



**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE INFORMÁTICA Y ELECTRÓNICA
ESCUELA DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA EN TELECOMUNICACIONES
Y REDES**

**“ESTUDIO COMPARATIVO ENTRE EL SOFTWARE GESTOR ELASTIX 2.0
Y 3CX 9.0 PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UNA CENTRAL PBX HOSTED”**

**TESIS DE GRADO
PREVIA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE
INGENIERO EN ELECTRÓNICA TELECOMUNICACIONES Y REDES**

**PRESENTADO POR
EDGAR OMAR ALDAZ JARA**

RIOBAMBA – ECUADOR

2013

Un profundo agradecimiento a Dios, a mis padres, a mi hermano y a todos mis amigos quienes me apoyaron durante el desarrollo de este trabajo investigativo.

A los docentes de la Escuela de Ingeniería Electrónica por el conocimiento y el apoyo brindado.

A todos ellos, gracias.

Como una muestra de cariño, la presente investigación va dedicada a mis padres quienes supieron guiarme y brindarme su apoyo y su ejemplo durante toda la carrera y más aún para esta meta final.

A mis amigos, Docentes y demás personas quienes supieron apoyarme en todo momento en esta etapa de mi vida.

NOMBRE

FIRMA

FECHA

Ing. Iván Menes

**DECANO DE LA FACULTAD
DE INFORMÁTICA
Y ELECTRÓNICA**

Ing. Wilson Baldeón

**DIRECTOR DE ESCUELA DE
INGENIERÍA ELECTRÓNICA
EN TELECOMUNICACIONES
Y REDES.**

Ing Ximena Trujillo

DIRECTOR DE TESIS

Ing. Paul Romero

MIEMBRO DEL TRIBUNAL

Lcdo. Carlos Rodríguez

**DIRECTOR DEL CENTRO
DE DOCUMENTACIÓN**

NOTA DE LA TESIS

Yo, **Edgar Omar Aldaz Jara**, soy responsable de las ideas, doctrinas y resultados expuestos en esta Tesis y el patrimonio intelectual de la misma pertenece a la ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO.

Edgar Omar Aldaz Jara

ABREVIATURAS

LAN	Local Area Network
MAN	Metropolitan Area Network.
VPN	Virtual Private Network
SIP	Sesion Initiation Protocol
RTP	Real Time Transport
VoIP	Voice on Internet Protocol
ATA	Analog Telephone Adapter
LAN	Local Area Network (Red de Area Local)
LED	Light emitting diode (diodo emisor de luz)
m	meter (metro)
MC	Conexión Cruzada Principal
Mb/s	Megabits per seco (Megabits por Segundo)
MC	Main cross-connect (Conexión cruzada principal)
MDF	Main distribution frame (Marco principal de distribución)
MHz	Megahertz (Megahercio)

ÍNDICE GENERAL

PORTADA

AGRADECIMIENTO

DEDICATORIA

FIRMAS DE RESPONSABILIDAD

RESPONSABILIDAD DEL AUTOR

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN

FIRMAS DE RESPONSABILIDAD _____ 8

CONCLUSIONES _____ 11

CAPÍTULO I _____ 16

MARCO REFERENCIAL _____ 16

1.1 ANTECEDENTES _____ 16

1.2 JUSTIFICACIÓN _____ 17

1.3 OBJETIVOS _____ 19

1.3.1 OBJETIVO GENERAL _____ 19

1.3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS _____ 19

1.4 HIPÓTESIS _____ 20

CAPÍTULO II _____ 21

MARCO TEÓRICO _____ 21

2.1 VoIP _____ 21

2.1.1 VENTAJAS DE VOIP _____ 22

2.1.2 DESVENTAJAS DE VOIP _____ 23

2.2 ELEMENTOS NECESARIOS EN UNA RED VOIP _____ 24

2.3 PROTOCOLOS DE VOIP _____ 24

2.3.1 PROTOCOLO SIP _____ 25

2.3.1.1 COMUNICACIÓN SIP _____ 26

2.3.2 SCCP _____ 27

2.3.3 H.323 _____ 27

2.3.4 IAX _____ 28

2.4 PARÁMETROS VOIP _____ 28

2.4.1 Códecs _____ 28

2.4.2	QoS	29
2.5	VoIP en el modelo OSI	31
2.6	Rango de frecuencias de la voz humana	32
2.7	EL MICRÓFONO	32
2.8	ANCHO DE BANDA Y CAPACIDAD DE INFORMACIÓN	34
2.9	DIGITALIZACIÓN DE LA VOZ	34
2.9.1	TEOREMA DE NYQUIST	35
2.10	DTMF	35
2.11	PROTOCOLOS DE SEÑALIZACIÓN DIGITAL	36
2.11.1	SEÑALIZACIÓN ASOCIADA AL CANAL (CAS)	37
2.11.2	SEÑALIZACIÓN DE CANAL COMÚN (CCS)	37
2.12	HARDWARE	38
2.12.2	GATEWAYS	38
2.12.3	TARJETAS FXO FXS	38
2.12.4	SERVIDORES	39
2.13	ELASTIX 2.3.0	39
2.11.2	BREVE HISTORIA DEL PROYECTO	40
2.11.3	CARACTERÍSTICAS DE ELASTIX	41
2.11.4	VoIP PBX	41
2.11.5	FAX	42
2.11.6	GENERAL	42
2.11.7	EMAIL	43
2.11.8	COLABORACIÓN	43
2.11.9	EXTRAS	43
2.11.10	CALL CENTER	43
2.11.11	Mensajería instantánea	44
2.11.12	LICENCIAMIENTO	44
2.14	3CX	44
2.14.2	BENEFICIOS	45
2.14.2.1	Más fácil de administrar:	45
2.14.2.2	Reducción en el costo de llamadas:	45
2.14.3	Panel de control basado en web hace más fácil de utilizar los teléfonos:	46
2.14.4	Teletrabajo / Uso remoto a través de teléfonos inteligentes:	47
2.14.5	Licenciamiento	47
CAPÍTULO III		48
MARCO PROPOSITIVO		48
3.1	ANÁLISIS TÉCNICO	48
3.1.1	ENTORNO DE IMPLEMENTACIÓN	48
3.1.2	REQUERIMIENTOS	50
3.1.3	UBICACIÓN	50

3.1.4	ENTORNO	51
3.2	OBJETIVOS DEL DISEÑO	51
3.3	UBICACIÓN EMPRESARIAL	51
3.4	DISEÑO LÓGICO	53
3.5	INFRAESTRUCTURA	53
3.6	ELEMENTOS QUE INTERVIENEN	55
3.6.1	HARDWARE PARA LA IMPLEMENTACIÓN	55
3.6.2	SOFTWARE PARA LA IMPLEMENTACIÓN	56
3.7	CAPACIDAD DE USUARIOS	56
3.8	SIPP	57
CAPÍTULO IV		59
IMPLEMENTACIÓN		59
4.1	SELECCIÓN DE UN SO GESTOR PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE LA PBX	59
4.1.1	COMPARACIÓN DE PRESTACIONES	59
4.2	AMBIENTE DE SIMULACIÓN	61
4.3	PRUEBAS ELASTIX	62
4.4	PRUEBAS 3CX	63
4.5	RESULTADOS	64
CAPITULO V		66
5.	GUÍA DE CONFIGURACIÓN DE ELASTIX	66
5.1.1	Interfaz Web	66
5.1.2	CÓDIGOS DE FUNCIONALIDADES	71
5.2	CREAR UNA EXTENSIÓN	71
5.3	CONFIGURACIÓN DE COLAS	74
5.4	IVR Y SISTEMA DE GRABACIÓN	78
5.5	CONFIGURAR UN IVR DE BIENVENIDA	79
5.6	CREAR RUTAS ENTRANTES	81
5.7	RUTAS SALIENTES	83
5.8	TRONCALES	85
5.9	Configuración 3CX	87
5.9.1	Agregando Extensiones	87
5.9.2	AGREGANDO LÍNEA(S) PSTN	88
5.9.3	Agregando líneas de un proveedor VOIP	89

CREANDO REGLAS DE LLAMADAS SALIENTES _____	90
CAPITULO VI_____	92
ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS _____	92
6.1 ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LAS ENCUESTAS APLICADAS ____	92
6.2 ANÁLISIS DE RESULTADOS _____	95
6.3 COMPROBACIÓN DE LA HIPÓTESIS _____	96

CONCLUSIONES

RECOMENDACIONES

RESUMEN

SUMMARY

GLOSARIO

BIBLIOGRAFÍA

ÍNDICE DE FIGURAS

<i>Ilustración 1 Establecimiento de Sesión SIP</i>	26
<i>Ilustración 2. Micrófono de Carbón</i>	33
<i>Ilustración 3. Diagrama de Micrófono electro-magnetico</i>	33
<i>Ilustración 4. Componentes de Elastix</i>	40
<i>Ilustración 5. Diagrama global del funcionamiento de una PBX hosted considerando el funcionamiento hacia N número de centrales.</i>	49
<i>Ilustración 6. Diseño de corriente de aire en el Data Center</i>	52
<i>Ilustración 7. Esquema arquitectónico de Data Center</i>	52
<i>Ilustración 8. Diseño Lógico PBX hosted</i>	53
<i>Ilustración 9 Infraestructura PBX hosted</i>	54
<i>Ilustración 10. Esquema de Red Para PBX Hosted</i>	55
<i>Ilustración 11. Ambiente de simulación para inundación SIP</i>	61
<i>Ilustración 12. Pruebas SIPP con Elastix</i>	62
<i>Ilustración 13. Resultados pruebas SIPP con Elastix</i>	62
<i>Ilustración 14. Pruebas SIPP con 3CX</i>	63
<i>Ilustración 15. Resultados pruebas SIPP con 3CX</i>	63
<i>Ilustración 16. PRUEBAS SIPP CON 3CX</i>	64
<i>Ilustración 17. Añadir extensión</i>	72
<i>Ilustración 18. Parámetros extensión SIP</i>	73
<i>Ilustración 19. Configuración de colas</i>	75
<i>Ilustración 20. Grabaciones del sistema</i>	78
<i>Ilustración 21. Configuración IVR</i>	80
<i>Ilustración 22. Creación de rutas entrantes</i>	82
<i>Ilustración 23. Creación de rutas salientes</i>	84
<i>Ilustración 24. Creación troncal ZAP</i>	86
<i>Ilustración 25. Gráfico resultados pregunta 1</i>	92
<i>Ilustración 26. Gráfico resultados pregunta 2</i>	93
<i>Ilustración 27. Gráfico resultados pregunta 3</i>	94

ÍNDICE DE TABLAS

<i>Tabla 1 Comparativa de Códecs Soportados por Asterisk y su overhead.</i>	29
<i>Tabla 2. VoIP en el modelo OSI</i>	31
<i>Tabla 3. Rango de Frecuencia DTMF</i>	36
<i>Tabla 4. Consumo de ancho de banda según el códec Fuente: The Future of Telephony MEEGELEN, J y otros.</i>	57
<i>Tabla 5. Evaluación sistemas PBX hosted según su evaluación Oficial. Fuente www.voip-info.org.....</i>	59
<i>Tabla 6. Resultados SIP con Elastix</i>	63
<i>Tabla 7. SYSTEM</i>	66
<i>Tabla 8. PBX</i>	68
<i>Tabla 9. FAX</i>	69
<i>Tabla 10. EMAIL</i>	69
<i>Tabla 11. MENSAJERÍA INSTANTÁNEA</i>	69
<i>Tabla 12. REPORTE</i>	70
<i>Tabla 13. EXTRAS</i>	70
<i>Tabla 14. AGENDA</i>	71
<i>Tabla 15. Datos tabulados pregunta 1</i>	92
<i>Tabla 16. Datos tabulados pregunta 2</i>	93
<i>Tabla 17. Datos tabulados pregunta 3</i>	94
<i>Tabla 18. Datos tabulados encuesta</i>	95

INTRODUCCIÓN

Como las comunicaciones electrónicas tienen un continuo avance, formas más antiguas de tecnología han sido refinadas de diversas maneras. Sistemas telefónicos PBX hosted son un muy buen ejemplo. Como un sistema de teléfono que puede funcionar desde una ubicación remota, el PBX virtual ha hecho una gran diferencia en la forma en que muchas empresas hacen negocios.

El objetivo principal de todas las funciones de la telefonía es permitir la comunicación clara y eficiente. Durante años, varios dispositivos de telecomunicaciones para empresas con un gran número de teléfonos de escritorio individuales conectados a una central de control dentro de las empresas que enrutan llamadas manualmente a los sistemas de teléfono PBX las cuales tienen la capacidad para entrar en el negocio de llamadas de ruta. Mientras que durante muchos años, esto significa la creación de una gran cantidad de equipos en las instalaciones de la empresa, los sistemas de teléfono PBX hosted de hoy requieren equipos mínimos, una conexión a la Web a través de una red inalámbrica o con cables de proveedor de servicios y poco compleja de programar.

Una forma particular de los sistemas de teléfono PBX hosted es el intercambio de “Private Branch Exchange” que es un sistema de telefonía dentro de una empresa que cambia las llamadas entre usuarios de la empresa en las líneas locales al tiempo que permite que todos los usuarios compartan un número determinado de líneas telefónicas externas. El propósito principal de un PBX es ahorrar el costo de requerir una línea para cada usuario a la oficina central de la compañía telefónica. En su lugar, el sistema es autónomo y se dedica específicamente a un suscriptor. Esta forma de la PBX hosted puede mantener la misma empresa o estar operada por firmas independientes de TI que suministran el servicio dedicado a la empresa.

En general, los sistemas de teléfono PBX hosted de todos los tipos requieren una red de conmutación interna que está programada para el enrutamiento de extensiones, así como buzones de correo de voz para cada usuario e incluso chat. Una unidad de procesamiento central controla el tráfico entrante y saliente para cada nodo autorizado

en el sistema de teléfono PBX. Varias tarjetas diferentes procesan las diversas funciones, tales como la progresión lógica, la conmutación interna y el flujo de energía.

La presente investigación está dividida en cinco capítulos. El primer capítulo contiene las generalidades del proyecto de tesis, como los antecedentes, justificación para su realización, los objetivos a alcanzar y la hipótesis planteada.

El segundo capítulo cita una breve definición de VoIP, estándares en los que se basa, protocolos que maneja, hardware y software necesarios llegando a un cuadro comparativo de los dos software gestores PBX .

En el tercer capítulo incluye el marco propositivo para la implementación de una PBX hosted así como el software necesario para probar el rendimiento de cada software gestor de PBX.

El cuarto capítulo incluye la implementación en ambiente de simulación para probar el rendimiento de cada software gestor PBX decidiendo la mejor opción en un ambiente de pruebas.

Finalmente en el quinto capítulo se propone una guía de implementación para los dos software gestores

CAPÍTULO I

MARCO REFERENCIAL

1.1 ANTECEDENTES

En la actualidad existen microempresas, empresas pequeñas y medianas que para entrar en el negocio necesitan proyectar una buena imagen ante sus clientes y sus posibles clientes quienes llaman con peticiones de información, proformas, entrevistas, etc. Los sistemas de teléfono PBX hosted remotos son una de las innovaciones más recientes. Las empresas con un número de empleados que trabajan desde casa pueden permitir que el personal recibir y realizar llamadas a través de la PBX.

Antes las centrales eran de software propietario donde cada incremento en los usuarios o en las funcionalidades que de por si eran limitadas y necesitaban un cableado adicional. La configurabilidad era totalmente monopolizada por el propietario lo que hacía a las centrales muy poco escalables y extremadamente costosas a la hora de mejoras o en el peor de los casos de reemplazos por nuevas centrales con más funcionalidades. Quedando las PBX relegadas debido a su alto costo.

Las PBX IP vienen a solucionar estos problemas pero como es lógico traen consigo una nueva lista de inconvenientes a la hora de ser implementadas solventan la configurabilidad y el escalamiento pero requieren de otro tipo de análisis que debe ser realizado antes de la selección de uno u otro sistema PBX, sujeto muchas de las veces a políticas empresariales, nacionales o criterios económicos. Esta necesidad de un PBX IP

a la hora de ser implementada se convierte en un dilema al momento de optimizar recursos y costos, en un centro podrían preferir optimizar los costos de la implementación mientras que otros podrían darle prioridad a la fiabilidad del sistema y otros a las funcionalidades que la central posee. Desde este punto de vista nace la necesidad de determinar el alcance y el grado de eficacia de un sistema u otro en función del entorno de producción en el que se vaya a desarrollar cada uno. Donde conocer los beneficios y las limitaciones de cada sistema será parte fundamental en el éxito o fracaso de una implementación de comunicaciones con PBX IP.

1.2 JUSTIFICACIÓN

¿Por qué externalizar una PBX?

Muchas empresas afrontan la tarea de mejorar la comunicación de voz y datos mientras simultáneamente la optimización de costes. Casi todas las medianas empresas controlan un sistema de telefonía en sus instalaciones y en cada agencia o sucursal la empresa tiene un empleado dedicado para administrarlo. Un anfitrión de un sistema PBX (PBX hosted) es una posible solución para esta tarea, lo que significa que el sistema telefónico se delega a un proveedor especializado. Muchos proveedores de internet ya proporcionan sistemas PBX hosted como un servicio adicional. O a su vez en lugar de tener un administrador de PBX en cada una de las sucursales de la empresa es necesario tener un encargado de las comunicaciones en la matriz quien de forma remota administra las comunicaciones desde la matriz hacia toda la red empresarial.

Como con todos los proyectos de externalización, la tecnología que no es una parte del negocio esencial es externalizada a un proveedor de servicio especializado. Esta es una combinación de auto administración y el proveedor de servicio, como ya se ha conocido durante mucho tiempo en el web hosting. Los componentes centrales del PBX hosted son mantenidos por profesionales capacitados. El PBX hosted es suministrado del software corriente sin ningún riesgo, y está protegido contra los fallos.

Los clientes de negocios, frente a la obsolescencia de su sistema de conmutador o PBX tradicional, invariablemente consideran las soluciones basadas en IP para satisfacer sus continuas necesidades de telefonía. Ante la alternativa entre instalar una PBX IP o un servicio de hosted PBX, muchas empresas optan por esto último. La tercerización efectiva de las operaciones de PBX no sólo puede ahorrar el costo capital de su instalación y gastos operativos, sino también puede abrir la posibilidad de aprovechar servicios basados en red con ventajas sustanciales, todo esto en función del tamaño de la empresa y de la calidad de servicio que esta necesite.

Por ejemplo, los clientes de negocios pueden obtener servicios VoIP para oficinas centrales, sucursales y tele-trabajadores que conectan teléfonos en todos estos diversos lugares utilizando un plan común de numeración de extensiones, y brindar funciones de soporte tales como paneles de extensiones ocupadas y grupos de búsquedas de líneas múltiples en todas esas ubicaciones. Estas capacidades son difíciles de implementar con una PBX, si no imposibles. Las empresas también pueden aprovechar los servicios basados en red, tales como señales de llamada simultáneas, para dirigir las llamadas a teléfonos celulares en paralelo con los aparatos de escritorio, y mensajería unificada para proporcionar una conveniencia vastamente superior de acceso al correo de voz.

La funcionalidad de hosted PBX representa la última gran oportunidad aún sin explotar para promover ingresos incrementales por servicios de voz, pero los proveedores de servicios sienten preocupación, algo que es bastante razonable con respecto a los costos operativos de soportar estos servicios. La solución de PBX hosted enfoca este desafío con una combinación de sencillas funciones de autoservicio por Internet que permiten a los clientes administrar por sí mismos sus servicios de telefonía. Esto reduce la carga de trabajo de los representantes de servicio del proveedor. Además, la gestión remota altamente automatizada de la configuración y del firmware telefónico simplifica considerablemente el despliegue de teléfonos SIP.

Problemas que se resolvería:

- Mejorar la comunicación de voz y datos mientras simultáneamente la optimización de costes para las empresas.

- Proveer diferentes clases de servicios a distintos clases de usuarios.
- Optimizar el uso de la red cableada o wireless que posee el ISP como proveedor y la red Ethernet que poseen las empresas.
- Optimizar al máximo el coste de las comunicaciones empresariales.

Por qué Elastix vs 3CX?

En este estudio investigativo se comparará las prestaciones de una plataforma de software libre como Elastix con licencia GNU-Linux vs las prestaciones de una plataforma de licencia privativa o privada que corre sobre Windows, concluyendo con un documento que facilite a las empresas elegir una de las dos tecnologías a la hora de implementar una solución de VoIP empresarial remota (PBX hosted).

Inicialmente se planteó la versión de Elastix 2.0 pero el estudio se lo realizará con la versión superior Elastix 2.3.0 que presenta actualizaciones sobre el núcleo y corrige bugs que fueron detectados en la versión 2.0 y presenta mayor estabilidad siendo la última versión estable al momento. De la misma manera se planteó la versión de 3CX 9.0 pero se hará el estudio con la versión 3CX 10.0 ya que esta presenta mejoras en el funcionamiento más estabilidad y es la última versión oficial del producto.

1.3 OBJETIVOS

1.3.1 OBJETIVO GENERAL

- Determinar en base a parámetros técnicos de gestión, administración, número máximo de usuarios, servicios adicionales y a su vez a parámetros financieros, cuál es la mejor opción entre Elastix 2.0 y 3CX 9.0 para la implementación de una PBX hosted,

1.3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Analizar la arquitectura, el SO sobre el cual operan, prestaciones, servicios adicionales, soporte, confiabilidad en la administración, calidad de servicio,

número de usuarios que soporta, requerimientos físicos, requerimientos de red y costo de la licencia con los términos y condiciones de cada una de ellas para Elastix 2.0 y para 3CX 9.0 como un mecanismo de comprensión.

- Elaborar un cuadro comparativo de las características técnicas de Elastix 2.0 y las características técnicas de 3CX 9.0.
- Implementar un ambiente de simulación para analizar las prestaciones de los dos sistemas para PBX hosted.
- Elaborar una guía de referencia para la implementación de los dos sistemas para PBX hosted.

1.4 HIPÓTESIS

El estudio comparativo entre el software gestor Elastix 2.0 y 3CX 9.0 para la implementación de una central PBX hosted generará un documento que permita satisfacer las necesidades de usuarios y empresas al momento de elegir un sistema de gestión de VoIP.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 VoIP

La Voz sobre IP (VoIP, Voice over IP) es una tecnología que permite la transmisión de la voz a través de redes IP en forma de paquetes de datos.

La Telefonía IP es una aplicación inmediata de esta tecnología, de forma que permita la realización de llamadas telefónicas ordinarias sobre redes IP u otras redes de paquetes utilizando un PC, gateways y teléfonos estándares. En general, servicios de comunicación - voz, fax, aplicaciones de mensajes de voz - que son transportados vía redes IP, Internet normalmente, en lugar de ser transportados vía la red telefónica convencional.

La VoIP (Voz sobre IP) esta sigla designa la tecnología empleada para enviar información de voz en forma digital en paquetes a través de los protocolos de Internet, en vez de hacerlo a través de la red de telefonía habitual, además es una tecnología de telefonía que puede ser habilitada a través de una red de datos de conmutación de paquetes. La ventaja real de esta tecnología es la transmisión de voz de forma gratuita, ya que viaja como datos.

Con VoIP podemos conseguir:

- Acceso a las redes corporativas desde pequeñas sedes a través de redes integradas de voz y datos conectadas a sucursales.
- Directorios corporativos basados en la Intranet con servicios de mensajes y números personales para quienes deben desplazarse.
- Servicios de directorio y de conferencias basadas en gráficos desde el sistema de sobremesa.
- Redes privadas y gateways virtuales gestionados para voz que sustituyen a las Redes Privadas Virtuales (VPN).

2.1.1 VENTAJAS DE VOIP

Menor coste La primera ventaja y la más importante es el coste, una llamada mediante VoIP es mucho más barata que su equivalente en telefonía convencional. Esto es básicamente debido a que se utiliza la misma red para la transmisión de datos y voz, la telefonía convencional tiene costos fijos que la telefonía IP no tiene, de ahí que ésta es más barata. Usualmente para una llamada entre dos teléfonos IP la llamada es gratuita, cuando se realiza una llamada de un teléfono IP a un teléfono convencional el costo corre a cargo del teléfono IP.

Portátil. Con VoIP se puede realizar una llamada desde cualquier lado que exista conectividad a Internet. Dado que los teléfonos IP transmiten su información a través de Internet estos pueden ser administrados por su proveedor desde cualquier lugar donde exista una conexión. Esto es una ventaja para las personas que suelen viajar mucho, estas personas pueden llevar su teléfono consigo siempre teniendo acceso a su servicio de telefonía IP.

Portátil. Con VoIP se puede realizar una llamada desde cualquier lado que exista conectividad a Internet. Dado que los teléfonos IP transmiten su información a través de Internet estos pueden ser administrados por su proveedor desde cualquier lugar donde exista una conexión. Esto es una ventaja para las personas que suelen viajar mucho, estas personas pueden llevar su teléfono consigo siempre teniendo acceso a su servicio de telefonía IP.

Libre de características adicionales. VoIP viene con varias características que los teléfonos regulares tienen también. Pero éste les ofrece por un precio de VoIP al mismo tiempo les ofrece de forma gratuita. Si se está usando un teléfono regular, y se quiere actualizar a fin de que haya transferencia de llamadas, correo de voz y llamada en espera entonces se tiene que pagar cargos adicionales para su instalación. Con el VoIP estas características ya vienen con el sistema sin costo alguno.

2.1.2 DESVENTAJAS DE VOIP

La VoIP requiere conexión eléctrica. Es necesario tener energía eléctrica para que VoIP funcione. Con la telefonía convencional éste problema no se da ya que la energía la cogen de la electricidad que fluye a través de la red telefónica, por lo que si hay un corte de energía y no tenemos el servidor conectado a algún SAI podemos quedarnos sin telefonía.

Dado que VoIP utiliza una conexión de red, la calidad del servicio se ve afectado por la calidad de esta línea de datos. Esto quiere decir que la calidad de una conexión VoIP se puede ver afectada por problemas como la alta latencia (tiempo de respuesta) o la pérdida de paquetes. Las conversaciones telefónicas se pueden ver distorsionadas o incluso cortadas por este tipo de problemas. Es indispensable para establecer conversaciones VoIP satisfactorias contar con una cierta estabilidad y calidad en la línea de datos.

Ataques. La VoIP es susceptible de ser atacada por virus y hackers.

2.2 ELEMENTOS NECESARIOS EN UNA RED VOIP

Hay tres elementos imprescindibles en una red de VoIP:

El cliente o terminal: Este elemento establece y termina las llamadas de voz. Codifica, empaqueta y transmite la información de salida generada por el micrófono del usuario. Asimismo, recibe, decodifica y reproduce la información de voz de entrada a través de los altavoces o audífonos del usuario. Se pueden implementar tanto en software como en hardware.

Gatekeepers: El segundo elemento de la Voz sobre IP son los sustitutos de las centralitas convencionales, los cuales manejan un amplio rango de operaciones complejas de bases de datos, tanto en tiempo real como fuera de él. Estas operaciones incluyen validación de usuarios, tasación, contabilidad, tarificación, recolección, distribución de utilidades, enrutamiento, administración general del servicio, carga de clientes, control del servicio, registro de usuarios y servicios de directorio entre otros.

Gateways: El tercer elemento lo conforman los gateways de Voz sobre IP, los cuales proporcionan un puente de comunicación entre los usuarios. se trata del enlace con la red telefónica tradicional, actuando de forma transparente para el usuario. Estos equipos también juegan un papel importante en la seguridad de acceso, la contabilidad, el control de calidad del servicio (QoS; Quality of Service) y en la mejora del mismo.

2.3 PROTOCOLOS DE VOIP

Los protocolos son los lenguajes que utilizarán los distintos dispositivos VoIP para su conexión. Esta parte es importante ya que de ella dependerá de la eficacia, la complejidad y la sincronización de la comunicación.

Vamos a ver los 3 protocolos más extendidos en VoIP:

- Protocolo SIP
- Protocolo SCCP
- Protocolo H.323
- Protocolo IAX.

2.3.1 PROTOCOLO SIP

El protocolo SIP (Session Initiation Protocol) fue desarrollado por el grupo MMUSIC (Multimedia Session Control) del IETF, definiendo una arquitectura de señalización y control para VoIP.

El propósito de SIP es la comunicación entre dispositivos multimedia. SIP hace posible esta comunicación gracias a dos protocolos que son RTP1 /RTCP y SDP.

El protocolo RTP se usa para transportar los datos de voz en tiempo real, mientras que el protocolo SDP se usa para la negociación de las capacidades de los participantes, tipo de codificación, etc.

SIP fue diseñado de acuerdo al modelo de Internet. Es un protocolo de señalización extremo a extremo que implica que toda la lógica es almacenada en los dispositivos finales (salvo el enrutado de los mensajes SIP). El estado de la conexión es también almacenado en los dispositivos finales. El precio a pagar por esta capacidad de distribución y su gran escalabilidad es una sobrecarga en la cabecera de los mensajes producto de tener que mandar toda la información entre los dispositivos finales.

SIP es un protocolo de señalización a nivel de aplicación para establecimiento y gestión de sesiones con múltiples participantes. Se basa en mensajes de petición y respuesta y reutiliza muchos conceptos de estándares anteriores como HTTP y SMTP.

Ventajas:

Es el protocolo estándar de la telefonía IP y está ampliamente extendido entre los principales fabricantes de telefonía IP.

Inconvenientes:

Problemas de NAT. En SIP la señalización y los datos viajan de manera separada y por eso aparecen problemas de NAT en el flujo de audio cuando este flujo debe superar los routers y firewalls. SIP suele necesitar un servidor STUN¹ para estos problemas.

¹ Un servidor STUN (Simple Traversal of User Datagram Protocol [UDP] a través de Network

Utilización de puertos. SIP utiliza un puerto (5060) para señalización y 2 puertos RTP por cada conexión de audio (como mínimo 3 puertos). Si tenemos 100 llamadas simultáneas con SIP se usarían 200 puertos (RTP) más el puerto 5060 de señalización.

2.3.1.1 COMUNICACIÓN SIP

A continuación vemos un gráfico de qué es lo que ocurre durante una llamada a través del protocolo SIP:

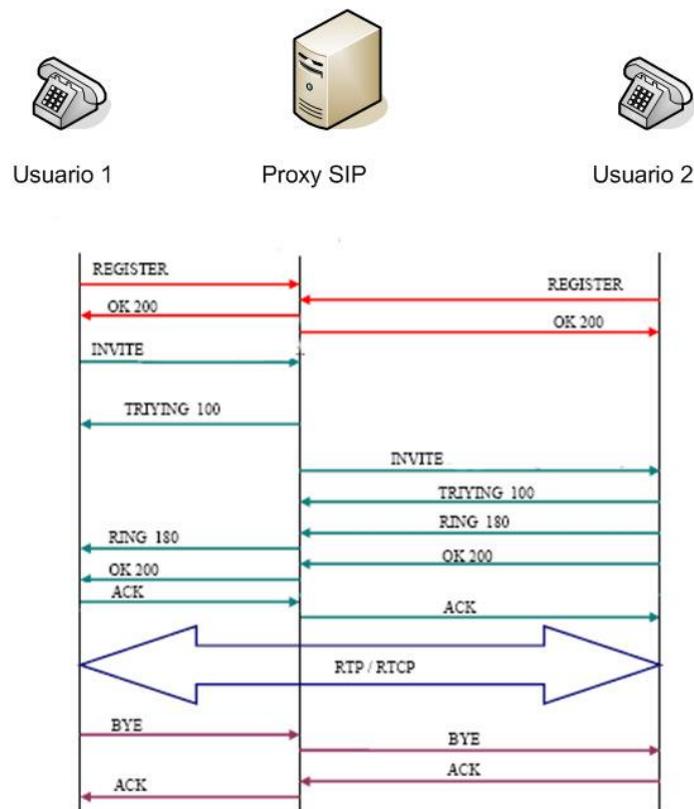


Ilustración 1 Establecimiento de Sesión SIP

Fuente: LANDIVAR, E., Comunicaciones Unificadas con Elastix Volumen 1., 2da ed., Guayaquil., s.edt., 2011

En una llamada SIP hay varias transacciones SIP. Una transacción SIP se realiza mediante un intercambio de mensajes entre un cliente y un servidor:

- Las dos primeras transacciones corresponden al registro de los usuarios. Los usuarios deben registrarse para poder ser encontrados por otros usuarios. En este caso, los terminales envían una petición REGISTER, donde los campos from y to

corresponden al usuario registrado. El servidor Proxy, que actúa como Register, consulta si el usuario puede ser autenticado y envía un mensaje de OK en caso positivo.

- La siguiente transacción corresponde a un establecimiento de sesión. Esta sesión consiste en una petición INVITE del usuario al proxy. Inmediatamente, el proxy envía un TRYING 100 para parar las retransmisiones y reenvía la petición al usuario B. El usuario B envía un Ringing 180 cuando el teléfono empieza a sonar y también es reenviado por el proxy hacia el usuario A. Por último, el OK 200 corresponde a aceptar la llamada (el usuario B descuelga).
- En este momento la llamada está establecida, pasa a funcionar el protocolo de transporte RTP con los parámetros (puertos, direcciones, códecs, etc.) establecidos en la negociación mediante el protocolo SDP.
- La última transacción corresponde a una finalización de sesión. Esta finalización se lleva a cabo con una única petición BYE enviada al Proxy, y posteriormente reenviada al usuario B. Este usuario contesta con un OK 200 para confirmar que se ha recibido el mensaje final correctamente..

2.3.2 SCCP

El protocolo SCCP (Skinny Client Control Protocol), es un protocolo propietario de Cisco, el cual realiza la señalización entre el Call Manager y los teléfonos IP. Un cliente skinny utiliza TCP/IP para conectarse a los Call Managers y así poder transmitir las llamadas. Para transportar el audio utiliza RTP, UDP e IP.

2.3.3 H.323

H.323 es una recomendación del ITU-T (International Telecommunication Union), que define los protocolos para proveer sesiones de comunicación audiovisual sobre paquetes de red.

H.323 es utilizado comúnmente para Voz sobre IP y para videoconferencia basada en IP. Es un conjunto de normas ITU para comunicaciones multimedia que hacen referencia a los terminales, equipos y servicios estableciendo una señalización en redes

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. Además, es independiente de la topología de la red y admite pasarelas, permitiendo usar más de un canal de cada tipo (voz, vídeo, datos) al mismo tiempo.

H.323 está definido de tal manera que las empresas que manufacturan los equipos pueden agregar sus propias especificaciones al protocolo y pueden definir otras estructuras de estándares que permiten a los dispositivos adquirir nuevas clases de características o capacidades.

2.3.4 IAX

El protocolo IAX (Inter-Asterisk eXchange protocol) fue diseñado como un protocolo de conexiones VoIP entre servidores Asterisk aunque hoy en día también sirve para conexiones entre clientes y servidores que soporten el protocolo.

Ventajas

Consume menos ancho de banda que SIP, ya que IAX es un protocolo binario en lugar de ser un protocolo de texto como SIP y además intenta reducir al máximo las cabeceras de los mensajes.

Para evitar los problemas de NAT el protocolo IAX usa como protocolo de transporte UDP, normalmente sobre el puerto 4569, 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 y le permite pasar los routers y firewalls de manera más sencilla.

Inconvenientes

No está extendido entre los fabricantes de hardware y software.

2.4 PARÁMETROS VOIP

2.4.1 Códecs

La comunicación de voz es analógica, mientras que la red de datos es digital. El proceso de convertir ondas analógicas a información digital se hace con un codificador-

decodificador (el CODEC). Hay muchas maneras de transformar una señal de voz analógica, todas ellas gobernadas por varios estándares. El proceso de la conversión es complejo. Es suficiente decir que la mayoría de las conversiones se basan en la modulación codificada mediante pulsos (PCM) o variaciones.

Además de la ejecución de la conversión de analógico a digital, el CODEC comprime la secuencia de datos, y proporciona la cancelación del eco. La compresión de la forma de onda representada puede permitir el ahorro del ancho de banda. Esto es especialmente interesante en los enlaces de poca capacidad y permite tener un mayor número de conexiones de VoIP simultáneamente. Otra manera de ahorrar ancho de banda es el uso de la supresión del silencio, que es el proceso de no enviar los paquetes de la voz entre silencios en conversaciones humanas.

Entre los códecs más utilizados en VoIP encontramos:

- G.711: bit-rate de 56 o 64 Kbps.
- G.723: bit-rate de 5,3 o 6,4 Kbps.
- G.729: bit-rate de 8 o 13 Kbps.

Comparativa de códecs. A continuación una tabla que muestra el overhead para algunos de los códecs más populares soportados por Asterisk.

Tabla 1 Comparativa de Códecs Soportados por Asterisk y su overhead.

Códec	Ancho de banda códec	Ancho de real Ethernet	Banda	Porcentaje de overhead
G.711	64 Kbps	95.2 Kbps		48.75%
iLBC	15.2 Kbps	46.4 Kbps		205.26%
G.729A	8 Kbps	39.2 Kbps		390%

2.4.2 QoS

Los problemas de la calidad del servicio en VoIP vienen derivados principalmente por dos factores:

Internet es un sistema basado en conmutación de paquetes y por tanto la información no viaja siempre por el mismo camino. Esto produce efectos como la pérdida de paquetes o el jitter.

Las comunicaciones VoIP son en tiempo real lo que produce que efectos como el eco, la pérdida de paquetes y el retardo o latencia sean muy molestos y perjudiciales y deban ser evitados.

Los principales problemas en cuanto a la calidad del servicio (QoS) de una red de VoIP son:

- Latencia: La latencia se define técnicamente en VoIP como el tiempo que tarda un paquete en llegar desde la fuente al destino. El valor recomendado entre el punto inicial y final de la comunicación debiera ser inferior a 150 ms.
- Jitter: El jitter se define técnicamente como la variación en el tiempo en la llegada de los paquetes, causada por congestión de red, pérdida de sincronización o por las diferentes rutas seguidas por los paquetes para llegar al destino. El valor recomendado entre el punto inicial y final de la comunicación debiera ser inferior a 100 ms.
- La pérdida de paquetes: Las comunicaciones en tiempo real están basadas en el protocolo UDP. Este protocolo no está orientado a conexión y si se produce una pérdida de paquetes no se reenvían. Sin embargo la voz es bastante predictiva y si se pierden paquetes aislados se puede recomponer la voz de una manera bastante óptima. La pérdida de paquetes máxima admitida para que no se degrade la comunicación deber ser inferior al 1%.
- 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 se cuela de nuevo por el micrófono. El eco también se suele conocer como reverberación.

- Ancho de banda: En conexiones a Internet el ancho de banda se define técnicamente como la cantidad de información o de datos que se puede enviar a través de una conexión de red en un período de tiempo dado. El ancho de banda se indica generalmente en bites por segundo (BPS), kilobites por segundo (kbps), o megabites por segundo (mps).

2.5 VoIP en el modelo OSI

La siguiente tabla muestra la relación entre el modelo OSI (Open System Interconnection) y los protocolos usados por VoIP.

Tabla 2. VoIP en el modelo OSI

	Niveles OSI	Protocolos VoIP
7	Aplicación	Asterisk, Aplicaciones
6	Presentación	G.729, G.723, G.711, GSM
5	Sesión	H.323, MGCP, SIP, IAX
4	Transporte	RTP, TCP, UDP
3	Red	IP
2	Enlace de Datos	Frame Relay, ATM, Ethernet, PPP, MLP
1	Físico	Ethernet, V.35, RS-232, xDSL

Como podemos ver en la figura de arriba, la voz sobre IP está compuesta de diversos protocolos que envuelven varios niveles del modelo OSI. Principalmente trata las capas de transporte, sesión, presentación y aplicación.

En la capa de transporte, la mayor parte de estos protocolos usa RTP/RTCP, siendo el primero un protocolo de media y el segundo un protocolo de control. Todos ellos utilizan UDP para transportar la voz.

En la capa de sesión entran los protocolos de voz sobre IP propiamente dichos, H323, SIP, IAX etc.

En la capa de sesión los Códecs definen el formato de presentación de voz con sus diferentes variaciones de compresión.

2.6 Rango de frecuencias de la voz humana

Otra característica importante de la voz humana es que las cuerdas vocales modulan la voz en un amplio espectro de frecuencias que van de graves a agudos en un rango aproximado de 20Hz a 20kHz.

Esto nos hace suponer que un micrófono debe ser capaz de capturar y transmitir todo este rango de frecuencias. Sin embargo, en la actualidad sabemos que para transmitir voz "entendible" no es necesario transmitir todas las frecuencias sino un rango mucho menor y transmitir un rango menor de frecuencias tiene sus ventajas pues facilita la transmisión como veremos más adelante. Por lo tanto los teléfonos comerciales solo transmiten un rango aproximado de 400Hz a 4kHz. Esto distorsiona un poquito la voz pero de todas maneras se puede entender. Es por eso que cuando oímos a alguien por teléfono su voz suena ligeramente diferente que en la vida real pero aun así podemos entender la conversación.

2.7 EL MICRÓFONO

El micrófono fue un elemento clave en la invención del teléfono pues era el dispositivo que realizaba la conversión de las ondas mecánicas a ondas eléctricas.

Hay muchos tipos de micrófonos que operan sobre diferentes principios. Uno que se usó por mucho tiempo en teléfonos era el de carbón que consistía en una cápsula llena de granitos de carbón entre dos placas metálicas. Una de las placas era una membrana que vibraba con las ligeras presiones de las ondas de voz; de esta manera la resistencia eléctrica de la cápsula variaba con la voz y se generaba una señal eléctrica correspondiente.



Ilustración 2. Micrófono de Carbón

Diagrama esquemático de micrófono electro-magnético

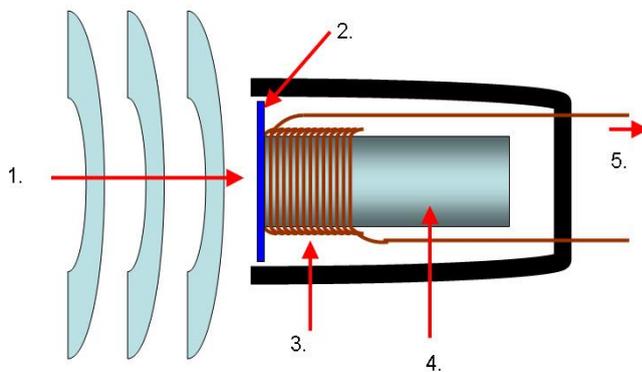


Ilustración 3. Diagrama de Micrófono electro-magnético

Otro tipo de micrófono muy común en la actualidad es el dinámico o electro-magnético que consiste en una bobina de hilo de cobre enrollada sobre un núcleo de material ferromagnético. Este núcleo se encuentra sujeto a un diafragma que vibra con la presión de las ondas de voz. De esta manera se induce una ligera corriente eléctrica en la bobina que es amplificada luego al interior del teléfono.

En la figura anterior podemos observar algunos componentes del micrófono electro-magnético reaccionando frente al estímulo de las ondas de voz.

- 1 Ondas de voz
- 2 Diafragma
- 3 Bobina
- 4 Núcleo ferromagnético
- 4 Corriente inducida

2.8 ANCHO DE BANDA Y CAPACIDAD DE INFORMACIÓN

Ancho de banda es un término algo difícil de entender al principio pues es un concepto bastante amplio.

En general podemos decir que ancho de banda es una medida de la cantidad de información que podemos transmitir por un medio por unidad de tiempo. Debido a que es una medida por unidad de tiempo muchas veces se hace una analogía con la velocidad. Pero hay que estar atento a confusiones.

Medidas comunes para expresar el ancho de banda son los bits por segundo. Esta medida también equivale a bits/s, bps o baudios.

El ancho de banda es un término muy importante cuando se habla de telefonía pues las comunicaciones en tiempo real necesitan un ancho de banda mínimo asegurado para entregar una comunicación de calidad en destino.

2.9 DIGITALIZACIÓN DE LA VOZ

Las redes digitales de transmisión de voz y datos son comunes en nuestra era. Fueron creadas ya que presentan ciertas ventajas sobre las redes analógicas como por ejemplo que conservan la señal casi inalterable a través de su recorrido. Es decir que es más difícil que la comunicación se vea afectada por factores externos como el ruido eléctrico. Además nos provee de métodos para verificar de cuando en cuando la integridad de la señal, entre otras ventajas.

Dicho fácil, digitalizar una señal de voz no es otra cosa que tomar muestras (a intervalos de tiempo regulares) de la amplitud de la señal analógica y transformar esta información a binario. Este proceso se denomina muestreo.

2.9.1 TEOREMA DE NYQUIST

En 1928 Henry Nyquist, un ingeniero Suizo que trabajaba par AT&T, resolvió el dilema de cuánto es necesario muestrear una señal como mínimo para poder reconstruirla luego de forma exacta a la original.

El teorema propuesto decía que como mínimo se necesita el doble de ancho de banda como frecuencia de muestreo. Esto queda reflejado de mejor manera con la siguiente expresión.

$$f_m = 2BW_s$$

Haciendo un breve cálculo mental acerca de cuál sería la frecuencia de muestreo para poder convertir una señal de voz humana a digital y luego poder reconstruirla en destino.

Ya habíamos dicho que para que la voz humana sea entendible es suficiente transmitir un rango de frecuencias de entre 400Hz a 4,000Hz. Por lo tanto, según el teorema de Nyquist como mínimo deberíamos muestrear al doble de la frecuencia mayor, es decir a 8,000Hz.

Luego veremos que es precisamente esa frecuencia de muestreo de 8,000Hz la que se usa en la mayoría de códecs.

2.10 DTMF

Muchas veces es necesario enviar dígitos a través de la línea telefónica tanto para marcar como en medio de una conversación. Con esta finalidad se pensaron los DTMFs. DTMF es un acrónimo de Dual-Tone Multi-Frequency. Es decir que cada DTMF es en

realidad dos tonos mezclados enviados simultáneamente por la línea telefónica. Esto se hace así para disminuir los errores.

A continuación una tabla ilustrando los pares de frecuencias para cada dígito.

Tabla 3. Rango de Frecuencia DTMF

	1209 Hz	1336 Hz	1477 Hz	1633 Hz
697 Hz	1	2	3	A
770 Hz	4	5	6	B
852 Hz	7	8	9	C
941 Hz	*	0	#	D

Como se puede ver en la tabla también hay correspondencias para los signos * y # así como también para los caracteres A, B, C y D

2.11 PROTOCOLOS DE SEÑALIZACIÓN DIGITAL

Los protocolos de señalización se utilizan para transmitir información de estado del canal de comunicaciones (como “desconectado”, “timbrando”, “respondido”), información de control y otra información como DTMFs, caller ID, entre otros.

Los protocolos de señalización se pueden agrupar en dos tipos llamados CAS (Channel Associated Signaling) y CCS (Common Channel Signaling). La diferencia es que mientras CAS transmite la señalización en el mismo canal en que viaja la información, CCS la transmite en un canal separado. Por este hecho es que con CAS se reduce ligeramente el ancho de banda disponible o útil para la comunicación ya que una parte de él se está usando para señalización. Esa es una de las razones por las cuales las compañías telefónicas han adoptado en su mayoría CCS.

No confunda el lector CAS y CCS con protocolos de señalización. Tan solo son tipos de protocolos que se explican aquí para hacer más fácil la categorización o agrupación de los mismos.

2.11.1 SEÑALIZACIÓN ASOCIADA AL CANAL (CAS)

El protocolo CAS más conocido es robbed-bit y es usado en circuitos T1 y E1 alrededor del mundo.

Robbed-bit toma (o “roba”, de allí su nombre) el octavo bit de cada canal de comunicación cada seis frames y lo reemplaza por información de señalización. El bit original robado simplemente se pierde.

Hay que notar de lo anterior que esto es posible debido a que la voz no es muy sensible que digamos a la pérdida de ese bit de información ya que es el bit menos significativo. Pero cuando transportamos data la pérdida de un bit no puede pasar desapercibida y la calidad de la transmisión se degrada de manera sensible.

Otro protocolo CAS que aún subsiste en nuestros días es R2. Se trata de un protocolo que fue popular en los años 60s. En realidad R2 es una familia de protocolos en donde cada implementación se denomina “variante”. Existen variantes dependiendo del país o inclusive de la compañía telefónica que lo ofrece.

Al momento Elastix soporta este protocolo a través de la librería Unicall.

2.11.2 SEÑALIZACIÓN DE CANAL COMÚN (CCS)

ISDN (Integrated Services Digital Network) nos permite transmitir voz y datos simultáneamente sobre pares telefónicos de cobre con calidad superior a las líneas telefónicas analógicas.

El objetivo de ISDN fue el de facilitar las conexiones digitales para poder ofrecer una amplia gama de servicios integrados a los usuarios. ISDN establece dos tipos de interfaces para cumplir con este fin.

- BRI: Basic Rate Interface
- PRI: Primary Rate Interface

BRI estuvo orientada a hogares. Un BRI supone 2 canales útiles (también llamados canales B) de 64Kbit/s cada uno más un canal de señalización de 16Kbit/s (también llamado canal D) que en total suman 144Kbit/s.

BRI estaba llamado a ser un estándar popular en hogares pero no fue así del todo y tuvo muy poca acogida en este segmento del mercado en los Estados Unidos. En Europa la situación fue diferente y es utilizado en muchos países de este continente.

PRI es la opción para usuarios de mayor envergadura como negocios o empresas pues puede aglutinar más canales B. Actualmente es muy popular y se transmite sobre circuitos T-carrier y E-carrier.

2.12 HARDWARE

Está definido por todos los elementos físicos necesarios para que un sistema de VoIP sea funcional entre ellos están:

- GATEWAYS
- TARJETAS fxo fxs
- SERVIDORES FÍSICOS Y VIRTUALES
- CABLEADO ESTRUCTURADO
- AMBIENTE DE NETWORKING ADECUADO

2.12.2 GATEWAYS

Una Gateway VoIP o Gateway Voz IP, es un dispositivo de red que ayuda a convertir las llamadas de voz, en tiempo real, entre una red IP y la red telefónica pública conmutada o su centralita digital. Existen de varias marcas, funcionalidades número de puertos y características de los mismos. Entre los más prestigiosos en el mercado se encuentran AVAYA, Granstream , SANGOMA, Yealink Openvox, etc

2.12.3 TARJETAS FXO FXS

Realizan la misma función que un GATEWAY pero están se montan físicamente sobre el servidor la ventaja es su costo pero con estas se ve limitado el número de líneas análogas a ser utilizado en función de cada tarjeta y el número de tarjetas que soporta el

server. Existe en el mercado de varias marcas y en implementaciones pequeñas con un número de líneas no muy alto es la solución más adecuada.

2.12.4 SERVIDORES

En función del tipo de central a ser implementada el servidor podría o no ser de alto rendimiento tomando en cuenta el número de usuarios y las funcionalidades requeridas, podríamos hablar desde un dispositivo “RASPBerry” hasta un server con procesadores redundantes y arreglos de discos para proteger la información en esta gama se puede incluir a cualquier tipo de marca de servidores o pc estándar, siendo el único limitante el espacio físico en la ranura PCI o PCI EXPRESS para el montaje de una tarjeta FXO-FXS aunque se tiene como alternativa a este inconveniente el uso de un GATEWAY.

2.13 ELASTIX 2.3.0

Elastix es una distribución de “Software Libre” de Servidor de Comunicaciones Unificadas que integra en un solo paquete algunas tecnologías de comunicaciones claves como:

- VoIP PBX
- Fax
- Mensajería Instantánea
- Email
- Colaboración

Al decir distribución nos referimos al concepto de distro, es decir un conjunto de paquetes de software que se distribuyen juntos en un mismo medio, en este caso un CD, incluyendo el instalador y sistema operativo. Al final de la instalación tendremos un Servidor de Comunicaciones Unificadas listo para producción.

Elastix implementa gran parte de su funcionalidad sobre 4 programas de software muy importantes como son Asterisk, Hylafax, Openfire y Postfix. Estos brindan las funciones de PBX, Fax, Mensajería Instantánea e Email, respectivamente. La parte de sistema operativo se basa en CentOS, una popular distribución Linux orientada a servidores.

A continuación una figura un poco más ordenada donde se pueden observar los componentes de Elastix y su relación entre sí.

Esquema general de los componentes de Elastix.

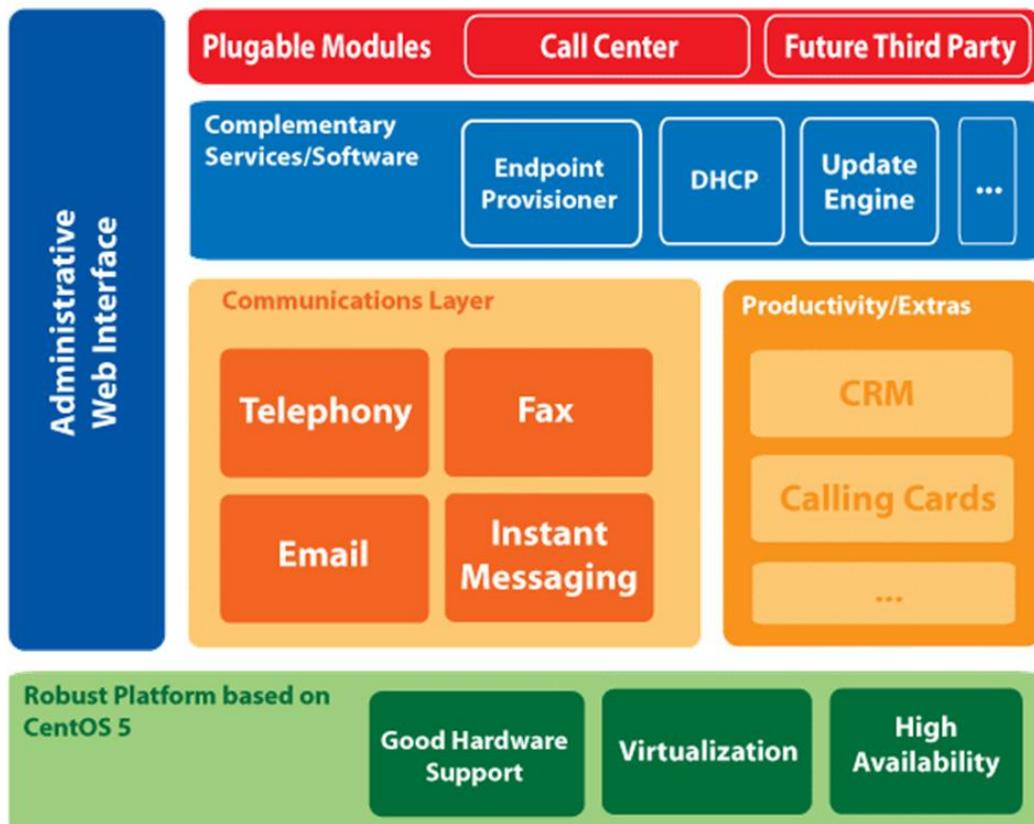


Ilustración 4. Componentes de Elastix

2.11.2 BREVE HISTORIA DEL PROYECTO

Elastix fue creado y actualmente es mantenido por la compañía ecuatoriana PaloSanto Solutions. Elastix fue liberado por primera vez en Marzo de 2006 pero no se trataba de una distro sino más bien de una interface para mostrar registros de detalles de llamadas para Asterisk, fue recién a finales de Diciembre de 2006 cuando se lo lanzó como una distribución que contenía muchas herramientas interesantes administrables bajo una misma interface Web que llamó la atención por su usabilidad.

Desde entonces hasta la fecha esta distribución no ha parado de crecer en popularidad y actualmente es una de las preferidas del mercado. En 2007 el proyecto estuvo nominado en 2 categorías para los premios CCA de SourceForge.

2.11.3 CARACTERÍSTICAS DE ELASTIX

Es difícil enlistar todas las características de Elastix en un simple listado, pero las más importantes son según el sitio www.elastix.org

.

2.11.4 VoIP PBX

- Grabación de llamadas con interface vía Web
- Voicemails con soporte para notificaciones por email
- IVR configurable y bastante flexible
- Soporte para sintetización de voz
- Herramienta para crear lotes de extensiones lo cual facilita instalaciones nuevas
- Cancelador de eco integrado
- Provisionador de teléfonos vía Web. Esto permite instalar numerosos teléfonos en muy corto tiempo.
- Soporte para Video-fonos
- Interface de detección de hardware de telefonía
- Servidor DHCP para asignación dinámica de IPs a IP-Phones
- Panel de operador. Desde donde el operador puede ver toda la actividad telefónica de manera gráfica y realizar sencillas acciones drag-n-drop como transferencias, parqueos, etc
- Parqueo de llamadas
- Reporte de detalle de llamadas (CDRs) con soporte para búsquedas por fecha, extensión y otros criterios
- Tarifación con reportación de consumo por destino
- Reporte de uso de canales por tecnología (SIP, ZAP, IAX, Local, H323)
- Soporte para colas de llamadas
- Centro de conferencias. Desde donde se puede programar conferencias estáticas o temporales.
- Soporta protocolo SIP, IAX, H323, MGCP, SKINNY entre otros
- Códecs soportados: ADPCM, G.711 (A-Law & μ -Law), G.722, G.723.1 (pass through), G.726, G.729 (si se compra licencia comercial), GSM, iLBC
- Soporte para interfaces análogas FXS/FXO
- Soporte para interfaces digitales E1/T1/J1 a través de protocolos PRI/BRI/R2

- Soporte para interfaces bluetooth para celulares (canal chan_mobile)
- Identificación de llamadas
- Troncalización
- Rutas entrantes y salientes las cuales se pueden configurar por coincidencia de patrones de marcado lo cual da mucha flexibilidad
- Soporte para follow-me
- Soporte para grupos de ringado
- Soporte para paging e intercom. El modelo de teléfono debe soportar también esta característica
- Soporte para condiciones de tiempo. Es decir que la central se comporte de un modo diferente dependiendo del horario
- Soporte para PINes de seguridad
- Soporte DISA
- Soporte Callback
- Editor Web de archivos de configuración de Asterisk
- Acceso interactivo desde el Web a la consola de Asterisk

2.11.5 FAX

- Servidor de Fax administrable desde Web
- Visor de Faxes integrado, pudiendo descargarse los faxes desde el Web en formato PDF.
- Aplicación fax-a-email
- Personalización de faxes-a-email
- Control de acceso para clientes de fax
- Puede ser integrado con WinprintHylafax. Esta aplicación permite, desde cualquier aplicación Windows, enviar a imprimir un documento y este realmente se envía por fax.
- Configurador Web de plantillas de e-mails

2.11.6 GENERAL

- Ayuda en línea embebida
- Elastix está traducido a 20 idiomas

- Monitor de recursos del sistema
- Configurador de parámetros de red
- Control de apagado/re-encendido de la central vía Web
- Manejo centralizado de usuarios y perfiles gracias al soporte de ACLs
- Administración centralizada de actualizaciones
- Soporte para backup/restore a través del Web
- Soporte para temas o skins
- Interface para configurar fecha/hora/uso horario de la central

2.11.7 EMAIL

- Servidor de Email con soporte multi-dominio
- Administrable desde Web
- Interfase de configuración de Relay
- Cliente de Email basado en Web
- Soporte para "cuotas" configurable desde el Web

2.11.8 COLABORACIÓN

- Calendario integrado con PBX con soporte para recordatorios de voz
- Libreta telefónica (Phone Book) con capacidad clic-to-call
- Dos productos de CRM integrados a la interface como vTigerCRM y SugarCRM

2.11.9 EXTRAS

- Interface de generación de tarjetas de telefonía basada en software A2Billing
- CRM completo basado en el producto vTigerCRM
- También versión open source de SugarCRM

2.11.10CALL CENTER

- Módulo de call center con marcador predictivo incluido. Más detalle de este módulo más abajo.

2.11.11 Mensajería instantánea

- Servidor de mensajería instantánea basado en OpenFire e integrado a PBX con soporte para protocolo Jabber, lo que permite usar una amplia gama de clientes de IM disponibles
- Se puede iniciar una llamada desde el cliente de mensajería (si se usa el cliente Spark)
- El servidor de mensajería es configurable desde Web
- Soporta grupos de usuarios
- Soporta conexión a otras redes de mensajería como MSN, Yahoo Messenger, GTalk, ICQ, etc. Esto permite estar conectado a varias redes desde un mismo cliente
- Reporte de sesiones de usuarios
- Soporte para plugins
- Soporta LDAP
- Soporta conexiones server-to-server para compartir usuarios

.

2.11.12 LICENCIAMIENTO

Elastix es software libre distribuido bajo licencia GPL versión 2. Es decir que puede ser usado, copiado, estudiado, modificado y redistribuido libremente según los lineamientos de esta licencia.

Para acceder al texto completo de la licencia el lector puede seguir el siguiente vínculo.
<http://www.gnu.org/licenses/old-licenses/gpl-2.0.txt>

2.14 3CX

La Central Telefónica 3CX es una central IP basada en software que reemplaza una central tradicional y les da a los empleados la habilidad de hacer, recibir o transferir llamadas. La central IP también es conocida como Sistema Telefónico VOIP, PABX IP o servidor SIP.

Las llamadas son enviadas como paquetes de datos sobre la red de datos en vez de la red telefónica tradicional. Los teléfonos comparten la red con las computadoras, por lo cual el cableado telefónico puede ser eliminado.

Con el uso de una pasarela VOIP, se puede conectar las líneas telefónicas existentes a la central IP para hacer y recibir llamadas a través de las líneas PSTN normales. La Central Telefónica 3CX utiliza los teléfonos SIP estándar ya sean basados en hardware o software, y provee

transferencia interna de llamadas, así como también llamadas entrantes o salientes a través de la red de teléfonos estándar o a través de un servicio VOIP.

2.14.2 BENEFICIOS

Mucho más fácil de instalar y configurar que una central propietaria tradicional:

Un programa de software ejecutado en un servidor puede tomar ventaja no solo de la avanzada potencia de procesamiento del servidor sino también de la interfaz de usuario tipo Windows. Así cualquier persona con un entendimiento de computadoras y Windows, puede instalar y configurar la central. Una central propietaria normalmente requiere un instalador entrenado en esa central propietaria específica.

2.14.2.1 Más fácil de administrar:

La Central Telefónica 3CX tiene una interfaz de configuración basada en Web, muy simple de utilizar, permitiéndole mantener y adecuar fácilmente su central telefónica. Las centrales telefónicas propietarias normalmente tienen interfaces complicadas, las cuales están diseñadas para que solamente instaladores entrenados de la propia central telefónica puedan usarlas efectivamente.

2.14.2.2 Reducción en el costo de llamadas:

Usted puede ahorrar sustancialmente al utilizar un proveedor de servicio VOIP, para llamadas internacionales y de larga distancia. Conecte fácilmente sistemas entre oficinas/sucursales o trabajadores remotos a través de Internet o una red WAN y haga llamadas telefónicas gratuitas.

No hay necesidad de cableado telefónico separado. Utiliza la red de computadores:

Un sistema telefónico VOIP le permite conectar teléfonos basados en hardware directamente a un puerto estándar de la red de computadores (el cual puede compartir con el computador adyacente). Teléfonos basados en software pueden ser instalados directamente en la PC. Esto significa que no se necesita instalar o mantener un cableado de red separado destinado para el sistema telefónico, brindándole mucha más flexibilidad para agregar usuarios / extensiones. Si se está moviendo a una oficina y el cableado telefónico no está instalado todavía, entonces se puede ahorrar significativamente al solo instalar la red de computadores.

Sin dependencia de proveedor:

Un sistema telefónico VOIP está basado en estándar abierto. Todas las centrales telefónicas IP modernas utilizan SIP como protocolo. Esto significa que se puede utilizar casi cualquier

teléfono SIP VOIP o pasarela VOIP. En contraste, una central propietaria normalmente requiere teléfonos propietarios, diseñados específicamente para la central propietaria y sus módulos de expansión, para agregar opciones y líneas.

- Escalable:

Los sistemas propietarios no permiten incrementar su capacidad con facilidad. El agregar más líneas telefónicas o extensiones, requiere normalmente actualizaciones de hardware costosas. En algunos casos, se necesita un nuevo sistema telefónico completo. Esto no sucede con la central telefónica VOIP. Una computadora estándar puede manejar fácilmente un gran número de líneas telefónicas y extensiones. Solo agregue más líneas a su red para expandir y listo.

- Mejor servicio al cliente y productividad:

Debido a que las llamadas están basadas en una computadora, es más fácil para los programadores la integración con aplicaciones de negocios. Por ejemplo, una llamada entrante puede mostrar automáticamente el registro con los datos del cliente que está llamando, mejorando dramáticamente el servicio al cliente y reduciendo costos al mismo tiempo. Llamadas salientes pueden ser lanzadas directamente desde Outlook o su sistema CRM, sin la necesidad de que el agente introduzca el número telefónico en el teléfono en forma manual.

2.14.3 Panel de control basado en web hace más fácil de utilizar los teléfonos:

En los teléfonos propietarios, normalmente es un poco complicado utilizar las opciones avanzadas del sistema telefónico tales como conferencias, grabación o transferencia de llamadas. No es así con 3CX – a través del panel de control basado en web “Mi Teléfono” todas estas acciones pueden realizarse fácilmente desde una interfaz gráfica muy amigable.

- Más opciones incluidas como estándar:

Debido a que la central telefónica 3CX está basada en software, es más fácil y menos costoso para los programadores mejorar la funcionalidad y el rendimiento. La central telefónica 3CX brinda un conjunto de funcionalidades muy completo, incluyendo auto respuesta, correo de voz, cola de llamadas, conferencias y más. Estas opciones son normalmente bastante costosas en sistemas propietarios.

- Mejor control a través de mejores reportes:

La central telefónica 3CX almacena la información de las llamadas entrantes y salientes en una base de datos en su servidor, permitiendo así la generación de reportes mucho más detallados de los costos y el tráfico de llamadas.

El panel de control 3CX Mi Teléfono muestra el estado de las extensiones y las líneas: Los sistemas propietarios normalmente requieren costosos teléfonos “de sistema” para poder tener una idea acerca de lo que está sucediendo en el sistema telefónico. Incluso en ese caso, la información que obtiene no es muy clara. Con la central telefónica 3CX, el portal 3CX Mi Teléfono muestra claramente qué usuarios están disponibles para tomar llamadas (presencia), y el equipo directivo de la compañía puede ver si los clientes están siendo atendidos en tiempo y forma.

2.14.4 Teletrabajo / Uso remoto a través de teléfonos inteligentes:

Utilizando el 3CXPhone para Windows, Android e iPhone, los usuarios pueden utilizar sus extensiones, y realizar y recibir llamadas utilizando la central telefónica 3CX de la empresa, desde cualquier lugar utilizando su teléfono inteligente o computadora portátil.

2.14.5 Licenciamiento

El licenciamiento está estipulado según el número de llamadas simultáneas, número de usuarios y es únicamente para un servidor el costo varía dependiendo el país, y el reseller que haga la venta, se estima un costo de 800 dólares por cada servidor con un máximo de 30 usuarios según el foro oficial del producto 3CX.

CAPÍTULO III

MARCO PROPOSITIVO

En la presente investigación se plantea determinar el software eficaz para la implementación de una PBX hosted usando como muestra para este estudio Elastix 2.3 y 3CX 10.0, verificando sus parámetros técnicos para determinar la mejor opción.

Dicho estudio se realiza en dos partes, Análisis Técnico y Análisis Económico, los mismos que se explican a continuación.

3.1 ANÁLISIS TÉCNICO

El objetivo de este análisis es llegar a determinar un diseño fiable con una buena calidad de voz que pueda ser ofertado por las empresas como un servicio de telefonía PBX. Incluso podremos determinar si es suficiente la utilización de softphones para satisfacer las necesidades de los clientes al momento de atender llamadas telefónicas.

3.1.1 ENTORNO DE IMPLEMENTACIÓN

El entorno de la implementación lo consideramos como administradores de la red WAN que maneja el ISP como proveedor de servicio de internet, para este caso particular consideraremos que el ISP maneja todos sus enlaces hacia cada uno de los clientes y de esta manera en su infraestructura puede configurar las VPN's necesarias para conseguir el funcionamiento del túnel entre la central y cada uno de sus clientes.

La Alternativa principal para hostear una PBX es que a los usuarios se les va a facilitar el tener una PBX ya que no van a necesitar un experto que se encargue de la configuración de la central ni tampoco necesitan comprar la central o todo lo que

conlleva este tipo de implementación. Para una PYME o una MPYME que aún no sabe cuánto tiempo se va a mantener en el negocio o simplemente no posee los recursos necesarios es más rentable pagar por el servicio a un proveedor especializado, podría ser una empresa que se dedique al negocio o como en este caso hemos planteado sea el mismo ISP quien se encargue de esto.

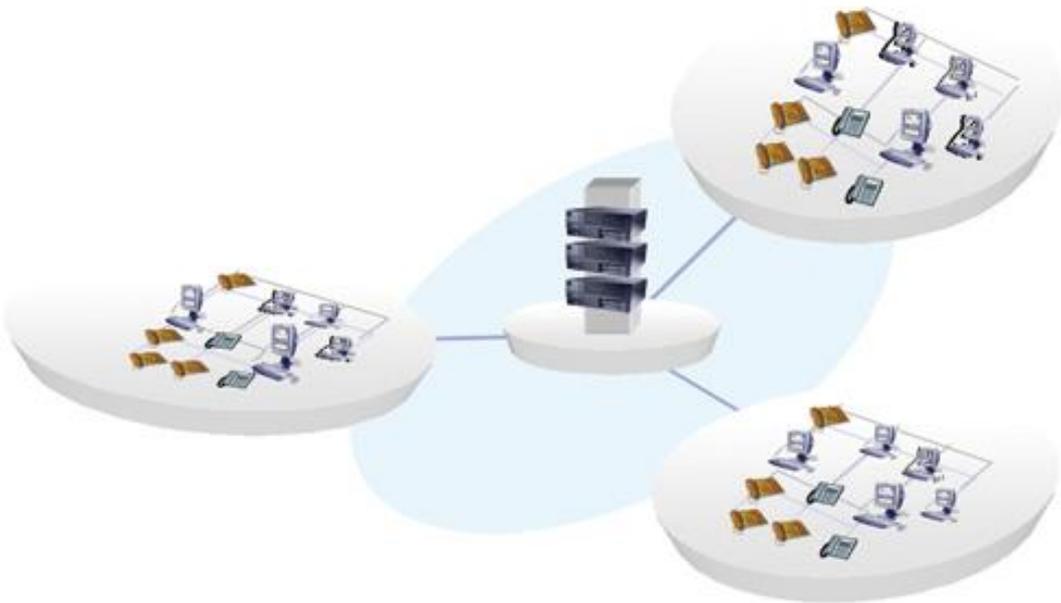


Ilustración 5. Diagrama global del funcionamiento de una PBX hosted considerando el funcionamiento hacia N número de centrales.

- **Implementación de un VLAN de voz.** Esto es necesario ya que el protocolo 802.11q da prioridad a los paquetes de la VLAN de voz logrando con esto no tener retardos en la transmisión y con la configuración correcta se lograría restringir el acceso a la configuración del teléfono SIP por parte de los usuarios. A más de esto se consigue disminuir el BROADCAST que un teléfono genera al momento de buscar registrarse en la central, es decir que un error en la configuración de los teléfonos o un problema en el servidor harían a la red colapsar de no tener implementada una VLAN de voz. Esta configuración es aplicable únicamente para su funcionamiento con una VPN peer-to-peer en el caso de usar solo los clientes VPN no se podrá implementar la VLAN de voz

pero se deberá tener configurado cada cliente en una VLAN para tener un funcionamiento óptimo de la red .

- **Segmentación correcta de la red.** La segmentación correcta de la red hace más fácil reconocer vía remota si un dispositivo es de voz o de datos y a más de ello podríamos reconocer en que ubicación física esta un determinado terminal SIP. Y el punto más importante es lograr segmentar la red para poder diferenciar la red que está a través del túnel.
- **Restricción y acceso de Puertos.** En la mayoría de estructuras siempre tenemos por seguridad un firewall para controlar el acceso desde y hacia la LAN, para la VoIP es necesario tener abiertos los siguientes puertos:
 - ✓ 5060 SIP
 - ✓ 10000 – 20000 paquetes RTP
 - ✓ 4569 IAX2
 - ✓ 4520 DUNDI
 - ✓ 1918 NTP

Dependiendo de las tecnologías a implementarse podría ser necesaria la admisión de algún determinado puerto adicional.

Retardo funcional. Este parámetro es difícil de afirmar en un valor pero se recomienda tener un retardo menor a 5 ms, para garantizar una comunicación con buena calidad de voz

3.1.2 REQUERIMIENTOS

Es necesario poder establecer una VPN con el cliente que solicita el servicio, es decir que a través del túnel estará la VLAN de voz del cliente como una VOICE VLAN propiamente o únicamente estará la VLAN en el caso de tratarse de un cliente VPN esto varía según la ubicación del cliente SIP y del servicio requerido.

3.1.3 UBICACIÓN

Si se trata del cliente la ubicación no tiene importancia ya que el ISP necesita tener conectividad de datos únicamente sin importar el medio que se utilice para este enlace.

Si hablamos de la ubicación de la central debería estar en una zona similar a la DMZ pero únicamente para el manejo de voz, cada una de las centrales de nuestro clúster de centrales hospedadas debería estar únicamente detrás del routers del ISP que se comunica con la WAN de los clientes del mismo

3.1.4 ENTORNO

La central debe tener conectividad con toda la red de teléfonos SIP a través de la VPN configurada para este caso, con el GATEWAY de voz en el caso de que el cliente solicite tener alguna cantidad de líneas analógicas, y tener conectividad con la red Ethernet que podría entregar el proveedor PSTN con una troncal SIP o un enlace E1.

3.2 OBJETIVOS DEL DISEÑO

En la presente investigación se busca llegar a un diseño robusto para que las empresas que deseen ofertar este servicio tengan la seguridad de que es un servicio estable y seguro que puede ser ofertado en el mercado.

3.3 UBICACIÓN EMPRESARIAL

La ubicación de la empresa se ve relevada ya que en este caso lo que nos interesa es tener conectividad y una red funcional hacia el cliente.

La ubicación de este sistema dentro de la empresa deberá ser acorde a un data center estándar con un sistema de enfriamiento adecuado para que puedan operar los servidores apropiadamente, deberá contar con un sistema de protección contra descargas y fallos de energía, deberá estar montado adecuadamente sobre un rack para su enfriamiento adecuado. A continuación se muestra una estructura adecuada de un data center.

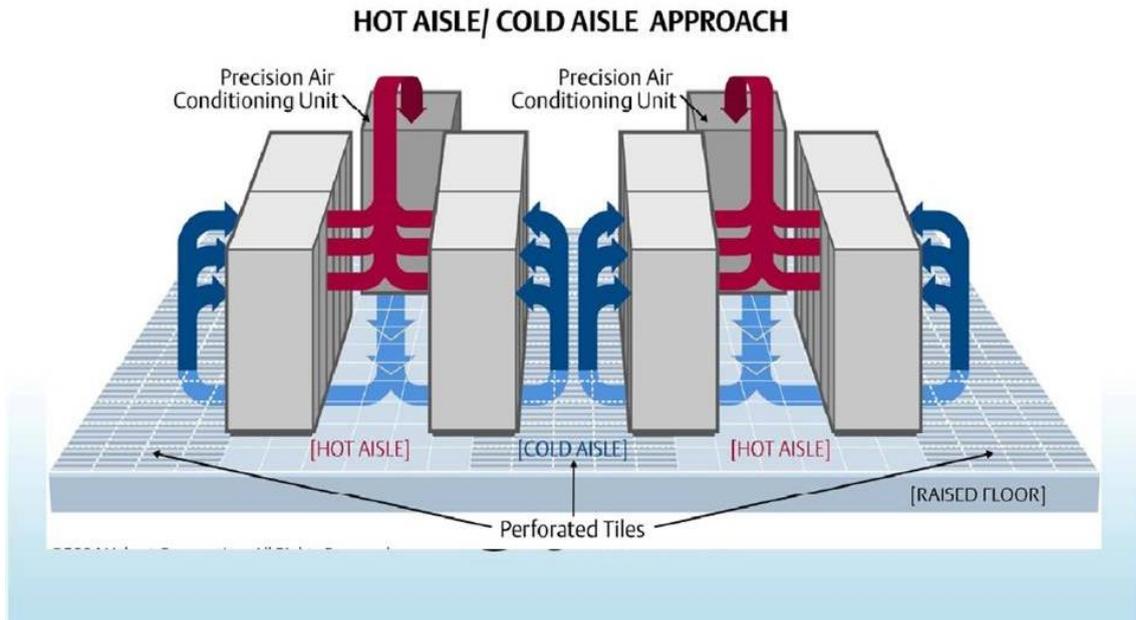


Ilustración 6. Diseño de corriente de aire en el Data Center

La figura muestra la configuración de pasillos fríos y calientes en el data center, logrando un refrigeramiento adecuado para el buen funcionamiento de los servidores. (Tecnología básica de climatización de data centers).

A continuación se muestra la arquitectura a la que se debe regir la construcción de un data center.

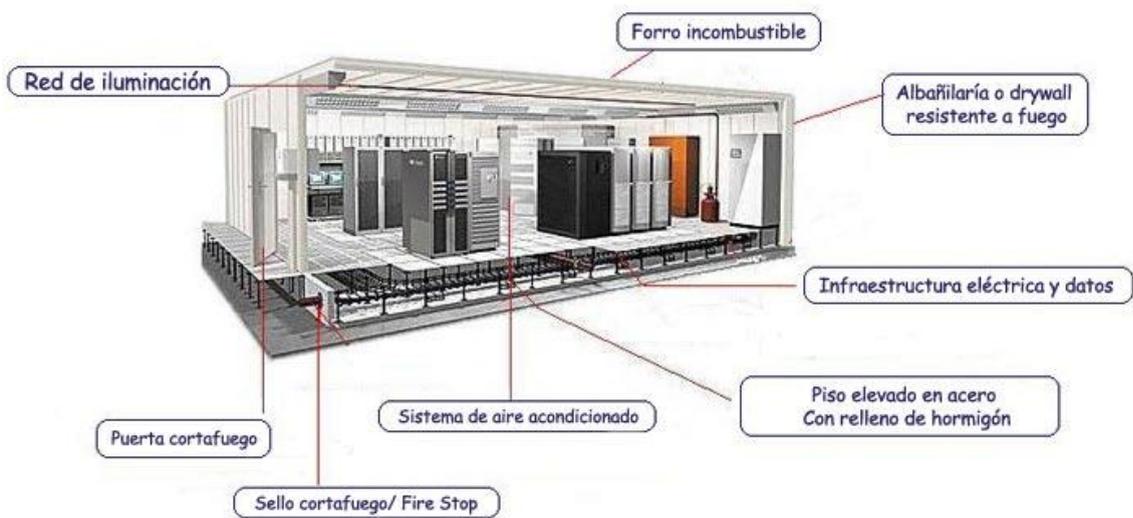


Ilustración 7. Esquema arquitectónico de Data Center

En la figura se puede apreciar todos los elementos necesarios para el buen funcionamiento de todos los equipos presentes en el data center.

3.4 DISEÑO LÓGICO

Se plantea el siguiente diseño lógico del sistema para una PBX hosted.

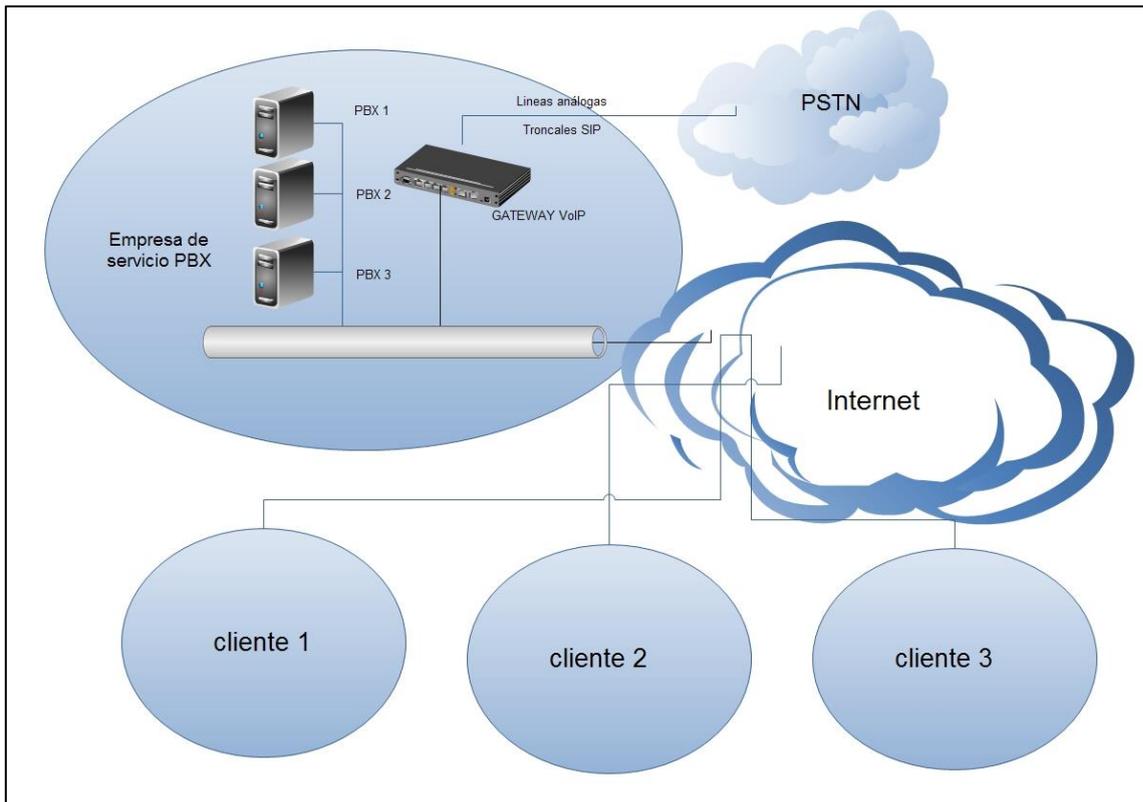


Ilustración 8. Diseño Lógico PBX hosted

3.5 INFRAESTRUCTURA

Se plantea tener una central ya sea física o virtual para cada uno de los clientes de la PBX hosted de tal manera que la falla de algún equipo no se vea reflejado en la falla total del servicio de PBX hosted, allí en el data center de la empresa se deberá contar con el acceso a la líneas análogas o troncales SIP del proveedor para poder vincular a cada uno de los clientes las líneas telefónicas correspondientes.

Adicionalmente a ello se podría tener destinado para empresas pequeñas o medianas (PYMES y MPYMES) un servidor el cual podría dar servicio a varias de estas empresas

representando un bajo costo para la empresa proveedora del servicio de VoIP y reflejando de igual manera un costo bajo para un cliente final pequeño el cual se beneficiaría con este tipo de servicio. A continuación se muestra el diseño planteado para este propósito.

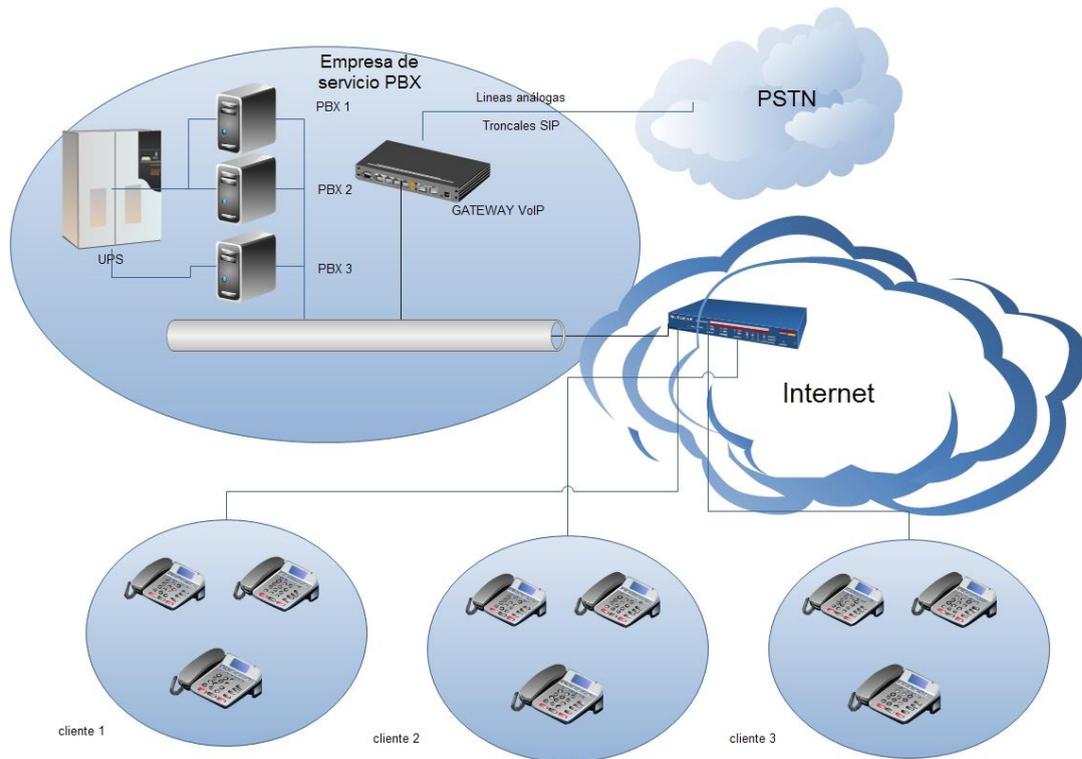


Ilustración 9 Infraestructura PBX hosted

Cabe aclarar que los servidores a mas que podrían ser de cualquier marca o tipo podrían ser físicos o virtuales, de la misma manera de ser necesario podría plantarse un arreglo de servidores para tener alta disponibilidad. En esta investigación no vamos a profundizar en estos temas ya que su complejidad amerita el desarrollo de otro trabajo de investigación aunque en casos como este se mencionará su importancia. Puntualmente la presente investigación se enfoca en el diseño funcional para la prestación del servicio y determinar el sistema gestor de PBX más adecuado.

Para un ISP independiente de la red PSTN podría apreciarse un diagrama de la siguiente manera:

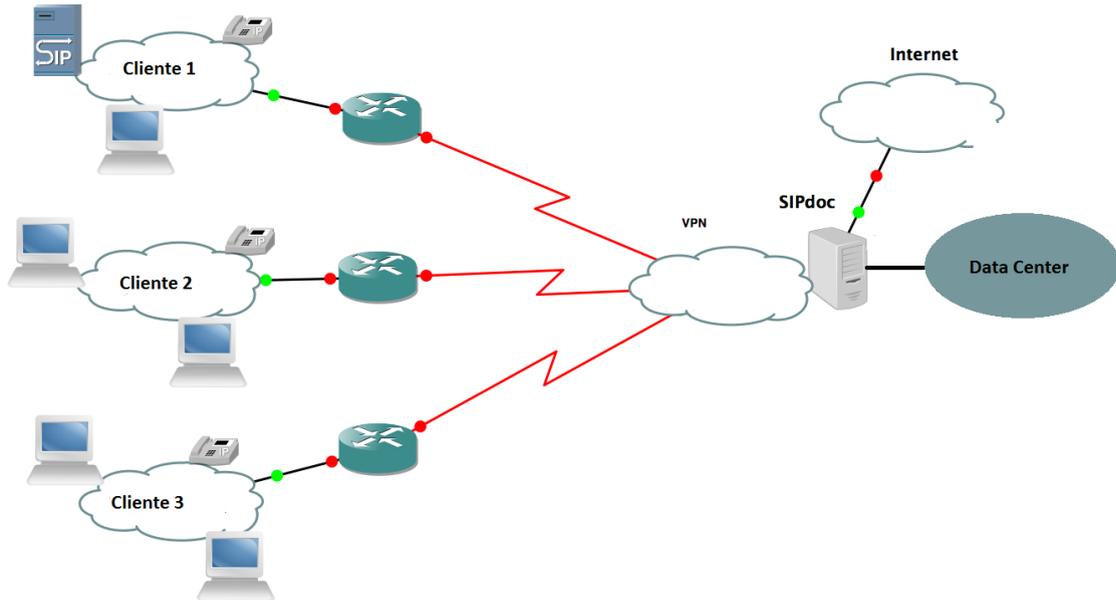


Ilustración 10. Esquema de Red Para PBX Hosted

La figura muestra la manera en la que un ISP podría optimizar su infraestructura WAN para dar el servicio de PBX hosted.

3.6 ELEMENTOS QUE INTERVIENEN

Vamos a mencionar los elementos de software y hardware necesarios para tener un servicio de PBX hosted y adicionalmente elementos de protección para los servidores.

3.6.1 HARDWARE PARA LA IMPLEMENTACIÓN

Vamos a listar los elementos que podrían ser utilizados para la instalación de la central PBX en el data center.

- Servidor. Podría ser desde un micro server hasta un servidor de gama alta en función del número de usuarios que va a tener la central, en el manual resultado de la investigación mostraremos los parámetros de recomendación acorde al número de usuarios del sistema.
- Gateway. Existen de diversas marcas y prestaciones, podríamos sugerir una tarjeta de telefonía o un Gateway como tal en función de las líneas analógicas que disponga la empresa y de su posible expansión a futuro.

- Terminales SIP. Estos podrían ser teléfonos IP, softphones o incluso un ATA, este último es necesario debido a la escasa fabricación de fax para trabajar con VoIP.

3.6.2 SOFTWARE PARA LA IMPLEMENTACIÓN

En este proyecto de tesis se propuso dos software como candidatos para la implementación por lo cual vamos a señalar las características de cada uno de ellos a la hora de una implementación.

- **Elastix 2.3.0**

En resumen es una distribución de software libre que tiene como núcleo CENTOS 5.5 y trabaja sobre ASTERISK para la operabilidad de la telefonía IP. Posee una interfaz web para la administración y se integra con el modulo free PBX. Como ya se estudió en el capítulo anterior no es necesario mencionar todas sus cualidades

- **3CX 10.0**

Es una aplicación que corre sobre Windows server 2008 en adelante o sobre Windows7. Tiene una interfaz web de administración llamada “Mi Teléfono” y posee las características necesarias para la administración de una central PBX.

3.7 CAPACIDAD DE USUARIOS

Al hablar de número de usuarios máximos o mínimos en una PBX hosted nos referimos directamente al ancho de banda que posee la VPN entre el cliente y la central, el número de usuarios concurrentes es el valor que determina el ancho de banda necesario para un determinado enlace o a su vez para determinar el número máximo de usuarios para un determinado cliente, es decir, tomamos la tabla que nos muestra el cálculo del consumo de ancho de banda en función del códec.

Tabla 4. Consumo de ancho de banda según el códec Fuente: The Future of Telephony MEEGELEN, J y otros.

Códec	BR	NEB
G.711	64 kbps	87.2 kbps
G.729	8 kbps	31.2 kbps
G.723.1	6.4 kbps	21.9 kbps
G.723.1	5.3 kbps	20.8 kbps
G.726	32 kbps	55.2 kbps
G.726	24 kbps	47.2 kbps
G.728	16 kbps	31.5 kbps
iLBC	15 kbps	27.7 kbps

Concluimos diciendo que el número de usuarios está limitado por el ancho de banda del enlace de datos y además que la centrales no tienen inconveniente en el manejo de un número elevado de usuarios, por lo que un número de usuarios de máximo 20 usuarios estará acorde al ancho de banda de una VPN.

3.8 SIPP

SIPP es una prueba gratuita de código abierto herramienta generadora de tráfico para el protocolo SIP. Incluye algunos escenarios básicos SipStone agente de usuario (UAC y UAS) y establece y libera varias llamadas con los métodos INVITE y BYE. También puede leer archivos personalizados XML que describen escenarios simples a flujos de llamadas complejas. Cuenta con la visualización dinámica de las estadísticas sobre las pruebas de funcionamiento (coste de una llamada, el retraso de ida y vuelta, y las estadísticas del mensaje), periódicos vertederos CSV estadísticas, TCP y UDP sobre sockets múltiples o multiplexados con la gestión de retransmisión y las tarifas de llamadas dinámicamente ajustables.

Otras características avanzadas incluyen soporte de IPv6, TLS, SCTP autenticación SIP, escenarios condicionales, retransmisiones UDP, robustez error (tiempo de espera de llamada, el protocolo de defensa), llame variable específica, la expresión Posix regular para extraer y volver a inyectar los campos de protocolo, acciones personalizadas (registro, sistema de comando exec, llame detener) en recepción de mensajes, la inyección de campo externo de archivos CSV para emular los usuarios en vivo.

SIPp También puede enviar medios (RTP) a través de RTP eco y la respuesta de RTP/pcap. Los medios pueden ser de audio o vídeo.

Aunque están optimizadas para la prueba de tráfico, el estrés y el rendimiento, SIPp se puede utilizar para ejecutar una sola llamada y salida, proporcionando un veredicto aprobado / no aprobado.

Por último, pero no menos importante, SIPp tiene una amplia documentación disponible tanto en formato HTML y PDF.

SIPp puede ser utilizado para probar varios equipos SIP real como proxies SIP, SIP B2BUAs, servidores de medios, gateways SIP / x, PBX SIP, ... También es muy útil para emular miles de agentes de usuario SIP de llamada del sistema

CAPÍTULO IV

IMPLEMENTACIÓN

4.1 SELECCIÓN DE UN SO GESTOR PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE LA PBX

4.1.1 COMPARACIÓN DE PRESTACIONES

Acorde a lo mencionado anteriormente en la tabla se muestra las funcionalidades más importantes y de uso cotidiano relevante para los usuarios, de esta manera podremos determinar el software más eficiente para la implementación. Para este análisis utilizaremos la técnica de Matriz de Criterios Ponderados dando una ponderación a cada parámetro del 1 al 5 y una calificación a cada software gestor del 1 al 10. Debido a que no todos los parámetros considerados poseen el mismo peso para ponderar en una escala del 1 al 5 se asignó valores en función de la importancia de acuerdo a la clase de parámetro a la que corresponde, es decir, sin un determinado parámetro técnico pertenece a la clase “administración” el valor asignado a la ponderación estará en función de la importancia de este parámetro para la administración.

Tabla 5. Evaluación sistemas PBX hosted según su evaluación Oficial. Fuente www.voip-info.org

Clases	Parámetro Técnico	Ponderación	ELAS TIX	Resultado	3CX	Resultado
Administración	Interfaz de detección de Hardware	3	7	21	3	9
	Reporte de detalle de llamadas (CDR)	4	8	32	9	36
	Tarifación con reporte de	5	7	35	0	0

	consumo por destino					
	Reportes de uso de canales	3	8	24	0	0
	Panel de Operador basado en Web	5	9	45	6	30
	IVR Configurable y Flexible	2	9	18	5	10
	Provisionador de Teléfonos vía Web	3	8	24	8	24
	Soporte para Sintetización de Voz	2	7	14	0	0
Número de usuarios	Máximo número de usuarios () cerrar por procesador	5	10	50	8	40
	Soporte para videofonos	5	8	40	6	30
Gestión	Hardware tarjetería compatible.	4	8	32	2	8
	Integración con otras centrales.	4	8	32	2	8
	Servidor de correo electrónico	2	8	16	5	10
	Call center	3	9	27	3	9
	Troncalización entre centrales	4	9	36	7	28
	Servidor DHCP para asignación dinámica de IP's	4	9	36	8	32
Servicios Adicionales	Grabación de Llamadas	3	10	30	8	24
	Correo de Voz	2	9	18	7	14
	Correo de voz-a-	2	9	18	0	0

	Email					
	Parqueo de llamadas	2	8	16	0	0
	Mensajería instantánea	1	8	8	8	8
	Fax Virtual	2	8	16	0	0
	Call center	2	9	18	3	6
Financieros	Costo de actualización	5	10	50	3	15
	Costos de licenciamiento	3	10	30	6	18
	TOTAL			686		359

4.2 AMBIENTE DE SIMULACIÓN

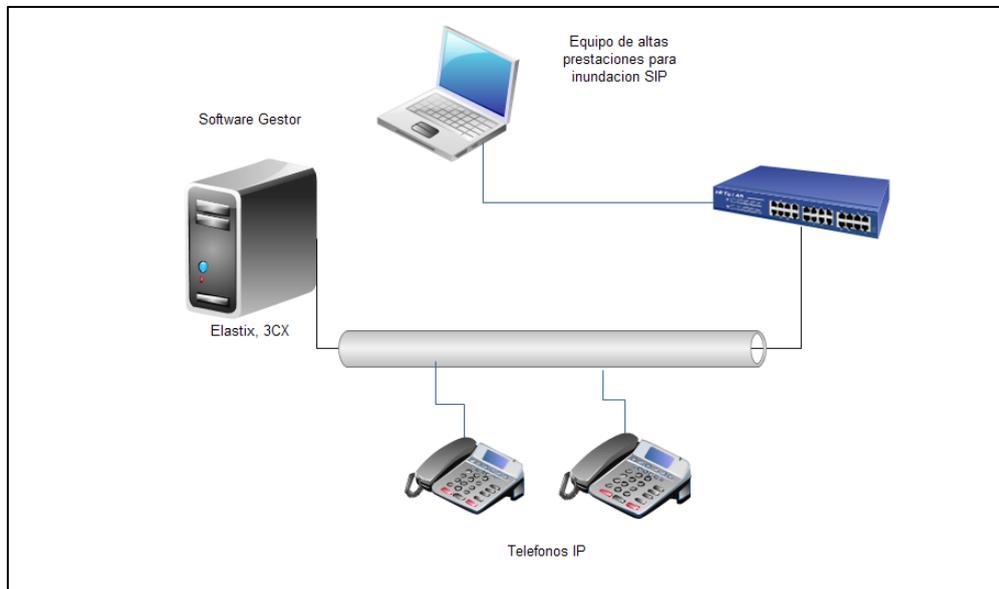


Ilustración 11. Ambiente de simulación para inundación SIP

En este ambiente simulación vamos a probar el rendimiento de cada una de las centrales telefónicas a través de inundación SIP utilizando la herramienta SIPP de software libre la cual es una librería que se puede instalar bajo Centos y la cual nos podrá ayudar a determinar cuál es el software gestor más eficaz en una implementación. Vamos a generar 3000 llamadas de 2000ms cada una esperando la inhibición de la central en los

teléfonos registrados a la misma, y mostraremos los resultados de la prueba revisando las llamadas exitosas en la misma.

4.3 PRUEBAS ELASTIX

```
----- Scenario Screen ----- [1-9]: Change Screen --
Call-rate(length)  Port  Total-time  Total-calls  Remote-host
1000.0(0 ms)/1.000s  5061  60.47 s  8702  127.0.0.1:5060 (UDP)

19 new calls during 0.283 s period  0 ms scheduler resolution
3000 calls (limit 3000)  Peak was 3000 calls, after 9 s
1 Running, 7861 Paused, 91 Woken up
13997 dead call msg (discarded)  332 out-of-call msg (discarded)
3 open sockets

Messages  Retrans  Timeout  Unexpected-Msg
INVITE ----->  8702  33888  2776
  100 <-----  2952  0  0  0
  180 <-----  0  0  0  0
  183 <-----  0  0  0  0
  200 <-----  E-RTD1 2981  0  0  0
  ACK ----->  2981  0
  Pause [ 0ms]  2981  0
  BYE ----->  2981  2008  0
  200 <-----  2812  0  0  114
```

Ilustración 12. Pruebas SIPP con Elastix

- **Resultados**

```
----- Statistics Screen ----- [1-9]: Change Screen --
Start Time | 2013-02-22 10:25:51:068 | 1361546751.068460
Last Reset Time | 2013-02-22 10:26:51:260 | 1361546811.260817
Current Time | 2013-02-22 10:26:51:554 | 1361546811.554323
-----
Counter Name | Periodic value | Cumulative value
-----
Elapsed Time | 00:00:00:293 | 00:01:00:485
Call Rate | 64.846 cps | 143.870 cps
-----
Incoming call created | 0 | 0
OutGoing call created | 19 | 8702
Total Call created | | 8702
Current Call | 3000 |
-----
Successful call | 19 | 2812
Failed call | 0 | 2890
-----
Response Time 1 | 00:00:06:539 | 00:00:06:444
Call Length | 00:00:03:574 | 00:00:18:997
----- Test Terminated -----

2013-02-22 10:26:51:518 1361546811.518045: Dead call 7635-9587@127.0.0.1 (successful), received 'SIP/2.0 200 OK
Via: SIP/2.0/UDP 127.0.0.1:5061;branch=z9hG4bK-9587-7635-0;received=127.0.0.1;rport=5061
From: sipp <sip:sipp@127.0.0.1:5061>;tag=9587SIPPtag007635
To: sut <sip:service@127.0.0.1:5060>;tag=as61e3481b
Call-ID: 7635-9587@127.0.0.1
CSeq: 1 INVITE
Server: FPBX-2.8.1(1.8.12.0)
Allow: INVITE, ACK, CANCEL, OPTIONS, BYE, REFER, SUBSCRIBE, NOTIFY, INFO, PUBLISH
Supported: replaces, timer
```

Ilustración 13. Resultados pruebas SIPP con Elastix

- Antes de la inhibición de servicio se han logrado

Tabla 6. Resultados SIPP con Elastix

Llamadas salientes	19
Valor acumulativo de llamadas	8702
Intento de llamadas concurrentes	3000
Tiempo de duración	60000ms

4.4 PRUEBAS 3CX

```

----- Scenario Screen ----- [1-9]: Change Screen --
  Call-rate(length)  Port  Total-time  Total-calls  Remote-host
2000.0(0 ms)/1.000s 5061    49.76 s      14816  127.0.0.1:5060(UDP)

16 new calls during 0.123 s period      0 ms scheduler resolution
6000 calls (limit 6000)                  Peak was 6030 calls, after 15 s
1 Running, 14260 Paused, 25 Woken up
13122 dead call msg (discarded)         120 out-of-call msg (discarded)
3 open sockets

      Messages  Retrans  Timeout  Unexpected-Msg
INVITE ----->      14816   52657   5214
  100 <-----      3385     0       0       0
  180 <-----         0     0       0       0
  183 <-----         0     0       0       0
  200 <-----      E-RTD1 3686     0       0       0
  ACK ----->      3686     0
Pause [    0ms]      3686                0
  BYE ----->      3685     2379     0
  200 <-----      3413     0       0       189

----- Test Terminated -----

```

Ilustración 14. Pruebas SIPP con 3CX

Resultados

```

----- Test Terminated -----

----- Statistics Screen ----- [1-9]: Change Screen --
Start Time      | 2013-02-22 10:39:16:832 | 1361547556.832584
Last Reset Time | 2013-02-22 10:40:06:482 | 1361547606.482166
Current Time    | 2013-02-22 10:40:06:633 | 1361547606.633260

-----+-----+-----
Counter Name    | Periodic value          | Cumulative value
-----+-----+-----
Elapsed Time    | 00:00:00:151           | 00:00:49:800
Call Rate       | 105.960 cps             | 297.510 cps
-----+-----+-----
Incoming call created | 0                       | 0
OutGoing call created | 16                      | 14816
Total Call created  |                          | 14816
Current Call      | 6000                    |
-----+-----+-----
Successful call   | 13                      | 3413
Failed call      | 3                       | 5403
-----+-----+-----
Response Time 1  | 00:00:09:116           | 00:00:05:451
Call Length    | 00:00:14:195           | 00:00:21:555
----- Test Terminated -----

```

Ilustración 15. Resultados pruebas SIPP con 3CX

Se puede observar lo siguiente

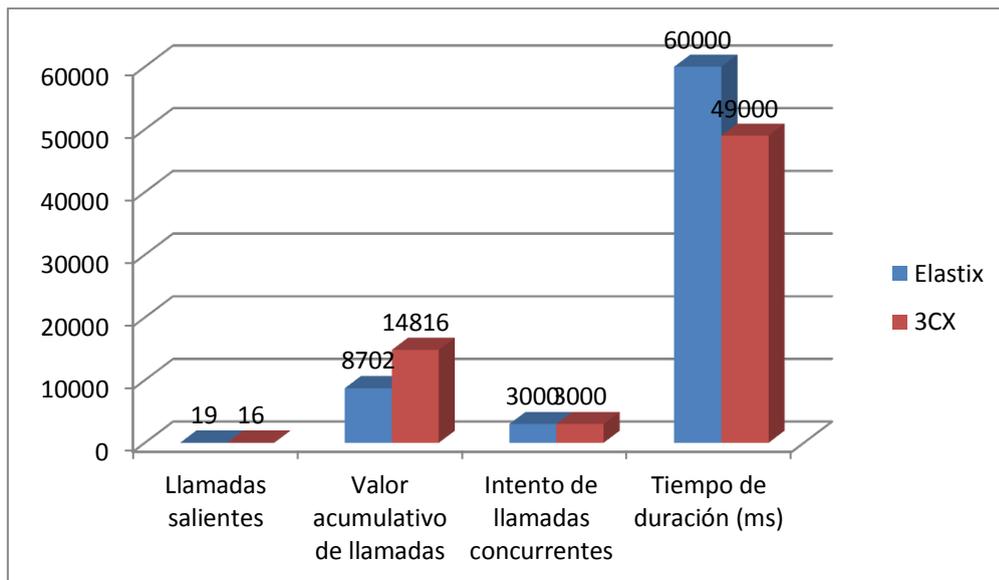
Llamadas salientes	16
Valor acumulativo de llamadas	14816
Intento de llamadas concurrentes	3000
Tiempo de duración	49000ms

Ilustración 16. PRUEBAS SIPP CON 3CX

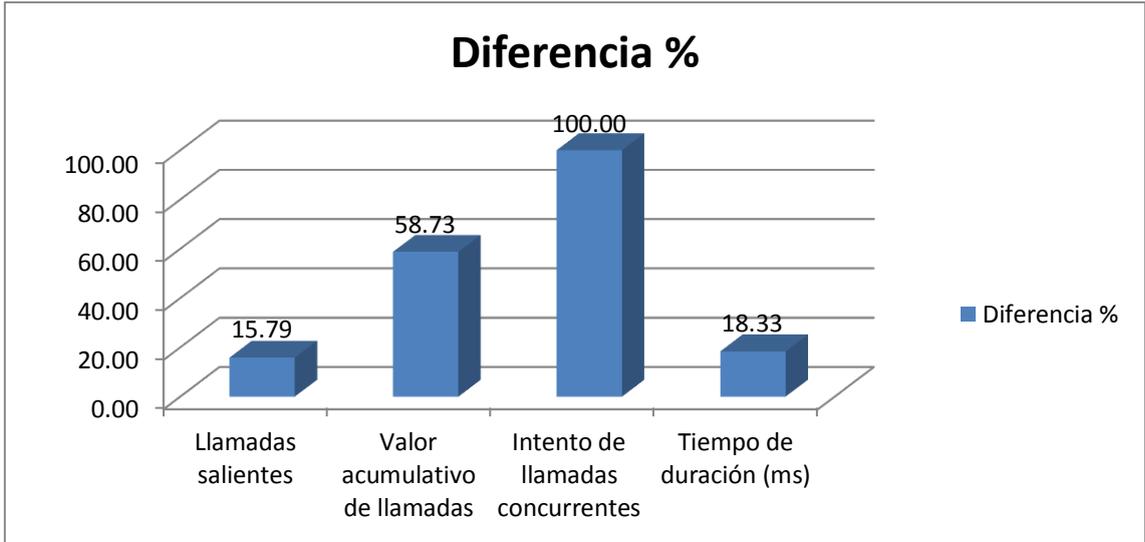
4.5 RESULTADOS

De las pruebas planteadas se puede observar que Elastix se inhibe 12 segundos más tarde que 3cx y tiene un menor valor acumulativo de llamadas pendientes (CALL ATEMP), y elastix ha logrado responder 19 llamadas exitosas por lo que se concluye que elastix tiene un mejor rendimiento basados en la inundación de trafico SIP. Se muestra la gráfica de las diferencias entre los resultados de los dos software gestores.

	Elastix	3CX	Diferencia %
Llamadas salientes	19	16	15.78947368
Valor acumulativo de llamadas	8702	14816	58.7338013
Intento de llamadas concurrentes	3000	3000	0
Tiempo de duración (ms)	60000	49000	18.33333333



Adicionalmente a esto se muestra la gráfica de los porcentajes resultantes de la diferencia de rendimiento de cada uno de los software gestores.



CAPITULO V

PLANTEAMIENTO GUÍA DE IMPLEMENTACIÓN

Para llegar a determinar el software gestor más eficiente para implementación de una PBX hosted se realizó un estudio de parámetros técnicos, de prestaciones de servicio a usuarios y financieros. Llegando a la conclusión que la mejor opción es utilizar Elastix 2.0 para la implementación debido a que se demostró que es más eficiente y por estar licenciado bajo GPL no es necesario incurrir en gastos de licenciamiento.

5. GUÍA DE CONFIGURACIÓN DE ELASTIX

Sea ha omitido la guía de instalación en este Capítulo pero se encuentra detallada en el ANEXO 1

5.1.1 Interfaz Web

A continuación una descripción general del interfaz de administración de elastix

System

Tabla 7. SYSTEM

Nombre módulo	Descripción
Dashboard	<i>Dashboard</i> es una especie es una especie de escritorio donde el usuario puede ver un resumen de actividad en Elastix como sus últimos emails, sus <i>voicemails</i> , sus últimos faxes, si tiene algo agendado en el

System Info	Muestra información de sistema como uso de memoria, CPU, disco duro
Network	Menú de configuración de parámetros de red
Network Parameters	Aquí se pueden configurar parámetros de Red como dirección IP y máscara de red, <i>gateway</i> , nombre de <i>host</i> , servidores
DHCP Server	Permite configurar el servidor DHCP
User Management	Menú de administración de usuarios de Elastix
Groups	Permite configurar grupos de usuarios
Users	Permite administrar usuarios y asignarlos a grupos. También permite asociar cuentas de <i>email</i> y extensiones telefónicas a usuarios
Group Permission	Aquí se configuran los permisos de acceso a los diferentes módulos para un grupo
Load Module	Permite cargar un módulo de Elastix
Shutdown	Sirve para apagar el servidor
Hardware Detection	Módulo de detección de hardware
Updates	Menú de actualizaciones
Packages	Listado de paquetes con la opción de instalarlos
Repositories	Se pueden configurar los repositorios en base a los cuales se realizan las actualizaciones
Backup/Restore	Modulo para respaldar el servidor Elastix y también para subir respaldos y restituir
Preferences	Menú para configurar preferencias varias
Language	Cambia el idioma de toda la interfase Web
Date/Time	Cambia la fecha, hora y zona horaria del servidor
Themes	Permite cambiar los temas (<i>skins</i>) para darle a la interfase de Elastix un diferente aspecto

PBX

Tabla 8. PBX

Nombre módulo	Descripción
PBX Configuration	Aquí se encuentra embebido freePBX. Desde aquí se hacen la mayoría de configuraciones a nivel de central telefónica
Flash Operator Panel	Panel de operador basado en flash,
Voicemails	Listado de <i>voicemails</i> . Se debe haber asociado previamente al usuario con una extensión telefónica para poder ver el
Monitoring	Listado de grabaciones telefónicas. Al igual que con el módulo anterior el usuario debe estar asociado con una
Echo Cancellor	Actividad del cancelador de eco
Endpoint Configuration	Herramienta muy útil para provisionar
Conference	Módulo para agendar conferencias
Extensions Batch	Módulo para crear grandes lotes de
Tools	Menú con herramientas varias
Asterisk CLI	Permite ejecutar comandos del CLI desde
File Editor	Permite editar archivos de texto plano

Fax

Tabla 9. FAX

Nombre módulo	Descripción
Virtual Fax List	Listado de extensiones de fax virtuales. Es decir que recibirán faxes en formato PDF
New Virtual Fax	Este módulo permite crear extensiones de
Fax Master	Permite configurar una dirección <i>email</i> que recibirá notificaciones del
Fax Clients	Configuración de permisos de acceso para aplicaciones clientes de fax
Fax Visor	Visor de faxes que permite visualizar
Template Email	Herramienta de configuración de plantilla

Email

Tabla 10. EMAIL

Nombre módulo	Descripción
Domains	Creación de dominios de <i>email</i> . Elastix
Accounts	Creación de cuentas de email y asignación
Relay	Configuración de <i>relay</i> para permitir a otras redes utilizar a Elastix para enviar su
Webmail	Interfase de Webmail basada en software

IM

Tabla 11. MENSAJERÍA INSTANTÁNEA

Nombre módulo	Descripción
OpenFire	Interfase embebida para administrar el

Reports

Tabla 12. REPORTEES

Nombre módulo	Descripción
CDR Report	Reporte de CDRs con opciones de filtrado
Channels Usage	Reporte de uso de canales. Se pueden ver gráficos por diferentes tipos de tecnología
Billing	Menú de tarificación
Rates	Aquí se pueden establecer las tarifas dependiendo de la troncal y el prefijo
Billing Report	Reporte de tarificación con filtrado por fechas y campos. Básicamente se calcula y muestra el costo de cada llamada
Destination Distribution	Gráfico de pastel de la distribución por
Billing Setup	Configuración de las troncales habilitadas
Asterisk Logs	Interfase para ver el log de Asterisk con

Extras

Tabla 13. EXTRAS

Nombre módulo	Descripción
vTigerCRM	Software de poderoso CRM embebido
Calling Cards	Interfase basada en software A2Billing
Downloads	Menú de descargas
Softphones	Listado de aplicaciones de <i>softphones</i>
Fax Utilities	Listado de aplicaciones de fax
Instant Messaging	Listado de clientes de IM recomendados
SugarCRM	Software CRM en su versión de código

Agenda

Tabla 14. AGENDA

Nombre módulo	Descripción
Calendar	Módulo de calendario para agendar eventos que inclusive pueden generar llamadas telefónicas automáticas
Address Book	Libreta de direcciones
Recordings	Interfase para grabar mensajes que se pueden asociar con el módulo Calendar y que se reproducen cuando se genera una llamada automática

5.1.2 CÓDIGOS DE FUNCIONALIDADES

Los códigos de funcionalidades vienen ya predefinidos en Elastix, por lo que debemos tener en cuenta los mismos antes de asignar nuestro plan numérico de extensiones, de forma tal, que no vaya a solaparse con los códigos ya predefinidos. Nota debemos evitar las siguientes extensiones por defecto:

7777 Simula una llamada entrante desde fuera

411 Directorio por nombre de la empresa

999 Numero de emergencia en algunos países

911 Numero de emergencia

555 ChanSpy

666 Para probar el fax del sistema

888 Para espiar en canales tipo zap (dahdi)

70-79 Para estacionamiento de llamadas

5.2 CREAR UNA EXTENSIÓN

Definir y corregir extensiones es probablemente la tarea más común realizada por un administrador de PBX, y como tal, se encontrará muy al corriente de esta página. Hay actualmente cuatro tipos de dispositivos o tecnologías soportadas: SIP, IAX2, ZAP y "Custom".

Para crear una “Nueva extensión” ingrese al Menú “PBX”. Por defecto se accede a la sección “Configuración PBX”, en esta sección escogemos del panel izquierdo la opción “Extensiones”. Ahora podremos crear una nueva extensión.

Primero escoja el dispositivo de entre las opciones disponibles:

Add an Extension

Please select your Device below then click Submit

Device

Device

- Generic SIP Device
- Generic SIP Device
- Generic IAX2 Device
- Generic ZAP Device
- Other (Custom) Device

Ilustración 17. Añadir extensión

Generic SIP Device: El SIP es el protocolo estándar para los teléfonos VoIP y ATA. La mayoría de teléfonos IP soportan SIP.

- Generic IAX2 Device: IAX es el “protocolo Inter Asterisk Exchange”, un nuevo protocolo apoyado solamente por algunos dispositivos (Por ejemplo, los teléfonos basados en PA1688, y el IAXy ATA).
- Generic ZAP Device: ZAP es un dispositivo de hardware conectado al servidor Elastix. Por lo general tarjetería PCI controlada con los *drivers* del proyecto Zaptel (de allí el nombre de ZAP).
- Other (Custom) Device: Custom nos permite escribir directamente una entrada en los archivos de configuración y por ende esta entrada debe estar en formato de extensión entendible por Asterisk. Puede también ser utilizado para “mapear” una extensión a un número “externo”. Por ejemplo, para enrutar la extensión 211 a 1-800-555-1212, se puede crear una extensión “Custom” 211 y en la caja de_texto del “dial” se puede ingresar: Local/18005551212@outbound-allroutes.

Una vez haya escogido el dispositivo correcto, de clic en Ingresar. Luego de escoger el tipo de dispositivo nos aparecerá un formulario que varía un poco dependiendo de lo que hayamos escogido previamente. Nosotros supondremos que el usuario ha escogido SIP pues es lo más común.

Add SIP Extension

Add Extension

User Extension	<input type="text"/>	Privacy Manager	<input type="text" value="No"/>
Display Name	<input type="text"/>	Dictation Services	
CID Num Alias	<input type="text"/>	Dictation Service	<input type="text" value="Disabled"/>
SIP Alias	<input type="text"/>	Dictation Format	<input type="text" value="Ogg Vorbis"/>
Extension Options		Email Address	<input type="text"/>
Direct DID	<input type="text"/>	Recording Options	
DID Alert Info	<input type="text"/>	Record Incoming	<input type="text" value="On Demand"/>
Music on Hold	<input type="text" value="acc_1"/>	Record Outgoing	<input type="text" value="On Demand"/>
Outbound CID	<input type="text"/>	Voicemail & Directory	
Ring Time	<input type="text" value="Default"/>	Status	<input type="text" value="Disabled"/>
Call Waiting	<input type="text" value="Disable"/>	Voicemail Password	<input type="text"/>
Emergency CID	<input type="text"/>	Email Address	<input type="text"/>
Device Options		Pager Email Address	<input type="text"/>
This device uses sip technology.		Email Attachment	<input type="radio"/> yes <input checked="" type="radio"/> no
secret	<input type="text"/>	Play CID	<input type="radio"/> yes <input checked="" type="radio"/> no
dtmfmode	<input type="text" value="rfc2833"/>	Play Envelope	<input type="radio"/> yes <input checked="" type="radio"/> no
Fax Handling		Delete Vmail	<input type="radio"/> yes <input checked="" type="radio"/> no
Fax Extension	<input type="text" value="FreePBX default"/>	VM Options	<input type="text"/>
Fax Email	<input type="text"/>	VM Context	<input type="text" value="default"/>
Fax Detection Type	<input type="text" value="None"/>	VmX Locator™	<input type="text" value="Disabled"/>
Pause after answer	<input type="text" value="0"/>	Submit	<input type="button" value="Submit"/>

Ilustración 18. Parámetros extensión SIP

Como podemos observar se pueden configurar aquí muchas cosas interesantes pero no todos los datos son necesarios para conseguir una extensión funcional así que explicaremos aquí solo los más importantes.

- Extensión del Usuario: Debe ser único. Éste es el número que se puede marcar de cualquier otra extensión, o directamente del recepcionista Digital si está permitido. Puede ser cualquier longitud, pero convencionalmente se utiliza una extensión de tres o cuatro cifras.

- **Display Name:** Es el nombre del Caller ID, para llamadas de este usuario serán fijadas con su nombre. Sólo debe ingresar el nombre no la extensión.
- **Secret:** Esta es la contraseña usada por el dispositivo de la telefonía para autenticar al servidor de Asterisk. Esto es configurado generalmente por el administrador antes de dar el teléfono al usuario, y generalmente no se requiere que lo conozca el usuario. Si el usuario está utilizando un softphone, entonces necesitarán saber esta contraseña para configurar su software.

5.3 CONFIGURACIÓN DE COLAS

Las colas consisten en grupos de usuarios para los cuales se definen ciertas políticas (o estrategias) principalmente en lo que tiene que ver con llamadas entrantes. Las colas pueden ser llamadas como una extensión más. Los usuarios de las colas pueden ser estáticos, llamados “miembros” (es decir que tienen un número de extensión fijo) o usuarios dinámicos, llamados agentes (es decir que pueden ingresar a la cola desde cualquier extensión).

Una política o estrategia define la manera como se distribuyen las llamadas entrantes a la cola entre los miembros o agentes. Las políticas de cola que soporta Asterisk al momento son las siguientes:

- **ringall:** ring all available channels until one answers (default)
- **roundrobin:** take turns ringing each available interface (deprecated in 1.4, use rrmemory)
- **leastrecent:** ring interface which was least recently called by this queue
- **fewestcalls:** ring the one with fewest completed calls from this queue
- **random:** ring random interface
- **rrmemory:** round robin with memory, remember where we left off last ring pass

Para configurar una cola en Elastix tenemos que ir al Módulo PBX y escoger en el menú llamado “Queues”.

Para añadir una nueva cola deberemos llenar el siguiente formulario.

Add Queue

Add Queue

Queue Number:	<input type="text"/>
Queue Name:	<input type="text"/>
Queue Password:	<input type="text"/>
CID Name Prefix:	<input type="text"/>
Alert Info:	<input type="text"/>
Static Agents:	<div style="border: 1px solid #ccc; height: 60px; width: 100%;"></div>
Extension Quick Pick	<input type="text" value="(pick extension)"/>

Queue Options

Agent Announcement:	<input type="text" value="None"/>
Music on Hold Class:	<input type="text" value="inherit"/>
Ringin Instead of MoH:	<input type="checkbox"/>
Max Wait Time:	<input type="text" value="Unlimited"/>
Max Callers:	<input type="text" value="0"/>
Join Empty:	<input type="text" value="Yes"/>
Leave When Empty:	<input type="text" value="No"/>
Ring Strategy:	<input type="text" value="ringall"/>
Agent Timeout:	<input type="text" value="15 seconds"/>
Retry:	<input type="text" value="5 seconds"/>
Wrap-Up-Time:	<input type="text" value="0 seconds"/>
Call Recording:	<input type="text" value="No"/>
Event When Called:	<input type="text" value="No"/>
Member Status:	<input type="text" value="No"/>
Skip Busy Agents:	<input type="text" value="No"/>

Caller Position Announcements

Frequency:	<input type="text" value="0 seconds"/>
Announce Position:	<input type="text" value="No"/>
Announce Hold Time:	<input type="text" value="No"/>

Ilustración 19. Configuración de colas

Queue Number:

Este es el número que puede ser marcado desde cualquier extensión para ser puesto en la cola. Este también es el mismo número que se usa cuando se selecciona un destino. En conclusión este número identifica a la cola y debe ser único.

Queue Name:

Un nombre corto para la cola. Este es usado únicamente para propósitos de identificación.

Queue password:

A una cola se le puede poner una clave. Cuando un agente intenta conectarse, deberían ser preguntados por la clave de la cola.

CID name prefix:

Como un agente puede logonearse en varias colas al mismo tiempo, es útil colocarle un prefijo al Caller ID para que cuando el agente vea la llamada entrante en el teléfono sepa a qué cola pertenece la llamada.

Static Agents:

Estos son dispositivos que siempre se loguean en la cola. Esto es útil si se tienen siempre los mismos agentes en una cola. Aquí se deben listar los Agentes de la siguiente forma:

A5013, 0

Donde la letra A indica que se trata de un agente y no de una extensión, seguido del número de agente y el valor 0

Agent Announcement:

Este es un anuncio que es tocado al agente antes de que le conecten una llamada. Esto es útil cuando los agentes no tienen Caller ID en su teléfono y les avisa de una llamada entrante.

Music On Hold:

Este es la música que es tocada al llamante mientras está en la cola por un agente que lo atiende.

Max wait time:

Es el número máximo de segundos que un llamador puede esperar en la cola antes de ser sacado de la misma. La acción a tomar después de este tiempo es configurado más abajo.

Max callers:

Es el máximo número de personas permitidas a esperar en la cola. Si este número es alcanzado, las personas adicionales son enviadas al destino configurado en Destino de Fallas.

Join Empty:

Si se desea que los llamantes ingresen a una cola vacía (sin agentes), entonces hay que setear este parámetro a "yes". Esto no es recomendado.

Leave when empty:

Se setea a "yes" si se quiere sacar a los llamantes que ingresen a una cola en donde no hay agentes. Recomendado poner no.

Ring strategy:

Hay 6 tipos de estrategia de ringeado:

ringall: ringean todos los agentes válidos hasta que alguno responda. Roundrobin:

ringe en orden desde el primer agente válido

leastrecent: ringea al agente cual fue el menos reciente llamado en la cola fewestcalls:

ringe al agente con menos llamadas completadas en la cola. random: ringea a un agente en forma aleatoria.

Rmemory: round robin con memoria, recuerda donde se conectó la última llamada.

Agent timeout:

El número de segundo que se espera para intentar nuevamente ringear a un agente.

Wrap-up-time:

Después de una llamada exitosa, indica el número de segundos antes de declarar al agente libre y enviarle una nueva llamada, El valor por defecto es 0.

Call Recording:

Opción de grabar las llamadas entrantes a la cola.

Fail Over Destination:

Este es el destino si una llamada de la cola no pudo ser atendida

5.4 IVR Y SISTEMA DE GRABACIÓN

Antes de Crear un IVR es necesario tener un mensaje de bienvenida. Por lo tanto hay que grabar uno o cargar uno ya existente.

Para acceder a este módulo diríjase al Menú “PBX”, aparecerá por defecto la sección “Configuración PBX”, en el panel izquierdo escoja la opción “System Recordings” (Grabaciones del Sistema)

System Recordings

Add Recording

Step 1: Record or upload

If you wish to make and verify recordings from your phone, please enter your extension number here:

Alternatively, upload a recording in any supported asterisk format. Note that if you're using .wav, (eg, recorded with Microsoft Recorder) the file **must** be PCM Encoded, 16 Bits, at 8000Hz:

Step 2: Name

Name this Recording:

Click "SAVE" when you are satisfied with your recording

Ilustración 20. Grabaciones del sistema

La primera opción que tenemos es crear un anuncio grabándolo directamente, para esto ingresamos el número de extensión desde el cual queremos realizar la grabación, en este caso usaremos la extensión 201 y damos clic sobre el botón Go.

Luego de hacer esto, Asterisk estará esperando nuestra grabación en la extensión 201, para continuar marcamos *77, grabamos nuestro mensaje y finalmente presionamos la tecla # (numeral).

Para revisar nuestra grabación presionamos *99, ingresamos el nombre de nuestra grabación y damos clic sobre el botón “Save” (Guardar).

La segunda opción que tenemos es cargar una grabación creado en otro medio, para ello debemos tener un archivo soportado por Asterisk, damos clic sobre el botón

examinar...”, buscamos nuestro archivo, luego procedemos a darle un nombre a esta grabación. Finalmente damos clic en “Save” (Guardar).

5.5 CONFIGURAR UN IVR DE BIENVENIDA

El IVR nos permite grabar un mensaje de bienvenida y además podemos tener un menú controlado por teclado telefónico, a través de los 10 dígitos, y los símbolos # numeral y * asterisco. Con esto es posible enviar la llamada a otro destino o de nuevo al IVR que envió el anuncio.

Para acceder al módulo “IVR” diríjase al Menú “PBX”, aparecerá por defecto la sección “Configuración PBX”, en el panel izquierdo escoja la opción “IVR”.

Para grabar un mensaje de bienvenida diríjase a la sección “System Recordings” (Grabaciones del Sistema), por ejemplo:

IVR: “Gracias por llamar a Elastix, si usted conoce el número de extensión puede marcarlo ahora, caso contrario espere en la línea y un operador lo atenderá”.

Para ingresar un nuevo IVR NO es necesario completar todos los campos, pues para nuestro caso (un IVR de bienvenida), no necesitaremos opciones.

Los campos necesarios son los siguientes:

- Change Name: Cambiar el nombre, le pondremos Bienvenida.
- Timeout: Tiempo de espera (en segundos) antes de enrutar la llamada a un operador después de escuchar el mensaje de bienvenida. Para este ejemplo usaremos el número 3.
- Enable direct dial: Opción que permite a quien llama marcar una extensión directamente en caso de que la conozcan sin tener que esperar al operador.
- Announcement: Es el anuncio o mensaje de bienvenida que se grabó anteriormente. Aparecerá una lista con todos los mensajes disponibles.

Ahora procederemos a configurar ciertas opciones que son frecuentemente usadas, la primera es la opción 0 (cero) que nos permitirá ir directamente al operador y la segunda es también ir al operador pero una vez se ha escuchado todo el mensaje de bienvenida, más el tiempo de espera configurado anteriormente

Estas extensiones aparecerán luego en la opción “Core”.

Ahora procedemos a configurar la segunda opción (permitir ir al operador luego de escuchar el mensaje de bienvenida más el tiempo de espera), para ello en el casillero de

la izquierda ingresamos la letra “t” lo que significa timeout y asignamos la extensión del operador.

Finalmente grabamos el IVR.

5.6 CREAR RUTAS ENTRANTES

Esta opción permite configurar el destino de las llamadas que ingresan por una determinada troncal. Cuando una llamada ingresa al servidor, Asterisk puede darse cuenta si coinciden el DID o el CallerID de la troncal ó el número de la troncal en caso de que sea una de tipo ZAP con la información de la llamada entrante.

Add Incoming Route

Add Incoming Route

Description:

DID Number:

Caller ID Number:

Fax Handling

Fax Extension:

Fax Email:

Fax Detection Type:

Pause After Answer:

Privacy

Privacy Manager:

Options

Alert Info:

CID name prefix::

Music On Hold?

Signal RINGING:

CID Lookup Source

Source:

Set Destination

Announcements:

IVR:

Terminate Call:

Extensions:

Voicemail:

Queues:

Ilustración 22. Creación de rutas entrantes

DID Number:

Para un peer de tipo SIP ó IAX, el DID es proporcionado por el proveedor y generalmente está asociado al número de cuenta. Por ejemplo si su cuenta es '85679432', poniendo este dato en el campo DID, las llamadas entrantes deberían “matchear” esta información y dirigirse al destino configurado.

Caller ID Number:

El CID Number es el Caller ID que es recibido por Elastix. Este dato no es confiable ya que es fácilmente “spoofable”. Al dejarlo en blanco “matchea” cualquier Caller ID.

Zaptel Channel:

En esta opción se puede colocar el número de la troncal zap que se quiere que se matchee con el número de troncal por donde asterisk recibe una llamada. Esta opción es excluyente con él la opción de DID Number.

Fax Handling:

Con esta opción se pueden administrar la forma en que los faxes son recibidos.

Immediate Answer:

Esta característica hace que se conteste la llamada tan pronto como este renguea (con las líneas zaptel, esto ocurre después de que el Caller-ID es recibido, lo cual puede ser después de 3 rings). Si estamos usando g729 ó GSM, los rings deberían sonar divertido al llamador.

Pause Alter Answer:

En esta opción se define el número de segundos que deberíamos esperar después de una inmediata respuesta. El primer propósito para esta opción fue la de pausar y escuchar por un tono de fax antes de permitir que la llamada continúe.

Alert Info:

ALERT_INFO puede ser usado para rings distintivos con algunos de dispositivos SIP.

Set destination:

Mediante el “set destination” podemos especificar donde queremos que la llamada sea terminada, siendo esto: un IVR, una extensión, un miscellaneous destination, colgar la llamada ó a un contexto personalizado.

5.7 RUTAS SALIENTES

Mediante las rutas salientes podemos indicar porque troncal ó troncales deben ser enviadas las llamadas.

Add Route

Route Name:

Route Password:

PIN Set:

Emergency Dialing:

Intra Company Route:

Music On Hold?

Dial Patterns

Dial patterns wizards:

Trunk Sequence

Ilustración 23. Creación de rutas salientes

Route Name:

En este campo se especifica un nombre descriptivo para la troncal para poder facilitar la administración de las mismas.

Route Password:

Si llenamos este campo cada vez que una llamada salga por una troncal, al llamador será solicitado un password. Si el password es ingresado correctamente la llamada es conectada, caso contrario la llamada es descartada.

Emergency Dialling:

Con esta opción podemos especificar que la ruta es para llamadas de emergencia. Se puede especificar un diferente caller ID.

Dial Patterns:

El patrón de marcado es el conjunto de dígitos ó patrón de dígitos que Asterisk usa para verificar el “match” con los dígitos marcados por un llamador para determinar el canal por donde debe enviar la llamada.

Existen reglas de cómo especificar los patrones de marcados, las cuales indicamos a continuación:

Patrón	Descripción
X	Representa cualquier dígito de 0-9
Z	Representa cualquier dígito de 1-9
N	Representa cualquier dígito de 2-9
[1237-9]	Representa cualquier dígito entre corchetes
.	Representa uno o más caracteres
	Separa el número ubicado a la izquierda del número marcado. Por ejemplo: 9 NXXXXXX debería representar los números marcados como “92234567”

Trunk Sequence:

Se lista e indica el orden en que se debe intentar el uso de las troncales. Cuando un número digitado por un llamador es “matcheado” por el patrón de marcado especificado antes, Asterisk intentará realizar la llamada por las troncales especificadas en esta opción en el orden en que son listadas.

5.8 TRONCALES

Una troncal es aquella que permite llevar una llamada a cualquier proveedor de servicio de voz o a cualquier dispositivo que reciba su intento de llamada y la gestione a otro destino. Alguno de los tipos de troncales son:

- ZAP
- IAX2
- SIP
- Custom

Veamos algunos de los parámetros a configurar en una troncal ZAP.

Add ZAP Trunk

General Settings

Outbound Caller ID:	<input type="text"/>
Never Override CallerID:	<input type="checkbox"/>
Maximum Channels:	<input type="text"/>
Disable Trunk:	<input type="checkbox"/> Disable
Monitor Trunk Failures:	<input type="checkbox"/> Enable

Outgoing Dial Rules

Dial Rules:	<div style="border: 1px solid #ccc; height: 80px; width: 100%;"></div> <div style="text-align: right; margin-top: 5px;"><input type="button" value="Clean & Remove duplicates"/></div>
Dial Rules Wizards:	<input type="text" value="(pick one)"/> <input type="button" value="v"/>
Outbound Dial Prefix:	<input type="text"/>

Outgoing Settings

Zap Identifier (trunk name):	<input type="text" value="g0"/>
<input type="button" value="Submit Changes"/>	

Ilustración 24. Creación troncal ZAP

Outbound Caller ID:

En esta opción especificamos el caller ID con el que se quiere que salga una llamada que es colocada en esta troncal.

El formato utilizado es:

“Nombre del llamador” <#####>

Si no se quiere usar un caller ID dejar en blanco esta opción

Maximum channels:

Esta opción limita el número de canales que pueden ser usados en una troncal. Al decir canales se refiere al número de llamadas simultáneas que se pueden hacer, tanto entrantes como salientes.

Dial Rules:

Las reglas de marcado indican como asterisk debería marcar para hacer la llamada en una troncal. Esta opción puede ser usada para adicionar ó remover prefijos. Si un número marcado no matchea con patrones colocados en estas reglas, es marcado como fue digitado.

5.9 Configuración 3CX

5.9.1 Agregando Extensiones

Para agregar una extensión, haga clic en ‘Agregar Extensión’ desde la barra de herramientas

Información de Usuario y Autenticación

1. Ingrese el número de extensión, nombre y apellido, y la dirección de email (opcional) del usuario. La dirección de email será usada para las notificaciones de correo de voz. Se puede dejar vacío el campo si se desea.

2. Ahora especifique un ID y contraseña de autenticación:

- ID – El ‘Nombre de Usuario’ SIP. Por ejemplo, 200.
- Contraseña – La contraseña SIP (la contraseña puede ser ocultada al usuario).

Los campos de ID y contraseña de autenticación configurados en el teléfono, ya sea basado en software o hardware, deben concordar los campos mencionados arriba! Además el número de extensión debe ser también ingresado en el teléfono en un campo llamado Cuenta o ID de usuario (los nombres exactos de los campos difieren dependiendo del proveedor).

Opciones de Correo de Voz

3. Ahora configure las opciones de correo de voz.

- Habilitar correo de voz
- Reproducir ID de la persona que llama – el sistema de correo de voz reproducirá el número de la persona que llama y que dejó el mensaje de voz
- Anunciar fecha/hora del mensaje – el sistema de correo de voz reproducirá la hora del mensaje de voz que se va a escuchar
- Número de PIN – este número de pin es utilizado para proteger el buzón de correo de voz y es utilizado por el usuario para acceder a su buzón. El número de PIN es también usado como contraseña para iniciar sesión en el Portal de Usuario 3CX Mi Teléfono.

5.9.2 AGREGANDO LÍNEA(S) PSTN

Llamadas externas pueden hacerse sobre líneas telefónicas PSTN o a través de un proveedor VOIP. Una central tradicional requiere que se conecten las líneas PSTN a la caja física de la central. Pero en el caso de Central Telefónica 3CX, se tienen más opciones:

- Conectar líneas PSTN (líneas telefónicas físicas), a una pasarela VoIP situada en su red interna.
- Conectar líneas PSTN a una placa VoIP instalada en la máquina donde se encuentra corriendo la Central Telefónica 3CX, u otra máquina.
- Utilizar una línea telefónica que está alojada en un proveedor de servicio VOIP. En este caso el proveedor de servicio VOIP le permite hacer llamadas a través de su conexión a Internet.

Para hacer y recibir llamadas telefónicas externas a través de líneas telefónicas regulares, se tendrá que comprar y configurar una pasarela VOIP o placa VoIP. Este capítulo explica las pasarelas VOIP y cómo configurarlas

En la consola de administración 3CX haga clic en el menú Agregar > Pasarela PSTN.

2. En el campo de nombre, ingrese un nombre descriptivo para la pasarela PSTN.

Ahora escoja de la lista la marca y el modelo de pasarela que se está utilizando. Luego haga clic en “Siguiente”.

3. Dependiendo de la pasarela seleccionada, se le preguntará por opciones adicionales, tales como en qué país el dispositivo estará conectado

5.9.3 Agregando líneas de un proveedor VOIP

Para agregar una línea VOIP se necesita tener una cuenta con un proveedor de servicios VOIP de calidad. La Central Telefónica 3CX soporta la mayoría de los más populares proveedores de servicios VOIP basados en SIP, y recomendamos utilizar uno que haya sido probado por 3CX. 3CX incluye plantillas pre-configuradas para estos proveedores VOIP. Simplemente haga clic en el enlace ‘Add VOIP’ (Agregar VOIP) para ver la lista de proveedores soportados.

Si no existen proveedores VOIP en su país, puede utilizar Skype Connect que tiene presencia global

Después de haber creado la cuenta con un proveedor VOIP, se necesitará configurar esa cuenta en la Central Telefónica 3CX. Para hacer esto:

1. En el menú de la consola de administración de la Central Telefónica 3CX, seleccione Agregar > Proveedor VoIP.
2. Agregue un nombre descriptivo para el proveedor VOIP de esta cuenta y seleccione el proveedor VOIP que se está utilizando. Si no está listado, seleccione ‘Generic VOIP provider’ (proveedor VOIP genérico), o ‘Generic SIP Trunk’ (troncal SIP genérica). Una troncal genérica SIP (Generic SIP trunk), es un proveedor que no utiliza un ID y contraseña de autenticación, pero en cambio utiliza su dirección IP como autenticación. Si se utiliza un proveedor genérico, no podremos garantizar que la central funcionará con ese proveedor VOIP. Luego haga clic en Siguiente

El campo servidor de registro/Nombre de máquina de Proxy contendrá ya la información. Compare estos datos con los detalles que se han recibido del proveedor VOIP y revise que estos son correctos. Dependiendo del proveedor VOIP que se esté utilizando, algunos campos estarán inhabilitados. Esto significa que no se necesita cambiar la información en esos campos. Haga clic en Siguiente para continuar.

4. Ahora ingrese los detalles de la cuenta del proveedor VOIP. En el campo ‘External number’ (número externo), ingrese el número de la línea telefónica que se le ha

asignado. Luego ingrese el ID de autenticación / nombre de usuario y contraseña de su cuenta en el proveedor VOIP. Especifique el número de llamadas simultáneas que su proveedor soporta. Haga clic en Siguiente para continuar. Si se está usando una troncal SIP el ID y contraseña de autenticación no estarán disponibles, ya que la autenticación es hecha a través de dirección IP.

5. Ahora especifique cómo las llamadas desde este proveedor VOIP deberían ser enrutadas. Se puede especificar una ruta diferente cuando estamos fuera del horario de oficina.

6. En la siguiente ventana, se le preguntará por un prefijo para crear una regla de salida para este proveedor VOIP. Ingrese el prefijo de marcación en la caja de texto “llamadas a números que empiezan con (prefijo)”. Para hacer llamadas a través de este proveedor, anteceda el número a ser marcado con este prefijo.

5.9.4 CREANDO REGLAS DE LLAMADAS SALIENTES

1. En el menú de la consola de administración de 3CX, haga clic en Agregar > Regla de salida, e ingrese un nombre para la regla.

2. Ahora especifique a qué llamadas se aplica la ruta de salida. En la sección ‘Aplicar esta regla a estas llamadas’, especifique una de las siguientes opciones:

- Llamadas a números que empiezan con – aplica esta regla a todas las llamadas que empiezan con el número que se especificó. Por ejemplo, ingrese 0 para especificar que todas las llamadas que empiezan con un 0 (usualmente un prefijo), son llamadas salientes. Se marcaría entonces ‘0123456’ para llamar al número ‘123456’.
- Llamadas desde extensión(es) – seleccione esta opción para definir extensiones específicas o rango de extensiones para la cual esta regla aplica. Especifique una o más extensiones separadas por comas, o especifique un rango usando el símbolo “-”. por ejemplo 100-120
- Llamadas con un número de dígitos de – Seleccione esta opción para aplicar la regla a números telefónicos que tienen un número específico de dígitos, por ejemplo 8 dígitos. De esta manera se pueden capturar llamadas a números telefónicos locales o nacionales, sin requerir un prefijo.
- Llamadas desde un grupo de extensiones – en lugar de especificar extensiones individuales, puede especificar un grupo de extensiones.

3. Ahora especifique cómo deberían ser hechas las llamadas salientes. En la sección ‘Hacer llamadas salientes en’, seleccione hasta 3 rutas para la llamada. Cada pasarela o proveedor definido será listado como una posible ruta. Si la primera ruta no está disponible o está ocupada, la Central Telefónica 3CX automáticamente intentará con la segunda ruta.

4. Se puede transformar un número que ha sido ‘capturado’ por una regla de salida, antes de que sea enrutado hacia la pasarela o proveedor seleccionado, con el uso de los campos ‘remover dígitos’ y ‘preagregar’:

- **Remover dígitos** – le permite remover 1 o más de los dígitos. Utilice esto para remover el prefijo antes de que sea discado en la pasarela o proveedor. En el ejemplo de arriba, se especificaría remover 1 dígito, para remover el prefijo ‘0’ antes de que sea discado.
- **Preagregar** – le permite agregar uno o más dígitos requeridos por la pasarela o proveedor.

Se puede configurar estas opciones por ruta, ya que una pasarela VOIP conectada a la red local PSTN podría requerir una lógica diferente comparada con si la llamada es enrutada a través de un proveedor VOIP

CAPITULO VI

ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

Para determinar la hipótesis de la presente tesis se desarrolló una encuesta en la Escuela de Ingeniería Electrónica en Telecomunicaciones y redes, para de esta manera determinar si el documento es válido para futuras implementaciones.

6.1 ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LAS ENCUESTAS APLICADAS

Pregunta N°.1

¿Analizado el estudio comparativo entre Elastix 2.0 y 3CX 9.0, considera que es de gran utilidad para su posterior implementación en PBX hosted?

Tabla 15. Datos tabulados pregunta 1

INDICADOR	FRECUENCIA	%
SI	5	62
NO	3	38
TOTAL	8	100

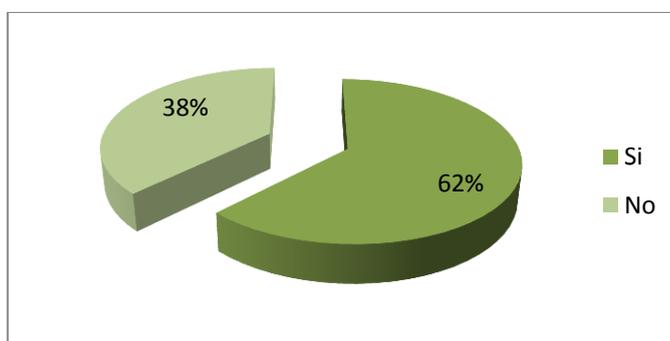


Ilustración 25. Gráfico resultados pregunta 1

Análisis:

De las ocho personas encuestadas, el 62% indican que el estudio comparativo es de gran utilidad y sirve de guía para su posterior implementación, mientras que el 38% indican lo contrario.

Interpretación:

El conocer las características técnicas les permitirá al momento de la implementación obtener mejores resultados acorde a cada una de las necesidades de escenario de implementación, en el caso de las personas que respondieron negativamente desconocen de las funcionalidades de la PBX hosted.

Pregunta N°. 2

¿Considera que el estudio de costos de licenciamiento, para la implementación de una PBX hosted, es un prioritario?

Tabla 16. Datos tabulados pregunta 2

INDICADOR	FRECUENCIA	%
SI	8	100
NO	0	0
TOTAL	8	100

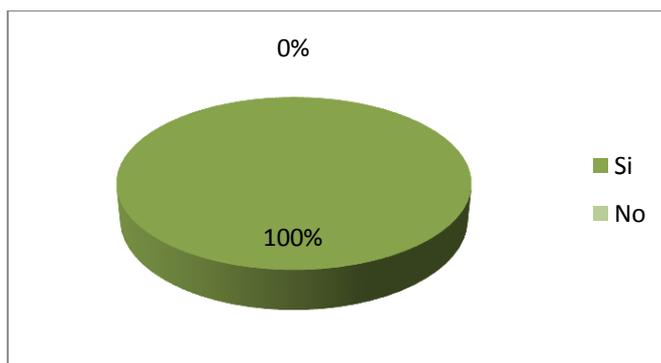


Ilustración 26. Gráfico resultados pregunta 2

Análisis:

De las ocho personas encuestadas, el 100% indican que el estudio de costos es prioritario.

Interpretación:

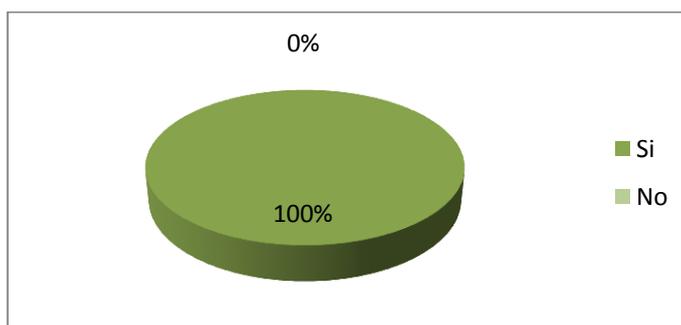
El estudio económico de costos de licenciamiento es prioritario debido a que de este resultado se podrá determinar la rentabilidad del proyecto..

Pregunta N°. 3

¿Revisado el estudio, considera que es de gran utilidad para aquellas entidades que la prestación de PBX hosted es una alternativa de servicio?

Tabla 17. Datos tabulados pregunta 3

INDICADOR	FRECUENCIA	%
SI	8	100
NO	0	0
TOTAL	8	100



Análisis:

De las ocho personas encuestadas el 100% indican que el documento es de gran utilidad para conocer los requerimientos necesarios acerca de un software gestor de PBX hosted.

Interpretación:

El conocer las características técnicas de cada software gestor permitirá al equipo técnico elegir una solución adecuada para prestar un servicio eficiente y rentable, a la vez que podrían llegar a ofertar servicios agregados rentables para la empresa y necesarios para el cliente final.

6.2 ANÁLISIS DE RESULTADOS

Hi (Hipótesis planteada).- El estudio comparativo entre el software gestor Elastix 2.0 y 3CX 9.0 para la implementación de una central PBX hosted generará un documento que permita satisfacer las necesidades de usuarios y empresas al momento de elegir un sistema de gestión de VoIP.

Ho (Hipótesis nula).- El estudio comparativo entre el software gestor Elastix 2.0 y 3CX 9.0 para la implementación de una central PBX hosted no generará un documento que permita satisfacer las necesidades de usuarios y empresas al momento de elegir un sistema de gestión de VoIP.

Para la comprobación de la hipótesis planteada utilizaremos el método de Chi-Cuadrado, entonces, partimos de los datos obtenidos.

Tabla 18. Datos tabulados encuesta

VALORACIÓN ASPECTO	SATISFACTORIO	NO SATISFACTORIO	TOTAL
Técnico	5	3	8
Económico	8	0	8
Científico	8	0	8
TOTAL	21	3	24

Grado de Libertad

$$(\text{Número de filas} - 1) * (\text{Número de columnas} - 1) = 2$$

Calculo de la frecuencia esperada

VALORACIÓN ASPECTO	SATISFACTORIO	NO SATISFACTORIO	TOTAL
Técnico	7	1	8
Económico	7	1	8
Científico	7	1	8
TOTAL	21	3	24

6.3 COMPROBACIÓN DE LA HIPÓTESIS

Para la comprobación de la hipótesis y hallar el chi cuadrado aplicamos:

$$X_c^2 = \sum (fo-fe)^2 / fe$$

Frecuencia Observada	Frecuencia Esperada	(fo-fe)	(fo-fe) ²	[(fo-fe) ² / fe
5	7,00	-2,00	4,00	0,57
3	1,00	2,00	4,00	4,00
8	7,00	1,00	1,00	0,14
0	1,00	-1,00	1,00	1,00
8	7,00	1,00	1,00	0,14
0	1,00	-1,00	1,00	1,00
CHI CUADRADO				6,85

Teniendo en cuenta que si el valor del chi cuadrado calculado es menor o igual que el chi crítico se acepta la hipótesis nula, caso contrario no se la acepta entonces:

Chi crítico con un nivel de significancia igual al 5% y un grado de libertad igual a 2 es: 5,99

El Chi calculado es: 6,85

Entonces realizamos la comparación:

$$x_{calc}^2 \leq \text{valor crítico}$$

$$6,85 \leq 5,99$$

Como no se cumple la condición entonces se desecha la hipótesis nula y se acepta la hipótesis planteada. “El estudio comparativo entre el software gestor Elastix 2.0 y 3CX 9.0 para la implementación de una central PBX hosted generará un documento que permita satisfacer las necesidades de usuarios y empresas al momento de elegir un sistema de gestión de VoIP”

CONCLUSIONES

- Se ha podido determinar que Elastix 2.0 es la mejor opción para la implementación de una central PBX hosted debido a sus mejores prestaciones técnicas como facilidad de administración, número de usuarios, Servicios Adicionales y parámetros financieros los cuales están detallados en la Tabla 5 en el Capítulo IV donde se muestra que elastix tiene un valor acumulativo mayor en un 51.9% en relación a 3CX.
- Se concluye que Elastix al estar licenciado bajo GPL no requiere pago para ninguna de sus funciones como tal, por lo cual es la mejor opción a nivel financiero a diferencia de 3CX que requiere licenciamiento de acuerdo a las características de la implementación.
- Al elaborar un cuadro comparativo con técnica de ponderación concluimos que Elastix 2.0 es la mejor opción en base a parámetros técnicos.
- Al implementar un ambiente de simulación y hacer pruebas de rendimiento a través de inundación SIP con la ayuda de **SIPP** se concluye que Elastix ofrece mayor estabilidad de funcionamiento.
- Elastix 2.0 es la mejor opción para la implementación de una central hosted ya que parte de sus prestaciones técnicas es la integración entre centrales y el manejo del protocolo dundi para ello.
- La guía elaborada en el Capítulo V de este trabajo de investigación facilitara la implementación de una central hosted.

RECOMENDACIONES

- Al momento de implementar una central PBX hosted debe tomarse en cuenta los recursos que posee la empresa para de esta manera elegir adecuadamente un sistema gestor de PBX.
- Para poder ofertar una PBX hosted se debe conseguir estabilidad en el servicio y tener la suficiente escalabilidad del sistema.
- Al momento de implementar una PBX hosted la rentabilidad es la prioridad del negocio por lo cual la mejor opción es trabajar con software licenciado bajo GPL siempre y cuando se cuente con el apoyo de un administrador especializado.
- Se debe tener una configuración adecuada de red para poder asegurar la estabilidad del servicio.
- Al implementar una PBX hosted se debe tener claro que es necesaria una central para cada uno de los clientes, sin importar la cantidad de terminales que posea cada uno.
- La guía planteada en este trabajo de investigación ayuda a la implementación de una PBX hosted pero adicionalmente se deben considerar parámetros propios de cada escenario de implementación.

RESUMEN

Estudio comparativo entre el software gestor Elastix 2.0 y 3cx 9.0 para la implementación de una central PBX hosted en la Escuela de Ingeniería Electrónica en Telecomunicaciones y Redes de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

El método utilizado es el deductivo, debido a que se trata del estudio y análisis de una tecnología que cumple con normas específicas y facilita recolectar la información que permitirá dar una mejor solución al diseño de PBX.

Se realizó un Análisis Técnico mediante el cual se pudieron estudiar las prestaciones técnicas tanto de Elastix 2.0 como de 3CX 9.0. las cuales son: número máximo de usuarios, códecs soportados, costo de licenciamiento, funcionalidades de cada central, facilidad de administración y servicios adicionales.

Además el Análisis Económico realizado para el licenciamiento de cada usuario, tomando en cuenta que cada grupo de usuarios está vinculado directamente a una central y necesita establecer un licenciamiento adicional por cada grupo con relación 1-N. Arrojó como resultado que se obtiene un ahorro del **100%**.

Concluimos entonces que Elastix 2.0 es la opción más adecuada a nivel de servicios, prestaciones y costos de licenciamiento por presentar una eficiencia **3 a 1** en relación a 3CX 9.0. Y se desarrolló un documento guía para la implementación de Elastix 2.0 como gestor de una PBX hosted.

Se recomienda que para la implementación de una PBX hosted se siga la normativa planteada en este proyecto, la cual podrá ser desarrollada en una empresa de telefonía IP o un ISP local con la infraestructura adecuada.

SUMMARY

This is a comparative study of the software manager 3cx Elastix 2.0 and 9.0 for implementing PBX central in the School of Electrical Engineering and Telecommunications Networks of the Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

The used method is deductive, because it is the study and analysis of a technology that meets specific standards and facilitates collecting information that will give a better solution to the design of PBX.

Technical Analysis was performed by which technical performance could study both Elastix 2.0 and 9.0 of 3CX. These are: maximum number of users supported codecs, license cost, each plant features, manageability and services.

Besides the economic analysis conducted for the licensing of each user, taking into account that each user group is linked directly to a need to establish a central and additional licensing per group with 1-N. Results showed that there is a saving of 100%.

We conclude that Elastix 2.0 is the most appropriate level of service, performance and licensing costs for filing a 3-1 in efficiency relative to 3CX 9.0. And developed a guidance document for the implementation of Elastix 2.0 as a manager of a hosted PBX. It is recommended that the implementation of a hosted PBX is follow the rules proposed in this project, which will be developed in an IP telephony company or a local ISP with adequate infrastructure.

GLOSARIO

Ancho de banda.- El ancho de banda es la máxima cantidad de datos que pueden pasar por un camino de comunicación en un momento dado, normalmente medido en segundos. Cuanto mayor sea el ancho de banda, más datos podrán circular por ella al segundo.

Área de Trabajo.- Consiste en los conectores, cables y adaptadores con los que las estaciones de trabajo, teléfonos y otros terminales, se conectan a la toma de telecomunicaciones.

Cortafuegos.- Un corta fuegos es un equipamiento, combinación de hardware y software que muchas empresas u organizaciones instalan entre sus redes internas y el Internet. Un corta fuegos permite que sólo un tipo específico de mensajes pueda entrar y/o salir de la red interna. Esto protege a la red interna de los piratas o hackers que intentan entrar en redes internas a través del Internet.

Cableado Estructurado.- Infraestructura de cable destinada a transportar, a lo largo y ancho de un edificio, las señales que emite un emisor de algún tipo de señal hasta el correspondiente receptor.

Cuarto de Telecomunicaciones.- Es el área en un edificio utilizada exclusivamente para equipos de telecomunicaciones tales como switches, routers, etc. El espacio de este cuarto no debe ser compartido con instalaciones eléctricas.

Dirección IP.- Una dirección IP es un código numérico que identifica a un ordenador específico en Internet. Las direcciones de Internet son asignadas por un organismo llamado InterNIC. El registro incluye un nombre (whitehouse.gov), nombre de dominio, y un número (198.137.240.100), dirección o número IP.

FTP.- Siglas de File Transfer Protocol. Método muy común para transferir uno o más ficheros de un ordenador a otro. FTP es un medio específico de conexión de un sitio Internet para cargar y descargar ficheros. FTP fue desarrollado durante los comienzos de Internet para copiar ficheros de un ordenador a otro.

Http.- Http son las siglas de HyperText Transfer Protocol, el método utilizado para transferir ficheros hipertexto por Internet. En el World Wide Web, las páginas escritas

en HTML utilizan el hipertexto para enlazar con otros documentos. Al pulsar en un hipertexto, se salta a otra página web, fichero de sonido, o imagen. La transferencia hipertexto es simplemente la transferencia de ficheros hipertexto de un ordenador a otro. El protocolo de transferencia hipertexto es el conjunto de reglas utilizadas por los ordenadores para transferir ficheros hipertexto, páginas web, por Internet.

ISP.- Un proveedor de acceso es el sistema informático remoto al cual se conecta el computador personal del usuario y a través del cual se realiza la conexión con Internet. Es la empresa que provee el acceso a Internet, y en algunos casos una cuenta en línea en su sistema informático

ISDN.- Siglas de Integrated Services Digital Network. Las líneas ISDN son conexiones realizadas por medio de líneas telefónicas ordinarias para transmitir señales digitales en lugar de analógicas, permitiendo que los datos sean transmitidos más rápidamente que con un módem tradicional.

Protocolo.- Un protocolo es una serie de reglas que utilizan dos ordenadores para comunicar entre sí. Cualquier producto que utilice un protocolo dado debería poder funcionar con otros productos que utilicen el mismo protocolo

Puerto.- Adaptador de un ordenador al cual se fijan las unidades periféricas, como la impresora o el módem.

Router.- Un router es una pieza de hardware o software que conecta dos o más redes. Es una pasarela entre dos redes. Asegura el encaminamiento de una comunicación a través de una red.

Servidor.- Un servidor es un ordenador que trata las peticiones de datos, el correo electrónico, la transferencia de ficheros, y otros servicios de red realizados por otros ordenadores (clientes).

SMTP.- Siglas de Simple Mail Transfer Protocol. Protocolo utilizado para encaminar el correo electrónico por Internet

TCP/IP.- TCP/IP son las siglas de Transmission Control Protocol/Internet Protocol, el lenguaje que rige todas las comunicaciones entre todos los ordenadores en Internet. TCP/IP es un conjunto de instrucciones que dictan cómo se han de enviar paquetes de información por distintas redes. También tiene una función de verificación de errores para asegurarse que los paquetes llegan a su destino final en el orden apropiado.

IP.- Internet Protocol, es la especificación que determina hacia dónde son encaminados los paquetes, en función de su dirección de destino. TCP, o Transmission Control Protocol, se asegura de que los paquetes lleguen correctamente a su destino. Si TCP determina que un paquete no ha sido recibido, intentará volver a enviarlo hasta que sea recibido correctamente.

BIBLIOGRAFÍA

1. **LANDIVAR, E.** Comunicaciones Unificadas con Elastix Volumen 1. 2da Edición. Guayaquil. **s.e.** 2011. 268 p.
2. **LANDIVAR, E.** Comunicaciones Unificadas con Elastix Volumen 2. 2da Edición. Guayaquil. 2011. 220 p.
3. **MUÑOZ, A.** Elastix a ritmo de Merengue. Revisión 1.3. **s.l s.e.** 2010. 268 p.
4. **SHARIFF, B.** Elastix Without Tears. Revisión 1.2. primera edición. **s.l. s.e.** 2008. pp 7-49, 60-180.
5. **MEEGELEN, J. V. MADSEN, L. SMITH, J.** The Future of Telephony. Segunda Edición. Cambridge. **s.e.** 2007. pp 29-185
6. **3CX.** Manual Central Telefónica 3CX para Windows. Versión 10.0 **s.l. s.e.** 2011 99 p.
7. **VOIP PHONES**
<http://www.voip-info.org/wiki/view/VOIP+Phones>
[2012-10-04]
8. **ASTERISK WIKI**
<http://www.voip-info.org/wiki/view/Asterisk%2540home+Handbook+Wiki>
[2005-11-01]
9. **PBX HOSTED**
<http://www.voip-info.org/wiki/view/Hosted+PBX>
[2012-10-25]
10. **HOSTED VOIP**
<http://www.voip-info.org/wiki/view/Hosted+VoIP>

[2012-11-11]

11. VOIP HARDWARE

<http://www.voip-info.org/wiki/view/VoIP+Hardware>

[2012-10-21]

12. STUN

<http://www.voip-info.org/wiki/view/STUN>

[2012-12-01]

ANEXOS

Anexo # 1

Instalando Elastix

Elastix se distribuye como un archivo ISO que puede ser quemado a un CD desde cualquier software de grabación de CDs.

Una vez quemado el CD insértelo en su computador al momento de encenderlo. Asegúrese de que su computador arranque de la unidad de CDROM, caso contrario deberá habilitar esta opción en el BIOS de su máquina. Si todo va bien debería obtener una pantalla como la siguiente.



```
- To install or upgrade in graphical mode, press the <ENTER> key.  
- To install or upgrade in text mode, type: linux text <ENTER>.  
- Use the function keys listed below for more information.  
[F1-Main] [F2-Options] [F3-General] [F4-Kernel] [F5-Rescue]  
boot: _
```

Pantalla de instalación
inicial

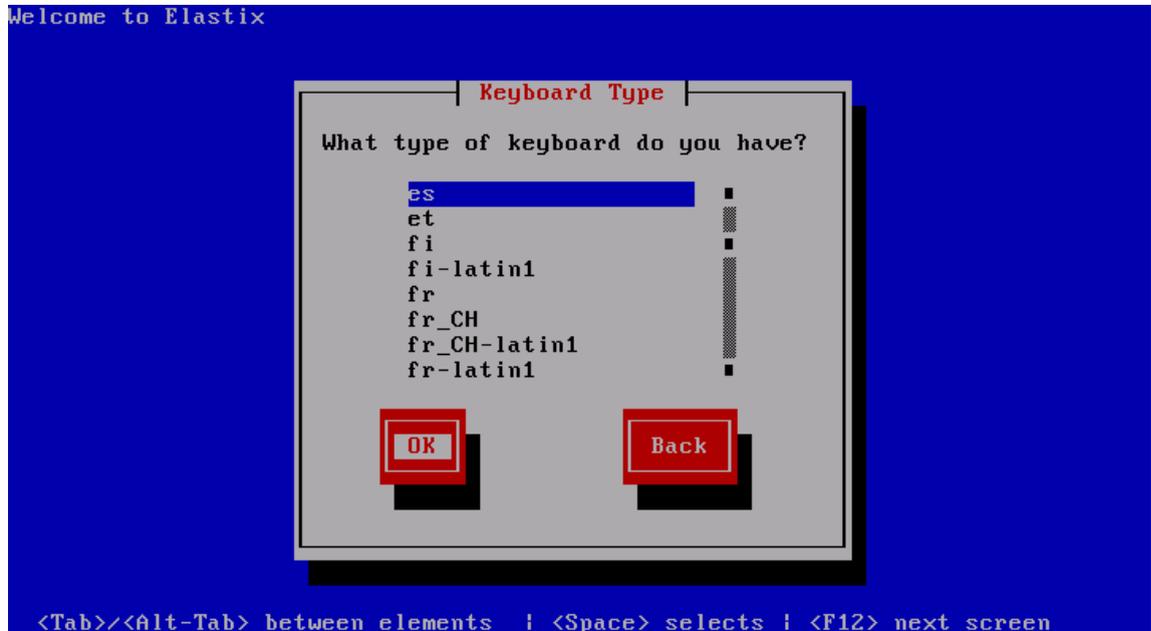
***Nota:** El CD de instalación de Elastix formateará TODO el disco duro durante el proceso de instalación así que asegúrese de no tener información que vaya a necesitar en su disco duro.*

Si usted es un usuario experto puede ingresar en modo avanzado digitando el comando:

advanced

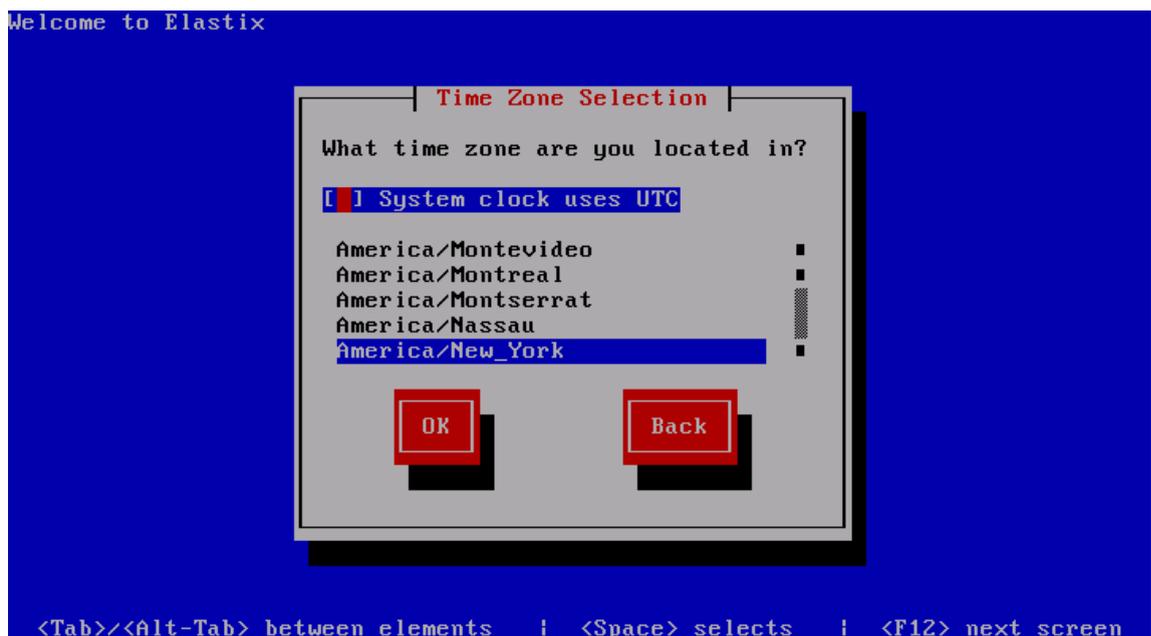
Caso contrario espere, el CD de instalación iniciará la instalación automáticamente ó presione ENTER.

Proceda a escoger el tipo de teclado de acuerdo al idioma. Si su teclado es de idioma español seleccione la opción “es”.



Selección de tipo de teclado

Seleccione la hora zona horaria de su región.



Selección de zona

horaria

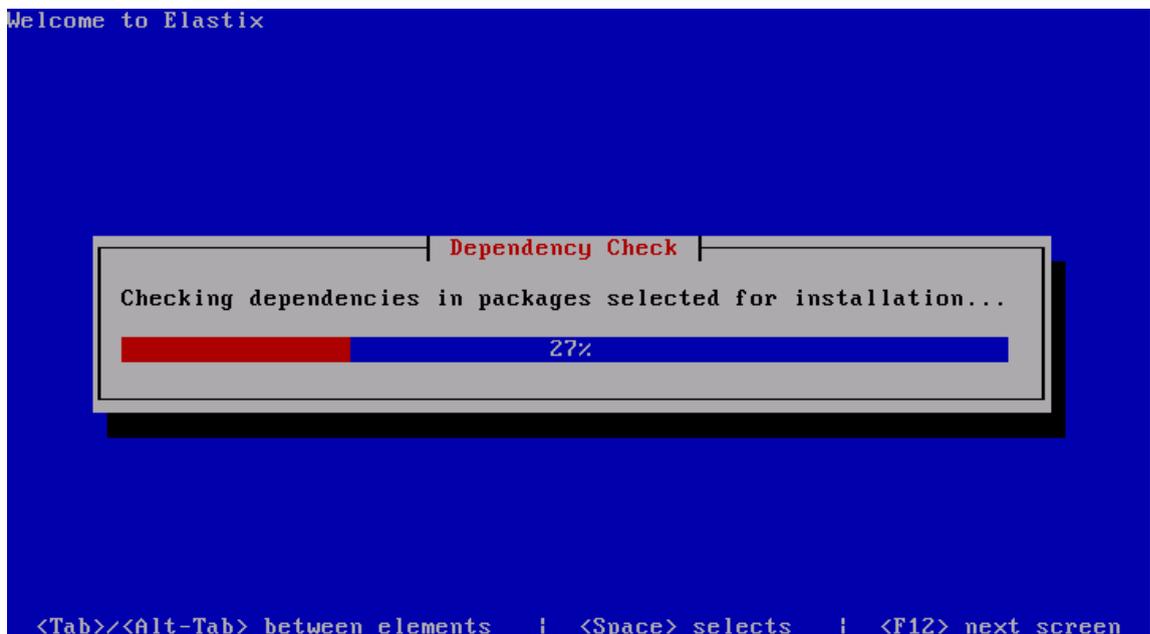
Digite la contraseña que será usada por el administrador de Elastix. Recuerde que esta es una parte crítica para la seguridad del sistema.



Escogiendo la contraseña
de root

Nota: Los procedimientos a continuación los realizará el CD de instalación de manera automática.

Primero se buscará las dependencias necesarias para la instalación.



El instalador se encuentra revisando dependencias entre paquetes

Luego se procede con la instalación, inicialmente usted verá algo como lo siguiente.

```
Welcome to Elastix

Package Installation

Name   : glibc-common-2.5-18.el5_1.1-i386
Size   : 65078k
Summary: Common binaries and locale data for glibc

100%

Total   :          Packages      Bytes      Time
Completed:          11          7M      0:00:11
Remaining:         441      1209M      0:29:10

0%

<Tab></><Alt-Tab> between elements | <Space> selects | <F12> next screen
```

Inicio del proceso de instalación de paquetes

Imagen del proceso de instalación por finalizar.

```
Welcome to Elastix

Package Installation

Name   : elastix-a2billing-1.3.0-1-noarch
Size   : 16221k
Summary: Package that install A2Billing.

100%

Total   :          Packages      Bytes      Time
Completed:         443      1168M      0:15:47
Remaining:           9         48M      0:00:38

97%

<Tab></><Alt-Tab> between elements | <Space> selects | <F12> next screen
```

Fin del proceso de instalación de paquetes

Una vez se realice la instalación completa, se procede a reiniciar el sistema.

Luego de reiniciar el sistema usted podrá escoger entre las opciones de boot la distro de Elastix.

ANEXO 2

Ejecutando el archivo de instalación

1. Descargue la última versión de la central telefónica desde <http://www.3cx.com/ip-pbx/downloadlinks.html>. Ejecute la instalación haciendo doble clic en el archivo de instalación. Luego haga clic en 'Next' (siguiente) para iniciar la instalación.
2. Se le solicitará que revise y luego apruebe el acuerdo de licencia, así como también que escoja una ruta para la instalación. La central telefónica 3CX necesitará aproximadamente un mínimo de 200 Mb de espacio libre en el disco duro. Se necesitará reservar espacio adicional para almacenar archivo de correo de voz y archivos de avisos de sistema.
3. Seleccione el destino de la instalación y luego haga clic en 'Next' (siguiente).
4. Se le preguntará si desea usar IIS o el servidor web que viene incluido, Abyss. Con Abyss su central telefónica será independiente de las actualizaciones de Windows y de otros sitios funcionando con IIS. Abyss tiene el mismo rendimiento. En Windows XP y Windows 2003 solamente puede ser seleccionado Abyss, debido a las limitaciones de IIS 5.1 e IIS 6. En Windows 7, IIS impondrá un límite por licenciamiento de 10 conexiones simultáneas. Elija Abyss si esto es un problema.
5. Haga clic en 'Instalar' para iniciar la instalación de la Central Telefónica 3CX. La instalación copiará todos los archivos e instalará los servicios Windows necesarios. Después de que la instalación ha completado el copiado de archivos e instalación de servicios, la instalación ejecutará el Asistente de configuración de Central Telefónica 3CX para completar la instalación. Haga clic en 'Finalizar'.