



**UNIVERSIDAD ESTATAL
PENÍNSULA DE SANTA ELENA**

FACULTAD DE SISTEMAS Y TELECOMUNICACIONES

CARRERA DE INFORMÁTICA

TRABAJO DE TITULACIÓN

Propuesta Tecnológica, previo a la obtención del Título de:

INGENIERO EN SISTEMAS

**“DISEÑO DE UN SISTEMA VOIP PARA EL COMANDO DE POLICÍA
NACIONAL DEL CANTÓN SANTA ELENA”**

AUTOR

WILMER PAÚL BARZOLA CHANCAY

PROFESOR TUTOR

ING. JOSÉ SÁNCHEZ AQUINO

LA LIBERTAD – ECUADOR

2016

AGRADECIMIENTO

Primeramente agradezco a Dios por permitirme cumplir con este objetivo muy importante como profesional y poder culminar este proyecto que es el esfuerzo de lo aprendido durante todo mi período universitario.

Agradezco a mis padres Wilmer y Nancy por enseñarme valores como la responsabilidad y respeto que uno asume dentro de un hogar, poniendo en práctica durante un objetivo planteado sin perjudicar a nadie. De igual manera a mis hermanos Paola, Juan y Nicolás por estar conmigo y brindarme su apoyo de aliento para seguir adelante día a día, ya que mi familia es el pilar fundamental para luchar por un mejor vivir.

A todos mis familiares y amigos que de una u otra forma estuvieron presentes con mensajes positivos durante mi progreso universitario y en la culminación de mi proyecto de graduación.

TRIBUNAL DE GRADO

APROBACIÓN DEL TUTOR

En mi calidad de Tutor del trabajo de titulación denominado **DISEÑO DE UN SISTEMA VOIP PARA EL COMANDO DE POLICÍA NACIONAL DEL CANTÓN SANTA ELENA**, elaborado por el estudiante **Barzola Chancay Wilmer Paúl**, de la carrera de Informática de la Universidad Estatal Península de Santa Elena, me permito declarar que luego de haber orientado, estudiado y revisado, la apruebo en sus partes y autorizo al estudiante para que inicie los trámites legales correspondientes.

La Libertad, Agosto del 2016

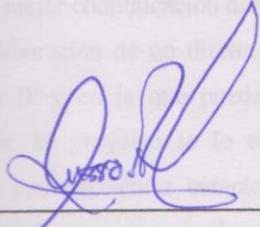
Ing. José Sánchez Aquino, MSc
PROFESOR TUTOR

Ing. Carlos Sánchez Liza, MSc
PROFESOR DE ÁREA

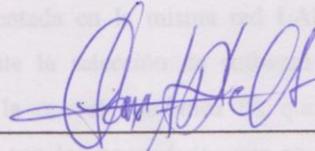
.....
Ing. José Sánchez Aquino, MSc

Abg. Brinda Reyes Tomala, MSc
SECRETARIO GENERAL

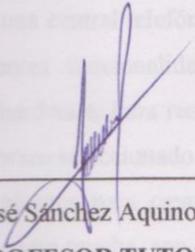
TRIBUNAL DE GRADO



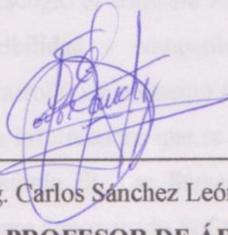
Ing. Walter Orozco Iguasnia, MSc.
DECANO DE LA FACULTAD



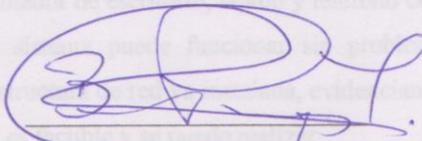
Ing. Mariuxi De la Cruz, MSig.
DIRECTORA DE LA CARRERA



Ing. José Sánchez Aquino, MSc
PROFESOR TUTOR



Ing. Carlos Sánchez León, MSc.
PROFESOR DE ÁREA



Abg. Brenda Reyes Tomala, MSc.
SECRETARIO GENERAL

RESUMEN

El presente trabajo de titulación tiene como finalidad dar una alternativa de solución para una mejor comunicación dentro de la institución policial del cantón Santa Elena, con la elaboración de un diseño de telefonía VoIP, que se caracteriza por utilizar protocolo IP y en la que puede ser implementada en la misma red LAN de la institución. El proyecto se lo realizó mediante la selección de software libre y hardware con excelentes características para la central telefónica IP, que fueron utilizadas por proyectos similares cumpliendo con las necesidades que se requiere para mejorar el servicio. Durante el estudio se analizaron herramientas, protocolos de señalización (H.323, SIP, IAX2, MGCP) y codec de audio (G.711, G.729, G.723, GMS 06.10 e ILBC) para determinar el protocolo y codec más adecuado para el diseño de telefonía VoIP. Se analizó entre dos software libre Trixbox y AsteriskNow para crear una central telefónica IP, y en la que se escogió el software AsteriskNow por excelentes funcionalidades, rendimiento, flexibilidad y compatibilidad con diferentes hardware. Para realizar las pruebas se desarrolló un prototipo de telefonía con el software seleccionado AsteriskNow y equipos informáticos que se encuentran a nuestro alcance para crear una red LAN de telefonía IP. Las llamadas que se realizaron como prueba, son simuladas con un software denominado Softphone al no contar con teléfonos IP, y en el que se escogió el softphone Zoiper por ser compatibles para varios sistemas operativos como Linux, Windows y Android, con lo que obtuvimos llamadas en tiempo real y con buenos resultados de audio, realizándolo entre computador de escritorio, laptop y teléfono celular Android, donde se comprobó que este sistema puede funcionar sin problema alguno capaz de interactuar con la infraestructura de red ya instalada, evidenciando que el proceso del diseño del sistema VoIP es factible y se puede realizar.

ABSTRACT

This graduation thesis has its objective of give an alternative of a solution for a better communication within the police force of the corner de Santa Elena with the collaboration of the new phone system called VoIP, characterized for use protocol IP and in what can be implements in the same network LAN of the institution. The project is was realize by selection of software free and hardware with excellent characteristics for center telephone IP, that they were used for similar project complying with the needs that requires to improve the service. During the study were tools analyzed, protocol of signaling (H.323, SIP, IAX2, MGCP) and codec of audio (G.711, G729, G.723, GMS 06.10 and ILBC) to determine the protocol and codec more suitable for the design of telephony VoIP. Was analyzed between two software free trixbox and AsteriskNow for create a central telephone IP, and in what he chose the software AsteriskNow by excellent functions, performance, flexibility and compatibility with different hardware. For realize the tests it developed a prototype of telephony whit the software selected AsteriskNow and informatics equipment that are within our reach to create a network LAN of telephony IP. The calls that were carried out like test, they are simulated with a denominated software Softphone when not having telephones IP, and in the one that the softphone Zoiper was chosen to be compatible for several operating systems like Linux, Windows and Android, with what we obtained calls in real time and with good results of audio, carrying out it among desk computer, laptop and cellular telephone Android, where he/she was proven that this system can work without problem some able to already interact with the net infrastructure installed, evidencing that the process of the design of the system VoIP is feasible and it can be carried out.

TABLA DE CONTENIDOS

ITEM		PÁGINA
	DECLARACIÓN	I
	AGRADECIMIENTO	II
	APROBACIÓN DEL TUTOR	III
	TRIBUNAL DE GRADO	IV
	CONTENIDOS	VII
	INTRODUCCIÓN	1
	CAPÍTULO I	3
	FUNDAMENTACIÓN	3
	1.1 ANTECEDENTES	3
	1.2 DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO	3
	1.3 OBJETIVOS	4
	1.3.1 OBJETIVO GENERAL	4
	1.3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	4
	1.4 JUSTIFICACIÓN	7
	1.5 METODOLOGÍA	8
	1.5.1 ANÁLISIS DE RESULTADOS	10
	CAPÍTULO II	11
	LA PROPUESTA	11
	2.1 MARCO CONTEXTUAL	11
	2.1.1 ANÁLISIS ACTUAL DE LA RED	11
	2.1.1.1 DETERMINACIÓN DEL NÚMERO DE USUARIOS	13
	2.1.1.2 ANÁLISIS DE LA RED TELEFÓNICA	14
	2.1.1.3 INFRAESTRUCTURA DE LA RED DE DATOS	14
	2.1.1.4 DESCRIPCIÓN DETALLADA DE RED DE DATOS DE CADA DEPARTAMENTO	18
	2.1.2 APLICACIONES DE LA RED ACTUAL	24
	2.1.3 ANCHO DE BANDA ACTUAL DE LA RED	25
	2.2 MARCO CONCEPTUAL	26
	2.2.1 TELEFONÍA TRADICIONAL	26
	2.2.2 DEFINICIÓN DE TELEFONÍA IP	27
	2.2.3 FUNCIONAMIENTO DE TELEFONÍA IP	29
	2.2.4 DIFERENCIA ENTRE LA TELEFONÍA IP CON LA TRADICIONAL	30
	2.2.5 ¿QUÉ ES VoIP?	31
	2.2.6 FUNCIONAMIENTO DE UNA RED VoIP	32

Wilmer Paul Barzola Chancay

TABLA DE CONTENIDOS

ITEM	PÁGINA
AGRADECIMIENTO	II
APROBACIÓN DEL TUTOR	¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
TRIBUNAL DE GRADO	¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
RESUMEN	V
ABSTRACT	VI
DECLARACIÓN	¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
TABLA DE CONTENIDOS	VIII
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO I	3
FUNDAMENTACIÓN	3
1.1 ANTECEDENTES	3
1.2 DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO	5
1.3 OBJETIVOS	6
1.3.1 OBJETIVO GENERAL	6
1.3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	6
1.4 JUSTIFICACIÓN	7
1.5 METODOLOGÍA	8
1.5.1 ANÁLISIS DE RESULTADOS DE LAS ENCUESTAS.	10
CAPÍTULO II	11
LA PROPUESTA	11
2.1 MARCO CONTEXTUAL	11
2.1.1 ANÁLISIS ACTUAL DE LA RED	11
2.1.1.1 DETERMINACIÓN DEL NÚMERO DE USUARIOS	13
2.1.1.2 ANÁLISIS DE LA RED TELEFÓNICA	14
2.1.1.3 INFRAESTRUCTURA DE LA RED DE DATOS	14
2.1.1.4 DESCRIPCIÓN DETALLADA DE RED DE DATOS DE CADA DEPARTAMENTO	18
2.1.2 APLICACIONES DE LA RED ACTUAL	24
2.1.3 ANCHO DE BANDA ACTUAL DE LA RED	25
2.2 MARCO CONCEPTUAL	26
2.2.1 TELEFONÍA TRADICIONAL	26
2.2.2 DEFINICIÓN DE TELEFONÍA IP	27
2.2.3 FUNCIONAMIENTO DE TELEFONÍA IP	29
2.2.4 DIFERENCIA ENTRE LA TELEFONÍA IP CON LA TRADICIONAL	30
2.2.5 ¿QUÉ ES VoIP?	31
2.2.6 FUNCIONAMIENTO DE UNA RED VoIP	32

2.2.7	CARACTERÍSTICAS DE VoIP	33
2.2.8	PROTOCOLOS DE COMUNICACIÓN VoIP	34
2.2.9	CODEC DE AUDIO DE VoIP	38
2.2.10	ELEMENTOS QUE INTERVIENEN EN LA TELEFONÍA IP	39
2.2.11	ANÁLISIS DE SOFTWARE A UTILIZAR PARA LA CENTRAL VoIP	44
2.2.11.1	ASTERISKNOW	44
2.2.11.2	TRIXBOX	46
2.2.12	CARACTERÍSTICAS COMPARATIVA DE LOS SOFTWARE PARA LA CENTRAL VoIP	47
2.2.13	CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES Y FUNCIONALIDADES DEL SOFTWARE ELEGIDO	49
2.2.13.1	ASTERISKNOW	49
2.2.14	GNU/LINUX COMO PLATAFORMA DEL SERVIDOR	53
2.2.14.1	CENTOS VERSIÓN 6.5	54
2.2.15	VIRTUALIZACIÓN	55
2.2.15.1	VIRTUALIZACIÓN CON VIRTUALBOX	57
2.3	MARCO TEÓRICO	58
2.4	DISEÑO DE LA PROPUESTA	61
2.4.1	DESARROLLO DE LA PROPUESTA	61
2.4.1.1	DETERMINACIÓN DEL ANCHO DE BANDA PARA VOZ	61
2.4.1.2	DISEÑO FÍSICO DE RED VOIP Y REDISEÑO DE LA RED DE DATOS	65
2.4.1.3	DISEÑO LÓGICO DE LA RED VOIP	70
2.4.1.4	ARQUITECTURA DEL SERVIDOR VoIP	75
2.5	COMPONENTES DE LA PROPUESTA	77
2.5.1	DIMENSIONAMIENTO DEL SERVIDOR ASTERISK Y HARDWARE	77
2.5.2	CREACIÓN DE EXTENSIONES	81
2.6	ESTUDIO DE FACTIBILIDAD	83
2.6.1	FACTIBILIDAD TÉCNICA	83
2.6.2	FACTIBILIDAD ECONÓMICA	84
2.7	RESULTADOS	87
2.7.1	IMPLEMENTACIÓN DEL PROTOTIPO Y PRUEBAS	87
2.7.2	RESULTADOS	98
	CONCLUSIONES	100
	RECOMENDACIONES	101
	BIBLIOGRAFÍA	103
	ANEXOS	107

ÍNDICE DE FIGURAS

ITEM	DESCRIPCIÓN	PÁGINA
Figura 1:	Unidad de Policía de Santa Elena.	12
Figura 2:	Puntos telefónicos.	14
Figura 3:	Representación física actual de la red LAN.	15
Figura 4:	Representación lógica actual de la red LAN.	17
Figura 5:	Puntos de redes de datos.	18
Figura 6:	Departamento Financiero.	19
Figura 7:	Departamento Distrito.	19
Figura 8:	Departamento Gestión Operativa.	20
Figura 9:	Departamento Secretaría.	20
Figura 10:	Departamento de Asesoría Jurídica.	21
Figura 11:	Departamento de Policía Comunitaria.	21
Figura 12:	Departamento Sala de Conferencia.	22
Figura 13:	Departamento de Logística.	22
Figura 14:	Departamento Talento Humano.	23
Figura 15:	Departamentos de Central de Radio y Prevención.	23
Figura 16:	Departamento de Asuntos Internos.	24
Figura 17:	Transmisión de telefonía tradicional.	26
Figura 18:	Red telefonía y dato.	28
Figura 19:	Funcionamiento de telefonía IP.	29
Figura 20:	Conversión de una señal analógica a digital.	32
Figura 21:	Funcionamiento de VoIP.	33
Figura 22:	Pila de protocolo H.323 según modelo OSI.	35
Figura 23:	Adaptador analógico.	40
Figura 24:	Tarjeta analógica de telefonía.	41
Figura 25:	Teléfono IP.	41
Figura 26:	Teléfono analógico.	42
Figura 27:	Interfaz del Softphone X-LITE.	42
Figura 28:	Interfaz del Softphone Zoiper.	43
Figura 29:	Interfaz del Softphone Ekiga.	43
Figura 30:	Logo de AsteriskNow.	44
Figura 31:	Logo de Trixbox.	46
Figura 32:	Arquitectura de Asterisk.	51
Figura 33:	Módulos de Asterisk.	52
Figura 34:	Logo de Centos.	54
Figura 35:	Representación gráfica de la virtualización.	56

Figura 36: Carga del CPU durante 2 horas, al realizar 5 llamadas simultaneas.	59
Figura 37: Encapsulamiento de una trama VoIP de una red WAN y LAN.	63
Figura 38: Esquema propuesto de los dispositivos en el cuarto de concentración.	66
Figura 39: Diseño físico propuesto de la red de datos.	67
Figura 40: Diseño lógico propuesto de la red de VoIP.	68
Figura 41: Caso de uso de llamada externa.	70
Figura 42: Caso de uso llamada interna.	71
Figura 43: Caso de uso crear, modificar y eliminar extensión.	72
Figura 44: Arquitectura del servidor.	76
Figura 45: Tarjeta Digium.	78
Figura 46: Adaptador analógico.	79
Figura 47: Teléfono IP.	80
Figura 48: Tarjeta de red.	80
Figura 49: UPS.	81
Figura 50: Arquitectura de red propuesta.	87
Figura 51: Arquitectura del servidor	89
Figura 52: Inicio de sesión de AsteriskNow.	91
Figura 53: Interfaz Web.	92

ÍNDICE DE TABLAS

ITEM	DESCRIPCIÓN	PÁGINA
Tabla 1:	Población y muestra.	9
Tabla 2:	Usuarios y departamentos.	13
Tabla 3:	Telefonía tradicional vs Telefonía IP. Fuente.	31
Tabla 4:	Tipos de mensajes SIP.	36
Tabla 5:	Códigos de respuestas SIP.	36
Tabla 6:	Característica generales de software libre para telefonía IP.	49
Tabla 7:	Consumo promedio de Ancho de Banda real por codec.	59
Tabla 8:	Características de compresión de los codec.	62
Tabla 9:	Asignación de puntos de voz.	69
Tabla 10:	Equipos de comunicación para voz.	70
Tabla 11:	Caso de uso llamada externa.	71
Tabla 12:	Caso de uso llamada interna.	72
Tabla 13:	Caso de uso crear, modificar y eliminar extensión.	73
Tabla 14:	IP de red actual.	74
Tabla 15:	IP de subred	74
Tabla 16:	Asignación de ip a segmentos para la red	75
Tabla 17:	Recomendaciones mínimas del servidor.	78
Tabla 18:	Número de extensiones.	82
Tabla 19:	Total de costos de componentes.	84
Tabla 20:	Total de costo de software.	85
Tabla 21:	Total de costo en recursos humano.	85
Tabla 22:	Costo totales.	85
Tabla 23:	Costo beneficio.	86
Tabla 24:	Componentes del servidor	89
Tabla 25:	Equipos utilizados.	90
Tabla 26:	Costos reales del prototipo.	90
Tabla 27:	Creación de extensiones.	93
Tabla 28:	Datos de configuración para softphone.	94
Tabla 29:	Prueba 1.	95
Tabla 30:	Prueba 2.	96
Tabla 31:	Prueba 3.	98

LISTA DE ANEXOS

N°	DESCRIPCIÓN
-----------	--------------------

	Anexos 1: MANUAL DE INSTALACIÓN
--	---------------------------------

	Anexos 2: MANUAL DE USUARIO
--	-----------------------------

	Anexos 3: ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS DE LAS ENCUESTAS.
--	---

	Anexos 4: FORMATO DE ENCUESTA Y ENTREVISTA
--	--

INTRODUCCIÓN

La tecnología actualmente ha facilitado las necesidades de comunicación, siendo aún más cuando la distancia entre personas es muy considerable, por tanto la tecnología más usada y común es la comunicación por voz. Siendo en la actualidad la información un elemento importante para el desarrollo de cualquier actividad, donde el internet interviene cada vez más en la vida cotidiana de las personas y que ha logrado avances tecnológicos muy acelerados en las telecomunicaciones.

Nuestro estudio y diseño del proyecto de telefonía VoIP que se va a proponer es para la institución policial del Cantón Santa Elena, que se evidenció que en algunos departamentos no cuentan con un medio para poder comunicarse, ya sea con las personas que laboran dentro de cada departamento o personas que de una u otro forma no laboran dentro de la institución, y que se requiere para realizar trámites legales solicitados para la ciudadanía o los uniformados que trabajan a diario para esta institución. Por lo tanto este problema que conlleva la institución, se debe a algunos factores a ser analizados, como la compra de teléfono convencional, la contratación de una nueva línea de teléfono y la disponibilidad que se pueda tener para la apertura de una nueva línea en el sector.

El objetivo principal de este proyecto de diseño de Voz sobre Ip (VoIP), es analizar las diferentes herramientas de software libre que permita realizar la comunicación por medio de voz dentro de la red de datos o red LAN, y seleccionar la más indicada y la que ofrezca mejores bondades para la realización de la red de voz que se diseñará para la institución policial del cantón Santa Elena.

En el capítulo I, se dará a conocer los antecedentes de la institución y se planteará una solución acorde a la realidad, se describirá el proyecto, sus objetivos a alcanzar, la justificación del porque se realizará este proyecto y la metodología que se empleará para la recolección de información de la empresa y conocer su infraestructura actual de la distribución de los puntos de red de datos y dar una alternativa de solución.

En el capítulo II, se detallará todo el marco teórico del proyecto que se está llevando a cabo, se conocerá la infraestructura actual de red LAN de la institución para hacer analizada y poder diseñar nuestro sistema de telefonía VoIP, así como también definiciones conceptuales de las tecnologías a usar, tanto en software como hardware involucrados para la creación de un sistema de telefonía IP. Se presentará el desarrollo de la propuesta con el fin de mejorar la comunicación en todos los departamento de la institución policial, para ello se diseñará la red de voz dentro de la misma red de datos utilizando herramientas tecnológicas para elaborar el diseño. Se asignarán puntos de voz para cada departamento y se elaborará una tabla de direcciones IP por subredes, para el control lógico de los equipos y en un futuro no presenten problema en la red. Se documentará el prototipo del proyecto propuesto a no implementarse por motivos económicos, pero se presentará y se expondrá en una pequeña red LAN el proceso de la llamada, que consiste en una computador de escritorio como servidor, instalado como plataforma base el sistema operativo Centos en su versión 6.5 y el servidor de telefonía de voz que estará virtualizado por medio del software de VirtualBox. Las pruebas se realizarán por una aplicación instalada en computadores para simular las llamadas.

CAPÍTULO I

FUNDAMENTACIÓN

1.1 ANTECEDENTES

El Comando de Policía del Cantón Santa Elena, tiene una infraestructura física conformada por 14 departamentos cumpliendo con una función distinta, y cuenta con un aproximado de 30 uniformados entre policías, cabos y sargentos que laboran a diario en las diferentes dependencias de esta institución y que parte de sus tareas es poder comunicarse con otros entes policiales que realizan otras funciones. Una de las necesidades que requiere esta institución es mejorar la comunicación entre los diferentes departamentos.

Actualmente para poder comunicarse con cada oficina el 60% de toda la institución posee líneas telefónicas independientes es decir cada estación cuenta con un número telefónico diferente al resto de oficinas y el restante de departamentos no posee ningún tipo de herramienta siendo de vital importancia para su respectiva comunicación.

Muchos uniformados que no cuentan con este servicio de telefonía fija, en ocasiones recurren personalmente a cada oficina para realizar trámites a efectuar o hacen uso de llamadas por teléfono celular para comunicarse, representando a cada uniformado un gasto propio al realizar la llamada, ya que un proceso a realizar no solo se ejecuta en un departamento sino involucra a varios, y para culminar alguna actividad que se requiera o que puede ser de mayor prioridad en beneficio de algún uniformado dentro de la institución o en la colaboración a las personas de la sociedad que soliciten algún servicio de seguridad.

Por lo tanto este problema demanda no solo de colocar un teléfono adicional o de trámites legales para la nueva contratación de línea telefónica sino también por parte de la empresa del servicio de telefonía a la verificación si hay disponibilidad para la apertura de la nueva línea telefónica en el sector y que por ende tardaría en la instalación del nuevo servicio por el estudio que se realizará para la ubicación del nuevo punto de comunicación.

Adicionalmente la institución no cuenta con un departamento técnico o una persona que supervise o restrinja la administración de las llamadas telefónicas que son utilizados a diario por las personas que laboran dentro las oficinas y que pueden ser utilizadas de forma inadecuada, que representaría costos por llamadas injustificadas.

Debido a esta necesidad se realizará una propuesta de diseño de un sistema de comunicación VoIP que permitirá minimizar este requerimiento de comunicación en la institución policial.

1.2 DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

Con respecto al problema mencionado se va a realizar una propuesta tecnológica de comunicación, que consiste en un diseño de telefonía Voz sobre IP para la policía nacional de Santa Elena mediante un análisis de la red de datos, conocer cuántos puntos de red están habilitados y que equipos informáticos son los que poseen, se simulará el sistema de telefonía utilizando herramientas tecnológicas y sistemas operativos de software libre.

VoIP consiste en encapsular la voz en paquetes de datos, que serán transportados por un mismo medio de comunicación sobre la red LAN, este sistema de telefonía IP puede ser usado para una pequeña y mediana empresa en crecimiento, y que no es necesario crear otra red para la configuración de esta tecnología. Este proyecto se analizará la red que actualmente posee la institución policial, permitiendo la no utilización de circuitos conmutados que son las que manejan las líneas telefónicas actuales.

Para realizar esta propuesta se elaborará un prototipo que consistirá en la instalación de un sistema operativo de software libre, Centos, como plataforma y dentro de este en un ambiente virtual que se instalará la central telefónica, se configurará para el buen funcionamiento del servidor de Telefonía IP que estarán instalados en un computador de escritorio; para realizar la prueba se instalará en otro computador un software que simulará la llamada entre las dos pc ya que no se utilizará teléfonos IP con la finalidad de que el proyecto propuesto sea alcanzable.

Se determinará el software más adecuado para la central telefónica y para la llamada entre Pcs, mediante la búsqueda de información en la web sobre las herramientas vigentes y así seleccionar la más adecuada para el prototipo del sistema que se presentará. Adicionalmente se analizará equipos hardware (teléfonos IP y análogos) que serán indagados para el uso adecuado de los mismos y que servirían en alguna posible implementación a ser utilizados.

Se configurará un sistema para la comunicación de voz, para obtener mayor provecho de esta herramienta y así realizar una propuesta eficiente y económica, que cumpla con los requerimientos del cliente.

De acuerdo a las líneas de investigación de la Carrera de Informática este proyecto se basará en el componente de Redes y Comunicaciones.

1.3 OBJETIVOS

1.3.1 OBJETIVO GENERAL

Diseñar un sistema de VoIP en una red de datos para la Institución De Policía de Santa Elena mediante el uso de herramientas Open Source, para la intercomunicación entre los diferentes departamentos de la unidad policial.

1.3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- ✓ Realizar un análisis que permita conocer la situación actual de la red de datos de la institución para el desarrollo del diseño del sistema VOIP.
- ✓ Seleccionar herramientas Open Source a utilizar para el sistema VoIP mediante la búsqueda de información en la web para establecer la más adecuada a la realización del proyecto.
- ✓ Diseñar la red del sistema VoIP mediante una solución de arquitectura de Voz para contribuir a la comunicación dentro de la institución.
- ✓ Simular el sistema VoIP basado en la configuración de la central telefónica, que permita evidenciar el funcionamiento de la solución.
- ✓ Elaborar la propuesta del sistema VoIP que cumpla con los requerimientos planteados.

1.4 JUSTIFICACIÓN

Hoy en día el desarrollo de la tecnología ha avanzado en forma acelerada, brindando herramientas que permiten cubrir necesidades para agilizar o satisfacer una demanda en cualquier sitio donde nos encontremos, una de las tecnologías que se usará en este proyecto es un sistema de Voz sobre IP (VoIP), que se caracteriza por transmitir voz en las redes de datos LAN.

Con el diseño del sistema VoIP, para el Comando de Policía del Cantón Santa Elena, todos los departamentos que se encuentran dentro de la institución contarán con un método de comunicación, así mismo los entes policiales no tendrán inconveniente para comunicarse con otros compañeros de trabajo dentro de la entidad. Este sistema permitirá agilizar los procesos sin la necesidad de trasladarse de una dependencia a otra dentro del establecimiento policial.

El sistema de telefonía IP ayudará al control y restricción de llamadas dentro de la institución para la optimización de recursos, permitirá la asignación de un identificador (dirección IP) para cada departamento para su respectiva comunicación, que a su vez permitirá conexiones más seguras en la red ya que las computadoras no cuentan con direcciones IP estáticas sino direcciones dinámicas, en el sistema se realizará configuraciones para las llamadas, como control de tiempo, hora y fecha que se realizó dicha comunicación y la restricción de llamadas fuera de la institución, que permitirá el buen funcionamiento del sistema en beneficio de la institución.

La red LAN de la institución de policía es utilizada para la navegación de internet y compartir impresoras entre diferentes usuarios, al integrar este sistema de telefonía IP no afectará estos servicios, y una de las ventajas de utilizar esta tecnología es unir servicios de voz y datos dentro de la misma red denominado: red convergente.

El sistema se encontrará en un ambiente virtual que permitirá tener como ventaja, múltiples máquinas virtuales con diferentes sistemas operativos en una sola pc y que servirá en unas futuras implementaciones que ayuden a la mejoras de la institución en la parte tecnológica.

Esta propuesta de diseño de VoIP surge como una necesidad que presenta la institución policial, dando una solución a la insuficiente comunicación que actualmente presenta, mejorando la disponibilidad de la red de voz y datos de la empresa. Cabe mencionar que el presente trabajo es una propuesta de diseño de red de voz y no implementación.

1.5 METODOLOGÍA

El método de investigación a utilizar en este proyecto de diseño es el método empírico basada en la observación científica y tecnológica en redes de comunicación.

A continuación mencionaremos dos tipos de fuentes de información que se utilizará para la elaboración de este proyecto:

Fuentes primarias.- para obtener calidad de información que nos conlleve al desarrollo del proyecto de diseño de la central telefónica basado en el sistema VoIP utilizaremos herramientas como encuesta, entrevistas y ficha de observación para la obtención de información y satisfacer sus requerimientos.

Fuentes secundarias.- se buscará información que nos conlleve a la buena realización del proyecto, para ello se hará uso de páginas web, manuales entre otros.

El tipo de investigación para este proyecto se detalla a continuación.

➤ Descriptiva:

En este documento se detallará conceptos sobre la tecnología VoIP, se indagará estándares, protocolos de comunicación y software que nos permitirán realizar una simulación de enlaces de comunicación entre usuarios. Se utilizará un servidor con plataforma Centos y para la central telefónica de VoIP se utilizará software de código libre.

➤ **Exploratorio:**

Para llevar a cabo el proyecto se deberá estar en constante visitas a la unidad policial, para obtener información de la infraestructura real de la red que nos conllevará a un resultado excelente.

Para la obtención de la información se entrevistará a los entes policiales con un rango superior y para la encuesta participarán los policías que a diario laboran dentro de cada oficina de la institución.

Población y Muestra

Descripción	Cantidad
Sargentos participantes en la entrevista	1
Policías participantes en la encuesta	20
Total de participantes	21

Tabla 1: Población y muestra.

A continuación se detalla las fases para este sistema:

Fase 1: Análisis de la situación actual de la institución respecto a la infraestructura de la red de datos.

Fase 2: Análisis de las herramientas y software a utilizar para el desarrollo del sistema de telefonía VOIP.

Fase 3: Diseño y elaboración de propuesta de la red VOIP, que se basará en la arquitectura de red para la telefonía como el análisis y prototipo para la ejecución del proyecto.

1.5.1 ANÁLISIS DE RESULTADOS DE LAS ENCUESTAS.

Objetivo de la encuesta: Recolectar información sobre la telefonía convencional y red de datos que actualmente posee la institución policial con fines académicos.

Análisis: Se pudo observar que una parte de la institución no cuentan con una línea telefónica en su respectivo departamento, y no están totalmente satisfecho con el servicio telefónico que actualmente poseen, las personas que no tienen este servicio hacen uso de sus propios recursos para comunicarse o se movilizan hasta el departamento para completar algún trámite solicitado. El personal que labora en la institución está en total acuerdo para que el sistema de telefonía cambie, para beneficio de agilizar procesos que se llevan a diario.

Mediante una pregunta expuesta al personal policial se observó que tienen problemas con la red de datos, por conexión a internet y conexión con impresoras en red, debido a que no cuentan con una infraestructura bien diseñada de la red LAN

CAPÍTULO II

LA PROPUESTA

2.1 MARCO CONTEXTUAL

En esta sección se dará a conocer con detalles todo referente a la estructura y red de datos que actualmente tiene esta institución y entre otros aspectos que están inmersos en la red para un análisis previo a la realización del diseño telefonía IP.

2.1.1 ANÁLISIS ACTUAL DE LA RED

Actualmente la institución de policía “Comando de Policía de Santa de Elena”, no cuenta con una planta telefónica que satisfagas las necesidades de comunicación en toda sus áreas, es por eso que antes de describir la infraestructura actual de la red de datos de la institución es importante realizar un diagrama representativo de las ubicaciones referenciales de cada departamento que conforman este establecimiento.

La institución policial se encuentra conformada por las áreas de Despacho del Comandante, Secretaría, Financiero, Talento Humano, Operaciones CSZ-SE, Logística del CSZ-SE, Asesoría Jurídica del CSZ-SE, Policía Comunitaria del CSZ-SE, Asuntos Internos del CSZ-SE, Distrito del CSZ-SE, Central de radio del CSZ-SE, Prevención del CSZ-SE y Sala de Conferencia.

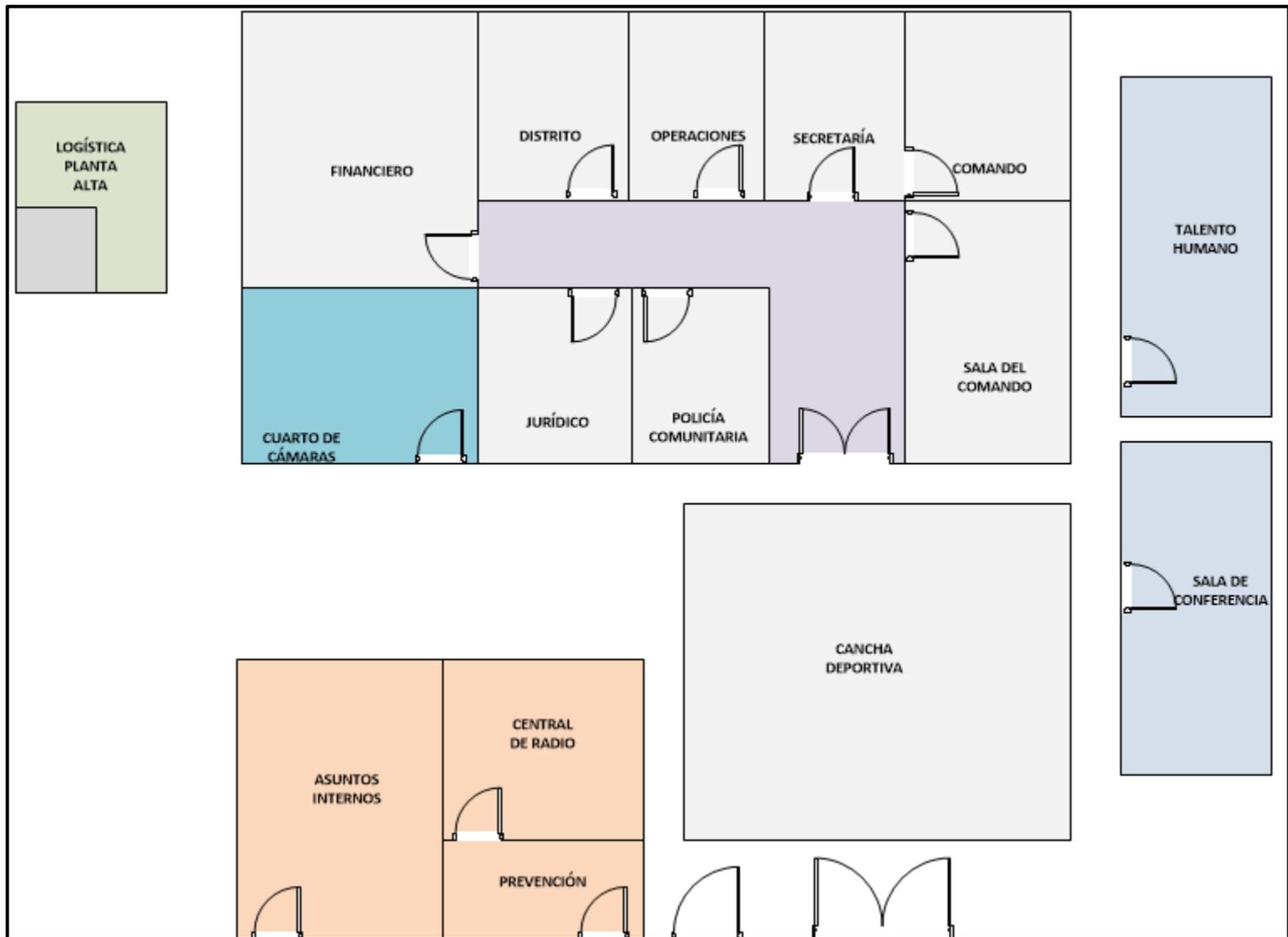


Figura 1: Unidad de Policía de Santa Elena.

2.1.1.1 DETERMINACIÓN DEL NÚMERO DE USUARIOS

Cada usuario que labora en su área respectiva dentro de la institución tiene asignado un computador y al menos cuentan con una impresora en cada área. Todos los usuarios de las computadoras poseen una cuenta con privilegios de administrador. Casi en su totalidad trabajan con sistema operativo Windows 7 a excepción de un equipo que tiene instalado Windows XP por programa especial que se maneja por parte de la policía nacional a nivel del país.

En la siguiente tabla se detallará el número de usuarios por departamentos.

DEPARTAMENTO	# DE USUARIOS	PC O LAPTOP	IMPRESORA
Despacho del comandante	1	1	1
Secretaría	2	2	3
Financiero	5	5	4
Talento Humano	5	5	4
Operaciones del CSZ-SE	3	3	1
Logística del CSZ-SE	4	4	3
Asesoría Jurídica del CSZ-SE	2	2	1
Policía Comunitaria del CSZ-SE	2	2	1
Asuntos Internos del CSZ-SE	5	5	3
Distrito del CSZ-SE	3	3	2
Central de Radio	2	2	1
Prevención	1	1	1
Sala de conferencia	1	1	0
TOTAL	36	36	25

Tabla 2: Usuarios y departamentos.

2.1.1.2 ANÁLISIS DE LA RED TELEFÓNICA

La unidad de Policía de Santa Elena en su mayoría de sus departamentos cuenta con una línea telefónica que es suministrada por la empresa telefónica CNT (Corporación Nacional de Telecomunicaciones). Esta institución no cuenta con una central telefónica y cada departamento tiene líneas diferentes y que por ende carecen de extensiones.

Los departamentos que tienen líneas telefónicas son: Logística del CSZ-SE, Financiero, Secretaría, Policía Comunitaria del CSZ-SE, Asuntos Internos del CSZ-SE, Central de Radio, Despacho del comandante, Talento Humano.



Figura 2: Puntos telefónicos.

2.1.1.3 INFRAESTRUCTURA DE LA RED DE DATOS

Actualmente la institución solo cuenta con una sola red de datos y básicamente todos los departamentos tienen accesos a internet que es suministrado por la compañía de CNT. En las siguientes figuras se representará la red de datos actual: física (figura N°8) y lógica (figura N° 9) de la institución policial.

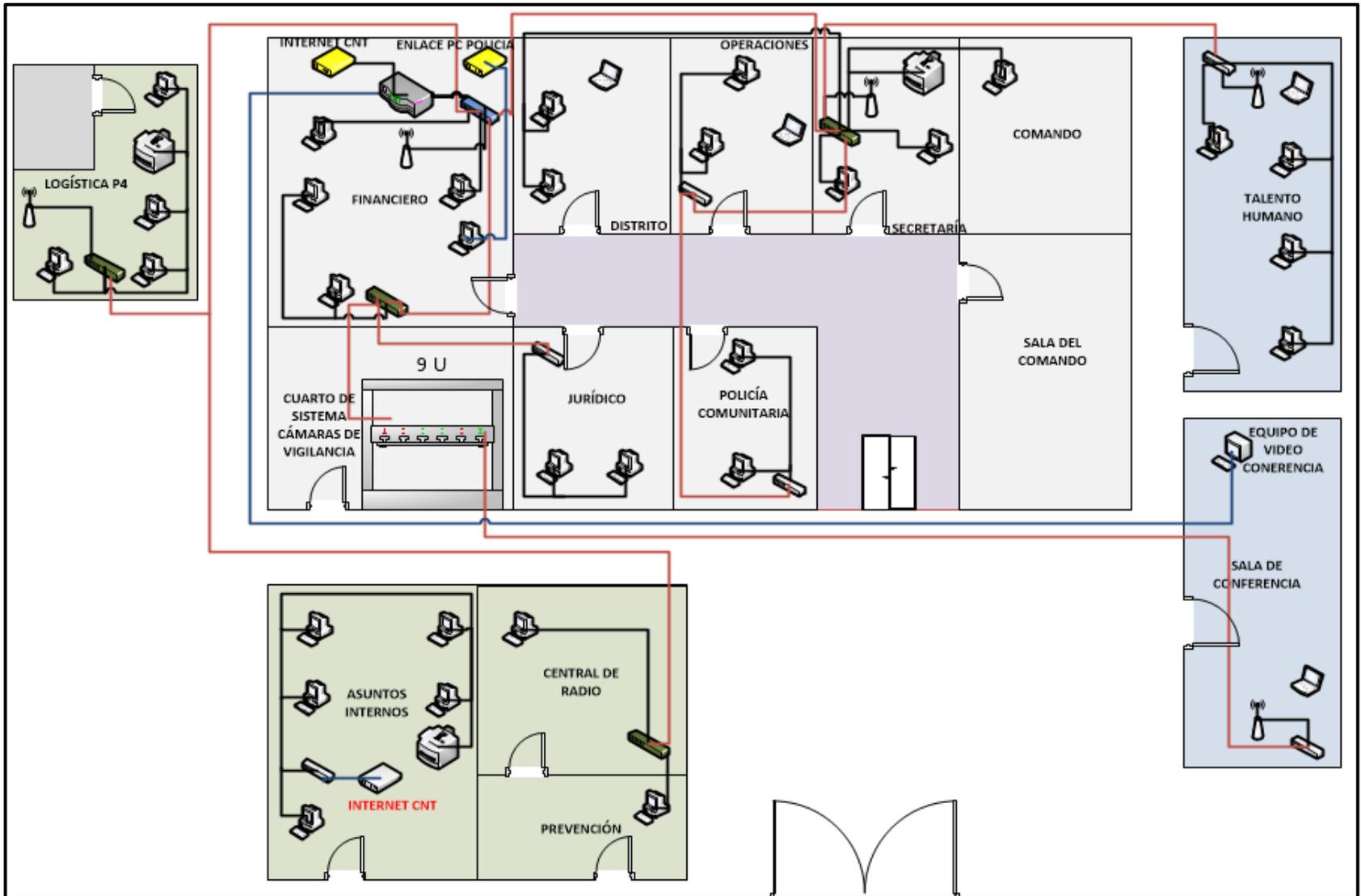


Figura 3: Representación física actual de la red LAN.

La unidad de Policía de Santa Elena tiene una red LAN cableada Fast Ethernet de 100/1000 Mbps de velocidad que se encuentra especificada en el estándar IEEE 802.3 tipo 100 Base T. En la red utiliza cable UTP categoría 5e y 6 de diferentes fabricantes, la topología utilizada es en estrella y cuenta en tres departamentos con red inalámbrica.

La red parte desde el departamento Financiero donde se encuentran los equipos que proveen el internet. Hay 2 tipos de enlace de comunicación por fibra óptica, un enlace está conectado a un dispositivo router de marca Cisco y que se conecta a un switch D-Link de 8 puertos que trabaja a una velocidad de 10/100 Mbps y que conecta a un wireless Access Point D-Link para conexión inalámbrica y de allí se distribuye conectando con otros switches de otros departamentos como:

- Secretaría que se conecta con un switch D-Link de 24 puertos y que éste conecta a un router D-Link proporcionando red inalámbrica para los departamentos que se encuentran alrededor, y del mismo departamento hay conexiones con:
 - Talento Humano que se conecta a un switch de 16 puertos marca Tp-Link y que también cuenta con conexión inalámbrica por un wireless D-link que está instalado en ese departamento.
 - Operaciones del CSZ-SE que se conecta a un switch D-Link de 8 puertos y que en este switch conecta al departamento de Policía Comunitaria del CSZ-SE con un switch de 8 puertos.
- Logística del CSZ-SE que se conecta con un switch 8 puertos marca D-Link y que conecta a un wireless Access Point marca D-Link.
- Central de Radio que se conecta con un switch 8 puertos marca D-Link.

Adicionalmente en el departamento Financiero se encuentra un switch de 8 puertos marca D-Link que se conecta a computadoras de la misma oficina y a los equipos de cámaras seguridad a través de un switch de 24 puertos y que a su vez se conecta con el departamento de sala de conferencia por medio de un switch de 16 puertos.

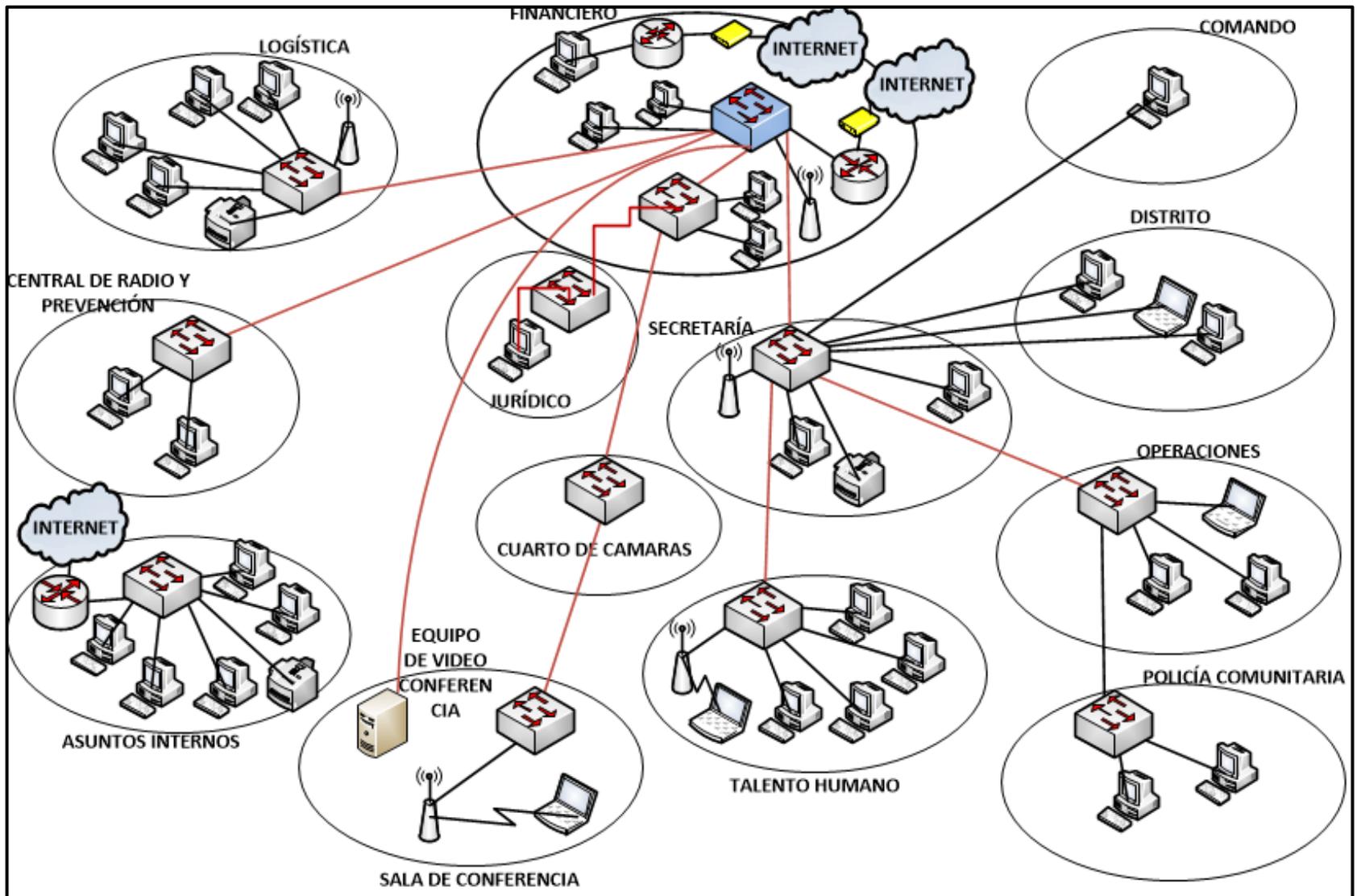


Figura 4: Representación lógica actual de la red LAN.

La institución no cuenta con un departamento de informática y no tienen un registro de direcciones IP estáticas para las computadoras de todo el establecimiento y actualmente se manejan direcciones IP dinámicas que son suministradas por el router del proveedor de internet CNT con la siguiente dirección IP:

IP: 192.168.1.0

Máscara de red: 255.255.255.0

Puerta de enlace: 192.168.1.1

DNS 1: 200.107.10.52

DNS 2: 200.107.60.58

2.1.1.4 DESCRIPCIÓN DETALLADA DE RED DE DATOS DE CADA DEPARTAMENTO

A continuación se detallará cuantos y como están distribuidos los puntos de red de datos, así mismo los equipos informáticos que se encuentran dentro de cada uno de las áreas que pertenecen a la institución policial.

En forma general los puntos de red no están empotrados sino que se encuentran sobre la pared, y armados con caja rectangular, tapa de 1 o 2 puertos, Jack categoría 5e y 6 y cableado con UTP categoría 5e y 6 como se muestra en la siguiente figura.



Figura 5: Puntos de redes de datos.

- EL departamento Financiero tiene habilitados 7 puntos de redes, un Access point D-Link modelo: DAP-1360 y un switch D-Link modelo: DES-1008A 8 puertos 10/100MBPS conectados a un switch D-Link modelo: DES-1008A 8 puertos 10/100MBPS y este a la vez conectado con un router cisco modelo 877 y que se conecta a fibra óptica de CNT por medio de un adaptador de fibra Tp-Link modelo MC111CS y cuentan con 5 computadoras de escritorio y 4 impresoras 2 marca Canon modelos Mp230 1 Epson modelo L355 y 1 Hp Photosmart. Adicionalmente cuentan con un enlace para una sola pc que se conecta a un Router Cisco por medio de un adaptador de fibra Tp-Link modelo MC111CS.

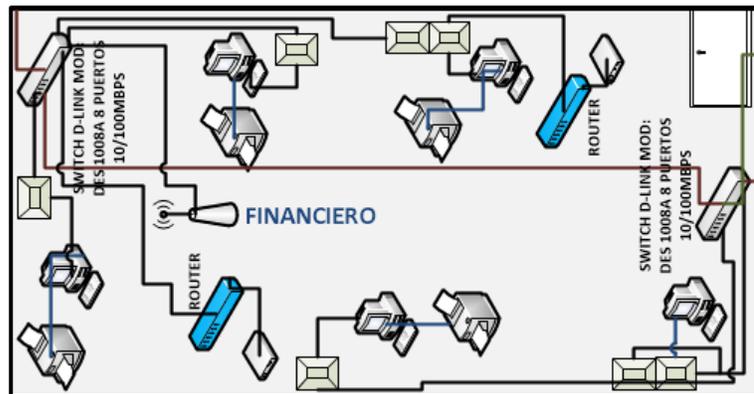


Figura 6: Departamento Financiero.

- EL departamento Distrito tiene habilitados 3 puntos de redes que se conectan a un switch del departamento de Secretaría que cuenta con 2 computadoras y 1 portátil y 2 impresoras marca Canon modelo MX391 y Mp230.

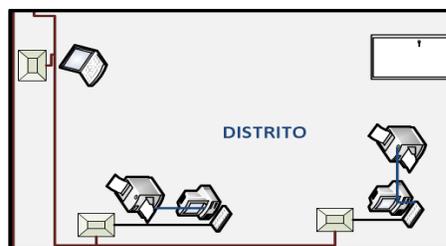


Figura 7: Departamento Distrito.

- EL departamento Gestión Operativa tiene habilitados 5 puntos de redes conectados un switch D-Link modelo: DES-1008A 8 puertos 10/100MBPS, que cuenta con 2 computadoras, 1 portátil y 1 impresora marca Canon modelo Mp230.

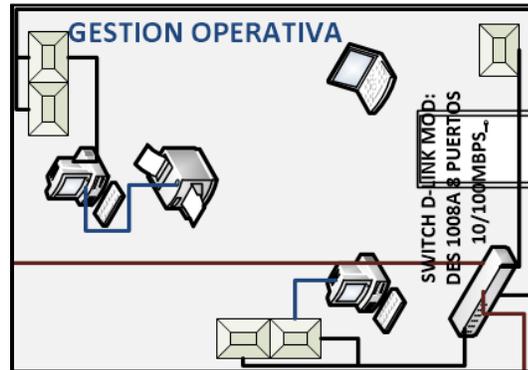


Figura 8: Departamento Gestión Operativa.

- EL departamento Secretaría y Comando tienen habilitados 4 puntos de redes, un Router D-Link modelo: DI-524 conectado a un switch D-Link modelo DGS-1024D de 24 puertos 10/100/1000Mbps que cuentan con 3 computadoras, 3 impresoras una de ellas marca Epson modelo L355, 1 Hp 9645, 1 Hp deskjet F4480 y 1 copiadora Lexmark X862.

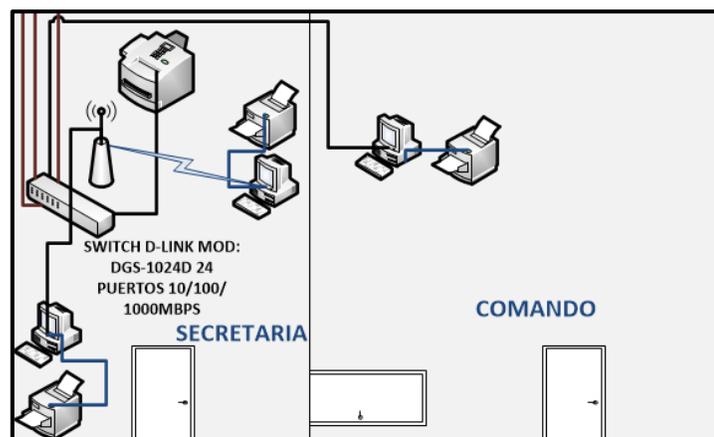


Figura 9: Departamento Secretaría.

- EL departamento de Asesoría Jurídica tiene habilitados 3 puntos de redes conectadas a un switch D-Link modelo: DES-1008A 8 puertos 10/100MBPS y cuentan con 2 computadoras y 1 impresoras marca Hp modelo 4645.

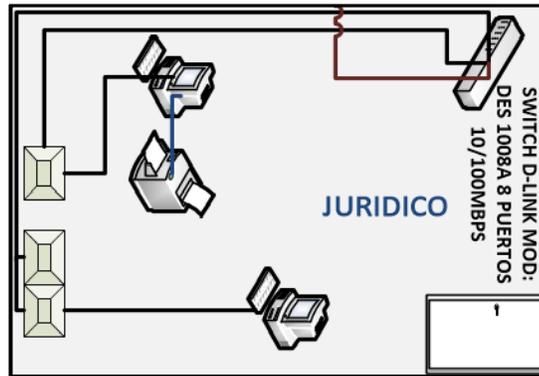


Figura 10: Departamento de Asesoría Jurídica.

- EL departamento de Policía Comunitaria tiene habilitados 6 puntos de redes conectadas a un switch D-Link modelo: DES-1008A 8 puertos 10/100MBPS y cuentan con 2 computadoras y 1 impresoras Hp modelo 4645.

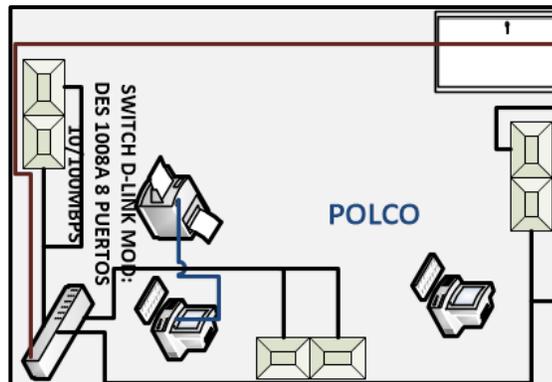


Figura 11: Departamento de Policía Comunitaria.

- EL departamento de sala de conferencia tiene habilitados 8 puntos de redes, un Access point D-Link modelo: DAP-1360, conectados a un switch D-Link modelo: DES-1016a de 16 puertos 10/100 MBPS, que cuenta con un equipo de audio, proyector marca Epson, una pantalla para proyectar y un equipo de video especialmente para conectarse mediante red con otras instituciones de policía de otras provincias.

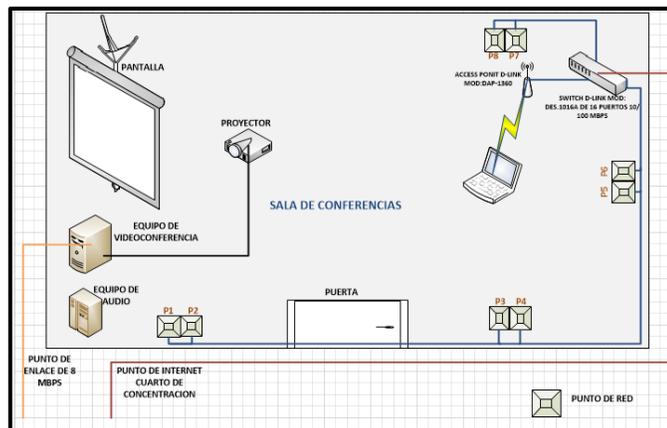


Figura 12: Departamento Sala de Conferencia.

- El departamento de Logística tienen habilitados 5 puntos de redes y un Access point D-Link modelo: DAP-1360 conectados a un switch D-Link modelo: DES-1008A 8 puertos 10/100MBPS, que cuenta con 4 computadoras de escritorio, 2 impresoras 1 de ellas marca Canon modelo Mx360 y Epson modelo L355 y 1 copiadora marca Lexmark modelo X862.

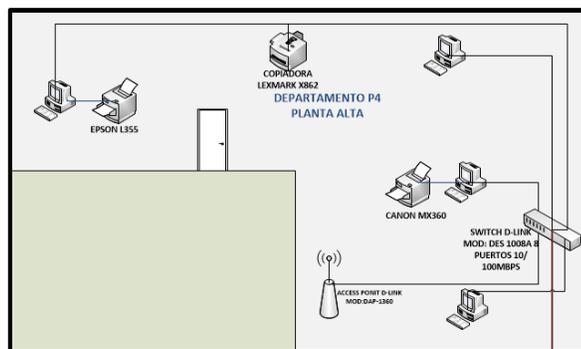


Figura 13: Departamento de Logística.

- EL departamento de Talento Humano tiene habilitados 13 puntos de redes y un Access point D-Link modelo: DAP-1360, conectados a un switch TP-Link modelo: TL-SG1024D 24 puertos 10/100/1000MBPS, que cuenta con 4 computadoras de escritorio y una portátil, 2 impresora marca Canon modelo Mp230 y una Copiadora Canon modelo 1025IF.

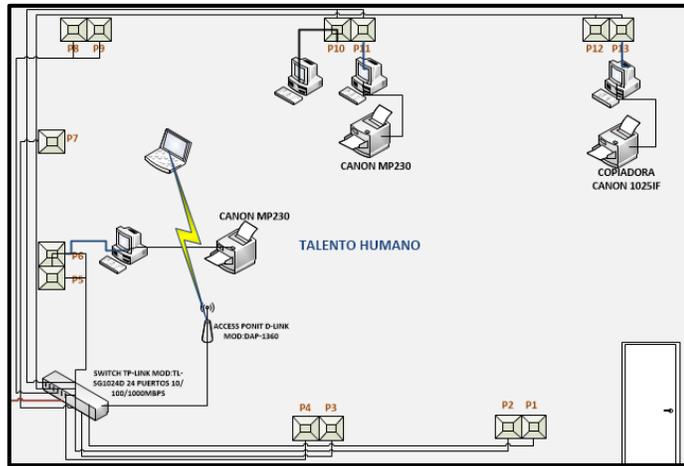


Figura 14: Departamento Talento Humano.

- Los departamentos de Central de Radio y Prevención tienen habilitados 6 puntos de redes conectados a un switch D-Link modelo: DES-1008A 8 puertos 10/100MBPS, que cuentan con 2 computadoras de escritorio una para cada departamento y 2 impresoras marca Canon modelo Mg2510 y Mg2410.

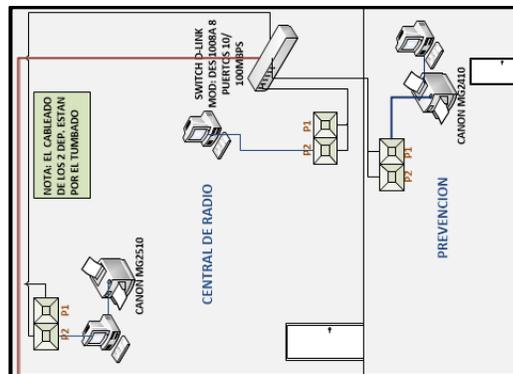


Figura 15: Departamentos de Central de Radio y Prevención.

- El departamento de asuntos internos tiene una red aparte de la red general de la policía y cuentan con un modem de internet que les provee CNT, tienen habilitados 5 puntos de redes conectados a un switch D-Link modelo: DES-1008A 8 puertos 10/100MBPS y que a la vez se conecta a un modem, y cuenta con 5 computadoras de escritorio y 3 impresoras marca Canon 2 de ellas modelo Mg2410 y 1 modelo Mp230.

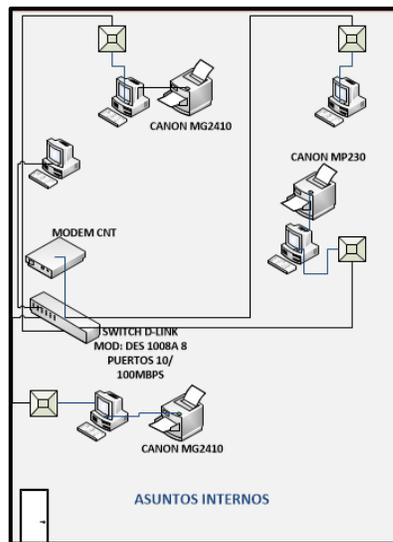


Figura 16: Departamento de Asuntos Internos.

2.1.2 APLICACIONES DE LA RED ACTUAL

La red informática de la institución de policía de Santa Elena está dividida en 3 segmentos:

- Red de cámaras de seguridad (CCTV): la institución cuenta con un sistema de cámaras entre análogas y cámaras IP que se encuentran en constante funcionamiento trabajando las 24 horas del día, este sistema pertenece a otra red por su direccionamiento IP que tienen las cámaras y que a su vez pertenecen a la red general de la policía para poder enlazar este sistema al

internet y establecer conexión remota desde cualquier lugar para observar las cámaras.

- Red de datos: es la red que todo el personal de la policía tiene acceso al internet y la mayoría de usuario utiliza aplicaciones comunes tales como office 2010 (Word, Excel, Power point), adobe Reader y exploradores de internet (Google Chrome, Mozilla Firefox e internet Explorer).
- Red de video conferencia: es un enlace directo de un puerto del router cisco que pertenece a la red general y que está configurado especialmente para mantener un enlace en vivo con las demás instituciones del país cuando se amerite el caso.

2.1.3 ANCHO DE BANDA ACTUAL DE LA RED

Actualmente la institución policial cuenta con 2 enlaces de fibra óptica.

El primer enlace de fibra es de 2Mbps que está conectado a un router cisco y por medio de un cable de red rj-45 cat6, va a un solo computador de escritorio donde manejan un programa especial de la Policía que se enlaza a otras estaciones de policía de otras provincias.

El segundo enlace de fibra se encuentra conectado a un router cisco administrable, que está configurado en un puerto LAN del router con 8 Mbps, que se utiliza para una conexión especial a un equipo de video que se encuentra en la Sala de Conferencia y del mismo router otro enlace con 2 Mbps el cual provee internet a los departamentos de: Despacho del Comandante, Secretaría, Financiero, Talento Humano, Operaciones CSZ-SE, Logística del CSZ-SE, Asesoría Jurídica del CSZ-SE, Policía Comunitaria del CSZ-SE, Asuntos Internos del CSZ-SE, Distrito del CSZ-SE, Central de radio del CSZ-SE, Prevención del CSZ-SE y Sala de Conferencia.

2.2 MARCO CONCEPTUAL

En esta sección del documento se detallará conceptos fundamentales que intervienen en un sistema de telefonía IP, se mencionará sistemas operativos libres para la central telefónica y hardware que servirán para complementar todo el desarrollo del sistema de VoIP.

2.2.1 TELEFONÍA TRADICIONAL

La telefonía tradicional o convencional funciona a través de conmutación de circuitos es decir, mientras uno realiza una llamada por teléfono se crea un canal dedicado solo para la transmisión de esa llamada, por lo tanto nadie puede interferir en esa llamada puesto que ese canal es exclusivamente para ese servicio (Torres, 2008).

La transmisión de la voz se realiza a través de impulsos eléctricos, como se observa a continuación.



Figura 17: Transmisión de telefonía tradicional. **Fuente:**(Torres, 2008)

La principal diferencia de estos tipos de comunicación es el mecanismo de conmutación de la llamada, en el caso de la transmisión de voz tradicional se deben reservar los recursos del canal durante todo el tiempo de una conexión para la transmisión de voz, habiendo efectuado previamente un proceso y utilizando un ancho de banda fijo típico de 64 Kbps por canal, que puede ser consumido o no en función del tráfico, todo este proceso es llamado conmutación de circuito. En cambio para la transmisión de VoIP la transmisión es segmentada o empaquetada y enviada a

un determinado destino sin la necesidad de reservar un canal, proceso que es llamado conmutación de paquetes (Venegas, 2010).

Para realizar una llamada en la telefonía tradicional:

- Primero se coge el teléfono y se marca el número estableciendo el circuito de la llamada.
- La llamada es enviada por el circuito estableciendo una conexión entre los 2 usuarios que quieren comunicarse.
- El usuario recibe la llamada e inicia la conversación.
- Luego de que haya terminado la conversación el usuario cuelga la llamada cerrando el circuito y estando libre totalmente ese canal para la realización de otra llamada (Torres, 2008).

2.2.2 DEFINICIÓN DE TELEFONÍA IP

La telefonía IP es aquella que reúne la transmisión de voz y datos a través de la red en forma de paquetes de datos, siendo transportada por el Protocolo de Internet (IP).

Es una tecnología que está basada en el sistema de “conmutación de paquetes”, a diferencia de la telefonía tradicional que se basa en la “conmutación de circuitos”. La conmutación de paquetes es aquella donde la información antes de ser enviada es empaquetada, y cada paquete es transmitido individualmente y este puede seguir diferentes rutas hacia su destino y una vez que los paquetes llegan a su destino son re-ensamblados.

La telefonía IP es nueva alternativa de comunicación, en la que representa nuevos servicios para el cliente y beneficios económicos a diferencia de la telefonía tradicional. Debido a que la Telefonía IP une dos servicios importantes como es la transmisión de voz y datos en un solo medio de comunicación, mientras la telefonía tradicional solo permite realizar llamadas entre teléfonos análogos por medio de una

central analógica de telefonía mientras que la transmisión de datos por otro medio físico (Sierra, 2008).

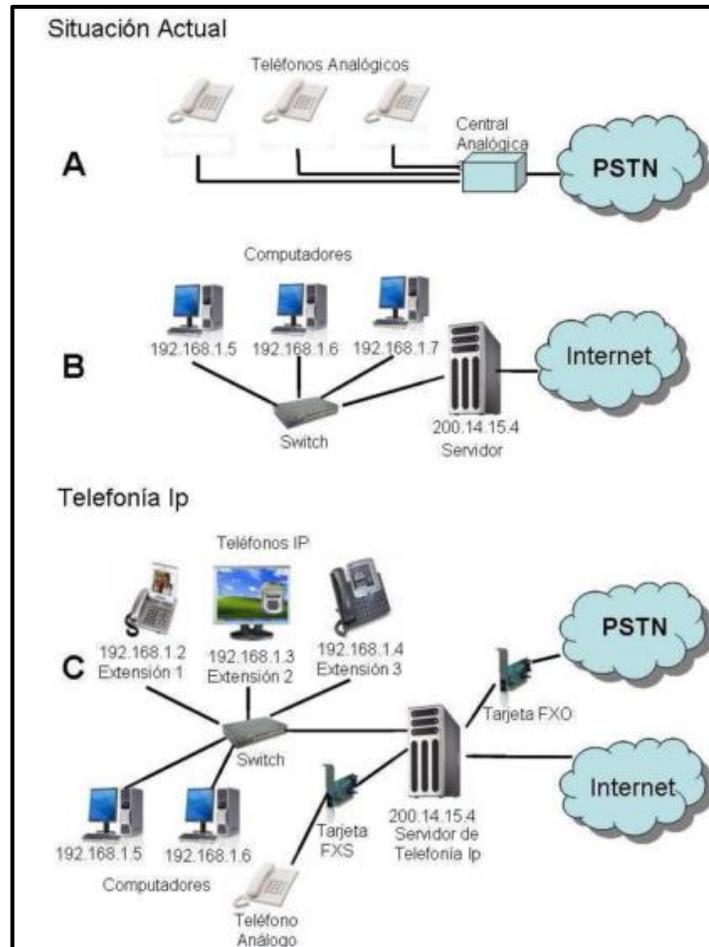


Figura 18: Red telefonía y dato. **Fuente:** (Sierra, 2008).

En una comunicación de telefonía IP depende en gran medida de qué tipo de terminal se usan en los extremos de la comunicación, pudiendo ser terminales IP o no IP que algunas ocasiones requieren algún dispositivo intermedio que sea capaz de entregar la conversación telefónica en formato IP.

Para ello citamos dos tipos de dispositivos.

El Gateway VoIP es el elemento encargado de realizar el puente entre la telefonía tradicional y la telefonía IP.

El Gatekeeper funciona conjuntamente con varios Gateway VoIP, y su funcionalidad es la de autenticación de usuarios, control de llamadas y gestión de direccionamiento, puede ser considerado el cerebro de la red de telefonía IP (Sierra, 2008).

2.2.3 FUNCIONAMIENTO DE TELEFONÍA IP

Al realizar una llamada por telefonía IP, la voz se digitaliza luego se comprime y se envía en paquetes de datos IP.

El enrutamiento de una llamada es la operación encargada de encaminarla a través de la red hasta el punto final, el enrutamiento se lleva a cabo según unas tablas de condiciones que se programan en distintos Gateway VoIP denominados Servidores de Directorio y en los que soportan varios teléfonos o conversaciones simultáneas (Huidobro, 2007).

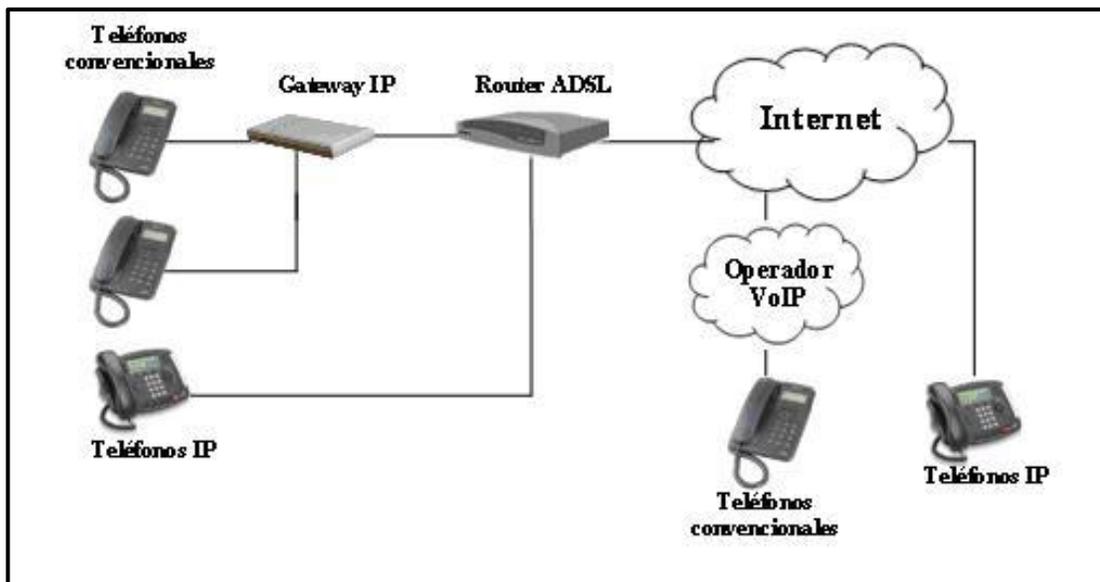


Figura 19: Funcionamiento de telefonía IP. **Fuente:** (E-Kontsulta, 2009).

La comunicación en telefonía IP puede darse en diferentes formas dependiendo de la situación y se lo puede realizar entre pc y teléfono convencional. Estos casos los analizaremos a continuación.

- Conversación entre 2 Pcs: tan solo es necesario que ambos equipos tengan instalado un software de comunicación para efectuar la llamada, siempre y cuando estén conectados en la misma red IP
- Conversación entre PC y teléfono convencional: el teléfono convencional deberá estar conectado a un Gateway en la que servirá para conectarse a la red IP, mientras que la PC deberá tener instalado un software para realizar la llamada, ambos deberán estar conectados a una red IP
- Conversación entre dos teléfonos convencionales: ambos teléfonos deberán estar conectados a un Gateway para que estos dispositivos interactúen en la red IP(Huidobro, 2007).

2.2.4 DIFERENCIA ENTRE LA TELEFONÍA IP CON LA TRADICIONAL

En los últimos años la comunicación por telefonía ha representado interesantes opciones que mejoran y optimizan las labores cotidianas en las empresas (Dunayevich, 2011). Por muchos años las personas y empresas han utilizado un medio de comunicación que en la actualidad es un método aceptable como es la telefonía convencional. Sin embargo existen alternativas de comunicación en el mundo con costos más bajos que el método de comunicación que en la actualidad todavía existe y que de igual manera permiten hablar a cualquier parte del mundo, como es la mencionada telefonía IP en la que utiliza la red global de internet para transmitir no solo paquetes de datos sino también paquetes de voz (IPTTEL, 2015).

A continuación detallamos algunas diferencias entre telefonía IP y telefonía tradicional.

TELEFONÍA TRADICIONAL	TELEFONÍA IP
Se basan en conmutación de circuitos.	Se basan en conmutación de paquetes.
Los recursos que intervienen en una llamada no pueden ser usados por otra hasta que ésta no finalice.	Los recursos pueden ser utilizados por otras conexiones que se efectúen al mismo tiempo.
Existe solo la red analógica, encargada de la transmisión de voz. Esta red soporta únicamente el envío de voz a través de ella.	Las redes IP realizan una convergencia tecnológica, utilizando una red para datos, video y voz.
No cuenta con un elemento específico de seguridad para la información, por lo que deben ser adquiridos y monitoreados por separados.	Existen elementos que realizan autenticación de usuarios, por ejemplo el gatekeeper.
Es altamente costosa, ya sea en su mantenimiento o valor de llamadas entre otras.	Es mucho más económica en cuanto a mantenimiento, ya que existe una sola red para los datos y telefonía. El costo de las llamadas, especialmente las internacionales, son mucho más baratas.
Su movilidad es prácticamente nula, debido a que la línea telefónica es asignada para un lugar específico.	Posee gran movilidad, ya que basta con poseer internet y un computador o teléfono IP, y se podrá tener acceso desde cualquier parte del mundo como si fuera de una manera local.
Posee grandes problemas en cuanto a escalabilidad, ya que en algunos casos es demasiado costosa y en otros es casi nula.	Es una telefonía de gran escalabilidad, producto de estructura y características que posee.

Tabla 3: Telefonía tradicional vs Telefonía IP. Fuente: **Fuente:**(Venegas, 2010).

2.2.5 ¿QUÉ ES VoIP?

En la actualidad gracias al internet es posible realizar llamadas telefónicas utilizando la tecnología de Voz sobre IP o VoIP que en sus siglas en inglés (Voice over Internet Protocol) (VOIPEC, 2015). Es una tecnología que permite la transmisión de voz en una red IP en paquetes de datos, permitiendo realizar llamadas dentro de la misma red y hacia una red exterior de telefonía pública o tradicional (AlexandeR, 2012).

La información se transmite en pequeñas partes y en cada una de ellas se envía en forma independiente con la misma dirección de destino (al receptor) donde se vuelve a reagruparse y de esta forma se recupera la información de voz original. La telefonía tradicional funciona a través de la denominada Telefónica Conmutada, que a diferencia de la VoIP, durante el tiempo que demora la transmisión se produce una asignación permanente de circuitos que quedan dedicados en forma exclusiva a esa comunicación hasta que termina. Existen programas disponibles en Internet que permiten realizar estas llamadas desde un computador a un teléfono fijo, o de computador a computador o incluso asignar un número telefónico donde se pueden recibir llamadas. Una conexión a internet es también imprescindible y mientras mayor sea el ancho de banda mejor será la comunicación que se trasmite (Coso, 2005).

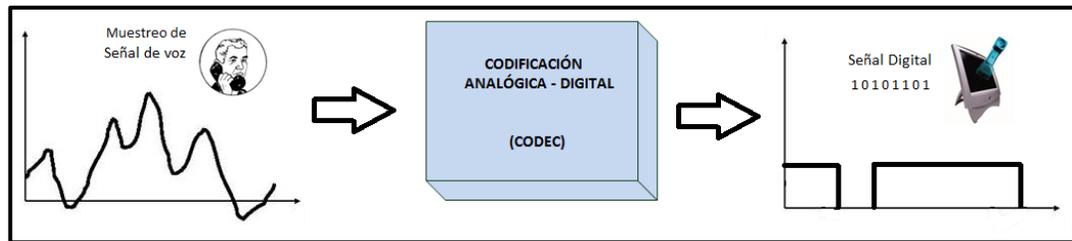


Figura 20: Conversión de una señal analógica a digital. **Fuente:** (Culqui, 2013).

2.2.6 FUNCIONAMIENTO DE UNA RED VoIP

Al realizar una comunicación por llamada IP la central telefónica establece una conexión entre puntos origen y destino, en la que accede llevar la señales o paquetes de voz por un cierto ancho de banda por enlace de datos o red pública llamado internet (Culqui, 2013).

El proceso comienza con la señal análoga de voz que es digitalizada en señales PCM (Pulse Code Modulation) que realiza la conversión de la señal análoga a digital y por medio del codificador/decodificador de voz cuya abreviatura es (CODEC), la cual realiza la compresión de las muestras PCM obtenidas en paquetes de datos IP y en la que comprime la voz y la fracciona en paquetes que pueden ser trasmitidos, mientras

que en el otro extremo se descomprime el paquete IP y realiza la conversión de la señal de voz digital a señal analógica (Blanquicet, 2014).

A continuación se mostrará en forma gráfica como se realiza la conversión de la señal analógica a digital.

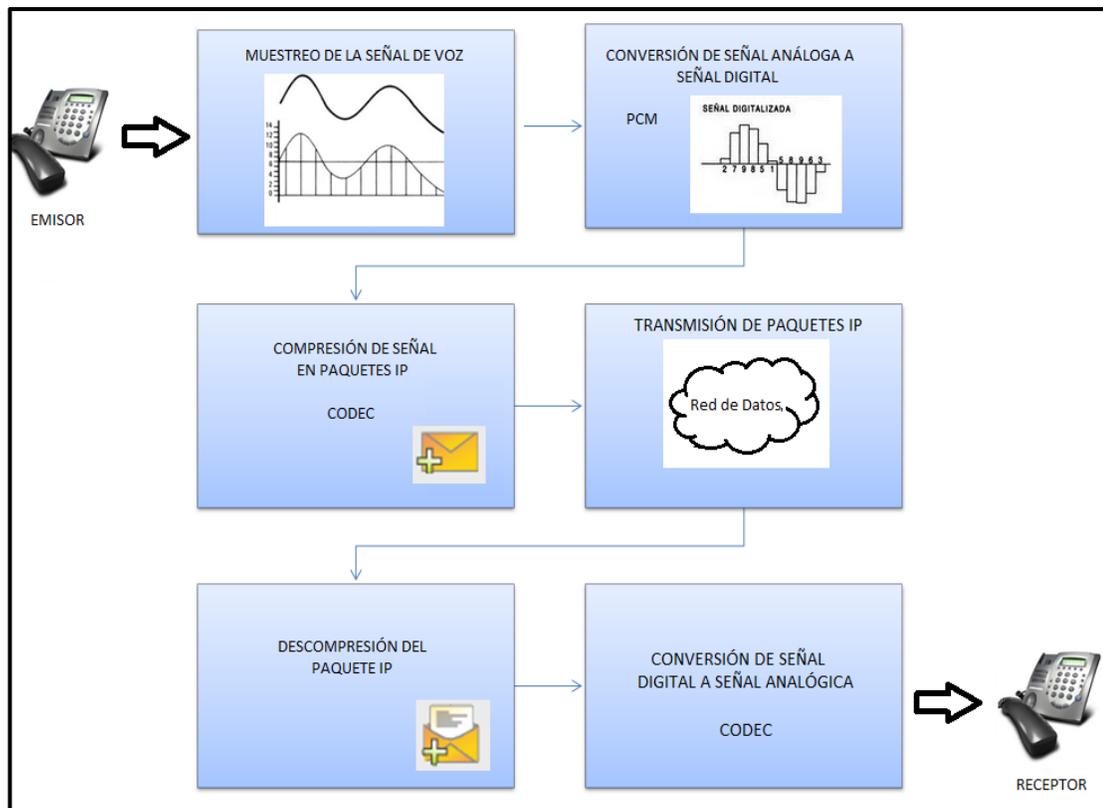


Figura 21: Funcionamiento de VoIP. **Fuente:** (Culqui, 2013).

2.2.7 CARACTERÍSTICAS DE VoIP

La tecnología de VoIP presenta varias características en las cuales muchas empresas se ven muy interesados en usar este sistema.

- Este sistema puede abarcar grandes distancias a nivel de voz ya que pueden ser transportada por cualquier tipo de redes, desde una red LAN hasta redes de área extendida.

- Gran cantidad de servicios añadidos en esta tecnología como correo de voz, llamadas en esperas, identificador de llamadas, rechazar llamadas anónimas entre otras ventajas que la telefonía tradicional no ofrece dentro de un mismo plan de voz (Contero, 2012).
- Proporciona conectividad con la PSTN o circuitos conmutados.
- Utiliza estándares internacionales que permiten la integración de hardware, software, protocolos y codec.
- Se puede realizar distintas conexiones al mismo tiempo usando los mismos recursos de la red, como transmisión de datos y comunicación por voz (Culqui, 2013).
- Esta tecnología puede ser implementada en la misma red LAN de la empresa sin que el servicio de telefonía IP represente costo alguno en llamadas.

2.2.8 PROTOCOLOS DE COMUNICACIÓN VoIP

Las ondas de sonido que se transmiten a través de una terminal no se transmiten directamente por la red, por lo que necesitan un protocolo de VoIP que las convierta en paquetes de datos y así poder transportarse por toda la red (Julia, 2015).

➤ **Protocolo H.323**

Este protocolo tiene como objetivo normalizar las comunicaciones de multimedia sobre redes IP, tiene gran variedad de configuraciones y es independiente al tipo de red física que lo soporta (Solís, 2012).

El protocolo de VoIP H.323 apoya a otros estándares y protocolos que realizan distintas funciones de comunicación.

- **Direccionamiento:** para el direccionamiento se utiliza el protocolo RAS (Registration, Admisión and Status) que permite a una estación H.323 localizar otra estación H.323 a través del Gatekeeper y también el

protocolo DNS (Domain Name Service) que tiene el mismo fin del protocolo RAS pero a través de un servidor DNS

- **Señalización:** intervienen el protocolo Q.931 que se utiliza para la señalización inicial de llamada, el protocolo H.225 utilizada para el control de llamada, señalización, registro, admisión, paquetización y sincronización del stream de voz, y el protocolo H.245 que se utiliza para especificar mensajes de apertura y cierre d canales para el streams de voz(Cortes, 2010).
- **Compresión de voz:** para aquello se puede utilizar estos protocolos como G.711 y G.723, y protocolos opcionales G.728, G.729 y G.722
- **Transmisión de datos:** existen 2 tipos de protocolos, el primero es el UDP (User Datagram Protocol) donde la transmisión se realiza sobre paquetes UDP y en la que utiliza mayor ancho de banda que el protocolo TCP y el protocolo RTP (Real Time Protocol) que maneja aspectos relativos a la temporización(Solís, 2012).
- **Control de transmisión:** el protocolo RTCP (Real-Time Transport Control Protocol) detecta situaciones de congestión de red y toma acciones correctivas.

ESTABLECIMIENTO DE LLAMADA Y CONTROL					
PRESENTACIÓN					
DIRECCIONAMIENTO		COMPRESIÓN DE AUDIO G.711 Ó G.723	DTMF	DIRECCION AMIENTO	
RAS (H.225)	DNS	RTP/RTCP	H.245	Q.931 (H.225)	DNS
TRANSPORTE UDP			TRANSPORTE TCP		
RED (IP)					
ENLACE					
FÍSICO					

Figura 22: Pila de protocolo H.323 según modelo OSI. **Fuente:** (Solís, 2012).

➤ **Protocolo SIP**

Es un protocolo de señalización de inicio de sesiones que es utilizado para iniciar, modificar y terminar sesiones interactivas de comunicación multimedia entre diferentes usuarios como: video, voz, mensajería instantánea y realidad virtual (Tarquino, 2008).

Tipos de mensajes:

MÉTODOS	FUNCIÓN
INVITE	Inicio de sesión
ACK	Reconocimiento de INVITE
BYE	Terminación de sesión
CANCEL	Cancelación de INVITE
REGISTER	Registro de URL
OPTIONS	Preguntar por opciones y capacidades
INFO	Transporte de información en llamada
PRACK	Reconocimiento provisional
COMET	Notificación de precondition
REFER	Transferencia a otra URL
SUSCRIBE	Requerir notificación de evento
UNSUBSCRIBE	Cancelar notificación de evento
NOTIFY	Notificación de evento
MESSAGE	Mensaje instantáneo

Tabla 4: Tipos de mensajes SIP. **Fuente:** (Tarquino, 2008).

Códigos de respuesta SIP

CLASE	DESCRIPCIÓN
1XX	Información provisional, requerimiento en progreso pero no terminado.
2XX	Respuesta final completada satisfactoriamente.
3XX	Redirección: petición debería re-direccionarse.
4XX	Error en cliente (error en la petición)
5XX	Error de servidor
6XX	Falla global

Tabla 5: Códigos de respuestas SIP. **Fuente:** (Tarquino, 2008).

Su principal objetivo es la comunicación entre dispositivos multimedia mediante los protocolos RTP/RTCP y SDP.

El protocolo RTP se usa para transportar los datos de voz en tiempo real mientras que el protocolo SDP se usa para la negociación de las capacidades de los participantes, tipos de codificación, entre otras, el único inconveniente de este protocolo radica en el overhead (sobrecarga) que se genera en la cabecera de los paquetes, debido a la cantidad de información que manejan los dispositivos finales (Brijaldo, 2009).

➤ **Protocolo IAX2**

IAX2 (Inter-Asterisk Echange Protocol) es un protocolo fuertemente equipado y fácil de implementar es independiente a los codec y al número de tramas y puede ser utilizado como transporte virtual para cualquier tipo de datos.

El protocolo IAX2 soporta la configuración de Trunking multiplexando canales sobre un mismo enlace, lo que significa que un datagrama IP puede entregar la información de más de una llamada y que de esta manera se puede reducir la sobre carga de bits de control en la trama IP sin crear latencia. Esto es una gran ventaja para usuarios de Voz sobre IP ya que esencialmente proporciona control y transmisión de tramas de medios sobre redes IP(Brijaldo, 2009).

➤ **Protocolo MGCP**

MGCP (Media Gateway Control Protocol) es un protocolo que sirve como intermediario entre un cliente y un servidor, en su topología incluye tres componentes que hace que la voz pase por un controlador antes de transmitirse la señalización (Julia, 2015).

2.2.9 CODEC DE AUDIO DE VoIP

Una vez que tenemos la señal de audio representada como una secuencia de muestras, el siguiente paso es comprimir para reducir el consumo de ancho de banda necesario para transmitir el discurso de la parte receptora. La comprensión y descomprensión es manejado por algoritmos especiales que son llamados codec (codificador/decodificador) (Tocar, 2008).

➤ G.711

Este codec tiene dos variantes: A-LAW que se utiliza en Europa y en conexiones telefónicas internacionales y U-LAW se utiliza en los EE.UU y Japón. Se utiliza libremente en las aplicaciones de VoIP ya que no existen derechos de licencia y funcionan mejor en redes de área local donde hay gran cantidad de ancho de banda disponible (Tocar, 2008).

➤ G.729

Es un codec que utiliza licencia de pago, es un codec que tiene bajos requerimientos de ancho de banda, pero ofrece una buena calidad audio ya que su algoritmo no es posible que sea replicado. En instalaciones bastante grandes o en instalaciones que tengamos problemas porque el coste del ancho de banda se dispara en precio, este codec podría ser muy interesante ya que realmente no es excesivamente caro.

➤ G.723

Este codec es bastante aceptable entre ancho de banda, calidad y consumo, y se utiliza conjunto con el codec de video H.323. En Asterisk solo puede ser usado en el modo pass-thru (comunicaciones directas), este codec no es gratuito y se encuentra bajo estándares de la ITU-T.

➤ **GMS 06.10**

Este codec se creó para ser utilizado en redes móviles GSM, diseñado por el European Telecommunications Standards Institute y que puede ser utilizado libremente en aplicaciones VoIP de código abierto.

➤ **ILBC**

Uno de los codec más interesantes, aplicable a múltiples programas conocidos de conversaciones por voz su uso es bastante libre incluso es posible modificar el código. El problema de este codec es que a no ser que tuviese el algoritmo definitivo consume demasiados recursos en la CPU comparativamente con el resto de codec (Venegas, 2010).

2.2.10 ELEMENTOS QUE INTERVIENEN EN LA TELEFONÍA IP

Para la realización de una comunicación de llamada en la red de datos hay que tener en cuenta que existen muchos factores que intervienen y que son muy importantes al momento de realizar este proceso, por lo que se detallan algunos de estos dispositivos a continuación.

➤ **GATEWAY O ADAPTADORES DE TERMINALES ANALÓGICOS**

Un Gateway VoIP es un dispositivo de red que convierte las llamadas de voz entre una red VoIP y la red de telefonía pública conmutada, permitiendo que las llamadas salientes que son generadas por la centralita tradicional se conviertan a IP y que a la vez tengan salida por la conexión a internet, o por el contrario que una centralita convencional pueda recibir llamadas IP (Quarea, 2015).

Podemos considerar al Gateway como un caja que por un lado tiene una interfaz LAN y por el otro lado está compuesto de uno o varias interfaces como: FXO para conexión a extensiones de centralitas o a la red telefónica básica, FXS para conexión

a enlaces de centralitas o a teléfonos analógicos, BRI para acceso básico RDSI y PRI para acceso primarios RDSI (Venegas, 2010).



Figura 23: Adaptador analógico. **Fuente:** (“Adaptador,” 2011)

➤ **TARJETAS VoIP O INTERFACES ANALÓGICOS**

Básicamente es una tarjeta que se encuentran instalado en una pc para conexión con línea telefónica conmutada la cual consta de 2 puerto FXO y FXS.

FXO (Foreing Exchange Office – Oficina de intercambio remoto): actúa como un teléfono convencional que puede generar señales y detectar un timbrado proveniente del dispositivo asociado como una PBX. El puerto FXO se debe conectar a un dispositivo que pueda generar tono como por ejemplo una línea de la PSTN, línea de la PBX o un puerto con FXS (Venegas, 2010).

FXS (Foreing Exchange Station – Estación de intercambio remota): se emplea para conectar a un dispositivo de red, como un router, un teléfono analógico común o un fax. El puerto FXS debe ser conectado a un equipo que pueda detectar o recibir tono.

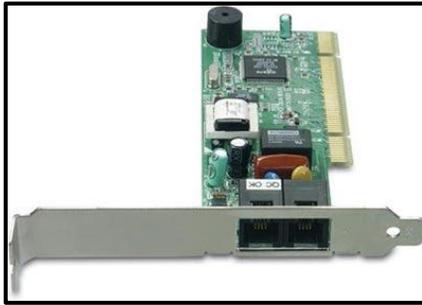


Figura 24: Tarjeta analógica de telefonía. **Fuente:** (“Tarjeta analogica,” n.d.).

➤ TELÉFONOS IP

Físicamente son teléfonos similares a cualquier teléfono tradicional, incorporan un puerto para un conector Rj-45 y conectarlo directamente a una red y configurarlo con una dirección IP, básicamente este dispositivo actuaría como otro elemento en una red de datos.



Figura 25: Teléfono IP. **Fuente:** (“Telefono,” 2008).

➤ TELÉFONOS ANALÓGICOS

Son teléfonos comunes que se conectan directamente a la línea de teléfono conmutada o PSTN mediante un puerto incorporado Rj-11. Si en caso este tipo de teléfono quisiera ser utilizado en una red de VoIP se utilizaría un dispositivo adicional como el adaptador analógico IP que permite la conversión de la señal analógica a una digital o viceversa.



Figura 26: Teléfono analógico. **Fuente:** (“Telefono,” n.d.).

➤ SOFTPHONES

Son aplicaciones software que permiten simular las llamadas desde un computador, PDAS, o cualquier dispositivo que no sea un teléfono IP para realizar cualquier procedimiento de voz usando protocolos IP.

A continuación se detallará algunos softphones más usados.

- **XLITE:** este softphone trabaja en plataforma tanto en Windows como Linux, se distribuye bajo licencia gratuita y posee funcionalidades como: video, mensajería, utiliza protocolo de inicio de sesión SIP, calidad de servicio QoS para las llamadas de voz y video, incluye libro de direcciones, lista de llamadas e historial de llamadas.

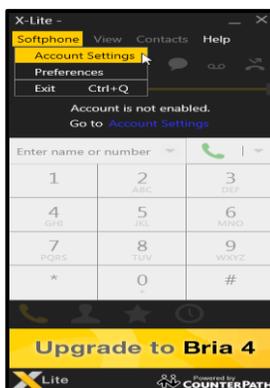


Figura 27: Interfaz del Softphone X-LITE. **Fuente:** (“Interfaz X-LITE,” n.d.).

- **ZOIPER:** este softphone trabaja en plataforma Windows, Linux y Android es gratuito y soporta los protocolos IAX2 y SIP. Es muy fácil de utilizar y su interfaz es muy amigable.



Figura 28: Interfaz del Softphone Zoiper. **Fuente:** (“Interfaz Zoiper,” n.d.).

- **EKIGA:** este softphone trabaja en plataforma Windows y Linux se distribuye bajo licencia gratuita soporta varios protocolos como SIP y H.323 y codec de aceptable ancho de banda.

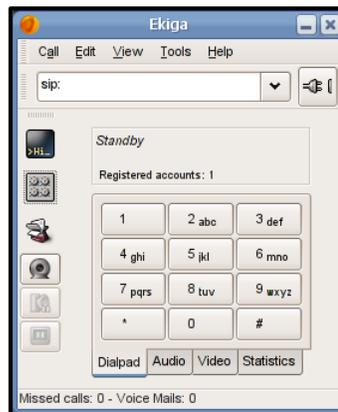


Figura 29: Interfaz del Softphone Ekiga. **Fuente:** (“Ekiga,” n.d.).

2.2.11 ANÁLISIS DE SOFTWARE A UTILIZAR PARA LA CENTRAL VoIP

En este punto se analizará dos tipos software que sirven para implementar o desarrollar un sistema de telefonía VoIP en la cual se escogió para el análisis Asterisk y Trixbox siendo software bajo licencia de código libre.

2.2.11.1 ASTERISKNOW



Figura 30: Logo de AsteriskNow. **Fuente:** (Blog, 2015).

AsteriskNow es un software de código libre, que proporciona funcionalidades de centralita telefónica bajo redes de datos IP (PBX). Al igual que otra PBX, este software AsteriskNow puede conectarse a un grupo de teléfonos para hacer llamadas entre sí, y en la que permite direccionar las llamadas a los destinos adecuados e incluso a destinos en el exterior de su red, como por ejemplo llamadas a, líneas telefónicas tradicionales, líneas GSM, líneas de datos, entre otras. Este software es más que una PBX, es un servidor de comunicaciones permite trabajar con videoconferencias, interactividad con bases de datos, funcionalidades de IVR y entre otras funciones (Etxebarria, 2015).

Esta distribución de Linux puede ser fácilmente configurada por medio de una interfaz gráfica que incluye todos los componentes necesarios de Linux para correr y depurar todas las interfaces que se requiere para el buen funcionamiento.

- **CARACTERÍSTICAS**

- Creado por la empresa Digium, y para aquellas personas que no tienen conocimientos de Linux.
- Licencia GPL.
- Soporta gran cantidad de codec de audio.
- Trabaja con protocolos SIP e IAX2.
- Permite instalar los componentes más necesarios para el correcto funcionamiento y administración del software (Culqui, 2013).

- **COMPONENTES PRINCIPALES**

- Linux Centos.- esta distribución de software es basada en Linux Red Hat Enterprise como plataforma base para la instalación de Asterisk
- Asterisk.- software que proporciona las funcionalidades generales de una central telefónica para red IP
- DAHDi driver framework.- es el dispositivo de código abierto para el framework del driver utilizado por múltiples proveedores para las aplicaciones de interfaz con hardware de telefonía
- GUI para la administración.- posee una interfaz gráfica Web para fácil configuración del usuario
- Base de datos MySQL.- tiene un sistema que permite interactuar con grandes base de datos
- Servidor Web Apache.- es un servidor web HTTP de código abierto para la administración y es utilizada para plataformas Unix, Windows, Macintosh y entre otras (Culqui, 2013).

2.2.11.2 TRIKBOX



Figura 31: Logo de Trixbox. **Fuente:** (“Trixbox,” n.d.).

Trixbox es una distribución de Asterisk bajo Linux, su instalación es fácil y rápida y es todo lo que se necesita para tener un sistema de comunicaciones de redes IP y en la que no se necesita ser un experto en Linux o Asterisk (Venegas, 2010).

Trixbox incluye FreePBX, que es una plataforma gráfica para una fácil configuración y administración del sistema sin exigir muchos conocimientos sobre el software.

- **CARACTERISTICAS**

- Trixbox incluye una interfaz gráfica para realizar la administración interna de las funciones para la central IP
- La actualización y administración se realiza por la interfaz Web
- Incluye un servidor Web Apache, administración de Bases de Datos, correo de voz y entre otras funciones
- Al momento de instalar Trixbox se compila todo el contenido por lo cual se hace más complicado integrarlo con cualquier tipo de hardware.

- **COMPONENTES PRINCIPALES**

- Es una distribución de Linux Centos basada en Linux Red Hat Enterprise.
- Asterisk es la plataforma base de la central IP PBX.
- Tiene un entorno grafico tipo Web FreePBX que facilita la configuración de la central telefónica.

- Tiene una aplicación de monitorización de Asterisk llamada Flash Operator Panel.
- Posee un módulo para llamadas pre pagadas A2Billing compatible con Asterisk, Trixbox y Elastix.
- Sugar CRM es un software que realiza la administración de las relaciones con el cliente, la cual facilita los procesos de marketing, ventas y soporte de una empresa.

2.2.12 CARACTERÍSTICAS COMPARATIVA DE LOS SOFTWARE PARA LA CENTRAL VoIP

A continuación se detallará en una tabla las características principales que presentan estos 2 sistemas operativos para la correcta selección y que se ajuste al diseño del sistema VoIP.

CARACTERÍSTICAS DEL SOFTWARE	ASTERISKNOW	TRIXBOX
CARACTERÍSTICAS GENERALES		
Última versión estable	1.7.0	2.2.8 (Trixbox CE), 1.0 (Trixbox PRO)
Género	PBX basada en Asterisk, Voz sobre IP	PBX basada en Asterisk, Voz sobre IP
Arquitectura	Modular pero muy conservadora, problemas de bloqueos en canales abiertos	Modular pero muy conservadora
Licencia	GPL (general public license)	GPL (general public license)
Estado Actual	Estable	Estable
API (Application Programming Interface)	Abierto a cambios del núcleo, creando repeticiones en código de módulos.	Abierto a cambios del núcleo
Cantidad máxima de usuarios	Para empresas de 2 a 500 usuarios	Para empresas de 2 a 500 usuarios
Rendimiento y flexibilidad	Medio	Medio

CARACTERÍSTICAS DEL SOFTWARE	ASTERISKNOW	TRIXBOX
Interoperabilidad	Con Asterisk, Elastix, Trixbox	Con versiones anteriores a Asterisk home
Escalabilidad	SI	SI
Inserción a nivel comercial	Medio	Bajo
Plataforma PBX	Basado en Pc	Basado en Pc
Sistema Operativo Base	Linux, Centos	Linux, Centos
SOPORTE DE HARWARE		
Memoria RAM mínima	384MB	256MB
Interfaces	TI/EI, PRI, FXS, FXO	TI/EI, PRI, FXS, FXO
Tipos de teléfonos que soporta: Analógicos/Digitales/Softphone	SI/SI/SI	SI/SI/SI
LLAMADAS VOZ SOBRE IP		
Control de llamadas	SI	SI
Soporte de llamadas simultaneas	1000 llamadas	1000 llamadas
Soporte de protocolos	SIP, IAX, IAX2, MGCP, H.323, SCCP	SIP/IAX2/H.323/MGCP/SCCP/FXS/FXO/DTMF/PRI
Soporte de codec de audio	G.711, G.729, G.723.1, GSM, G.726, iLBC	G.711, G.729, G.723.1, GSM, G.726, iLBC
Soporte de codec de video	H261, H263, H263P	H263, H263P
TRONCALES		
Soporta Troncales SIP	SI	SI
Soporta DID/Caller ID	SI	SI
ADMINISTRACIÓN / REPORTES		
Registros SIP puramente dinámicos, buzones de voz y configuración dinámicos en tiempo real	NO	NO
Administración y monitoreo vía web	SI	SI
Reporte detallado de	NO	SI

CARACTERÍSTICAS DEL SOFTWARE	ASTERISKNOW	TRIXBOX
llamadas.		
Base de datos interna o externa	Interna	Interna
IVR / Menú	SI	SI
CORREO DE VOZ		
Incluye correo de voz en el paquete PBX Básico	SI	SI
Responder el correo de voz desde el teléfono	SI	SI

Tabla 6: Característica generales de software libre para telefonía IP. **Fuente:** (Culqui, 2013).

ANÁLISIS

Luego de haber descrito las funcionalidades de los software Trixbox y AsteriskNow, mediante un análisis bibliográfico que se realizó de las dos herramientas se pudo comprobar que AsteriskNow es un software totalmente confiable, es más comercial y su configuración al integrarse con hardware es mucho más fácil que al integrarse con el sistema Trixbox, además que existen diversos tutoriales y foros sobre Asterisk que ayudan a problemas que pueden ocurrir con el sistema.

2.2.13 CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES Y FUNCIONALIDADES DEL SOFTWARE ELEGIDO

2.2.13.1 ASTERISKNOW

AsteriskNOW es una aplicación de software, bajo distribución de Linux personalizada que incluye Asterisk, la interfaz gráfica de Asterisk y todos los demás software que son necesarios para un completo sistema Asterisk. AsteriskNOW incluye todos los componentes necesarios de Linux para correr, depurar y construir

Asterisk. Desde la versión 1.5 AsteriskNOW se basa en Centos permitiendo crear y administrar nuestra propia centralita IP, y poder efectuar llamadas internas sin pasar por el operador telefónico, servicios de telefonía inteligente mediante reconocimiento de voz para locuciones informativas automáticas, incluso colocar canción favorita como tono en llamada en espera cuando se efectúa la comunicación (Venegas, 2010).

➤ **FUNCIONALIDADES**

A continuación se detallará las principales funcionalidades de Asterisk.

- Enrutamiento de llamadas según tarifa.
- Enrutamiento de llamadas según tráfico.
- Sistema de colas de distribución de llamadas.
- Pla DDI (Marcación interna directa).
- Recepción y envío de fax.
- Música en espera.
- Transferencia de llamadas ciega y asistida.
- Transferencia de llamadas a extensiones locales y remotas.
- Operadora virtual para atención automática de las llamadas.
- Mensaje de bienvenida.
- Programación por horario.
- Interface guía de usuario para su gestión.
- Buzones de voz con funcionalidad Voice Mail accesible desde teléfono o desde cuenta de correo.
- Identificación del nombre y número del llamante en llamadas internas.
- Identificación del número en llamadas externas e internas.
- Configuración de los nombres de los dueños de las extensiones, para que aparezca cuando se llaman a otras.
- Auto aprovisionamiento de los teléfonos automáticamente.

- Multiconferencia entre 4 y 5 personas.
- Múltiples protocolos que le permite tener operadores IP y tradicionales (Pinela, 2011).

➤ ARQUITECTURA DE ASTERISK

La arquitectura de Asterisk está basada en subsistemas que interaccionan entre ellos a distintos niveles, los cuales dan acceso a funcionalidades como las que percibe el usuario (conocidas como aplicaciones), a los dispositivos (conocidas como canales) y a las diferentes actividades de conversión de audio (conocidas como transcoding) (Guerrero, 2007).

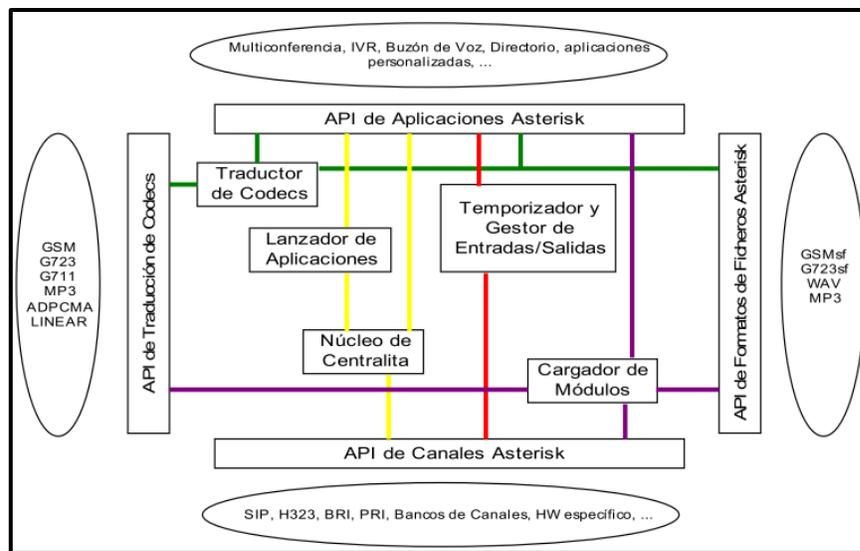


Figura 32: Arquitectura de Asterisk. **Fuente:** (Sierra, 2008).

La arquitectura de Asterisk utiliza APIs específicos que son definidos en un sistema de central PBX que manejan interconexión por protocolos específicos, codec e interfaces de hardware de aplicaciones de telefonía, el cual Asterisk permite utilizar cualquier hardware y tecnología disponible. Internamente Asterisk maneja módulos,

siendo estos la fórmula que le permite integrar hardware de telefonía y tecnología de paquete de voz emergente (Ramos, 2009).

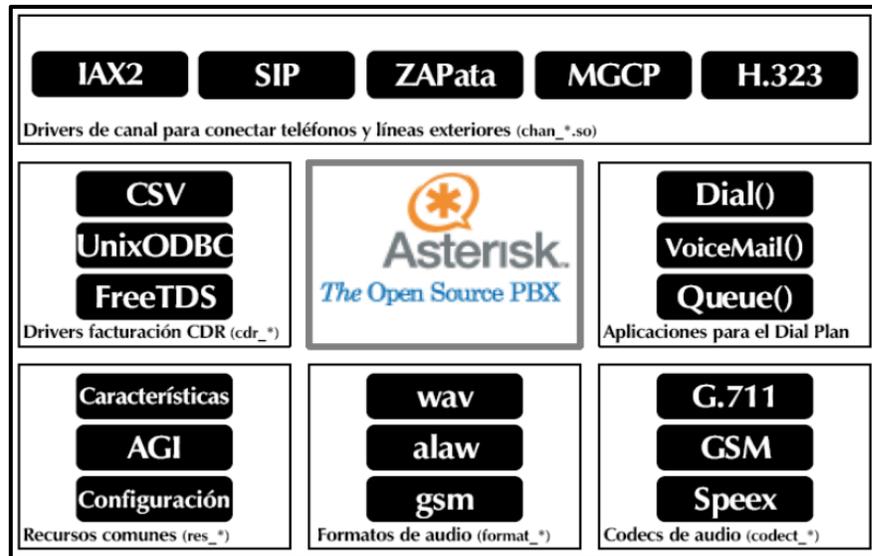


Figura 33: Módulos de Asterisk. **Fuente:** (Sierra, 2008).

Términos que se emplean en Asterisk.

- Canal: es una conexión entre una llamada entrante o saliente de Asterisk, la conexión puede venir o salir hacia, telefonía tradicional analógica, digital o VoIP. Asterisk soporta una serie de canales:
 - Protocolos VoIP: H.323, IAX2, SIP, MGCP
 - Console: GNU Linux OSS/ALSA sound system
 - Zap: Líneas analógicas y digitales
- Dialplan: es la configuración de la centralita Asterisk que indica el itinerario que sigue una llamada desde que entra o sale del sistema hasta que llega a su punto final.
- Extensión: en telefonía tradicional las extensiones se asocian con teléfonos, interfaces o menús y en telefonía IP una extensión es una lista de comando a ejecutar.

- Contexto (context): el Dialplan o lógica de comportamiento de Asterisk se divide en uno o varios contextos, un contexto es una colección de extensiones.
- Aplicación (Application): Asterisk ejecuta secuencialmente los comandos asociados a cada extensión y son los que controlan el comportamiento de la llamada y del sistema (Sierra, 2008).

2.2.14 GNU/LINUX COMO PLATAFORMA DEL SERVIDOR

Los sistemas GNU/Linux han llegado a un grado de madurez importante, que hacen válidos para integrarlos en cualquier ambiente de trabajo, desde de un computador personal hasta servidor de una gran empresa.

La combinación del software GNU y del kernel Linux actualmente conforma lo que es el sistema GNU/Linux llamados Software Libre y Open Source.

GNU/Linux tiene una gran variedad de distribuciones, conocidas como distros que son variantes de este sistema operativo que incorporan paquetes para satisfacer las necesidades de usuarios habiendo versiones domésticas, empresariales y para servidores. Una distribución de Linux incluye principalmente el núcleo Linux, bibliotecas, herramientas del proyecto GNU y otros proyectos o grupos de software como MySQL, PostgreSQL, BSD (Berkeley Software Distribution), Apache, KDE (entorno de escritorio K), entre otros (Cuzco, 2012). Entre las principales distribuciones de GNU/Linux tenemos Linux, Arch Linux, Debian, open SUSE, Fedora, Red Hat, Mandriva y entre otras distribuciones.

Entre las principales distribuciones, Red Hat es el sistema que mejor cumple con excelentes características en materia de solidez, estabilidad, funcionalidad, consumo de recursos mínimo, facilidad de uso y buena estética entre otras, ya que eta certificada internacionalmente y ofrece servicios de soporte y mantenimiento de altísimo nivel, pero la desventaja es que es una versión comercial y tiene un costo,

por lo tanto hay sistemas Linux basadas en variantes de Red Hat totalmente gratuitas como:

- **FEDORA CORE:** proyecto libre y gratuito auspiciado por RedHat, pero dirigido por la comunidad, con reléase rápidas (cada 6 meses) y corto soporte de actualizaciones (1 año y medio)
- **REDHAT ENTERPRISE LINUX:** proyecto comercial de RedHat que se nutre de los resultados del proyecto Fedora Core, y va incorporando los componentes más maduros de dicha distribución. Tiene una ciclo de reléase más largo (cada 2 años), y soporte para actualizaciones de hasta 10 años, en general se considera una versión más estable y duradera que Fedora Core (Guerrero, 2007).
- **CENTOS:** sistema de versión libre de licencias de uso derivada de RedHat Enterprise, compilados por voluntarios a partir del código fuente liberado por RedHat y esta libremente disponible para ser usado.

La plataforma a la que se quiere llegar debe ser robusta y duradera que permita largos tiempos de funcionamientos ininterrumpidos, que en este caso se escogió el sistema operativo Centos en su versión 6.5 que a continuación de detallará.

2.2.14.1 CENTOS VERSIÓN 6.5



Figura 34: Logo de Centos. **Fuente:** (“Logo CentOS,” n.d.).

CentOS (Community Enterprise Operating System) es una distribución de Linux basada en Red Hat Enterprise Linux (RHEL) muy utilizada en entornos de computación, donde las herramientas de clustering tienen un peso superior al resto de las herramientas ya que Centos incorpora de forma nativa muchas aplicaciones dedicadas al agrupamiento de servidores (Carpio, 2012).

Además es una distribución no comercial que funciona específicamente para servidores, y su uso es un poco más amigable para usuarios sin mucha experiencia e incluye una amplia serie de aplicaciones administrativas preinstaladas (Cuzco, 2012).

Los sistemas GNU/Linux pueden instalarse en equipos con capacidades muy reducidas, para tener un entorno con un buen desempeño y que soporte las nuevas características de los paquetes incluidos en esta distribución la cual se recomienda un equipo con las siguientes características mínimas:

- Procesador Intel Pentium III/AMD Athlon 550 MHz o superior
- Memoria ram de 512 MB mínimo
- Disco duro con espacio mínimo de 10 GB
- Interfaz de red

2.2.15 VIRTUALIZACIÓN

La tecnología de virtualización se introdujo en los años 60 para permitir la división de grandes unidades de hardware mainframe de gran tamaño a fin de mejorar su utilización.

La virtualización tiene como objetivo tener uno o varios sistemas operativos sobre uno ya existente, permaneciendo este sin verse afectado y pudiendo arrancarlos de manera independiente en un mismo equipo gracias a una capa de software llamada Virtual Machine Monitor o VMM. Cada máquina virtual tiene su propio hardware virtual (memoria ram, cpu, nic, entre otras).

Las máquinas virtuales se encapsulan en archivos, permitiendo guardar, copiar y proporcionar una máquina virtual de manera rápida. Se pueden mover en segundos sistemas enteros (aplicaciones, sistemas operativos, BIOS y hardware virtual completamente configurados) de un servidor a otro con consolidación continua de trabajo y un mantenimiento sin tiempo de inactividad (Sierra, 2008).

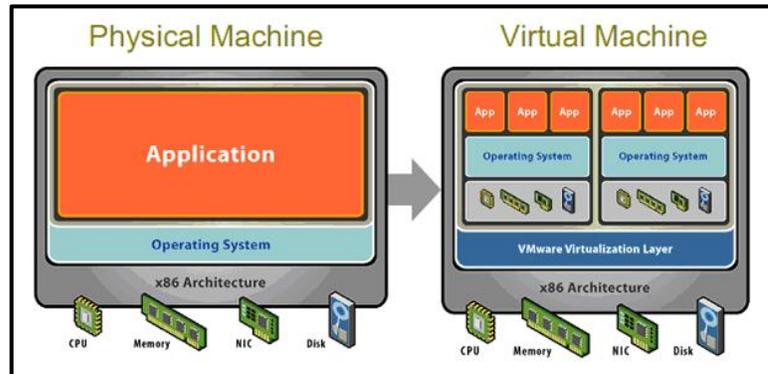


Figura 35: Representación gráfica de la virtualización: **Fuente:** (“Virtualizacion,” n.d.).

La virtualización tiene ventajas como desventajas que mencionaremos las más importantes a continuación:

Ventajas:

- Ahorra reinicio en caso de que tengamos que cambiar habitualmente de S.O
- Facilita la incorporación de nuevos recursos de hardware para los servidores virtualizado
- Reduce costes de mantenimiento y consumo eléctrico
- Administración centralizada que simplifica la gestión de procesamiento, memoria, red y almacenamiento disponible en nuestra infraestructura
- Un fallo general de sistema de una máquina virtual no afecta al resto de máquinas virtuales.

Desventajas:

- Un sistema virtualizado nunca alcanzará el mismo rendimiento comparado con el que estuviera directamente instalado
- Si se daña el disco duro, se perderán todas las máquinas virtuales
- Cualquier evento que ocurra con el hardware afectará a todas las máquinas virtuales (corriente, red, etc.) así que se necesitará un sistema bien redundante (doble red, doble disco, doble fuente de corriente, etc.) (Sotaminga, 2011).

2.2.15.1 VIRTUALIZACIÓN CON VIRTUALBOX

VirtualBox es un programa de virtualización capaz de instalar en nuestro ordenador sistemas operativos basados en Windows y en Linux de 32 bits aunque también hay una versión beta para MacOS X. el programa ha sido creado por la empresa alemana Innotek y se puede descargar de la página oficial de virtual box (Landivar, 2012).

Cabe mencionar que este programa a utilizar nos servirá para montar nuestro sistema de central de telefonía IP como es Asterisk y con la ventaja en un futuro poder tener otros sistemas virtualizado que ayuden a las mejoras en la parte tecnológica de la empresa.

2.3 MARCO TEÓRICO

En esta sección se dará a conocer resultados que se produjeron en diferentes empresas al desarrollar un sistema de VoIP, con servidor Asterisk como plataforma para la central telefónica, con el fin de que la propuesta planteada puede tener resultados totalmente favorables dentro de una pequeña o mediana empresa. A continuación se detallará un sistema de telefonía IP desarrollado en el año 2006 por un estudiante universitario en la que obtuvo los siguientes resultados:

El proyecto tiene como objetivo una solución práctica para las empresas TODO WIRELESS-SERVINET y VOIPE, en el cual se identificaron las necesidades y requerimientos de las mismas, al no contar con una central telefónica que administre toda la red de telefonía y en la que se propone el desarrollo de telefonía de VoIP, obteniendo los siguientes resultados.

Para la instalación y configuración de las PBX de ambas compañías se procedió a la instalación de Asterisk a través de una distribución Open Source llamado ASTERISK@HOME 2.7. El principal tema para el análisis del servicio de calidad en la implementación y comunicación de una llamada VoIP, es la de garantizar que el tráfico de paquetes para una comunicación multimedia sea establecida sin que haya interferencia, saturación o retardo durante la sesión, por un tráfico de menor prioridad. Previamente para asegurar un canal de voz durante una llamada, por medio del tráfico de la red de ambas compañías se procedió a analizar el consumo de cada llamada hacia el Servidor Asterisk, con los diferentes codec soportados por los terminales VoIP. Mediante un aplicativo instalado en el mismo servidor Asterisk, CACTI comienza a tomar muestras estadísticas a través de pedidos SNMP, de cuanto tráfico está pasando por la interfaz de red. Llegando a la siguiente conclusión.

CODEC	ANCHO DE BANDA (Kbps)	
	Tx	Rx
G.711 ulaw	83,2	83,2
G.711 alaw	83	83
GSM	33,1	33,1
iLBC	26	26
G.726	54	54

Tabla 7: Consumo promedio de Ancho de Banda real por codec. **Fuente:** (Haraldsson, 2006).

Analizando el QoS se debió tomar en cuenta el hardware por el cual está instalada la plataforma, esto es, la carga del CPU, consumo de la memoria RAM y cantidad de procesos. Para ello se realizó un promedio de 5 llamadas simultáneas hacia y a través del servidor Asterisk.

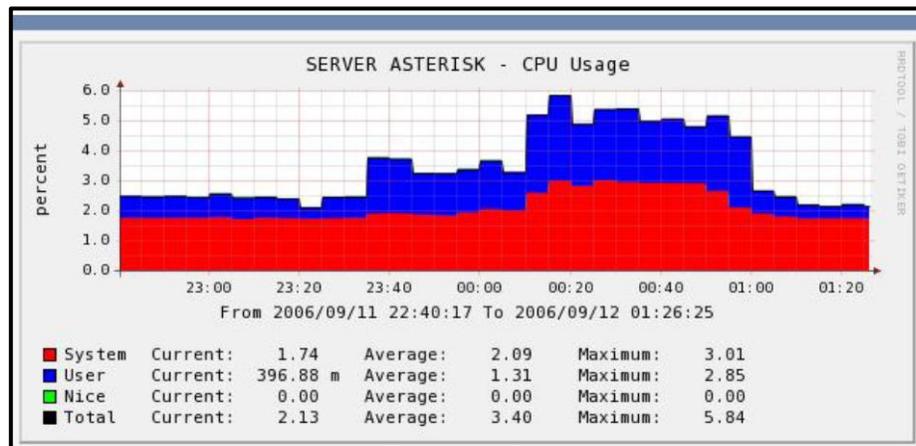


Figura 36: Carga del CPU durante 2 horas, al realizar 5 llamadas simultaneas. **Fuente:** (Haraldsson, 2006).

Observando de esta forma que el consumo máximo para realizar 5 llamadas no va más allá de un 6% del consumo del CPU y el número máximo de llamadas simultaneas que las compañías VOIP y TODO WIRELESS-SERVINET pueden hacer es de cinco y ochos llamadas respectivamente por lo que los servidores implementados en cada compañía cumple de manera satisfactoria con la demanda de llamadas para ambas compañías. Con el uso del codec GSM que es el más óptimo para las llamadas hacia y desde el exterior por la calidad en la voz con un promedio de 33,1 Kbps de manera simétrica. El uso del codec G.729 es de mayor optimización del canal pero este a su vez se debe adquirir una licencia para el uso en el servidor Asterisk (Haraldsson, 2006).

2.4 DISEÑO DE LA PROPUESTA

El diseño de esta propuesta surge por la escasa comunicación de algunos departamentos de la institución policial del Cantón Santa Elena. Esta solución que se presentará tiene como fin optimizar los recursos que actualmente se presentan en la institución y que el proyecto sea viable en fracción de crecimiento, escalabilidad, reducción de costos, mejora de la calidad de servicio, seguimiento, control y garantizar que el servicio que se propone en este proyecto cubra las necesidades del cliente.

Para ello se realizará un diseño de red de la central VoIP y dimensionamiento de las herramientas escogidas tanto en software como en hardware que permitirá una administración segura y que cumpla con eficiencia el sistema a proponer.

2.4.1 DESARROLLO DE LA PROPUESTA

Como anteriormente se mencionó esta institución no cuenta con un sistema de telefonía de VoIP. Un factor importante es el dimensionamiento del ancho de banda para voz que se utiliza en la misma red de datos, se analizará el porcentaje de ancho de banda que ocuparía con el uso del codec de audio para la transmisión de voz sin que afecte la red de datos actual de la institución.

De acuerdo al diseño que se planteará como una posible solución para el sistema de telefonía VoIP, se aprovechará para direccionar con IP estáticas las computadoras y demás dispositivos que requieran conexión a la red, ya que actualmente todos los equipos de la institución policial tienen direccionamiento dinámico.

2.4.1.1 DETERMINACIÓN DEL ANCHO DE BANDA PARA VOZ

Actualmente existe una variedad de codec de audio que pueden ser utilizados en un sistema de telefonía de VoIP y cumplen eficientemente en función de compresión de voz, calidad y velocidad.

CODEC	MEDIO DE COMPRESIÓN	TASA DE BITS	FACTOR DE COMPRESIÓN
G.711	PCM (Pulse Code Modulation – Modulación por codificación de pulsos).	64 Kbps	1
G.726	ADPCM (Adaptive Differential Pulse Code Modulation – Modulación por codificación de pulsos diferencial adaptativo).	32 Kbps	2
G.728	LD CELP (Low Delay Codec Excited Linear Prediction – Predicción lineal excitada por código de bajo retardo).	16 Kbps	4
G.729A	CS-ACELP (Conjugate structure-algebraic code excited linear prediction – Predicción lineal algebraica de estructura conjugada excitada por código)	8 Kbps	8
G.723.1	MP-MLQ (MultiPulse-MultiLevel Quantization – Cuantización multipulso – multinivel)	6,3 Kbps	≈10
G.723.1	ACELP (Algebraic Code Excited Linear Prediction – Predicción Lineal Algebraica Excitada por Código).	5,3 Kbps	≈12

Tabla 8: Características de compresión de los codec. **Fuente:** (Contero, 2012).

Según lo antes expuesto, el codec de comunicación que se utilizará es el G.711, a pesar de ocupar un ancho de banda grande, no involucra mucha compresión y mejora la calidad de comunicación, ya que cuanto mayor es el nivel de compresión menor es la calidad de voz, y que al utilizar este codec es importante saber que requiere una carga mínima en el procesador.

Para la determinación del ancho de banda de voz es preciso conocer como está conformada una trama de VoIP, la cual se conocerá en la siguiente estructura básica : FCS (Frame Check Sequence – Verificador de secuencia de trama), carga útil, 3 cabeceras (RTP, UDP, IP), PPP (para transmisión a través de Wan) o ETH (para transmisión a través de Lan) (Contero, 2012).

A continuación se muestra los tamaños de los protocolos que intervienen en la trama VoIP.

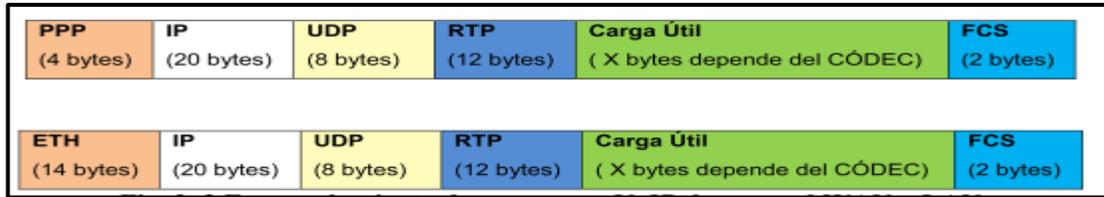


Figura 37: Encapsulamiento de una trama VoIP de una red WAN y LAN. **Fuente:** (Contero, 2012).

La siguiente ecuación que se presentará es para el cálculo del ancho de banda para voz y que se lo efectúa para un solo sentido de comunicación:

$$AB_{actual} = AB_{codec} \times \frac{Longitud_{encapsulación} + Longitud_{sobrecarga}}{Longitud_{sobrecarga}} \quad (2.1)$$

Dónde AB_{actual} = Ancho de banda necesario para cada llamada, $AB_{código}$ = Ancho de banda o tasa de bit del codec, $Longitud_{sobrecarga}$ = Longitud de payload (carga útil), $Longitud_{encapsulación}$ = Longitud de bits adicionales al payload debido al transporte de paquete a través de las capas.

Teniendo los datos anteriormente mencionados podemos calcular la longitud de encapsulamiento:

Para una red WAN

- Las 3 cabeceras (RTP, UDP, IP): 12 bytes + 8 bytes + 20 bytes = 40 bytes
- Encabezado PPP: 4 bytes
- FCS: 2 bytes

$$Longitud_{encapsulación} = 46 \text{ bytes}$$

Para una red LAN

- Las 3 cabeceras (RTP, UDP, IP): 12 bytes + 8 bytes + 20 bytes = 40 bytes
- Encabezado PPP: 14 bytes
- FCS: 4 bytes

$$\mathbf{Longitud_{encapsulación} = 58 \text{ bytes}}$$

Para el cálculo de la longitud de sobrecarga empleamos la siguiente fórmula:

$$\mathbf{Longitud_{sobrecarga} = AB_{código} \times R_t \quad (2.2)}$$

Donde R_t , es el retardo de encapsulamiento (segundos); es decir el tiempo para llenar un paquete un paquete de información (carga útil), siendo que el retardo de encapsulamiento por defecto es de 20 ms^{53} , entonces reemplazando en la ecuación tenemos:

$$\mathbf{Longitud_{sobrecarga} = 64000 \frac{\text{bits}}{\text{seg}} \times 20^{-3} \text{seg} = 1280 \text{ bits}}$$

$$\mathbf{Longitud_{sobrecarga} = 1280 \text{ bits} \times \frac{1 \text{ byte}}{8 \text{ bits}} = 160 \text{ bytes}}$$

Teniendo la longitud de encapsulamiento y la longitud de sobrecarga podemos obtener el ancho de banda actual para la voz:

Para una red WAN tenemos

$$\mathbf{AB_{actual} = 64 \text{ kbps} \times \frac{46 \text{ bytes} + 160 \text{ bytes}}{160 \text{ bytes}} = 82.4 \text{ Kbps}}$$

Y si la comunicación se da en ambos sentidos se tiene entonces

$$\mathbf{AB_{total} = 2 \times 82.4 \text{ Kbps} = 164,8 \text{ Kbps}}$$

Para una red LAN tenemos

$$AB_{actual} = 64 \text{ kbps} \times \frac{58 \text{ bytes} + 160 \text{ bytes}}{160 \text{ bytes}} = 87.2 \text{ Kbps}$$

Y si la comunicación se da en ambos sentido se tiene entonces

$$AB_{total} = 2 \times 87.2 \text{ Kbps} = 174,4 \text{ Kbps}$$

2.4.1.2 DISEÑO FÍSICO DE RED VOIP Y REDISEÑO DE LA RED DE DATOS

Para realizar el diseño de la red VoIP se deberá rediseñar la red de datos actual que tiene la institución, ya que la distribución de los puntos de red y conexiones no está debidamente distribuida. Para ello se realizará un rediseño de la red de datos centralizando todos equipos de red en un solo cuarto de concentración para luego distribuir la red a cada departamento.

Como se mencionó anteriormente en la institución utilizan cableado estructurado de acuerdo al estándar TIA/EIA 568 B, que en su mayoría es de categoría 6 y 5e, en la que se estima que la vida útil del sistema de cableado sea de 15 a 25 años y que actualmente el cableado no tiene más de 2 años en funcionamiento y puede ser utilizado para el sistema de datos y voz (Contero, 2012).

La topología que se utilizará es una conexión de tipo estrella. Los siguientes diagramas representan a equipos informáticos montados en un rack, la red de datos propuesto en diagrama físico y la red de datos de voz en diagrama lógico.

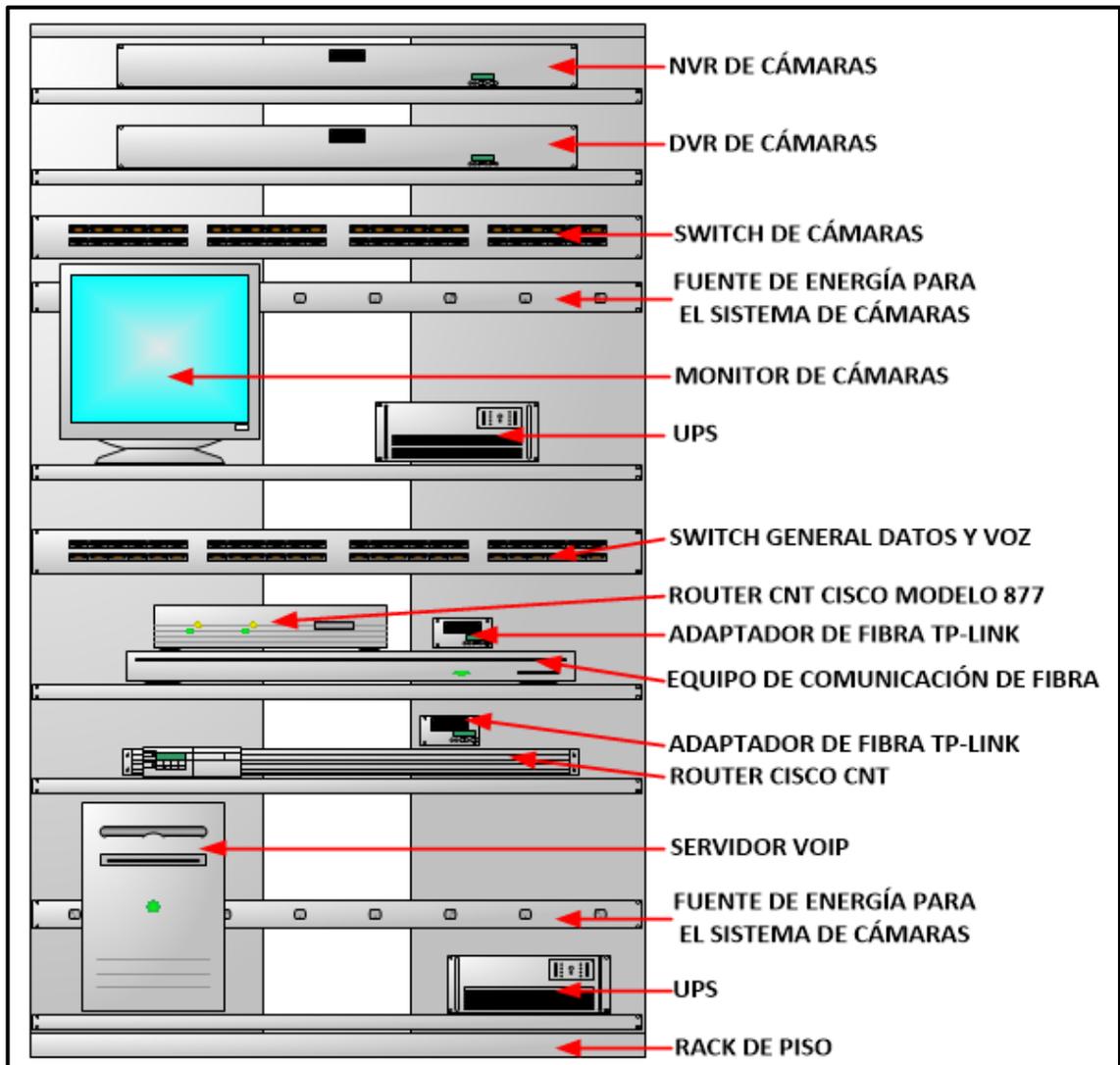


Figura 38: Esquema propuesto de los dispositivos en el cuarto de concentración.

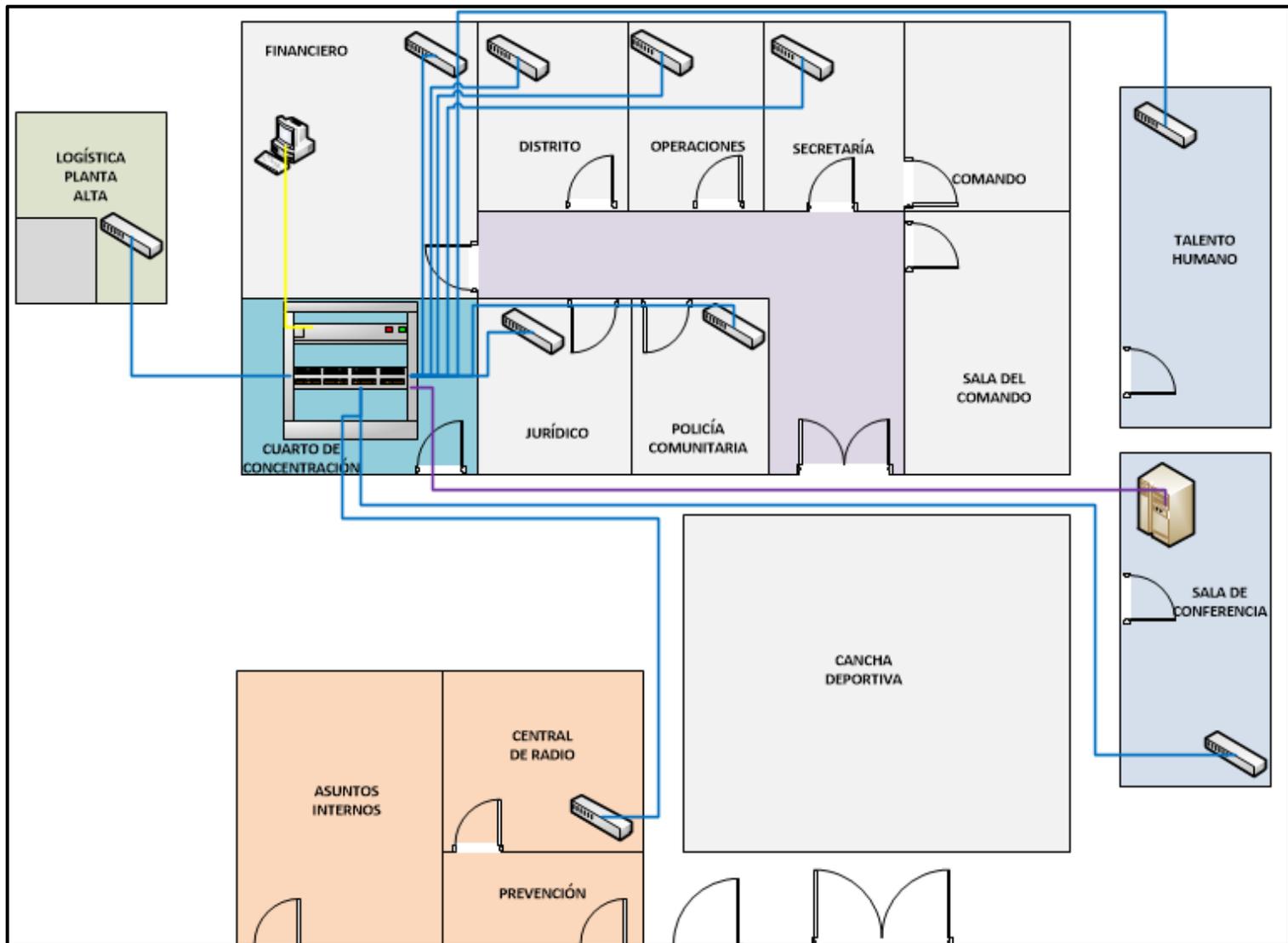


Figura 39: Diseño físico propuesto de la red de datos.

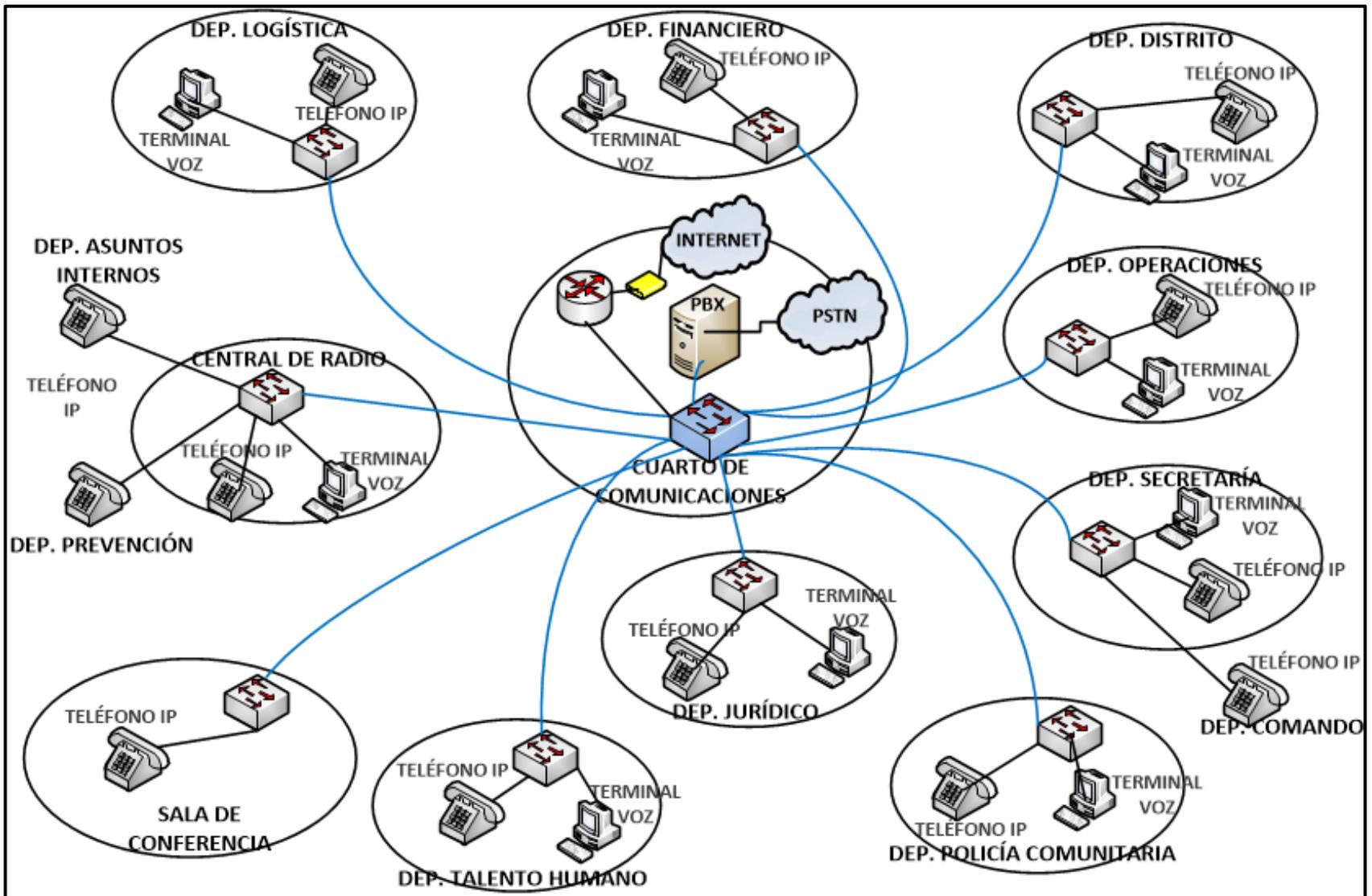


Figura 40: Diseño lógico propuesto de la red de VoIP.

A continuación se detallará la distribución de los puntos de voz asignados a cada departamento que corresponde a la institución. Cabe mencionar que se propone 2 puntos de voz por departamento, en el que consiste la comunicación por el teléfono y por el computador por medio de un software que permitirá la comunicación respectiva.

DEPARTAMENTOS	PUNTOS DE VOZ
Despacho del comandante	1
Secretaría	2
Financiero	2
Talento Humano	2
Operaciones del CSZ-SE	2
Logística del CSZ-SE	2
Asesoría Jurídica del CSZ-SE	2
Policía Comunitaria del CSZ-SE	2
Asuntos Internos del CSZ-SE	1
Distrito del CSZ-SE	2
Central de Radio	2
Prevención	1
Sala de conferencia	1
TOTAL	22

Tabla 9: Asignación de puntos de voz.

En la siguiente tabla se describirá que dispositivos utilizarán los usuarios en cada departamento para comunicarse.

DEPARTAMENTOS	TELÉFONO IP	TERMINAL O SOFTPHONE	AURICULARES
Despacho del comandante	1	0	0
Secretaría	1	1	1
Financiero	1	1	1
Talento Humano	1	1	1
Operaciones del CSZ-SE	1	1	1
Logística del CSZ-SE	1	1	1

DEPARTAMENTOS	TELÉFONO IP	TERMINAL O SOFTPHONE	AURICULARES
Asesoría Jurídica del CSZ-SE	1	1	1
Policía Comunitaria del CSZ-SE	1	1	1
Asuntos Internos del CSZ-SE	1	0	0
Distrito del CSZ-SE	1	1	1
Central de Radio	1	1	1
Prevención	1	0	0
Sala de conferencia	1	0	0
TOTAL	13	9	9

Tabla 10: Equipos de comunicación para voz.

2.4.1.3 DISEÑO LÓGICO DE LA RED VOIP

➤ CASOS DE USO PARA LLAMADAS

- Llamadas externas a usuarios

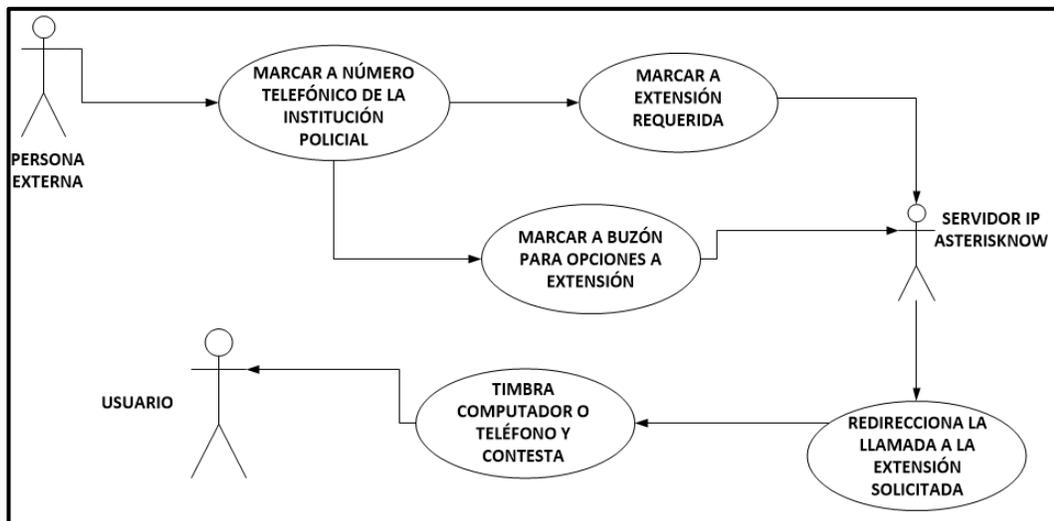


Figura 41: Caso de uso de llamada externa.

CASO DE USO	Llamada externas a usuarios	
ACTOR(ES)	Persona externa, servidor IP AsteriskNow, usuario	
PROPÓSITO	Comunicarse desde el exterior de la institución con un usuario que se encuentra en un departamento de la institución policial.	
DESCRIPCIÓN	Persona externa marca al número telefónico de la policía y a extensión departamental	
PRECONDICIÓN	Contestar llamadas por teléfono IP, teléfono analógico convertido a IP o softphone instalado a computador	
ACTOR(ES)	1.- Persona externa marca número 3.- Marca extensión requerida 5.- Usuario contesta llamada y se comunica con la persona externa	APLICACIÓN 2.- Servidor por defecto muestra mensaje de bienvenida y despliega opciones para comunicarse con alguna extensión. 4.- El servidor analiza si extensión marcada es correcta y re-direcciona la llamada caso contrario indicará la operadora del servidor que número marcado es incorrecto y que vuelva marcar.
POSTCONDICIÓN	Comunicación entre ambos exitosa.	

Tabla 11: Caso de uso llamada externa.

- Llamadas internas entre usuarios.

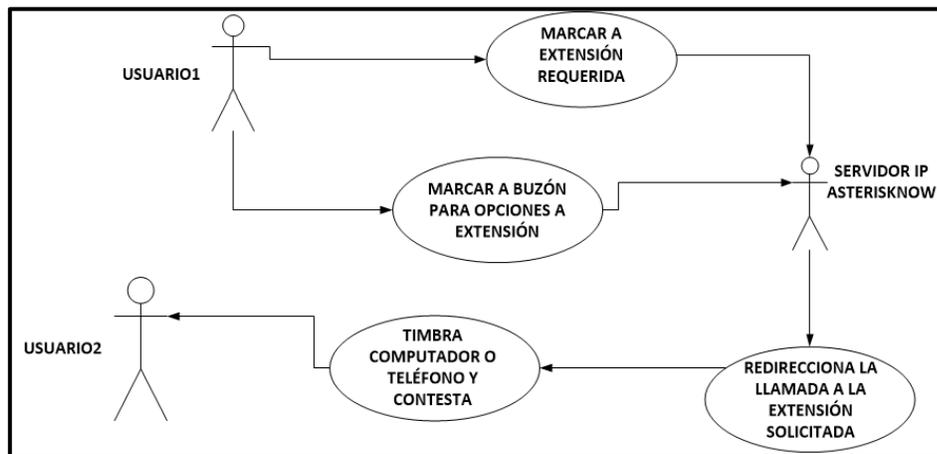


Figura 42: Caso de uso llamada interna.

CASO DE USO	Llamada internas entre usuarios
ACTOR(ES)	Servidor IP AsteriskNow, usuario
PROPÓSITO	Comunicarse entre usuario que se encuentra en diferentes departamentos dentro de la institución policial
DESCRIPCIÓN	Usuario marca extensión o al buzón de opciones para comunicarse con la extensión departamental
PRECONDICIÓN	Contestar llamadas por teléfono IP, teléfono analógico convertido a IP o softphone instalado a computador
ACTOR(ES) 1.- Usuario marca número de extensión o al buzón de voz para opciones de extensión. 3.- Usuario contesta llamada y se comunica con la persona externa	APLICACIÓN 2.- El servidor analiza si extensión marcada es correcta y re-direcciona la llamada caso contrario indicará la operadora del servidor que el número marcado es incorrecto y que vuelva marcar.
POSTCONDICIÓN	Comunicación entre ambos exitosa.

Tabla 12: Caso de uso llamada interna.

- Crear, modificar y eliminar extensión en el sistema.

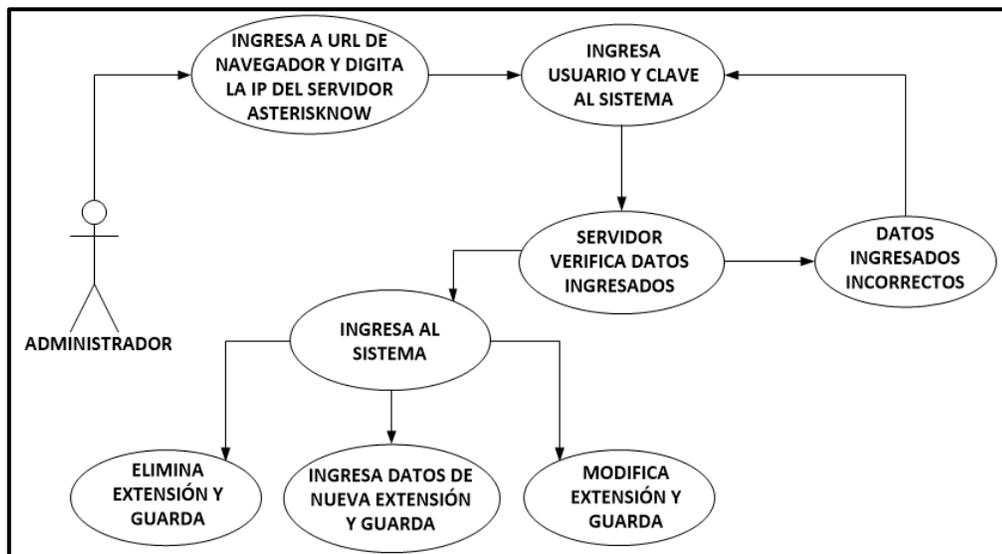


Figura 43: Caso de uso crear, modificar y eliminar extensión.

CASO DE USO	Crear, modificar y eliminar extensión del sistema	
ACTOR(ES)	Administrador	
PROPÓSITO	Administrador debe tener acceso total al sistema de telefonía IP para realizar las configuraciones respectivas y necesarias.	
DESCRIPCIÓN	Administrador deberá logearse en el sistema y escogerá la opción de extensiones para luego realizar cambios que se requiera.	
PRECONDICIÓN	Interfaz Web FreePBX de la central telefónica AsteriskNow	
ACTOR(ES)	<p>1.- Administrador abre un navegador y en URL digita la IP del servidor AsteriskNow.</p> <p>3.- Administrador ingresa usuario y contraseña.</p> <p>5.- Se dirigirá a la opción de extensiones e ingresará nueva extensión, modificará o eliminará.</p>	APLICACIÓN
		<p>2.- El sistema abre una interfaz web requiriendo autenticación.</p> <p>4.- El sistema valida los datos ingresados, si son correctos ingresará a la ventana de configuraciones caso contrario deberá ingresar nuevamente usuario y contraseña.</p> <p>6.- El sistema esperará a que el administrador pueda dar clic en guardar para que los cambio en el sistema tengan efectos.</p>
POSTCONDICIÓN	Configuración en extensiones para usuarios exitosos.	

Tabla 13: Caso de uso crear, modificar y eliminar extensión.

➤ ASIGNACIÓN DE IP Y VLANS

La institución policial no cuenta con una libreta de direcciones IP estáticos para los equipos informático y su conexión a la red es por direcciones IP dinámicas, que son distribuidas por el router de la empresa CNT. Hay que tener en cuenta que teniendo direcciones IP dinámicas en una red con un nivel de tráfico alto, es probable que existan inconvenientes por colisión o direcciones IP duplicadas perjudicando el buen funcionamiento de la red informática.

Tal como se mencionó en el problema se dará una posible solución a partir del direccionamiento IP estático, creación de VLAN y subredes para los diferentes segmentos, como se muestra a continuación:

RED ACTUAL	
IP	192.168.1.0
MÁSCARA DE RED	255.255.255.0
PUERTA DE ENLACE	192.168.1.1
DNS 1	200.107.10.52
DNS 2	200.107.60.58

Tabla 14: IP de red actual.

Para crear subredes se ha tomado en cuenta el número de departamentos que tiene la institución policial y así mismo el número de usuarios que se encuentran en cada uno de ellos. Se escogió 4 bits del último octeto de la dirección IP, en el que se obtiene 16 subredes que son las que se necesita para los segmentos que se ha creado en el rediseño de la red. También se ha tomado en cuenta el escalamiento que puede tener la institución tanto en departamento como en usuarios. A continuación se detalla lo antes mencionado.

SUBRED	
IP	192.168.1.0 / 28
MÁSCARA DE RED	255.255.255.240
PUERTA DE ENLACE	192.168.1.1
DNS 1	200.107.10.52
DNS 2	200.107.60.58

Tabla 15: IP de subred

En la siguiente tabla se detallará el rango de direcciones IP, se asignará una subred y una VLAN por cada departamento. Se ha segmentado varios departamentos en uno solo segmento ya que en algunos son pocos los usuarios que laboran en ellos, como

es el caso de Radio que está conformado por (central de radio, prevención y asuntos internos) y secretaría conformados por (secretaría y despacho del comandante).

NOMBRE SUBRED	NUMERO HOST	BROAD CAST	DEPARTAMENTO	VLANS
192.168.1.0	.1 - .14	.15	CÓMPUTO	1
192.168.1.16	.17 - .30	.31	LOGÍSTICA	2
192.168.1.32	.33 - .46	.47	RADIO (3 DEP)	3
192.168.1.48	.49 - .62	.63	SALA CONFERENCIA	4
192.168.1.64	.65 - .78	.79	TALENTO HUMANO	5
192.168.1.80	.81 - .94	.95	JURÍDICO	6
192.168.1.96	.97 - .110	.111	POLICÍA COM.	7
192.168.1.112	.113 - .126	.127	SECRETARÍA (2 DEP)	8
192.168.1.128	.129 - .142	.143	OPERACIONES	9
192.168.1.144	.145 - .158	.158	DISTRITO	10
192.168.1.160	.161 - .174	.175	FINANCIERO	11
192.168.1.176	.177 - .190	.191	CÁMARAS	12
192.168.1.192	.193 - .206	.207	R. INALÁMBRICAS	13
192.168.1.208	.209 - .222	.223	LIBRES	
192.168.1.224	.225 - .238	.239	LIBRES	
192.168.1.240	.241 - .254	.255	LIBRES	

Tabla 16: Asignación de IP a segmentos para la red

2.4.1.4 ARQUITECTURA DEL SERVIDOR VoIP

La arquitectura que se va a proponer como servidor para la telefonía IP consiste en la instalación de un sistema operativo “Centos 6.5” como plataforma, y mediante virtualización que será por “VirtualBox 5.0” se ejecutará el paquete del servidor de telefonía IP AsteriskNOW.

Para la conexión hacia la PSTN o línea telefónica, el servidor utilizará una tarjeta analógica que permitirá la conversión de la señal analógica a digital para utilizarla en toda la red interna y que a la salida de la señal lo realizará por medio de una tarjeta de

red adicional que estará instalado internamente en el servidor IP, para mantener separado la red de la máquina real como de la virtual.

La distribución de los puntos de datos y voz se la realizará por medio de un switch principal como se muestra en la siguiente figura.

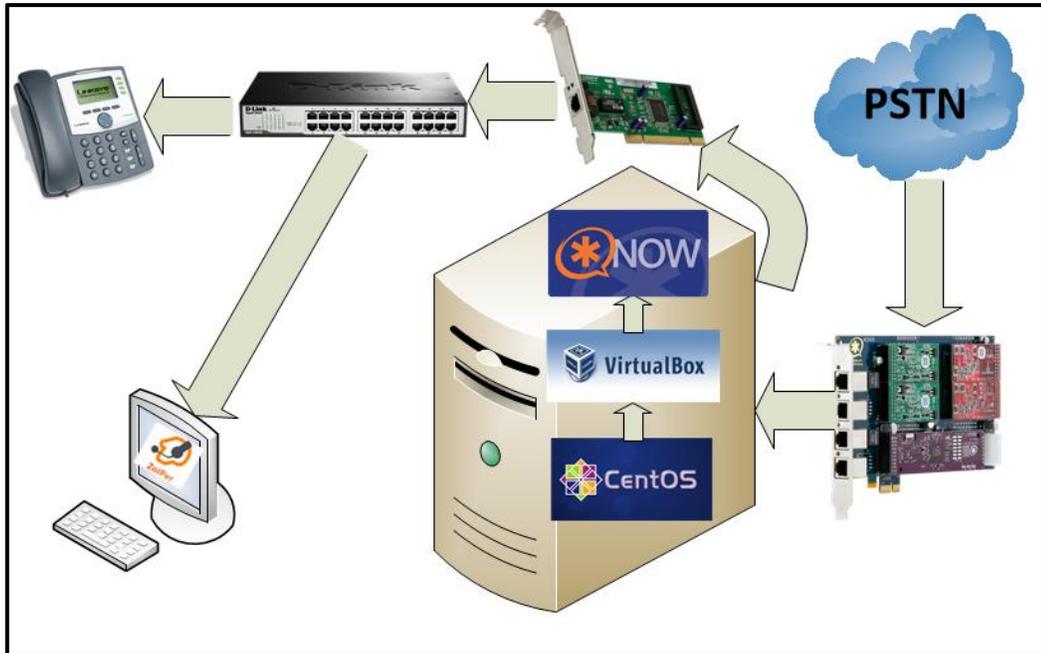


Figura 44: Arquitectura del servidor.

2.5 COMPONENTES DE LA PROPUESTA

En este punto del proyecto se dará a conocer los componentes tanto en hardware como en software que permitirá un mejor entendimiento de la propuesta para el sistema de telefonía VoIP para la institución policial.

2.5.1 DIMENSIONAMIENTO DEL SERVIDOR ASTERISK Y HARDWARE

El dimensionamiento del servidor que se propondrá tendrá características apropiadas sin que esto perjudique o disminuya el buen funcionamiento del servidor Asterisk, ya que no existe una limitante de recursos básicos que debe poseer un servidor de telefonía de VoIP. Sea tomado como base características de un servidor utilizado e implementado en proyecto similar al que se está desarrollando.

El objetivo del proyecto no es una implementación, por tanto se ha considerado seleccionar y recomendar componentes en las que fueron utilizadas en tesis que fueron llevados a cabo para desarrollar un sistema completo de telefonía IP y en la que se detallará a continuación:

➤ Servidor

Para la selección de un servidor se tomará en cuenta la siguiente tabla, que dependerá del número de canales simultáneos de llamadas a realizar.

PROPÓSITO	NÚMERO DE CANALES SIMULTÁNEOS	RECOMENDACIONES MÍNIMAS
Pequeñas oficinas	5 hasta 10 usuarios	1 GHz x86, 512 MB RAM
Pequeñas empresas	<25 usuarios	3 GHz x86, 1 GB RAM
Medianas	<=100 usuarios	Dual CPUs 2 GHZ y 2GB RAM. Server Quad Core o superior de 2 GB o 4 GB.

PROPÓSITO	NÚMERO DE CANALES SIMULTÁNEOS	RECOMENDACIONES MÍNIMAS
Grandes empresas	>100 usuarios	Server Dual Quad Core o superior, de 4 GB o más en RAM.
Grandes Empresas	>=500 usuarios	Clúster de servidor, Arquitectura distribuida.

Tabla 17: Recomendaciones mínimas del servidor. **Fuente:** (Cueva, 2010).

Entonces teniendo en cuenta la tabla antes mencionada, se seleccionó el ordenador para pequeñas oficinas, teniendo un máximo de hasta 10 canales de usuarios simultáneos. Para esta propuesta se escogió un servidor HP ProLiant ML110 G7 Base – Xeon E3-1120 3.1 GHz que cumple con las características básicas recomendadas.

➤ Tarjeta Analógica

Se escogió la tarjeta de comunicación DIGIUM modelo TDM400P, que permite insertar un máximo de cuatro expansiones o módulos, es decir se pueden conectar hasta 4 líneas telefónicas (4 módulos FXO) o dos líneas entrantes (2 módulos FXO) y dos teléfonos analógicos (2 módulos FXS) y es compatible para el sistema de telefonía Asterisk (Contero, 2012).

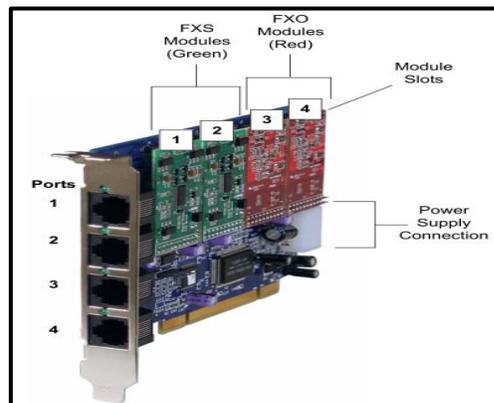


Figura 45: Tarjeta Digium. **Fuente:** (Loop, 2005).

➤ **Adaptador o Gateway**

Este dispositivo de comunicación aunque no se lo utilizará en este proyecto se lo mencionará como referencia para alguna opción al querer utilizarlo. Adaptador Cisco SPA 112 con las siguientes características.

- Utiliza la calidad de servicio de voz avanzada (QoS) y la pila de protocolo de inicio de sesión de voz (SIP)
- Soporta fax fiable con transmisión simultánea de voz y datos de uso
- Incluye 2 puertos estándar de teléfono, cada uno con número de teléfono independiente, para su uso con dispositivos de fax analógico o teléfono
- Es compatible con todos los estándares de la industria de voz y datos de teléfono y funciones comunes, tales como identificador de llamadas, llamadas en espera y correo de voz (“Cisco SPA112 2-Port Phone Adapter,” n.d.).

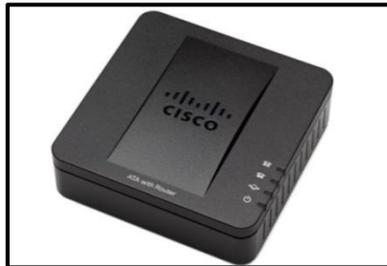


Figura 46: Adaptador analógico. **Fuente:** (“Cisco SPA112 2-Port Phone Adapter,” n.d.).

➤ **Teléfono IP**

También se propone según el autor antes mencionado utilizar el teléfono IP Grandstream modelo GXP280, ideal para una pequeña empresa y que sus características principales se detallará a continuación.

- Soporta el protocolo SIP
- Es administrable vía web

- Flash para manejar hasta 2 llamadas simultáneas
- Sonido full-duplex con cancelación de eco acústico
- Puerto de comunicación por red 10/100 Mbps.



Figura 47: Teléfono IP. **Fuente:** (“Teléfono IP Grandstream GXP-280,” n.d.).

➤ **Tarjeta de red**

El siguiente dispositivo que se propone, es para mantener separada la red tanto de la máquina real como la máquina virtual donde estará nuestro sistema de central telefónica Asterisk, se ha escogido esta tarjeta de red marca Tp-Link modelo TG-3468 y que a continuación se detallará sus características:

- Adaptador de red PCI Express Gigabit 10/100/1000Mbps
- Compatibles con estándares IEEE 802.3, IEEE 802.3u y las especificaciones IEEE 802.3ab



Figura 48: Tarjeta de red. **Fuente:** (“Adaptador de Red PCI Express Gigabit TG-3468,” n.d.).

➤ Respaldo de energía

Es importante tener en cuenta que el servidor debe estar en funcionamiento las 24 horas del día y los 7 días a la semana, por lo que un apagón de energía podría afectar de manera directa a los equipos informáticos e incluso poderlos dañarlos. Por lo que se incluye en esta propuesta un UPS que servirá de almacenamiento de energía por unos cuantos minutos hasta que la energía se restablezca. El UPS marca FORZA 1000va modelo SL-1011LCD cuenta con las siguientes características:

- Protección de sobrecarga para los equipos
- Equipada con función AVR para regular el voltaje de salida
- Baterías con alta capacidad para un tiempo mayor de respaldo
- Dispositivo para proteger y respaldar sistemas informáticos de pequeñas y medianas empresas (“SL-1011 Forza,” n.d.).



Figura 49: UPS. Fuente: (“SL-1011 Forza,” n.d.).

2.5.2 CREACIÓN DE EXTENSIONES

En la institución no todos los departamentos están comunicados, por lo que en esta propuesta se planteará un diseño que proveerá las extensiones necesarias para la comunicación interna.

DEPARTAMENTOS	# DE USUARIOS	EXTENSIONES
Despacho del comandante	1	1
Secretaría	2	2
Financiero	5	2
Talento Humano	5	2
Operaciones del CSZ-SE	3	2
Logística del CSZ-SE	4	2
Asesoría Jurídica del CSZ-SE	2	2
Policía Comunitaria del CSZ-SE	2	2
Asuntos Internos del CSZ-SE	5	1
Distrito del CSZ-SE	3	2
Central de Radio	2	2
Prevención	1	1
Sala de conferencia	1	1
TOTAL	36	22

Tabla 18: Número de extensiones.

Las extensiones que se proponen en este diseño no solo será para un teléfono IP sino también para una terminal, cada departamento contará con 2 equipos de comunicación excepto los departamentos de Despacho del Comandante, Asuntos Internos, Prevención y Sala de Conferencia que solo tendrá uno por limitantes de usuarios que laboran en las oficinas.

2.6 ESTUDIO DE FACTIBILIDAD

2.6.1 FACTIBILIDAD TÉCNICA

Desde el punto de vista técnico es factible el desarrollo del Sistema de Telefonía IP utilizando software libre, para la comunicación en tiempo real entre los diferentes departamentos que conforman la institución de policía del cantón Santa Elena. Por ende los requerimientos de hardware que son mencionado en este proyecto son totalmente accesible para una implementación y que se ha considerado por ser equipos con un costo razonable que cumplen con todas las bondades que se requiere, y que servirán para en un futuro de crecimiento de la empresa seguir siendo utilizadas. Y que de no contar con equipos de teléfonos IP estos podrían ser reemplazados por software instalado en una terminal (computador), que sirven de igual manera para la comunicación con cualquier departamento y que tendría una considerable disminución en costo.

La solución que se proyectó está planteada para ser puesto en marcha en una implementación, ya que está sujeta en un diseño totalmente real que nos lleva a una fácil instalación, sin que este sistema que funcionará en la misma red de datos perjudique a los usuarios que constantemente hacen uso de la red para su trabajo a diario que realizan en la institución.

Para el mantenimiento, operación y solución de posibles inconveniente preventivos, correctivos del sistema es importante contar con una persona que tenga conocimientos básicos de cableado estructurado, software de telefonía IP Asterisk, virtualización y sistemas operativos de Windows y Linux.

2.6.2 FACTIBILIDAD ECONÓMICA

En este punto se presentará una cotización de los equipos que se escogieron y que se requieren para la elaboración del sistema de telefonía IP, se analizará por aspectos de costo como: hardware, software, recurso humano y costo beneficio.

➤ Análisis de costo de hardware

Costos de los componentes para la telefonía IP.

CANTIDAD	COMPONENTE	V. UNITARIO	COSTO (\$)
1	HP ProLiant ML110 G7 Base – Xeon E3-1120 3.1	1.300,00	1.300,00
1	TARJETA ANALÓGICA DIGIUM MODELO TDM400P	320,00	320,00
13	TELÉFONOS IP GRANDSTREAM GXP280	108,00	1.404,00
9	AURICULARES CON MICRÓFONOS	20,00	180,00
1	TARJETA DE RED TP-LINK 10/100/1000MBPS	15,00	15,00
1	UPS FORZA 1000VA MOD:SL- 1011LCD	170,00	170,00
1	SWITCH DE 24 PUERTOS 3COM 4500	625,00	625,00
10	SWITCH DE 8 PUERTOS TP- LINK TL-SG108	49,00	490,00
TOTAL			4.504,00

Tabla 19: Total de costos de componentes.

➤ **Análisis de costo de software**

CANTIDAD	DESCRIPCIÓN	COSTO (\$)
1	SISTEMA OPERATIVO CENTOS 6.5	0,00
1	SOFTWARE DE TELEFONÍA IP ASTERISKNOW	0,00
1	SOFTWARE PARA LA COMUNICACIÓN SOFTPHONE	0,00
TOTAL		0,00

Tabla 20: Total de costo de software.

➤ **Análisis de costo en recurso humano**

CANTIDAD	DESCRIPCIÓN	V. U. POR DÍA	COSTO (\$)
20 DÍAS	INGENIERÍA: DISEÑO, IMPLEMENTACIÓN Y CONFIGURACIÓN	\$ 50,00	\$ 1000,00
TOTAL			\$ 1000,00

Tabla 21: Total de costo en recursos humano.

➤ **Costo Total**

DESCRIPCIÓN	COSTO (\$)
COSTO DE HARDWARE	4.504,00
COSTO DE SOFTWARE	0,00
COSTO EN RECURSOS HUMANO	1.000,00
TOTAL	5.504,00

Tabla 22: Costo totales.

➤ **Costo beneficio del proyecto**

De acuerdo al costo total de software, hardware y recurso humano para el proyecto de telefonía VoIP, se planteará un análisis del costo sobre pagos de planillas telefónicas que actualmente cancela la institución de policía y el valor total del sistema de telefonía VoIP propuesto.

DESCRIPCIÓN	COSTO (\$)
SISTEMA DE TELEFONÍA VOIP	5.504,00
SISTEMA DE TELEFONÍA CONVENCIONAL (VALOR POR MES)	360,00

Tabla 23: Costo beneficio.

El valor aproximado de pago de planillas telefónicas mensuales es de: \$ 360,00 y cuya inversión es recuperada a 15 meses aproximadamente teniendo como valor total \$ 5.400,00 con lo que se llegaría a un aproximado a la inversión del sistema propuesto.

2.7 RESULTADOS

2.7.1 IMPLEMENTACIÓN DEL PROTOTIPO Y PRUEBAS

Para realizar la implementación se realiza un prototipo instalando en una computadora de escritorio el sistema operativo Centos y virtualmente estará instalado el sistema para la central telefónica AsteriskNow. Para las pruebas se crea una red LAN y se utiliza una computadora de escritorio, una laptop y un teléfono celular para realizar las pruebas de llamadas internas.

A continuación se detallará la arquitectura de la red LAN, servidor y hardware que se utilizaron para la realización de este prototipo.

➤ Arquitectura de la red

La arquitectura que se presentará de la red corresponderá a una red interna ya que no se cuenta con recursos de hardware para completar todo el sistema completo para la telefonía IP.

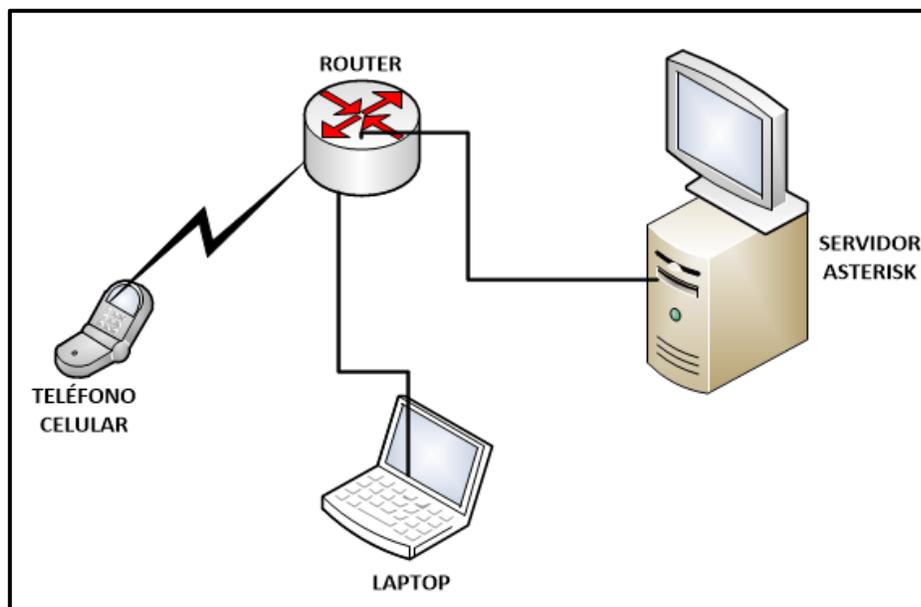


Figura 50: Arquitectura de red propuesta.

Se ha configurado un router para la red LAN con los siguientes datos:

RED: 192.168.10.0/24

MARCARA DE RED: 255.255.255.0

PUERTA DE ENLACE: 192.168.10.1

DNS: 192.168.10.1

Red inalámbrica:

Nombre de red: VOIP_Asterisk

➤ **Arquitectura del servidor VoIP**

Para realizar y efectuar las respectivas pruebas, el servidor que se va a implementar para la telefonía IP estará conformada con sistemas operativos gratuitos como se lo menciono anteriormente, aunque la limitante del servidor es la tarjeta analógica para la línea de teléfono debido a que no se cuenta con recursos para poder adquirirlo. En el servidor estará incorporada una tarjeta de red inalámbrica que tendrá separada la máquina virtual donde estará instalado el servidor Asterisk y máquina real donde estará instalado el sistema operativo Centos.

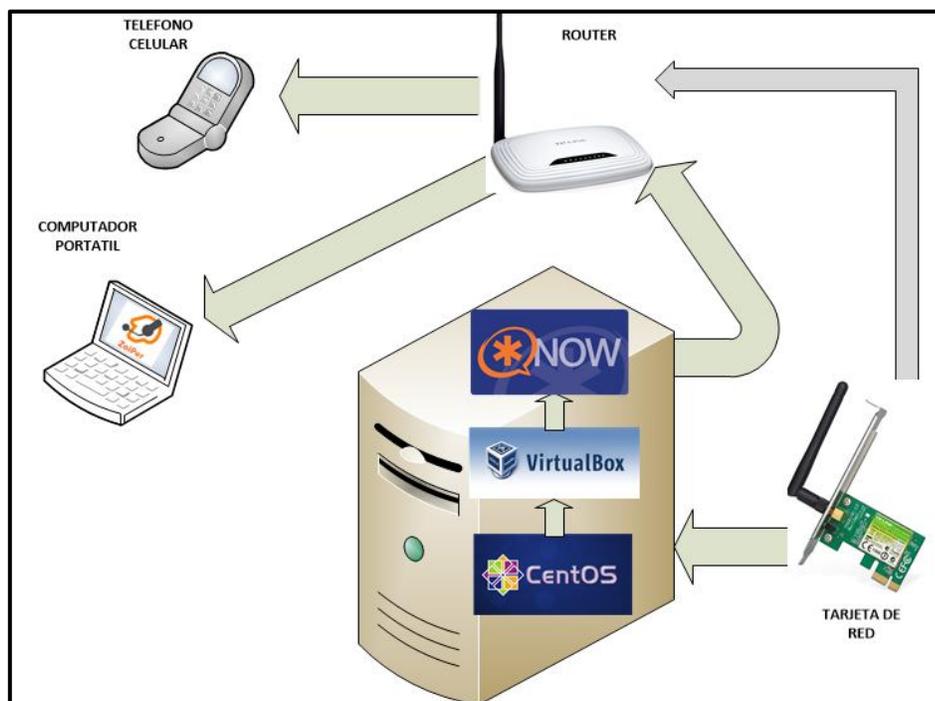


Figura 51: Arquitectura del servidor

➤ **Dimensionamiento del hardware para la central telefónica**

Los equipos utilizados en este prototipo son los siguientes:

- Para el servidor Asterisk se utilizó una pc de escritorio conformado por:

COMPONENTES	CARACTERISTICAS
PROCESADOR	Intel Pentium G2020 2.9GHz
MEMORIA RAM	Memoria 4GB Adata PC3 1333MHz
DISCO DURO	Samsung 500GB
DVD	DVD HP DH61AAL interno
MAINBOARD	Gigabyte GA-H61M
CASE	Compaq Presario
TARJETA DE RED	Inalámbrica TP-Link modelo: TL-WN781ND

Tabla 24: Componentes del servidor

- Componentes adicionales

CANTIDAD	DESCRIPCIÓN
1	Router Inalámbrico 150Mbps modelo: TL-WR740N
1	Teléfono celular
1	Portátil

Tabla 25: Equipos utilizados.

➤ **Costos de equipos y software utilizados en el prototipo**

CANTIDAD	DESCRIPCIÓN	COSTO (\$)
1	Computador de escritorio	600.00
1	Router	30.00
1	Tarjeta de red PCI inalámbrica	15.00
2	Patch cord 1,5Mts	4.00
1	Laptop Dell Core i3	700.00
1	Teléfono celular Samsung Galaxy	350.00
1	Auricular	15.00
TOTAL		1714.00

Tabla 26: Costos reales del prototipo.

➤ **Configuración del servidor para central telefónica IP AsteriskNow**

Antes de comenzar la configuración del servidor de AsteriskNow, debemos mencionar que la central telefónica estará virtualizado por medio del software seleccionado VirtualBox en su versión 5.0.18 para sistemas operativos de software libre y cuya instalación se lo realizó bajo la plataforma del sistema operativo Centos en su versión 6.5.

Luego de la instalación del VirtualBox, configuramos los componentes virtuales que utilizará nuestro servidor AsteriskNow como se detalla a continuación:

- Nombre del servidor: Server_AsteriskNow6

- 1024 MB de memoria ram
- 80 GB de disco duro
- Red: eth0

Luego de la configuración en VirtualBox y de haber seleccionado el sistema para la central telefónica y que en nuestro caso el sistema está en una imagen iso “AsteriskNOW-612-current-32.iso”, ejecutamos nuestra máquina virtual para que realice la instalación.

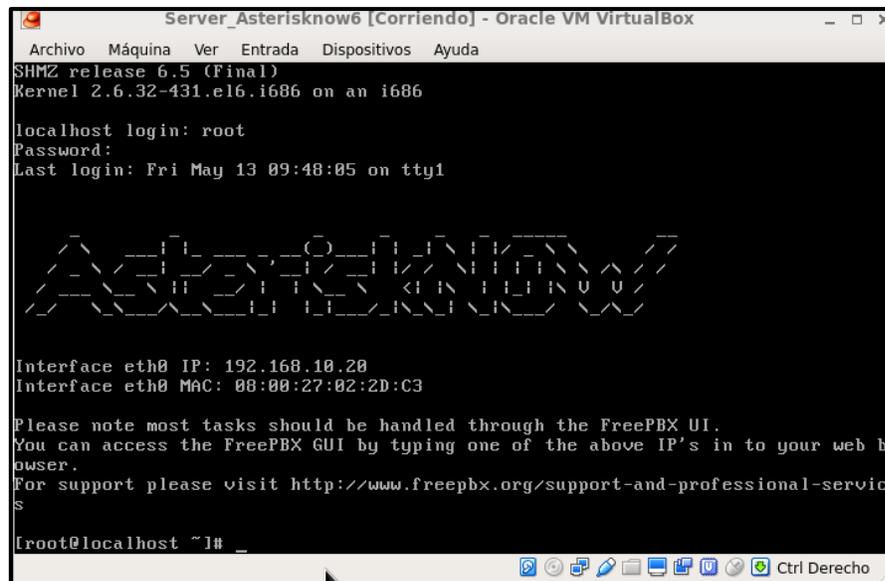


Figura 52: Inicio de sesión de AsteriskNow.

Una vez terminada la instalación y actualización nos aparecerá una ventana donde nos pedirá el usuario “root” y contraseña “server2016” para ingresar al sistema de telefonía AsteriskNow. Una vez iniciada sesión en primer paso configuraremos nuestra la red Lan con una IP fija “192.168.10.20” que tendrá nuestro servidor y que nos permitirá acceder a los servicios de configuración a través de la interfaz Web.

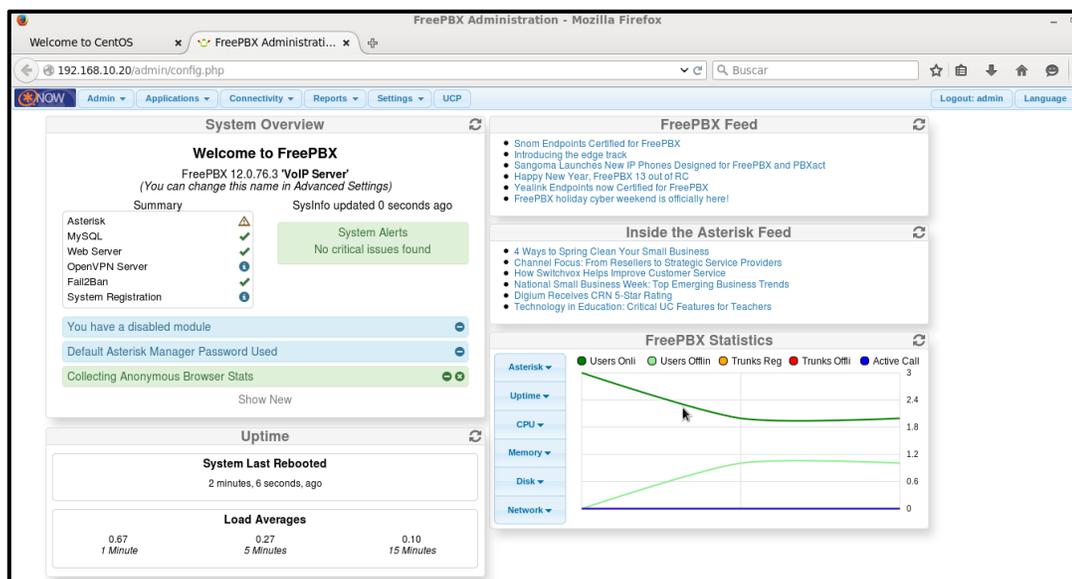


Figura 53: Interfaz Web.

➤ Configuración de extensiones

Lo siguiente será configurar extensiones para los usuarios de prueba que se realizará. Empezamos abriendo en nuestro navegador la interfaz Web “FreePBX” de nuestro servidor AsteriskNow y realizaremos las configuraciones respectivas. En la ventana de inicio nos pedirá crear usuario “admin” y contraseña “server2016” para ingresar a las configuraciones del sistema.

Después de haber ingresado a la interfaz Web nos dirigimos a la pestaña de “Aplicaciones” y escogemos la opción “Extensiones”. Enseguida nos aparecerá una interfaz donde seleccionaremos la opción de dispositivo de comunicación y que en este caso utilizaremos el protocolo SIP “Dispositivo Genérico CHAN SIP” y le damos clic en “enviar”.

Para nuestra simulación se crearán 3 extensiones con los siguientes datos de acuerdo a la interfaz que se presenta.

Extensión 1	
Extensión del Usuario	101
Nombre a Mostrar	Usuario1
Alias SIP	101
Secret	Server2016
Buzón de voz – Estado	Enabled
Contraseña de buzón de voz	101
Extensión 2	
Extensión del Usuario	102
Nombre a Mostrar	Usuario2
Alias SIP	102
Secret	Server2016
Buzón de voz – Estado	Enabled
Contraseña de buzón de voz	102
Extensión 3	
Extensión del Usuario	103
Nombre a Mostrar	Usuario3
Alias SIP	103
Secret	Server2016
Buzón de voz – Estado	Enabled
Contraseña de buzón de voz	103

Tabla 27: Creación de extensiones.

➤ **Configuración de softphone para usuarios**

Una vez configurado las extensiones lo siguiente será configurar el software o softphone para los usuarios. Los usuarios se conectarán en la misma red del servidor AsteriskNow con dirección IP estática.

En nuestro caso utilizamos el softphone Zoiper Free, disponible para sistemas operativos Linux, Windows y Android. Una vez instalado ejecutamos el software para poder configurarlo, para ello buscamos la opción de “Añadir nueva cuenta SIP” y procederemos a llenar los campos los cuales mencionamos a continuación.

Softphone 1 (Zoiper Linux) - Servidor Centos	
Dominio	192.168.10.20
Usuario	101
Contraseña	Server2016
Softphone 2 (Zoiper Windows) – Laptop	
Dominio	192.168.10.20
Usuario	102
Contraseña	Server2016
Softphone 2 (Zoiper Android) – Teléfono celular	
Nombre de la cuenta	Usuario3
Host	192.168.10.20
Nombre de usuario	103
Clave	Server2016

Tabla 28: Datos de configuración para softphone.

➤ **Pruebas**

Prueba N° 1: Prueba de conectividad de servidor Asterisk con usuarios conectados a la red LAN	
Objetivo:	Comprobar conectividad de red con el servidor AsteriskNow y equipos para que los usuarios puedan realizar llamadas sin inconvenientes.
Descripción:	Verificar conectividad
Nivel de complejidad:	Alta
Caso N° 1: Verificar conexión de Servidor AsteriskNow a Servidor Centos	
Datos de Entrada: En la terminal del servidor de telefonía AsteriskNow escribimos el comando “Ping” y siguiente la dirección IP de servidor Centos para verificar conexión “192.168.10.11”.	Datos esperados de salida: Mensaje de respuesta en la terminal del servidor de telefonía “Respuesta desde 192.168.10.11 en 3 o 2 milisegundos paquetes enviados y sin ninguna pérdida”.
Caso N° 2: Verificar conexión de Servidor AsteriskNow a Laptop	

Datos de Entrada:	Datos esperados de salida:
En la terminal del servidor de telefonía AsteriskNow escribimos el comando “Ping” y siguiente la dirección IP de servidor Centos para verificar conexión “192.168.10.10”.	Mensaje de respuesta en la terminal del servidor de telefonía “Respuesta desde 192.168.10.10 en 3 o 2 milisegundos paquetes enviados y sin ninguna pérdida”.
Caso N° 3: Verificar conexión de Servidor AsteriskNow a Teléfono Celular	
Datos de Entrada:	Datos esperados de salida:
En la terminal del servidor de telefonía AsteriskNow escribimos el comando “Ping” y siguiente la dirección IP de servidor Centos para verificar conexión “192.168.10.12”.	Mensaje de respuesta en la terminal del servidor de telefonía “Respuesta desde 192.168.10.12 en 3 o 2 milisegundos paquetes enviados y sin ninguna pérdida”.
Caso N° 4: Verificar conexión de Servidor AsteriskNow a dirección IP no establecida	
Datos de Entrada:	Datos esperados de salida:
En la terminal del servidor de telefonía AsteriskNow escribimos el comando “Ping” y siguiente la dirección IP de servidor Centos para verificar conexión “192.168.10.15”.	Mensaje de respuesta en la terminal del servidor de telefonía “Respuesta desde 192.168.10.15 Host de destino inaccesible”.
Usuarios implicados:	Servidor AsteriskNow
Resultados de la prueba:	
En los casos 1, 2, 3 la prueba de conectividad fue exitosa mientras en el caso 4 no hubo conectividad.	

Tabla 29: Prueba 1.

Prueba N° 2: Prueba de conectividad a la interfaz Web FreePBX	
Objetivo:	Verificar la conexión de la interfaz Web del servidor de telefonía IP mediante el navegador web de un computador y que esté conectado dentro de la misma red LAN del servidor para realizar las configuraciones que se requiera.
Descripción:	Verificar conexión
Nivel de complejidad:	Alta
Caso N° 1: Verificar conexión entre una pc que se encuentre en la misma red con servidor AsteriskNow	
Datos de entrada: Escribimos en el URL de un navegador la dirección del servidor de telefonía IP AsteriskNow “192.168.10.20”. Para ingresar escribimos usuario “admin” y password “server2016”	Datos esperados de salida: Nos mostrará una interfaz Web con opciones para iniciar sesión. Ingresamos a la pantalla de FreePBX y estado del servidor AsteriskNow.
Caso N° 2: Verificar conexión entre una pc que se no encuentre en la misma red con servidor AsteriskNow	
Datos de entrada: Escribimos en el URL de un navegador la dirección del servidor de telefonía IP AsteriskNow “192.168.10.20”.	Datos esperados de salida: Nos mostrará un mensaje “no se puede acceder a la página Web.”
Usuarios implicados:	Servidor AsteriskNow
Resultado de las pruebas: En el caso 1 obtuvimos respuesta inmediata con una interfaz de inicio de sesión mientras en el caso 2 no hubo respuesta del servidor por no encontrarse en la misma red.	

Tabla 30: Prueba 2.

Prueba N° 3: Prueba de llamadas a las extensiones creadas	
Objetivo:	Establecer la llamada en la red LAN por medio de softphone instalado en las máquinas para comprobar que las extensiones creadas funcionan correctamente.
Descripción:	Funcionalidad de la llamadas en la red LAN
Nivel de complejidad:	Alta
Caso N° 1: Llamada desde pc de escritorio a Laptop	
Datos de entradas: Digitamos en el softphone Zoiper la extensión 102 perteneciente a la laptop. Usuario contestará la llamada haciendo clic en contestar	Datos esperados de salida: El softphone instalado en la laptop comenzará a emitir un sonido de llamada entrante. Se establece la comunicación entre ambos.
Caso N° 2: Llamada desde Laptop a teléfono celular	
Datos de entrada: Digitamos en el softphone Zoiper la extensión 103 perteneciente al celular. Usuario contestará la llamada deslizando el icono de llamada	Datos esperados de salida: La aplicación móvil instalada en el celular comenzará a emitir un sonido de llamada entrante. Se establece la comunicación entre ambos.
Caso N° 3: Llamada desde teléfono celular a pc de escritorio	
Datos de entrada: Digitamos en la aplicación móvil Zoiper la extensión 101 perteneciente a la pc de escritorio. Usuario contestará la llamada haciendo clic en contestar	Datos esperados de salida: El softphone instalado en la laptop comenzará a emitir un sonido de llamada entrante. Se establece la comunicación entre ambos.
Caso N° 4: Llamada desde laptop a una extensión o número no registrado	
Datos de entrada: Digitamos en el softphone Zoiper la extensión o número 105.	Datos esperados de salida: La operadora del servidor de telefónica IP AsteriskNow nos dirá que la extensión no está registrada.

Usuarios implicados:	Servidor AsteriskNow
Resultados de las pruebas:	
En los casos 1, 2, 3 las llamadas realizad fueron exitosas mas no la extensión o número marcado en el caso 4 cuya repuesta fue de no esta registrado número en servidor.	

Tabla 31: Prueba 3.

2.7.2 RESULTADOS

Luego del análisis de la infraestructura técnica de la red de datos de la institución se encontraron varios inconvenientes en la distribución de los puntos de red, por tanto se planteó una solución que consiste en primer lugar un rediseño la red de datos que tiene la institución policial, centralizando todos equipos en un solo cuarto de concentración. Se diseñó tanto la parte física como la parte lógica de la red de la institución, tomando en cuenta el número de usuarios para cada departamento y los puntos de voz que se dejaran habilitando. La propuesta está planteada para que en los departamentos tengan el servicio de internet y voz por el mismo medio de comunicación y en la que se explica con más detalles en el diseño de la propuesta que se encuentra en el capítulo 2.

Para la realización de la central telefónica utilizando tecnología de protocolo IP, se realizó una comparación entre dos distribuciones de software bajo licencia gratuita que sirven para crear una central telefónica de VoIP, para ello se escogieron los software Trixbox y AsteriskNow para ser analizados y posteriormente seleccionar una de estos software para el proyecto de telefonía y en la que se llegó a utilizar el software de AsteriskNow por el fácil funcionamiento y configuración que se puede realizar por medio de una interfaz web. El software es totalmente compatible con diferentes tipos de hardware principalmente las tarjetas análogas que son utilizadas en

una central telefónica IP, soporta varios protocolos de comunicación y codec de audio, existen varios foros y apoyos de documento de proyecto ya realizados para la configuración o consulta.

Con los pocos equipos y presupuesto económicos que se utilizaron para desarrollar este prototipo de telefonía de VoIP, se pudieron realizar llamadas en tiempo real por medio de la red que se creó, interactuando desde un teléfono celular, una laptop y una computadora de escritorio y en la que en todos ellos se instalaron una aplicación para realizar la llamada a través de la red, este software llamada Zoiper es totalmente gratuito y compatibles para versiones como Windows, Linux y Android. Al realizar las llamadas se marcó una extensión creada en la que la conexión y comunicación fue exitosa y en la que también se realizó la prueba marcando un número incorrecto obteniendo como resultado un mensaje de la operadora indicando que se volviera a marcar el número.

Se obtuvo un tiempo mínimo de retardo de la conexión de la llamada entre usuarios en un lapso de 2 segundos y mientras se interactuaba la conversación hubo un retardo mínimo de 1 segundo. De igual manera se realizaron llamadas simultáneas en la que un usuarios pudo recibir una llamada mientras estaba en conexión con otro usuario en un lapso mínimo de 2 segundo y en la que a uno de los usuarios se le dejó en espera para contestar la nueva llamada entrante y no hubo problema de conexión, pero se evidencio problemas de eco en la segunda llamada producido por no contar con equipos adecuados como son los teléfonos IP que ayudan a la disminución de este problema.

CONCLUSIONES

Mediante las encuestas y la entrevista que se realizó a las personas que laboran en la institución policial, se logró observar que 5 departamentos no tienen el servicio de telefonía.

Se elaboró un rediseño físico y lógico de toda la red de datos de la institución centralizando los equipos y distribuyendo los puntos para voz y datos, se creó subred y VLAN por cada departamento teniendo un total de 13 segmentos, tomando en cuenta el número de usuarios por departamento.

Con el prototipo del sistema de telefonía VoIP, se comprobó que en la red LAN se puede transmitir no solo paquetes de datos sino también paquetes de voz, y se logró tener dos servicios en un mismo medio optimizando recursos de costos y de equipos.

Cuando se desarrolló la propuesta y se realizó el prototipo se pudo evidenciar que el software seleccionado AsteriskNow cumple con las funciones de rendimiento, flexibilidad, compatibilidad con diferente hardware, configuración por interfaz web y es totalmente gratuito en la mayoría de sus módulos de configuración.

AsteriskNow es un software totalmente compatible para diferentes tipos de hardware y puede utilizar varios codec de audio para la compresión de voz. En este proyecto se utilizó el codec G.711 por la calidad de voz que se puede transmitir y por la menor pérdida de datos que se produce, aunque la desventaja es que ocupa mayor ancho de banda que los demás codec.

Las pruebas que se realizó durante las llamadas, hubo un tiempo de retardo promedio de unos 5 segundos al realizar la conexión entre los usuarios y en la que se evidencio un problema de eco por no contar con teléfonos IP para establecer la comunicación.

RECOMENDACIONES

En vista de que la institución policial ya cuenta con una red de datos, es necesario que la estructura de conexión de cables sea revisado por personal técnico especializados ya que la infraestructura de la red no está debidamente diseñada.

Es necesario que se realice un respectivo mantenimiento y revisión minuciosa de la red y de los dispositivos, ya que algunos cumplieron su vida útil debido a los años de uso y que actualmente presentan fallas en su funcionamiento, perjudicando a los usuarios que a diarios utilizan esta red de datos.

Al instalar un programa para que simule la llamada a través del computador es muy útil y necesaria recurrir a un auricular con micrófonos instalado en la Pc, para que la llamada tenga claridad de voz y la conversación pueda realizarse sin interrupciones de ruido ya que por parlantes se escuchará, pero el sonido no será lo mismo.

Al implementar un servidor de telefonía IP, el computador como servidor debe tener una característica principal de funcionamiento ininterrumpida las 24 horas del día los 7 días de la semana, ya que la comunicación es a diario y no debe verse afectada.

Se recomienda que por motivos de seguridad en la red informática, implementar servidor que puedan controlar el flujo de datos (servidor firewall) o dispositivos como switch o router (capa 2 mínimo) que permitan mitigar los riesgos que existen a nivel de red para que no sean víctimas de un ataque de robo o fraude por internet.

Para mitigar los riesgos dentro de la institución es recomendable a nivel lógico tener segmentados la red de datos y voz siendo una buena práctica utilizar VLAN para un mayor control. De igual manera hacer uso de ACL (lista de control de accesos) para registrar direcciones IP y direcciones MAC de todos los equipos que se encuentran dentro de la red y así poder monitorearlas.

Como seguridad en el servidor AsteriskNow se recomienda al registrar un usuario o extensión mediante la interfaz web, es que se registre la extensión con una contraseña fuerte y que también el nombre de usuario debe ser diferente al número de extensión.

BIBLIOGRAFÍA

- Adaptador. (2011). Retrieved February 12, 2016, from http://www.adminso.es/index.php/Archivo:U8_1_figura6.png
- Adaptador de Red PCI Express Gigabit TG-3468. (n.d.). Retrieved April 25, 2016, from <http://www.tp-link.com/ar/products/details/TG-3468.html>
- Alexander, C. (2012). Desarrollo de un sistema basado en Asterisk que permita investigar situaciones anómalas (bypass) en el Ecuador para la Supertel, 1–6.
- Blanquicet, I. (2014). *Estudio de aplicaciones para la propuesta de implementación de Voz sobre IP en Pymes agencias de viajes en cartagenas*. Universidad de Cartagena.
- Blog. (2015). Instalación AsteriskNOW. Retrieved February 10, 2016, from <https://wiki.asterisk.org/wiki/display/AST/Installing+AsteriskNOW>
- Brijaldo, J. (2009). *Implementación de Voz sobre IP en Opticentro Internacional*. Politecnico GranColombiano.
- Carpio, L. (2012). Instalacion de CentOS 6.5 Servidor, 1–12.
- Cisco SPA112 2-Port Phone Adapter. (n.d.). Retrieved April 25, 2016, from <http://www.cisco.com/c/en/us/products/unified-communications/spa112-2-port-phone-adapter/index.html#>
- Contero, B. (2012). *Estudio y diseño de una red de datos y VOIP en la empresa Rinteco CIA.LTDA. usando Open Source y construcción de IVRS de Asterisk para mejoramiento en calidad de atención al cliente*. Universidad Politecnica Nacional.
- Cortes, C. (2010). *Diseño De VoIP Sobre la Red de Datos del Corporativo "PHARMA."* Instituto Politecnico Nacional.
- Cosoi, E. (2005). Nuevos sistemas de comunicación vía Internet. *Revista Chilena de Pediatría*, 76(5), 528–529. <http://doi.org/10.4067/S0370-41062005000500012>
- Cueva, M. (2010). *Diseño de una red de voz sobre IP para el Hospital Provincial General "Isidro Ayora Loja" con calidad de servicios en un ambiente Open Source*. Universidad de Cuenca.
- Culqui, A. (2013). *DISEÑO DE UN SISTEMA DE TELEFONÍA IP BASADO EN SOFTWARE LIBRE E INTEGRACIÓN CON LA RED DE DATOS; COMO ALTERNATIVA DE COMUNICACIÓN DE VOZ SOBRE EL PROTOCOLO IP ENTRE DEPENDENCIAS DEL GOBIERNO AUTÓNOMO*

DESCENTRALIZADO MUNICIPAL DE SAN MIGUEL DE IBARRA.
Universidad Técnica del Norte.

Cuzco, J. (2012). *Análisis, diseño e implementación de un Sistema de Información Modular para gestionar el cobro de impuestos de Agua Potable y Alcantarillado y otras remuneraciones en la Ilustre Municipalidad del cantón Déleg.* Universidad Politécnica Salesiana Sede Cuenca.

Dunayevich, J. (2011). Evolución: Telefonía Tradicional Vs. Telefonía IP. Retrieved January 22, 2016, from <https://netdatanetworks.wordpress.com/2011/08/09/evolucion-telefonía-tradicional-vs-telefonía-ip/>

Ekiga. (n.d.). Retrieved February 14, 2016, from <http://www.voipmonitor.net/content/binary/Ekiga.png>

E-Konsulta. (2009). VoIP - Wiki E-Konsulta. Retrieved January 22, 2016, from <http://www.ekonsulta.net/ekonsulta/wiki/index.php/VoIP>

Etxebarria, P. (2015). Tutorial De Asterisk, 1–58.

Guerrero, D. (2007). *Proyecto de migración a un sistema de telefonía IP (VOIP) basado en software libre.* Universitat Oberta de Catalunya.

Haraldsson, A. (2006). “ANÁLISIS E IMPLEMENTACIÓN DE DOS O MÁS PBX BAJO VoIP BASÁNDOSE EN PROTOCOLOS IAX Y SIP PARA INTERCONECTAR DOS O MÁS EMPRESAS Y/U OFICINAS,” 1–10.

Huidobro, J. (2007). Tecnologías de información y comunicacion - Telefonía ip, 1–22. Retrieved from [http://cmapspublic3.ihmc.us/rid=1H3108YC5-BYQQP-R83/Tecnologias de Informaci%C3%B3nyComunicacion.pdf](http://cmapspublic3.ihmc.us/rid=1H3108YC5-BYQQP-R83/Tecnologias%20de%20Informaci%C3%B3n%20y%20Comunicacion.pdf)

Interfaz X-LITE. (n.d.). Retrieved February 14, 2016, from <https://vbs-ikb.custhelp.com/euf/assets/images/answers/1047/xlite-ss-accountsettings.png>

Interfaz Zoiper. (n.d.). Retrieved February 14, 2016, from <http://www.tremendamuela.com/sites/tremendamuela.com/files/zoiper4.jpg>

IPTTEL. (2015). Telefonía IP vs Telefonía Tradicional. Retrieved February 2, 2016, from <http://www.ip-tel.com.ar/telefonía-ip-vs-telefonía-tradicional-porque-elegirla/>

Julia, S. (2015). ¿Qué son los protocolos de señalización VoIP? Retrieved January 22, 2016, from <http://www.gadae.com/blog/que-son-los-protocolos-de-voip/>

Landivar, C. (2012). *Implementar una central telefonica Asterisk a traves de una red Lan-Wan para mejorar la comunicacion en el GAD del canton Babahoyo y las juntas parroquiales.* Universidad Tecnica de Babahoyo.

- Logo CentOS. (n.d.). Retrieved March 1, 2016, from <http://www.comoinstalarlinux.com/wp-content/uploads/centos-6.5.jpg>
- Loop, W. (2005). TDM400P User 's Manual, 1–72.
- Pinela, H. (2011). *Diseño e implementación de una solución de VoIP que permita la conexión de 3 localidades geográficamente distantes, a través de un único plan de marcado*. Escuela Superior Politecnica del Litoral.
- Quarea. (2015). ¿Qué es un Gateway VoIP? Retrieved February 12, 2016, from <http://www.quarea.com/es/que-es-un-gateway-voip>
- Ramos, H. (2009). *Diseño de una central VoIP para uso interno de la Corporación Nacional de Telecomunicaciones CNT SA*. Universidad Politecnica Salesiana.
- Sierra, A. (2008). *Instalación de un sistema VoIP corporativo basado en Asterisk*. Universidad Politecnica de Cartagena.
- SL-1011 Forza. (n.d.). Retrieved April 25, 2016, from <http://www.forzaups.com/ec/forza-smart-ups-1000va-600w-8-outlets-110v-us-plug-sl-1011#features>
- Solís, O. (2012). *Diseño e implementación de una central telefonica IP para comunicaciones unificadas utilizando software libre*. Universidad de Costa Rica.
- Sotaminga, M. (2011). *Implementacion de un ambiente de Virtualizacion para el manejo de multiples servidores de VOIP sobre una plataforma comun de hardware*. Escuela Superior Politecnica Del Litoral.
- Tarjeta analogica. (n.d.). Retrieved February 14, 2016, from http://3.bp.blogspot.com/-NF6tknafWHw/TbXNWTtWkoI/AAAAAAAAAEY/IDCh8co_M1Q/s400/tarjeta.jpg
- Tarquino, A. (2008). Desarrollo de un sistema de telefonía IP distribuido mediante la implementación de un mecanismo de descubrimiento de rutas de llamadas, en base al sistema operativo Linux, 1–12.
- Telefono. (n.d.). Retrieved February 14, 2016, from <http://comunicacionespkv.com/images/stories/virtuemart/product/kx-ts500.jpg>
- Telefono. (2008). Retrieved February 14, 2016, from https://www.hostname.cl/uploads/2008/12/telefonía_ip.jpg
- Teléfono IP Grandstream GXP-280. (n.d.). Retrieved April 25, 2016, from http://www.avanzada7.com/es/productos/telefonos/ip_sobremesa/gxp280
- Tocar, V. (2008). Conceptos básicos de VoIP: Panorámica de Audio Codecs.

Retrieved January 22, 2016, from http://toncar.cz/Tutorials/VoIP/VoIP_Basics_Overview_of_Audio_Codecs.html

Torres, R. (2008). La telefonía IP VS Telefonía tradicional: aspectos técnicos y regulatorios en el mercado peruano. *Telecomunicaciones Y Empresas*, 1–25. Retrieved from <http://www.teleley.com/revistaperuana/7rafael-53.pdf>

Trixbox. (n.d.). Retrieved February 17, 2016, from <http://www.voip-info.org/storage/users/170/20170/images/1405/medium.jpg>

Venegas, A. (2010). *Análisis e implementación de un prototipo para telefonía ip utilizando software libre, seleccionado en base al estándar IEEE 830, como alternativa de comunicación de voz entre dependencias del municipio del distrito metropolitano de quito (MDMDQ)*. Escuela Politécnica Nacional.

Virtualizacion. (n.d.). Retrieved March 1, 2016, from <http://www.exevi.com/wp-content/uploads/2014/09/virtualizacion.png>

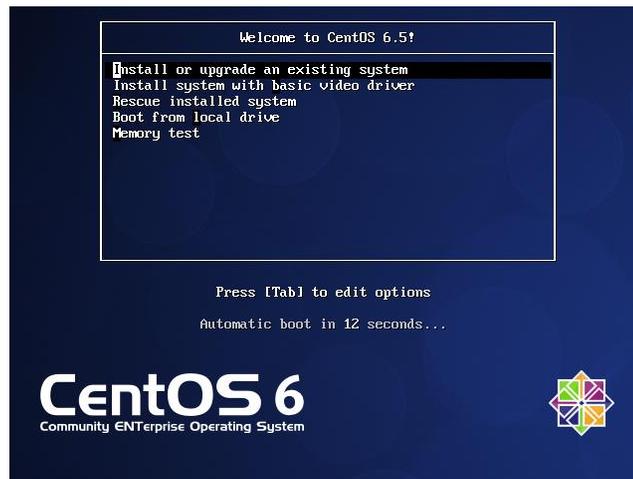
VOIPEC. (2015). Tecnología VOIP. Retrieved January 20, 2016, from <https://voipec.com/index.php/que-es-voipec2/tecnologia-voip>

ANEXOS

Anexos 1: MANUAL DE INSTALACIÓN

PRIMER PASO: INSTALACIÓN DE PLATAFORMA CENTOS 6.5

Una vez descargada el sistema operativo Centos y en la que utilizaremos en su versión 6.5 x86_64, iniciaremos la instalación en la que nos saldrá la primera pantalla con opciones de instalación y en la escogeremos la primera opción.



Luego nos aparecerá una ventana que nos da una opción “si se desea realizar una prueba de disco previo a la instalación” y en la que escogemos “Skip” para omitir ese paso. Y a continuación nos aparecerán las ventanas de selección de idioma e idioma del teclado y luego le damos clic en siguiente.

A continuación nos aparecerá dos opciones del tipo de dispositivo que implican en la instalación el cual seleccionaremos la primera “Dispositivos de almacenamiento básicos” y en la que luego nos saldrá una ventana de advertencias que nos indicará que el disco puede tener información y en la que seleccionaremos “si descartar todos los datos” para que el sistema formatee totalmente ese disco.

Siguiente seleccionaremos la zona horaria y luego nos aparecerá una ventana para

ingresar contraseña para el sistema.

Luego nos pedirá escoger el tipo de instalación en la que escogeremos “Desktop” y damos clic en siguiente y comenzará la instalación del sistema operativo Centos.



Al final estaremos en el escritorio del sistema operativo Centos 6.5

SEGUNDO PASO: INSTALACIÓN DE VIRTUALBOX EN CENTOS

VirtualBox utiliza un módulo para controlar y asignar memoria física para la ejecución de sistemas operativos invitados vboxdrv. Para que VirtualBox funcione correctamente se deberá actualizar el sistema operativo Centos y a continuación instalar módulos adicionales como DKMS, kernel-headers, kernel-devel y algunos paquetes de dependencia.

Para realizar la actualización debemos abrir la terminal e ingresar como usuario administrador y escribir lo siguiente.

1. - # yum update

2.- # yum install binutils qt gcc make patch libgomp glibc-headers glibc-devel kernel-headers kernel-devel dkms php php-devel httpd httpd-devel unzip php-soap zip

3.- # yum install SDL

Reiniciamos el sistema operativo para efectuar los cambios y actualización de paquetes instalado.

Lo siguiente será descargar e instalar VirtualBox el cual escribimos el siguiente código.

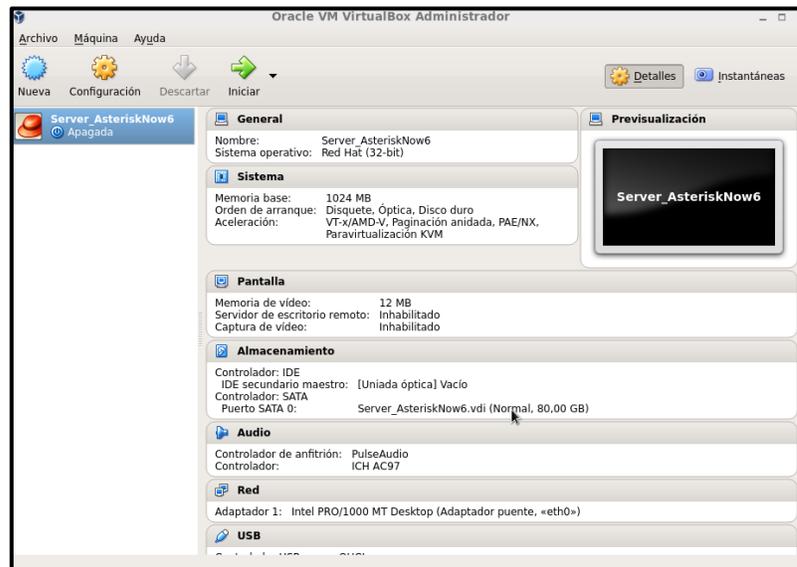
4.- # cd /etc/yum.repos.d/

5.- # wget http://download.virtualbox.org/virtualbox/rpm/rhel/virtualbox.repo

6.- # yum install VirtualBox-5.0

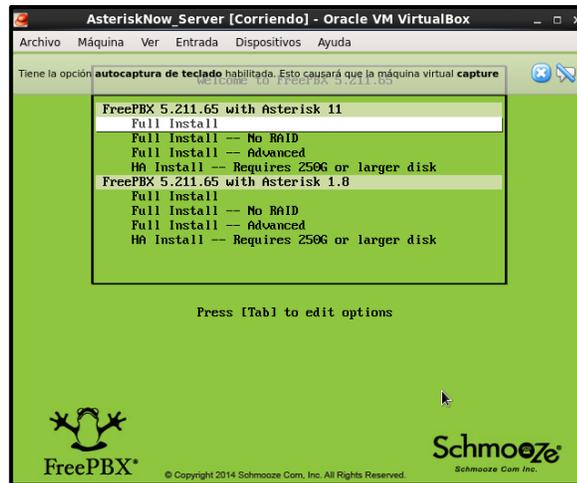
Lo siguiente es iniciar el módulo vboxdrv con el siguiente código.

service vboxdrv setup

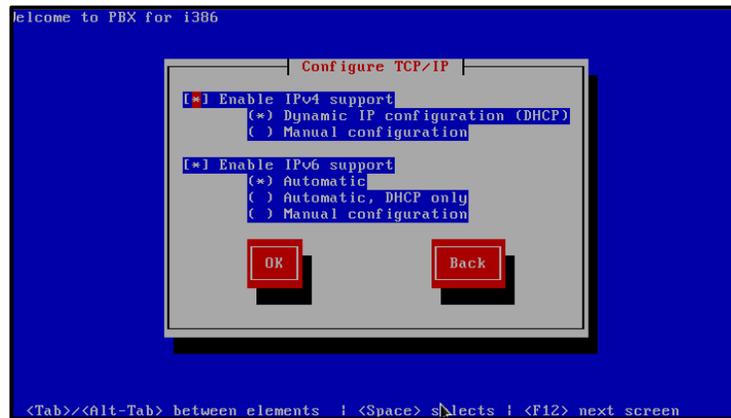


TERCER PASO: INSTALACIÓN DE CENTRAL TELEFÓNICA ASTERISKNOW

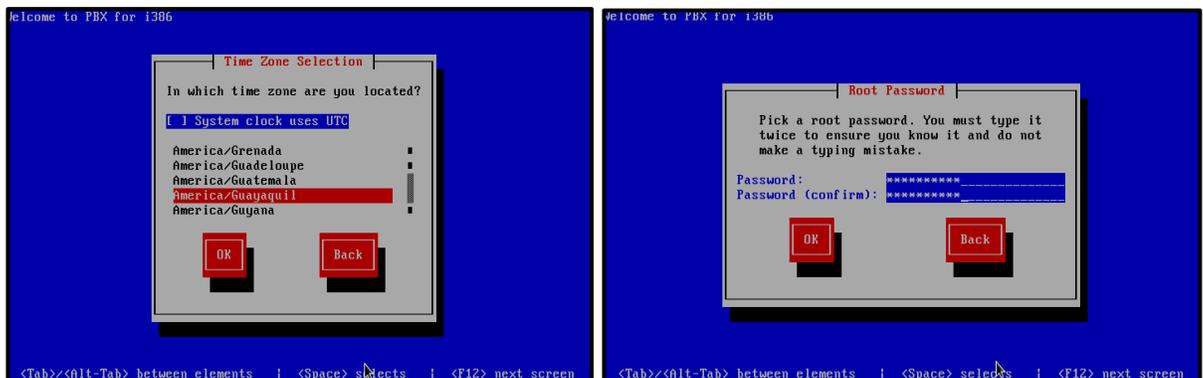
Cuando arranca el sistema nos muestra las opciones de instalación para la central telefónica, en la cual seleccionamos por defecto “Full Install”.



Luego aparecerá la pantalla de configuración para red, el cual se lo dejará automáticamente. Hay que tomar en cuenta que durante el proceso de instalación de AsteriskNow es recomendable que se descarguen paquetes actualizados del sistema para los diferentes módulos para ello la pc debe tener acceso a internet para completar este proceso. Pero si la red no cuenta con internet no ocasionará ningún inconveniente en el sistema de telefonía, ya que los paquetes de funcionamientos vienen incluidos en la instalación, salvo que deban ser actualizados o requeridos por el sistema mismo.



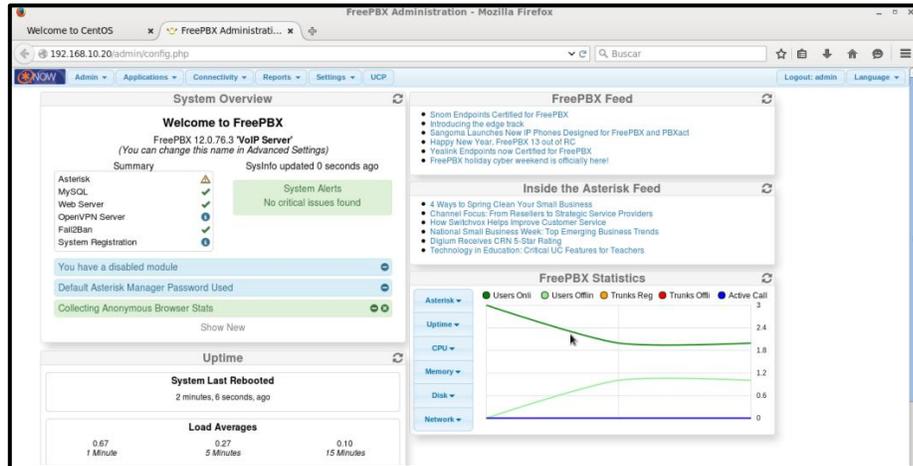
Luego nos pedirá seleccionar la zona horaria y siguiente una contraseña para el servidor de telefonía. En AsteriskNow para iniciar sesión e ingresar a la consola, el usuario por defecto es “root” y la contraseña que hemos colocado es “server2016”.



Por ultimo veremos las pantallas del proceso de instalación y actualización de nuestro servidor AsteriskNow.

Luego de haber terminado la instalación iniciaremos sesión con login “root” y password “server2016”. Para configurar la red ejecutamos en la consola el comando “vi /etc/sysconfig/network-scripts/ifcfg-eth0” y establecemos la IP “192.168.10.20” la cual nos servirá como dirección para interfaz Web del servidor. Reiniciamos el servicio de red con el comando “service network restart”. Para verificar que nuestro servidor de telefonía está en funcionamiento, elegimos una pc que se encuentre en la

misma red de nuestro servidor y colocamos en el URL de un navegador la IP que anteriormente se asignó y en la que nos deberá aparecer la interfaz Web de inicio de sesión y en la que procedemos a crear un usuario y contraseña para luego entrar a las configuraciones del servidor como se muestra a continuación.



CUARTO PASO: INSTALACIÓN Y CONFIGURACIÓN DE SOFTPHONE PARA USUARIOS

Para todos los usuarios se instalará el softphone Zoiper para sistema operativo Linux, Windows y Android. La interfaz gráfica de este programa es igual tanto para Linux como para Windows.

- El primer usuario será el servidor Centos en el que está instalado Zoiper para sistema operativo Linux. A continuación pasos de la instalación por comandos, el usuario deberá ingresar como administrador a la terminal para realizar sin inconveniente las actualizaciones:

- En el sistema operativo Centos deberán actualizarse algunos paquetes
 - yum install glibc.i686
 - yum install libgtk-x11-2.0.so.0
 - yum install libSM.so.6
 - yum install libasound.so.2

- Descargar el programa en la página web de Zoiper para Linux
 - Descomprimir el paquete descargado en la terminal # tar -xvf Zoipe_3.3_Linux_Free_32Bit_64Bit.tar.gz
 - # ./Zoiper_3.3_Linux_Free_64Bit.run
 - Presionamos enter y comenzará la instalación
- Al final aparecerá la interfaz de instalación de Zoiper el cual le damos finalizar y ya tendremos instalado Zoiper en nuestro sistema operativo Centos.

➤ El segundo usuario será una Laptop en el que está instalado Zoiper para sistema operativo Windows.

- Descargamos el programa en la página oficial de Zoiper para sistema operativo Windows.
- Ejecutamos y damos clic en acuerdo de licencia y siguiente
- Continuamos hasta que comience la instalación y esperamos hasta que finalice.

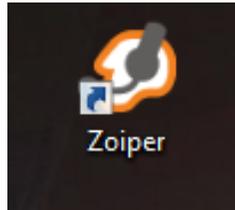


- Y finalmente para el tercer usuario que se utilizará un teléfono celular y en el que estará instalado Zoiper para sistema Android.
 - Primero se descargará la aplicación gratuita en el teléfono celular por medio de la aplicación Play Store, el programa automáticamente hará el proceso de instalación
 - Por último podemos abrir la aplicación para poder configurarlo.

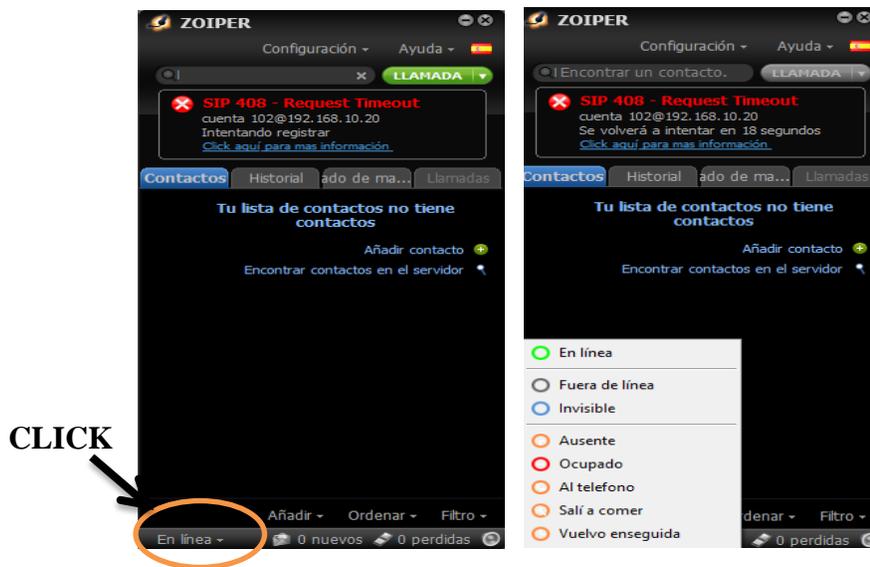


Anexos 2: MANUAL DE USUARIO

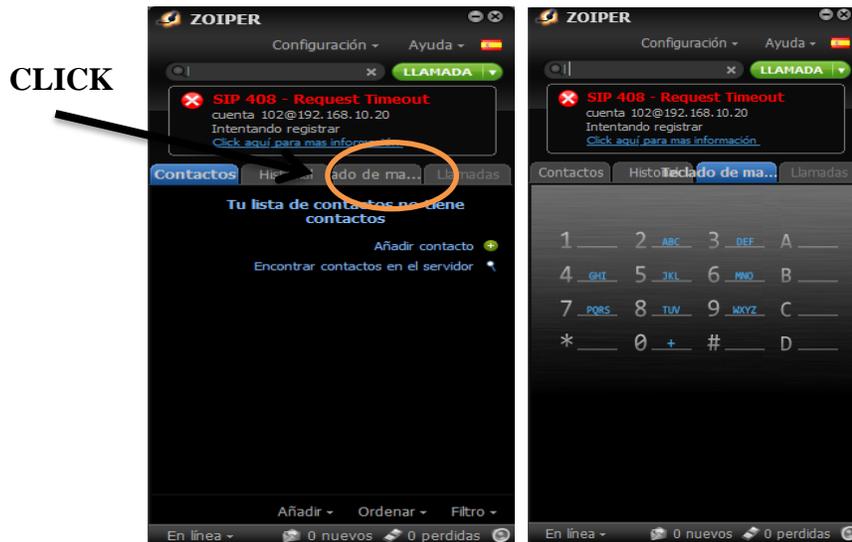
Una vez instalada la aplicación (Zoiper) y registrado con un número de extensión para la realización de la llamada por el administrador, procederemos a abrirla con doble clic en el icono que estará en el escritorio.



Nos aparecerá la interfaz gráfica de nuestra aplicación o softphone. Y verificamos que nuestra aplicación este En línea para poder realizar llamadas por la red.



Para marcar un número de extensión damos un clic “teclado de marcar”.



Luego marcamos el número de extensión y damos clic en en la opción de “llamada” y en la que aparecerá la ventana de llamada.

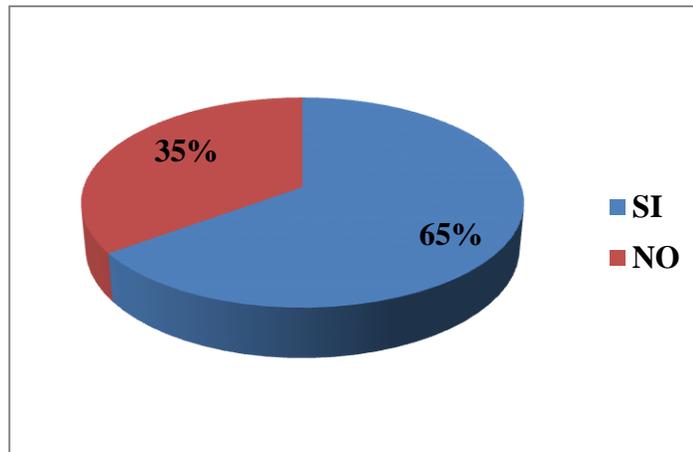


Anexos 3: ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS DE LAS ENCUESTAS.

1.- ¿Cuenta con un teléfono convencional en su departamento?

Tabulación de la pregunta N°1

Opciones	Respuestas	Porcentaje
SI	13	65%
NO	7	35%
Total	20	100%

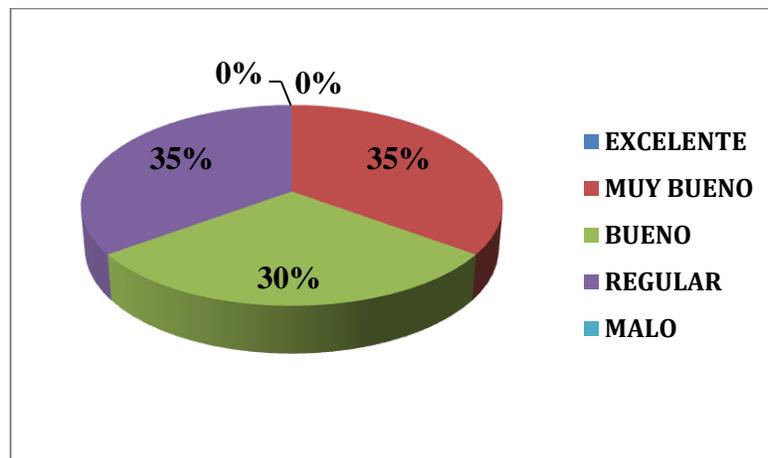


Análisis: Hay una parte de la población en el que contestaron que no tienen un teléfono convencional en su departamento y que para comunicarse hacen uso de su propio teléfono celular, representando para ellos un gastos económico adicional ya que comienzan a realizar llamadas para poder cumplir con alguna labor institucional.

2 ¿Cómo califica el servicio de telefonía convencional en la empresa?

Tabulación de la pregunta N°2

Opciones	Respuestas	Porcentaje
EXCELENTE	0	0%
MUY BUENO	7	35%
BUENO	6	30%
REGULAR	7	35%
MALO	0	0%
Total	20	100%

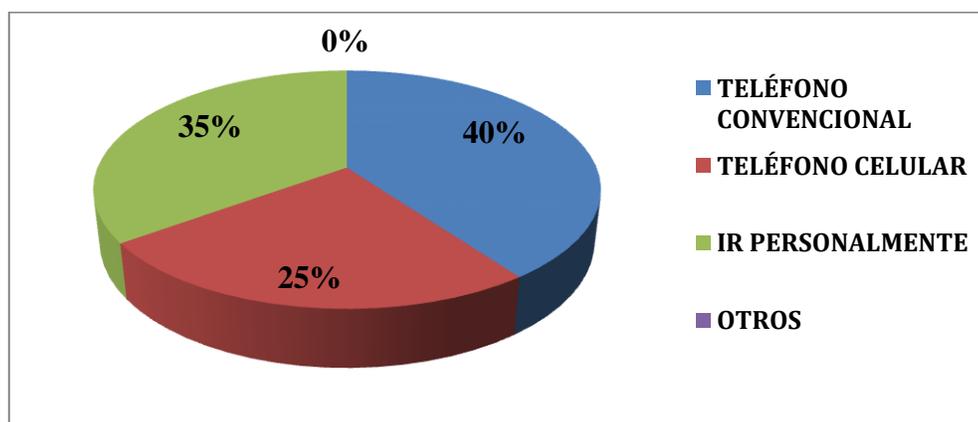


Análisis: Al encontrarse con el resultado de esta pregunta se puede observar en el gráfico que no todos los departamentos están completamente conforme con este servicio y que le es de mucha utilidad para comunicarse y que una parte de toda la institución policial no cuentan con una línea telefónica, en cambio los departamentos que poseen este servicio no están del todo satisfecho ya que les parece muy fastidioso marcar el número de teléfono al departamento con el que desean comunicarse porque tardarían en recordar y marcar el número.

3.- ¿Cuándo necesita comunicarse con otro departamento cuál de las siguientes opciones utiliza mayoritariamente?

Tabulación de la pregunta N°3

Opciones	Respuestas	Porcentaje
TELÉFONO CONVENCIONAL	8	40%
TELÉFONO CELULAR	5	25%
IR PERSONALMENTE	7	35%
OTROS	0	0%
Total	20	100%

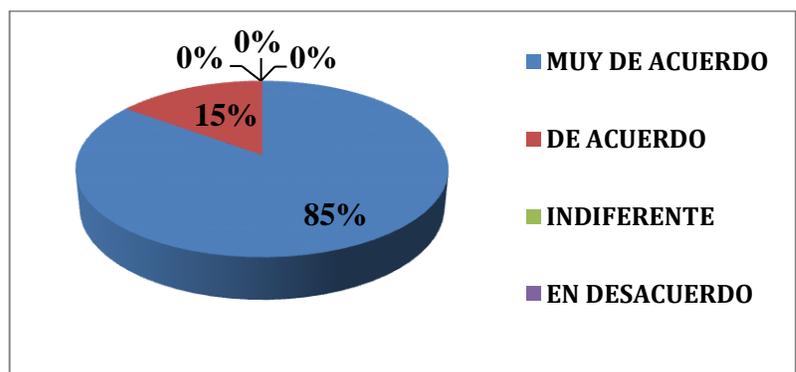


Análisis: De acuerdo a la pregunta formulada, el personal que labora en la institución policial ha indicado que la mayoría de ellos utiliza con mayor frecuencia el teléfono convencional, el cual representa un indicador muy importante para saber que le es muy útil el teléfono para poder comunicarse, mientras los que utilizan otro medio de comunicación son los que no cuentan con el servicio de telefonía en su departamento o que en tal caso deben de ir personalmente por algo que realmente sea de mucha importancia.

4.- Si se implementara un método de comunicación con tecnología actual con mejores ventajas que las que posee la telefonía convencional. ¿Estaría de acuerdo en utilizar esta tecnología?

Tabulación de la pregunta N°4

Opciones	Respuestas	Porcentaje
MUY DE ACUERDO	17	85%
DE ACUERDO	3	15%
INDIFERENTE	0	0%
EN DESACUERDO	0	0%
MUY EN DESACUERDO	0	0%
Total	20	100%



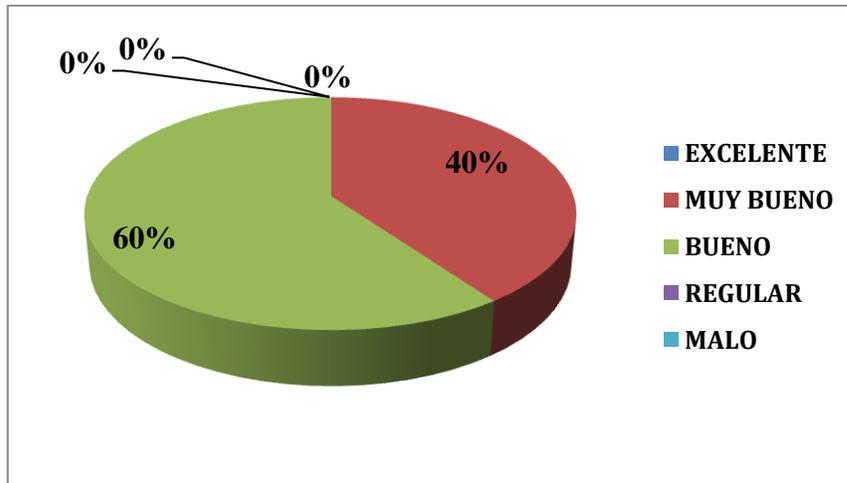
Análisis: Con respecto a la pregunta planteada se obtuvo un indicador muy favorable ya que las personas encuestadas están en total acuerdo para implementar y utilizar este nuevo método de comunicación en sus departamentos, ya que en algunos casos varias personas deben estar en constante comunicación y que actualmente estén teniendo muchos inconvenientes para poder comunicarse ya que no todos los departamento tienen una línea telefónica.

5.- ¿Cómo calificaría el sistema de internet en su departamento?

Tabulación de la pregunta N°5

Opciones	Respuesta	Porcentaje
EXCELENTE	0	0%
MUY BUENO	8	40%
BUENO	12	60%
REGULAR	0	0%

MALO	0	0%
Total	20	100%



Análisis: Hay un 60% del resultado obtenido que el servicio de internet es bueno, el cual nos representa un porcentaje no muy favorable para implementar el servicio de telefonía VoIP, ya que en algunos departamentos la conexión a internet esta de forma escalonada, es decir existen varios saltos de comunicación por lo que la señal disminuye a medida que pasa por algún dispositivo de red, y que en algunos departamentos son los que se encuentran debidamente centralizada como es lo recomendado para tener una excelente red de datos.

Anexos 4: FORMATO DE ENCUESTA Y ENTREVISTA

ENCUESTA

Nombre del departamento _____

Objetivo: Recolectar información sobre la telefonía convencional y red de datos que actualmente posee la institución policial con fines académicos.

1.- ¿Cuenta con un teléfono convencional en su departamento?

SI NO

2.- ¿Cómo califica el servicio de telefonía convencional en la empresa?

EXCELENTE MUY BUENO BUENO

REGULAR MALO

3.- ¿Cuándo necesita comunicarse con otro departamento cuál de las siguientes opciones utiliza mayoritariamente?

Teléfono convencional Teléfono celular Ir personalmente

Otros

4.- Si se implementara un método de comunicación con tecnología actual con mejores ventajas que las que posee la telefonía convencional. ¿Estaría de acuerdo en utilizar esta tecnología?

MUY DE ACUERDO DE ACUERDO INDIFERENTE
EN DESACUERDO MUY EN DESACUERDO

5.- ¿Cómo calificaría el sistema de internet en su departamento?

EXCELENTE MUY BUENO BUENO
REGULAR MALO

ENTREVISTA

Objetivo: Recolectar información sobre la telefonía convencional y red de datos que actualmente posee la institución policial con fines académicos.

1.- ¿Supervisan las llamadas que realizan los policías en los departamentos?

2.- ¿Cuentan con una central telefónica en la institución?

3.- ¿Indique el número aproximado de personal nuevo que ha ingresado a laborar estos 2 últimos años en la institución policial?

4.- ¿Indique un valor aproximado mensual de pago de planilla telefónica?

\$ _____

5.- ¿Qué programas de computadora mayoritariamente utilizan para laborar diariamente en cada departamento?

6.- ¿Actualmente en la institución policial de cuanto es el ancho de banda de navegación a internet?
