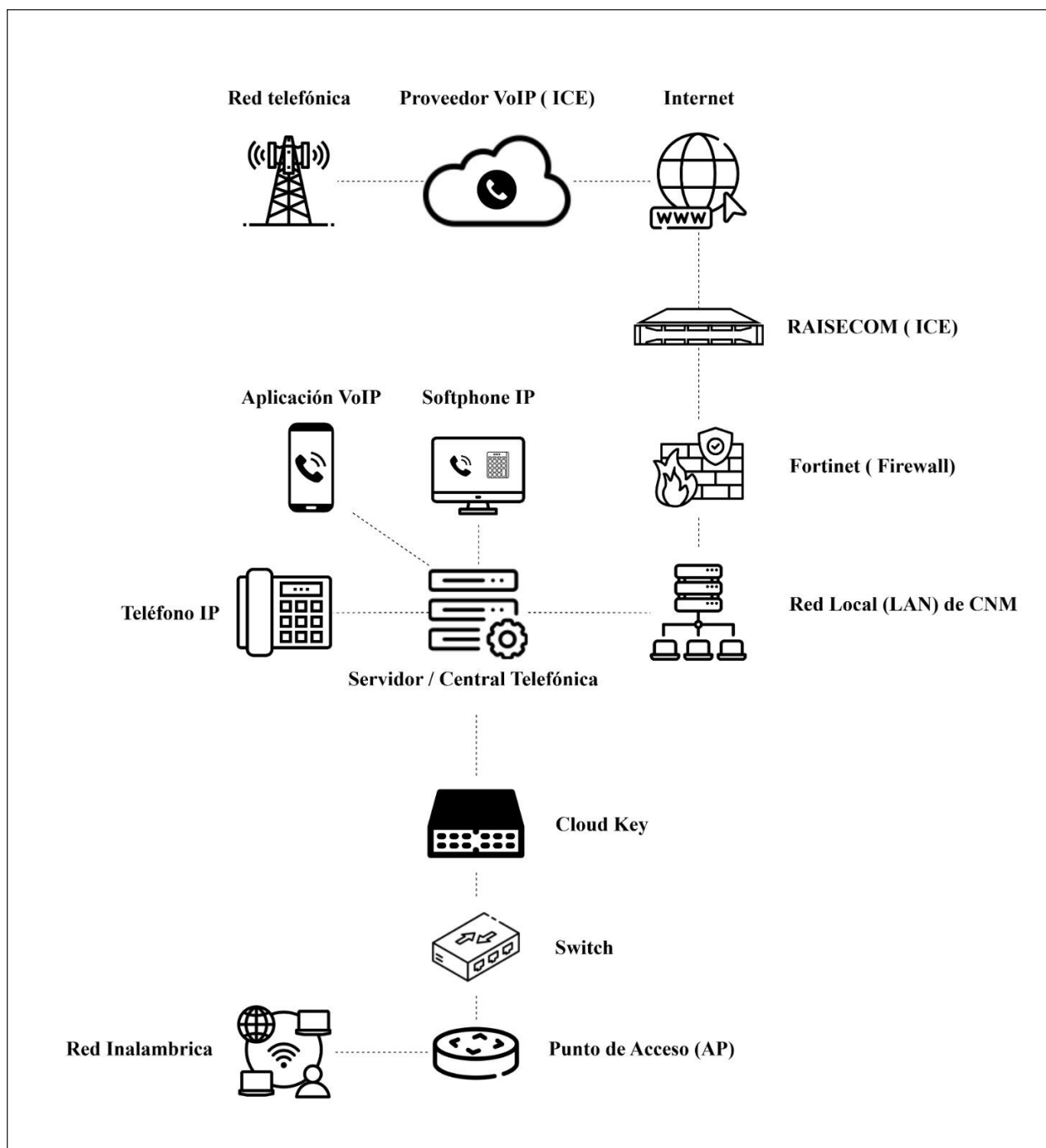
Diagrama Infraestructura Propuesta Central Telefónica On -Premise, la conexión con el proveedor VoIP (ICE) se establece a través de la red telefónica y permite el acceso a servicios de telefonía mediante SIP Trunk. Para ello, se utiliza un equipo activo de red suministrado por el ICE de la marca RAISECOM, que actúa como interfaz entre la red interna y el proveedor de telefonía a través de Internet.

Para garantizar la seguridad y el control del tráfico de voz y datos, el CNM cuenta con un firewall de la marca Fortinet, que protege la infraestructura contra amenazas y regula el flujo de comunicación. A nivel interno, la red local (LAN) del CNM es el eje central de la infraestructura, conectando los distintos dispositivos de telefonía IP. Un servidor IP administra la PBX y gestiona las llamadas, extensiones y configuraciones del sistema. Dentro de esta red, se integran teléfonos IP, además de Softphones IP y aplicaciones VoIP, lo que permite a los usuarios realizar llamadas desde computadoras o dispositivos móviles.

Adicionalmente, se ha incorporado un Cloud Key que administra la conexión WiFi, y dispositivos de acceso que permite la integración de dispositivos inalámbricos y garantizan movilidad dentro de la red institucional. Esto permite que los usuarios se comuniquen desde sus teléfonos móviles, tablets o computadoras mediante aplicaciones VoIP. Como complemento, se incluye la posibilidad de conexión de Teléfonos IP con SIP directamente a través de Internet, lo que permite la comunicación sin necesidad de estar físicamente en la red local del CNM.

Figura 40

Diagrama Infraestructura Propuesta Central Telefónica On -Premise



Justificación de la Infraestructura Propuesta Telefonía IP On-Premise

El suscrito investigador se reunió con los interesados en el proyecto para analizar la migración de la telefonía analógica a la infraestructura de comunicaciones IP que requiere el CNM. Desde el punto de vista del suscrito, la mejor alternativa para la institución sería una solución basada en tecnología en la nube. La recomendación se fundamentó en la ausencia de un ingeniero de TI de planta que pueda administrar la nueva infraestructura de comunicaciones de manera eficiente.

Sin embargo, la Dirección General y el jefe administrativo no aceptaron esta recomendación. Su decisión se basa en la preocupación de depender de un servicio administrado de un tercero, especialmente considerando los recortes presupuestarios que afectan al CNM a lo largo del presente año. Argumentaron que una solución en la nube implicaría costos recurrentes y una dependencia continua de proveedores externos, lo que podría comprometer la estabilidad financiera de la institución a largo plazo.

A pesar de ello, se les explicó que, según el estudio de mercado realizado, existe la posibilidad de pagar la administración y toda la infraestructura de una sola vez, con opción de renovación por dos años adicionales. Este modelo permitiría mayor previsibilidad en los costos y aseguraría la continuidad del servicio sin depender de fluctuaciones presupuestarias anuales y de un ingeniero del MCJ, debido a que en la solución de la nube se contempló la administración y reportes de incidentes por parte de los funcionarios.

No obstante, la postura de la Dirección General sigue inclinándose por una solución On-Premise, dado que el MCJ cuenta con ingenieros especializados que pueden asumir la administración de la infraestructura. Además, resaltaron que la reciente actualización de la

infraestructura de cableado estructurado (RJ45-categoría 6A) y la adquisición de nuevo equipo activo, permiten alojar la nueva central telefónica IP sin requerir grandes inversiones adicionales.

A su vez, el suscrito conversó con la jefa de Informática sobre esta decisión. Ella señaló que, si bien el MCJ es el ente rector, el presupuesto pertenece al CNM, por lo que se debe respetar el criterio de sus jefarcas para evitar conflictos internos. Además, coincidió en que, según el estudio de mercado que realizó mi persona, las soluciones On-Premise se ajustan a las necesidades específicas del CNM y que el área de Telemática del MCJ puede hacerse cargo de la administración de la nueva infraestructura de red.

Con base en estos criterios, el suscrito procedió a diseñar el cartel de licitación basado en una solución On-Premise, alineada con el presupuesto 2025 y con las capacidades actuales de infraestructura de red del CNM. Esta propuesta garantiza la autonomía en la gestión de las comunicaciones y optimiza el uso de los recursos disponibles y sean lo que realmente la institución requiere para cubrir sus necesidades en comunicación.

Propuesta del Prototipo Planteado en los Objetivos: Laboratorio de Simulación de Telefonía IP con FreePBX en Virtual Box y Pruebas con Teléfonos IP

El objetivo es visualizar y comprender el funcionamiento de una central telefónica IP. Esta propuesta plantea la creación de un laboratorio de simulación, utilizando FreePBX en VirtualBox y pruebas con telefonía IP softphones.

Este entorno virtual permitirá al CNM observar, en un entorno controlado, cómo operaría una central IP dentro de su infraestructura. A través de la simulación, se podrán visualizar llamadas internas entre extensiones.

La propuesta servirá al CNM evaluar en tiempo real las ventajas de la tecnología VoIP, su impacto en la optimización de recursos y las mejoras en la comunicación institucional.

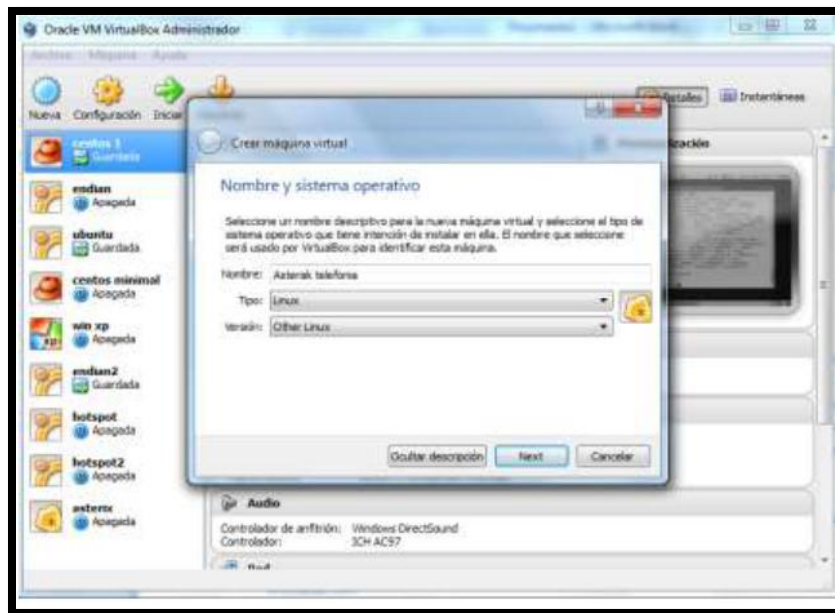
Fase 1. Instalación del Entorno Virtual

Como se detalla en la **Figura 41**

Creación de Máquina Virtual, en esta fase se configura la infraestructura virtual que permitirá simular la central IP. Se realizará la instalación del VirtualBox e instalación de linux y FreePBX en una máquina virtual.

Figura 41

Creación de Máquina Virtual



Nota. Tomado de: (Sistemas Biamp, 2024).

Fase 2. Configuración de FreePBX.

Como se muestra en la **Figura 42**

Interfaz de comandos de FreePBX, en esta fase se realiza la creación de extensiones, configuración de SIP Trunks y reglas de enrutamiento de llamadas.

Figura 42*Interfaz de comandos de FreePBX*

```

Asterisk VoIP Server [Running] - Oracle VM VirtualBox
File Machine View Input Devices Help

FreePBX

NOTICE! You have 2 notifications! Please log into the UI to see them!
Current Network Configuration
-----
Interface | MAC Address | IP Addresses
-----
eth0      | 60:00:27:92:C1:C4 | 19.0.2.15
          |                 | fe80:a88:27ff:fe32:c1c4

Please note most tasks should be handled through the GUI.
You can access the GUI by typing one of the above IPs in to your web browser.
For support please visit:
  http://www.freepbx.org/support-and-professional-services

-----
This machine is not activated. Activating your system ensures that
your machine is eligible for support and that it has the ability to
install Commercial Modules.

If you already have a Deployment ID for this machine, simply run:

  fuconsole sysadmin activate deploymentid

to assign that Deployment ID to this system. If this system is new,
please go to Activation (which is on the System Admin page in the
Web UI) and create a new Deployment there.
-----

[root@freepbx ~]#

```

Nota. Tomado de: (Sistemas Biamp, 2024).

Fase 3. Registro y Conexión de la Telefonía IP

Como se ilustra en la *Figura 43*

Iniciar Sesión y Configurar Extensiones, se lleva a cabo la instalación y conexión de softphones o telefonía IP asegurando la comunicación con la central IP.

Figura 43*Iniciar Sesión y Configurar Extensiones*

Admin Applications Connectivity Dashboard Reports Settings UCP **Apply Config**

Add PJSIP Extension **6101**

General Voicemail Find Me/Follow Me Advanced Pin Sets Other

— Add Extension

This device uses PJSIP technology listening on Port 5060 (UDP)

User Extension

Display Name

Outbound CID

Secret

— Language

Language Code

— User Manager Settings

Select User Directory:

Link to a Default User

Nota. Tomado de: (Sistemas Biamp, 2024).

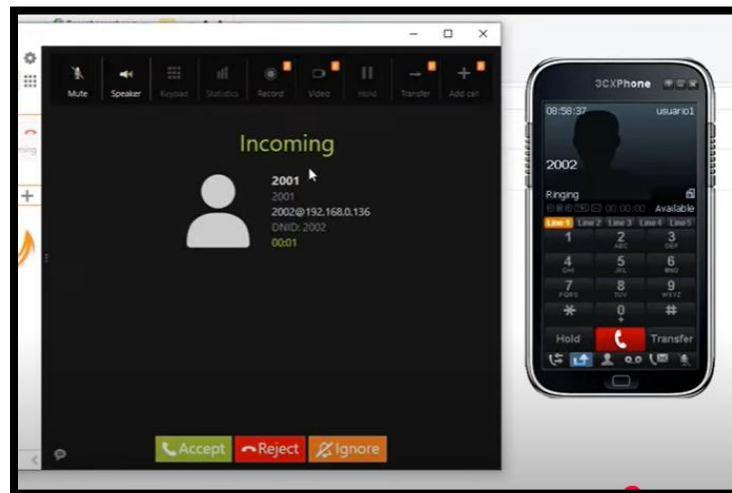
Fase 4. Pruebas de Funcionalidad

Como se muestra en la **Figura 44**

Pruebas de Funcionalidad de las llamadas, se realizarán pruebas para evaluar el desempeño de la central IP en diferentes escenarios: Llamadas entre extensiones internas (ejemplo: Extensión 2001 llama a 2002).

Figura 44

Pruebas de Funcionalidad de las llamadas



Nota. Tomado de: (Sistemas Biamp, 2024).

Fase 5. Análisis de Resultados del Laboratorio

Se evaluarán los resultados obtenidos durante las pruebas. Se revisa el consumo de recursos de la máquina virtual y se identifican posibles mejoras o ajustes en la configuración.

Propuesta: Laboratorio de Simulación de Redes VoIP en Packet Tracer

Este laboratorio muestra el funcionamiento de una red de telefonía IP de manera realista, lo que permite comprender la configuración de routers, switches y teléfonos IP en un entorno controlado.

Fase 1. Configurar el Router con CME (Call Manager Express)

El primer paso en la configuración es habilitar el servicio de telefonía en el router. Esto convierte al router en el servidor de telefonía IP. Luego, se configuran las extensiones SIP para los teléfonos IP, asignando un número único a cada uno.

Fase 2. Configuración del Switch

Se realiza la configuración del switch que conecta los dispositivos de la red y se asignan puertos específicos del switch tanto para los teléfonos IP como para las PCs, lo cual asegura que cada dispositivo esté conectado adecuadamente y sin interferencias en su rendimiento.

Fase 3. Configuración de los Teléfonos IP

Se asigna una dirección IP a cada teléfono IP, ya sea de forma estática o mediante DHCP, con el objetivo que los teléfonos IP puedan descargar la configuración necesaria para operar correctamente.

Fase 4. Configurar las PCs con Softphone

Esta configuración asegura que la PC pueda interactuar con el sistema de telefonía IP y realizar llamadas como si fuera un teléfono físico.

Fase 5 Pruebas de Comunicación

Finalmente, se realizan pruebas de comunicación para evaluar la funcionalidad del sistema. Se realizan llamadas entre los teléfonos IP, para asegurar que la red funcione correctamente (Scribd, 2024).

Índice de Referencias Bibliográficas

- 3CX. (2024). *Arquitectura de una Central IP PBX: Integración de SDP, SIP, VoIP y el Software Mitel MiVoice Business*. Obtenido de <https://www.3cx.es/voip-sip/sdp/>
- Aguero, E. L. (2022). *Propuesta de unificación de servicios telefónicos con tecnología VoIP para la Universidad Estatal a Distancia de Costa Rica sede central y demás sedes*". Obtenido de <https://es.scribd.com/document/516212821/TFG-Ulatina-Erick-Lopez-Aguero>
- Aircall. (2022). *¿Qué es el protocolo SIP?* Obtenido de <https://aircall.io/es/blog/voip-es/protocolo-sip/>
- Alicia. (2025). *¿Qué es el protocolo RTSP?* Obtenido de https://reolink.com/blog/what-is-rtsp/?srsltid=AfmBOooo85v9uVMnFJStsQ_KZeP7_C1spxVUbpz9Vfl1bbWkdRzZBN_0#what-is-the-rtsp-protocol-
- Anura. (2022). *Guía para Entender los Tipos de Centrales Telefónicas: Funcionamiento y Ventajas*. Obtenido de <https://www.anura.com.ar/guia-completa-tipos-centrales-telefonicas/>
- AO Kaspersky Lab. (2025). *¿Qué es un firewall? Definición y explicación*. Obtenido de https://latam.kaspersky.com/resource-center/definitions/firewall?srsltid=AfmBOoo0RyrfCF1oSz_PR6juZ_aQV0tEFTw_x_V8kHQuIF9pyo0dt8zl
- APC. (2025). *Unidad de Respaldo Energético / UPS*. Obtenido de <https://www.se.com/cr/es/product/SMC1000C/unidad-smartups-c-de-apc-1000-va-pantalla-lcd-120-v-con-smartconnect/>

- Avaya. (2025). *¿Qué es el Software Avaya Aura Communication Manager?* Obtenido de https://documentation.avaya.com/es-XL/bundle/CommunicationManagerPOS_R10.1/page/CommunicationManagerOverview.html
- Bspoke. (2022). *Desventajas del software de código abierto* . Obtenido de <https://bespokesoftware.io/blog/open-source-software-advantages-and-disadvantages/>
- Cajal, A. (2020). *Observación Directa: características, tipos y ejemplo*. Obtenido de <https://www.lifeder.com/observacion-directa/>
- Carballar, J. A. (2022). *¿Qué es TCP y UDP ?* Obtenido de <https://carballar.com/que-es-tcp-y-udp>
- Carlos Vargas. (13 de 10 de 2015). *Parámetros de la Voz Sobre IP*. Obtenido de <https://pnfinformaticayelectiva24.blogspot.com/2015/11/parametros-de-la-voz-sobre-ip.html>
- Caro, L. (2019). *Instrumentos de Recolección de Datos*. Obtenido de https://gc.scalahed.com:chrome-extension://efaidnbmnnnibpajpcglclefindmkaj/https://gc.scalahed.com/recursos/files/r161r/w25172w/M1CCT05_S3_7_Tecnicas_e_instrumentos.pdf
- Carranza, A. (2025). *Histórico del Pago de Servicio de Telecomunicaciones Perido 2023-2024*. San José.
- Cisco. (2007). *Capacidades del Sistema de Cisco*. Obtenido de [chrome-extension://efaidnbmnnnibpajpcglclefindmkaj/https://www.cisco.com/c/dam/global/es_es/assets/publicaciones/07-05-cisco-unified-communications-mger-be.pdf](https://www.cisco.com/c/dam/global/es_es/assets/publicaciones/07-05-cisco-unified-communications-mger-be.pdf)

Cisco. (2025). *Administrador de comunicaciones unificadas de Cisco (CallManager)*. Obtenido de https://www.cisco.com/c/en_au/products/unified-communications/unified-communications-manager-callmanager/index.html

Citelia. (2024). *¿Qué es una central telefónica y cómo funciona?* Obtenido de <https://citelia.es/blog/que-es-una-central-telefonica/>

CloudTalk. (2025). *Principales Ventajas de VoIP*. Obtenido de <https://www.cloudtalk.io/es/blog/ventajas-y-desventajas-de-la-voip-tu-guia-hasta-2024/>

CNM. (2025). *Centro Nacional de la Música*. Obtenido de <https://cnm.go.cr/centro-nacional-de-la-musica/>

Cuerva Energia. (2024). *Fuente de Alimentación de Respaldo(UPS)*. Obtenido de <https://cuervaenergia.com/es/comunidad/construccion-e-instalacion/que-es-un-ups/>

Datacom S.A. (2025). *Oferta Economica de la Central telefonica del CNM*. San Jose, Costa Rica.

Dialogic. (2018). *Arquitectura de la Tecnología VoIP-Protocolo de Transporte en Tiempo Real (RTP)*. Obtenido de <https://www.dialogic.com/glossary/real-time-transport-protocol-rtp>

DiNardi, G. (2025). *Protocolo RDSI:BRI*. Obtenido de <https://www.nextiva.com/blog/what-is-isdn.html>

Drew, Rebecca. (16 de 10 de 2023). *¿Qué es un Gateway VoIP y cómo funciona?* Obtenido de <https://getvoip.com/library/what-is-a-voip-gateway/>

Duran, L. (2025). *Pliego de Condiciones Cartelarias- Desglose del Precio CNM*. San José.

Ecured. (2022). *¿Qué es el software Linphone?* Obtenido de <https://www.ecured.cu/Linphone>

Elastix. (4 de 05 de 2024). *¿Qué es Elastix?* Obtenido de

<https://es.wikipedia.org/wiki/Elastix#:~:text=Elastix%20es%20un%20software%20de,de%20llamadas%20con%20marcaci%C3%B3n%20predictiva.>

Enago. (2023). *Método de la Investigación*. Obtenido de

<https://www.enago.com/academy/latam/using-formatting-lists-academic-writing/>

ETS Soluciones S.A. (2025). *Oferta Económica Central Telefonica Híbrida- On Premise-CNM*.

Flores, N. (2023). *Recolección de Datos*. Obtenido de

<https://blog.maestriasydiplomados.tec.mx/recoleccion-de-datos-que-es-ventajas-y-consejos-para-usarlos>

Fortinet . (2025). *¿Qué es la calidad de servicio (QoS) en las redes?* Obtenido de

<https://www.fortinet.com/lat/resources/cyberglossary/qos-quality-of-service>

Fortinet. (2025). *Muro de Fuego*. Obtenido de

<https://docs.fortinet.com/document/fortigate/6.4.5/hardware-acceleration/719639/fortigate-100e-and-101e-fast-path-architecture>

Frank Arellano. (2025). *Mapa Conceptual de Información Primarias y Secundarias* . Obtenido

de <https://www.significados.com/fuentes-de-la-historia/>

FreePBX. (2025). *¿Qué es el software FreePBX?* Obtenido de

<https://www.freepbx.org/downloads/>

FS.COM. (2024). *Fibra óptica multimodo y monomodo, cosas que debe saber*. Obtenido de

<https://community.fs.com/es/article/single-mode-vs-multimode-fiber-whats-the-difference.html>

García Muñoz, T. (2003). *El cuestionario como instrumento de investigación/evaluación*.

Obtenido de chrome-

- extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://lumen.uv.mx/resources/files/documents/2024/2/1/9868/4c5004ac-944c-4e29-a170-b6d4b10907cd.pdf
- GNU. (2024). *¿Qué es el Software Libre?* Obtenido de <https://www.gnu.org/philosophy/free-sw.es.html>
- Google. (2025). *Google Forms*. Obtenido de <https://workspace.google.com/products/forms/>
- Hewlett Packard. (2025). *¿Qué es el Código Abierto y Cerrado?* Obtenido de <https://www.hpe.com/lamerica/es/what-is/open-source.html>
- hikvision / CNM. (2025). *Sistema de VideoVigilancia CNM*. Obtenido de <https://www.hikvision.com/es-la/products/IP-Products/Network-Video-Recorders/Pro-Series/ds-7732ni-i4-24p/>
- Ito. (2021). *Implementación Access Points CNM*. San José: © ITCO S.A. Todos los derechos reservados.
- Kasabdji, J. E. (2010). *Migración de los servicios de telefonía fija a telefonía ip para una empresa transnacional del sector bebidas alcohólicas en Venezuela*. Obtenido de <https://mendillo.info/gestion/tesis/Kasabdji.pdf>
- Linphone. (2025). *Usabilidad Linphone*. Obtenido de <https://www.linphone.org/en/linphone-softphone/>
- Linuxhispano. (2016). *Arquitectura Básica de una Central Telefónica IP Basada en Asterisk*. Obtenido de <https://www.linuxhispano.net/2016/07/07/asterisk-crea-centralita-virtual/>
- Maranto, M. y. (2015). *Fuentes de información*. . Obtenido de <https://repository.uaeh.edu.mx/bitstream/bitstream/handle/123456789/16700/LECT132.p>
- Martínez. (2020). *Enfoque de la investigación: tipos y características*. Obtenido de <https://www.lifeder.com/enfoque-investigacion/>

- Martínez Corona, J. P. (2023). *Guía para la revisión* . Obtenido de <https://drive.google.com/file/d/121ggC3dwJyxvoJ-HJi1Q91hp5uU6wWGV/view>
- Martínez, M. (19 de 5 de 2020). *Enfoque Cuantitativo*. Obtenido de <https://www.lifeder.com/enfoque-investigacion>
- Marytere Narváez. (2025). <https://www.questionpro.com>. Obtenido de <https://www.questionpro.com/blog/es/tecnicas-de-recoleccion-de-datos/>
- Masip. (2024). *¿Qué es Asterisk y cómo funciona: características, servicios y por qué lo necesitas?* Obtenido de <https://www.masip.es/blog/que-es-asterisk/>
- Matango, A. F. (2018). *Central Telefónica VoIP*. Obtenido de <http://www.servervoip.com/blog/central-telefonica-ip/>
- Mitel. (7 de Enero de 2025). *¿Qué es el Software Mitel MiVoice Business ?* Obtenido de <https://www.mitel.com/products/mivoice-business#features>
- Monge, G. B. (2023-2024). *Ejecución Presupuestaria 2023 y 2024 del CNM*. San José.
- Muñoz, C. (2011). *Enfoque Cualitativo*. En *Cómo Elaborar y Asesorar una Investigación de Tesis*. Pearson. Segunda Edición.
- Narvaez, M. (2025). *¿Qué es un cuestionario estructurado?* Obtenido de <https://www.questionpro.com/blog/es/cuestionario-estructurado/#:~:text=Un%20cuestionario%20estructurado%20es%20un,secuencia%20precisa%20de%20las%20preguntas.>
- NFON. (2025). *Central Telefonica híbrida*. Obtenido de <https://www.nfon.com/es/get-started/cloud-telephony/lexicon/base-de-conocimiento-destacar/centralita-hibrida>
- NFON. (2025). *Protocolos de seguridad Seguridad SRTP y TLS*. Obtenido de <https://blog.nfon.com/es/tls-y-srtp/>

- NFON. (2025). *Teléfonos IP*. Obtenido de <https://www.nfon.com/es/get-started/cloud-telephony/lexicon/base-de-conocimiento-destacar/telefono-ip>
- Noworatzky, D. (2018). *Equipos de Pruebas y Monitoreo*. Obtenido de <https://info.teledynamics.com/blog/using-wireshark-to-troubleshoot-voip>
- Office of Research Integrity. (2024). *Métodos de Recaudación de Información*. Obtenido de <https://ori.hhs.gov/m%C3%B3dulo-4-m%C3%A9todos-de-recaudaci%C3%B3n-de-informaci%C3%B3n-secci%C3%B3n-1>
- Ortega, C. (2025). *Investigación Documental*. Obtenido de <https://www.questionpro.com/blog/es/investigacion-documental/>
- Parra, A. (2025). *Grupos focales: tipos y guía para realizarlos*. Obtenido de <https://www.questionpro.com/blog/es/que-son-los-grupos-focales/>
- Parra, Andrea. (2025). *Grupos focales: tipos y guía para realizarlos*. Obtenido de <https://www.questionpro.com/blog/es/que-son-los-grupos-focales/>
- Patiño, C., & Lucy, D. (2015). *Implementación de una central IP –PBX basada en Asterisk para el sistema de telefonía de la Universidad Católica de Pereira*. Obtenido de <https://repositorio.ucp.edu.co/entities/publication/3b0eac0f-0347-4598-ae8-e97179fadd10>
- Progress . (2025). *¿Qué es SNMP?* Obtenido de <https://www.whatsupgold.com/es/snmp>
- Proofpoint. (2025). *Redes inalámbricas (Wi-Fi)*. Obtenido de <https://www.proofpoint.com/es/threat-reference/wifi>
- Razo, C. M. (2011). *Cómo Elaborar y Asesorar una Investigación de Tesis*. Pearson.
- Red Hat. (2025). *Ventajas del Código Abierto*. Obtenido de <https://www.redhat.com/es/topics/open-source/what-is-open-source>

- Ring Central. (4 de 05 de 2021). *Tipos de IP PBX*. Obtenido de <https://www.ringcentral.com/gb/en/blog/definitions/ip-pbx/>
- Sampieri, H. (2014). En F. C. R., *Metodología de la Investigación*. McGraw-Hill / Interamericana Editores, S.A. de C.V.
- Sánchez, B. (2021). *Métodos Aplicados para Mejorar la Seguridad en Sistemas VOZ Sobre IP*. Obtenido de <https://repository.unad.edu.co/handle/10596/42442>
- Santander. (2025). *¿Qué es el software?* . Obtenido de <https://www.santanderopenacademy.com/es/blog/que-es-software-y-ejemplos.html>
- Scribd. (2024). *Configuración de Telefonía IP en Packet Tracer*. Obtenido de <https://es.scribd.com/document/365237731/Configuracion-de-Telefonia-Ip-en-Packet-Tracer>
- ServerVoIP. (2014). *Ventajas del uso de una central telefónica IP-PBX*. Obtenido de <http://www.servervoip.com/blog/ventajas-del-uso-de-una-central-telefonica-ip-pbx/>
- ServerVoIP. (2018). *¿Qué es un PBX IP?* Obtenido de <http://www.servervoip.com/blog/tag/beneficios-pbx/>
- Servervoip. (2018). *Protocolo IAX2 (Inter-Asterisk Exchange Protocol)*. Obtenido de <http://www.servervoip.com/blog/protocolo-iax2-inter-asterisk-exchange-protocol/>
- ServerVoIP. (2018). *Router Compatible con VoIP*. Obtenido de <http://www.servervoip.com/blog/que-es-un-router-voip/>
- SICOP. (2023). *ETS Soluciones-Propuesta Económica de la central telefónica IP tomada en SICOP*. San José , Costa Rica.
- Sinha, R. (2024). *Protocolo de Señalización*. Obtenido de <https://www.esds.co.in/blog/voip-understanding-architecture-and-features/>

- Sistelec. (2023). *Redes de Datos*. Obtenido de <https://sistelec.es/blog/redes-de-datos/>
- Sistelec. (2024). *¿Qué son las redes de Datos?* Obtenido de <https://sistelec.es/blog/redes-de-datos/>
- Sistemas Biamp. (2024). *Instalar el servidor Asterisk de FreePBX*. Obtenido de https://support.biamp.com/General/Networking/Installing_a_virtual_Asterisk_VoIP_server
- Spiceworks. (2025). *Qué es VoIP : Componentes Claves de la Tecnología VoIP. Ventajas y Desventajas* . Obtenido de <https://www.spiceworks.com/collaboration/telephony/articles/what-is-voip/>
- Stewart, L. (2025). *¿Qué significa investigación descriptiva?* Obtenido de <https://atlasti.com/es/research-hub/investigacion-descriptiva>
- Stone, K. (2024). *La historia de la VoIP y la Telefonía por Internet: desde la década de 1920 hasta la Actualidad*. Obtenido de <https://getvoip.com/blog/history-of-voip/>
- Tesis y Másters. (2025). *¿Qué son las variables dependiente e independiente?* Obtenido de <https://tesisymasters.mx/variable-dependiente/>
- Ubiquiti. (2025). *Switches Administrable ES24500W Y ES48750W*. Obtenido de https://dl.ubnt.com/qsg/ES-48-500W_ES-48-750W/ES-48-500W_ES-48-750W_ES.html
- UniFi. (2025). *Cloud Key*. Obtenido de <https://store.ui.com/us/en/category/cameras-nvr/collections/pro-uck-g2/products/uck-g2-plus>
- Unitedworldtelecom. (2024). *Comprensión de la arquitectura de VoIP, los Componentes de las llamadas y las funciones*. Obtenido de <https://www.unitedworldtelecom.com/blog/understanding-voip-architecture/>

- Vadavo. (2025). *¿Qué es un Switch PoE y que Tipos Hay?* Obtenido de <https://www.vadavo.com/blog/switch-poe-que-es-y-que-tipos-hay/>
- Wikipedia. (2024). *¿Que es una Central telefónica IP?* Obtenido de https://es.wikipedia.org/wiki/Central_telef%C3%B3nica_IP
- Wikipedia. (2024). *Cable RJ45*. Obtenido de <https://es.wikipedia.org/wiki/RJ-45>
- Wikipedia. (2024 de 9 de 2024). *Transmisión de Datos y Redes de Computadores*. Obtenido de https://es.wikipedia.org/wiki/Medio_de_transmisi%C3%B3n
- Zamora, F. (2013). *“Diseño y la implementación de una central telefónica IP utilizando la plataforma Asterisk y el dispositivo Raspberry, una solución de bajo costo y alto rendimiento”*. . Obtenido de <https://catalogosiidca.csuca.org/Record/UCR.000086808/Details>
- Zendesk. (2025). *¿Qué son los Controladores y Software de Gestión?* Obtenido de <https://www.zendesk.com.mx/service/voice/call-center-software/>
- Zorrilla, R. B. (12 de 10 de 2022). *Implementación de una central telefónica de última generación de código abierto basada en tecnología voz sobre IP en la carrera de Ingeniería en Tecnologías de la Información de la Universidad Estatal del Sur de Manabí*. Obtenido de <https://repositorio.unesum.edu.ec/handle/53000/4311>

Indicé de Apéndices

Apéndice A

Respuesta a la Solicitud de Cotización de ETS Soluciones S.A.

De: Ivan Jimenez <ivan.jimenez@etssoluciones.com>
 Enviado: viernes, 7 de febrero de 2025 15:59
 Para: Alexis Carranza Jiménez <acarranzaj@mcj.go.cr>
 Cc: Walter Vega <waltervega@etssoluciones.com>
 Asunto: ETS-CNM: Propuesta de solución para Plataforma HYBRID de Comunicaciones y Telefonía SIP.


Buenas tardes don Alexis:

Adjunto encontrará un documento descriptivo de la solución propuesta para la modernización de su plataforma de comunicaciones, con la cual se migraría de una central telefónica analógica/híbrida, a una plataforma de última generación y muy versátil. Nuestra propuesta le permitiría a la institución, ponerse al día en términos de la Transformación Digital necesaria en el área de telecomunicaciones.

Me gustaría revisar con usted la propuesta para explicarle los alcances y limitaciones, así como poder terminar nuestra revisión de los beneficios de la plataforma. ¿Qué disponibilidad tiene usted el lunes próximo, o cualquier día de la semana siguiente que mejor le convenga? Agradezco si me da dos opciones para que tengamos esa sesión y de paso revisamos si la propuesta cumple con todo lo que busca.

De mi parte, tengo disponible la mañana del lunes, o bien la del martes. El resto de la semana también lo tengo disponible aún.


Saludos y buen día!



Ing. Iván Jiménez M.

Asesor Comercial Senior

- ivan.jimenez@etssoluciones.com
- + (506) 2103-4480 Ext. 112 | + (506) 8924-1523
- Condominio Monteclaro, Alajuela



AVAYA
vtech
siroco
ad Mitel
www.etssoluciones.com

Apéndice B*Resumen Ejecutivo de la Propuesta de ETS Soluciones*

ETS SOLUCIONES S.A
 Cédula Jurídica: 3-101-628922
 Teléfono/Fax: (506) 2103-4480
 E-mail: ventas@etsoluciones.com
 Página web: [https:// www.etsoluciones.com](https://www.etsoluciones.com)



28 de Enero del 2025

Estimado:
 Alexis Carranza Jiménez
 Centro Nacional de la Música (CNM)

Reciba un cordial saludo de parte de ETS Soluciones, y nuestro agradecimiento por considerarnos para presentarle una propuesta a su necesidad de modernizar su sistema de comunicaciones: telefonía, chat y colaboración. No solo se trata de migrar de una plataforma de telefonía IP legada, sino que la nueva plataforma de comunicaciones sea de última tecnología, moderna, que permita mantener la comunicación con los usuarios tanto dentro como fuera de la institución (sin costos adicionales de telefonía), y con capacidades adicionales que permitan nuevos servicios.

A manera de ejemplo, un sistema de comunicaciones moderno les permitiría agregar nuevos servicios como: llamadas con Video, Chat interno, sistema de audio y anuncios en las instalaciones, videoporteros, grabación de llamadas (audio y/o video), control/registro de llamadas, servicios como "videocolaboración", habilitar números dedicados para servicios especiales, grabación de las sesiones de video o videocolaboración, integración de otros canales de comunicación como el WhatsApp, integración con software de terceros como TEAMS o CRMs del mercado, y otros servicios que les permitan avanzar en la Transformación digital de la institución.

Respecto de este documento, le comento que es de carácter descriptivo y tiene como función el dar mayor claridad a las ofertas económicas formales que se entregan. Si se diera una diferencia de precios entre ambos documentos, deberán tomarse como oficiales los indicados en las ofertas, no los de este documento. Lo mismo aplica con la validez de las ofertas.


Esperamos que la solución propuesta sea de su agrado y le reiteramos nuestra disponibilidad para aclarar cualquier duda respecto de la propuesta adjunta.

Sin más por el momento, saludos y buen día:


Ing. Iván Jiménez M.
 ETS Soluciones

Apéndice C

Diagrama de la Solución On-Premise de ETS Soluciones



ETS SOLUCIONES S.A
 Cédula Jurídica: 3-101-628922
 Teléfono/Fax: (506) 2103-4480
 E-mail: ventas@etsoluciones.com
 Página web: https:// www.etsoluciones.com



Condiciones Comerciales Generales de la Solución Propuesta:

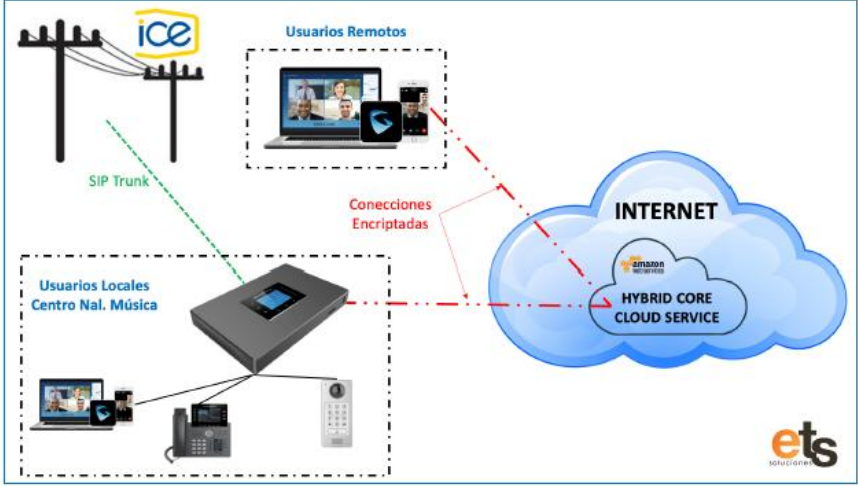
Forma de Pago: La usual del gobierno con pago a 30 días.

Moneda de Pago: Dólares Americanos (US Dólar) como oferta oficial.

Tiempo de Entrega: Máximo treinta (3) días naturales posterior a la Orden de Compra formal por parte de la entidad; para la entrega de equipos. La implementación podría tardar una semana más, como máximo, según el calendario de labores aprobado entre las partes.

Garantía y vigencia: Doce (12) meses de garantía básica contra defectos de fabricación para la Telefonía. Las UPSs con registro en línea (internet) reciben dos años en baterías y tres en el equipo contra defectos de fabricación.



Diagrama General de la Solución Propuesta:



Es importante que el CNM confirme la migración de las troncales analógicas con el ICE para convertirlas en servicios SIP-TRUNK. Esto para para que puedan tener acceso a mejores precios y servicios por parte del ICE, reducir los casos de fallas de troncales y para poder optimizar la cantidad de equipos necesarios para la conexión de las troncales (en SIP TRUNK se requiere un único puerto ethernet sin importan la cantidad de troncales).

Apéndice D

Dispositivos Físicos de la Solución On-Premise de ETS Soluciones

	<p>ETS SOLUCIONES S.A Cédula Jurídica: 3-101-628922 Teléfono/Fax: (06) 2103-4480 E-mail: ventas@etsoluciones.com Página web: https:// www.etsoluciones.com</p>	
<p>Imágenes de teléfonos y dispositivos físicos incluidos en la propuesta: A continuación se muestran las imágenes de los equipos telefónicos incluidos en la propuesta tecnológica por la plataforma HYBRID. Esto para dar una mejor referencia de los elementos tecnológicos empleados en la solución propuesta.</p>		
<p><u>OFERTA # 10132: PLATAFORMA DE TELEFONÍA HYBRID:</u></p>		
<p>PLATAFORMA HYBRID – (opciones)</p> 	<p>USUARIO UC – LICENCIA</p> 	
<p>TELÉFONO PRINCIPAL DE RECEPCIÓN</p> 	<p>TELÉFONO DE RESPALDO DE RECEPCIÓN</p> 	
<p>TELÉFONO EJECUTIVO</p> 	<p>TELÉFONO Wi-Fi (móvil)</p> 	
<p>MANOS LIBRES BT (Recepción Principal)</p> 	<p>HEADSET BINAURAL (p-computadores)</p> 	

Apéndice E

Respuesta de la Empresa Datacom. Solicitud del Estudio de Mercado

De: Patricia Quesada <patricia.quesada@datacr.com>
 Enviado: martes, 21 de enero de 2025 15:21
 Para: Alexis Carranza Jiménez <acarranzaj@micj.go.cr>
 Cc: Alejandra Castillo <alejandra.castillo@datacr.com>
 Asunto: Solicitud de Cotización: Central Telefónica IP PBX (Local y en la Nube) para el Centro Nacional de la Música.

Estimado Alexis,


Buenas tardes, es un gusto saludarlo, la comento que Jessica Chavarria no se encuentra laborando en Datacom, por lo cual lo voy apoyar yo, desde ya quedo a sus ordenes.


Y para este requerimiento de la central me gustaría ver la factibilidad de hacer la visita y nos explique el alcance de la misma así como ver las instalaciones y funcionalidades que le hacen sentido al Centro Nacional de Música .

Me podría dar dos horarios de disponibilidad de esta semana?


Quedo muy atenta.

Patricia Quesada
 Consultora de soluciones
 Phone +506 2522-7000 Mobile + 506 87126363
 ó +506 60514716
 Web <https://www.datacom.cr> Email
patricia.quesada@datacr.com
 San Rafael, Escazú, edificio KPMG 1er piso
 Apartado: 5884-1000, San José, Costa Rica





TRANSFORMACIÓN DIGITAL QUE HABILITA LA EXPERIENCIA CLIENTE

Conózanos más 

Contact Center
 Plataformas Omnicanal
 Centros Digitales y voz

Colaboración
 Redes Unificadas &
 Colaboración

Networking
 Routing/Pathing/
 WAN SD-WAN/ SD-WAN

Video
 Cámaras Vigilancia/
 Video Analítico

Digital Signage
 Pantallas /Planes
 /Kioskos/ ESL

Apéndice F

Resumen Ejecutivo de la Propuesta de Datacom S.A.

I. RESUMEN EJECUTIVO

Datacom ofrece la presente propuesta para el suministro, instalación y configuración de una central telefónica en modalidad de suscripción ya sea en las oficinas del Centro de música nacional o bien en una nube privada que le ofrece Datacom.

Para esto Datacom ofrece una solución, con una apuesta en software de última tecnología, de uso sencillo y amigable para un sistema rápido, seguro y moderno.

Todo esto pensando en nuestros valores con nuestro Customer Experience Center, que va enfocado en tres pilares importantes que son:

- Rentabilizar el negocio.
- Aumentar las ventas.
- La experiencia cliente.
- Y la fidelización de clientes.

Nuestras tecnologías, así como los servicios de configuración e instalación, son garantía de confianza para nuestros clientes por más de 30 años en el mercado.

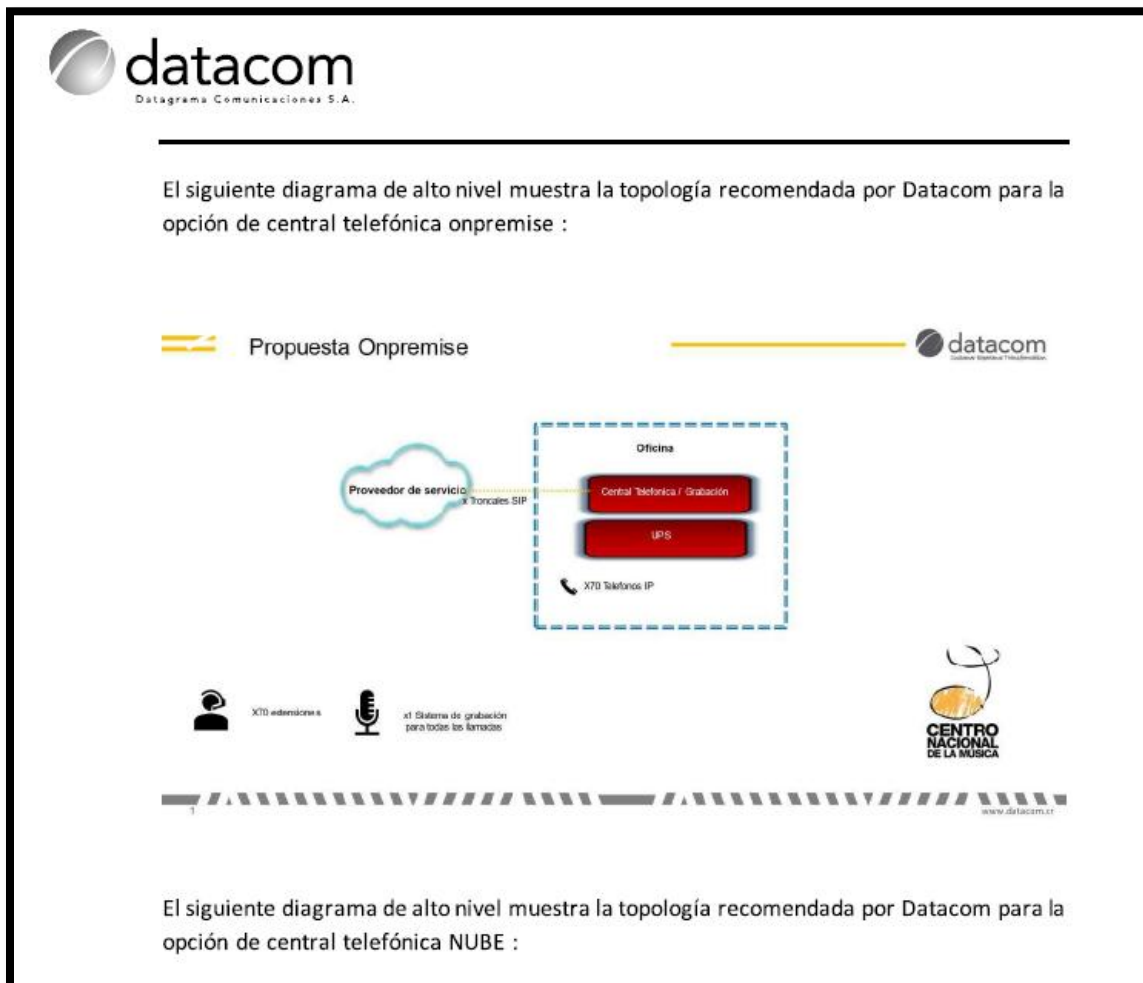
II. DESCRIPCION DEL SERVICIO PROPUESTO

Nuestra propuesta para su central telefónica va más allá de las llamadas tradicionales. Ofrecemos una solución completa que incluye:

- **Grabación de llamadas:** Registre todas las conversaciones entrantes, salientes e internas para fines de control de calidad, capacitación y cumplimiento normativo.
- **Correo de voz:** Proporcione a sus 70 extensiones un buzón de voz personal para que sus empleados puedan revisar los mensajes cuando les sea más conveniente.
- **Operadora automática:** Automatice la atención a sus clientes con una operadora virtual que puede enrutar las llamadas según horarios y días festivos, mejorando la eficiencia y la experiencia del cliente.
- **Flexibilidad:** Adapte su sistema a sus necesidades específicas con flujos de llamadas personalizados.

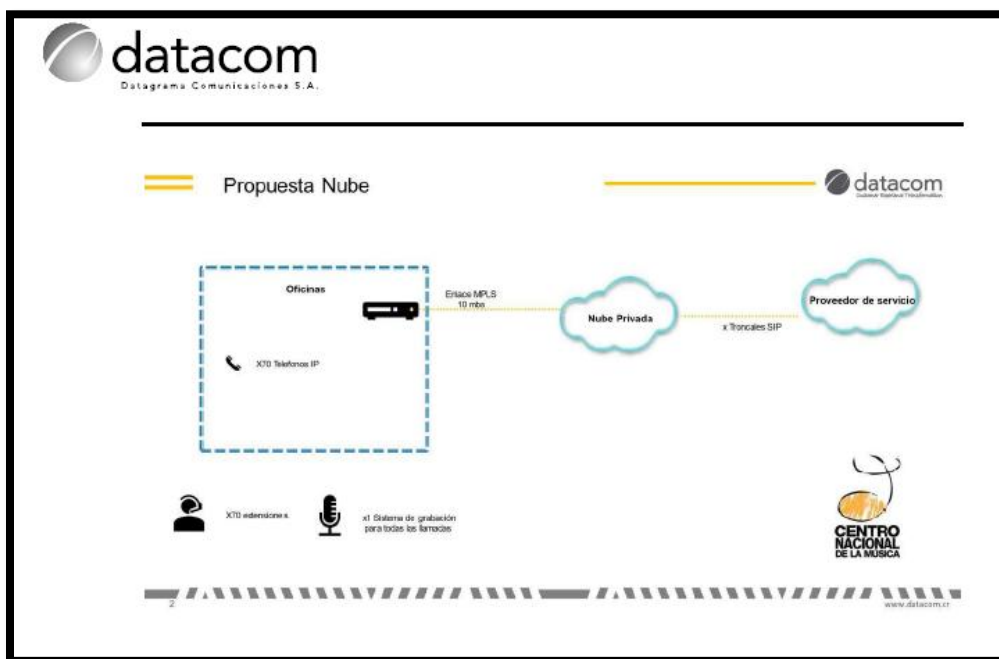
Apéndice G

Diagrama de la Solución On-Premise de la Empresa Datacom



Apéndice H

Diagrama de la Solución en la Nube de la Empresa Datacom



Apéndice I

Aviso del ICE sobre la Prestación del Servicio RDSI PRI

De: Flores Porras Karol <KFlores@ice.go.cr>
 Enviado: miércoles, 8 de enero de 2025 10:53
 Para: Alexis Carranza Jiménez <acarranzaj@mcj.go.cr>
 Asunto: RE: Renovación de contrato empresarial SIP TRUNK/CENTRO NACIONAL DE LA MUSICA/3007341927

Buenos días don Alexis, espero se encuentre muy bien;

Actualmente cuentan con la línea **22400333** la cual se encuentra en una tecnología llamada RDSI PRI, la cual ya no se comercializa y su contrato han alcanzado su finalización conforme a los términos previamente acordados por tal motivo es necesario renovarlo bajo la nueva oferta Sip Trunk.

Por el motivo anterior, en caso de que desee esta renovación y cambio es necesario completar el formulario el cual nos permitirá realizar el estudio de factibilidad correspondiente y avanzar con la renovación y actualización del servicio.

Detalle cada punto de este formulario:

Punto 2:

2.1

- Cantidad de extensiones que requiere.
- Cantidad de llamadas entrantes y salientes simultáneas es la cantidad de llamadas simultáneas que desea que estén ingresando simultáneamente a cada extensión
- Bolsa de minutos; en la oferta Sip Trunk, esta ofrece una bolsa de minutos que se divide 50% para móviles y 50% para fijos, donde contamos con bolsas de: 1000, 2 500, 5000, 8000, 10 000, 12 000, 20 000, 30 000, 55 000, 80 000, 130 000 y 200 000 minutos. Por ende la bolsa que elija se divide en 50% móvil y 50% fijo
- Permanencia asociada, contamos con plazos de 12-24-36 y 48 meses.
- Puedo mantener las cantidades de extensiones y llamadas que posee o bien aumentar o disminuir.


2.2

- Contamos con varios servicios de Sip Trunk, siendo el más utilizado y recomendado el Sip Trunk Empresarial donde se conforma por una cantidad mínima de:
 - 2 Extensiones(números)
 - 2 Llamadas simultáneas
 - 2 Canales de voz
 - 1000 Bolsa Minutos (se reparte 50% Móvil y 50% Fijo)

Los demás servicios cuentan con otras cantidades mínimas de 10

Apéndice J

Guía. Encuesta Sobre la Percepción de la Telefonía Analógica Actual y la Implementación de Telefonía IP el CNM.



OrquestaSinfónicaNacionalCOSTA RICA

Encuesta Sobre la Percepción de la Telefonía Analógica Actual y la Implementación de Telefonía IP en el Centro Nacional de la Música

Universidad Central.
Facultad de Ingeniería y Arquitectura.
Modalidad de Tesis Para Optar Por el Grado de Licenciatura Informática Con Énfasis en Gerencia Informática.
Elaborado Por: Ing. David Siles Sánchez

** Indica que la pregunta es obligatoria*

1. ¿Cuál es su puesto en el CNM? *

- Dirección
- Jefatura de área
- Personal técnico
- Administrativo
- Otros: _____

2. ¿Con qué frecuencia utiliza el sistema de telefonía actual del CNM? *

- 1 día por semana
- 2 días por semana
- 3 días por semana
- Diario
- Nunca

3. ¿Cuáles son las principales limitaciones que ha experimentado con el sistema de telefonía actual? (puede seleccionar más de una opción). *

- Baja calidad de la llamada.
- Falta de funciones avanzadas (por ejemplo, videollamadas, conferencias).
- Se corta las llamadas.
- Otros: _____

4. ¿Considera que el sistema de telefonía actual cumple con las necesidades del CNM? *

- Sí
- No
- Parcialmente

5. ¿Usted sabe lo que es la telefonía IP? *

- Sí
- No

6. ¿Cree que la implementación de telefonía IP mejoraría la comunicación entre los departamentos, áreas técnicas y usuarios externos del CNM? *

- Si
- No
- No estoy Seguro/a

7. ¿Considera usted que una de las ventajas de tener un sistema de Telefonía IP radica en que se puede mejorar la productividad de la institución? *

- Si
- No
- No estoy Seguro/a

8. ¿Está usted de acuerdo que la telefonía IP es una mejor herramienta de comunicación a comparación de la telefonía tradicional? *

- Si
- No

9. ¿Qué beneficios adicionales considera que podría aportar la telefonía IP? *

- Mayor flexibilidad (por ejemplo, uso de dispositivos móviles)
- Menores costos de mantenimiento
- Funcionalidades avanzadas (videollamadas, conferencias, etc.)
- Mejor calidad de llamada
- Mayor integración con otros sistemas
- Otros: _____


10. ¿Qué impacto considera que tendría la telefonía IP en la reducción de los costos de los servicios telefónicos tradicionales? *

- Alta reducción
- Moderada reducción
- Baja reducción
- Ninguna reducción

11. ¿En base en su experiencia de acuerdo al cargo que desempeña, cuales serían los principales desafíos para la implementación del sistema de telefonía IP en el CNM? (respuesta abierta) *

Tu respuesta


Apéndice K*Guía. Observación de la Infraestructura de Comunicaciones del Centro Nacional de la Música*

 UNIVERSIDAD CENTRAL FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA			
Objetivo de la observación: Evaluar el estado de la infraestructura de comunicaciones, identificar deficiencias y analizar el impacto de la nueva central telefónica IP en el cumplimiento de los objetivos específicos.			
Instrucciones: 1. Realice observaciones en cada aspecto, tomando en cuenta los criterios de evaluación. 2. Anote cualquier deficiencia o limitación relevante que pueda ser mejorada con la herramienta propuesta. 3. Si es posible, sugiera cambios basados en tus observaciones que puedan mejorar la efectividad del sistema comunicaciones actual.		Fecha:	Estudiante: David Siles Sánchez
Aspecto observado	Descripción	Criterios de evaluación	Observaciones
Conectividad de la red telefónica	La infraestructura depende de la red RDSI PRI del ICE para la comunicación externa.	Disponibilidad del servicio, estabilidad de la conexión, latencia en las llamadas.	Se debe evaluar la estabilidad del proveedor y la posibilidad de interrupciones.
Central Telefónica Analógica	Central Telefónica Analógica Panasonic que gestiona las llamadas internas y externas.	Años de operación, repuestos, garantías capacidad de extensiones, compatibilidad con equipos, costos de mantenimiento.	Puede presentar obsolescencia tecnológica, limitaciones en escalabilidad y funciones avanzadas.
Gabinete de Extensiones	Punto de conexión para distribuir las líneas telefónicas.	Organización del cableado, accesibilidad, capacidad de expansión.	Evaluar el estado del cableado telefónico, si está ordenado y permite futuras expansiones.
Red Alámbrica / Analógica	Líneas telefónicas cableadas conectadas a la central.	Alcance de señal, interferencias, calidad de audio.	Puede verse afectada por interferencias o alcance limitado.

Interconexión con Internet	Conexión a Internet a través de RAISECOM del ICE.	Ancho de banda, estabilidad, seguridad.	Evaluar si la conexión es suficiente para futuras mejoras.
Terminales Telefónicas	Dispositivos utilizados para comunicación interna y externa.	Estado físico, compatibilidad con la central, funcionalidad	Es importante analizar la necesidad de actualización o reemplazo.


Apéndice L

Guía. Observación de los Equipos Activos y Red de Datos del CNM


 <p style="text-align: center;">UNIVERSIDAD CENTRAL FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA</p>			
Objetivo de la observación: Evaluar el estado de la infraestructura de TI, identificar deficiencias y analizar el impacto de la nueva central telefónica IP en el cumplimiento de los objetivos específicos.			
Instrucciones: 1. Realice observaciones en cada aspecto, tomando en cuenta los criterios de evaluación. 2. Anote cualquier deficiencia o limitación relevante que pueda ser mejorada con la herramienta propuesta. 3. Si es posible, sugiera cambios basados en las observaciones que puedan mejorar la efectividad del sistema comunicaciones actual.		Fecha:	Estudiante: David Siles Sánchez
Aspecto observado	Descripción	Criterios de evaluación	Observaciones
Equipo Activo - Router	Dispositivo que enruta el tráfico de red y gestiona la conectividad externa.	Capacidad de procesamiento, estabilidad, compatibilidad con la infraestructura.	Revisar si soporta el tráfico necesario y si es adecuado para VoIP en el futuro.
Equipo Activo - Switches	Equipos que gestionan la comunicación de red cableada	Capacidad de puertos, velocidad de conmutación, administración remota.	Verificar si son administrables y si soportan tráfico de voz y datos de manera eficiente.
Equipo Activo - Firewall (Fortinet)	Dispositivo de seguridad perimetral para protección de la red.	Capacidad de inspección de tráfico, protección contra amenazas, rendimiento.	Evaluar si tiene configuraciones optimizadas para VoIP y tráfico seguro.
Equipo Activo - Cloud Key	Dispositivo para administración centralizada de la red y monitoreo.	Facilidad de gestión, compatibilidad con la infraestructura, monitoreo en tiempo real.	Revisar si se está utilizando adecuadamente y si permite optimización de la red.
Cableado de Red	Infraestructura de cableado estructurado para comunicación de datos y telefonía.	Tipo de cableado (Cat5e, Cat6, etc.), organización, estado físico.	Verificar si el cableado es adecuado para futuras mejoras o necesita reemplazo.
Rack de Comunicaciones	Espacio donde se organiza y aloja el equipo de red y telecomunicaciones.	Organización, ventilación, capacidad de expansión.	Analizar si el espacio es suficiente y si permite crecimiento.
Puntos de Acceso (AP - Access Points)	Dispositivos que proveen conectividad inalámbrica en la red.	Alcance de señal, compatibilidad con la infraestructura, capacidad de usuarios concurrentes.	Revisar si la cobertura es adecuada y si es necesaria una optimización.

Apéndice M

Guía. Análisis y Discusión Grupal Sobre la Obsolescencia de la Telefonía Analógica en el CNM.


 UNIVERSIDAD CENTRAL FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA			
Objetivo: Evidenciar la obsolescencia de la telefonía analógica en el CNM y la necesidad urgente de migrar a tecnología IP			
Instrucciones: 1. Introducción (10 min): Breve presentación del objetivo de la sesión. 2. Discusión guiada (40 min): Análisis de cada uno de los temas planteados. 3. Conclusiones y acuerdos (10 min): Resumen de hallazgos.		Fecha:	Estudiante: David Siles Sánchez
Tema de Discusión	Detalle	Conclusiones	Recomendaciones
Estado Actual de la Infraestructura Telefónica	- ¿Cuáles son las principales fallas y limitaciones de la central telefónica analógica? ¿Existe dificultad para conseguir repuestos o soporte técnico? - ¿Cómo afecta esta situación la operatividad del CNM?		
Condiciones de la Red de Datos	- Evaluación del cableado de red (categoría, estado y capacidad actual). - Estado de switches, router , firewall (Fortinet) y otros dispositivos activos. - Disponibilidad de puntos de red para la instalación de telefonía IP.		
Viabilidad de la Migración a Telefonía IP	- ¿Cuáles son los beneficios esperados al adoptar telefonía IP? - ¿Cuáles son los posibles retos técnicos y financieros? -Evaluación de alternativas: solución local vs. en la nube.		
Impacto Financiero y Presupuestario	- ¿Cómo contribuye el estudio a la modernización del CNM?		
	- ¿Qué información adicional se necesita para sustentar la propuesta?		
Importancia del Proyecto de Tesis en la Toma de Decisiones	-Infraestructura de cableado estructurado para comunicación de datos y telefonía.		

Apéndice N*Guía de Entrevista Sobre la Implementación de la Telefonía IP en el CNM.*

 <p style="text-align: center;">UNIVERSIDAD CENTRAL FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA</p>		
Objetivo de la entrevista. Obtener información de la jefatura de TI del MCJ sobre la situación actual de la telefonía analógica en el CNM y la viabilidad de migrar a un sistema de telefonía IP.		
<p>Instrucciones:</p> <p>La entrevista se realizará de manera estructurada con preguntas previamente definidas.</p> <p>Se tomará registro de las respuestas para su posterior análisis.</p> <p>Si es posible, se buscará obtener información cualitativa sobre los retos y beneficios de la migración a tecnología IP</p>	Fecha:	Estudiante: David Siles Sánchez
Preguntas de la Entrevista		
¿Cuál es su cargo en el MCJ y cuál es su rol en relación con las instituciones adscritas al Ministerio?		
¿Conoce las principales limitaciones que enfrenta el Centro Nacional de la Música en su actual infraestructura de comunicaciones?		
¿Considera que la implementación de telefonía IP mejoraría la comunicación entre departamentos, áreas técnicas y usuarios externos del CNM?		
¿Desde su experiencia como jefatura de informática del MCJ y ente rector de las instituciones adscritas en materia de TI, ¿qué desafíos principales enfrenta la implementación de un sistema de telefonía IP en una institución como el CNM?		
¿Qué herramientas tecnológicas considera que podrían ser útiles para mejorar la comunicación interna y externa en el CNM?		
¿Considera factible la incorporación de software de comunicación, sean estos propietarios o de código abierto, como complemento a la propuesta del sistema de Telefonía IP?		
¿Cuál es su opinión sobre este proyecto de tesis que propone la migración del sistema de telefonía analógica a IP?		

Apéndice Ñ

Guía Análisis Documental

 UNIVERSIDAD CENTRAL FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA			
Objetivo de la Investigación Documental: Proporcionar un marco metodológico para recopilar, analizar y sintetizar información relevante sobre la implementación de telefonía IP en el CNM.			
Instrucciones: Recolección de la Información: Identificar fuentes confiables como manuales técnicos, normativas, estudios de caso y publicaciones académicas. Análisis de la Información: Evaluar los beneficios y limitaciones de la telefonía IP en función de las necesidades de la institución.		Fecha:	Estudiante: David Siles Sánchez
Tema	Fuente	Relevancia	Resumen
Tipos de centrales telefónicas	Artículos técnicos, manuales de fabricantes	Determina el tipo de central idónea para el CNM	Diferencias entre PBX analógicas, digitales e IP
Tecnología y arquitectura VoIP	Documentación académica, normativas	Define los requerimientos técnicos	Protocolo SIP,
Medios de transmisión VoIP	Reportes técnicos, estudios de caso	Evalúa la infraestructura de red necesaria	Cableado estructurado, fibra óptica, WiFi, LTE
Software libre y propietario para administración de centrales IP	Comparativas de software, especificaciones	Facilita la selección de plataforma	Análisis de Asterisk, FreePBX, 3CX, Cisco Call Manager
Enfoque de la investigación	Metodologías de investigación	Define el marco de estudio	Enfoque cualitativo, cuantitativo o mixto
Técnicas e instrumentos	Libros de metodología, experiencias previas	Determina cómo se recolectará la información	Entrevistas, encuestas, revisión documental

Apéndice O

Guía Análisis Documental

A continuación, se presenta la encuesta que se realizará sobre la Implementación de Telefonía IP al personal del Centro Nacional de la Música.

1. ¿Cuál es su puesto en el CNM?
 - a) Dirección
 - b) Jefatura de área
 - c) Personal técnico
 - d) Administrativo
 - e) Otro (especificar): _____

2. ¿Con qué frecuencia utiliza el sistema de telefonía actual del CNM?
 - a) 1 día por semana
 - b) 2 días por semana
 - c) 3 días por semana
 - d) Diario
 - e) Nunca

3. ¿Cuáles son las principales limitaciones que ha experimentado con el sistema de telefonía actual? (Puede seleccionar más de una opción).
 - a) Baja calidad de la llamada.
 - b) Falta de funciones avanzadas (por ejemplo, videollamadas, conferencias).
 - c) Se corta las llamadas.
 - d) Se entrelazan las llamadas.
 - e) Otro_____.

4. ¿Considera que el sistema de telefonía actual cumple con las necesidades del CNM?

- a) Sí
 - b) No
 - c) Parcialmente
5. ¿Usted sabe lo que es la telefonía IP?
- a) Sí
 - b) No
6. ¿Cree que la implementación de telefonía IP mejoraría la comunicación entre los departamentos, áreas técnicas y usuarios externos del CNM?
- a) Sí
 - b) No
 - c) No estoy seguro/a
7. ¿Considera usted que una de las ventajas de tener un sistema de telefonía IP radica en que se puede mejorar la productividad de la institución?
- a) Sí
 - b) No
 - c) No estoy seguro/a
8. ¿Está usted de acuerdo en que la telefonía IP es una mejor herramienta de comunicación a comparación de la telefonía tradicional?
- a) Sí
 - b) No
9. ¿Qué beneficios adicionales considera que podría aportar la telefonía IP?
- a) Mayor flexibilidad (por ejemplo, uso de dispositivos móviles)
 - b) Menores costos de mantenimiento

- c) Funcionalidades avanzadas (videollamadas, conferencias, etc.)
- d) Mejor calidad de llamada
- e) Mayor integración con otros sistemas
- f) Otro (especificar): _____

10. ¿Qué impacto considera que tendría la telefonía IP en la reducción de los costos de los servicios telefónicos tradicionales?

- a) Alta reducción
- b) Moderada reducción
- c) Baja reducción
- d) Ninguna reducción

11. ¿Según su experiencia, de acuerdo con el cargo que desempeña, cuáles serían los principales desafíos para la implementación del sistema de telefonía IP en el CNM?
(Respuesta abierta).