

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL



Facultad de Ingeniería en Electricidad y Computación

**“DISEÑO DE UN SISTEMA DE CENTRO DE CONTACTO
CON AGENTES REMOTOS”**

INFORME DE MATERIA DE GRADUACIÓN

Previo a la obtención del Título de:

INGENIERO EN TELEMÁTICA

Presentado por:

ANDREÍNA MONTOYA POW CHON LONG

EMILIO ALFREDO GUILLÉN ARMAS

GUAYAQUIL – ECUADOR

AÑO 2012

AGRADECIMIENTO

A Dios por todas sus bendiciones, por guiar e iluminar mi camino. A mis padres por su gran amor, esfuerzo y apoyo incondicional que han logrado que esto sea posible, por estar siempre a mi lado, por todos los valores que en mí han inculcado y enseñarme que con entrega y perseverancia puedo alcanzar todo lo que me proponga. A todos mis familiares, amigos, profesores y personas que de alguna u otra manera han aportado en mi crecimiento personal y profesional a lo largo de mi vida.

Andreína Montoya

Agradezco en primer lugar a Dios, de quien todo proviene, por ser ese amigo fiel a lo largo de mi vida, por darme las fuerzas necesarias para saber enfrentar los desafíos del día a día y por brindarme la oportunidad de contar con una excelente formación profesional. A mi madre del cielo, María, por su cuidado maternal y por ser siempre, quien con su ejemplo, guíe mis pasos hacia la santidad. A mis padres por su apoyo incondicional a lo largo de este camino, por su paciencia y comprensión fruto del amor sincero y verdadero que de ellos proviene y sin el cual esto no fuera posible. A mi comunidad por enseñarme a ser perseverante y dar siempre lo mejor de mí en cada una de mis obras; y por último a todas aquellas personas, familiares, amigos y profesores que han influido de manera directa o indirecta en mi formación humana, espiritual y profesional.

Emilio Guillén

DEDICATORIA

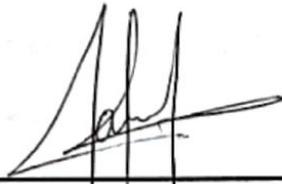
A Dios, a mis padres,
familiares y amigos que
ayudaron a que esto sea una
realidad.

Andreína Montoya

A Dios, a mis padres y
amigos por su constante
apoyo sin quienes esto no
hubiera sido posible.

Emilio Guillén

TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN



Ing. José Vicente Paredes

PROFESOR DE LA MATERIA DE GRADUACIÓN



Mgtr. Lenin Freire

PROFESOR DELEGADO POR LA UNIDAD ACADÉMICA

DECLARACIÓN EXPRESA

"La responsabilidad del contenido de esta Tesina, nos corresponde exclusivamente; y el patrimonio intelectual de la misma a la Escuela Superior Politécnica del Litoral".

(Reglamento de Graduación de la ESPOL)



Andreína Montoya Pow Chon Long



Emilio Alfredo Guillén Armas

RESUMEN

El presente proyecto se basa en el diseño de un sistema de centro de contacto que facilite, mejore y consolide las relaciones con los clientes, además de reducir los costos de implementación y operación del mismo mediante el uso de tecnología IP y la capacidad de contar con agentes locales y remotos, lo cual no sólo ayuda a ofrecer beneficios y más alternativas de comunicación al cliente sino también a brindar un confortable y grato ambiente laboral para los agentes que trabajan en él, contribuyendo con el incremento de la productividad del centro de contacto.

Hoy en día, con el avance incesante de la tecnología, se pueden considerar soluciones de código abierto que proveen las mismas ventajas y beneficios que los que son propietarios o licenciados, ofreciendo más opciones a la hora de seleccionar tecnologías. Por esta razón se realizó un amplio análisis y las respectivas comparaciones entre sistemas para considerar trabajar con un servidor de comunicaciones Elastix y los beneficios de firewall, enrutador y servidor VPN que Endian integra en un sólo dispositivo.

Aprovechando al máximo las facilidades y recursos que Elastix incluye, se decidió utilizar los módulos del centro de contacto que éste posee, los cuales proporcionan diferentes opciones para entablar una comunicación con el cliente, ya sea por medio de correo electrónico, vía telefónica, fax y

mensajería instantánea, de igual manera se encarga de distribuir las llamadas y balancear la carga para evitar algún tipo de saturación del sistema. Ofrece herramientas de reportería para llevar un mejor control de la productividad del centro de contacto, además de la ventaja de poder monitorear las llamadas y la actividad de los agentes.

Con el fin de brindar una solución económica, sencilla y fácil de implementar se realizó un diseño que implique el uso de dispositivos confiables, de alto rendimiento y duración, que garanticen la disponibilidad de la red.

ÍNDICE GENERAL

AGRADECIMIENTO	II
DEDICATORIA	IV
TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN	V
DECLARACIÓN EXPRESA	VI
RESUMEN	VII
ÍNDICE GENERAL	IX
ÍNDICE DE FIGURAS	XIV
ÍNDICE DE TABLAS	XV
ABREVIATURAS	XVII
INTRODUCCIÓN	XIX
CAPÍTULO 1	1
1.1. ANTECEDENTES	1
1.2. JUSTIFICACIÓN	2
1.3. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO	3
1.3.1. OBJETIVO GENERAL	4
1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	4
1.4. METODOLOGÍA	5
1.5. LIMITACIONES	7
CAPÍTULO 2	8
2.1. VOZ SOBRE IP	8
2.1.1. DEFINICIÓN Y FUNCIONAMIENTO DE VOIP	8

2.1.2.	TELEFONÍA IP	9
2.1.3.	¿COMO FUNCIONA LA TELEFONÍA IP?.....	10
2.1.4.	VENTAJAS DE LA TELEFONÍA IP	11
2.1.5.	COMUNICACIONES UNIFICADAS	12
2.1.6.	ESTÁNDARES DE VOIP	13
2.1.6.1.	IETF.....	14
2.1.6.2.	ITU.....	14
2.1.7.	PROTOCOLOS DE VOIP	15
2.1.7.1.	H.323.....	15
2.1.7.2.	MGCP.....	16
2.1.7.3.	IAX.....	17
2.1.7.4.	SIP.....	18
2.1.7.4.1.	COMPONENTES SIP	21
2.1.7.4.2.	DIRECCIONAMIENTO	24
2.2.	CÓDEC.....	25
2.3.	QOS.....	26
2.3.1.	FACTORES QUE INTERVIENEN EN LA CALIDAD DE SERVICIO.....	26
2.3.1.1.	JITTER	26
2.3.1.2.	LATENCIA.....	27
2.3.1.3.	PERDIDA Y DESORDEN DE LOS PAQUETES	28
2.3.1.4.	ECO.....	29
2.3.2.	NIVELES DE QOS	30
2.3.2.1.	MEJOR ESFUERZO.....	30
2.3.2.2.	SERVICIOS INTEGRADOS.....	30
2.3.2.3.	SERVICIO DIFERENCIADO.....	31
2.4.	SERVIDORES DE COMUNICACIONES	31
2.4.1.	LICENCIADOS.....	31
2.4.1.1.	AVAYA IP OFFICE	31
2.4.1.2.	CISCO CALLMANAGER	32

2.4.1.3.	ALCATEL OMNIPCX.....	32
2.4.2.	OPEN SOURCE.....	33
2.4.2.1.	TRIXBOX.....	33
2.4.2.2.	SIPX ECS.....	34
2.4.2.3.	ELASTIX.....	34
2.5.	CENTRO DE CONTACTO.....	37
2.5.1.	DEFINICIÓN Y FUNCIONAMIENTO DE UN CENTRO DE CONTACTO.....	37
2.5.2.	CARACTERÍSTICAS DE UN CENTRO DE CONTACTO	38
2.5.3.	VENTAJAS Y DESVENTAJAS DE IMPLEMENTAR UN CENTRO DE CONTACTO.....	40
2.5.4.	SISTEMAS DE REPORTE DE CENTROS DE CONTACTO ..	41
2.5.5.	CONSIDERACIONES DE SERVICIOS REMOTOS EN LOS CENTROS DE CONTACTO.....	41
2.6.	AGENTES REMOTOS.....	42
2.6.1.	DEFINICIÓN	42
2.6.2.	AGENTES REMOTOS CON VOIP.....	43
2.6.3.	IMPLICACIONES DE DISEÑO DE CENTRO DE CONTACTOS CON SERVICIOS REMOTOS.....	43
2.7.	RED PRIVADA VIRTUAL (VPN).....	44
2.7.1.	DEFINICIÓN	44
2.7.2.	COMO FUNCIONA UNA VPN.....	45
2.7.3.	VENTAJAS DE UNA VPN.....	47
2.7.4.	SOLUCIONES VPN	48
2.7.4.1.	PPTP	48
2.7.4.2.	L2TP/IPSEC	49
2.7.4.3.	OPENVPN	49
CAPÍTULO 3.....		50
3.1.	1º FASE: AUDITORÍA DE LA RED.....	50
3.1.1.	ORGANIZACIÓN DEL CENTRO DE CONTACTOS	50

3.1.2.	REQUERIMIENTOS DE LA RED.....	51
3.2.	2º FASE: SELECCIÓN DE TECNOLOGÍA	52
3.2.1.	DESCRIPCIÓN DE SOFTWARE	52
3.2.1.1.	SOFTWARE DEL SERVIDOR DE COMUNICACIONES....	52
3.2.1.2.	SOFTWARE DE SEVIDOR VPN Y FIREWALL.....	56
3.2.1.3.	SOFTPHONE	58
3.2.2.	DESCRIPCIÓN DE HARDWARE.....	60
3.2.2.1.	SERVIDOR DE COMUNICACIONES.....	60
3.2.2.2.	SERVIDOR VPN, ROUTER Y FIREWALL	62
3.2.2.3.	ORDENADORES.....	64
3.2.2.4.	SWITCH.....	65
3.2.2.5.	TELEFONOS IP.....	66
3.2.2.6.	DIADEMAS PARA AGENTES	67
3.3.	3º FASE: DISEÑO DE SOLUCIÓN.....	68
3.3.1.	TOPOLOGÍA DE LA RED	68
3.3.2.	CÁLCULOS.....	69
3.4.	4º FASE: ALCANCE Y LIMITANTES DEL DISEÑO	75
3.5.	5º FASE: ARCHIVO DE CARACTERÍSTICAS DE DISEÑO.....	77
3.5.1.	CARACTERÍSTICAS DEL SERVIDOR DE COMUNICACIONES ELASTIX	77
3.5.2.	CARACTERÍSTICAS DEL HARDWARE DEL SERVIDOR ENDIAN.....	78
3.5.3.	CARACTERÍSTICAS DEL SWITCH.....	78
3.5.4.	CARACTERÍSTICAS DE LOS ORDENADORES.....	79
3.5.5.	CARACTERÍSTICAS DE LOS TELEFONOS IP.....	80
3.6.	6º FASE: ANÁLISIS DE COSTOS	80
3.6.1.	DETALLE DE INVERSIÓN INICIAL	80
3.6.2.	CALCULO DEL RETORNO DE INVERSIÓN (ROI)	82
	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	91

ANEXOS	95
ANEXO A.....	
COMPARACIÓN ENTRE LOS PROTOCOLOS DE VOIP SIP Y H.323	95
ANEXO B.....	
COMPARACIÓN ENTRE SOLUCIONES VPN.....	97
BIBLIOGRAFÍA	99

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2.1. VoIP convierte y separa señales de voz en paquetes de datos informáticos (que por lo general se representan mediante 1s y 0s).....	9
Figura 2.2. Solución de Telefonía IP.	10
Figura 2.3. Comunicaciones Unificadas incrementan la productividad, integran las diferentes oficinas y ubicaciones remotas de la red corporativa.	13
Figura 2.4. Red basada en H.323.	16
Figura 2.5. Diseño de red que utiliza MGCP.	17
Figura 2.6. Arquitectura de una Red SIP.	22
Figura 2.7. Centro de Contacto.	38
Figura 2.8. Estructura de una Red Privada Virtual	45
Figura 2.9. Ataque Man-in-the-middle.	45
Figura 2.10. Túnel creado por una VPN.	46
Figura 3.1. Organigrama del Centro de Contacto.	51
Figura 3.2. Interfaz de softphone SLFphone.	60
Figura 3.3. Parte delantera del Servidor de Comunicaciones ELX-3000.	60
Figura 3.4. Parte posterior del Servidor de Comunicaciones ELX-3000.	61
Figura 3.5. Tarjeta Digium TE121P.	62
Figura 3.6. Endian UTM Mercury.	63
Figura 3.7. Parte posterior del Endian UTM Mercury.	63
Figura 3.8. Parte posterior del Endian UTM Mercury.	64
Figura 3.9. Switch Cisco SF200-24P.	65
Figura 3.10. Teléfono IP Cisco SPA508G 8-Líneas.	67
Figura 3.11. Diadema Plantronics Blackwire C320-M.	68
Figura 3.12. Topología del Sistema de Centro de Contacto.	69
Figura 3.13. Calculadora cc-modeler.	71
Figura 3.14. Calculadora de tráfico de la red de Avaya.	72

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2.1. Cuadro comparativo de SIP vs H.323.....	95
Tabla 3.1. Equipos necesarios para la implementación de la red y sus características requeridas.....	51
Tabla 3.2. Cuadro comparativo entre soluciones VPN.....	97
Tabla 3.3. Características del Servidor ELX-3000.....	78
Tabla 3.4. Características del Servidor Endian UTM Mercury.....	78
Tabla 3.5. Características del Switch SF200-24P.....	79
Tabla 3.6. Características de los Ordenadores.....	79
Tabla 3.7. Características de Teléfono IP Cisco SPA508G.....	80
Tabla 3.8. Lista de precios de todos los elementos necesarios para implementar el Sistema de Centro de Contacto.....	80
Tabla 3.9. Detalle de inversión con las respectivas depreciaciones.....	82
Tabla 3.10. Detalle de sueldos y beneficios sociales de cada empleado en el año 1.....	83
Tabla 3.11. Total de sueldos y beneficios anuales del año 1.....	84
Tabla 3.12. Detalle de aportaciones al IESS, tanto mensuales como del primer año.....	85
Tabla 3.13. Detalle de sueldos y beneficios sociales de cada empleado en el año 2.....	86
Tabla 3.14. Total de sueldos y beneficios anuales del año 2.....	87
Tabla 3.15. Detalle de aportaciones al IESS, tanto mensuales como del segundo año.....	87
Tabla 3.16. Detalle de sueldos y beneficios sociales de cada empleado en el año 3.....	87
Tabla 3.17. Total de sueldos y beneficios anuales del año 3.....	88
Tabla 3.18. Detalle de aportaciones al IESS, tanto mensuales como del tercer año.....	88

Tabla 3.19. Total de gastos realizados durante los 3 primeros años de operación del Sistema de Centro de Contacto..... 89

Tabla 3.20. Cálculo del valor del minuto de trabajo del Centro de Contacto. 90

ABREVIATURAS

ACL	Lista de Control de Acceso.	IVR	Respuesta de Voz Interactiva.
CAR	Tasa de Acceso Comprometida.	LAN	Red de Área Local.
CCIR	Comité Consultivo Internacional de Radiocomunicaciones.	MCU	Unidad de Control Multipunto.
CCITT	Comité Consultivo Internacional de Telegrafía y Telefonía.	MG	Media Gateway.
CRM	Gestión de Relaciones con el Cliente.	MGC	Controlador de Media Gateway.
CTI	Integración de Telefonía Informática.	MGCP	Protocolo de Control de Media Gateway.
ERP	Sistemas de Planeación de Recursos Empresariales.	NAT	Traducción de Dirección de Red.
Ext	Extensión.	NBAR	Reconocimiento de Aplicaciones Basado en Red.
HTTP	Protocolo de Transferencia de Hipertexto.	PC	Computadora.
IAX	Protocolo de Intercambio entre Servidores Asterisk.	PLC	Ocultación por Pérdida de Paquetes.
IETF	Fuerza de Trabajo de la Ingeniería en Internet.	PSTN	Red Telefónica Pública Conmutada.
IP	Protocolo de Internet.	QoS	Calidad de Servicio.
ITU	Unión Internacional de Telecomunicaciones.	RFC	Peticiones de Comentarios.

SIP	Protocolo de Inicio de Sesión.	WFM	Gestión del Flujo de Trabajo.
SMTP	Protocolo Simple de Transferencia de Correo.	XML	Lenguaje de Marcas Extensible.
ToS	Tipo de Servicio.	XMPP	Protocolo extensible de mensajería y comunicación de presencia, es un protocolo abierto de mensajería instantánea basado en XML.
UDP	Protocolo de Datagrama de Usuario.		
UHF	Frecuencia Ultra Alta.		
VHF	Frecuencia Muy Alta.		
VoIP	Voz Sobre Protocolo de Internet.		

INTRODUCCIÓN

Hoy en día, con los avances de la tecnología las empresas deben ir actualizando y mejorando continuamente sus sistemas y servicios para no quedarse atrás y lograr posicionarse en el mundo de las comunicaciones, compitiendo por brindar cada vez más un mejor nivel de servicio a los clientes.

Las telecomunicaciones también avanzan de manera asombrosa, los cableados cada vez van desapareciendo y los sistemas digitales van tomando posición en el mercado, brindándole al usuario cada vez más facilidades y formas de comunicación reduciendo costos.

El Internet facilita aún más las comunicaciones a tal punto que con sólo un click, personas de distintos países o incluso de distintos continentes pueden estar comunicados fácilmente, gracias a la telefonía IP y la reciente tecnología de voz sobre IP (VoIP), la cual ofrece comunicaciones a alta velocidad, seguridad de datos, bajo costo y supera distancias geográficas, lo que hace que las empresas que se desenvuelven en éste ámbito la hagan parte de sus sistemas.

Actualmente, con el objetivo de ofrecer un excelente servicio y lograr la satisfacción y preferencia de los clientes, los centros de contacto integran esta tecnología y la complementan, brindando un servicio más personalizado

y proporcionando otras alternativas de relación y comunicación a los agentes de los centros de llamadas tradicionales, permitiéndoles interactuar de manera mucho más eficiente y satisfactoria con los usuarios.

CAPÍTULO 1

GENERALIDADES

1.1. ANTECEDENTES

Por muchos años la transmisión de voz y datos se mantuvieron como dos mundos aislados completamente, la idea de que éstos puedan converger en una sola red era un tabú para los centros de llamadas que requerían utilizar estos servicios. La telefonía tradicional consistía en líneas analógicas que usaban la modulación de señales eléctricas para transportar señales de voz a lo largo de un conductor, estableciendo una conexión permanente entre los interlocutores, lo que demandaba altos gastos en equipos y cableado para su implementación.

Hoy en día, la telefonía fija utiliza la tecnología digital, ofreciendo canales de voz que pueden ser multiplexados en un mismo medio de transmisión,

ésta ventaja más el beneficio que nos brinda VoIP, de poder transportar la voz previamente convertida en paquetes de datos entre dos puntos distantes, utilizando diferentes caminos para llegar a su destino en una red de datos para efectuar llamadas; nos permiten desarrollar una única red con mejor infraestructura para realizar cualquier tipo de comunicación, reduciendo considerablemente costos y aumentando la cantidad y calidad de los servicios que las empresas que lo implementen pueden ofrecer.

Por estas razones, los centros de llamadas que utilicen este tipo de red y aprovechen los beneficios que ésta les da, pueden pasar a ser centros de contacto que ofrezcan un mejor servicio a sus clientes con diferentes alternativas de comunicación.

1.2. JUSTIFICACIÓN

Actualmente, los centros de contacto han pasado de ser una exclusividad a una necesidad para las empresas que requieren mantener un contacto permanente y más factible con sus clientes. Por lo que la búsqueda de una solución viable, que unifique varias formas de comunicación y sobretodo que sea económica; es una de las principales razones para el desarrollo de nuestro proyecto.

Los centros de contacto se originaron con la necesidad de entablar una comunicación más personalizada con el cliente, ofreciéndole más opciones para que éste pueda comunicarse, permitiendo que seleccione

el medio más conveniente, ya sea por su ubicación u ocupación, brindándole comodidad no sólo al cliente, ya que el agente puede aumentar su productividad debido a las varias aplicaciones disponibles y no es necesario que permanezca en una oficina, porque nuestro diseño le da la opción de trabajar desde su casa o desde cualquier parte del mundo donde tenga a la mano una computadora e Internet.

La tecnología IP hace de los centros de contacto una opción económica, sencilla y rentable al implementar en una sola red diferentes medios de comunicación que actualmente son muy utilizados, como llamadas, mensajería instantánea, correo electrónico, entre otros, además de proporcionar herramientas administrativas para medir el rendimiento y nivel de producción de los agentes como grabación y monitoreo de llamadas y una variedad de reportes, superando los límites que se habían establecido para los centros de llamadas.

1.3. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

Nuestro proyecto se basa en brindar una solución sencilla y económica de un diseño de un sistema de centro de contacto que utiliza tecnología IP, que nos permite converger diferentes medios de comunicación en una sola red.

Nuestro diseño a diferencia de los otros centros de contacto que cuentan únicamente con agentes locales, propone además agentes remotos que

pueden trabajar desde la comodidad de su hogar o en cualquier otro lugar, lo que implica reducción de costos, mejor desempeño de los agentes y mayor productividad.

Nuestro centro de contacto ofrece una atención personalizada, en la que se integran diversas formas de interactuar con el cliente, por medio de llamadas telefónicas, correos electrónicos, mensajería instantánea, entre otros servicios, que permiten entablar una relación más cercana con el cliente, lo que nos puede asegurar su total satisfacción.

Nuestro sistema está en la capacidad de generar reportes que nos ayudan a monitorear la actividad y productividad de cada uno de los agentes, como de la empresa en general.

1.3.1. OBJETIVO GENERAL

Diseñar un sistema de centro de contacto que cuente con agentes locales y remotos, utilizando tecnología IP.

1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- ✓ Utilizar tecnologías nuevas e innovadoras que fortalecerán el desarrollo de nuestro sistema.
- ✓ Brindar un servicio más personalizado a nuestros clientes por medio de la implementación de aplicaciones como mensajería instantánea y correo electrónico.

- ✓ Estar en la capacidad de atender un promedio de 48 llamadas por agente en un día de trabajo.
- ✓ Lograr atender el 90 por ciento de las llamadas sin necesidad de encolamiento.
- ✓ Ofrecer a nuestros agentes las herramientas necesarias y el ambiente adecuado que les permita rendir con mayor eficiencia.
- ✓ Generar reportes diarios, mensuales y anuales que nos ayuden a llevar un control más detallado para el crecimiento de nuestra empresa.
- ✓ Buscar soluciones de código abierto (Open Source) que sean garantía para nuestro sistema y que nos permitan reducir costos.

1.4. METODOLOGÍA

Aprovechando los beneficios que brinda Elastix, se utilizará el módulo de centro de llamadas y demás funcionalidades que éste proporciona e integra en un solo dispositivo, por lo que el servidor de comunicaciones ya viene con el sistema pre-instalado, listo para conectar y configurar.

Debido a esto, lo primero que debemos hacer es realizar las conexiones físicas necesarias, detalladas en el diagrama de topología de la red, conectando el servicio de Internet, del módem al servidor Endian que hará

de firewall y enrutador a la vez, además de servidor de VPN; éste y los demás dispositivos de la red como servidor de comunicaciones, computadoras de los agentes locales que utilizan softphone, impresoras y teléfonos IP, se conectan al switch o conmutador. Las computadoras de los gerentes y supervisores se conectan a los teléfonos IP con los que cada uno contará.

Las líneas troncales que vienen de la Red Telefónica Pública en un enlace E1, se conectan directamente al servidor de comunicaciones, el cual se encargará de distribuir las proporcionales y eficientemente.

Se configura el servidor de comunicaciones con las respectivas extensiones y los demás módulos que se utilizarán, al igual se realizan las debidas configuraciones en el servidor Endian, para ofrecer los enlaces de VPN a los agentes remotos.

Se realizan las instalaciones correspondientes de los softphones y aplicaciones clientes necesarias en las computadoras de los agentes locales y remotos.

Se realizan las instalaciones correspondientes de las aplicaciones clientes a los gerentes, supervisores y demás personal del centro de contacto, así como también herramientas de reportería y monitoreo del flujo de llamadas en las computadoras de los supervisores.

1.5. LIMITACIONES

El proyecto es de tipo teórico, nos enfocaremos sólo en el diseño del sistema de centro de contacto debido a los costos que demanda la implementación, sin descartar la posibilidad que alguna empresa pueda llevarlo a cabo.

CAPÍTULO 2

FUNDAMENTO TEÓRICO

2.1. VOZ SOBRE IP

2.1.1. DEFINICIÓN Y FUNCIONAMIENTO DE VOIP

Por voz sobre IP (VoIP) o voz mediante Protocolo Internet se entiende al método utilizado para transportar llamadas telefónicas sobre una red IP de datos, ya sea Internet o una red interna de una organización (red de área local, LAN) [1].

Es un sistema conmutado por paquetes que convierte señales de voz en paquetes de datos informáticos como se puede ver en la figura 2.1, esto hace que las compañías consideren utilizar la misma infraestructura de red para mantener aplicaciones de voz y de datos [2].



Figura 2.1. VoIP convierte y separa señales de voz en paquetes de datos informáticos (que por lo general se representan mediante 1s y 0s) [3].

2.1.2. TELEFONÍA IP

La telefonía IP incluye el conjunto completo de servicios habilitados por VoIP. Es una tecnología que permite integrar en una misma red - basada en Protocolo Internet (IP) - las comunicaciones de voz y datos; comunicaciones que, por mucho tiempo, fueron dos mundos completamente diferentes [1].

La telefonía IP al desarrollar una única red encargada de cursar todo tipo de comunicación, ya sea de voz, datos o video, se denomina red convergente o red multiservicios, que une muchas de las localidades de una organización, incluyendo a los trabajadores móviles conectados remotamente, dentro de una sola red como se muestra en el diseño de la figura 2.2. Esto posibilitará reducir costos, al utilizar las redes de datos para efectuar las llamadas telefónicas y así desarrollar una única red

que se encargue de transmitir todo tipo de comunicación, ya sea vocal o de datos [4].

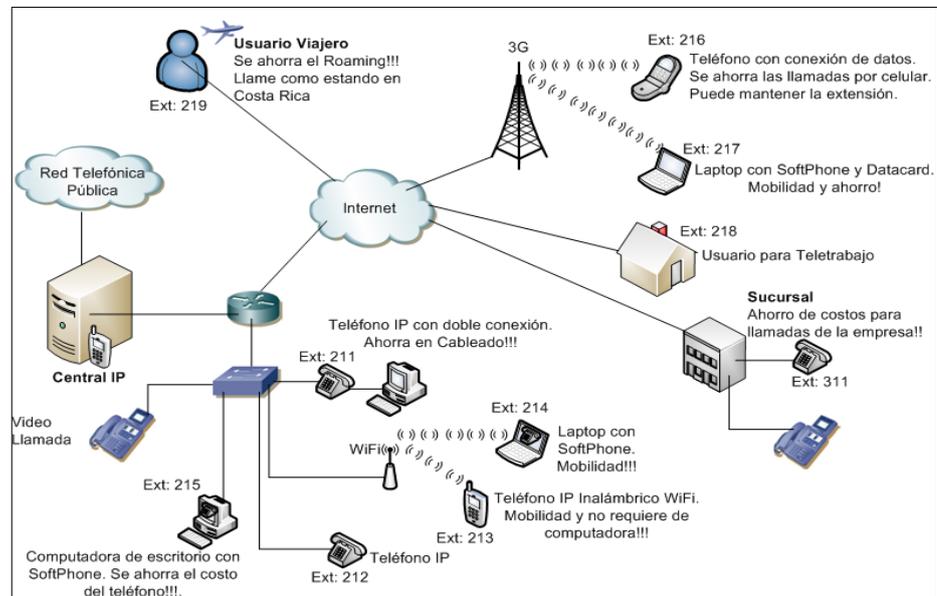


Figura 2.2. Solución de Telefonía IP [5].

2.1.3. ¿COMO FUNCIONA LA TELEFONÍA IP?

Los pasos de una llamada a través de Internet por medio de la telefonía IP son: conversión de la señal de voz analógica a digital y compresión de la señal a Protocolo de Internet (IP) para su transmisión en forma de datos. En el receptor se realiza el proceso inverso para poder recuperar de nuevo la señal de voz analógica.

Cuando hacemos una llamada telefónica por IP, nuestra voz se digitaliza, se comprime y se envía en paquetes de datos IP. Estos paquetes se envían a través de internet a la persona con la

que estamos hablando. Cuando alcanzan su destino, son ensamblados de nuevo, descomprimidos y convertidos en la señal de voz original [2].

2.1.4. VENTAJAS DE LA TELEFONÍA IP

- La primer ventaja y tal vez la más importante es la reducción de costos, las empresas pueden optimizar recursos y reducir costos a través de la simplificación de la infraestructura de comunicaciones al utilizar una misma red para la transmisión de datos y de la voz, además de mejorar su productividad con la utilización de aplicaciones posibles con la Telefonía IP.
- Ahorro en llamadas, con VoIP uno puede realizar una llamada desde cualquier lado que exista conectividad a Internet, por lo que las comunicaciones no dependerán de la duración de la llamada, sino más bien por el precio de mercado del proveedor de Internet.
- Permite movilidad, el acceso al servicio telefónico a través de un acceso a Internet no sólo reduce los costos de tráfico sino que permite el uso de la línea personal desde cualquier punto en el que exista una conexión a Internet.

- Integración de las diferentes sedes, ubicaciones remotas, trabajadores móviles de la red corporativa en un sistema unificado de telefonía, proporcionando comunicaciones gratuitas entre ellos y con gestión centralizada.
- Reducción del abono telefónico, para el usuario común este sistema reduce los costos de las llamadas (hasta un 74%), cuyo precio depende del mercado pero no del tiempo de conexión, así donde antes cabía una conversación ahora caben 10, lo cual reducirá las tarifas para el usuario final.
- Acceso a nuevas y mejores funcionalidades, la convergencia entre voz y datos en la que se basa la telefonía IP abre la puerta al desarrollo de aplicaciones vía software que permiten al usuario acceder a funcionalidades de telefonía avanzada hasta ahora inaccesibles en la telefonía tradicional. Funciones como el filtro de llamadas, IVR, el buzón de voz en el e-mail, o la integración con la agenda del gestor de correo electrónico son una realidad para cualquier usuario de telefonía IP [6][7].

2.1.5. COMUNICACIONES UNIFICADAS

Los sistemas de comunicaciones unificadas ofrecen más funciones y beneficios que la voz sobre IP, ya que admiten

funciones como la mensajería unificada (los faxes, correo electrónico y correo de voz se entregan todos en la misma bandeja de entrada), los centros de atención y manejo de contactos integrados y conferencias multimedia con voz, datos y vídeo; a un nivel superior al utilizar tecnologías SIP (Protocolo de inicio de sesión), junto con soluciones de movilidad, con el fin de reducir costos, ofrecer mayor flexibilidad y eficiencia, incrementar la productividad y unificar y simplificar todas las formas de comunicación, con independencia del lugar, tiempo o dispositivo, como se muestra en la figura 2.3 [1].



Figura 2.3. Comunicaciones Unificadas incrementan la productividad, integran las diferentes oficinas y ubicaciones remotas de la red corporativa [8].

2.1.6. ESTÁNDARES DE VOIP

Un estándar de telecomunicaciones es un conjunto de normas y recomendaciones técnicas que regulan la transmisión en los sistemas de comunicaciones [9].

ITU e IETF son las principales empresas que están desarrollando protocolos para la telefonía e interoperación en internet con la PSTN [10].

2.1.6.1. IETF

Fuerza de Trabajo de la Ingeniería en Internet(IETF), es una gran comunidad internacional abierta de diseñadores de redes, operadores, vendedores e investigadores interesados en la evolución de la arquitectura de internet y el buen funcionamiento de internet.

La misión de la IETF es hacer que internet funcione mejor mediante producción de alta calidad, documentos técnicos pertinentes que influyen en la forma de que la gente diseña, usa y maneja internet.

2.1.6.2. ITU

La ITU, Unión Internacional de Telecomunicaciones, es el organismo oficial más importante en materia de estándares en telecomunicaciones y está integrado por tres sectores o comités: el primero de ellos es la ITU-T (antes conocido como CCITT, Comité Consultivo Internacional de Telegrafía y Telefonía), cuya función principal es desarrollar bosquejos técnicos y estándares

para telefonía, telegrafía, interfaces, redes y otros aspectos de las telecomunicaciones. El segundo comité es la ITU-R (antes conocido como CCIR, Comité Consultivo Internacional de Radiocomunicaciones), encargado de la promulgación de estándares de comunicaciones que utilizan el espectro electromagnético, como la radio, televisión UHF/VHF, comunicaciones por satélite, microondas, etc. El tercer comité ITU-D, es el sector de desarrollo, encargado de la organización, coordinación técnica y actividades de asistencia [9] [10].

2.1.7. PROTOCOLOS DE VOIP

2.1.7.1. H.323

H.323 es un estándar de ITU para la transmisión de audio, video y datos a través de una red IP, incluyendo Internet, es utilizado comúnmente para Voz sobre IP (VoIP, Telefonía de Internet o Telefonía IP) y para videoconferencia basada en IP. No garantiza una calidad de servicio, y en el transporte de datos puede, o no, ser fiable; en el caso de voz o vídeo, nunca es fiable. Los elementos de una red basada en H.323 son: terminal,

puerta de enlace, gatekeeper¹ y unidad de control multipunto (MCU) [11], como se muestra en el esquema de la figura 2.4.

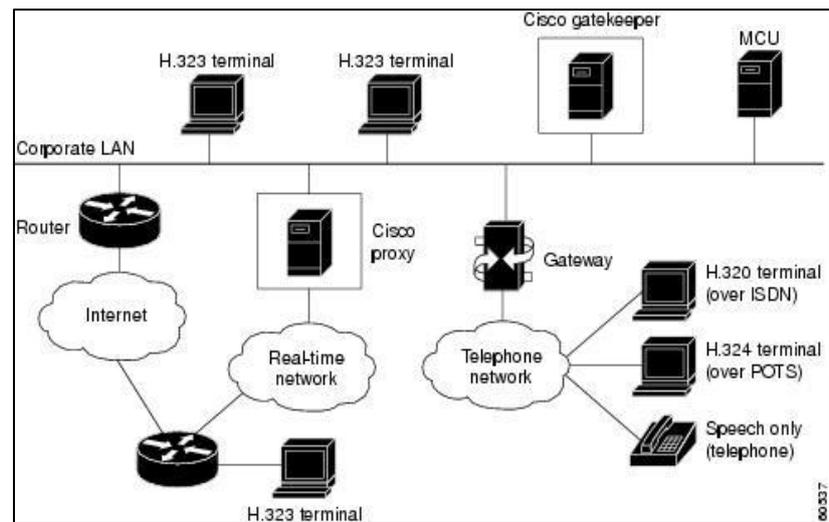


Figura 2.4. Red basada en H.323 [12].

2.1.7.2. MGCP

MGCP o también conocido como IETF 2705, es un protocolo de control de dispositivos, utilizado por Controladores de Puerta de Enlace de Media (MGC) para controlar una o más Puertas de Enlace de Media (MG), MGCP está basado en un diseño maestro/esclavo, donde una puerta de enlace esclavo (MG) es controlado por un maestro (MGC) [11].

¹**Gatekeeper:** Programa de Telefonía IP multiplataforma, según la recomendación H.323 cumple con las funciones de traducción de direcciones, control de admisiones, control de ancho de banda, entre otras.

MGCP utiliza un modelo cliente-servidor (lo que lo diferencia del resto de los protocolos VoIP), de tal forma que un teléfono necesita conectarse a un controlador antes de conectarse con otro teléfono, como se ve en la figura 2.5 [13].

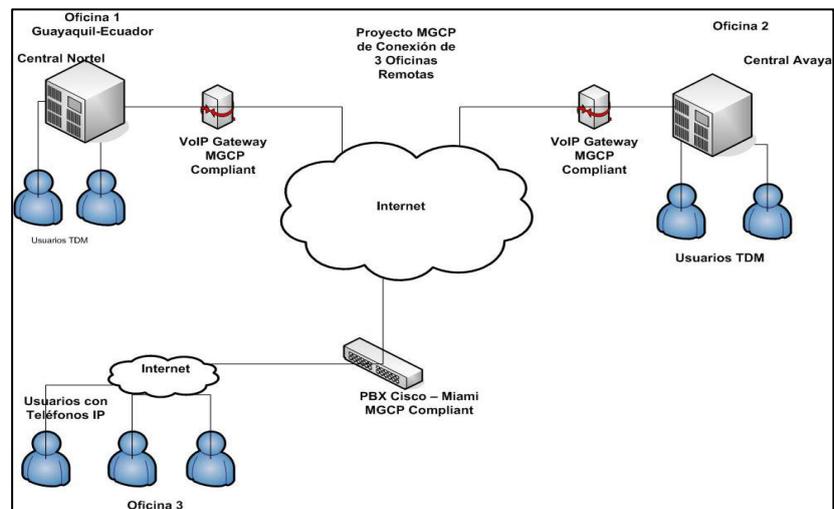


Figura 2.5. Diseño de red que utiliza MGCP [14].

2.1.7.3. IAX

El protocolo IAX corresponde a Inter-Asterisk eXchange Protocol, como indica su nombre fue diseñado como un protocolo de conexiones VoIP entre servidores Asterisk.

La versión actual es IAX2 ya que la primera versión de IAX ha quedado obsoleta, utiliza como protocolo de transporte UDP, y tanto la información de señalización como los datos viajan conjuntamente (a diferencia de

SIP) y por tanto lo hace menos proclive a problemas de NAT [15].

2.1.7.4. SIP

Protocolo de Inicio de Sesión (SIP) o también conocido como la IETF RFC 2543, es un protocolo de señalización que controla la inicialización, modificación y terminación de interacción de sesiones multimedia. Las sesiones multimedia pueden ser tan diversas como llamadas de audio o video entre dos o más partes, sesiones de chat, o sesiones de juego. Las extensiones de SIP han sido también definidas para mensajería instantánea y notificación de eventos. SIP es un protocolo basado en texto similar a HTTP y SMTP.

SIP es un protocolo punto a punto, lo que significa que las capacidades de la red tanto como el enrutamiento de llamadas y la administración de sesiones están distribuidos a lo largo de todos los nodos (incluyendo terminales y servidores de red) dentro de la red SIP.

Comparando SIP con los protocolos nombrados anteriormente, tenemos entre las razones por las que lo preferimos que, éste fue desarrollado con una perspectiva a

Internet, diseñado para ser escalable sobre Internet y trabajar utilizando el conjunto completo de utilidades y funciones de Internet, lo que lo diferencia de H.323 que por su diseño e implementación refleja sus bases en PSTN, utilizando codificación binaria y la reutilización de partes de la señalización ISDN. SIP es un protocolo basado en texto como HTTP y SMTP, mientras que H.323 usa mensajes ANS.1 con codificación binaria, aunque esto resulte en mensajes más pequeños, le da más complejidad a la implementación. Además debido a que el protocolo H.323 trabaja en conjunto con un grupo de protocolos, al momento de realizar cualquier modificación es difícil desligar la interacción con los otros subprotocolos, mientras que para SIP no es así, por lo que puede interactuar con cualquier protocolo que lleve a cabo calidad de servicio, acceso de directorio, etc.

Por otro lado, podemos decir que una ventaja de IAX2 es que la señalización y el flujo de datos y de audio viajan multiplexados por el mismo canal, reduciendo el uso de ancho de banda por lo que evita problemas de NAT, sin embargo esto elimina la posibilidad de utilizar servidores proxy para las llamadas, obligando que el flujo de audio

RTP tenga que pasar por el servidor, incrementando notablemente los costos por transferencia de datos del servidor. Por el contrario, la utilización de un servidor Proxy SIP en un escenario VoIP nos da la posibilidad de manejar miles de llamadas sin tener la carga del flujo de datos RTP de la llamada.

Y por último tenemos que el protocolo MGCP, es un protocolo de control de dispositivos, usado por los elementos de control de llamadas, para controlar y gestionar los dispositivos multimedia. Mientras que SIP es un protocolo de control de llamadas, utilizado para establecer llamadas entre los dispositivos de control de llamadas.

En vista de que SIP y H.323 tienen algunas similitudes en el modo de operación y se puede decir que son los protocolos más utilizados, realizamos en la parte de Anexo A un cuadro para comparar detalladamente sus características principales en la tabla 2.1.

Debido a que durante el desarrollo de nuestro proyecto vamos a utilizar SIP para la administración de las sesiones multimedia, profundizaremos en describir la

arquitectura y funcionamiento de los sistemas que lo utilizan [11].

2.1.7.4.1. COMPONENTES SIP

Los puntos en una sesión son llamados Agentes del Usuario (UAs). Un agente del usuario puede funcionar en uno de los siguientes roles:

- **Cliente de Agente del Usuario (UAC):**
Aplicación cliente que inicia los requerimientos SIP, envían peticiones SIP.
- **Servidor de Agente del Usuario (UAS):**
Aplicación de servidor que contacta al usuario cuando se recibe una petición SIP y que retorna una respuesta en nombre del usuario.

Por lo general, un punto final SIP es capaz de funcionar tanto como UAC o UAS, pero sólo funciona como uno u otro por transacción [16].

Cada usuario puede tener varios agentes del usuario, por ejemplo, puede tener agentes del usuario independientes para el teléfono de su oficina, de su casa, su móvil y su computadora

multimedia. Se asocia una dirección SIP con cada agente del usuario [10].

Los componentes físicos de una red SIP se pueden agrupar en dos categorías: clientes y servidores. La figura 2.6 ilustra la arquitectura de una red SIP [16].

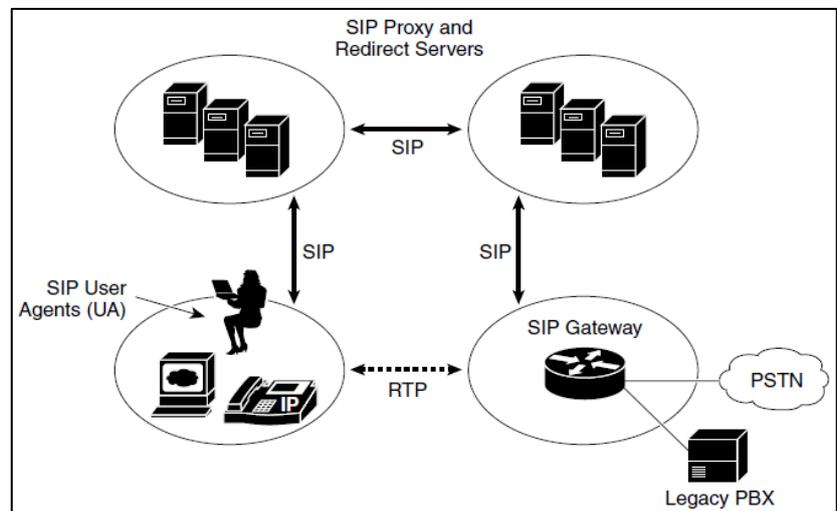


Figura 2.6. Arquitectura de una Red SIP [16].

- **Clientes SIP:**

- **Teléfonos:** Pueden actuar como un UAS o UAC. Softphones (PCs que tienen instaladas capacidades de teléfono) y teléfonos IP.
- **Puertas de Enlace:** Proporciona control de llamadas. Las puertas de enlace proporcionan muchos servicios, el más común es la función

de traducción entre los puntos finales de conferencia SIP y otros tipos de terminales.

- **Servidores SIP:**

- **Servidor Proxy:** El servidor Proxy es un dispositivo intermedio que recibe las peticiones SIP desde el cliente y luego reenvía las peticiones en nombre del cliente.
- **Servidor de Redirección:** Provee al cliente información sobre el siguiente salto o saltos que un mensaje debe tomar y luego el cliente contacta el servidor del próximo salto o al UAs directamente.
- **Servidor de Registro:** Procesa peticiones desde UACs para registrar su ubicación actual. Servidores de Registro son a menudo co-ubicados con un servidor de redirección o servidor proxy [16].
- **Servidor de Localización:** Es utilizado por un servidor Proxy o un servidor de desvío para adquirir información sobre una posible localización del usuario llamado.

2.1.7.4.2. DIRECCIONAMIENTO

Aunque los servidores proxy, los servidores de redirección y registradores pueden entrar en una transacción SIP, sólo los usuarios y los agentes de usuario tienen direcciones SIP. Los servidores SIP (como proxy, de redirección y registradores) sólo se identifican por las direcciones IP y los puertos TCP/UDP, por defecto escuchan en los puertos TCP y UDP 5060, pero pueden utilizar cualquier número de puerto.

Las direcciones SIP también conocidas como Localizadores Universales de Recursos (URL), modeladas después de la RFC 2396 con el título Identificadores Uniformes de Recursos (URI), se identifican como usuario@host, la parte del usuario puede ser un nombre de cualquier usuario o un número de teléfono y la parte del host puede ser un nombre de dominio o una dirección de red, por ejemplo: 2950490@emelnorte.com o xbritto@192.168.100.23.

SIP distingue los puntos finales E.164² (teléfonos) de los puntos finales IP regulares, utilizando los parámetros del usuario en un URL SIP, como por ejemplo, 4199@192.168.1.1:5060; user=phone [10].

2.2. CÓDEC

Códec (codificar-decodificar), es aquel que convierte una señal de audio analógico en un formato de audio digital para transmitirlo y luego convertirlo nuevamente a un formato descomprimido de señal de audio para poder reproducirlo. Esta es la esencia del VoIP, la conversión de señales entre analógico-digital.

Existen diferentes frecuencias de muestreo de la señal en VoIP, esto depende del códec que se esté usando. A continuación se muestran los principales códecs y su respectiva tasa de bits:

- G.711: tasa de bits de 56 o 64 Kbps.
- G.722: tasa de bits de 48, 56 o 64 Kbps.
- G.723: tasa de bits de 5,3 o 6,4 Kbps.
- G.728: tasa de bits de 16 Kbps.
- G.729: tasa de bits de 8 o 13 Kbps.

²E.164 es una recomendación de la ITU que asigna a cada país un código numérico (código de país) usado para las llamadas internacionales.

Entre los códecs más utilizados para VoIP tenemos G.711, G.723.1 y el G.729 (especificados por la ITU-T) [17].

2.3. QOS

Calidad de Servicio (QoS), es simplemente un conjunto de herramientas disponibles para los administradores de red, para hacer cumplir ciertas garantías de que un nivel determinado de servicio será proporcionado a ciertas clases de tráfico [18].

2.3.1. FACTORES QUE INTERVIENEN EN LA CALIDAD DE SERVICIO

2.3.1.1. JITTER

Jitter se define técnicamente como la variación en el tiempo de llegada de los paquetes, causada por congestión de la red, pérdida de sincronización o por las diferentes rutas tomadas por los paquetes para llegar a su destino. El jitter entre el punto inicial y final de la comunicación debe ser inferior a 100 ms.

POSIBLES SOLUCIONES:

La solución más adoptada es la utilización del Jitter Buffer, que consiste básicamente en asignar una pequeña cola o almacén para ir recibiendo los paquetes y enviarlos continuos una vez ya recibidos, aunque con un pequeño

retraso que sería el tiempo de espera que se da para ir recibiendo los paquetes en el buffer.

2.3.1.2. LATENCIA

Latencia se define técnicamente en VoIP como el tiempo que tarda un paquete en llegar desde la fuente (origen) hasta el destino, debido a que pueden permanecer en largas colas o por tomar una ruta más larga para llegar a su destino con el fin de prevenir la congestión de la red. La latencia o retardo entre el punto inicial y final de la comunicación debe ser inferior a 150 ms.

POSIBLES SOLUCIONES:

Muchas veces depende de los equipos por los que pasan los paquetes. Se puede intentar reservar un ancho de banda de origen a destino o señalar los paquetes con valores de TOS(Tipo de Servicio) para intentar que los equipos sepan que se trata de tráfico en tiempo real y lo traten con mayor prioridad.

Si el problema de la latencia está en nuestra propia red interna podemos aumentar el ancho de banda o velocidad del enlace o priorizar esos paquetes dentro de nuestra red.

2.3.1.3. PERDIDA Y DESORDEN DE LOS PAQUETES

La pérdida de paquetes se puede dar por la imposibilidad de entregarlos al receptor debido a que su buffer (cola de entrada) está lleno. Además la pérdida de paquetes también se produce por descartes de paquetes que no llegan a tiempo al receptor debido al congestionamiento de la red.

Sin embargo la voz es bastante predictiva y si se pierden paquetes aislados se puede recomponer la voz de una manera bastante óptima. El problema es mayor cuando se producen pérdidas de paquetes en ráfagas.

La pérdida de paquetes máxima admitida para que no se degrade la comunicación deber ser inferior al 1%, pero es bastante dependiente del códec, una pérdida del 1% degrada más la comunicación si se usa el códec G.729 en vez del G.711.

POSIBLES SOLUCIONES:

Para evitar la pérdida de paquetes una técnica muy eficaz en redes con congestión o de baja velocidad es no transmitir los silencios. Si solo transmitimos cuando haya información audible liberamos bastante los enlaces y evitamos fenómenos de congestión.

Además en VoIP se puede utilizar PLC, Ocultación por Pérdida de Paquetes, que es una técnica que nos ayuda a minimizar el efecto de la pérdida y desorden de paquetes. Si un paquete no se ha perdido, sólo ordena los paquetes según el orden definido en cada uno, en caso de pérdida del paquete trata de replicarlo, según el patrón de los últimos paquetes recibidos predice el paquete que debería seguir y que se ha perdido. Se debe de tener en cuenta que el códec G.711 no hace PLC, en cambio el G.729 y G.723 si lo hacen.

2.3.1.4. ECO

El eco se produce por un fenómeno técnico que es la conversión de 2 a 4 hilos de los sistemas telefónicos o por un retorno de la señal que se escucha por los altavoces y regresa por el micrófono. El oído humano es capaz de detectar el eco cuando su retardo con la señal original es igual o superior a 10 ms.

POSIBLES SOLUCIONES:

En este caso hay dos posibles soluciones para evitar este efecto tan molesto.

- **Supresores de eco:** Consiste en evitar que la señal emitida sea devuelta, convirtiendo por momentos la línea full-duplex en una línea half-duplex.
- **Canceladores de eco:** Sistema por el cual el dispositivo emisor guarda la información que envía en memoria y es capaz de detectar en la señal devuelta la misma información (tal vez atenuada y con ruido). El dispositivo filtra esa información y cancela esas componentes de la voz, requiere mayor tiempo de procesamiento.

2.3.2. NIVELES DE QOS

2.3.2.1. MEJOR ESFUERZO

Este servicio de mejor-esfuerzo ocurre cuando la red realiza todos los intentos posibles para entregar un paquete a su destino. Este tipo de servicio no garantiza que el paquete llegará a su destino.

2.3.2.2. SERVICIOS INTEGRADOS

Este modelo proporciona aplicaciones con un nivel de servicio garantizado mediante la negociación de parámetros de red de extremo a extremo. Las aplicaciones solicitan el nivel de servicio necesario para funcionar correctamente y confiar en el mecanismo de QoS para reservar los recursos

necesarios de la red antes de que la aplicación comience su transmisión.

2.3.2.3. SERVICIO DIFERENCIADO

Servicio diferenciado incluye un conjunto de herramientas de clasificación y mecanismos de encolamiento para proporcionar ciertos protocolos o aplicaciones con una cierta prioridad sobre otro tráfico de red [18].

2.4. SERVIDORES DE COMUNICACIONES

Un servidor de comunicaciones cuenta con una solución completa de comunicación y transmisión de voz, datos y video, que permite ir incorporando funcionalidades tales como sistemas de mensajería unificada, respuesta interactiva de voz (IVR) con acceso a bases de datos, tecnologías para CRM, todo lo que signifique administración inteligente de recursos de voz. Además, disminuye costos al combinar la voz y los datos en una misma red que puede ser centralizada Existen dos tipos de servidores de comunicaciones: Licenciados y Código Abierto.

2.4.1. LICENCIADOS

2.4.1.1. AVAYA IP OFFICE

Avaya IP Office es una plataforma modular de comunicaciones unificadas que brinda a las empresas en

crecimiento una solución completa para telefonía, mensajería, redes, llamadas en conferencia, gestión de clientes y comunicaciones unificadas [19].

2.4.1.2. CISCO CALLMANAGER

Administrador de Comunicaciones Unificadas de Cisco (CUCM), es un software basado en un sistema de tratamiento de llamadas y telefonía sobre IP, desarrollado por Cisco Systems.

El software Cisco CallManager se embarca como una suite de aplicaciones y utilerías de voz, incluyendo una consola de atención, una aplicación de conferencias ad-hoc basado únicamente en software, la herramienta de administración masiva BAT, la herramienta de Análisis y Reportes CDR, la herramienta de monitoreo en tiempo real (RTMT), un sencillo auto-contestador [20].

2.4.1.3. ALCATEL OMNIPCX

Alcatel OmniPCX Office diseñado por Alcatel e-Business Networking Division para Pequeña y Mediana Empresa (PYME). Es un servidor listo para trabajar, que integra Datos, Internet y Voz en un único sistema, para proporcionar el servicio más completo de la forma más sencilla posible.

Además, es extremadamente modular, trae todas las aplicaciones integradas y pre-configuradas, se basa en estándares, lo que significa que está abierto a una amplia gama de aplicaciones. Como resultado, Alcatel OmniPCX Office satisface todas las necesidades de su cliente y se puede adaptar al entorno ya existente [21].

2.4.2. OPEN SOURCE

2.4.2.1. TRIXBOX

Trixbox es una distribución del sistema operativo GNU/Linux, basada en CentOS, que tiene la particularidad de ser una central telefónica (PBX) por software basada en la PBX de código abierto Asterisk. Como cualquier central PBX, permite interconectar teléfonos internos de una compañía y conectarlos a la red telefónica convencional (RTB - Red telefónica básica).

TrixBox incluye características como creación de extensiones, envío de mensajes de voz a e-mail, llamadas en conferencia, menús de voz interactivos y distribución automática de llamadas. Los protocolos con los cuales trabaja pueden ser SIP, H.323, IAX, IAX2 y MGCP [22].

2.4.2.2. SIPX ECS

SipXecs es una solución modular de comunicaciones escalable para empresas de todos los tamaños. Proporciona una alta disponibilidad SIP de enrutamiento integrado en el núcleo con un conjunto cada vez mayor de servicios de comunicaciones todo ello gestionado a través de una aplicación de gestión basada en web unificada. SipXecs ofrece servicios de telefonía PBX integrados con la mensajería instantánea, contestador automático, conferencia y permite el uso de herramientas de comunicación avanzadas como video llamada [23].

2.4.2.3. ELASTIX

Elastix es un software de código abierto para el establecimiento de comunicaciones unificadas. Pensando en este concepto el objetivo de Elastix es el de incorporar en una única solución todos los medios y alternativas de comunicación existentes en el ámbito empresarial. Algunas de las características básicas de Elastix incluyen:

- Correo de Voz.
- Fax-a-email.
- Soporte para softphones.

- Interface de configuración Web.
- Sala de conferencias virtuales.
- Grabación de llamadas.
- Identificación del llamante.
- CRM.
- Reportación avanzada.

Elastix es una herramienta empresarial de código abierto distribuida bajo la licencia GPLv2. Fue creado y es permanentemente desarrollado por Palo Santo Solutions.

Elastix fue la primera distribución en incluir un módulo de Centro de Llamadas de código abierto con marcador predictivo. El cual puede manejar campañas entrantes y salientes. Algunas de sus características son:

- Consola de agente.
- Reportación avanzada. integración con CRM (basados en Web Service).
- Capacidad de conexión a bases de datos como Oracle, MSSQL, Mysql y Postgresql.

LLAMADAS SALIENTES

- Genera llamadas desde un listado de teléfonos.
- Las llamadas son asignadas a los agentes para intercomunicar con los clientes
- El operador recibe información del usuario y las ingresa a la base de datos a través de formularios.

LLAMADAS ENTRANTES

- El Centro de Llamadas recibe llamadas y se las asigna a los agentes a través de colas
- Se puede alimentar una base de números telefónicos y clientes para conocer quien está generando la llamada y brindar una mejor atención al cliente.

REPORTES

Elastix puede generar una gran cantidad de reportes entre los cuales tenemos: detalle de llamadas, llamadas por hora y por agente, tiempo en espera, tiempo de inicio y cierre de sesión, llamadas entrantes, reporte general de tiempo conexión de agentes por día y reporte de troncales usadas por hora en el día [24].

2.5. CENTRO DE CONTACTO

2.5.1. DEFINICIÓN Y FUNCIONAMIENTO DE UN CENTRO DE CONTACTO

Un centro de contactos es una oficina centralizada, en la cual son atendidos diferentes tipos de requerimientos de un sin número de usuarios. Los centros de contactos fueron creados con el propósito de recibir y transmitir un amplio volumen de gestiones, las cuales se pueden realizar por canales adicionales a las líneas telefónicas, tales como mensajería instantánea, correos electrónicos, mensajes de texto, mensajes multimedia, video-llamadas, entre otros.

Los requerimientos que llegan a un centro de contacto pueden ser atendidos por un grupo pequeño o grande de agentes dependiendo de las necesidades de la empresa como se muestra en la figura 2.7. Los agentes deben contar con la capacidad y medios necesarios para poder atender eficientemente todo tipo de requerimiento de los diferentes usuarios.



Figura 2.7. Centro de Contacto [25].

2.5.2. CARACTERÍSTICAS DE UN CENTRO DE CONTACTO

- Enrutamiento de llamadas basado en habilidades, manejo de reportes (llamadas realizadas, perdidas, etc.) y manejo de múltiples canales de contacto (medios para brindar servicio al cliente, usando la misma tecnología).
- Uso de pantallas que muestran en tiempo real el comportamiento del Centro de Contacto, así como herramientas de manejo de reportes históricos.
- Uso de aplicaciones multimedia como CTI (Integración de Telefonía Informática) que permite al agente identificar al cliente con una base de datos y darle una respuesta rápida.

- Combinando la Telefonía IP es posible tener agentes remotos que se encuentren geográficamente dispersos.
- Empleo de softphones por medio de la PC para soportar comunicaciones de convergencia de voz y datos.
- Posibilidad de manejo de llamadas entrantes y salientes.
- Grabación de llamadas.
- Sistemas de Gestión de Relaciones con el Cliente (CRM) para sus agentes con la finalidad de dar soporte a las interacciones con los clientes.
- Interacción de facilidades multimedia (llamadas entrantes, salientes y comunicaciones vía Web).
- Sistemas de Repuesta de Voz Interactiva(IVR) para automatizar las llamadas de ventas, servicio y soporte técnico, proporcionando a los clientes acceso a los servicios ofrecidos las 24 horas.[26]

2.5.3. VENTAJAS Y DESVENTAJAS DE IMPLEMENTAR UN CENTRO DE CONTACTO

VENTAJAS:

- Los Centros de Contacto ofrecen alternativas que optimizan el contacto con sus clientes, haciendo posible una atención más personalizada mediante la integración de tecnologías avanzadas, incrementando su productividad y eficiencia, adelantándonos a sus necesidades y detectando, al mismo tiempo nuevas oportunidades de negocio.
- Reduce los costos operativos asociados al servicio al cliente, ofreciendo la utilización de canales más económicos (correo electrónico, internet). Al mismo tiempo evita las ineficiencias generales al gestionar aisladamente los diferentes canales.
- Podemos identificar a nuestro cliente de forma individual, diferenciarlo del resto y ajustarnos a su perfil.
- Ofrecer una protección con respecto a la responsabilidad o quejas del cliente, gracias al seguimiento y elaboración de informes sobre todos los tipos de contactos.

DESVENTAJAS:

- Una de las desventajas es la pérdida de competitividad del mercado. Cuestiones como las amenazas macro-económicas y la sensación de incertidumbre de lo que va a pasar el día de mañana hace que se pierda competitividad frente a otros países.
- Otra de las desventajas es la necesidad de disponer de diferentes canales que satisfagan las necesidades de cada cliente.

2.5.4. SISTEMAS DE REPORTE DE CENTROS DE CONTACTO

Los sistemas de reportes permiten el acceso instantáneo a información estadística e histórica de la productividad del Centro de Contacto y los niveles de servicio que ofrece.

2.5.5. CONSIDERACIONES DE SERVICIOS REMOTOS EN LOS CENTROS DE CONTACTO

Una mejora fundamental de los Centros de Contacto modernos es la posibilidad de incluir agentes remotos, mejorando productividad y costos de manera radical, formando un verdadero centro de contacto distribuido. Estos agentes cuentan con las mismas herramientas que los agentes locales, cuentan con la

posibilidad de ser grabados, monitoreados y reportados, utilizando simplemente una conexión a internet.

Algunos de los beneficios al utilizar agentes remotos en centros de contacto son:

- Ahorro en costos de operación y mantenimiento.
- Menor rotación de personal. Muchas personas que pueden trabajar desde su casa, tienen problemas para trasladarse por cuestiones de tráfico, horario o costos de transporte.
- Control de oficinas remotas.
- Agentes de mejor nivel. Muchos agentes de mejor nivel estarían dispuestos a trabajar por menor salario a cambio de una mejor calidad de vida y tiempo con su familia [26].

2.6. AGENTES REMOTOS

2.6.1. DEFINICIÓN

Los agentes remotos son agentes que pueden trabajar y desempeñar su papel como empleados de la empresa sin necesidad de estar físicamente en la oficina, sino más bien desde cualquier lugar geográfico cercano o distante a la empresa, países vecinos o incluso en otro continente.

Este seleccionado grupo del personal de la empresa recibe la misma capacitación y deberá desarrollar las mismas tareas que un agente, que trabaja localmente.

2.6.2. AGENTES REMOTOS CON VOIP

Sin la tecnología IP hablar de agentes remotos sería una idea algo absurda ya que el eje principal de los agentes remotos es el desarrollo de dicha tecnología pues es la que me permite contratar un número de líneas y dirigirla a cualquiera de mis agentes sin necesidad de estar instalándole una línea en particular para cada agente que lo único que lograría es que mis costos se eleven considerablemente. Con la tecnología IP es posible ubicar a un agente en cualquier lugar geográfico y asignarle una línea dirigida por medio de enlaces VPN que garantizara la conectividad con el resto de la empresa.

2.6.3. IMPLICACIONES DE DISEÑO DE CENTRO DE CONTACTOS CON SERVICIOS REMOTOS

Uno de los aspectos más importantes a tomar en cuenta en la implementación de un centro de contactos con agentes remotos, es el manejo y requerimiento del ancho de banda, tanto de subida como de bajada que requerirá el enlace de una VPN para

garantizar un ininterrumpido flujo de datos y una buena calidad en la transmisión de voz.

Otra de las cosas importantes para esta implementación es la seguridad con la que viajaran los datos por medio de la red pública ya que hay que recordar que los datos viajaran a través del Internet donde cualquier persona que se encuentra en el medio lo puede leer, cambiar o robar según su beneficio. Para ello el cliente que brinda el servicio de VPN ofrece una seguridad avanzada y estricta para los datos.

2.7. RED PRIVADA VIRTUAL (VPN)

2.7.1. DEFINICIÓN

Una red privada virtual (VPN), es una tecnología que permite construir una red privada dentro de una infraestructura de red pública, tal como la red mundial de Internet. Las empresas pueden usar redes privadas virtuales para conectar en forma segura oficinas y usuarios remotos a través de accesos a Internet económicos proporcionados por terceros, en vez de costosos enlaces WAN dedicados o enlaces de marcación remota de larga distancia, un alto nivel de seguridad mediante seguridad IP (IPsec) cifrada o túneles VPN de Capa de Conexión Segura (SSL) y tecnologías de autenticación. Estas tecnologías protegen

los datos que pasan por la red privada virtual contra accesos no autorizados. A continuación podemos observar un ejemplo de VPN en la figura 2.8 [27].

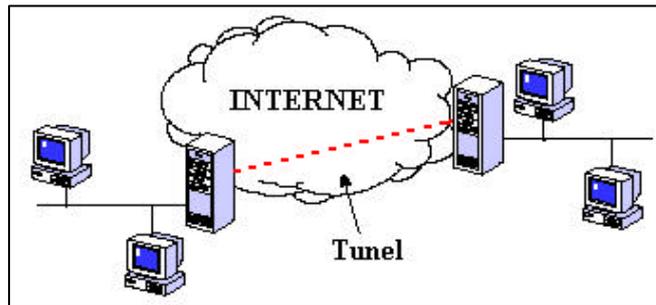


Figura 2.8. Estructura de una Red Privada Virtual [27].

2.7.2. COMO FUNCIONA UNA VPN

Millones de enrutadores a nivel mundial se encuentran interconectados para permitir el paso de datos e información de todo tipo a todas las partes del mundo, uno de los grandes problemas del Internet es cuando una persona logra penetrar la seguridad de uno de los enrutadores por donde viajan los datos o información importante haciendo las veces de hacker (en este caso man-in-the-middle), como se muestra en la figura 2.9.

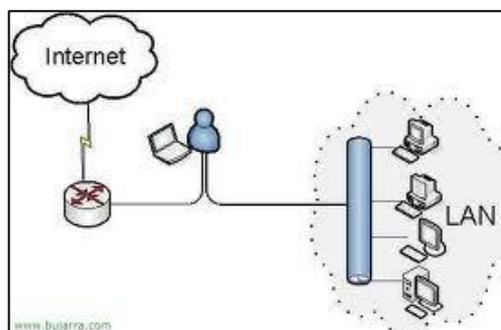


Figura 2.9. Ataque Man-in-the-middle. [28]

Esta persona estará en la libertad de robar o cambiar parte o toda la información a su conveniencia si así lo requiere pues una vez eludida la seguridad no habrá nada más que se lo impida.

Aquí está el porqué de la gran acogida de las VPNs. Una VPN crea un canal o túnel de gran seguridad a través del Internet que permite la comunicación entre dos estaciones ubicadas en lugares diferentes como se observa en la figura 2.10.

Las VPNs son una tecnología Cliente-Servidor lo que quiere decir que habrá un servidor que brinde el servicio de VPN y clientes que utilizan ese servicio. Este servidor estará ubicado en la oficina que brindará los servicios de la red. Una vez configurado el servidor VPN y al asignarle a éste una dirección IP, los clientes deberán ingresar esa misma dirección IP y adicional a eso requerirán un dominio, usuario y una contraseña para establecer la comunicación de manera segura. Lo demás será transparente para los usuarios de la red.

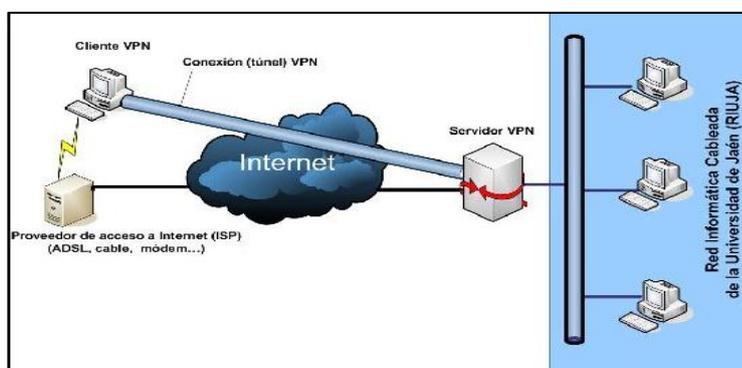


Figura 2.10. Túnel creado por una VPN [27].

2.7.3. VENTAJAS DE UNA VPN

SEGURIDAD

- Los paquetes viajan a través de infraestructuras públicas (Internet) en forma encriptada y a través del túnel de manera que sea prácticamente ilegible para quien intercepte estos paquetes.
- Provee encriptación y encapsulación de datos de manera que hace que estos viajen codificados y a través de un túnel. Generando túneles de comunicación seguros con otras redes o usuarios remotos.

ADMINISTRACIÓN

- Cada usuario que se conecta puede tener un número de IP fijo asignado por el administrador, lo que facilita algunas tareas como por ejemplo mandar impresiones remotamente, aunque también es posible asignar las direcciones IP dinámicamente si así se requiere.

FACILIDAD DE USO

- Facilidad para los usuarios con poca experiencia para conectarse a grandes redes corporativas transfiriendo sus datos de forma segura.

- Se puede comunicar con múltiples servidores VPN.

ESCALABILIDAD

- VPN es muy exhaustiva y ofrece una potente funcionalidad y una escalabilidad inherente, que permite integrar distintas tecnologías y migrar sin problemas de las infraestructuras heredadas a la tecnología de nueva generación.

COSTOS

- Ahorran grandes sumas de dinero en líneas dedicadas o enlaces físicos, debido a que VPN utiliza a Internet como medio, por lo que resulta una opción más económica para los usuarios. Ya que reduce los costos de interconexión de una empresa [27].

2.7.4. SOLUCIONES VPN

2.7.4.1. PPTP

Protocolo de Túnel Punto a Punto (PPTP), proporciona seguridad básica con encriptación de 128 bits y velocidades altas y fiables. Es fácil de configurar porque está integrado en la mayoría de los sistemas operativos de equipos de

escritorio, portátiles y tablets. PPTP es una buena elección si la velocidad y la facilidad de uso son lo más importante.

2.7.4.2. L2TP/IPSEC

Al igual que PPTP, L2TP (Protocolo de Túnel de Capa 2) con IPsec (Seguridad IP) está integrado en la mayoría de los dispositivos de escritorio, portátiles y tablets. L2TP/IPsec ofrece encriptación de 256 bits y encapsula los datos en ambos extremos de la conexión, asegurando la integridad de los datos. Sin embargo, la seguridad suplementaria necesita más proceso de la CPU.

2.7.4.3. OPENVPN

OpenVPN es el protocolo de VPN recomendado para ordenadores de escritorio, incluyendo Windows, Mac OS X y Linux. Ofrece la mejor seguridad y rendimiento, aunque en general no lo soportan los dispositivos móviles. OpenVPN proporciona una encriptación de 256 bits y es extremadamente rápido y fiable, incluso en redes con una latencia alta y en largas distancias [27].

CAPÍTULO 3

DISEÑO

3.1. 1º FASE: AUDITORÍA DE LA RED

En esta fase vamos a realizar una auditoría de la red definida en nuestro diseño del sistema de centro de contactos, comenzaremos describiendo la organización del personal, para luego describir cada uno de los dispositivos necesarios para su implementación.

3.1.1. ORGANIZACIÓN DEL CENTRO DE CONTACTOS

En la figura 3.1 se muestra el organigrama del personal en el que se encuentra basado nuestro diseño del centro de contactos.



Figura 3.1. Organigrama del Centro de Contacto

3.1.2. REQUERIMIENTOS DE LA RED

A continuación detallaremos los requerimientos necesarios para una correcta implementación de nuestra red según la topología que hemos diseñado en la tabla 3.1.

EQUIPOS	REQUERIMIENTOS
1 Servidor de Comunicaciones	Comunicaciones unificadas, convergencia de redes
1 Endian	Firewall Router Servidor de VPNs
1 Switch	Mínimo 14 puertos de red
12 Ordenadores	Funciones básicas: <ul style="list-style-type: none"> • Interacción con el usuario • Correo electrónico • Softphone • Herramientas utilitarias
5 Teléfonos IP	5 líneas en espera Pantalla LED

24 Diademas Para Call Center	Diademas ajustables con micrófono y auriculares
------------------------------	---

Tabla 3.1. Equipos necesarios para la implementación de la red y sus características requeridas.

3.2. 2º FASE: SELECCIÓN DE TECNOLOGÍA

En esta fase especificaremos detalladamente la tecnología propuesta para la implementación del centro de contactos, es decir, el hardware de todos los dispositivos citados en la fase anterior, así como el software necesario para cumplir con los objetivos de nuestro diseño.

3.2.1. DESCRIPCIÓN DE SOFTWARE

3.2.1.1. SOFTWARE DEL SERVIDOR DE COMUNICACIONES

Nuestro servidor de comunicaciones, Elastix, tiene un sistema operativo CentOS, una popular distribución Linux orientada a servidores. Implementa gran parte de su funcionalidad sobre cuatro programas muy importantes como son Asterisk, Hylafax, OpenFire y Postfix. A continuación hablaremos sobre los principales programas de Elastix:

- **ASTERISK**



Asterisk es un programa de software libre (bajo licencia GPL) que proporciona funcionalidades de una

central telefónica (PBX). Reconoce muchos protocolos

VoIP como pueden ser SIP, H.323, IAX y MGCP. Asterisk puede interoperar con terminales IP actuando como un registrador y como puerta de enlace entre ambos.

- **FREEPBX**



Es una interfaz gráfica de usuario controlada y manejada por Asterisk, para la administración de una central IP, además puede mantener las bases de datos de usuarios y extensiones, un plan de marcado de llamadas entrantes y salientes, IVR, operadora automática, gestión de llamadas entrantes según horario y fecha, distribución de llamadas, sistema de colas y agentes, monitorización de llamadas, sistema de mensajería vocal, música en espera, sala de conferencias, grabación de llamadas, entre otras.

- **OPENFIRE**



Es un sistema de mensajería instantánea GPL, hecho en java y que utiliza el protocolo XMPP, que nos permite un servidor propio de mensajería, en el cual se puede administrar usuarios, compartir archivos, auditar

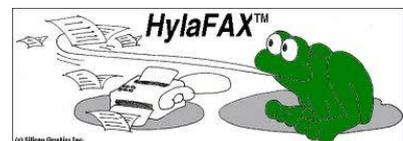
mensajes, mensajes offline, mensajes broadcast, grupos, etc.



Como aplicación cliente utilizaremos Kopete, que es una aplicación de código abierto para mensajería instantánea, flexible y extensible, puede comunicarse con protocolos como ICQ, AIM, IRC, Jabber, Windows Live Messenger y Yahoo! Messenger, cuenta con la capacidad de utilizar varias cuentas de servicios múltiples y soporte para cámara web.

- **HYLAFAX**

Es un sistema para enviar y recibir faxes. Está



implementado con una arquitectura cliente-servidor por lo que los fax-módems pueden estar en un equipo de red que puede recibir los faxes que se han de enviar desde el resto de clientes de la red.

- **POSTFIX**

Es un servidor de correo de software libre, un programa informático para el



enrutamiento y envío de correo electrónico, creado con la

intención de que sea una alternativa más rápida y fácil de administrar.

En conjunto con el servidor PostFix utilizaremos Thunderbird como aplicación cliente, que será instalada en cada una de las computadoras de nuestro personal.



Thunderbird es uno de los mejores gestores de correo electrónico fundado por Mozilla que hay en el mercado, debido a que es una aplicación que utiliza el lenguaje de interfaz XUL, es multiplataforma, sencilla, amigable y gratuita.

- **Sistemas de CRM**

Los sistemas de CRM, Administración de las Relaciones con el Cliente, se refieren a aquellas aplicaciones que las empresas utilizan para administrar todos los aspectos de sus encuentros con los clientes, Elastix cuenta con dos programas de CRM, vTigerCRM y SugarCRM.



- **OSLEC**

Es un anulador de eco basado en software libre de alto rendimiento [29].

3.2.1.2. SOFTWARE DE SEVIDOR VPN Y FIREWALL

Debido a las ventajas que nos brinda la integración de varios servicios en un solo dispositivo, y su bajo costo en el mercado por ser una solución código abierto, hemos escogido para nuestro diseño un servidor Endian.



Endian es una distribución de seguridad de Linux, convierte a cada sistema en un dispositivo seguro, con todas las funciones de gestión unificadas de amenazas (UTM). Entre las características que incluye tenemos:

- **FIREWALL**

Protege la red contra los ataques de Internet mientras provee acceso apropiado a los recursos dentro y fuera de la red.

- **VPN (SSL/ IPSEC)**

Es una solución simple y segura para proveer acceso remoto a los empleados o conexiones múltiples a las oficinas cuando sea necesario.

Endian ofrece dos soluciones VPN que son IPsec y OpenVPN, ésta es la que hemos escogido debido a su seguridad y alto rendimiento, en la tabla 3.2 del Anexo B se muestra un cuadro comparativo de las diferentes soluciones VPN y las razones por las que se decidió trabajar con esta solución.

- **ANTIVIRUS Y PREVENCIÓN DE INTRUSOS (IPS)**

Detecta y previene infecciones que llegan a la puerta de enlace desde Internet o el tráfico de correo.

Protege los recursos de la red contra ataques maliciosos, hackers y amenazas internas o externas por medio del sistema de inspección y prevención de paquetes.

- **MULTI-WAN**

Hace de la red más confiable conectando múltiples conexiones de Internet. Sirve para darle redundancia a la red en caso de que falle un enlace se utiliza otro enlace,

o si ese no es el caso, se pueden utilizar los enlaces simultáneamente.

- **CALIDAD DE SERVICIO (QOS)**

Controla el ancho de banda utilizable de la red y da prioridad a las aplicaciones como VoIP, web, correo electrónico y otras para asegurar su alto rendimiento.

- **REPORTES**

Permite observar el historial de reportes en tiempo real de todos los tráficos importantes de red, incluyendo reportes del uso de la red diaria, semanal y mensualmente [30].

3.2.1.3. SOFTPHONE



sfl[phone]
The open-source
enterprise-class
softphone for GNU/Linux

SFLphone es un softphone de código abierto compatible con SIP/IAX2y que está

disponible para la gran mayoría de las distribuciones de Linux como Debian, openSUSE, Fedora, Mandriva y Ubuntu.

Su interfaz es amigable y fácil de utilizar lo que permitirá que cualquiera de los agentes esté en la capacidad de utilizar esta herramienta sin complicaciones.

Entre las características más importantes tenemos:

- SIP y IAX compatible.
- Número ilimitado de llamadas.
- Grabación de llamadas.
- Transferencia de llamada.
- Llamada en espera.
- Varias conferencias de audio (desde la versión 0.9.7).
- Códecs de audio compatibles: G711u, G711a, GSM, Speex (8, 16, 32 kHz), CELT, G.722.
- Múltiples cuentas SIP.
- Mensajería instantánea.
- Historial de llamadas más función de búsqueda.
- Detección de silencio con audio códec Speex.
- Servidor central que ofrece gratis una cuenta SIP / IAX.
- Notificación de escritorio: número de correo de voz, llamada entrante, mensajes de información.

En la figura 3.2 se muestra la interfaz gráfica del softphone que hemos seleccionado [31].

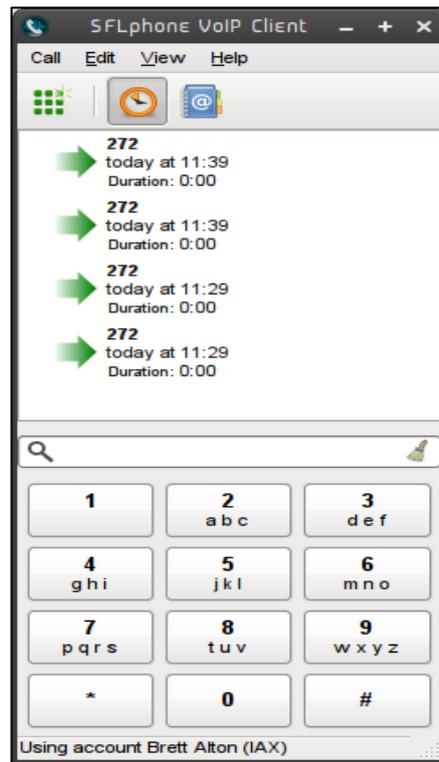


Figura 3.2. Interfaz de softphone SLFphone [31].

3.2.2. DESCRIPCIÓN DE HARDWARE

3.2.2.1. SERVIDOR DE COMUNICACIONES

En las figuras 3.3 y 3.4 se muestra el servidor de comunicaciones que hemos elegido.



Figura 3.3. Parte delantera del Servidor de Comunicaciones ELX-3000 [32].



Figura 3.4. Parte posterior del Servidor de Comunicaciones ELX-3000 [32].

Elastix ELX-3000 viene implementado con un completo servidor de comunicaciones basado en un popular e innovador software de Elastix, solución ideal para pequeñas y medianas empresas y soluciones VoIP integrados que soportan más de 250 extensiones y 60 llamadas congruentes análogas o digitales.

- ELX-3000 es fácil de transportar y de dar mantenimiento. Su carcasa es metálica iluminada y bien ventilada. Este diseño viene con puertos de lectura USB que se pueden expandir por medio de un banco de canales.
- Mide únicamente 17" de ancho y 12" de profundidad que permitirá entrar fácilmente en un rack estándar de 19" y ocupa sólo el 1.5" del espacio disponible del rack.
- Este servidor fue diseñado para consumir menos de 90 Watts de poder bajo condiciones normales.
- El dispositivo ELX-3000 viene precargado con la última versión estable de Elastix Appliance Software.

- Cuenta con capacidad de expansión para un gran rango de aplicaciones usando puertos PCI, o USB con bancos de canales. Permite la administración de tarjetas analógicas FXO/FXS y tarjetas digitales E1/T1 [32]. En la figura 3.5 se puede observar una tarjeta Digium con puertos E1/T1.



Figura 3.5. Tarjeta Digium TE121P Puede seleccionar entre T1 (24-channel), E1 (30-channel), o J1 (24-channel) [33]

3.2.2.2. SERVIDOR VPN, ROUTER Y FIREWALL

Para el control de seguridad y conectividad por medio de VPN, hemos escogido un hardware que integra ambos requerimientos, Endian UTM Mercury, el cual además podría actuar como un enrutador, el cual se muestra en la figura 3.6.

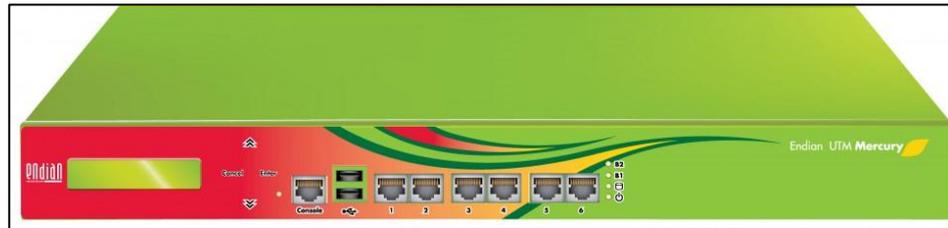


Figura 3.6. Endian UTM Mercury [30]

Cuenta con un moderno y llamativo diseño, en el que incluye una pantalla LED, varios puertos Ethernet que pueden ser expandibles al igual que los puertos USB que se encuentran el parte delantera y posterior, como se puede observar en las figuras 3.7 y 3.8. Puede ser administrado por medio de un puerto de consola.

Endian es una solución para pequeñas y medianas empresas, ya que el número sugerido de requerimientos que puede atender es de 10 a 100 usuarios. Además soporta hasta 500000 conexiones concurrentes y ofrece una velocidad de 55 Mbps para VPN [30].

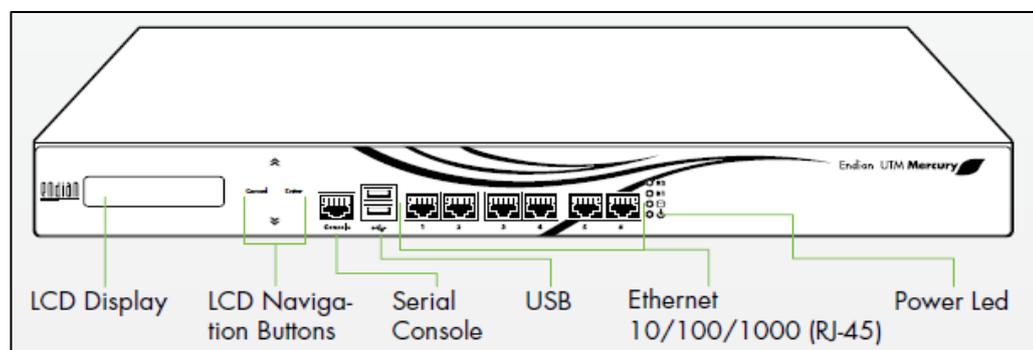


Figura3.7. Parte posterior del Endian UTM Mercury [30].

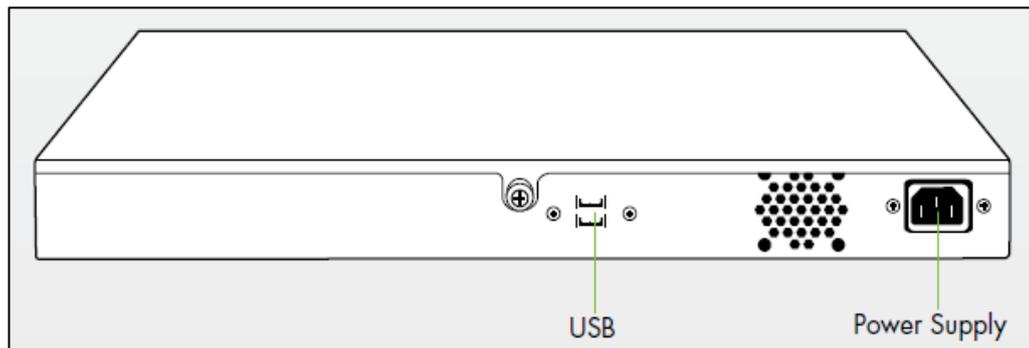


Figura 3.8. Parte posterior del Endian UTM Mercury [30].

3.2.2.3. ORDENADORES

Pensando en reducción de costos, utilizaremos, para los agentes locales, ordenadores con un sistema operativo eficiente, amigable, de fácil manejo pero sobre todo open source; un disco duro de capacidad media ya que los requerimientos de almacenamiento no son muy altos para nuestros agentes; un procesador de doble núcleo y la cantidad de memoria RAM necesaria para utilizar aplicaciones básicas que ofrezcan a nuestros clientes una muy buena atención

Mientras que los agentes remotos utilizarán sus propios ordenadores desde sus puntos de trabajo y con las características que ellos prefieran siempre y cuando respondan a los requerimientos de la red.

3.2.2.4. SWITCH

El switch Cisco SF200-24P es un switch inteligente y con un precio asequible, que ofrece funciones básicas de administración, seguridad y calidad de servicio y con una interfaz web de usuario fácil de utilizar.

Con 24 puertos, éste switch de la serie 200 de Cisco ha sido probado para ofrecer alta disponibilidad y rendimiento, cuenta con alimentación a través de puertos Ethernet o Gigabit Ethernet, ofrece funciones básicas de seguridad, soporta VLANs, soporta IPv6, incluye funciones de calidad de servicio (QoS) para dar prioridad a los servicios sensibles a retrasos, está diseñado para ser ecológico sin afectar su rendimiento en la red. En la figura 3.9 podemos observar el switch que se ha seleccionado [34].



Figura 3.9. Switch Cisco SF200-24P [34].

3.2.2.5. TELEFONOS IP

El modelo de teléfonos IP que hemos seleccionado es Cisco SPA508G, mostrado en la figura 3.10.

Sus principales funciones y características son:

- Teléfono IP de 8 líneas.
- Pantalla gráfica monocromada retroiluminada.
- Altavoz full dúplex y alta calidad sonora HD Voice.
- Cuenta con dos puertos Ethernet.
- Se puede energizar por medio del puerto Ethernet.
- Música de espera.
- Transferencia de llamadas.
- Conferencia a tres.
- Puesta en espera y puesta fuera de cola, rellamada automática.
- Bloqueo de llamadas anónimas [35].



Figura 3.10. Teléfono IP Cisco SPA508G 8-Líneas [35].

3.2.2.6. DIADEMAS PARA AGENTES

La diadema Plantronics Blackwire C320-M que se muestra en la figura 3.11, cuenta con controles en línea que facilitan la respuesta y finalización de llamadas desde el ordenador, control del volumen y función mute. Ligera de metal tiene un resistente diseño y proporciona un ajuste cómodo y seguro, mientras que el ecualizador dinámico exclusivo optimiza la calidad de sonido y modifica los ajustes sobre la marcha para crear un sonido excepcional en voz [36].



Figura 3.11. Diadema Plantronics Blackwire C320-M [36].

3.3. 3º FASE: DISEÑO DE SOLUCIÓN

3.3.1. TOPOLOGÍA DE LA RED

En la figura 3.12 se puede observar el diseño de la red que se ha desarrollado para el Sistema de Centro de Contacto.

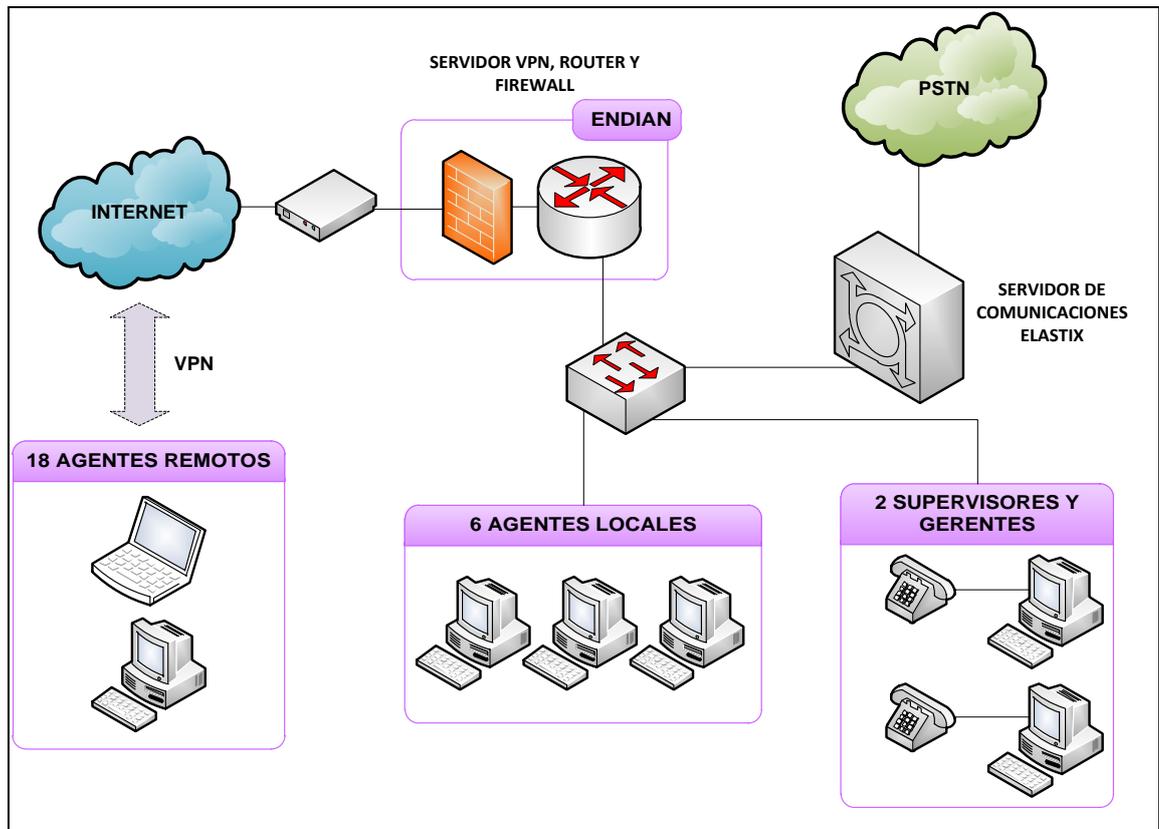


Figura 3.12. Topología del Sistema de Centro de Contacto

3.3.2. CÁLCULOS

Los siguientes parámetros fueron considerados como punto de partida en el diseño de nuestra red:

- 85% de tiempo hablando.
- 7 minutos de tiempo promedio de duración de llamada.
- 80% de resolución de problema en una sola llamada (1 call resolution).
- 8 horas de trabajo/ 20 días laborables.

- 24 agentes.

Describiremos los cálculos teóricos realizados y sus respectivos resultados:

$$0,85(85\% \text{ tiempo hablando}) \times 8(\text{horas laborables}) = \mathbf{6,8 \text{ horas}}$$

$$6,8 \text{ horas} \times \frac{60 \text{ minutos}}{1 \text{ hora}} = 408 \text{ minutos}$$

$$\frac{408 \text{ min}}{7 \text{ min}(\text{duración de llamada})} = \mathbf{58 \text{ llamadas/agente al día}}$$

$$58 \times 0,80 (80\% \text{ de solución en una llamada}) = 46$$

$$46 \times 20 (\text{días laborables}) \times 24 (\text{agentes}) = \mathbf{22.080 \text{ clientes atendidos al mes}}$$

Según estos cálculos tenemos que el tiempo promedio en el que cada agente se encuentra hablando con los clientes en el día es de 6,8 horas de las 8 horas laborables, dando un promedio de 58 llamadas diarias atendidas.

Para garantizar un buen nivel de servicio, hemos definido que los agentes se enfoquen en lograr que los problemas de los clientes puedan ser solucionados en una sola llamada, lo que representaría que cada llamada es un cliente diferente atendido, por lo que del promedio de 58 llamadas diarias recibidas, si consideramos que en un 80% los problemas de los clientes son

solucionados en una sola llamada, podemos decir que se atendería a un promedio de 22.080 clientes en el mes.

A continuación describiremos los cálculos realizados mediante herramientas de cálculo de tráfico para centro de contacto, mostrados en las figuras 3.13 y 3.14:

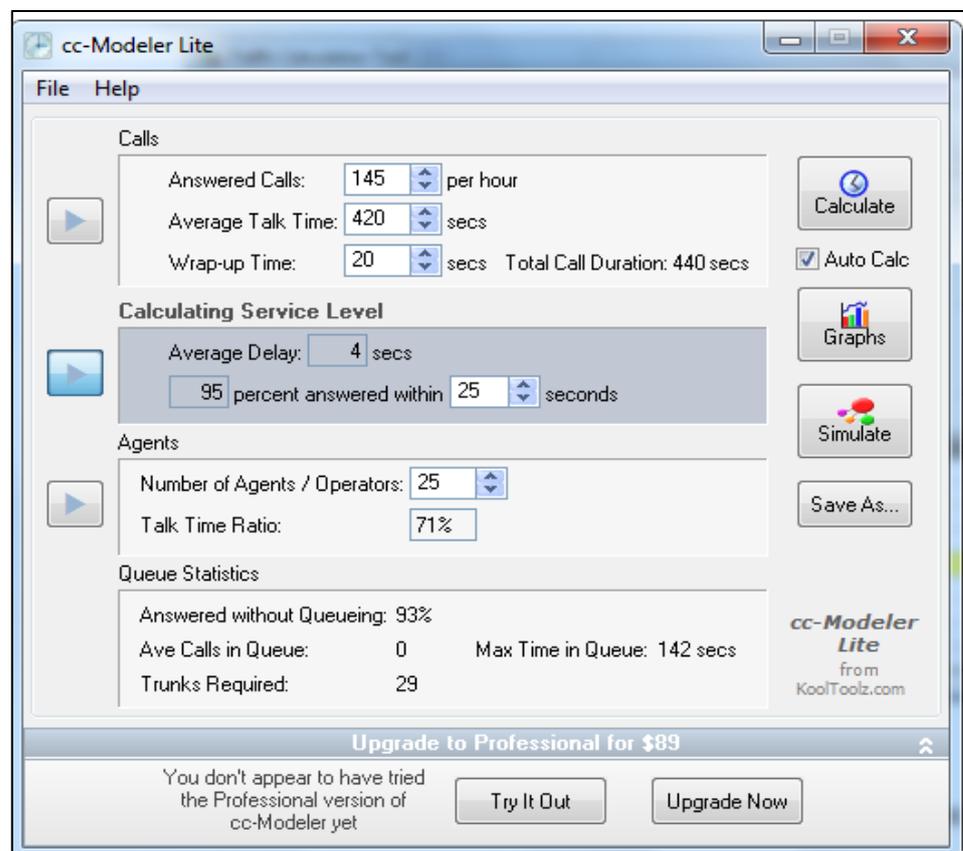


Figura 3.13. Calculadora cc-modeler

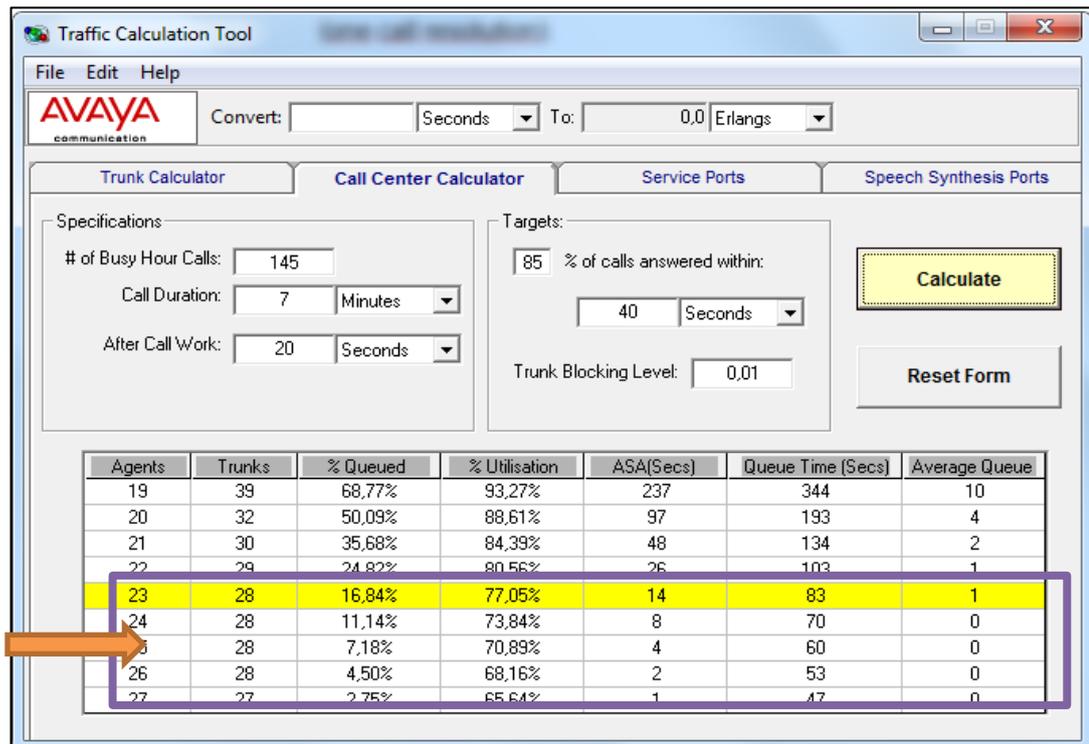


Figura 3.14. Calculadora de tráfico de la red de Avaya

Según los cálculos desarrollados teóricamente y los realizados mediante las calculadoras y analizando los resultados obtenidos hemos definido que nuestro sistema de centro de contacto se basará en lo siguiente:

- Contaremos con 25 agentes (6 locales, 18 remotos y 2 supervisores que contestarán llamadas a medio tiempo para aumentar la productividad del centro de contactos).
- Tiempo promedio de duración de cada llamada es de 7 minutos.

- Tiempo requerido por un agente después de finalizar una llamada es de 20 segundos.
- 29 troncales requeridas.
- Un promedio de 145 llamadas concurrentes en hora pico.

Para calcular el ancho de banda mínimo necesario para una buena transmisión de voz se deben tener en cuenta los codificadores que se van a utilizar, aunque el servidor de comunicaciones Elastix soporta transcoding, los siguientes cálculos se realizaron con el códec G.711 para la comunicación en la red LAN y el códec g.729 para los enlaces VPN, ya que son los códecs con los que se va a preferir trabajar.

El ancho de banda o tasa de transferencia de datos se mide en bits por segundo (bps) y se calcula por medio de la siguiente ecuación:

$$AB = \text{Tamaño del paquete} * \text{Paquetes por segundo}$$

Donde el tamaño total del paquete se calcula sumando los bits de la cabecera de capa 2, en este caso el sistema Ethernet crea una sobrecarga de 18 bytes en la cabecera del paquete; más los bits de la cabecera IP/UDP/RTP que son en total 40 bytes: 20 bytes de IP, más 8 bytes de UDP y más 12 bytes de RTP; y por último

más el tamaño de la carga útil que para el códec G.729 es de 20 bytes y para el códec G.711 es de 160 bytes.

Tamaño del paquete para G.729= $18 + 40 + 20 = 78$ bytes

Tamaño del paquete para G.711= $18 + 40 + 160 = 218$ bytes

El número de paquetes por segundo (PPS) se obtiene dividiendo la velocidad del códec o tasa de bits que para el códec G.729 es de 8Kbps y para el G.711 es de 64 Kbps; para el tamaño de carga útil respectiva.

PPS G.729= $8.000 \text{ bits} / (20 \text{ bytes} * 8)$

PPS G.729= $8.000 \text{ bits} / 160 \text{ bits} = 50 \text{ bits}$

PPS G.711= $64.000 \text{ bits} / (160 \text{ bytes} * 8)$

PPS G.711= $64.000 \text{ bits} / 1280 \text{ bits} = 50 \text{ bits}$

Finalmente se tiene que:

AB G.729= $(78 \text{ bytes} * 8) * 50 = \mathbf{31,2 \text{ Kbps por llamada}}$

AB G.711= $(218 \text{ bytes} * 8) * 50 = \mathbf{87,2 \text{ Kbps por llamada}}$

Si tenemos un total de 30 llamadas concurrentes, debido a las 30 líneas troncales que se tienen por medio de la E1, se tiene que el ancho de banda total necesario es:

AB Total G.729= 31,2 Kbps * 30= **936 Kbps**

AB Total G.711= 87,2 Kbps * 30= **2,6 Mbps**

3.4. 4º FASE: ALCANCE Y LIMITANTES DEL DISEÑO

De acuerdo con la topología de la red y las características de los dispositivos, nuestro centro de contactos ofrecerá los siguientes servicios:

- Grabación de llamadas.
- Correo de voz.
- Cancelación de eco integrado.
- IVR configurable y flexible.
- Reportes de llamadas.
- Visor de faxes integrados con PDF.
- Servicio de mensajería instantánea.
- Servicio de correo electrónico.
- Videoconferencia

Nuestro centro de contactos contará con 25 agentes entre locales y remotos que podrán ofrecer la misma calidad de servicio sin importar la ubicación geográfica.

Cada agente está en la capacidad de contestar un promedio de 48 llamadas dentro de las 8 horas del día de trabajo sumando un total de 24000 llamadas atendidas al mes, en las que están incluidos los 20 segundos de tiempo para ingresar en el sistema los reportes de cada llamada una vez finalizada la misma y los 7 segundos de tiempo promedio de velocidad de respuesta (ASA). Luego de los 20 segundos el agente debe estar disponible para contestar la siguiente llamada.

Cada llamada atendida tiene un promedio máximo de duración de 7 minutos, en los cuales el agente debe estar en la capacidad de resolver eficientemente los requerimientos del cliente, tratando de solucionar su problema en una sola llamada para aumentar y garantizar la productividad de nuestro centro de contacto, cumpliendo con el objetivo de brindar un 80% de requerimientos satisfactoriamente resueltos en una sola llamada (one call resolution) y así lograr atender 19200 clientes en un mes.

Nuestro centro de contacto está en la capacidad de atender el 93% de las llamadas sin necesidad de esperar ser atendidas, en caso de que todos los agentes se encuentren ocupados las llamadas entrarán en un

proceso de encolamiento en el que esperarán un tiempo promedio máximo de 90 segundos, luego del cual comenzarán a ser atendidas en el orden de llegada cuando un agente se encuentre disponible.

Para poder cumplir con los requerimientos de nuestros clientes necesitaremos 29 líneas troncales que nos proporcionará nuestro proveedor de telefonía por medio de una línea E1 que contiene 32 canales digitales, de los cuales 30 son para transmisión de voz y 2 para señalización. Lo que nos permitirá atender un promedio de 145 llamadas en hora pico, teniendo en cuenta que un 85% de llamadas sean atendidas dentro de 40 segundos.

3.5. 5º FASE: ARCHIVO DE CARACTERÍSTICAS DE DISEÑO

3.5.1. CARACTERÍSTICAS DEL SERVIDOR DE COMUNICACIONES ELASTIX

ELASTIX ELX 3000	
PUERTOS ANALOGICOS	Hasta 24
PUERTOS DIGITALES	Hasta 4 E1/T1/J1
RANURAS DE EXPANSION PCI	2
EXTENSIONES (SIP/IAX)	Hasta 250
LLAMADAS CONCURRENTES	80
PROCESADOR	1,8 GHz Dual Core
MEMORIA RAM	4 GB
DISCO DURO	500 GB
RAID	RAID 1 bajo demanda
CONTROLADOR RAID	No

INTERFAZ DE RED	10/100/1000 Mbps
VOLTAJE DE OPERACION	120/240V
SISTEMA OPERATIVO	Elastix 32 bits
DIMENSIONES(AxAxP)	68mm x 425mm x 304mm
PESO	5,5 Kg
PUERTOS USB	4 en panel posterior

Tabla 3.3. Características del Servidor ELX-3000

3.5.2. CARACTERÍSTICAS DEL HARDWARE DEL SERVIDOR

ENDIAN

ENDIAN UTM MERCURY	
TAMAÑO DE RACK	Rack 19"
FUENTE DE PODER	300 Watt
PROCESADOR	Dual Core
MEMORIA RAM	1.024 MB (DDR2 667MHz)
ETHERNET	6 x GigE (10/100/1000)
DISCO DURO	2 x 160 GB (RAID1)
SISTEMA DE ENFRIAMIENTO	Ventiladores
DIMENSIONES (AxAxP)	44mm x 425mm x 240mm
PESO	3,4 Kg
PANTALLA LCD	Si
RANURAS PCI	-
GARANTIA	12 meses
CERTIFICACIONES	FCC/CE/ROHS

Tabla 3.4. Características del Servidor Endian UTM Mercury

3.5.3. CARACTERÍSTICAS DEL SWITCH

CISCO SF200-24P	
PUERTOS	24 RJ-45

TIPO DE CABLE	UTP CATEGORIA 5
CAPACIDAD EN MILLONES DE PAQUETES POR SEGUNDO (PAQUETES DE 64 BYTES)	6,5 mpps
CAPACIDAD DE CONMUTACION	8,8 Gbps
NUMERO DE VLANS	128
TABLA DE MAC	Hasta 8.000 direcciones MAC
PUERTOS POE	24
PUERTOS RJ-45	24
PUERTOS GIGABIT ETHERNET COMBINADOS (RJ-45 + SFP)	2
DIMENSIONES (AxAxP)	44mm x 440mm x 257mm
PESO	3,45 Kg
MEMORIA FLASH	16 MB
MEMORIA CPU	128 MB
SEGURIDAD	IEEE 802.1X, bloquea y limita cantidad de direcciones MAC, control de tormentas, MD5, prevención de ataque DoS
ADMINISTRACION	Interfaz web de usuario, monitoreo remoto (RMON), DHCP, HTTP, RADIUS, puertos reflejados, TFTP

Tabla 3.5. Características del Switch SF200-24P

3.5.4. CARACTERÍSTICAS DE LOS ORDENADORES

PROCESADOR	i3 3,2 GHz
MEMORIA RAM	2 GB
DISCO DURO	500 GB
MONITOR	Samsung 19"

Tabla 3.6. Características de los Ordenadores

3.5.5. CARACTERÍSTICAS DE LOS TELEFONOS IP

CISCO SPA508G	
LINEAS	8
PANTALLA LCD	128 x 64 pixeles monocromada
SOPORTA POE	SI
CODECS	G.711, G.726, G.729 y G.722
PROTOCOLOS	SIP, SPCP
DIMENSIONES (AxAxP)	212mm x 214mm x 44mm
PESO	0,9 Kg

Tabla 3.7. Características de Teléfono IP Cisco SPA508G

3.6. 6º FASE: ANÁLISIS DE COSTOS

3.6.1. DETALLE DE INVERSIÓN INICIAL

COMPONENTE	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
ORDENADORES			
Flat Panel Samsung 19"	12	107,87	1.294,44
Mainboard Intel Core i3 S1155 GigaLAN	12	57,11	685,32
Procesador i3 3.2 GHz	12	100,54	1.206,48
Disco Duro Samsung 500GB SATA	12	64,47	773,64
DVD Writer LG 22x	12	18,24	218,88
Combo Case Omega M-T-P 600W	12	35,57	426,84
Subtotal Ordenadores			4.605,60
SERVIDOR DE COMUNICACIONES			
Elastix ELX-3000	1	2.803	2.803
Segundo Disco Duro	1	70	70
Licencia Códec G.729	18	10	180
Subtotal Servidor De Comunicaciones			3.053
SERVIDOR PROXY, ROUTER Y FIREWALL			

Endian UTM Mercury	1	2.411,20	2.411,20
Subtotal Servidor Proxy, Router y Firewall			2.411,20
SWITCH			
Cisco SF200-24P	1	320,42	320,42
Subtotal Switch			320,42
DIADEMAS			
Diadema Plantronics BlackWire C320-M	24	39,84	956,16
Subtotal Diademas			956,16
TELEFONOS IP			
Cisco SPA508G 8-Líneas	5	150	750
Subtotal Teléfonos IP			750
IMPRESORAS			
Dell 1355cnw	2	329,25	659,90
Subtotal Impresoras			659,90
CABLEADO ESTRUCTURADO			
Categoría 6	12	200	2.400
Subtotal Cableado			2.400
MUEBLES			
Puesto De Trabajo Con Silla	12	300	3.600
Rack	1	100	100
Subtotal Muebles			3.700
LINEAS TRONCALES			
E1	1	2.016,00	2.016,00
Subtotal Líneas Troncales			2.016,00
SUBTOTAL			20.872,28
IVA 12%			2.504,67
TOTAL			23.376,95

Tabla 3.8. Lista de precios de todos los elementos necesarios para implementar el Sistema de Centro de Contacto.

3.6.2. CALCULO DEL RETORNO DE INVERSIÓN (ROI)

Según el análisis de costos antes detallado, la inversión inicial requerida es de \$20.872,28 sin IVA, la cual se ha separado en tres grupos como equipos de cómputo, cableado e instalación y los muebles de oficina, descritos a continuación en la tabla 3.9, con sus depreciaciones a 3, 3 y 10 años respectivamente.

EQUIPOS DE COMPUTACION				DEPRECIACION ANUAL
C.	DETALLE	P. UNITARIO	P.TOTAL	
12	Ordenadores	383,80	4.605,60	
1	Servidor De Comunicaciones	2.873,00	2.873,00	
1	Servidor Proxy Firewall	2.411,20	2.411,20	
1	Switch	320,42	320,42	
24	Diademas	39,84	956,16	
5	Teléfonos IP	150,00	750,00	
2	Impresoras	329,95	659,90	
TOTAL EQUIPOS DE COMPUTACION			12.576,28	4.192,09
CABLEADO E INSTALACION				DEPRECIACION ANUAL
C.	DETALLE	P. UNITARIO	P.TOTAL	
12	Cableado Estructurado	200,00	2.400,00	
1	Línea Telefónica Digital E1	2.016,00	2.016,00	
1	Rack	100,00	100,00	
18	Licencia Códec G.729	10,00	180,00	
TOTAL INSTALACION			4.696,00	1.565,33
MUEBLES DE OFICINA				DEPRECIACION ANUAL
C.	DETALLE	P. UNITARIO	P.TOTAL	
12	Puesto De Trabajo	300,00	3.600,00	
TOTAL MUEBLES			3.600,00	360,00
TOTAL ACTIVOS FIJOS			20.872,28	6.117,43

Tabla 3.9. Detalle de inversión con las respectivas depreciaciones.

SUELDOS Y BENEFICIOS ANUALES DEL AÑO 2	
SUELDO ANUAL	TOTAL BEN SOC ANUAL
12.600,00	2.931,60
10.080,00	2.406,60
10.080,00	2.406,60
3.780,00	1.094,10
6.300,00	1.619,10
6.300,00	1.619,10
90.720,00	26.258,40
139.860	38.336

Tabla 3.14. Total de sueldos y beneficios anuales del año 2.

APORTACIONES ANUALES AL IESS DEL AÑO 2				
IESS	SECAP	IECE	TOTAL IESS MENSUAL	TOTAL IESS ANUAL
117,08	5,25	5,25	127,58	1.530,90
93,66	4,20	4,20	102,06	1.224,72
93,66	4,20	4,20	102,06	1.224,72
35,12	1,58	1,58	38,27	459,27
58,54	2,63	2,63	63,79	765,45
58,54	2,63	2,63	63,79	765,45
842,94	37,80	37,80	918,54	11.022,48
1.300	58	58	1.416	16.993

Tabla 3.15. Detalle de aportaciones al IESS, tanto mensuales como del segundo año.

DETALLE DE SUELDOS Y BENEFICIOS MENSUALES DEL AÑO 3							
C	DETALLE	SUELDO	DTS	DCS	VACACION	FONDO RESERVA	TOTAL BEN SOC
1	Gerente General	1.103	92	27	46	92	256
1	Gerente Administrativo	882	74	27	37	74	211
1	Gerente De Sistemas	882	74	27	37	74	211
1	Auxiliar De Contabilidad	331	28	27	14	28	96
1	Supervisores	551	46	27	23	46	142

1	Supervisores	551	46	27	23	46	142
24	Agentes	7.938	662	642	331	662	2.296
TOTAL ANUAL		12.238	1.020	803	510	1.020	3.353

Tabla 3.16. Detalle de sueldos y beneficios sociales de cada empleado en el año 3.

SUELDOS Y BENEFICIOS ANUALES DEL AÑO 3	
SUELDO ANUAL	TOTAL BEN SOC ANUAL
13.230,00	3.077,45
10.584,00	2.526,20
10.584,00	2.526,20
3.969,00	1.148,08
6.615,00	1.699,33
6.615,00	1.699,33
95.256,00	27.553,80
146.853	40.230

Tabla 3.17. Total de sueldos y beneficios anuales del año 3.

APORTACIONES ANUALES AL IESS DEL AÑO 3				
IESS	SECAP	IECE	TOTAL IESS MENSUAL	TOTAL IESS ANUAL
122,93	5,51	5,51	133,95	1.607,45
98,34	4,41	4,41	107,16	1.285,96
98,34	4,41	4,41	107,16	1.285,96
36,88	1,65	1,65	40,19	482,23
61,46	2,76	2,76	66,98	803,72
61,46	2,76	2,76	66,98	803,72
885,09	39,69	39,69	964,47	11.573,60
1.365	61	61	1.487	17.843

Tabla 3.18. Detalle de aportaciones al IESS, tanto mensuales como del tercer año.

En el primer año del negocio se tomaron en cuenta los gastos detallados en la tabla siguiente donde están incluidos los gastos por mantenimientos, servicios básicos, arriendo y permisos necesarios para el funcionamiento de la empresa.

Se ha proyectado un aumento del 5% más de cada uno de los gastos del año 1 para el año 2 y un 5% más que los gastos del año 2 para el año 3 incluyendo sueldos, arriendos, servicios básicos, beneficios sociales, etc.

DETALLE	AÑO 0	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3
Sueldos		133.200,00	139.860,00	146.853,00
Beneficios Sociales		25.410,00	38.335,50	40.230,38
Arriendos		6.000,00	6.300,00	6.615,00
Mantenimiento De Local		2.400,00	2.520,00	2.646,00
Suministro		1.200,00	1.260,00	1.323,00
Servicio De Telefonía		3.000,00	3.150,00	3.307,50
Internet		1.200,00	1.260,00	1.323,00
Luz		1.200,00	1.260,00	1.323,00
Agua		480,00	504,00	529,20
Aportes Al IESS		16.183,80	16.992,99	17.842,64
Mantenimiento De Equipos		550,00	577,50	606,38
Permisos De Funcionamiento		500,00	500,00	500,00
Depreciación De Equipos		6.117,43	6.117,43	6.117,43
Inversión Inicial	20.872,28			
Total De Costos Y Gastos Anuales	20.872,28	197.441,23	218.637,42	229.216,52
Ventas (10% Más Que Gastos Anuales)	0	217.185,35	262.364,90	275.059,82
Flujo De Caja	-20.872,28	-1.128,16	42.599,33	88.442,63

Tabla 3.19. Total de gastos realizados durante los 3 primeros años de operación del Sistema de Centro de Contacto.

La suma de todos los gastos del primer año nos da un total de gastos de \$197,441.23 que al dividirlo para los 2'350,080.00 que es el 85% del total de minutos trabajados al año por los 24 empleados de la empresa nos da como punto de equilibrio 0.08 que sería nuestro precio por minuto de trabajo de la empresa.

Horas Laborables	1.632,00
Minutos Laborables Al Año Por Persona	97.920,00
Minutos Laborables Al Año Total Personas	2.350.080,00
Punto De Equilibrio	0,08
Punto De Equilibrio Mas 10%	0,09

Tabla 3.20. Cálculo del valor del minuto de trabajo del Centro de Contacto.

Haciendo ventas con un incremento del 10% más de los gastos realizados en un año, el precio por minuto de trabajo tendría un costo de 0.09 centavos lo que nos aseguraría un total de ingresos por ventas de \$217,185.35, el cual restado al total de gastos del año 1 y al valor de la inversión inicial nos dará como resulta un pérdida de \$1,128.16 para el primer año, valor que será cubierto junto con toda la inversión en el segundo año de trabajo.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

CONCLUSIONES

- 1) Se diseñó un centro de contactos con la capacidad de atender 30 llamadas concurrentes en con un máximo de dos minutos de tiempo de espera.
- 2) Según las funcionalidades del sistema el centro de contacto garantiza un total de 145 llamadas atendidas en hora pico
- 3) El diseño utiliza herramientas y aplicaciones que garantizan una atención más personalizada, brindando varias opciones de comunicación pensando en la comodidad y satisfacción del cliente
- 4) El contar con agentes remotos reduce significativamente los costos de implementación de un centro de contacto ya que, desde cualquiera que sea su lugar de trabajo, los agentes dispondrán de

sus propios equipos a la hora de atender los requerimientos de los clientes.

- 5) Trabajar con equipos que, en la actualidad, integran varias funcionalidades a la vez y que pueden ser utilizados no solo para una tarea específica sino para varias además de asegurar una reducción de costos contribuye a la simplicidad en la estructura de la red.
- 6) La seguridad de la red es uno de los puntos más importantes para un sistema de centros de contactos que cuenta con agentes remotos ya que los datos que suben y bajan del servidor de comunicaciones viajan por medio de una red pública, en este caso el Internet, lo que permitirá a cualquiera que forme parte o se encuentre en esta red pueda utilizar, cambiar o robar información a su conveniencia si esta no se encuentra protegida.
- 7) Las conexiones VPN garantizan la transmisión segura de datos por medio de enlaces dirigidos y la encriptación de paquetes.
- 8) Las soluciones de código abierto proveen las mismas ventajas y funcionalidades que las soluciones licenciadas ofreciendo más opciones a la hora de seleccionar tecnología y pensando en una factible inversión inicial.

- 9) Teniendo en cuenta todos los análisis realizados y un minucioso estudio de la red, ofreciendo un sistema que brinde un servicio de calidad, el monto inicial invertido será de \$20,135.66.
- 10) Según el análisis de costos y los resultados obtenidos en el cálculo del retorno de inversión (ROI) la inversión inicial será recuperada en el segundo año de funcionamiento de la empresa.

RECOMENDACIONES

- 1) Se recomienda tomar en cuenta utilizar sistemas con software libre antes de optar por una solución licenciada, ya que brindan las mismas funcionalidades sin costo alguno.
- 2) Se debe considerar y analizar bien el número de agentes que se utilizará en el sistema, ya que de esto depende directamente la calidad de servicio que se puede ofrecer al cliente.
- 3) Es importante realizar un análisis del requerimiento de ancho de banda de la red, ya que un limitado ancho de banda provocará que cierta información se pierda, los paquetes no lleguen completos y por ende la calidad de voz disminuirá, en especial con los enlaces VPN.
- 4) Se recomienda el uso de equipos que integren diversas funcionalidades a la vez, lo que permitirá que un solo equipo esté

en la capacidad de resolver diferentes requerimientos de la red, además de reducir la complejidad del diseño.

- 5) Se sugiere utilizar aplicaciones y protocolos que brinden una constante seguridad a la red para que los datos que viajan a través de una red pública no puedan ser utilizados por personas ajenas a la empresa.

ANEXOS

ANEXO A: COMPARACIÓN ENTRE LOS PROTOCOLOS DE VOIP SIP Y

H.323

	H.323	SIP
Diseñado por	ITU	IETF
Arquitectura	H.323 cubre casi todos los servicios como capacidad de intercambio, control de conferencia, señalización básica, calidad de servicio, registro, servicio de descubrimiento y más.	SIP es modular y cubre la señalización básica, la localización de usuarios y el registro. Otras características se implementan en protocolos separados.
Endpoints	Terminal/ Gateway	User Agent
Control de llamadas	Gatekeeper	Servidores Proxy, redirección
Compatibilidad con PSTN	Si	Ampliamente
Compatibilidad con Internet	No	Si
Integridad	Pila de protocolos completa	Maneja sólo el establecimiento y terminación de llamada
Señalización de llamadas	Q.931 sobre TCP	SIP sobre TCP o UDP
Formato mensajes	Binario	ASCII
Transporte de medios	RTP/ RTCP	RTP/ RTCP
Llamadas de múltiples partes	Si	Si
Conferencias	Si	No

multimedia		
Direccionamiento	Host o número telefónico	URLs
Terminación de llamadas	Explícita o liberación de TCP	Explícita o terminación de temporizador
Mensajes instantáneos	No	Si
Encriptación	Si	Si
Estado	Distribuido ampliamente	Prometedor

Tabla 2.1. Cuadro comparativo de SIP vs H.323 [107].

ANEXO B: COMPARACIÓN ENTRE SOLUCIONES VPN

	PPTP	L2TP/IPSEC	OPENVPN
Encriptación VPN	128 bits	256 bits	160 bits 256 bits
Sistemas Compatibles	Windows Mac OS X Linux iOS Android DD-WRT	Windows Mac OS X Linux iOS Android	Windows Mac OS X Linux
Compatibilidad	Nativo en la mayoría de los sistemas operativos de dispositivos de escritorio, portátiles y tablets.	Nativo en la mayoría de los sistemas operativos de dispositivos de escritorio, portátiles y tablets.	Compatible con la mayoría de sistemas operativos de ordenadores de escritorio.
Seguridad VPN	Encriptación básica	La máxima encriptación. Comprueba la integridad de los datos y encapsula los datos dos veces.	La máxima encriptación. Autentifica los datos con certificados digitales.
Velocidad de VPN	Rápido debido a la encriptación más baja.	Necesita más proceso del CPU para encapsular los datos dos veces.	Protocolo con mejor rendimiento. Velocidades elevadas, incluso en conexiones con alta latencia y a grandes distancias.
Configuración	Integrado en la mayoría de sistemas operativos. Fácil de configurar.	Se necesita una configuración personalizada.	Se necesita un software fácil de usar. Se debe instalar aplicación cliente.
Estabilidad	Funciona bien	Compatible con	La más fiable y

	en la mayoría de puntos de acceso Wi-Fi, muy estable.	dispositivos NAT.	estable, incluso tras enrutadores inalámbricos, en redes no fiables, y en puntos de acceso Wi-Fi.
Conclusión	PPTP es un protocolo rápido, fácil de usar. Es una buena elección si su dispositivo no soporta OpenVPN.	L2TP/IPsec es una buena elección si su dispositivo no soporta OpenVPN y la seguridad es la prioridad máxima.	OpenVPN es el protocolo recomendado para equipos de sobremesa incluyendo Windows, Mac OS X y Linux. El máximo rendimiento, rápido, seguro y fiable.

Tabla 3.2. Cuadro comparativo entre soluciones VPN.

BIBLIOGRAFÍA

- [1] Telecomunicaciones, Cisco, Diciembre 1984. [En línea]. Disponible: http://www.cisco.com/web/ES/solutions/es/voice_over_ip/index.html.
- [2] Timothy Kelly, "VoIP For Dummies", Indianapolis, Indiana: Wiley Publishing Inc., 2005.
- [3] Telecomunicaciones, Compañía Aldeberan, Noviembre 2002. [En línea]. Disponible: <http://www.aldeberan.com.ec/servicios/voip>.
- [4] Telecomunicaciones, Administración y Consultoría, Quarea ITC, 2003. [En línea] Disponible: http://www.quarea.com/tutorial/que_es_telefonia_IP.
- [5] Telecomunicaciones, Grupo CTS, Consulting And Training Solutions,[En línea]. Disponible: <http://grupocts.com/grupocts/soluciones-3.htm>.
- [6] Telecomunicaciones, VozTelecom, 2003. [En línea]. Disponible: <http://www.voztele.com/voip-telefonía-ip/telefonía-ip/beneficios-telefonía-ip.htm>.

- [7] Telecomunicaciones, Servicios Informáticos, Grupo Unetcom, Febrero 2004. [En línea]. Disponible:
http://www.grupounetcom.com/tienda/download/Ventajas_de_la_Telefonia_VOIP.pdf.
- [8] Telecomunicaciones, KRH Consulting, S.A. de C.V., 2000. [En línea]. Disponible: <http://www.krhconsulting.com.mx/>.
- [9] Telecomunicaciones, Tecnologías de la Información, Eveliux.com, Evelio Martínez Martínez, 1996. [En línea]. Disponible:
<http://www.eveliux.com/mx/estandares-de-telecomunicaciones.php>.
- [10] Scott Keagy, “Integración de Redes de Voz y Datos”, Pearson Educación, 2001.
- [11] Cisco, “Voice Over IP Fundamentals”, Cisco Press, 2000.
- [12] Telecomunicaciones, Cisco, Diciembre 1984. [En línea]. Disponible:http://www.cisco.com/en/US/docs/ios/12_3/vvf_c/voice_troubleshooting/old/vts_h323.html.
- [13] Telecomunicaciones, Indaelpro S.A. de C.V., 1999. [En línea]. Disponible: http://www.indaelpro.com.mx/paginas/protocolo_Mgcp.php
- [14] Gruein, “Proyecto De Conexión VoIP Entre Guayaquil y Dos Oficinas En Miami”, Departamento de Ingeniería, Gruein, - Nortel.
- [15] Telecomunicaciones, VoipForo, [En línea]. Disponible:
<http://www.voipforo.com/IAX/IAX-arquitectura.php>.

- [16] Cisco, "Guide to Cisco Systems' VoIP, Infrastructure Solution for SIP", version 1.0, Cisco Press.
- [17] Telefonía IP, "Códex en la Telefonía IP, Códex VoIP". [En línea].
Disponibile: <http://www.telefoniavozip.com/voip/codecs-voip.htm>
- [18] Paul J. Fong, Eric Knipp, David Gray, Scott M. Harris, Larry Keefer, Jr., Charles Riley, Stuart Ruwet, Robert Thorstensen, Vincent Tillirson, Michael E. Flannagan, Jason Sinclair "Configuring Cisco Voice Over IP", 2da Edición, Syngress Publishing, Inc.2002.
- [19] Telecomunicaciones, Avaya, Octubre 2000. [En línea]. Disponible:
<http://www.avaya.com/cal/producto/ip-office?view=features-benefits>
- [20] Telecomunicaciones, Cisco, Diciembre 1984. [En línea]. Disponible:
<http://www.cisco.com/en/US/products/sw/voicesw/ps556/index.html>
- [21] Telecomunicaciones, Maya Quetzal Comunicaciones S.A. de C.V., [En línea]. Disponible: <http://www.mayaquetzal.com.mx/conmutador.php>
- [22] Alfredo CertainYance, Gecko, "Trixbox Al Descubierto", 2006. [En línea].
Disponibile: http://messenger.es/wp-content/uploads/2007/01/gn_ebook_triboxaldescubierto.pdf
- [23] Douglas Hubler, "SipXecs", Febrero 2011. [En línea]. Disponible:
<http://wiki.sipfoundry.org/display/sipXecs/Home>
- [24] Telecomunicaciones, Elastix, "Comunicaciones Unificadas con Elastix" [En línea]. Disponible:<http://www.elastix.org/index.php/es/informacion-del-producto/informacion.html>.

- [25] Telecomunicaciones, “Corsidian comercializará solución Aspect en América Latina y el Caribe”, Mayo 2008 [En línea]. Disponible: <http://www.compuchannel.net/beta/2008/05/16/corsidian-comercializara-solucion-aspect-en-america-latina-y-el-caribe/>.
- [26] Telecomunicaciones, Damovo, Septiembre 2001. [En línea]. Disponible: <http://www.damovo.com.mx/damovo/index.php/Centros-de-Contacto/centros-de-contacto.html>.
- [27] VICTOR HUMBERTO LIMARI RAMIREZ, “Protocolos de Seguridad Para Redes Virtuales Privadas (VPN)”, Universidad Austral de Chile, Valdivia, Chile, 2004.
- [28] HéctorHerrero, “Man in the Middle Con Ettercap” [En línea]. Disponible: <http://www.bujarra.com/ProcedimientoManInTheMiddle.html>
- [29] Elafio Muñoz, “Elastix A Ritmo de Merengue”, 2010.
- [30] Telecomunicaciones, Endian [En línea]. Disponible: <http://www.endian.com/en/products/security-gateways-utm/hardware-appliances/mercury/>.
- [31] Telecomunicaciones, “SLFphone”, Savoir-faire Linux Inc. [En línea]. Disponible: <http://sflphone.org/>.
- [32] Telecomunicaciones, “Elastix Appliances”, PaloSantoSolutions. [En línea]. Disponible: <http://www.elastix.org/index.php/es/appliances.html>.
- [33] Telecomunicaciones, VoipTienda. [En línea]. Disponible: <http://www.voiptienda.es/es/digitales-rdsi/40-tarjeta-digium-te121.html>.

- [34] Telecomunicaciones, Cisco. [En línea]. Disponible:
http://www.cisco.com/en/US/prod/collateral/switches/ps5718/ps11229/data_sheet_c78-634369_Spanish.pdf.
- [35] Telecomunicaciones, Cisco. [En línea]. Disponible:
http://www.cisco.com/en/US/prod/collateral/voicesw/ps6788/phones/ps10499/data_sheet_c78-548569.html.
- [36] Telecomunicaciones, Plantronics. [En línea]. Disponible:
<http://www.plantronics.com/es/product/blackwire-300?skuld=sku6090014>.