



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA



FACULTAD DE ELECTROTECNIA Y COMPUTACIÓN

**“DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN CALL CENTER BASADO
EN ELASTIX PARA SU INTEGRACIÓN EN EL AMBIENTE SIP DE
UNA CENTRAL DE CONMUTACIÓN MÓVIL”**

**TRABAJO MONOGRÁFICO PARA OPTAR AL TÍTULO DE
INGENIERO ELECTRÓNICO.**

PRESENTADO POR:

Br. Cristian Javier Escorcía Obando

TUTOR:

TkL. Marco A. Munguía Mena

FEC

MANAGUA, NICARAGUA, AGOSTO DE 2017

DEDICATORIA

A mi mamá Lillieth, papá Xavier y hermano Carlos: Ella por haberse esforzado tanto en criarme tal y como soy, y por buscar siempre las mejores oportunidades para mi vida. Él por fomentarme desde niño, la paciencia y perseverancia que tanto me han servido. Y Carlos por considerarme su gran ejemplo a seguir, razón que me impulsa siempre a dar un paso más.

A todos los maestros involucrados en mi formación durante mi estancia en esta institución, especialmente aquellos que además de cumplir con el rol de educador, se convirtieron en mis mentores y amigos, retándome, aconsejándome, corrigiéndome y forjándome para un mejor futuro como profesional.

A mi tutor, por darme la oportunidad de trabajar con él y creer en mí para el desarrollo de este importante proyecto, durante el cual también supo guiarme por el camino correcto hasta alcanzar los resultados esperados.

A mis familiares, amigos de la universidad, compañeros de clases, de comedor y del trabajo, por las buenas vivencias, experiencias y todo lo que me hiciera disfrutar de tan magnífico trayecto.

A mi novia Hanoi, por estar conmigo en una etapa difícil al final de mi carrera universitaria, y ayudarme con su inmenso amor y motivación a salir de eso para cumplir con valentía mis objetivos profesionales y personales.

A todos los hombres y mujeres de ciencia que han existido y se han preocupado por hacer de este mundo un lugar mejor.

A mi patria, Nicaragua.

Para ellos es esta dedicatoria de trabajo monográfico.

RESUMEN

El presente trabajo monográfico: “**DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN CALL CENTER ELASTIX PARA SU INTEGRACIÓN EN EL AMBIENTE SIP DE UNA CENTRAL DE CONMUTACIÓN MÓVIL**” debe su razón de ser a la motivación por parte de una empresa de Telecomunicaciones, de implementar y ofrecer servicios basados en nuevas tecnologías, de bajo costo y alto rendimiento.

El objetivo es dar solución a diferentes déficits de atención a los clientes, a través de la implementación de una herramienta tecnológica gratuita y moderna, todo lo anterior sin comprometer la calidad de los servicios relacionados directa o indirectamente a dicha solución. Por la razón antes expuesta, se acudió a la utilización de Elastix 4.0.74 (Última versión estable), una distribución basada en Asterisk, que ha sido configurada en éste trabajo para ejercer funciones de PBX (Private Branch Exchange – Central Telefónica Privada) dentro de la empresa.

Inicialmente se realizó un análisis detallado de los aspectos fundamentales del software de Elastix, sus protocolos de funcionamiento, el manejo de troncales, capacidades de interconexión hacia otras redes, la señalización, los distintos códecs, etc. Una vez finalizado éste análisis, se procedió a escoger todas las características necesarias para el funcionamiento del call center en la empresa.

En la fase siguiente se llevaron a cabo una serie de configuraciones necesarias tales como: Virtualización del servidor donde se alojaría el sistema, configuración de interconexión entre la PBX y la central de conmutación móvil de la empresa, creación del algoritmo, IVRs, colas, extensiones, y otros parámetros, tanto a través de la interfaz gráfica como a través del *CLI (Command Line Interface)* del núcleo Asterisk.

Como procedimiento final, se realizaron pruebas de funcionamiento y calidad de servicio, con el objetivo de validar todas aquellas configuraciones hechas y optimizar o añadir las que fuesen necesarias.

Finalmente se puede afirmar que los objetivos planteados inicialmente en este trabajo monográfico fueron cumplidos satisfactoriamente, ya que se logró dotar a la empresa de esta gran herramienta de servicio al cliente que antes no tenía. Y, por ende, se concluye que la implementación de sistemas VoIP como Elastix resulta ser una excelente inversión. Es una tecnología económica, escalable, sencilla (en comparación a las viejas centrales), moderna y con todas las características necesarias para brindar una excelente calidad de servicios.

Palabras clave: Call Center, Elastix, Central de Conmutación, VoIP, PBX, PSTN, ISDN, Zoiper, Cliente, Virtualización, Señalización.

ABSTRACT

This monograph document “**DESIGN AND IMPLEMENTATION OF A ELASTIX CALL CENTER FOR ITS INTEGRATION INTO A SIP ENVIRONMENT OF A MOBILE SWITCHING CENTER**” owe its raison d’être to a Telecom Company motivation, that wanted to implement and offer new technologies, low cost and high performance based services.

The main goal is to solve different Customer Service deficits through the implementation of a free modern and technological tool all that without compromising the quality of services involved directly or indirectly with the solution. For the reason given before, it has been decided to use ELASTIX 4.0.74 (Last stable version), an Asterisk based distribution that was configured in this Project to work as a PBX (Private Branch Exchange).

Initially, a detailed analysis of the fundamental aspects of Elastix (protocols, trunks management, networking capabilities, signaling, codecs, etc) was made. Upon completion of this analysis, we proceeded to choose all necessary features to ensure the best call center performance.

In the next phase, several of necessary settings such as: server’s virtualization, Interconnection between PBX and the Mobile Switching Centre, IVRs, Queues, Extensions creation, and many other parameters, both via Elastix Web GUI and via CLI (Command Line Interface) were carried out.

As a final procedure, performance and QoS tests were conducted in order to validate all the current settings, it permitted to optimize or add whatever necessary.

Finally, it can be affirmed that the objectives initially set out in this monographic work were satisfactorily fulfilled, as it was able to provide the company with this great tool of customer service that it did not have before.

By this way, I concluded that the implementation of VoIP Systems such as Elastix turns out to be an excellent investment. It is a simple, scalable, affordable technology compared to old PBX, modern, and full of good quality features.

Keywords: Call Center, Elastix, Switching Centre, VoIP, PBX, PSTN, ISDN, Zoiper, Customer, Virtualization, Signalling.

ÍNDICE DE CONTENIDO

DEDICATORIA	iii
RESUMEN	iv
ABSTRACT	v
ÍNDICE DE CONTENIDO.....	vi
ÍNDICE DE FIGURAS	x
ÍNDICE DE TABLAS.....	xiii
INTRODUCCIÓN	1
JUSTIFICACIÓN.....	2
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	3
OBJETIVOS	4
GENERAL	4
ESPECÍFICOS	4
1 CAPÍTULO I: GENERALIDADES DE ELASTIX.....	6
1.1 Breve Historia.	6
1.2 Características de Elastix.	7
Generales.	7
VoIP PBX.....	7
Fax.....	9
Email.....	9

Colaboración.....	9
Extras.....	10
Mensajería instantánea.....	10
Licenciamiento.....	10
Interfaz de Administración WEB de Elastix.....	11
1.3 Tecnología SIP de la Empresa.....	11
1.4 Requerimientos Técnicos de Implementación.....	13
1.5 Recomendaciones de Hardware y Casos de Éxito.....	14
CASO DE ÉXITO 1: Configuración en Oficina Pequeña.....	14
CASO DE ÉXITO 2: Configuración de Campus en Reino Unido.....	17
2 CAPÍTULO II: DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UNA PBX ELASTIX.....	19
2.1 Investigación.....	19
Selección de la Solución VoIP a Implementar.....	19
2.2 Dimensionamiento.....	21
Dimensionamiento Telefónico.....	21
Tasa Promedio de Llamadas Entrantes:.....	22
Intensidad del Tráfico: Parámetro denotado con la letra U.....	22
Ocupación de los Agentes: Identificada con la letra griega ρ	22
Erlang C.....	23
Velocidad media de respuesta: (ASA).....	23

Nivel de Servicio.	23
Dimensionamiento de Hardware.	24
2.3 Instalación y configuración del call center.	24
Sistema Operativo Base.	24
Hyper-V.	25
Instalación y Configuración de Elastix.	33
2.4 Diseño del Diagrama de Flujo del Call Center.	45
Marcación corta.	45
Algoritmo del 161: Clientes Masivos.	46
Algoritmo del 166: Clientes Corporativos.	47
2.5 Configuración de Parámetros.	48
Interfaz de Red.	48
Instalación del Códec G729.	49
Creación de la Troncal entre Elastix y el GW de Borde.	51
Creación de las Extensiones.	52
Modificación de la Música en Espera (Music on Hold).	54
Configuración de otras locuciones.	55
Creación de Colas.	56
Creación de IVRs.	58
Creación de Grupos Horarios y Condiciones Horarias.	60

Creación de usuario “Supervisor”	62
Configuración de Códigos de Funcionalidades	63
2.6 Configuración de PAP2T y Softphones.	63
Configuración de Adaptadores PAP2T de Linksys.	64
Configuración de Softphones Zoiper	66
3 CAPÍTULO III: PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO.	70
3.1 Prueba de Ingreso a la interfaz web de Elastix por roles.	70
Ingreso como “admin”	70
Ingreso como usuario “Supervisor”	70
3.2 Estado de las extensiones de agentes.	71
3.3 Prueba de llamadas entre extensiones internas.	71
3.4 Prueba de llamadas entre la red pública y la red del Call Center.	72
3.5 Prueba de Códigos de Funcionalidades.	73
4 CAPÍTULO IV: RESULTADOS Y ANÁLISIS.	78
4.1 Esquema de red posterior a la interconexión.	78
4.2 Reportes CDR.	79
4.3 Tráfico de Llamadas vs Desempeño de Elastix.	82
5 CAPÍTULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.	84
5.1 Conclusiones.	84
5.2 Recomendaciones.	85

6	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	86
7	GLOSARIO DE TÉRMINOS.....	87
8	ANEXOS.	91
8.1	PBX de Pago vs PBX Elastix.....	91
8.2	Imágenes del Proyecto.....	92

ÍNDICE DE FIGURAS

Ilustración 1	Interfaz Gráfica del Sistema de Elastix.	11
Ilustración 2	Red de acceso de llamadas de la empresa.	12
Ilustración 3	Instalación y Configuración de Hyper-V Paso 1.....	26
Ilustración 4	Instalación y Configuración de Hyper-V Paso 2.....	26
Ilustración 5	Instalación y Configuración de Hyper-V Paso 3.....	27
Ilustración 6	Instalación y Configuración de Hyper-V Paso 4.....	27
Ilustración 7	Instalación y Configuración de Hyper-V Paso 5.....	28
Ilustración 8	Instalación y Configuración de Hyper-V Paso 6.....	28
Ilustración 9	Instalación y Configuración de Hyper-V Paso 7.....	29
Ilustración 10	Instalación y Configuración de Hyper-V Paso 8.....	29
Ilustración 11	Instalación y Configuración de Hyper-V Paso 9.....	30
Ilustración 12	Instalación y Configuración de Hyper-V Paso 10.....	30
Ilustración 13	Instalación y Configuración de Hyper-V Paso 11.....	31
Ilustración 14	Instalación y Configuración de Hyper-V Paso 12.....	31

Ilustración 15 Instalación y Configuración de Hyper-V Paso 13.....	32
Ilustración 16 Instalación y Configuración de Hyper-V Paso 14.....	32
Ilustración 17 Instalación y Configuración de Elastix Paso 1.	33
Ilustración 18 Instalación y Configuración de Elastix Paso 2.	34
Ilustración 19 Instalación y Configuración de Elastix Paso 3.	34
Ilustración 20 Instalación y Configuración de Elastix Paso 4.	35
Ilustración 21 Instalación y Configuración de Elastix Paso 5.	35
Ilustración 22 Instalación y Configuración de Elastix Paso 6.	36
Ilustración 23 Instalación y Configuración de Elastix Paso 7.	36
Ilustración 24 Instalación y Configuración de Elastix Paso 8.	37
Ilustración 25 Instalación y Configuración de Elastix Paso 9.	37
Ilustración 26 Instalación y Configuración de Elastix Paso 10.	38
Ilustración 27 Instalación y Configuración de Elastix Paso 11.	38
Ilustración 28 Instalación y Configuración de Elastix Paso 12.	39
Ilustración 29 Instalación y Configuración de Elastix Paso 13.	39
Ilustración 30 Instalación y Configuración de Elastix Paso 14.	40
Ilustración 31 Instalación y Configuración de Elastix Paso 15.	40
Ilustración 32 Instalación y Configuración de Elastix Paso 16.	41
Ilustración 33 Instalación y Configuración de Elastix Paso 17.	41
Ilustración 34 Instalación y Configuración de Elastix Paso 18.	42
Ilustración 35 Instalación y Configuración de Elastix Paso 19.	42
Ilustración 36 Instalación y Configuración de Elastix Paso 20.	43
Ilustración 37 Instalación y Configuración de Elastix Paso 21.	43

Ilustración 38 Instalación y Configuración de Elastix Paso 22.	44
Ilustración 39 Paso Final de Instalación de Elastix.	44
Ilustración 40 Diagrama de flujo de llamadas entrantes al 161	46
Ilustración 41 Diagrama de flujo de llamadas entrantes al 166.....	47
Ilustración 42 Tabla de CODECS sin G729.	49
Ilustración 43 Comando de verificación de versión de asterisk.....	50
Ilustración 44 Tabla de verificación de codecs instalados en el sistema..	50
Ilustración 45 Creación de troncales.	51
Ilustración 46 Planificación de extensiones de agentes.....	53
Ilustración 47 Configuración de lote de extensiones.....	53
Ilustración 48 Transferencia de archivos con WINSCP.....	54
Ilustración 49 Añadiendo archivos de audio con WINSCP.....	54
Ilustración 50 Panel WEB de carga de grabaciones del sistema.	55
Ilustración 51 Panel de creación de colas de llamadas.....	56
Ilustración 52 Panel WEB de configuración de IVR.	58
Ilustración 53 Panel de configuración de grupos horarios.....	61
Ilustración 54 Ejemplo de configuración de condición horaria.	62
Ilustración 55 Creación de usuario supervisor.	62
Ilustración 56 Parámetros del Usuario Supervisor.	63
Ilustración 57 Adaptador Linksys PAP2T.	64
Ilustración 58 Configuración PAP2T Paso 1.	65
Ilustración 59 Configuración PAP2T Paso 2.	65
Ilustración 60 Configuración PAP2T Paso 3.	65

Ilustración 61 Configuración PAP2T Paso 4.	66
Ilustración 62 Configuración del Softphone Zoiper Paso 1.	67
Ilustración 63 Configuración del Softphone Zoiper Paso 2.	67
Ilustración 64 Configuración del Softphone Zoiper Paso 3.	68
Ilustración 65 Configuración del Softphone Zoiper Paso 4.	68
Ilustración 66 Ingreso a la consola de Elastix con privilegios de Admin...	70
Ilustración 67 Ingreso a Elastix con privilegios de Supervisor.....	70
Ilustración 68 Estado de las conexiones tipo SIP del sistema.	71
Ilustración 69 Extensión 999 realizando llamada a extensión 250.....	72
Ilustración 70 Llamadas entrantes al 161 desde distintas operadoras.....	73
Ilustración 71 Interconexión entre la central y el call center.....	78
Ilustración 72 Recursos del Sistema.....	82
Ilustración 73 Fotografía panorámica de los agentes de call center.	92
Ilustración 74 Reconocimiento por parte de la empresa.	92

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Ventajas y desventajas de distribuciones basadas en Asterisk. .	21
Tabla 2 Variables para el cálculo de Erlang C.	21
Tabla 3 Tabla de los códigos DTMF para el IVR de bienvenida.	60
Tabla 4 Precio PBXs de Pago.....	91

INTRODUCCIÓN

Los centros de llamadas son considerados una parte fundamental en el desarrollo de las relaciones cliente – empresa, sobre todo en el área de soporte. Actualmente los centros de llamadas realizan múltiples tareas, como: atención al cliente, promoción de productos, encuestas a consumidores, entre otros, dándole al cliente la facilidad de obtener lo que busca de forma rápida y sencilla.

Se conocen diferentes tipos de soluciones tecnológicas que las empresas emplean para la operación de sus centros de llamadas, pero sus costos son generalmente elevados. Por eso se pretende a través de este trabajo demostrar que se pueden implementar sistemas a base de distribuciones gratuitas como Elastix, que reducen altos costos y conservan el buen desempeño.

El propósito del proyecto es diseñar, instalar y configurar el sistema de Elastix según las necesidades y requerimientos de una empresa de telecomunicaciones que posee una central de conmutación móvil con ambiente de señalización SIP.

Inicialmente se realiza un análisis en detalle de los aspectos fundamentales de Elastix, los protocolos utilizados, tipos de troncales soportadas, tipos de interconexión hacia otras redes, capacidades requeridas, etc. Posteriormente se seleccionan los parámetros necesarios para el correcto funcionamiento de la PBX Elastix configurada para Call Center de la empresa en cuestión. En la siguiente fase se establecen las configuraciones que permiten la virtualización del servidor y luego su interconexión con la central de conmutación móvil, así como la creación de extensiones, IVRs, colas, rutas, y activación de otros servicios de la PBX.

Finalmente se realizan pruebas de calidad de servicio, funcionamiento y desempeño, a fin de evaluar que todas las configuraciones hechas son las adecuadas, y comprobar la viabilidad de la continuidad de este proyecto.

JUSTIFICACIÓN

Debido a la ausencia de instancias bien definidas de servicio al cliente (equipos de trabajo, call center, etc), y teniendo en cuenta la satisfacción de los usuarios finales, nace la necesidad de diseñar y desarrollar un call center de alta disponibilidad que se ajuste a los procesos y al continuo crecimiento de la empresa.

De esta forma se presenta en este documento una alternativa de distribución libre llamada “Elastix”, que proporciona funcionalidades adaptables y facilita a través de diferentes características, un servicio de PBX integral a cualquier empresa.

Los distintos módulos y características de dicha distribución permiten llevar un control más eficiente del servicio brindado, por lo que este sistema ha sido muy aceptado en el mercado, además porque ha sido una tecnología emergente, gratuita, y hasta más eficiente y escalable que lo que puede ser una PBX Tradicional.

Elastix permite la integración con herramientas CRM (Customer Relationship Management) basadas en servicios WEB. Es posible grabar las llamadas de los clientes, registrar el momento en el que estas son realizadas, mostrar la información de los usuarios que se comunican con el Call Center y que hayan sido registrados con anterioridad en la base de datos para así brindar una mejor atención. Puede guardar los registros históricos de cada contacto y permite el diseño de menús de voz interactivos (IVR), para proporcionar una mejor gestión de las llamadas. Además, posee otro sin número de funcionalidades, por ejemplo, el módulo de video conferencia, pero que no ha sido necesario implementar en esta ocasión.

Es por todo lo anterior que se tomó la decisión de implementar un Call Center costo-eficiente y útil a una empresa con gran responsabilidad de servicio al cliente. Y así como se pretende conseguir la implementación de un servidor de comunicaciones unificado con todas las novedades de la última versión estable de Elastix (versión 4.0), también se desea ver reflejado a través de la relación cliente-empresa, beneficios como:

- Satisfacción de los consumidores finales.
- Mejor desempeño de los empleados involucrados.
- Reducción de costos de operación y tiempos de respuesta.
- Retroalimentación de los clientes para la mejora de procesos internos de la empresa.
- Crecimiento y competitividad empresarial.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En la actualidad las empresas de telefonía celular, aparte de ofrecer sus servicios de telecomunicaciones, también prestan servicios de valor agregado de voz, como el centro de atención de llamadas (call center), mediante el cual interactúan con clientes, socios empresariales, compañías relacionadas e incluso con sus propios trabajadores, con el fin de brindar el soporte y las soluciones según lo correspondiente en el menor tiempo posible.

Por lo general estas empresas tienen un número elevado de llamadas entrantes solicitando soporte, así que los Call Centers deben garantizar alta disponibilidad y eficiencia; labor que en varias ocasiones es cuestionada por la insatisfacción de los usuarios, sobre todo por la calidad, disponibilidad y tiempos de respuesta.

A grandes demandas, entonces, se deben implementar nuevas soluciones en los centros de llamadas, optimizando la atención al cliente, y en el mejor de los casos aminorando los costos de operación. Pero, es difícil crecer en ambos sentidos puesto que algunas compañías no apuestan por actualizar sus viejas centrales, y las que sí, optan por la compra de PBXs Embebidas de mucho valor como las de Siemens, Ericsson, etc., que son muy reconocidas. Y de esta forma, se siguen incrementando las inversiones a cambio de los mismos beneficios, que otras soluciones de bajo costo actualmente brindan.

Por lo antes expuesto, en este contexto, es necesario sugerir, analizar y demostrar cómo beneficia a estas empresas, invertir en la implementación de centrales telefónicas IP basadas en software gratuito tal como Elastix; que representa ahorros significativos en costos de administración, mantenimiento, y operación.

OBJETIVOS

GENERAL

Diseñar e Implementar un Call Center Elastix, para su Integración en el Ambiente SIP de una Central de Conmutación Móvil.

ESPECÍFICOS

- 1) Definir los requerimientos que debe tener un Call Center basado en una PBX de Elastix, para operar con el ambiente SIP de una central de conmutación móvil.
- 2) Diseñar, implementar y configurar la Distribución de Elastix con las características necesarias para su correcto desempeño.
- 3) Comprobar el funcionamiento del Call Center y realizar los ajustes debidos para garantizar que cumpla con los requerimientos preestablecidos.

CAPÍTULO I: GENERALIDADES DE ELASTIX

1 CAPÍTULO I: GENERALIDADES DE ELASTIX

“La razón más convincente para la mayoría de la gente de comprar una computadora para el hogar será vincularlo a una red de comunicaciones a nivel nacional. Estamos en las primeras etapas de lo que será un avance realmente notable para la mayoría de la gente - tan notable como el teléfono.”

Steve Jobs

Elastix es una distribución de “Software Libre”, potencializadora de Asterisk por las múltiples herramientas que incluye y que la integran, entre ellas:

- VoIP PBX.
- Fax
- Mensajería Instantánea.
- Email.
- CDR.

Está basada en el sistema operativo CentOS, popular distribución de Linux orientada a servidores. Se reconoce que gran parte del éxito de Elastix se debe a la capacidad de gestión que ésta posee a través de tu interfaz Web, donde la administración de todos los servicios se vuelve fácil y sencilla. **(Landívar, Comunicaciones Unificadas con Elastix Volumen I, 2008)**

1.1 Breve Historia.

Elastix fue creado y mantenido por la compañía ecuatoriana PaloSanto Solutions hasta que fue absorbido por la empresa 3CX en diciembre de 2016. 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. **(Landívar, Comunicaciones Unificadas con Elastix Volumen I, 2008)**

1.2 Características de Elastix.

En esta sección se presentan las características más relevantes que la distribución de Elastix ofrece:

Generales.

- 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.

VoIP PBX.

- Grabación de llamadas y reproducción de las mismas 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.
- 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 (passthrough), G.726, G.729 (si se compra licencia comercial), GSM, iLBC.
- Soporte para interfaces analógicas 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.

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 Winprint Hylafax. 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.
- Interface para configurar fecha/hora/huso horario de la central.

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.

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 interfase como vTigerCRM y SugarCRM.

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.

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.
- Reporte de sesiones de usuarios.

(Landívar, Comunicaciones Unificadas con Elastix Volumen I, 2008)

Licenciamiento.

Elastix 4.0 es la última versión libre distribuida 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, se puede seguir este enlace:

<http://www.gnu.org/licenses/old-licenses/gpl-2.0.txt>

(Landívar, Comunicaciones Unificadas con Elastix Volumen I, 2008)

En diciembre del 2016, Elastix deja de ser Software Libre y es reemplazado por la versión comercial de 3CX para Linux: Issabel (Elastix 5).

Interfaz de Administración WEB de Elastix.

Elastix provee una interfaz gráfica que facilita grandemente la gestión del sistema. A través de ésta se pueden realizar prácticamente todas las configuraciones necesarias. Así también posee como parte de sus módulos, un CLI embebido, que permite ir más allá con comandos especiales de Asterisk puro.

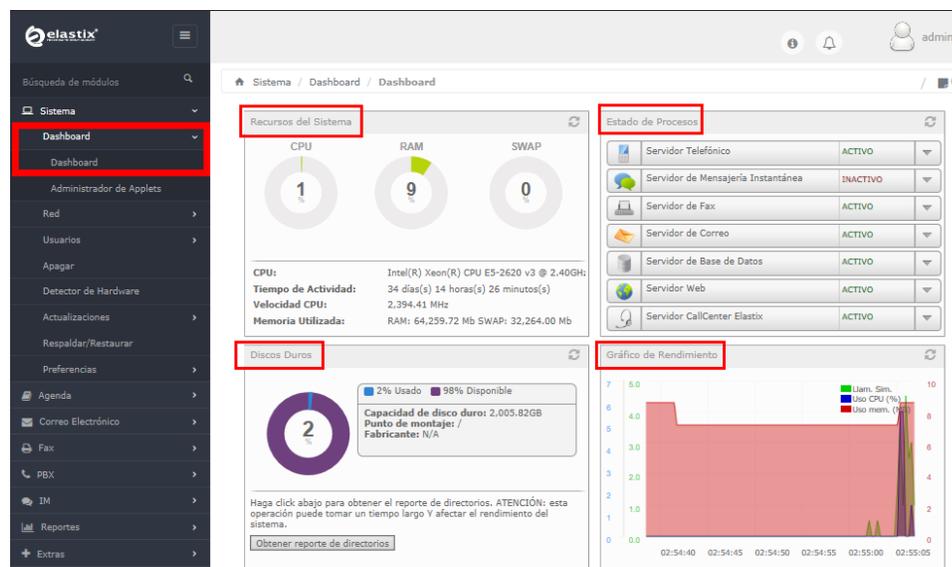


Ilustración 1 Interfaz Gráfica del Sistema de Elastix.

Para información detallada sobre todas las características de Elastix, acudir al libro “Comunicaciones Unificadas con Elastix”, Vol. 1 y 2, de E Landívar - 2008.

1.3 Tecnología SIP de la Empresa.

La empresa en cuestión es una empresa de telecomunicaciones en la República de Nicaragua, la cual comenzó sus operaciones en el país en el año 2016. Los protocolos de comunicación entre sus equipos son meramente SIP.

La ilustración 2 muestra la arquitectura funcional con la que se interconectan los diferentes bloques de comunicación instalados en la empresa y que están involucrados en el desarrollo de este proyecto.

De izquierda a derecha se puede apreciar la lógica de acceso de llamadas hacia la infraestructura de red de la empresa. En primera instancia las llamadas

provenientes de operadores 1 y 2 atraviesan un equipo troncalizador que funciona como convertidor del protocolo SS7 al SIP. Luego de la conversión, la llamada se envía al gateway de borde.

En segunda instancia, las llamadas entrantes desde terminales vendidos por la empresa atraviesan primero la estación base donde están registrados, posteriormente llegan a una central de conmutación SIP la cual redirige el tráfico hacia el equipo troncalizador, que solo funciona como puente hacia el gateway de borde, puesto que no es necesaria ninguna conversión.

El gateway de borde agrega funciones de seguridad como control de tráfico, y proporciona administración de troncales SIP. De esta forma y a partir de éste equipo se comienza el proyecto, pues es lo ideal proveído por la empresa, para la interconexión con el servidor de comunicaciones de Elastix.

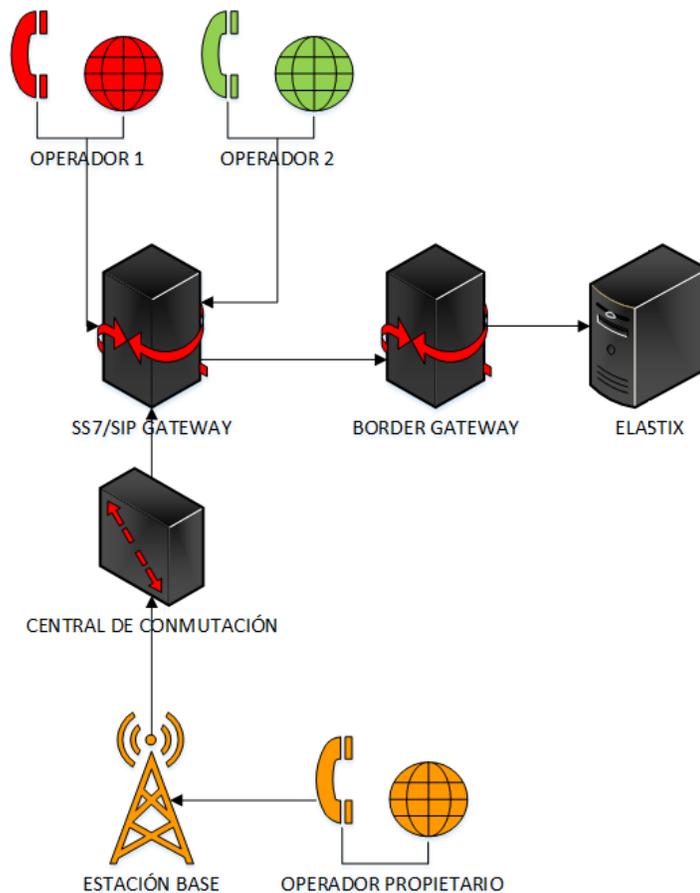


Ilustración 2 Red de acceso de llamadas de la empresa.

1.4 Requerimientos Técnicos de Implementación.

Los requerimientos técnicos para desarrollar un call center Elastix no son muy estrictos, se pueden obtener los mismos o mejores resultados como los que ofrece una central telefónica de marca propietaria con una fracción de su valor.

Además, cuando los ambientes de implementación ya cuentan con infraestructura de red y enlaces de datos adecuados, los tiempos y costos se reducen. Tal es el caso de éste proyecto.

Entre los requerimientos técnicos identificados previamente al desarrollo del proyecto se tienen:

- Servidor físico para la instalación de Elastix (Proveído por la empresa).
- Equipamiento de redes como: cableado ethernet, switches, y resto de infraestructura SIP menciona anteriormente. (Proveído por la empresa).
- Adaptadores telefónicos, laptops, audífonos y teléfonos convencionales. (Proveídos por la empresa).
- Softphones (Descargados gratuitamente de Internet).
- Archivo ISO de Elastix 4.0 (Obtenido gratuitamente de la página oficial de Elastix).
- Algoritmo de atención al cliente y flujo de llamadas.
- Grabaciones del sistema. (Producidas dentro de la empresa).
- Transcodificación: Instalación del códec G729 en Elastix para su correcto funcionamiento con el gateway de borde y los softphones.
- Troncalizaciones: Creación de troncal en el gateway de borde y en el sistema Elastix.
- Configuraciones de numeración corta 161 en las centrales de conmutación.
- Demás configuraciones internas de Elastix: IVR, colas, extensiones, horarios, etc. (Más detalles en el Capítulo 2).

1.5 Recomendaciones de Hardware y Casos de Éxito.

Elastix es una excelente distribución para la implementación de centrales VoIP sin grandes inversiones. Elastix y sus funcionalidades cubren la mayoría de las necesidades de telefonía que una empresa pueda tener. Y el costo de licenciamiento es nulo, así que se puede usar e instalar las veces que se desee. Entre las pocas inversiones que se hacen para complementar este sistema están las compras de Headsets (en caso de uso de softphones) y adaptadores como el PAP2T de Linksys, para poder conectar teléfonos analógicos al ambiente SIP. Por otra parte, ya que las centrales de conmutación móvil están conectadas a la PSTN o Red Pública, se pueden prescindir las tarjetas o módulos FXO que son usadas para ese mismo propósito, y se usan como mejor opción las Troncales SIP.

Con respecto al servidor que aloja el Elastix, hay muchas variantes, puesto que las exigencias de hardware no son muy estrictas. Incluso, **Elastix comienza a funcionar bien con cualquier procesador Pentium y 512 MB de RAM, 40GB de Almacenamiento y una tarjeta de Red. No se encontraron cálculos de dimensionamiento de hardware oficiales para implementar Elastix.**

En implementaciones de mayor envergadura, donde se vean involucradas más de 20 extensiones, los requisitos del servidor de alojamiento pueden variar un poco, sin embargo, tampoco son obligatorios tantos recursos. A continuación, se presentan dos casos de éxito reales de implementaciones de Elastix, y a diferentes escalas. Luego de sus análisis se puede tener una idea preliminar del tamaño final del proyecto de este trabajo monográfico.

CASO DE ÉXITO 1: Configuración en Oficina Pequeña.

Configuraciones de Hardware:

- Servidor:
 - o Dell PowerEdge 300SC.
 - o Dual 1 GHz slot-1 PIII.
 - o 1GB RAM.
- 2 discos duros de 160 GB (SATA), conectados a una tarjeta controladora de RAID, haciendo RAID-1 (Espejo).
- Tarjeta Digium T100P.

Hardware Adicional:

- Gateway SIPURA 2000 POTS (Conectado a un teléfono Polycom en la sala de conferencias y también a un teléfono analógico inalámbrico de 900MHz.)
- Gateway D-Link D104S MGCP (No en uso, pero configurado.)
- Teléfono SIP WiFi (802.11.)
- Solución Rocksteady NSA para manejo de colas y prioridades en VoIP.

Descripción de Implementaciones:

- PRI (Primary Rate Interface) de SBC (Session Border Controller) dentro de nuestras instalaciones. (Migramos la compañía entera de la PBX Lucent/Avaya Partner la cual hemos superado).
- La PRI tiene 16 canales B (Bearer) y 1 canal D (Delta). (Y se tiene espacio para hasta 23 canales B.
- 100 números DID desde el SBC.
- 35 teléfonos Cisco (Una mezcla de teléfonos 7960 y 7940) con la última versión SIP de firmware 6.1.
- 3 teléfonos Cisco 7940 con la última versión SIP de firmware 6.1 en las localidades remotas.
- 2 gateways remotos SIPURA conectados a través de VPN a los usuarios.
- 5 teléfonos GrandStream Budgetone 100.
- 5 teléfonos Cisco 7905G, remotos vía túneles VPN para personal de soporte.
- Los teléfonos están en VLAN de capa 3 separados internamente para tráfico de voz, y etiquetados con un ToS (Tipo de Servicio) de 5 en rango de prioridad.
- NuFone para conectividad y marcación, y un número adicional 866.
- Configuración del sistema en /etc/Asterisk y /var/spool/Asterisk (buzón de voz, etc) para respaldo diario.

Funciones especiales en las Extensiones con Asterisk.

- Todos los teléfonos tienen extensiones DID.

- Todos los teléfonos CISCO tienen intercomunicadores adicionales (extensiones de auto respuesta).
- Distribución automática de llamadas entrantes hacia nuestros números principales, la cola solo es llamada durante las horas laborales, de otra forma se redirige al IVR.
- Varios DID (Direct Inward Dialing) y extensiones ringan múltiples extensiones incluyendo las conexiones de las oficinas en casa que están a través de VPN. (Algunos ringan hasta 4 teléfonos al mismo tiempo).
- La cola de Distribución automática de llamadas usada para personal de soporte, agentes estáticos siempre son timbrados en ciertas extensiones SIP, pero otros agentes pueden hacer Login/logout remotamente para ser añadidos al personal de soporte virtual.
- Menú IVR para el número principal.
- Desvío de llamada cuando no hay contestación.
- Desvío de llamadas remoto.
- Grabación de llamadas.
- Música en espera.
- Buzón de voz e integración con e-mail.

Experiencia General:

“Hemos tenido gran retroalimentación en todo lo relacionado a la instalación del sistema y su operación. La migración ha sido por partes y el SBC ha sido generoso con nosotros al convertir nuestros números existentes en DIDs. Tuve una extensa experiencia con Asterisk por casi 1 año antes de hacer esto para la compañía. El sistema es monitoreado a través de Nagios. “

“Inicialmente quisimos utilizar RxFax para faxes entrantes, pero la incompatibilidad con muchas máquinas de fax nos forzó a utilizar Hylafax (www.hylafax.org) y conservar una línea analógica SBC con ese propósito. “

voip-wiki@voiping.com
<http://www.voiping.com>

(VOIP, s.f.)

CASO DE ÉXITO 2: Configuración de Campus en Reino Unido.

“Hemos finalizado recientemente el despliegue de un servidor de comunicaciones basado en Asterisk en una escuela en el Reino Unido. “

Especificaciones del sistema:

- 1 servidor DELL 1850 (Respaldado con UPS).
- Tarjeta Digium E1 T110.
- 40 auriculares Aastra 9133i.
- 1 unidad de conferencia Mitel 5220.
- Panel Flash de Operadores.
- Adaptadores POE (Power Over Ethernet)

“El objetivo era reemplazar la PBX Ageing Panasonic con una solución flexible.”

“El Dialplan está fuertemente modificado para el mercado del Reino Unido con 4 niveles estándar de restricción, así como niveles personalizados cuando sea necesario. Los usuarios también pueden tener un número de cuenta y pin para permitir el acceso desde los teléfonos en áreas públicas que normalmente están prohibidas.

El fax se ha integrado para los usuarios que lo requieren y puede ser enviado por fax en su DDI que se "captura" y se pasa al spandsp (Library of Digital Processing for Telephony) con el fax que se envía por correo electrónico al usuario al finalizar. Los usuarios también pueden usar la grabación de llamadas "" 1" con la grabación pasando a su propio espacio web.”*

Otras características incluyen:

- Servicio de descanso en Día y Noche. Permitir que los números principales suenen en diferentes destinos dependiendo de la hora del día o de la interfaz web o telefónica.
- Reenvío de llamadas.
- Llamadas de velocidad del sistema (configuradas desde el teléfono o la interfaz web)
- Llamadas de velocidad personales.
- Grabación de llamadas.
- Grupos de paginación.
- Intercomunicador.
- Además de todas las características habituales con *.

“Las conexiones entre el edificio son una mezcla de fibra, láser y enlaces WiFi y todos han sido estables sin sacrificio de calidad y sin importar sobre qué enlace va la llamada. “

www.ciber-cottage.co.uk (VOIP, s.f.)

**CAPÍTULO II: DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE
UNA PBX ELASTIX.**

2 CAPÍTULO II: DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UNA PBX ELASTIX.

“Es la tecnología la que resuelve los problemas, no la política.”

Jacque Fresco.

En este capítulo se abordará detalladamente todos los procedimientos llevados a cabo durante éste proyecto, así como el diseño, la instalación y configuración de la PBX Elastix y todas sus herramientas de hardware y software complementarias. Tomando siempre en cuenta los recursos y necesidades de la empresa.

2.1 Investigación

En esta etapa inicial del proyecto, primeramente, se hizo una ardua tarea de investigación sobre las tecnologías VoIP. La empresa se encontraba en la necesidad de la implementación de un call center para atención al cliente, y desde ese momento comenzó la iniciativa de proveer la solución a través de algo relacionado a la voz sobre IP.

Se estudiaron las distintas arquitecturas de estas redes y sus maneras de funcionamiento en distintos campos de trabajo, se analizaron sus protocolos, parámetros de funcionamiento, y sobre todo sus beneficios, los cuales resultaron ser tanto económicos como técnicos. La idea de la solución VoIP también fue muy apoyada debido a que la red entera de la empresa está basada en IP y de esta forma se garantizaba gran compatibilidad en la interconexión.

Selección de la Solución VoIP a Implementar.

Seguidamente, dentro de la misma etapa de investigación se comenzaron a comparar las distintas soluciones VoIP que existen en el mercado, como: AsteriskNOW, Trixbox, FreePBX, Asterisk Puro, PBX in a Flash, y Elastix. Todas están basadas en el núcleo puro de Asterisk, pero han adquirido muchas variantes que las hacen distinguirse una de las otras.

Elastix, que es una distribución creada por PaloSanto Solutions de Ecuador, y fue la seleccionada para implementar el call center de éste proyecto. Es la más completa suite de comunicaciones (basada en Asterisk), que integra varios productos en uno: Interfaz Web de Configuración propietaria (Antes era la de FreePBX), sistema de base de datos (MySQL), sistema de mensajería instantánea (OpenFire), soporte para fax (Hylafax), y un CRM (Vtiger) entre otros complementos. Elastix es un proyecto “Open Source”, o sea libre y gratuito. **(Enlaza Comunicaciones, s.f.)**

A continuación, se muestra una tabla de ventajas y desventajas, a modo de comparación entre las distribuciones estudiadas previamente:

SOLUCIÓN VoIP	VENTAJAS	DESVENTAJAS
Asterisk “Puro”	Control Total Al compilar, el conmutador se ajustará a la arquitectura del servidor. Libre elección de los módulos a compilar y cuáles no. Sin limitantes impuestos por interfaces gráficas.	Todo es manual. La extensa comandaría puede resultar cansado para algunas personas. Mayor tiempo de implementación. Pueden enfrentarse muchos problemas por resolver.
FreePBX	Considerada como la interfaz web estándar de Asterisk. Mucho tiempo de desarrollo. Amplia comunidad de soporte. Casi todas las distribuciones Open Source hacen uso de esta interfaz.	No todos los módulos están soportados. Para mayor control se tiene que recurrir a la línea de comandos a final de cuentas. Versión modificada de CentOS que dificulta en compatibilidades.
Elastix	Sistema todo en uno. Soporte incluido para señalizaciones de América Latina (R2 MFC). Amplia Comunidad de apoyo. Existen algunos complementos desarrollados por la comunidad que te permiten hacer crecer las funcionalidades de Elastix.	Tiempos de desarrollo un poco tequiosos. Por su nueva interfaz web (Elastix 4.0). Muchos componentes por default. A falta de recursos, su interfaz gráfica puede ser lenta. Relativa poca penetración en el mercado angloparlante. Su principal desarrollo ha sido en América Latina.

Trixbox	Mucho tiempo en el mercado. La versión PRO te permite administrar tu PBX desde la nube.	Sus componentes son muy viejos. Sin soporte para el mercado de América Latina. Poco desarrollo a la plataforma.
AsteriskNOW	Ligero y apoyado por Digium.	Todos los extras deben ser instalados y configurados a mano.
PBX in a Flash	Altamente Personalizable. Diferentes versiones te permiten experimentar con diferentes componentes.	Su sistema de versionamiento puede resultar confuso. Requiere conexión a internet durante la instalación. Reducida base de usuarios.

Tabla 1 Ventajas y desventajas de distribuciones basadas en Asterisk.

(Enlaza Comunicaciones, s.f.)

2.2 Dimensionamiento.

Dimensionamiento Telefónico.

La teoría de colas es una herramienta para estimar las capacidades y tiempos de respuesta, desarrollada a inicios del siglo XX con las primeras colaboraciones de A. K. Erlang. Estas fórmulas son usadas para **determinar la cantidad de operarios que se necesitan en un Call Center**, servicio técnico, o para determinar la calidad del servicio.

Los datos previos utilizados para los cálculos se tomaron de las estadísticas generadas por un grupo de dos agentes improvisados, quienes contestaban llamadas con celulares de la empresa:

Número de llamadas por hora (CpH)	75
Duración del período (Dp)	1 hora (3600 segundos)
Promedio de duración de las llamadas (Ts)	4 minutos (240 segundos)
Agentes contratados por RRHH (M)	7
Tiempo fijado de respuesta (t)	20 segundos

Tabla 2 Variables para el cálculo de Erlang C.

Tasa Promedio de Llamadas Entrantes:

$$\lambda = \frac{CpH}{Dp} \quad (\text{Ecuación 1})$$

$$\lambda = \frac{75 CpH}{3600 s}$$

$$\lambda = 0.0208 \text{ Llamadas/s}$$

Intensidad del Tráfico: Parámetro denotado con la letra U.

$$U = \lambda * Ts \quad (\text{Ecuación 2})$$

$$U = (0.0208). (240 s)$$

$$U = 4.992 E \approx 5 E$$

Este valor es un número que representa la cantidad mínima de agentes que se necesita para responder a todas las llamadas entrantes. Si hay menos agentes que intensidad de tráfico, entonces mecánicamente las llamadas quedarán sin atender.

Ocupación de los Agentes: Identificada con la letra griega ρ .

$$\rho = \frac{U}{M} \quad (\text{Ecuación 3})$$

$$\rho = \frac{5}{7} \times 100$$

$$\rho = 71.42\%$$

El valor calculado es una proporción que expresa la cantidad de tiempo empleado por el agente en responder llamadas comparada con la cantidad de tiempo total (que puede incluir inactivos del agente). La ocupación del agente puede ser computada simplemente dividiendo a intensidad de tráfico “U” por la cantidad de agentes “M”.

Erlang C.

Con todos los valores calculados anteriormente podemos efectuar la fórmula de Erlang C. Esta fórmula calcula la probabilidad de hacer la cola, suponiendo que las llamadas que fueron bloqueadas se quedarán en el sistema hasta que se pueda atender.

$$Ec(M, U) = \frac{\frac{U^M}{M!}}{\frac{U^M}{M!} + (1 - \rho) * \sum_{k=0}^{M-1} \frac{U^k}{k!}} \quad (\text{Ecuación 4})$$

$$Ec(7,5) = \frac{\frac{5^7}{7!}}{\frac{5^7}{7!} + (1 - 0.7) * \sum_{k=0}^{7-1} \frac{5^k}{k!}} = 0.3209 * 100 = 32.09\%$$

Velocidad media de respuesta: (ASA).

Representa el tiempo medio de espera para una llamada. Los cálculos de ASA se basan en la fórmula Erlang-C.

$$ASA = \frac{Ec(M, U) * Ts}{M * (1 - \rho)} \quad (\text{Ecuación 5})$$

$$ASA = \frac{0.32090 * 240 \text{ s}}{7 * (1 - 0.7)} = 36.67 \text{ segundos}$$

Nivel de Servicio.

Probabilidad de espera menor al tiempo estipulado (El tiempo estipulado son 20 segundos).

$$W(t) = 1 - Ec(M, U) * e^{-\frac{(M-U)t}{Ts}} \quad (\text{Ecuación 6})$$

$$W(t) = 1 - 0.32090 * e^{-\frac{(7-5)20}{240}} = 0.72836 * 100 = 72.836\%$$

Esto significa que en el 72% de las llamadas entrantes, se logrará un tiempo de espera menor a 20 segundos. La empresa no estipuló un previo nivel de servicio.

(CHROMY, MISUTH, & KAVACKY, 2011)
(Tanner, 2000)

Dimensionamiento de Hardware.

Debido a la carencia de información en los distintos medios, sobre los requerimientos específicos de hardware para la implementación de un call center basado en Asterisk, **se extrajeron de los casos de éxito y de las recomendaciones de usuarios en internet, datos importantes sobre las características necesarias para un buen funcionamiento.** Sin embargo, lo anterior ha servido sólo como una referencia y no como un modelo a seguir, puesto que la empresa donde se instala el Call Center ha colaborado al proyecto con un servidor y equipos de gran capacidad y desempeño, muy por encima de los requerimientos mínimos. **Considerando nuestro dimensionamiento telefónico se estima que con $\frac{1}{4}$ de la potencia de nuestro servidor actual, el call center aún podría funcionar sin problemas.**

Especificaciones del Servidor Utilizado:

- Marca: Lenovo.
- Modelo: ThinkServer RD450.
- Procesador: Intel(R) Xeon(R) CPU E5-2620 v3 / 2.4GHz (2 Procesadores x 24 núcleos).
- Almacenamiento: 4.36 TB
- RAM: 128 GB (128 Utilizable).
- Adaptadores de Red: 2 Gigabit Ethernet Intel I210.
- Fuente de Poder: 2 Fuentes redundantes (hot-swap).

Equipamiento en Redes:

- Cableado Estructurado: CAT6
- Switch de Acceso L2 MyPower.

Adaptadores telefónicos y Softphones:

- Adaptador Linksys PAP2T con 2 Puertos FXS.
- Teléfonos analógicos marca de la empresa.
- Softphone gratuito "Zoiper" (Recomendado por Elastix).

2.3 Instalación y configuración del call center.

Sistema Operativo Base.

El sistema operativo base de este proyecto es Windows Server 2012 R2. Cabe destacar que la instalación desde cero en el servidor físico no fue necesaria, ya que la empresa lo ha proveído de esta manera desde un inicio. Aprovechando esto y con el objetivo de optimizar la administración de los recursos, se procedió a habilitar y utilizar su herramienta de virtualización integrada "Hyper-V", que se explica a continuación.

Hyper-V.

Funcionamiento.

Hyper-V permite crear y administrar un entorno informático virtualizado mediante la tecnología de virtualización integrada en Windows Server. La tecnología Hyper-V virtualiza el hardware para proporcionar un entorno en el que sea posible ejecutar varios sistemas operativos al mismo tiempo en un equipo físico. Hyper-V permite crear y administrar máquinas virtuales y sus recursos. Cada máquina virtual es un equipo virtualizado y aislado que puede ejecutar su propio sistema operativo. Un sistema operativo que se ejecuta dentro de una máquina virtual se denomina sistema operativo invitado.

Hyper-V ofrece una infraestructura con la que es posible virtualizar aplicaciones y cargas de trabajo con objeto de alcanzar una serie de metas empresariales dirigidas a mejorar la eficacia y reducir costos, como, por ejemplo:

- Establecer o ampliar un entorno de nube privado. Hyper-V le ayuda a adoptar o ampliar el uso de recursos compartidos, así como a adaptar dicho uso en función de los cambios en la demanda, a fin de prestar unos servicios de TI más flexibles y a petición.
- Aumentar el uso del hardware. Al consolidar los servidores y las cargas de trabajo en un menor número de equipos físicos de mayor potencia, se puede reducir el consumo de recursos como la energía y espacio físico.
- Mejorar la continuidad empresarial. Hyper-V sirve para minimizar el impacto del tiempo de inactividad de las cargas de trabajo, tanto si está programado como si no.
- Establecer o ampliar una infraestructura de escritorio virtual (VDI). Una estrategia de escritorio centralizado con VDI contribuye a aumentar la agilidad empresarial y la seguridad de los datos y, al mismo tiempo, simplifica el cumplimiento de normas y la administración del sistema operativo y las aplicaciones del escritorio.
- Aumentar la eficacia de las actividades de desarrollo y prueba. Puede utilizar máquinas virtuales para producir diferentes entornos informáticos, sin necesidad de adquirir o mantener todo el hardware que, de otro modo, sería necesario.

(Microsoft, s.f.)

Instalación y Configuración de Hyper-V.

Una vez ya iniciados sesión en Windows Server y nos encontramos en el escritorio, procedemos a hacer clic derecho sobre el símbolo de inicio de Windows, y seleccionamos la primera opción “Programas y Características”, así como se muestra en la imagen a continuación:

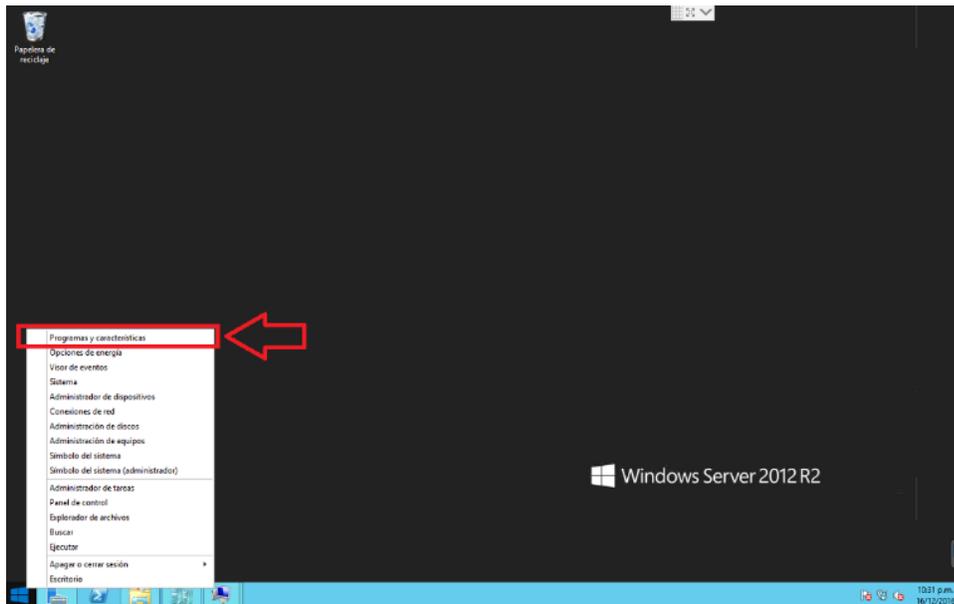


Ilustración 3 Instalación y Configuración de Hyper-V Paso 1.

Posteriormente accedemos a la opción “Activar o desactivar las características de Windows”, ubicada en el panel izquierdo, se muestra a continuación:

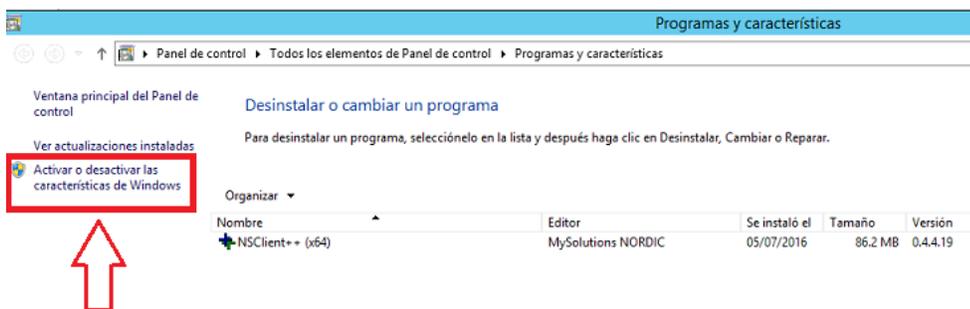


Ilustración 4 Instalación y Configuración de Hyper-V Paso 2.

De esta forma se accede al “Asistente para agregar roles y características”. Aparece de entrada una breve introducción a la que se debe pulsar la opción “siguiente”. (Ver ilustración 5).

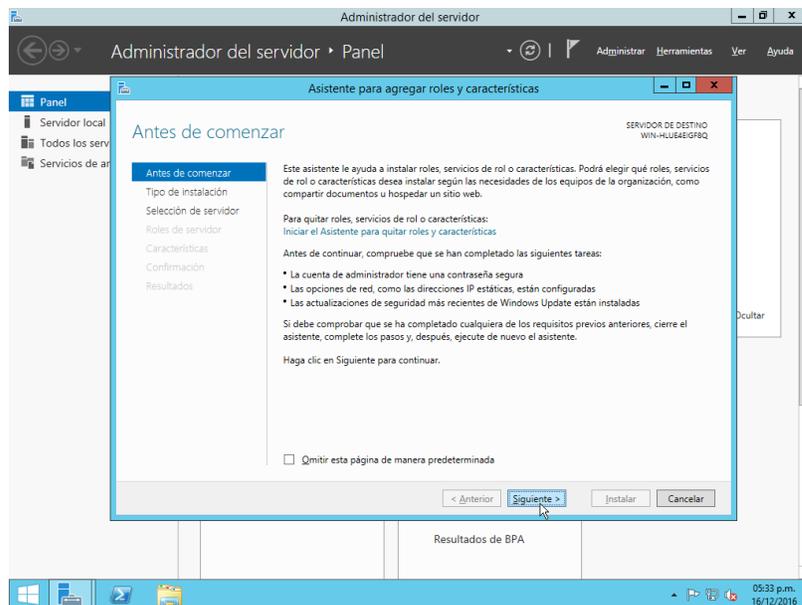


Ilustración 5 Instalación y Configuración de Hyper-V Paso 3.

Luego se elige el tipo de instalación, en este caso “Instalación basada en características o en roles”, y click en siguiente:

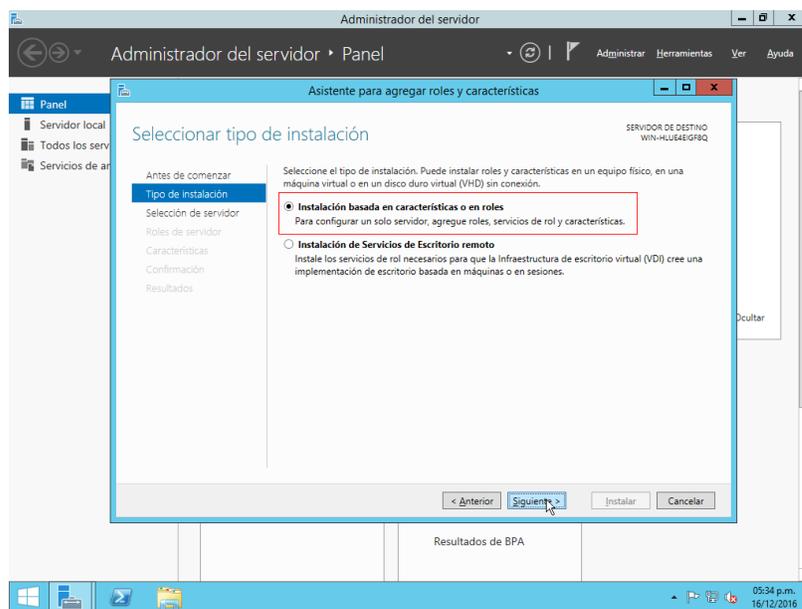


Ilustración 6 Instalación y Configuración de Hyper-V Paso 4.

A continuación, se elige el servidor donde será instalado el rol, en este caso es único (Recordar que la IP es oculta por aspectos de seguridad informática):

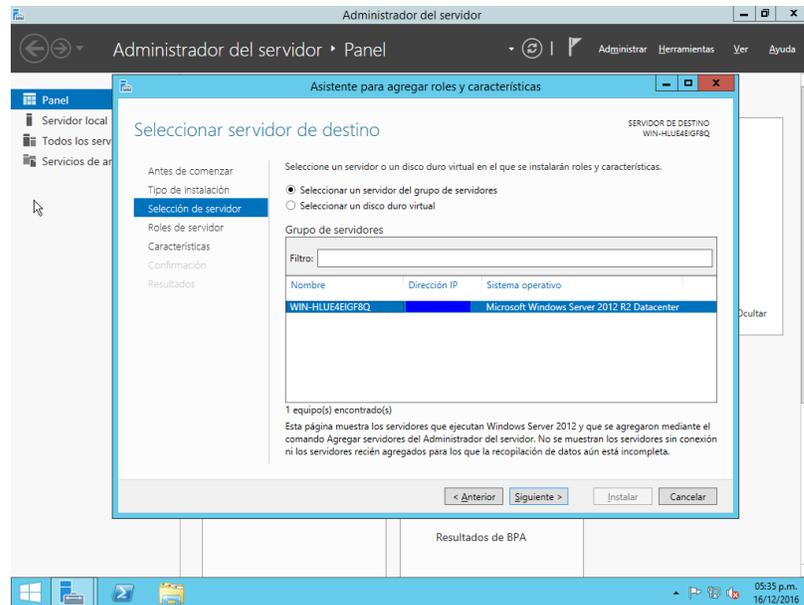


Ilustración 7 Instalación y Configuración de Hyper-V Paso 5.

Se da click en “Siguiete” y aparece una lista con todas las características disponibles para ser habilitadas, la que nos interesa en este momento es “Hyper-V”, se procede a activarle:

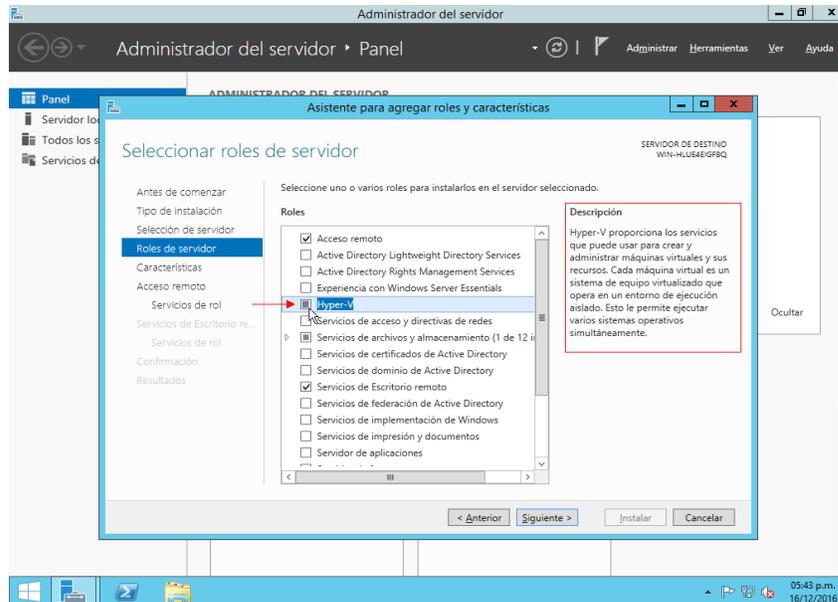


Ilustración 8 Instalación y Configuración de Hyper-V Paso 6.

En lo que se marca la casilla de Hyper-V, aparece un recuadro extra, donde se exponen características propias del virtualizador, éstas son incluidas para avanzar sin problemas.

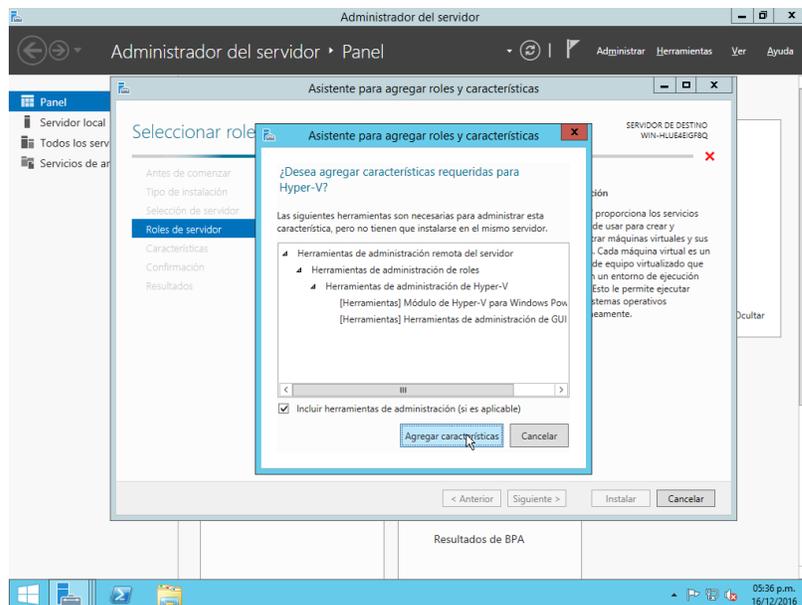


Ilustración 9 Instalación y Configuración de Hyper-V Paso 7.

Seleccionamos “Siguiente”, y el asistente nos mostrará la lista de características disponibles. No se necesita agregar ninguna, entonces, “Siguiente”:

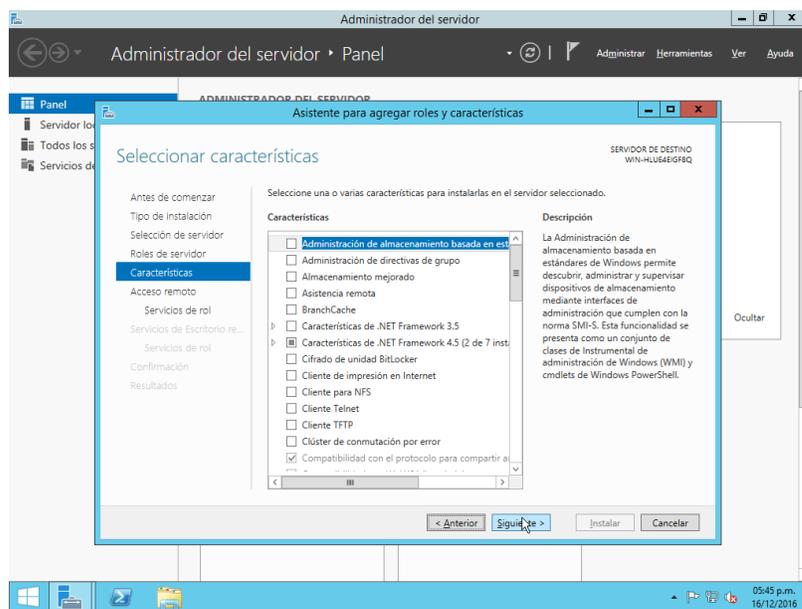


Ilustración 10 Instalación y Configuración de Hyper-V Paso 8.

De esta manera las siguientes ventanas aparecen como un proceso para la configuración inicial específica de Hyper-V, y primeramente hace una introducción de la herramienta o rol:

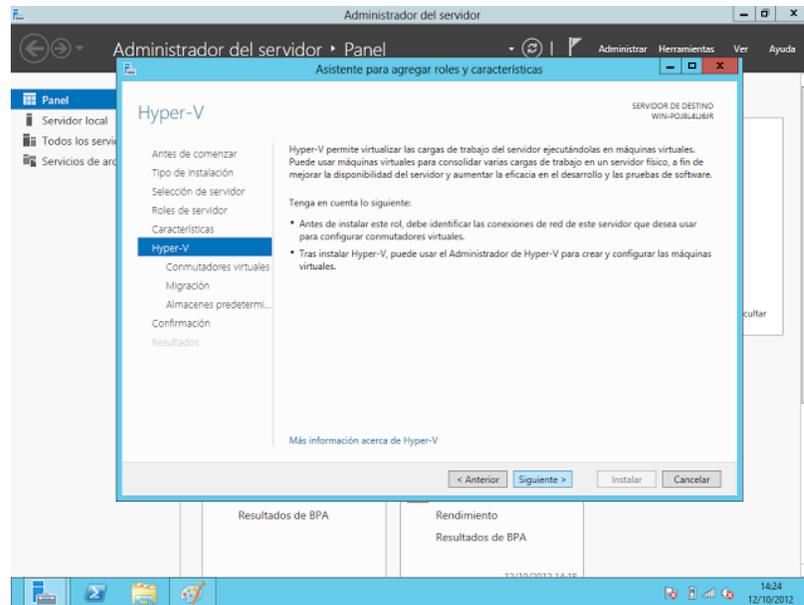


Ilustración 11 Instalación y Configuración de Hyper-V Paso 9.

En conmutadores virtuales, seleccionamos la única opción de nuestro servidor, en este caso “Eth0”, seleccionamos luego “Siguiente”.

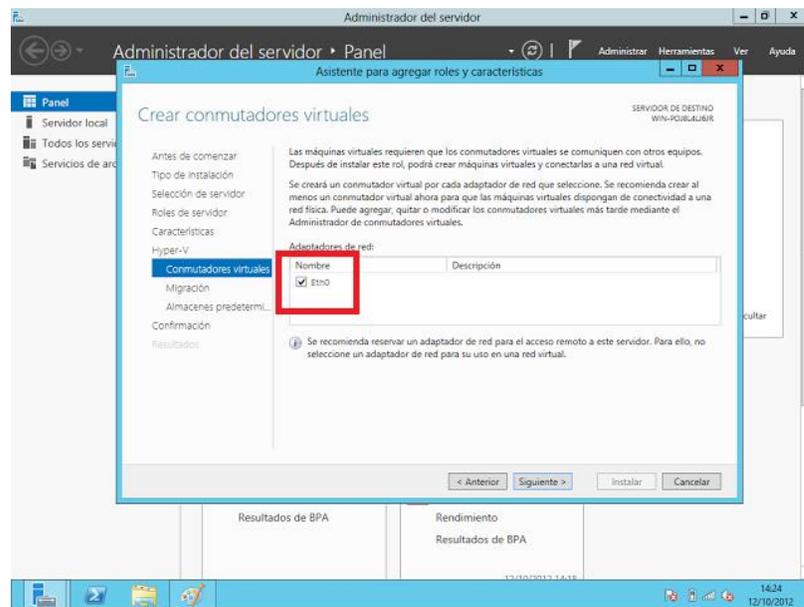


Ilustración 12 Instalación y Configuración de Hyper-V Paso 10.

La opción de “Migración” no es necesaria en este proyecto, así que omitimos y damos “Siguiente”:

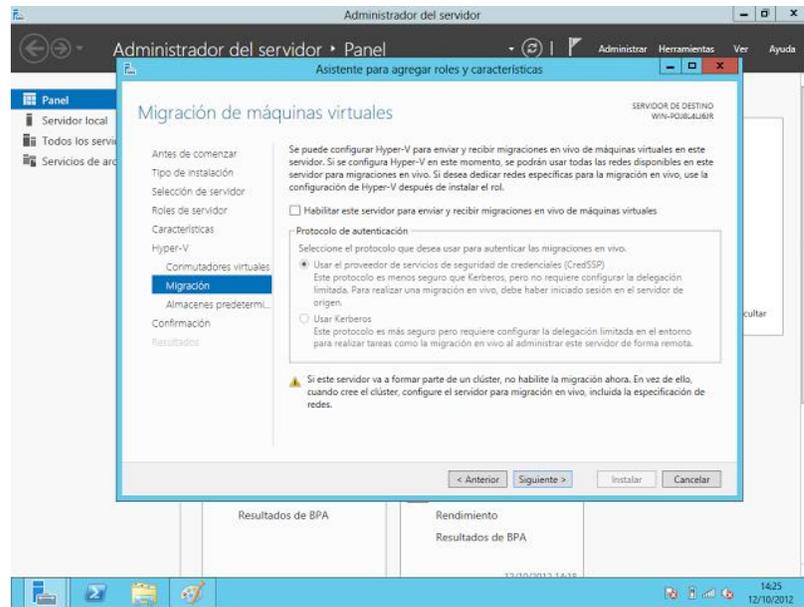


Ilustración 13 Instalación y Configuración de Hyper-V Paso 11.

Almacenes Predeterminados también es una opción que dejamos configurada por defecto, estas ubicaciones pueden ser cambiadas a través de la configuración de Hyper-V.

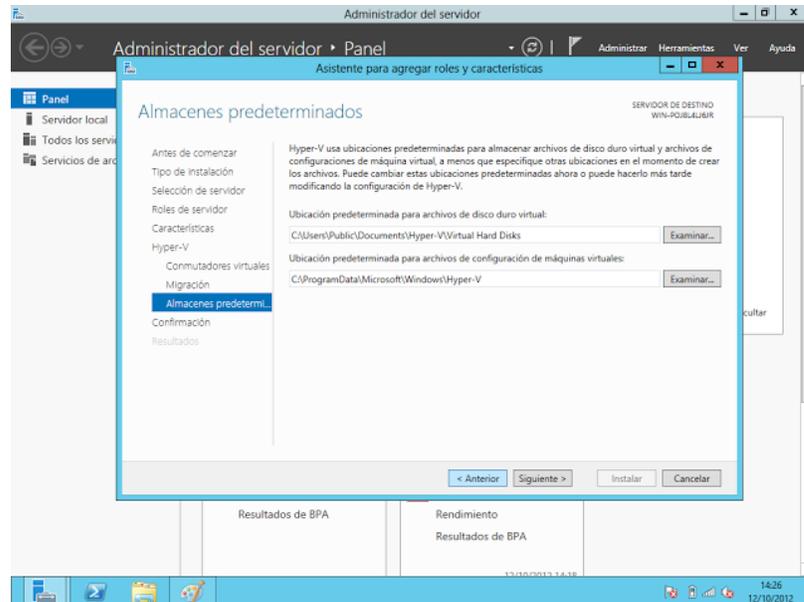


Ilustración 14 Instalación y Configuración de Hyper-V Paso 12.

Presionando “Siguiendo”, finalmente la instalación empieza a como se muestra a continuación:

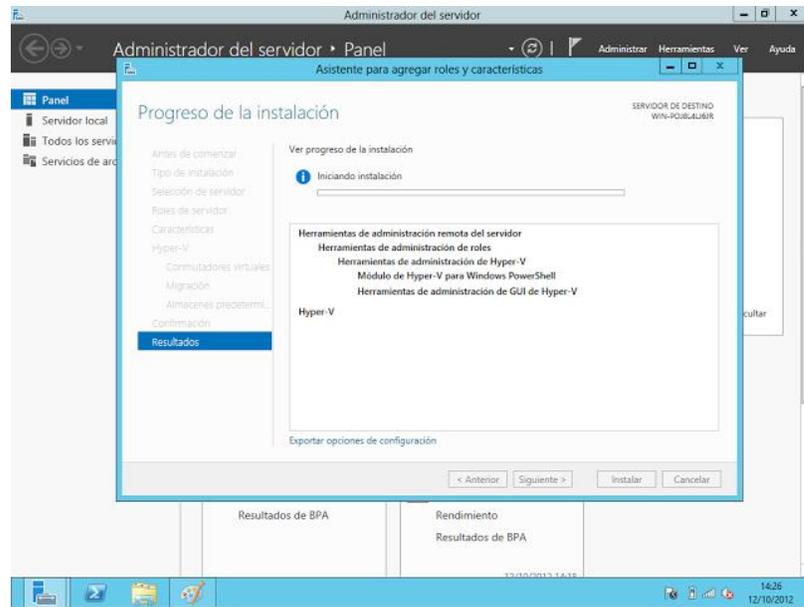


Ilustración 15 Instalación y Configuración de Hyper-V Paso 13.

Al finalizar la instalación, el sistema operativo requerirá un reinicio. Luego de esto podemos iniciar Hyper-V, cuyo aspecto se muestra de la siguiente manera:

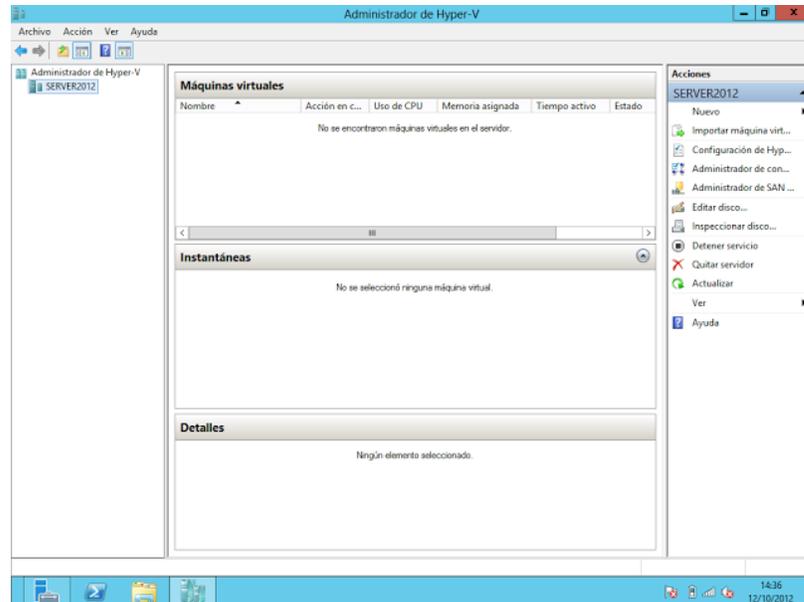


Ilustración 16 Instalación y Configuración de Hyper-V Paso 14.

Instalación y Configuración de Elastix.

La versión de Elastix que fue instalada corresponde a la 4.0.74 (última versión estable hasta el 02 de febrero de 2016), recomendada por el mismo personal de Palo Santo Solutions, a quienes se les contactó vía correo electrónico, y que siempre estuvieron a la orden ante cualquier duda. La imagen ISO fue adquirida desde la página de descargas del sitio web de Elastix: <http://www.elastix.org/downloads/>, y por memoria USB fue transferida a nuestro servidor Lenovo, para luego iniciar su instalación en Hyper-V.

Instalación.

Para instalar Elastix con el ISO que se ha transferido al servidor, primeramente, debemos crear una máquina virtual correspondiente en Hyper-V. De la siguiente manera: Accedemos en la barra de herramientas a Acción>Nuevo>Máquina Virtual:

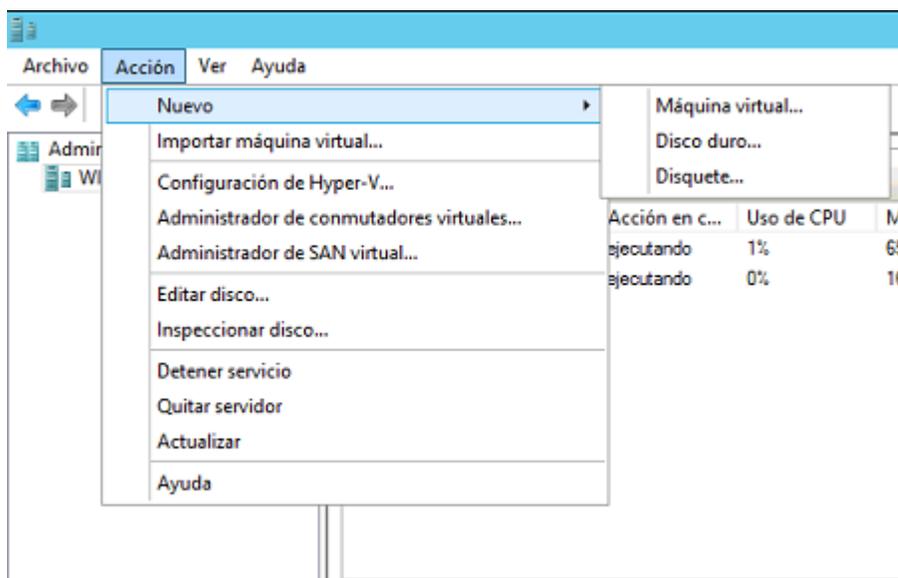


Ilustración 17 Instalación y Configuración de Elastix Paso 1.

En seguida nos aparece el asistente de creación de máquinas virtuales, primeramente, con una breve introducción del procedimiento a llevar a cabo, a esta ventana damos "Siguiente" para realizar una configuración personalizada:

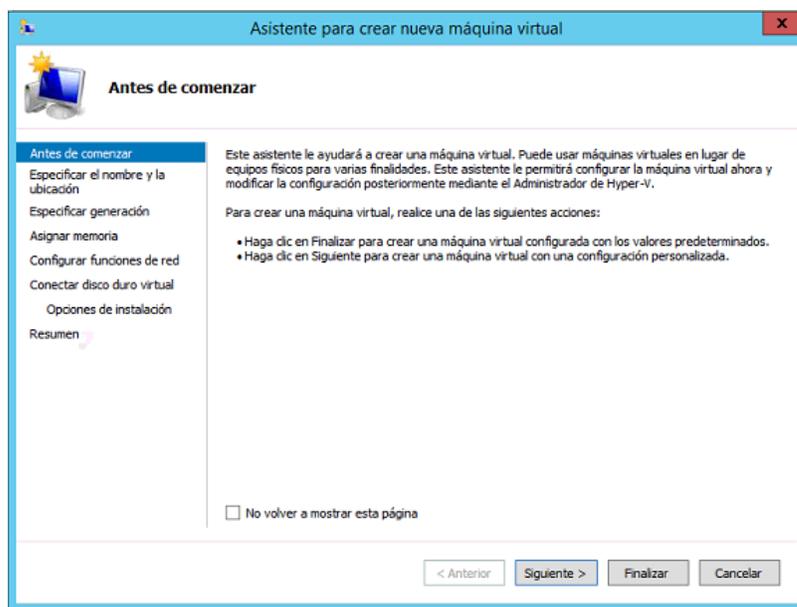


Ilustración 18 Instalación y Configuración de Elastix Paso 2.

En la siguiente ventana se pide configurar un nombre y una ubicación para la máquina virtual, siguiendo las recomendaciones que ésta nos da, se escribió como nombre “Elastix 4” que representa el sistema operativo invitado, y la ubicación se estableció predeterminadamente:

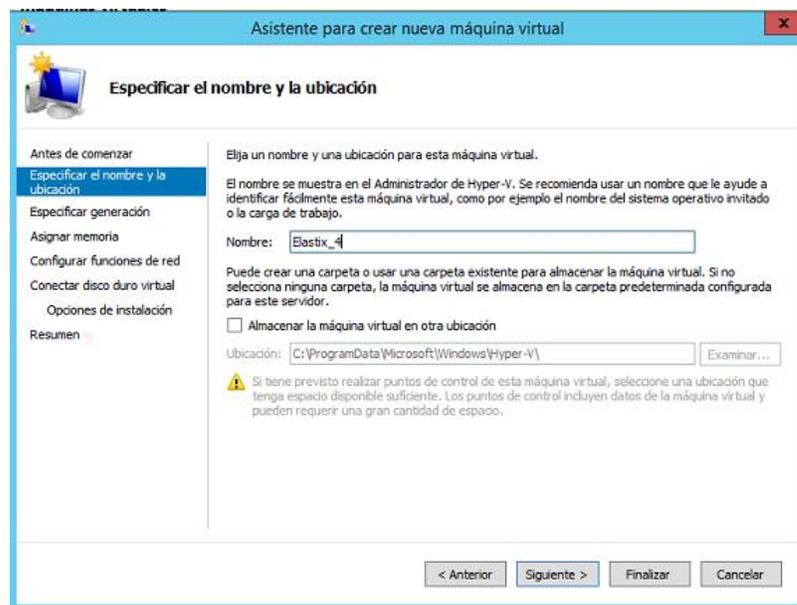


Ilustración 19 Instalación y Configuración de Elastix Paso 3.

Avanzando en la configuración aparece un menú de selección entre Generación 1 y 2 de máquinas virtuales, se selecciona “Generación 1”, y click en siguiente:

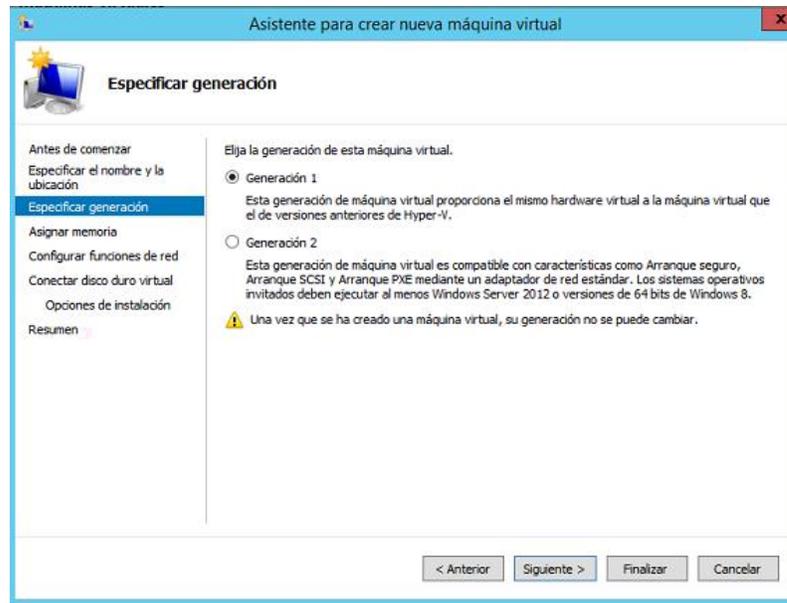


Ilustración 20 Instalación y Configuración de Elastix Paso 4.

Ahora llegamos a una parte muy importante, que es la asignación de cantidad de memoria a la máquina virtual. Este parámetro se ha configurado holgadamente por lo que el call center pretende manejar muchas solicitudes y funcionalidades. Se ha introducido la mitad de la memoria del “Host”, o sea, se le asignaron 64 GB. Seleccionamos luego “Siguiete”. (Ver ilustración 21).

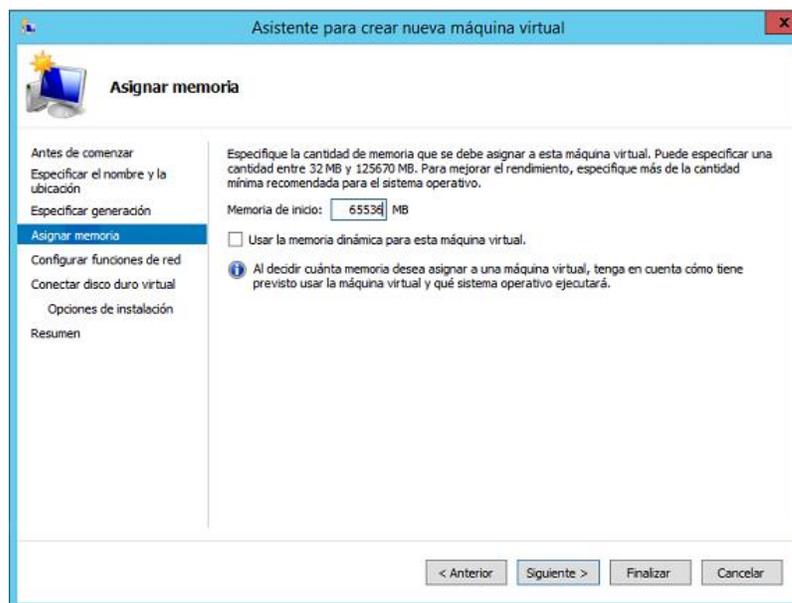


Ilustración 21 Instalación y Configuración de Elastix Paso 5.

Procedemos a escoger nuestro conmutador de red virtual y luego click en “Siguiente”:

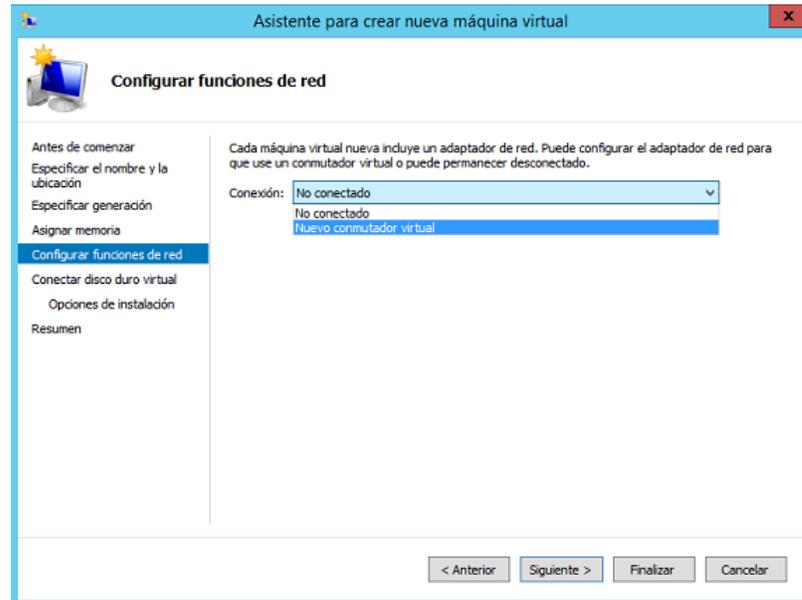


Ilustración 22 Instalación y Configuración de Elastix Paso 6.

En la nueva ventana, seleccionamos otro de los parámetros más importantes, el tamaño del disco duro. En este caso también se ha escogido la mitad de la cantidad del host, o sea 2048 GB. Se garantiza una buena cantidad en éste parámetro porque todas las llamadas que se reciban al call center serán grabadas para estándares de calidad, y este contenido multimedia puede crecer rápidamente.

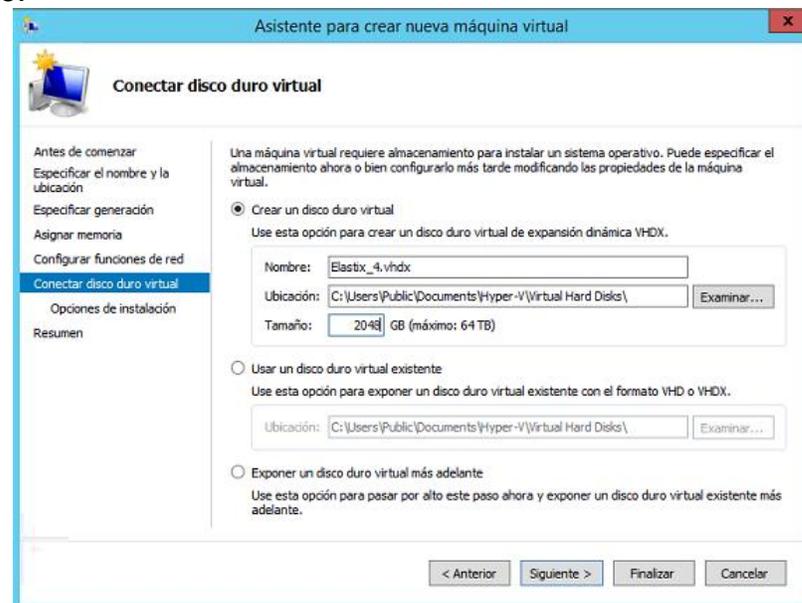


Ilustración 23 Instalación y Configuración de Elastix Paso 7.

Posteriormente a la configuración del disco, aparecen las opciones de instalación del sistema operativo, se le indica que se instalará el sistema operativo más adelante. (Ver ilustración 24).

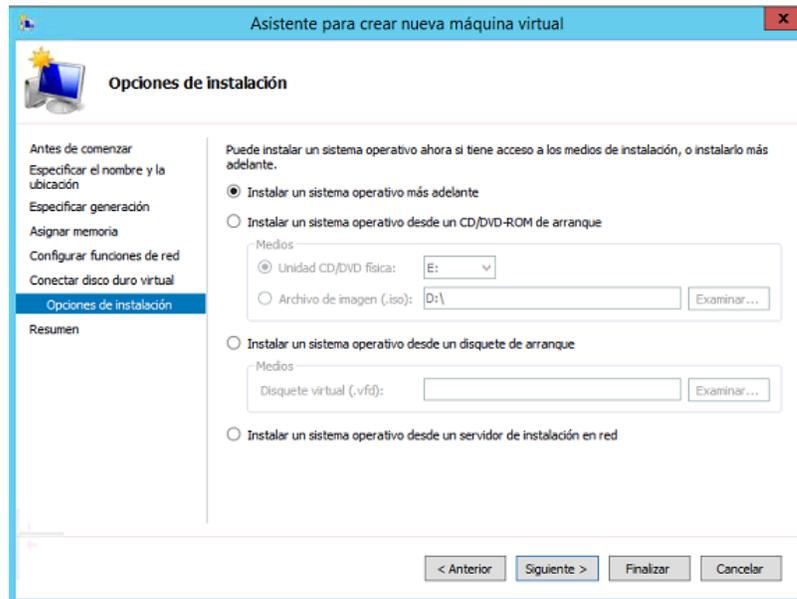


Ilustración 24 Instalación y Configuración de Elastix Paso 8.

Finalmente, el asistente nos muestra un resumen de nuestras configuraciones, se revisa que todo esté en orden y procedemos a dar click en “Finalizar”:

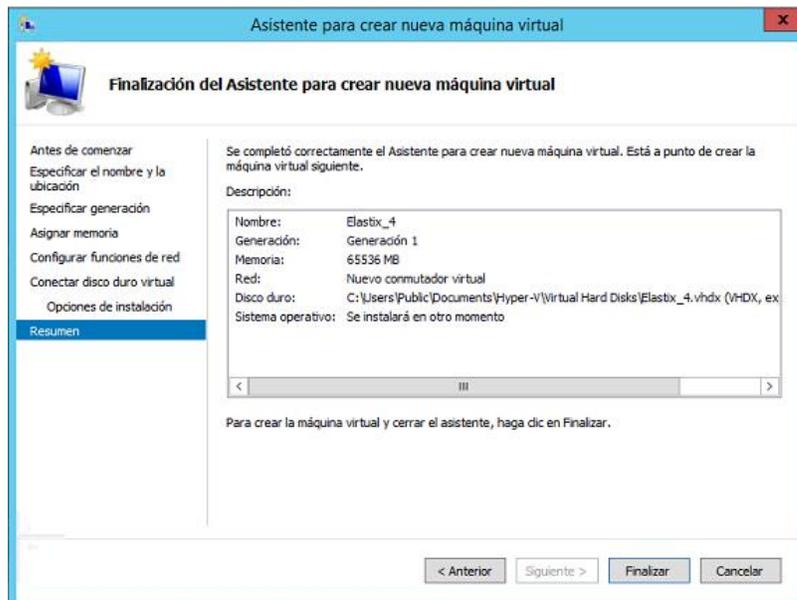


Ilustración 25 Instalación y Configuración de Elastix Paso 9.

Procedemos a dar click derecho a la máquina virtual que hemos creado, y seleccionamos “Configuración”, se cargará el archivo ISO de nuestro Elastix 4.0.74:

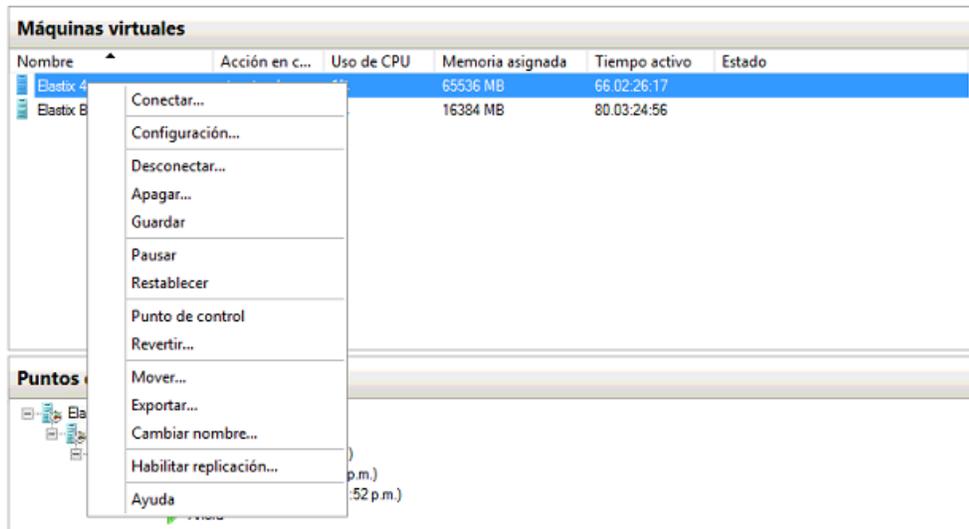


Ilustración 26 Instalación y Configuración de Elastix Paso 10.

Dentro del panel de configuración, se selecciona la opción “Unidad de DVD” que pertenece a “Controladora IDE1”. Ahora, en el recuadro “Medios”, “Archivo de Imagen” y luego “Examinar”, para buscar el ISO que hemos transferido por USB al escritorio del host. Una vez cargado, hacemos “Aplicar” y “Aceptar”.

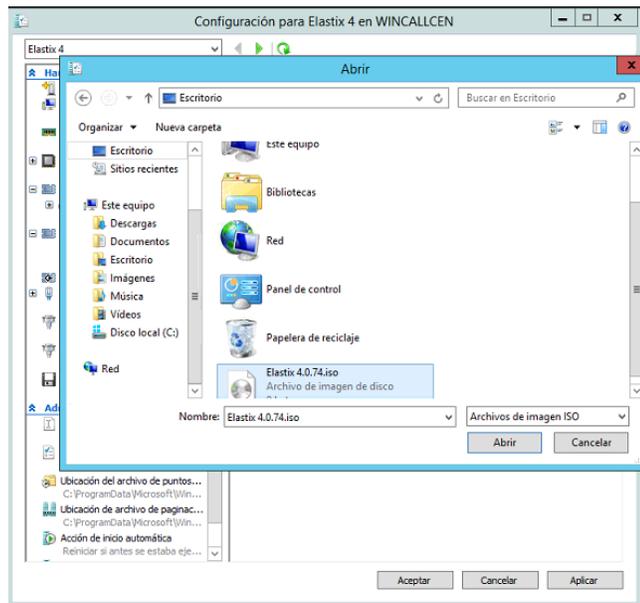


Ilustración 27 Instalación y Configuración de Elastix Paso 11.

Nuevamente se hace click derecho sobre la máquina virtual “Elastix 4” que hemos creado, y escogemos la opción “Conectar”, que nos devuelve un entorno gráfico específico para correr el sistema operativo invitado. Procedemos a presionar el botón verde de encendido:

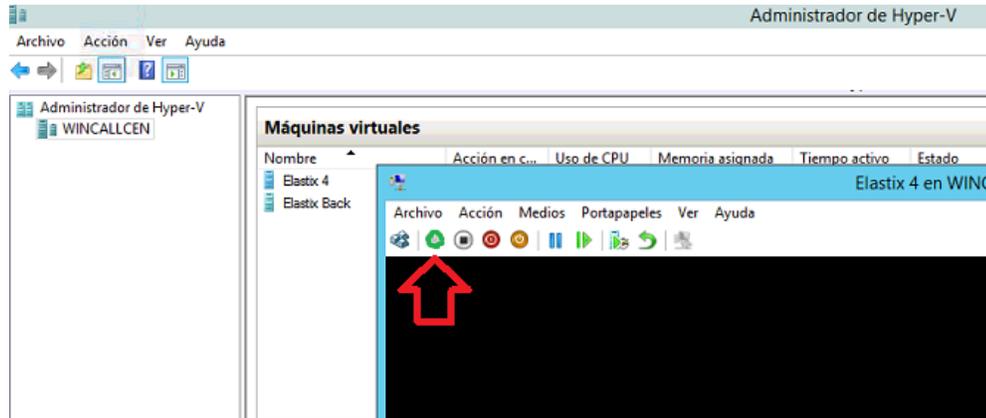


Ilustración 28 Instalación y Configuración de Elastix Paso 12.

Una vez iniciada la máquina virtual se obtuvo la primera pantalla de instalación.



Ilustración 29 Instalación y Configuración de Elastix Paso 13.

Posteriormente se presenta en modo gráfico una serie de íconos que nos permiten comenzar a configurar parámetros generales de Elastix, como la fecha, hora, tipo de teclado, idioma, y redes. (Ver ilustración 30).

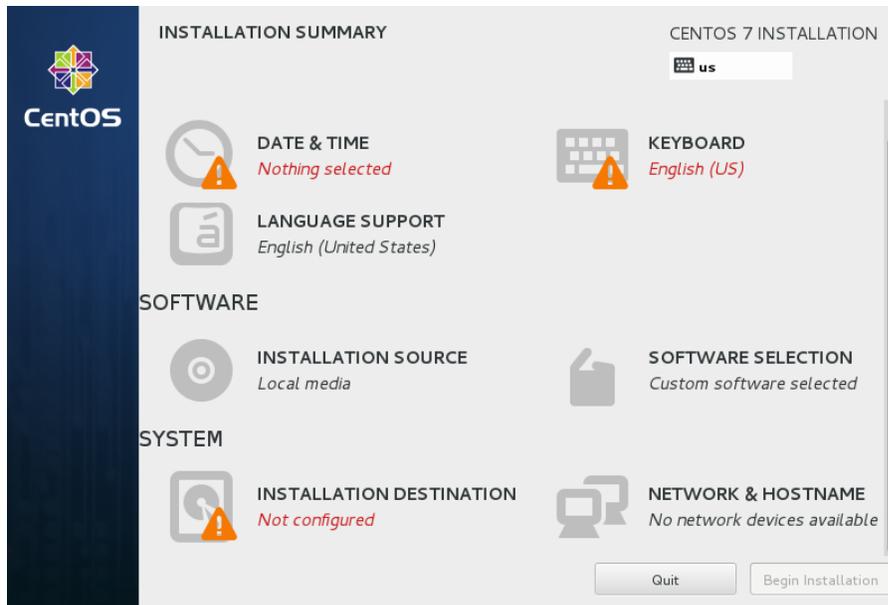


Ilustración 30 Instalación y Configuración de Elastix Paso 14.

En Fecha y Hora se seleccionó el huso horario correspondiente a Managua, Nicaragua, que es donde se encuentra la empresa. (Ver ilustración 31).

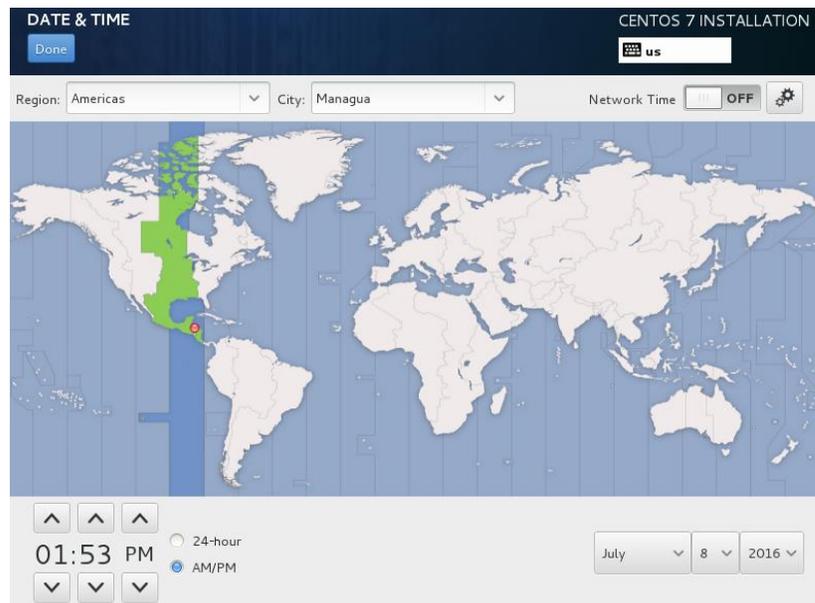


Ilustración 31 Instalación y Configuración de Elastix Paso 15.

En la configuración de teclado y métodos de entrada, se escogió el idioma inglés y el idioma español de Latinoamérica que son los más utilizados en nuestra región. (Ver ilustración 32).

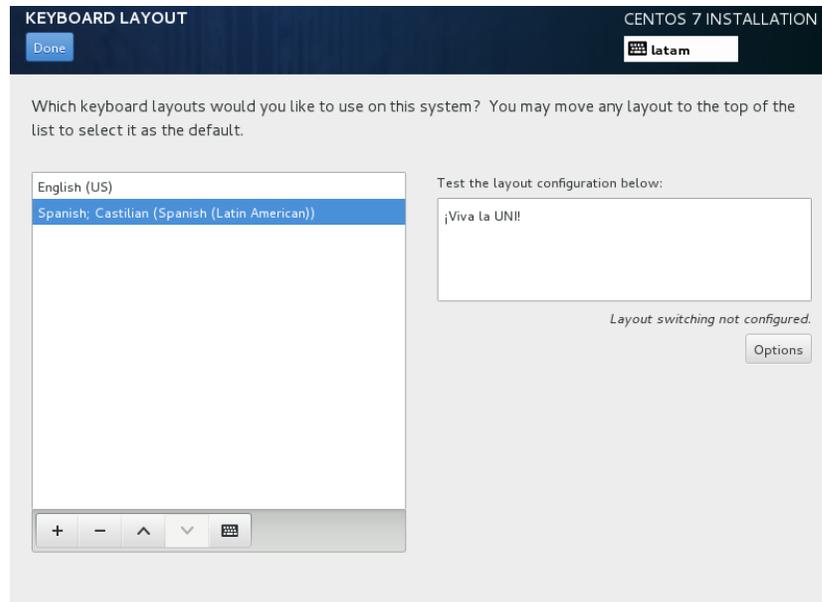


Ilustración 32 Instalación y Configuración de Elastix Paso 16.

En lenguaje de soporte se escogió inglés y adicionalmente español de Nicaragua. En la empresa donde se instala éste call center la comunicación es bilingüe, por lo que el soporte en ambos idiomas es importante. (Ver ilustración 33).

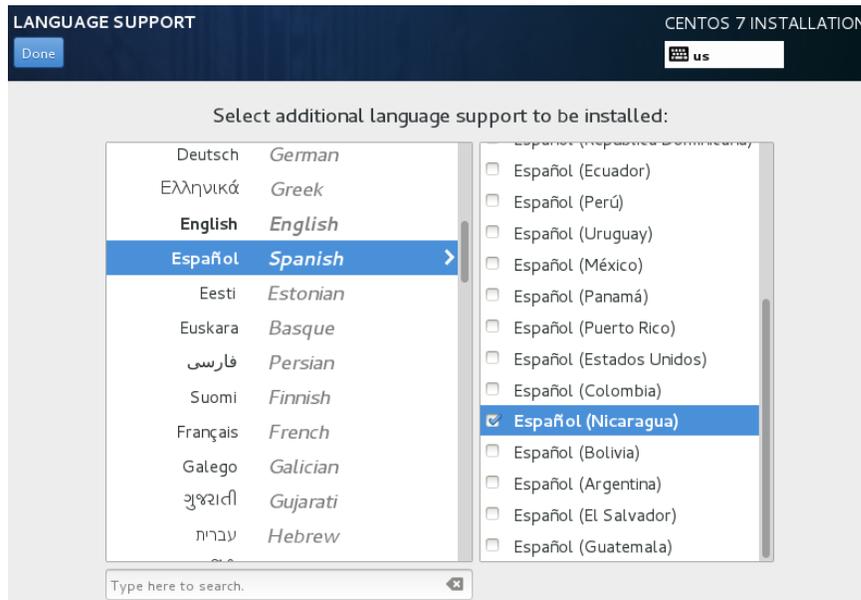


Ilustración 33 Instalación y Configuración de Elastix Paso 17.

En destino de instalación, se selecciona el disco virtual que se le ha asignado a la máquina virtual. De regreso al menú principal, damos click en iniciar instalación.

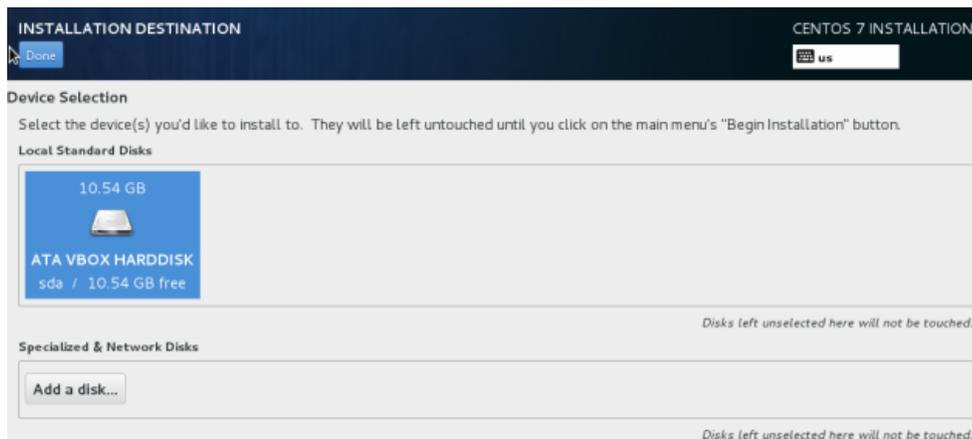


Ilustración 34 Instalación y Configuración de Elastix Paso 18.

Una vez iniciada la instalación de Elastix, se presenta una pantalla donde aparece el progreso de ésta, y al mismo tiempo aparecen dos opciones: configuración de contraseña de ROOT y creación de usuarios. En esta sección no se ha creado un usuario adicional, se mantendrá por defecto el usuario ROOT, y solamente se le asignó una contraseña (Combinación de letras, símbolos y números).

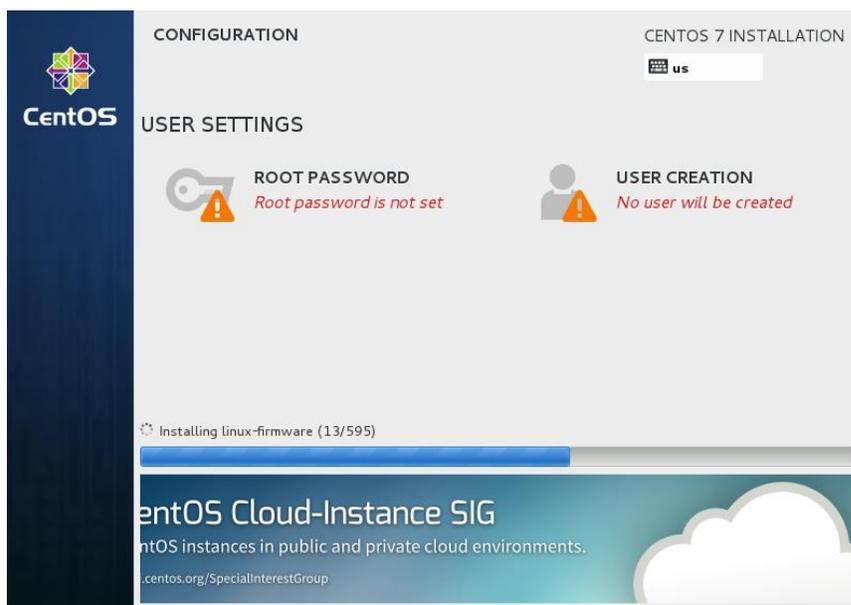


Ilustración 35 Instalación y Configuración de Elastix Paso 19.

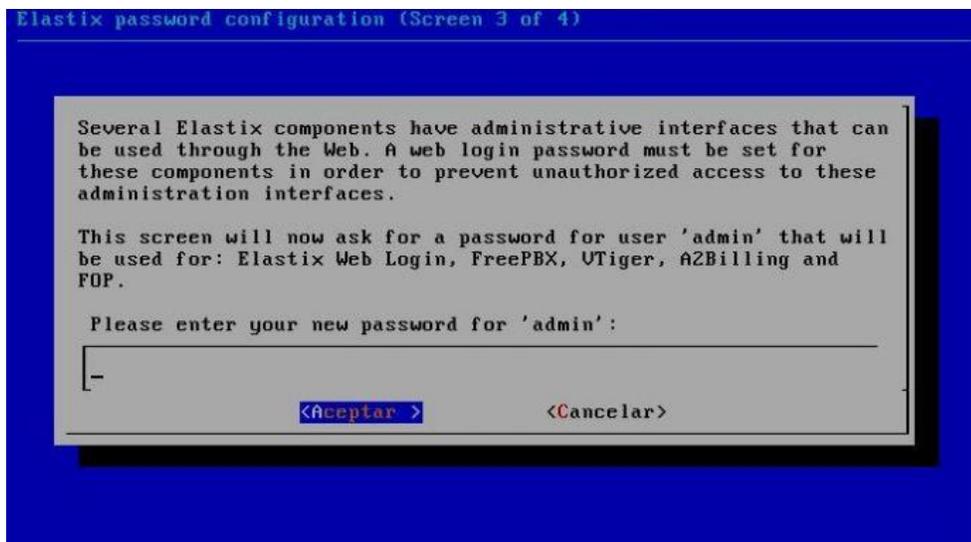


Ilustración 38 Instalación y Configuración de Elastix Paso 22.

Finalmente se presenta la pantalla de inicio de sesión en el servidor Elastix, utilizamos las credenciales que anteriormente configuramos y accedemos a la línea de comandos. (Ver ilustración 39).



Ilustración 39 Paso Final de Instalación de Elastix.

2.4 Diseño del Diagrama de Flujo del Call Center.

Una vez que se ha instalado la suite de Elastix, se debió tener claro el algoritmo de funcionamiento que tendría el call center, puesto que en base a ello tendrán lugar las demás configuraciones. El diseño se elaboró tomando en cuenta aspectos como: Horarios laborales, tipos de clientes, roles de atención, disponibilidad de los agentes, tipos de agentes, locuciones, etc.

Marcación corta.

Lo primero que se ha definido son las numeraciones de marcación corta para llamar al call center, estas son: 161 para los clientes masivos, y 166 para clientes corporativos. Cabe señalar que el 161 y el 166 tienen algoritmos un poco diferentes de funcionamiento; más que todo por temas de alta disponibilidad hacia los clientes.

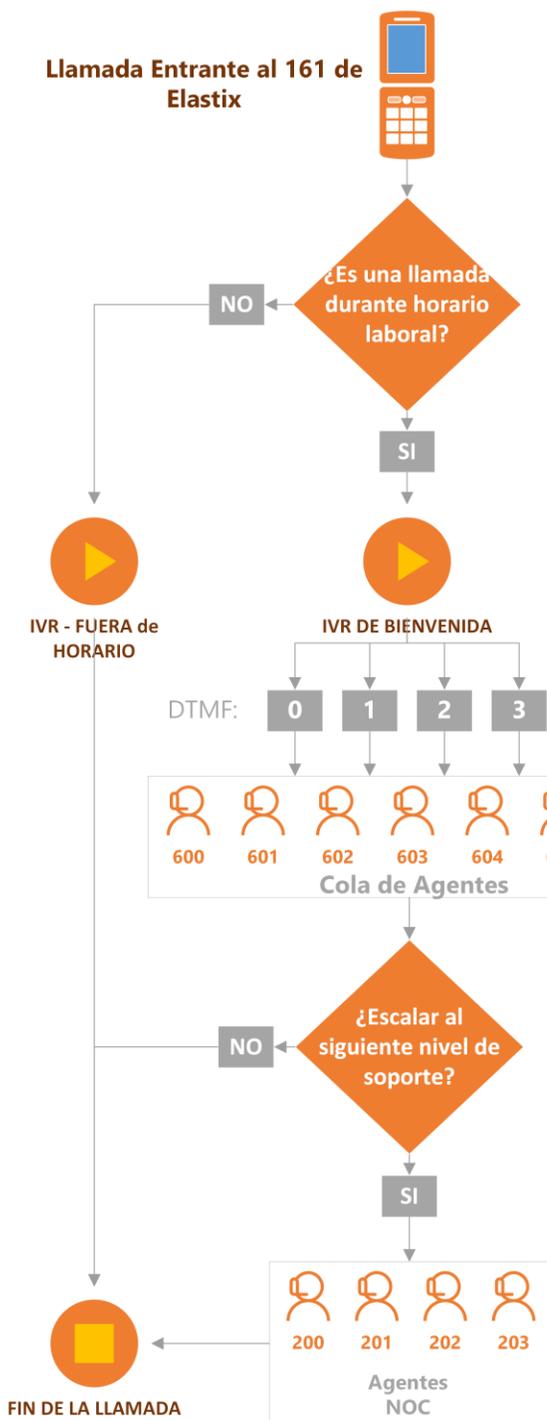
Las centrales telefónicas de la empresa poseen una configuración (que se omite en éste documento por acuerdos de confidencialidad) cuya tarea es enrutar todas las llamadas con número de B 161 o 166, hacia el servidor de Elastix.

En Elastix: (Configuración de PBX – Extensiones – Crear Extensión – Añadir Extensión Follow), se crea una extensión con numeración 161 y 166 y con el único objetivo de funcionar como extensión muda, desviando todas las llamadas hacia el resto de capas de distribución y gestión de llamadas, siendo la capa más próxima las condiciones horarias e IVR de Bienvenida.

A partir de lo expuesto en el párrafo anterior, comienza la gestión de las llamadas, según los flujos que se han diseñado para éstas, los cuales se muestran a continuación:

(Ver ilustraciones en la siguiente página)

Algoritmo del 161: Clientes Masivos.



161 es una extensión "Follow me" del sistema, lo que quiere decir que ningún agente la utiliza, y solo sirve para que el gateway de borde enrute todas las llamadas entrantes que posean ese destinatario hacia Elastix, a través de la troncal que comparten. Posteriormente se configura la extensión para que desvíe las llamadas hacia la condición horaria.

El horario laboral es de Lunes a Sábados de 8am a 6pm, y Domingos de 8am a 5pm. Si la llamada coincide con la condición horaria, el cliente escuchará el IVR de Bienvenida de la empresa, si no, escuchará el IVR que anuncia que su llamada está fuera de horario de trabajo.

El IVR de Bienvenida está configurado con 4 opciones DTMF para los clientes, según sus necesidades.

- Marcar 1: Consulta de Saldo.
- Marcar 2: Reclamos.
- Marcar 3: Productos y Servicios.
- Marcar 0: Comunicarse con Operador.

Cada opción dirigiría al llamante a colas distintas, pero de momento y debido a procesos internos, solo se tiene una cola de agentes quienes atienden todo tipo de inquietudes.

La llamada accede a la cola de agentes y Elastix envía esa llamada al agente que tenga más tiempo sin contestar una llamada. Ésta configuración se llama "Con Memoria". Si un agente no puede contestar la llamada saltará al siguiente agente hasta ser atendida. Si todos los agentes están ocupados, la llamada permanece en espera.

Si los agentes con extensiones 600 a 606 determinan que un cliente necesita soporte avanzado, éstos transfieren la llamada a una cola de agentes del NOC. De lo contrario, harán las gestiones correspondientes para luego dar por terminada la llamada.

La cola de agentes de NOC está conformada por profesionales con conocimientos técnicos más avanzados y mayor experiencia. Una vez que el soporte ha finalizado también finalizan sus llamadas con el cliente.

Ilustración 40 Diagrama de flujo de llamadas entrantes al 161

Algoritmo del 166: Clientes Corporativos.

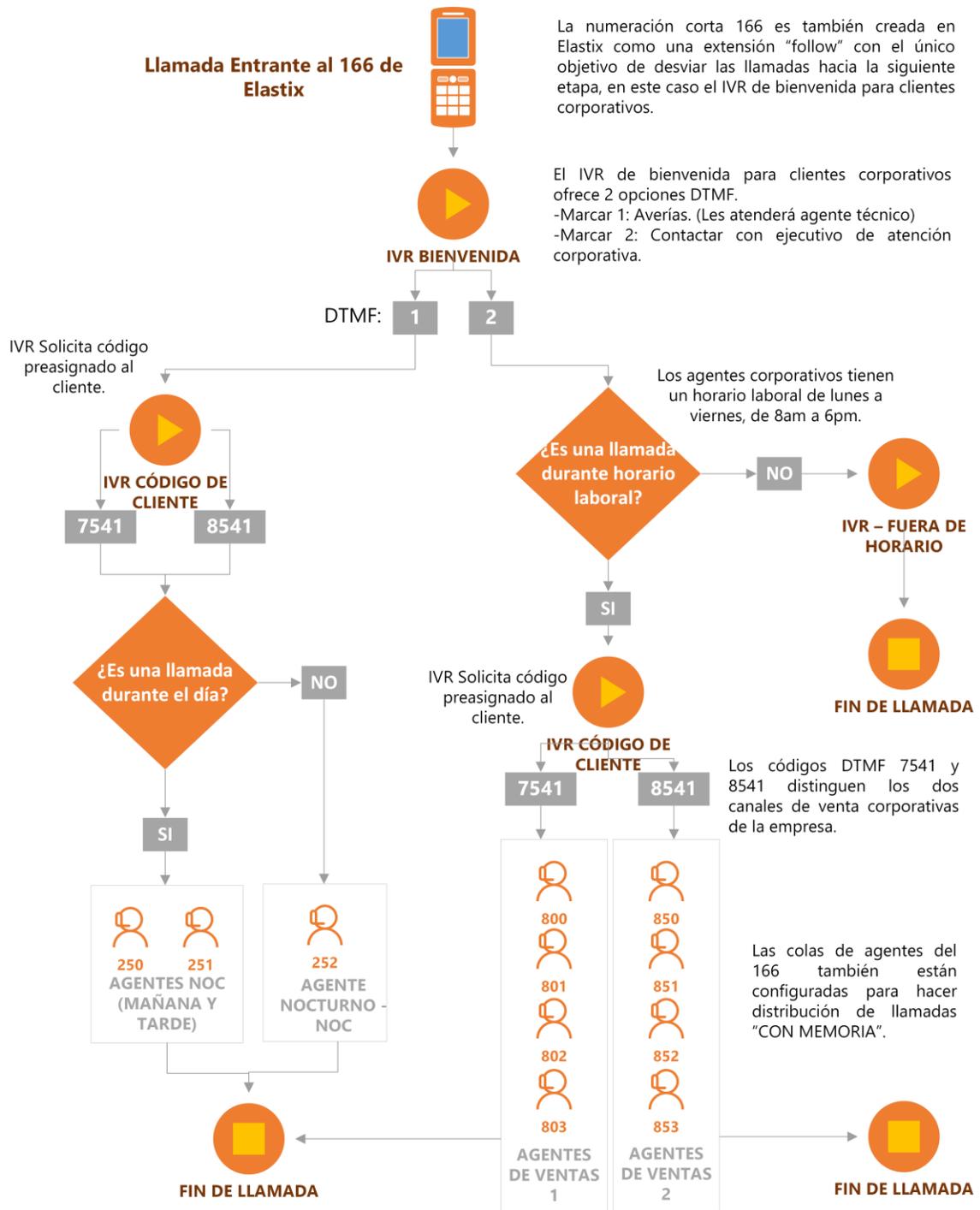


Ilustración 41 Diagrama de flujo de llamadas entrantes al 166

2.5 Configuración de Parámetros.

Interfaz de Red.

El servidor físico host del call center fue configurado con una IP estática de Clase B para conectarse a una red privada de área local. Para acceder y editar el archivo “ifcg-eth0” correspondiente a la primera tarjeta de interfaz de red, ejecutamos la siguiente línea de comando en un terminal del servidor: **vi /etc/sysconfig/network-scripts/ifcfg-eth0**. Y se procede a hacer los cambios necesarios:

El parámetro BOOTPROTO se cambió de “dynamic” a “static” puesto que se le asignó una IP fija clase B.

Los parámetros de IPV6 se han dejado en comentarios, por su inutilidad en este proyecto.

En IPADDR designamos la IP Clase B que hemos escogido para el servidor. El rango de IP para la Clase B va de 128.0.0.1 a 191.255.255.254 (16 bits red, 16 bits hosts) y Máscara de subred: 255.255.0.0. En este trabajo no se menciona específicamente la IP asignada, por temas de seguridad y confidencialidad.

En PREFIX se estableció la máscara de red en formato “barra”. Por razones de seguridad tampoco se menciona este dato explícitamente.

En GATEWAY se escribió la dirección IP de la puerta de enlace predeterminada. ONBOOT es un parámetro que determina si la interface de red se activa en cada arranque del sistema. Se configuró en “Yes”.

```
lroot@Call-Center network-scripts]# cat ifcfg-eth0
HWADDR=00:15:5D:00:1C:02
TYPE=Ethernet
BOOTPROTO=static
DEFROUTE=yes
PEERDNS=yes
PEERROUTES=yes
IPV4_FAILURE_FATAL=no
#IPV6INIT=yes
#IPV6_AUTOCONF=yes
#IPV6_DEFROUTE=yes
#IPV6_PEERDNS=yes
#IPV6_PEERROUTES=yes
#IPV6_FAILURE_FATAL=no
IPADDR=[REDACTED]
PREFIX=[REDACTED]
GATEWAY=[REDACTED]
NAME=eth0
UUID=4e754d9e-e055-467b-a98d-3076e105399d
ONBOOT=yes
```

Ilustración 42 Configuración de red del servidor físico.

Una vez configurado el archivo de la interfaz correspondiente, reiniciamos los servicios de red, ejecutando en el terminal: **service network restart**. De esta forma los cambios recientes entran en vigencia, y se puede ingresar en el navegador con la dirección IP correcta para continuar las demás configuraciones vía Web.

Instalación del Códec G729.

Debido a que la central de conmutación móvil utiliza el algoritmo de compresión de datos de audio G729, fue necesario instalarle un Codec a Elastix, a como se menciona a continuación:

Se ingresa a la interfaz gráfica de administración de Elastix con la IP y las credenciales que se han configurado anteriormente.

Click en las pestañas PBX>Herramientas>Asterisk CLI: De esta forma se accede al campo de comandos de Asterisk embebido en Elastix. Si se desea acceder al CLI desde el terminal del servidor, debe ejecutarse primero: **asterisk -r**.

Estando dentro del CLI se verifica qué codecs están precargados en Elastix, a través del comando: **core show translation**; se mostrará una matriz con el listado de los codecs y las traducciones entre codecs disponibles. Una vez ejecutado se puede identificar la falta del codec G729 por lo que se procede a descargarlo.

```
localhost*CLI> core show translation
Translation times between formats (in microseconds) for one second of data
Source Format (Rows) Destination Format (Columns)
```

	gsm	ulaw	alaw	g726	adpcm	slin	lpc10	speex	speex16	ilbc	g726aal2	g722	slin16	testlaw	speex32	slin12	slin24	slin32	slin44	slin48	slin96	slin192	opus	
gsm	-	15000	15000	15000	15000	9000	15000	15000	23000	15000	15000	17250	17000	15000	23000	17000	17000	17000	17000	17000	17000	17000	17000	17250
ulaw	15000	-	9150	15000	15000	9000	15000	15000	23000	15000	15000	17250	17000	15000	23000	17000	17000	17000	17000	17000	17000	17000	17000	17250
alaw	15000	9150	-	15000	15000	9000	15000	15000	23000	15000	15000	17250	17000	15000	23000	17000	17000	17000	17000	17000	17000	17000	17000	17250
g726	15000	15000	15000	-	15000	9000	15000	15000	23000	15000	15000	17250	17000	15000	23000	17000	17000	17000	17000	17000	17000	17000	17000	17250
adpcm	15000	15000	15000	15000	-	9000	15000	15000	23000	15000	15000	17250	17000	15000	23000	17000	17000	17000	17000	17000	17000	17000	17000	17250
slin	6000	6000	6000	6000	6000	-	6000	6000	14000	6000	6000	8250	8000	6000	14000	8000	8000	8000	8000	8000	8000	8000	8000	8250
lpc10	15000	15000	15000	15000	15000	9000	-	15000	23000	15000	15000	17250	17000	15000	23000	17000	17000	17000	17000	17000	17000	17000	17000	17250
speex	15000	15000	15000	15000	15000	9000	15000	-	23000	15000	15000	17250	17000	15000	23000	17000	17000	17000	17000	17000	17000	17000	17000	17250
speex16	23500	23500	23500	23500	23500	23500	17500	23500	-	23500	23500	15000	9000	23500	23000	17500	17000	17000	17000	17000	17000	17000	17000	17250
ilbc	15000	15000	15000	15000	15000	9000	15000	15000	23000	-	15000	17250	17000	15000	23000	17000	17000	17000	17000	17000	17000	17000	17000	17250
g726aal2	15000	15000	15000	15000	15000	9000	15000	15000	23000	15000	-	17250	17000	15000	23000	17000	17000	17000	17000	17000	17000	17000	17000	17250
g722	15600	15600	15600	15600	15600	9600	15600	15600	15000	15600	15600	-	9000	15600	23000	17500	17000	17000	17000	17000	17000	17000	17000	17250
slin16	14500	14500	14500	14500	14500	8500	14500	14500	6000	14500	14500	6000	-	14500	14000	8500	8000	8000	8000	8000	8000	8000	8000	8250
testlaw	15000	15000	15000	15000	15000	9000	15000	15000	23000	15000	15000	17250	17000	-	23000	17000	17000	17000	17000	17000	17000	17000	17000	17250
speex32	23500	23500	23500	23500	23500	17500	23500	23500	23500	23500	23500	17500	23500	23500	-	17500	17500	8000	17000	17000	17000	17000	17000	23000
slin12	14500	14500	14500	14500	14500	8500	14500	14500	14000	14500	14500	14000	8000	14500	14000	-	8000	8000	8000	8000	8000	8000	8000	8250
slin24	14500	14500	14500	14500	14500	8500	14500	14500	14500	14500	14500	8500	14500	14000	8500	-	8000	8000	8000	8000	8000	8000	8000	8250
slin32	14500	14500	14500	14500	14500	8500	14500	14500	14500	14500	14500	8500	14500	14000	8500	8500	-	8000	8000	8000	8000	8000	8000	14000
slin44	14500	14500	14500	14500	14500	8500	14500	14500	14500	14500	14500	8500	14500	14500	8500	8500	8500	-	8000	8000	8000	8000	8000	14000
slin48	14500	14500	14500	14500	14500	8500	14500	14500	14500	14500	14500	8500	14500	14500	8500	8500	8500	8500	-	8000	8000	8000	8000	6000
slin96	14500	14500	14500	14500	14500	8500	14500	14500	14500	14500	14500	8500	14500	14500	8500	8500	8500	8500	8500	-	8000	8000	8000	14500
slin192	14500	14500	14500	14500	14500	8500	14500	14500	14500	14500	14500	8500	14500	14500	8500	8500	8500	8500	8500	8500	-	8000	8000	14500
opus	15600	15600	15600	15600	15600	9600	15600	15600	15600	15600	15600	9600	15600	15600	23500	9600	9600	17500	17500	9000	17000	17000	-	-

Ilustración 42 Tabla de CODECS sin G729.

Antes de descargar el Codec, se debe conocer la versión de Asterisk que posee Elastix, y la arquitectura del procesador del servidor físico, ya sea de 32 o 64 bits. El primer dato se puede obtener con el comando **core show version**, el cual ha devuelto en este caso la versión: Asterisk 11.20.0. Y el procesador de nuestro equipo se mencionó anteriormente en este documento, que es de 64 bits. (Ver ilustración 90).

```
localhost*CLI> core show version
Asterisk 11.20.0 built by palosanto
```

Ilustración 43 Comando de verificación de versión de asterisk.

Con las observaciones anteriores completadas se prosiguió a acceder al sitio librería de Asterisk: <http://asterisk.hosting.lv/> para descargar el codec g729 que corresponda a nuestro procesador y versión de Asterisk.

Seleccionamos el codec g729, encontraremos una variedad que estará en función del tipo de procesador y compilador que se tenga, en este caso se descargó el **codec_g729-ast18-gcc4-glibc-x86_64-core2-sse4.so**.

Una vez descargado, se transfirió al directorio: **/usr/lib/asterisk/modules/**, se cambiaron los permisos de ejecución con **chmod 755 codec_g729-ast18-gcc4-glibc-x86_64-core2-sse4.so** y posteriormente se reinició el servicio de Elastix con el comando: **amportal restart**.

Al cabo de estas configuraciones, desde el CLI de Asterisk se verificó que el codec se encontrara cargado, siempre con el comando: **core show translation** Se observa que tanto en la fila como en la columna del codec g729 hay números que están expresados en microsegundos, eso indica que sí, está instalado correctamente:

```
Connected to Asterisk 11.20.0 currently running on Call-Center (pid = 15256)
Call-Center*CLI> core show translation
Translation times between formats (in microseconds) for one second of data
Source Format (Rows) Destination Format (Columns)
```

	gsm	ulaw	alaw	g726	adpcm	slin	lpc10	g729	speex	speex16	ilbc	g726aal2	g722	slin16	testlaw	speex32	slin12	slin24	slin32	slin44	slin48	slin96	slin192	opus
gsm	-	15000	15000	15000	15000	9000	15000	15000	15000	23000	15000	15000	17250	17000	15000	23000	17000	17000	17000	17000	17000	17000	17000	17250
ulaw	15000	-	9150	15000	15000	9000	15000	15000	15000	23000	15000	15000	17250	17000	15000	23000	17000	17000	17000	17000	17000	17000	17000	17250
alaw	15000	9150	-	15000	15000	9000	15000	15000	15000	23000	15000	15000	17250	17000	15000	23000	17000	17000	17000	17000	17000	17000	17000	17250
g726	15000	15000	15000	-	15000	9000	15000	15000	15000	23000	15000	15000	17250	17000	15000	23000	17000	17000	17000	17000	17000	17000	17000	17250
adpcm	15000	15000	15000	15000	-	9000	15000	15000	15000	23000	15000	15000	17250	17000	15000	23000	17000	17000	17000	17000	17000	17000	17000	17250
slin	6000	6000	6000	6000	6000	-	6000	6000	6000	14000	6000	6000	8250	8000	6000	14000	8000	8000	8000	8000	8000	8000	8000	8250
lpc10	15000	15000	15000	15000	15000	9000	-	15000	15000	23000	15000	15000	17250	17000	15000	23000	17000	17000	17000	17000	17000	17000	17000	17250
g729	15000	15000	15000	15000	15000	9000	15000	-	15000	23000	15000	15000	17250	17000	15000	23000	17000	17000	17000	17000	17000	17000	17000	17250
speex	15000	15000	15000	15000	15000	9000	15000	15000	-	23000	15000	15000	17250	17000	15000	23000	17000	17000	17000	17000	17000	17000	17000	17250
speex16	23500	23500	23500	23500	23500	17500	23500	23500	23500	-	23500	23500	15000	9000	23500	23000	17500	17000	17000	17000	17000	17000	17000	17250
ilbc	15000	15000	15000	15000	15000	9000	15000	15000	15000	23000	-	15000	17250	17000	15000	23000	17000	17000	17000	17000	17000	17000	17000	17250
g726aal2	15000	15000	15000	15000	15000	9000	15000	15000	15000	23000	15000	-	17250	17000	15000	23000	17000	17000	17000	17000	17000	17000	17000	17250
g722	15600	15600	15600	15600	15600	9600	15600	15600	15600	15600	15600	15600	-	9000	15600	23000	17500	17000	17000	17000	17000	17000	17000	17250
slin16	14500	14500	14500	14500	14500	8500	14500	14500	14500	14500	6000	14500	6000	-	14500	14000	8500	8000	8000	8000	8000	8000	8000	8250
testlaw	15000	15000	15000	15000	15000	9000	15000	15000	15000	23000	15000	15000	17250	17000	-	23000	17000	17000	17000	17000	17000	17000	17000	17250
speex32	23500	23500	23500	23500	23500	17500	23500	23500	23500	23500	23500	23500	17500	17500	23500	-	17500	17500	17500	17500	17000	17000	17000	23000
slin12	14500	14500	14500	14500	14500	8500	14500	14500	14500	14500	14000	14500	14000	8000	14500	14000	-	8000	8000	8000	8000	8000	8000	8250
slin24	14500	14500	14500	14500	14500	8500	14500	14500	14500	14500	14500	14500	14500	8500	14500	14000	8500	-	8000	8000	8000	8000	8000	8250
slin32	14500	14500	14500	14500	14500	8500	14500	14500	14500	14500	14500	14500	14500	8500	14500	6000	8500	8500	-	8000	8000	8000	8000	14000
slin44	14500	14500	14500	14500	14500	8500	14500	14500	14500	14500	14500	14500	14500	8500	14500	14500	8500	8500	8500	-	8000	8000	8000	14000
slin48	14500	14500	14500	14500	14500	8500	14500	14500	14500	14500	14500	14500	14500	8500	14500	14500	8500	8500	8500	8500	-	8000	8000	6000
slin96	14500	14500	14500	14500	14500	8500	14500	14500	14500	14500	14500	14500	14500	8500	14500	14500	8500	8500	8500	8500	8500	-	8000	14500
slin192	14500	14500	14500	14500	14500	8500	14500	14500	14500	14500	14500	14500	14500	8500	14500	14500	8500	8500	8500	8500	8500	8500	-	14500
opus	15600	15600	15600	15600	15600	9600	15600	15600	15600	15600	15600	15600	15600	9600	15600	23500	9600	9600	17500	17500	9000	17000	17000	-

Ilustración 44 Tabla de verificación de codecs instalados en el sistema.

Ahora que está instalado, el manejo de compresión de audio de Elastix es compatible con la troncal que se configurará a continuación para conectarse a la central de conmutación móvil.

Creación de la Troncal entre Elastix y el GW de Borde.

En el presente trabajo de grado, se seleccionó una troncal tipo SIP, la cual se adapta adecuadamente a la central de conmutación móvil de la empresa, y a través de la cual el call center se comunica con la red móvil externa. **Cabe destacar que la configuración desde el lado del gateway de borde no puede ser mostrada en éste documento por acuerdos de confidencialidad, sin embargo es importante reconocer que esa configuración es muy parecida a la que se realiza del lado de Elastix.** En la interfaz web de Elastix, los pasos para configurar este parámetro son los siguientes:

Dirigirse al panel izquierdo y entrar en las opciones de “PBX” > “Configuración PBX”, luego hacer clic en “Troncales” y seleccionar “Añadir línea troncal SIP”. Se creó una troncal única porque la empresa aprobó solo llamadas entrantes desde la central hasta el servidor de Elastix. Cuando se aprueben las llamadas salientes deberá crearse otra troncal con el objetivo de mantener separados los tráficos. A continuación, se muestra una imagen con la configuración de la troncal SIP creada:

The screenshot displays the 'Opciones generales' (General Options) section for a SIP trunk configuration. The 'Nombre de la línea troncal' (Trunk Line Name) is set to 'BAG-ELASTIX'. Other fields include 'Outbound CallerID', 'CID Options' (set to 'Allow Any CID'), 'Canales máximos' (Maximum Channels), 'Asterisk Trunk Dial Options' (with an 'Override' checkbox), 'Continue if Busy' (with a checkbox for 'Check to always try next trunk'), and 'Deshabilitar línea troncal' (Disable Trunk Line, with a checkbox for 'Deshabilitar').

Below this, the 'Dialed Number Manipulation Rules' section shows two rules: one with '(prepend) + prefix | 688XXXXX' and another with '(prepend) + prefix | match pattern'. There are buttons for '+ Add More Dial Pattern Fields' and 'Clear all Fields'.

The 'Asistente de reglas de marcación' (Dialing Rules Assistant) section includes 'Prefijo de marcación externa' (External Dialing Prefix) and 'Export Dialplans as CSV' (Export).

The 'Opciones salientes' (Outgoing Options) section shows the 'Nombre de la línea troncal' set to 'BAG-ELASTIX' and a list of SIP parameters: 'allow=ulaw&alaw&G729&gsm&G711', 'context=from-trunk', 'disallow=all', 'dtmfmode=rfc2833', 'host=' (redacted), 'insecure=very', 'port=5061', 'qualify=yes', and 'type=peer'.

Ilustración 45 Creación de troncales.

Parámetros Modificados:

Nombre de la línea troncal: se estableció “BAG-Elastix” puesto que BAG es el nombre del equipo intermedio que nos enruta hacia la central de conmutación móvil.

Detalles del Par:

- **“allow”**: opción para seleccionar los codecs de audio que serán utilizados.
- **“disallow”**: opción para mencionar los codecs de audio que no se van a permitir, lo mejor es siempre prohibirlos todos y luego permitir aquellos que se necesiten, con la opción “allow”.
- **“context”**: contexto que se aplica a las llamadas entrantes, por lo general y en varios ejemplos de configuraciones siempre se escribe “from-trunk”.
- **“dtmfmode”**: se refiere a la marcación por tonos, donde por lo general se configura el estándar rfc2833.
- **“host”**: acá se configuró la IP del equipo de enrutamiento hacia la central de conmutación móvil.
- **“insecure”**: parámetro que se configuró con “very” para establecer que los hosts registrados puedan llamar sin hacer siempre re-autenticaciones.
- **“port”**: Es el puerto que utiliza Elastix para atender conexiones SIP entrantes. El puerto SIP asociado a la central es el 5061.
- **“qualify”**: se estableció en “yes” para poder monitorizar las extensiones.
- **“type”**: parámetro que define el tipo de conexión que tendrá Elastix, se configuró en “Peer” para solo poder recibir llamadas. “User” se utiliza para realizar llamadas, y “Friend” para recibir y realizar llamadas.

Creación de las Extensiones.

Debido a que se utiliza el protocolo SIP en este proyecto, las extensiones que se crearon también son del tipo SIP. Este protocolo es estandarizado por la IETF.

Existen dos maneras para crear extensiones en Elastix: una es la creación de extensión por extensión desde la opción “PBX” > “Configuración PBX” > “Extensiones” > “Añadir una extensión” > “Dispositivo SIP Genérico”. La otra

manera más rápida y conveniente cuando son muchas extensiones es a través de las opciones: “PBX” > “Configuración por Lotes” > “Lote de Extensiones”.

En la configuración por lotes se debe cargar un archivo CSV (Valores Separados por Coma) con todas las extensiones, el cual se puede generar con Microsoft Excel. La primera línea debe contener el nombre (o título) de las columnas, y el archivo debe tener como mínimo cuatro columnas: “Display Name” (Nombre de la extensión), “User Extension” (Número que utilizará la extensión), “Secret” (Contraseña de la Extensión), y “Tech” (El protocolo a utilizar, en este caso SIP).

	A	B	F	Q
1	Display Name	User Extension	Secret	Tech
11	AgenteCooTel9	609	1234	sip
12	AgenteCooTel10	610	1234	sip
13	AgenteCooTel11	611	1234	sip
14	AgenteCooTel12	612	1234	sip
15	AgenteCooTel13	613	1234	sip
16	AgenteCooTel14	614	1234	sip
17	AgenteCooTel15	615	1234	sip
18	AgenteCooTel16	616	1234	sip

Ilustración 46 Planificación de extensiones de agentes en Microsoft Excel.

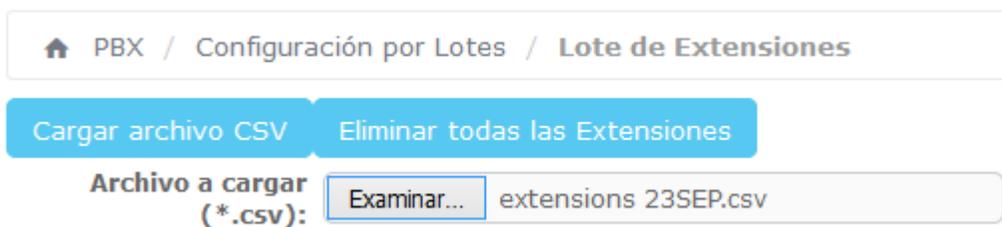


Ilustración 47 Configuración de lote de extensiones.

Las extensiones de este proyecto fueron creadas a través de la configuración por lotes.

Modificación de la Música en Espera (Music on Hold).

Elastix posee por defecto un tono de música es espera, sin embargo es aburrido y poco provechoso, por lo que se decidió ocupar este espacio para reproducir audios pregrabados en la empresa, que brinden información sobre promociones y servicios disponibles al cliente.

El procedimiento para cambiar la música es espera de Elastix es el siguiente:

Eliminar o mover los archivos de audios que vienen por defecto. Estos se pueden encontrar accediendo a la ruta en el servidor: `/var/lib/asterisk/mohmp3/`. El acceso se puede hacer utilizando el cliente WinSCP, para un manejo más cómodo de los ficheros.

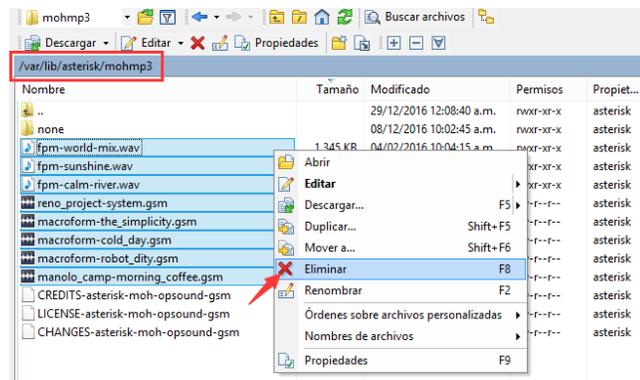


Ilustración 48 Transferencia de archivos con WINSCP.

Ahora se procede a cargar el archivo con contenido publicitario el cuál será el nuevo tono de música en espera: El archivo debe estar creado en formato mp3 o WAV.

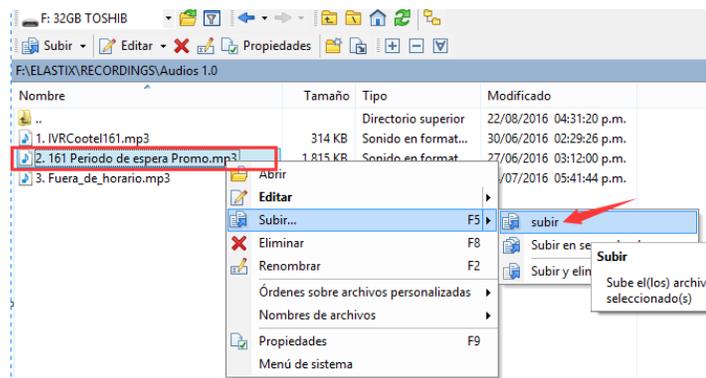


Ilustración 49 Añadiendo archivos de audio con WINSCP.

De esta manera se configura el tono musical de espera. Este tono será escuchado por el cliente una vez que su llamada se encuentre ringando a un agente del call center, y también cuando este último le ponga en espera si es necesario.

Configuración de otras locuciones.

Siguiendo la dinámica anterior, pero en este directorio: `/var/lib/asterisk/sounds/custom`, se pueden cargar todas las otras locuciones que el call center vaya a necesitar. Sin embargo, una manera amigable de hacerlo es a través de la interfaz gráfica de Elastix. Se accede a “PBX” > “Configuración PBX” > “Grabaciones del Sistema” > “Añadir Grabación”. Igualmente se pueden cargar archivos WAV o MP3.

En esta sección se cargaron un total de 6 locuciones, distribuidas entre las marcaciones cortas del 161 (Clientes Masivos) y 166 (Clientes Corporativos):

161: Locución de IVR de Bienvenida, locución de aviso al cliente sobre la grabación de la llamada, y locución de invitación a mantenerse en línea después de transcurrido 1 minuto sin ser atendido.

166: Locución de IVR de Bienvenida Corporativo, locución de IVR de selección de opciones, locución de horarios de atención.

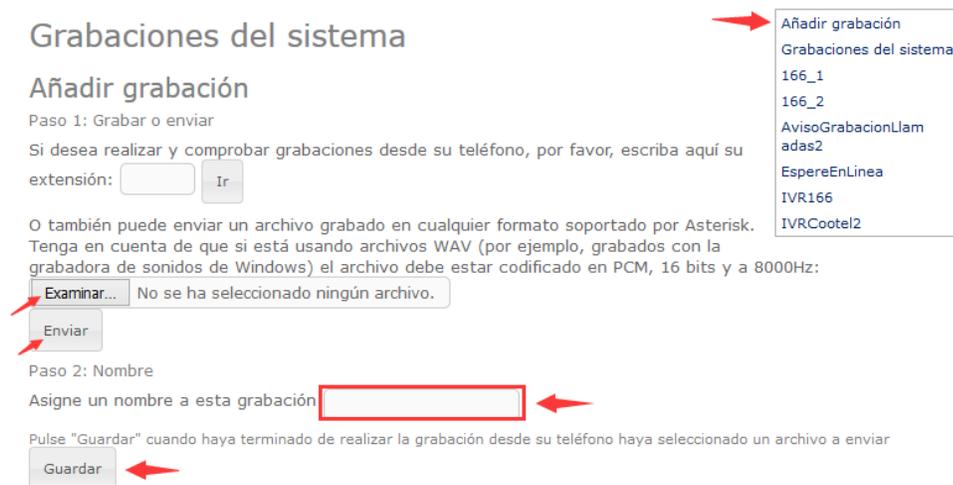


Ilustración 50 Panel WEB de carga de grabaciones del sistema.

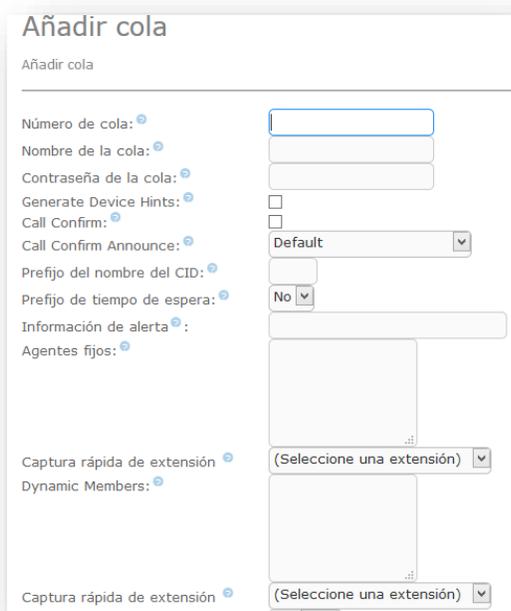
Estas locuciones cargadas se vinculan posteriormente dentro de la configuración de los IVR a crearse para este call center. Todas las locuciones fueron solicitadas por el desarrollador de este proyecto y creadas dentro de la empresa por ciertas áreas correspondientes.

Creación de Colas.

Cuando una llamada entra o sale de la centralita (dependiendo de la dirección) tiene que pasar por las colas hasta llegar al agente y viceversa. Las colas son un elemento muy importante para el desarrollo de este proyecto. Se han creado un total de 6 colas para los distintos niveles de atención del call center y los distintos grupos de agentes disponibles. Son las siguientes:

- Cola con agentes para atención a clientes masivos durante horas laborales.
- Cola con agentes del NOC para atención a clientes masivos.
- Cola con agentes del NOC para atención de averías a clientes corporativos durante horas laborales.
- Cola con agentes del NOC para atención de averías a clientes corporativos durante horas de la noche.
- Cola con agentes para atención general a clientes corporativos del departamento de ventas 1.
- Cola con agentes para atención general a clientes corporativos del departamento de ventas 2.

La creación de las colas se realizó accediendo a “PBX” > “Configuración PBX” > “Colas” > “Añadir Nueva Cola”.



Añadir cola

Añadir cola

Número de cola:

Nombre de la cola:

Contraseña de la cola:

Generate Device Hints:

Call Confirm:

Call Confirm Announce:

Prefijo del nombre del CID:

Prefijo de tiempo de espera:

Información de alerta:

Agentes fijos:

Captura rápida de extensión:

Dynamic Members:

Captura rápida de extensión:

Ilustración 51 Panel de creación de colas de llamadas.

Los parámetros más importantes que se configuraron en las colas fueron los siguientes:

- **Número de cola:** Número que se le asigna de tal forma que al marcarlo desde cualquier extensión, se accede directamente a la cola. El número es transparente al cliente final, que solo puede llamar a éste, después de pulsar algún código DTMF de los que se habla posteriormente en la configuración de los IVR.
- **Nombre de la Cola:** Nombre de identificación de la Cola, por ejemplo: “Servicio al Cliente”.
- **Agentes Fijos:** Aquí se enlistan los números de extensiones de agentes correspondientes a esta cola, y que no necesitan iniciar sesión en ésta o cerrarla, sino ser parte de esta permanentemente.
- **Ring Strategy (Estrategia de Ringado):** Se configuró la opción “con memoria” o todos contra todos en todas las colas, se refiere a que recuerda dónde se dejó la última llamada, y la próxima llamada entrante irá dirigida al agente que tenga más tiempo de no haber contestado una.
- **Clase de música en espera:** En este parámetro se escogió el fichero de audio que comunica al cliente sobre la posible grabación de toda su llamada, con fines de control de calidad.
- **Grabación de llamadas:** Permite habilitar y escoger el formato en que se generan los archivos de grabación de todas las llamadas que los agentes de la cola reciban. Para este proyecto se escogió WAV.
- **“Recording Mode” o Modo de Grabación:** Se configuró para que las grabaciones no incluyan los tiempos de espera, y sólo se comience a grabar una vez que el agente atiende la llamada. (“After Answered”)
- **Tiempo Máximo de Espera:** El tiempo máximo que un llamante puede esperar en cola antes de ser eliminado. Esta opción es importante para liberar aquellas llamadas que quizás por error estén conectadas e intentando “infinitamente” llamar en cola. Se configuró a 5 minutos.
- **Tiempo de espera de agente:** Es el tiempo que tiene un agente para contestar una llamada antes de que se transfiera a otro agente disponible. El valor que se configuró es 20 segundos.
- **Reintentar:** Número de segundos que el llamante espera para volver a llamar a otro agente disponible. El parámetro se configuró a 1 segundo.

- **Destino en caso de fallo:** Opción que permite redirigir al llamante a alguna otra sección en caso de que algo no funciona correctamente. En este caso, el cliente debe redirigirse a la misma cola y así fue configurado.
- Todos los parámetros anteriores fueron configurados idénticos para las demás colas del call center, a excepción obviamente de los identificadores de cola y los agentes que pertenecen a ellas.

Creación de IVRs.

IVR son las siglas de Interactive Voice Response, que se traduce del inglés como respuesta de voz interactiva. Permite reproducir un mensaje de bienvenida y además tener un menú controlado por DTMF (Dual-Tone Multi-Frequency). Para configurar este módulo accedemos a “PBX” > “Configuración PBX” > “IVR” > “Añadir IVR”. Aparecen los siguientes campos a rellenar:

Añadir IVR

- IVR General Options

IVR Name

IVR Description

- IVR Options (DTMF)

Anuncio

Direct Dial

Tiempo de espera

Invalid Retries

Invalid Retry Recording

Append Announcement on Invalid

Return on Invalid

Invalid Recording

Invalid Destination

Timeout Retries

Timeout Retry Recording

Append Announcement on Timeout

Return on Timeout

Timeout Recording

Timeout Destination

Return to IVR after VM

- IVR Entries

Ext	Destination	Return	Eliminar
digits pressed	== choose one ==	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Submit

Ilustración 52 Panel WEB de configuración de IVR.

Los parámetros más importantes que se configuraron en los IVR son los siguientes:

- **Nombre del IVR:** Debido a que se han creado varios IVR para distintas funciones, cada uno de ellos debe tener un nombre identificador que se configura a través de esta opción.
- **Anuncio:** opción para seleccionar la grabación que reproducirá el IVR en cuestión. Estas grabaciones deben estar previamente cargadas en el módulo de “Grabaciones del Sistema”.
- **Direct Dial (Marcación Directa):** Opción que permite a los llamantes, marcar de forma directa hacia una extensión del sistema. Se configuró en “Disabled” para inhabilitarla.
- **Tiempo de Espera:** Es el tiempo máximo que el sistema espera, para que el cliente digite una opción después de que la grabación del IVR culmine. Se configuró en “3” que representan tres segundos.
- **Invalid Retries (Intentos no válidos):** Se configura la cantidad de veces que se repite el IVR cuando el llamante digita un número no válido. Se configuró en “Disabled” lo que significa que el cliente puede equivocarse las veces que quiera y repetir el IVR hasta que marque el número correcto.
- **Timeout Retries (Intentos fuera de tiempo):** Se configuran el número de veces que debe repetirse el IVR cuando el llamante no digita ningún código del DTMF. Se configuró en “1”, esto quiere decir que, si el llamante no realiza ninguna acción después de escuchar el IVR, éste solo se repetirá una vez más.
- **Timeout retry recording (grabación de intento en tiempo agotado):** Se selecciona la locución a reproducir cuando el tiempo de espera para digitar un código DTMF se agota. Se seleccionó en “Ninguno” puesto que no se desea reproducir ningún aviso.
- **Timeout Destination (Destino tras agotamiento de tiempo):** Destino donde se envía la llamada después de que la locución de agotamiento de tiempo se acaba. Se ha configurado en “Terminar llamada y Colgar”, asumiendo que aquel llamante que ha escuchado dos veces el IVR sin realizar ninguna acción no necesita hacer algo más.
- **DTMF:** Es la última opción de configuración de un IVR y permite configurar qué números son los que debe presionar el llamante para acceder a una cola correspondiente. Fue configurado de la siguiente manera:

Código	Destino	Descripción
0	Colas	Servicio al Cliente 1611
1	Colas	Servicio al Cliente 1611
2	Colas	Servicio al Cliente 1611
3	Colas	Servicio al Cliente 1611
t	IVR	IVR_COOTEL_NIC
i	IVR	IVR_COOTEL_NIC

Tabla 3 Tabla de los códigos DTMF configurados para el IVR de bienvenida.

- “i”: Esto es el destino usado cuando un llamante ingresa una opción inválida. Si sólo se tienen 0, 1, 2 y 3 definidos, y el llamante pulsa 4, lo llevará a este destino “i”. La opción predefinida para esto, si no ingresa ningún destino ‘i’, es repetir el presente menú.
- “t”: Este es el destino utilizado cuando se supera el “tiempo fuera”. Se puede preferir que este destino vaya a un operador, pero en ese caso se configuró para repetir nuevamente el menú.

En esta implementación de call center se crearon un total de 6 IVR, 2 para la marcación corta del 161 (Clientes Masivos), y 4 para la marcación corta del 166 (Clientes Corporativos). Las configuraciones son las mismas que las del ejemplo anterior, exceptuando los identificadores, las locuciones y los códigos DTMF.

Creación de Grupos Horarios y Condiciones Horarias.

En todos los call centers suelen necesitarse distintos comportamientos del sistema acorde a condiciones horarias. Por ejemplo: durante las mañanas las llamadas pueden ser atendidas por un grupo de agentes, y por la noche pueden ser atendidas por un agente nocturno ubicado en otra oficina.

- **Grupos Horarios:** En este módulo se configuran los rangos temporales de trabajo. Estos pueden tratarse de días de la semana o meses. Pueden configurarse varias reglas de tiempo, y esto permite configurar horarios distintos que engloben un mismo comportamiento para la PBX. En este caso, existen dos horarios de atención que poseen cada uno (161 y 166), una regla de lunes a viernes, otra los sábados y otra los domingos. (Ver imagen 53).

The image displays three screenshots of a scheduling configuration interface, each with a red box highlighting the start and end time and day of the week settings.

Screenshot 1 (Top): Shows a configuration for a group starting at 08:00 and ending at 17:00 on Domingo (Sunday). The start and end time fields are highlighted with a red box. Below the highlighted fields are dropdown menus for 'Día de la semana de inicio' (Domingo) and 'Día de la semana de fin' (Domingo). Further down are fields for 'Día del mes de inicio', 'Día del mes de fin', 'Mes de inicio', and 'Mes de fin', all set to '-'. A button labeled 'Remove Section and Submit Current Settings' is present, followed by the cron expression: `- 08:00-18:00|mon-fri|*|*`.

Screenshot 2 (Middle): Shows a configuration for a group starting at 08:00 and ending at 18:00 on Lunes (Monday) to Viernes (Friday). The start and end time fields are highlighted with a red box. Below the highlighted fields are dropdown menus for 'Día de la semana de inicio' (Lunes) and 'Día de la semana de fin' (Viernes). Further down are fields for 'Día del mes de inicio', 'Día del mes de fin', 'Mes de inicio', and 'Mes de fin', all set to '-'. A button labeled 'Remove Section and Submit Current Settings' is present, followed by the cron expression: `- 08:00-18:00|sat|*|*`.

Screenshot 3 (Bottom): Shows a configuration for a group starting at 08:00 and ending at 18:00 on Sábado (Saturday). The start and end time fields are highlighted with a red box. Below the highlighted fields are dropdown menus for 'Día de la semana de inicio' (Sábado) and 'Día de la semana de fin' (Sábado). Further down are fields for 'Día del mes de inicio', 'Día del mes de fin', 'Mes de inicio', and 'Mes de fin', all set to '-'. A button labeled 'Remove Section and Submit Current Settings' is present.

Ilustración 53 Panel de configuración de grupos horarios.

- **Condiciones de tiempo:** Este módulo se encarga de establecer qué acción se aplica si se cumplen o no un grupo horario. En el presente proyecto se configuraron tres condiciones horarias que trabajan en función del 161 y 166. La configuración es simple. (Ver ilustración 54).

Condición horaria: 1

Eliminar condición horaria: CondiciónHoraria ()

Usado como destino por 1 objeto:

Editar condición horaria:

Nombre de la condición horaria:

Grupo horario: ▼

[Ir al grupo horario actual](#)

Destino si la hora coincide::

Destino si la hora no coincide::

Ilustración 54 Ejemplo de configuración de condición horaria.

Creación de usuario “Supervisor”.

Dada la situación de que las colas de agentes necesitan un control de calidad, se designa a una persona el puesto de supervisor para que vele por el buen desempeño de los trabajadores. Entonces, para que esta persona pueda cumplir con sus tareas de supervisión, se le creó un usuario “Supervisor” dentro de la plataforma de Elastix, el cual le permite observar el panel de operador, escuchar grabaciones de llamadas, y revisar un completo CDR.

Para crear un usuario se debe primero, crear un grupo para esta clasificación, esto se hace en Sistema > Usuarios > Grupos > Crear Nuevo Grupo. Nos aparecerán dos campos sencillos de rellenar, donde configuramos el nombre del grupo y la descripción

🏠 Sistema / Usuarios / Grupos

Grupo: *

Descripción: *

Elastix is licensed under GPL by PaloSanto Solutions. 2006 - 2017.

Ilustración 55 Creación de usuario supervisor.

Una vez creado el grupo, se le asignaron los permisos que tendrá cualquier usuario perteneciente, al acceder a la plataforma. Los permisos se encuentran en Sistema > Usuarios > Permisos de Grupo. Se hace clic en “Mostrar Filtro”, se selecciona el grupo creado, y se escogen los recursos a los que tendrá acceso. En este caso, el usuario supervisor tiene acceso al panel de operadores, las grabaciones de llamadas, y el módulo de reportes que incluye los CDR. Al finalizar se hace clic en “Guardar selección como accesible”.

Continuando lo anterior, se procede a la creación del usuario supervisor, en Sistema > Usuarios > Usuarios > Crear nuevo usuario. Aparece una serie de campos que se rellenan con datos según el administrador los designe, en este caso como en la imagen a continuación:

Sistema / Usuarios / Usuarios

Aplicar cambios Cancelar

Usuario: * Supervisor161

Contraseña: *

Grupo: * Supervisor161

Perfil de Correo

Usuario de Webmail:

Contraseña de Webmail:

Nombre (Ej. John Doe): Supervisor161

Confirmar Contraseña: *

Extensión: sin extensión

Dominio de Webmail:

Elastix is licensed under GPL by PaloSanto Solutions. 2006 - 2017.

Ilustración 56 Parámetros del Usuario Supervisor.

Configuración de Códigos de Funcionalidades

En PBX / Configuración de PBX / Código de Funcionalidades se activaron 5 códigos cortos utilizables por los agentes, entre ellos: el modo espía de extensiones (Código 2225), transferencias de llamadas (Código *7), activar y desactivar “No Molestar” (Código *00 y *01) y reproducir número de extensión (Código *65).

2.6 Configuración de PAP2T y Softphones.

El siguiente apartado trata sobre la instalación, configuración y puesta en marcha de los dispositivos de hardware y software que interconectan a los agentes hacia el servidor call center, y a través de los cuales se comunican con todos los clientes llamantes.

Configuración de Adaptadores PAP2T de Linksys.

El adaptador de teléfonos Linksys PAP2T permite conectar hasta dos teléfonos DSL a un enrutador para establecer una comunicación a través de una red IP. Cada conector convencional opera independientemente, con números y servicios telefónicos separados, como si tuviera dos líneas.



Ilustración 57 Adaptador Linksys PAP2T.

Los adaptadores VoIP PAP2T fueron configurados e instalados por dos razones durante la implementación de este proyecto:

La empresa de telecomunicaciones trajo y quería poner a prueba los teléfonos convencionales de su marca.

Existen agentes que no necesariamente poseen auriculares para atención al cliente, pues desempeñan esta tarea de forma secundaria. De este modo, se les ha instalado y configurado en sus estaciones de trabajo, un adaptador PAP2T y un teléfono convencional.

Los pasos para la configuración de estos equipos fueron los siguientes:

- Primero se determina la dirección IP que recibió el equipo al conectarlo a un router. Para conseguir la dirección IP, se levanta el teléfono asignado al conector de la línea 1 y se marca: **** (4 asteriscos). Después se marca: 110# y se recibirá la dirección IP del dispositivo (por ejemplo: 192.168.0.100).
- Se abre un navegador en la misma red y se ingresa la dirección: [http://<IP ADDRESS>/](http://<IP ADDRESS>) (donde <IP ADDRESS> se reemplaza con la dirección que se recibió en el paso anterior.)
- Clic en el botón de "Admin Login" en la esquina superior derecha para iniciar una sesión y después clic en la pestaña "Line 1" para seleccionar la línea 1. (Ver ilustración 58).

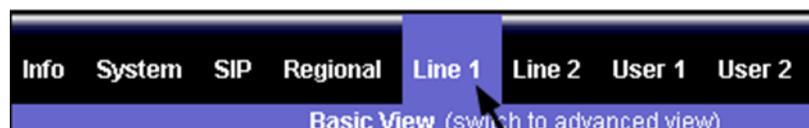


Ilustración 58 Configuración PAP2T Paso 1.

- Se modifican algunos parámetros establecidos de fábrica, éstos son:
- Proxy: IP del Servidor.
- Display Name: Se ingresa el nombre asignado a la línea. El mismo se mostrará como parte del identificador de llamadas.
- User ID: Se ingresa el número de teléfono que se escogió cuando se suscribió inicialmente al Servidor. (En este caso el número de extensión).
- Password: Se ingresa la contraseña que se escogió cuando se suscribió inicialmente al Servidor. (La contraseña configurada de la extensión en Elastix).

SIP Port:	<input type="text" value="5060"/>		
Proxy:	<input type="text" value="172.16.1.100"/>	Register:	<input type="text" value="yes"/>
Make Call Without Reg:	<input type="text" value="no"/>	Register Expires:	<input type="text" value="3600"/>
Ans Call Without Reg:	<input type="text" value="no"/>		
Display Name:	<input type="text" value="CORE NETWORK"/>	User ID:	<input type="text" value="0050568800129"/>
Password:	<input type="text" value="*****"/>	Use Auth ID:	<input type="text" value="no"/>
Auth ID:	<input type="text"/>		

Ilustración 59 Configuración PAP2T Paso 2.

- Para ahorrar ancho de banda y optimizar la compatibilidad, se cambia el Códec de la línea en cuestión, a G729A.

Audio Configuration	
Preferred Codec:	<input type="text" value="G729a"/>

Ilustración 60 Configuración PAP2T Paso 3.

- En el caso de desear configurar la línea 2, dar click en la viñeta “Line 2” y repetir todos los pasos que con “Line 1”.
- Para configurar otros parámetros del sistema, como IP Estática, contraseña de Login al PAP2T (Uuario por defecto: user), entre otros, se hace click en la viñeta “System”, hacemos los cambios y por último click en “Save

Settings”. El adaptador PAP2T se reiniciará con las nuevas configuraciones.

The screenshot shows the 'System' configuration page for a PAP2T device. The interface includes a navigation menu at the top with options: Info, System (selected), SIP, Regional, Line 1, Line 2, User 1, and User 2. Below the menu is a 'Basic View (switch to advanced view)' button. The main configuration area contains several fields and dropdown menus:

- Enable Web Server:** Set to 'yes'.
- User Password:** A text field containing 'Contraseña/Passwrd'.
- DHCP:** Set to 'no'.
- Static IP:** Set to '192.168.110.99'.
- Gateway:** Set to '192.168.110.1'.
- NetMask:** Set to '255.255.255.0'.
- HostName:** An empty text field.
- Domain:** An empty text field.
- Primary DNS:** An empty text field.
- Secondary DNS:** An empty text field.
- DNS Query Mode:** Set to 'Parallel'.
- Syslog Server:** An empty text field.
- Debug Server:** An empty text field.
- Debug Level:** Set to '0'.

At the bottom of the page, there are two buttons: 'Save Settings' and 'Cancel Settings'.

Ilustración 61 Configuración PAP2T Paso 4.

Y listo, después del reinicio, el adaptador quedó configurado para recibir y hacer llamadas, siguiendo los permisos de las extensiones asignadas.

En este proyecto fueron configurados e instalados 5 equipos adaptadores PAP2T, para funcionar en colas de atención a clientes masivos y corporativos en oficinas de NOC.

Configuración de Softphones Zoiper.

Zoiper es un softphone gratuito para hacer llamadas VoIP a través de una PBX o algún proveedor SIP. Este softphone es el recomendado por los desarrolladores de Elastix por su estabilidad y gran compatibilidad (disponible en iPhone, Android, Windows, Mac y Linux).

En este proyecto se han instalado hasta el momento (enero 2016) 7 softphones correspondientes a los 7 agentes que posee la principal cola de atención al cliente 161. El procedimiento de instalación y configuración se explica a continuación:

Primeramente, se debe descargar el programa desde el sitio WEB del desarrollador: <http://www.zoiper.com/en/voip-softphone/download/zoiper3> .

Posteriormente se instaló el programa de la misma forma que se instalan la mayoría de programas de Windows, con una interfaz muy intuitiva. Una vez instalado, se procedió a abrir el programa y el Zoiper se inicia. Nos aparece su interfaz por defecto a como en la imagen siguiente:

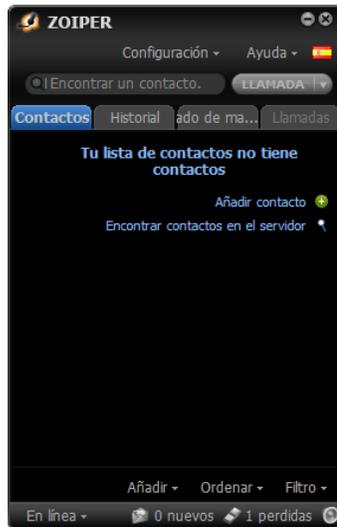


Ilustración 62 Configuración del Softphone Zoiper Paso 1.

Acceder ahora a “Configuración” > “Preferencias” > “Crear Cuenta”. Nos aparecerá un menú de selección múltiple donde pregunta qué tipo de cuenta se creará, en este caso se escogió “SIP”:

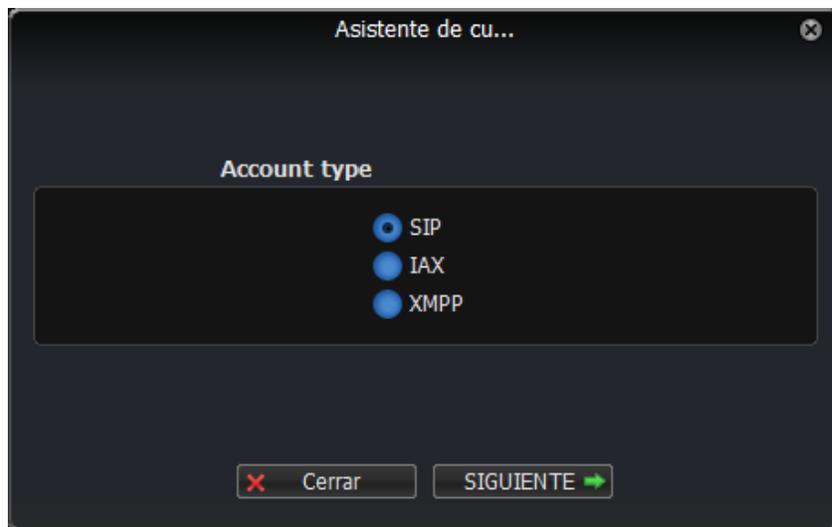


Ilustración 63 Configuración del Softphone Zoiper Paso 2.

A continuación, deben rellenarse los campos de “usuario”, “contraseña” y “proxy” con el número de extensión del agente en cuestión, la contraseña de su extensión y la IP del servidor de Elastix. A como en la imagen:

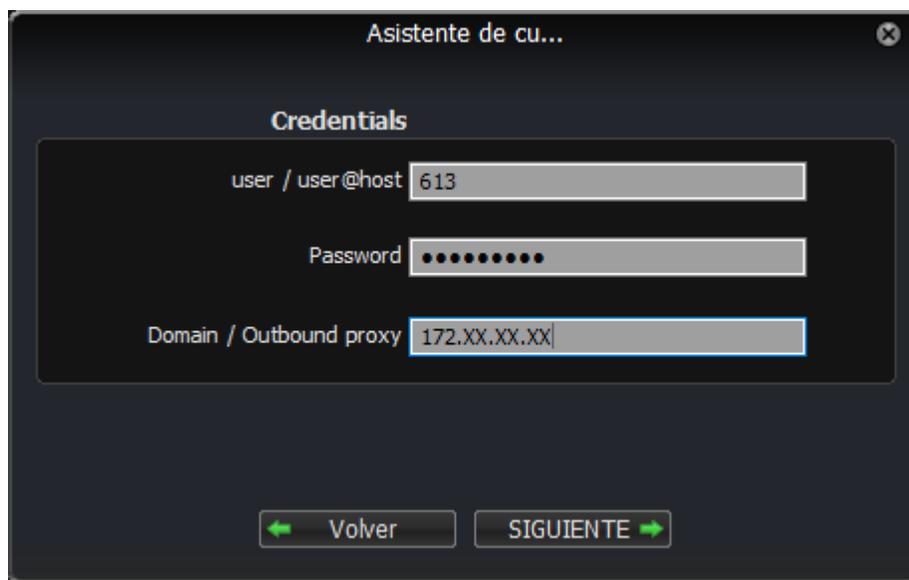


Ilustración 64 Configuración del Softphone Zoiper Paso 3.

Luego clic en “Siguiente” y “Siguiente”. De esta forma la cuenta del agente en cuestión queda conectada con el servidor, y lista para recibir las llamadas. Una vez configuradas todas las extensiones de los agentes en los respectivos softphones, el panel de operador de Elastix los reflejará en un tono más oscuro, de la siguiente manera:



Ilustración 65 Configuración del Softphone Zoiper Paso 4.

Esto significa que los agentes están “ONLINE”.

CAPÍTULO III: PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO.

3 CAPÍTULO III: PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO.

3.1 Prueba de Ingreso a la interfaz web de Elastix por roles.

Ingreso como “admin”.

El usuario administrador tiene todos los privilegios del sistema, y todas las opciones para modificación disponibles a como lo muestra la imagen siguiente:

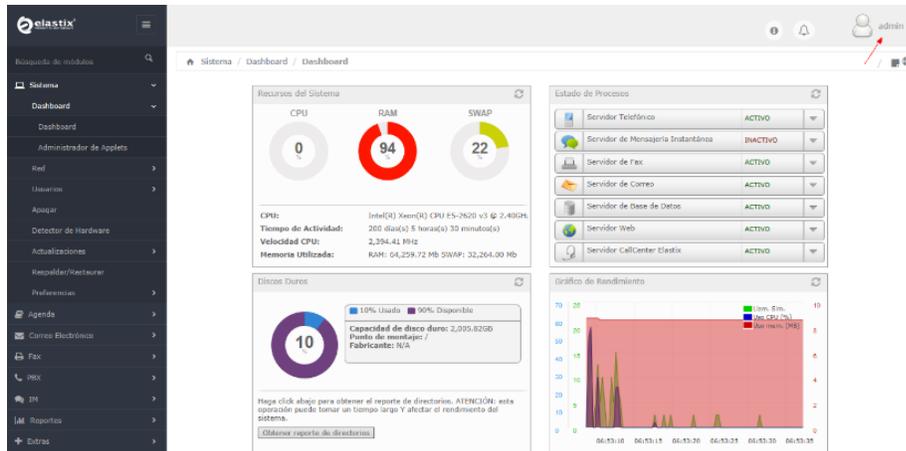


Ilustración 66 Ingreso a la consola de Elastix con privilegios de Admin.

Ingreso como usuario “Supervisor”.

El usuario Supervisor no posee todos los permisos para modificación, por lo que en la imagen siguiente se observa que las opciones disponibles son pocas. Las opciones más importantes para este tipo de usuarios son el Panel de Operador, las Grabaciones y el reporte de CDR.



Ilustración 67 Ingreso a la consola de Elastix con privilegios de Supervisor.

3.2 Estado de las extensiones de agentes.

Se utiliza el comando “sip show peers” dentro del Asterisk CLI para verificar los datos referentes a todas las extensiones tipo SIP creadas en el sistema.

Comando: sip show peers

Ejecutar

Name/username	Host	Dyn	Forceport	Comedia	ACL	Port	Status	Description
0050568800129/00505688001	(Unspecified)	D	No	No	A	0	UNFOLLOWN	
0050568868006/00505688680	(Unspecified)	D	No	No	A	0	UNFOLLOWN	
0050568868008/00505688680	(Unspecified)	D	No	No	A	0	UNFOLLOWN	
0050568868012/00505688680	(Unspecified)	D	No	No	A	0	UNFOLLOWN	
0050568868013/00505688680	(Unspecified)	D	No	No	A	0	UNFOLLOWN	
100	(Unspecified)	D	Yes	Yes	A	0	UNFOLLOWN	
101	(Unspecified)	D	Yes	Yes	A	0	UNFOLLOWN	
102	(Unspecified)	D	Yes	Yes	A	0	UNFOLLOWN	
102	(Unspecified)	D	Yes	Yes	A	0	UNFOLLOWN	
161	(Unspecified)	D	No	No	A	0	UNFOLLOWN	
166	(Unspecified)	D	Yes	Yes	A	0	UNFOLLOWN	
200/200	(Unspecified)	D	Yes	Yes	A	0	UNFOLLOWN	
201/201	(Unspecified)	D	Yes	Yes	A	0	UNFOLLOWN	
202/202	(Unspecified)	D	Yes	Yes	A	0	UNFOLLOWN	
203/203	(Unspecified)	D	Yes	Yes	A	0	UNFOLLOWN	
250/250	(Unspecified)	D	No	No	A	0	UNFOLLOWN	
251/251	(Unspecified)	D	No	No	A	0	UNFOLLOWN	
252/252	(Unspecified)	D	No	No	A	5060	OK (11 ms)	
253	(Unspecified)	D	No	No	A	0	UNFOLLOWN	
600/600	(Unspecified)	D	Yes	Yes	A	0	UNFOLLOWN	
601/601	(Unspecified)	D	Yes	Yes	A	0	UNFOLLOWN	
602/602	(Unspecified)	D	Yes	Yes	A	0	UNFOLLOWN	
603/603	(Unspecified)	D	Yes	Yes	A	0	UNFOLLOWN	
604/604	(Unspecified)	D	Yes	Yes	A	0	UNFOLLOWN	
605/605	(Unspecified)	D	Yes	Yes	A	0	UNFOLLOWN	
606/606	(Unspecified)	D	Yes	Yes	A	0	UNFOLLOWN	
607/607	(Unspecified)	D	Yes	Yes	A	0	UNFOLLOWN	
608/608	(Unspecified)	D	Yes	Yes	A	0	UNFOLLOWN	
609/609	(Unspecified)	D	Yes	Yes	A	0	UNFOLLOWN	
610/610	(Unspecified)	D	Yes	Yes	A	0	UNFOLLOWN	
611/611	(Unspecified)	D	Yes	Yes	A	0	UNFOLLOWN	
612/612	(Unspecified)	D	Yes	Yes	A	0	UNFOLLOWN	
613/613	(Unspecified)	D	Yes	Yes	A	0	UNFOLLOWN	
614/614	(Unspecified)	D	Yes	Yes	A	0	UNFOLLOWN	
650/650	(Unspecified)	D	Yes	Yes	A	5060	OK (12 ms)	
68800129/68800129	(Unspecified)	D	No	No	A	0	UNFOLLOWN	
68826882/68826882	(Unspecified)	D	No	No	A	0	UNFOLLOWN	
800/800	(Unspecified)	D	Yes	Yes	A	5060	OK (12 ms)	
801/801	(Unspecified)	D	Yes	Yes	A	5061	OK (15 ms)	
802	(Unspecified)	D	Yes	Yes	A	0	UNFOLLOWN	
803	(Unspecified)	D	Yes	Yes	A	0	UNFOLLOWN	
850/850	(Unspecified)	D	Yes	Yes	A	0	UNFOLLOWN	
851/851	(Unspecified)	D	Yes	Yes	A	0	UNFOLLOWN	
852	(Unspecified)	D	Yes	Yes	A	0	UNFOLLOWN	

Ilustración 68 Estado de las conexiones tipo SIP del sistema.

En la ilustración anterior se observa el nombre de todas las extensiones del sistema, sus correspondientes direcciones IP (si están online), el puerto que usan (5060, puerto SIP) y el estado actual de cada extensión, donde “OK” significa “En línea”.

3.3 Prueba de llamadas entre extensiones internas.

Una de las pruebas más comunes realizadas para garantizar el funcionamiento y calidad del servicio comprendió la realización de llamadas entre las diferentes extensiones de agente de la red interna. Con este tipo de llamadas los agentes afianzaron sus conocimientos sobre el algoritmo de funcionamiento de la PBX, lo que incluye el manejo del softphone Zoiper, los códigos de funcionalidades, las transferencias de llamadas, entre otras cosas.

Se utilizaron las extensiones del rango 600 al 605, que comprende al grupo de 6 agentes de call center. Cada agente llamó a cada uno de los teléfonos IP Zoiper instalados en las computadoras de los integrantes del equipo para hacer las pruebas correspondientes.

A través de las siguientes imágenes se puede observar el establecimiento de llamada entre dos extensiones de agentes:



Ilustración 69 Extensión 999 realizando llamada a extensión 250.

3.4 Prueba de llamadas entre la red pública y la red del Call Center.

Posteriormente a las pruebas anteriores se realizaron otras llamadas con un escenario distinto, o sea llamadas desde la PSTN y desde celulares de las distintas operadoras. Esto se hace con la finalidad de comprobar el establecimiento de la interconexión entre la red VoIP de nuestro lado, con las demás redes como la PSTN.

También estas pruebas sirven para demostrar el buen funcionamiento del call center y todos los procesos que lo conforman, como las colas definidas, los grupos horarios, las troncales, protocolos, etc.

En la ilustración 72 se muestra el panel de operador, donde se muestran todas las llamadas en curso y entrantes hacia el call center, y desde distintas fuentes u operadores.

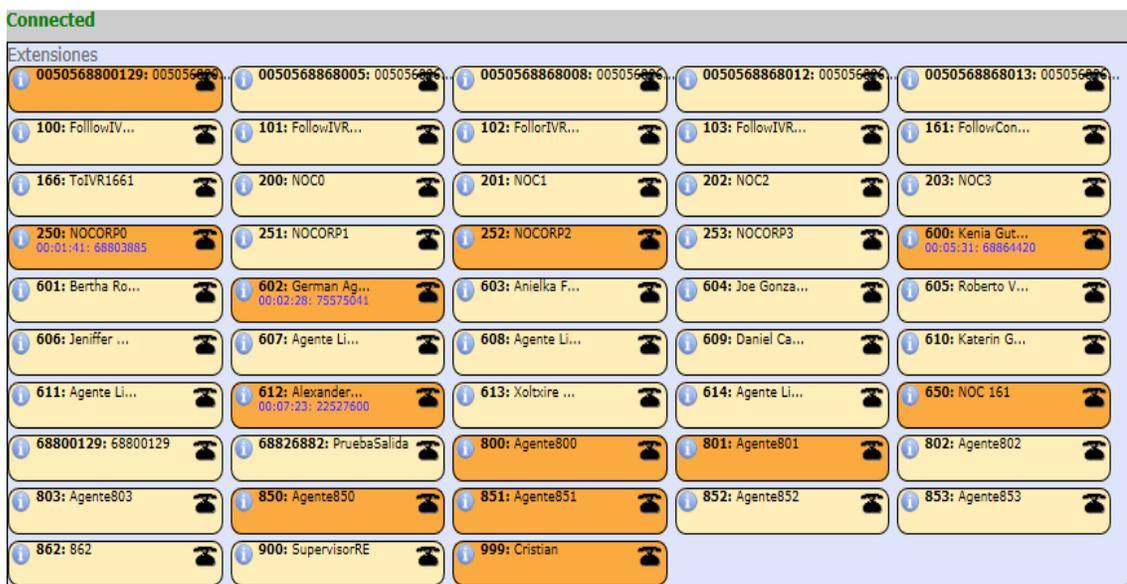


Ilustración 70 Llamadas entrantes al 161 desde distintas operadoras.

3.5 Prueba de Códigos de Funcionalidades.

En este proyecto se han deshabilitado la mayoría de funciones que se consideran innecesarias y se han habilitado solamente aquellas que puedan servir a los agentes (transferencia de llamada, identificación de extensión, no molestar) y a los supervisores (Escucha de llamadas de agentes). La configuración y las pruebas entre agentes fueron exitosas y, se muestra a continuación la tabla de todos los códigos habilitados y deshabilitados:

	Usar Por defecto?	Característica Estado
Lista negra		
Añadir un número a la lista negra	*30 <input checked="" type="checkbox"/>	Deshabilitado
Añadir a la lista negra el último número llamado	*32 <input checked="" type="checkbox"/>	Deshabilitado
Eliminar un número de la lista negra	*31 <input checked="" type="checkbox"/>	Deshabilitado
Desvío de llamadas		
Activar todos los desvíos de llamada	*72 <input checked="" type="checkbox"/>	Deshabilitado

Desactivar todos los desvíos de llamada	*73	<input checked="" type="checkbox"/>	Deshabilitado
Call Forward All Prompting Activate	*720	<input checked="" type="checkbox"/>	Deshabilitado
Call Forward All Prompting Deactivate	*74	<input checked="" type="checkbox"/>	Deshabilitado
Activar desvío de llamada cuando esté ocupado	*90	<input checked="" type="checkbox"/>	Deshabilitado
Desactivar desvío de llamada cuando esté ocupado	*91	<input checked="" type="checkbox"/>	Deshabilitado
Call Forward Busy Prompting Activate	*900	<input checked="" type="checkbox"/>	Deshabilitado
Call Forward Busy Prompting Deactivate	*92	<input checked="" type="checkbox"/>	Deshabilitado
Activar desvío de llamada cuando no conteste o no esté disponible	*52	<input checked="" type="checkbox"/>	Deshabilitado
Desactivar desvío de llamada cuando no conteste o no esté disponible	*53	<input checked="" type="checkbox"/>	Deshabilitado
Call Forward No Answer/Unavailable Prompting Activate	*520	<input checked="" type="checkbox"/>	Deshabilitado
Call Forward Toggle	*740	<input checked="" type="checkbox"/>	Deshabilitado
Llamada en espera			
Activar llamada en espera	*70	<input checked="" type="checkbox"/>	Deshabilitado
Desactivar llamada en espera	*71	<input checked="" type="checkbox"/>	Deshabilitado
Conferences			
Conference Status	*87	<input checked="" type="checkbox"/>	Deshabilitado
Núcleo			
Captura de llamada general de Asterisk	*8	<input checked="" type="checkbox"/>	Deshabilitado
ChanSpy	2225	<input type="checkbox"/>	Habilitado
Captura de llamada directa	**	<input checked="" type="checkbox"/>	Deshabilitado
In-Call Asterisk Attended Transfer	*7	<input type="checkbox"/>	Habilitado
In-Call Asterisk Blind Transfer	##	<input checked="" type="checkbox"/>	Deshabilitado
In-Call Asterisk Disconnect Code	**	<input checked="" type="checkbox"/>	Deshabilitado
In-Call Asterisk Toggle Call Recording	*1	<input checked="" type="checkbox"/>	Deshabilitado
Simular llamada entrante	7777	<input checked="" type="checkbox"/>	Deshabilitado
User Logoff	*12	<input checked="" type="checkbox"/>	Deshabilitado
User Logon	*11	<input checked="" type="checkbox"/>	Deshabilitado
ZapBarge	888	<input checked="" type="checkbox"/>	Deshabilitado
Call Flow Control			

All: Call Flow Toggle	*28	<input checked="" type="checkbox"/>	Deshabilitado
Dictation			
*76Email completed dictation	*35	<input checked="" type="checkbox"/>	Deshabilitado
Perform dictation	*34	<input checked="" type="checkbox"/>	Deshabilitado
No molestar (DND, Do Not Disturb)			
Activar no molestar	*00	<input type="checkbox"/>	Habilitado
Desactivar no molestar	*01	<input type="checkbox"/>	Habilitado
Cambiar no molestar	*76	<input checked="" type="checkbox"/>	Deshabilitado
Fax Configuration			
Dial System FAX	666	<input checked="" type="checkbox"/>	Deshabilitado
Follow Me			
Findme Follow Toggle	*21	<input checked="" type="checkbox"/>	Deshabilitado
Gabcast			
Connect to Gabcast	*422	<input checked="" type="checkbox"/>	Deshabilitado
Servicios de información			
Traza de la llamada	*69	<input checked="" type="checkbox"/>	Deshabilitado
Prueba de eco	*43	<input checked="" type="checkbox"/>	Deshabilitado
Decir número de extensión	*65	<input checked="" type="checkbox"/>	Habilitado
Decir fecha y hora	*60	<input checked="" type="checkbox"/>	Deshabilitado
Paging and Intercom			
Intercom prefix	*80	<input checked="" type="checkbox"/>	Deshabilitado
User Intercom Allow	*54	<input checked="" type="checkbox"/>	Deshabilitado
User Intercom Disallow	*55	<input checked="" type="checkbox"/>	Deshabilitado
Parking Lot			
Pickup ParkedCall Prefix	*85	<input checked="" type="checkbox"/>	Deshabilitado
Phonebook Directory			
Phonebook dial-by-name directory	411	<input checked="" type="checkbox"/>	Deshabilitado
Colas			
Queue Callers	*47	<input checked="" type="checkbox"/>	Deshabilitado
Queue Pause Toggle	*46	<input checked="" type="checkbox"/>	Deshabilitado
Queue Toggle	*45	<input checked="" type="checkbox"/>	Deshabilitado
Grabaciones			

Comprobar grabación	<input type="text" value="*99"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="text" value="Deshabilitado"/>
Guardar grabación	<input type="text" value="*77"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="text" value="Deshabilitado"/>
Funciones de marcación rápida			
Establecer marcación rápida de usuario	<input type="text" value="*75"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="text" value="Deshabilitado"/>
Prefijo de marcación rápida	<input type="text" value="*0"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="text" value="Deshabilitado"/>
Condiciones horarias			
1: CondiciónHoraria	<input type="text" value="*271"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="text" value="Deshabilitado"/>
2: CondiciónHorariaCorp	<input type="text" value="*272"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="text" value="Deshabilitado"/>
3: CondicionHorariaNOCorp	<input type="text" value="*273"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="text" value="Deshabilitado"/>
All: Time Condition Override	<input type="text" value="*27"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="text" value="Deshabilitado"/>
Buzón de voz			
Llamar al buzón de voz	<input type="text" value="*98"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="text" value="Deshabilitado"/>
Direct Dial Prefix	<input type="text" value="*"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="text" value="Deshabilitado"/>
Mi buzón de voz	<input type="text" value="*97"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="text" value=""/>

Esta configuración puede modificarse en la interfaz WEB de Elastix siguiendo la ruta: PBX / Configuración de PBX / Código de Funcionalidades.

CAPÍTULO IV: RESULTADOS Y ANÁLISIS.

4 CAPÍTULO IV: RESULTADOS Y ANÁLISIS.

4.1 Esquema de red posterior a la interconexión.

En la expansión de la red debido a la adición del call center, se utilizaron los mismos equipos mencionados durante el dimensionamiento de hardware, gracias a la disponibilidad y apoyo de la empresa.

Dentro de los equipos fundamentales para la implementación de éste sistema se encuentra el servidor proveído, cuyas capacidades proporcionan el ambiente perfecto para proyectos de éste tipo, y también todos aquellos dispositivos y herramientas proporcionadas a los agentes de call center en sus estaciones de trabajo.

El esquema final de la red, posterior a la interconexión entre la central de conmutación SIP y la red del call center se puede observar en la ilustración 71:

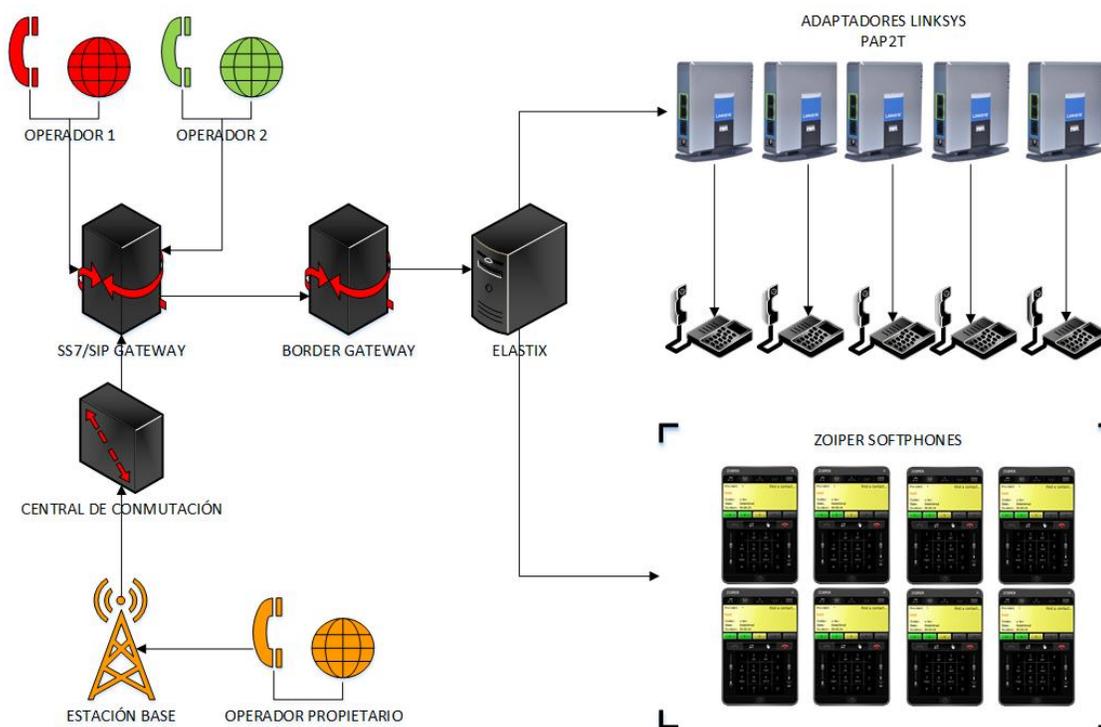


Ilustración 71 Diagrama de red de interconexión entre la central y el call center.

La forma en que se interconecta ésta red asegura un ambiente de escalabilidad y alta disponibilidad, más que todo por tratarse de una red completamente IP, por la potencia de nuestros recursos y por la flexibilidad de infraestructura.

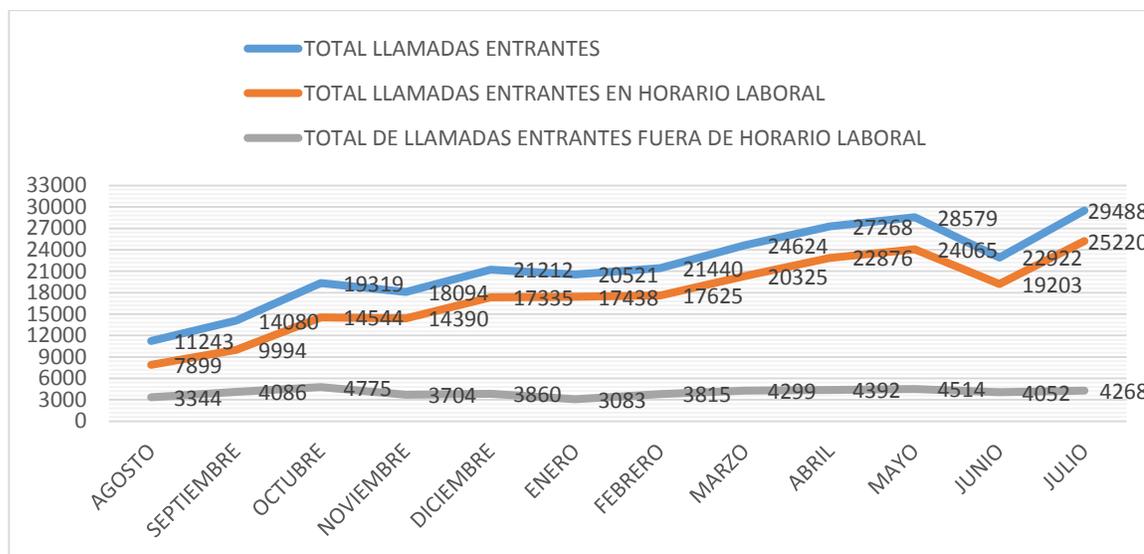
4.2 Reportes CDR.

Debido a que las estadísticas de llamadas del Call Center son de mucha importancia en el área de Servicio al Cliente de la empresa, nos hemos valido del módulo de reportería CDR que posee el Elastix por defecto. A través de éstos mensualmente se hace un estudio detallado de ciertos parámetros como: Total de llamadas entrantes, total de llamadas entrantes en horario laboral y no laboral, total de llamadas por hora, promedio de agentes online por hora, llamadas contestadas, no contestadas, rechazadas, cortadas por el cliente, entre otras cosas.

Los resultados obtenidos son tomados en cuenta para la mejora del Call Center, que por lo general desencadena la contratación de nuevos agentes para satisfacer la demanda.

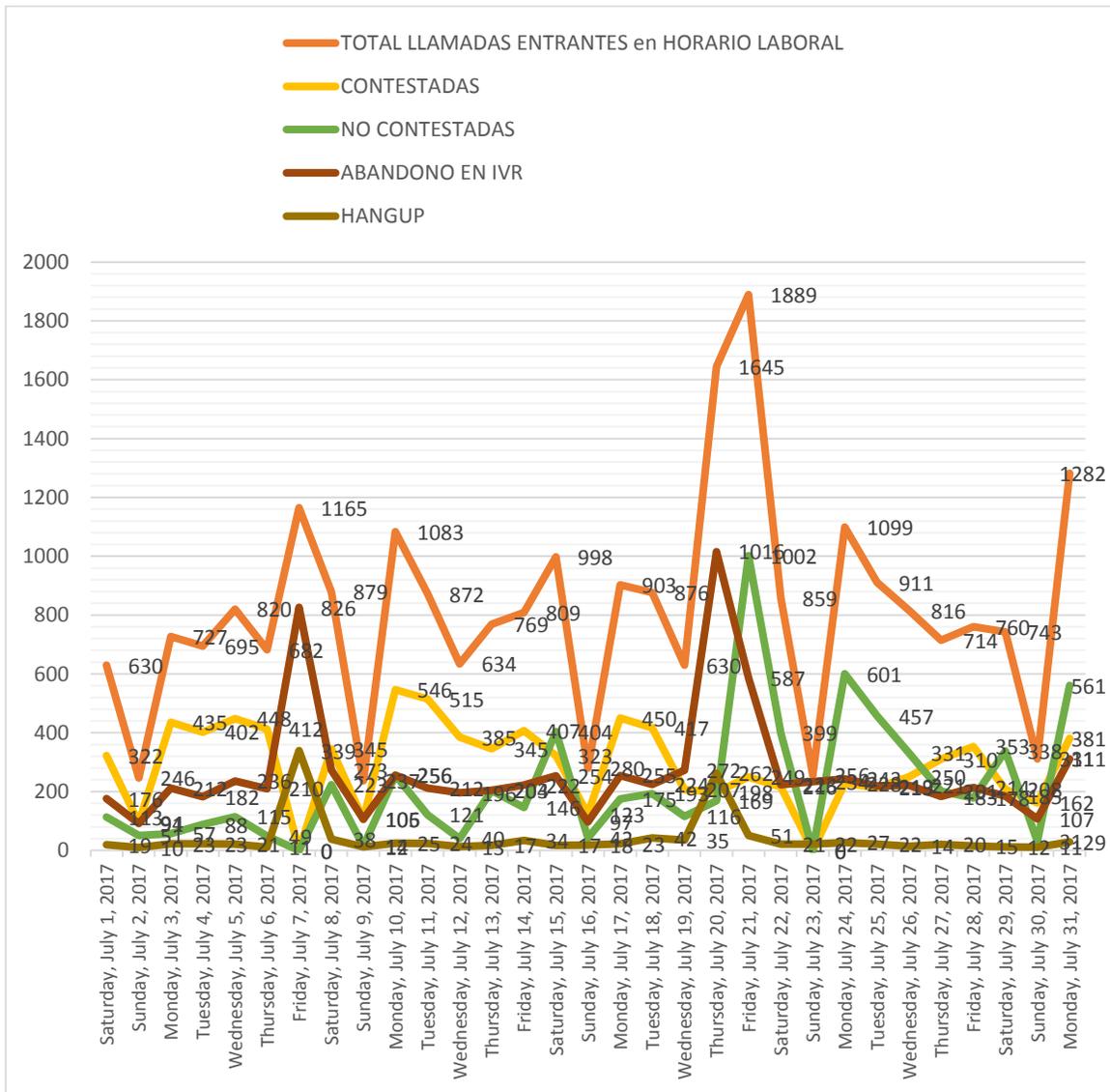
En las gráficas siguientes se pueden observar algunas de las estadísticas más importantes que se extraen y estudian del módulo de CDR:

**TOTAL DE LLAMADAS ENTRANTES AL 161
AGOSTO de 2016 a JULIO de 2017**



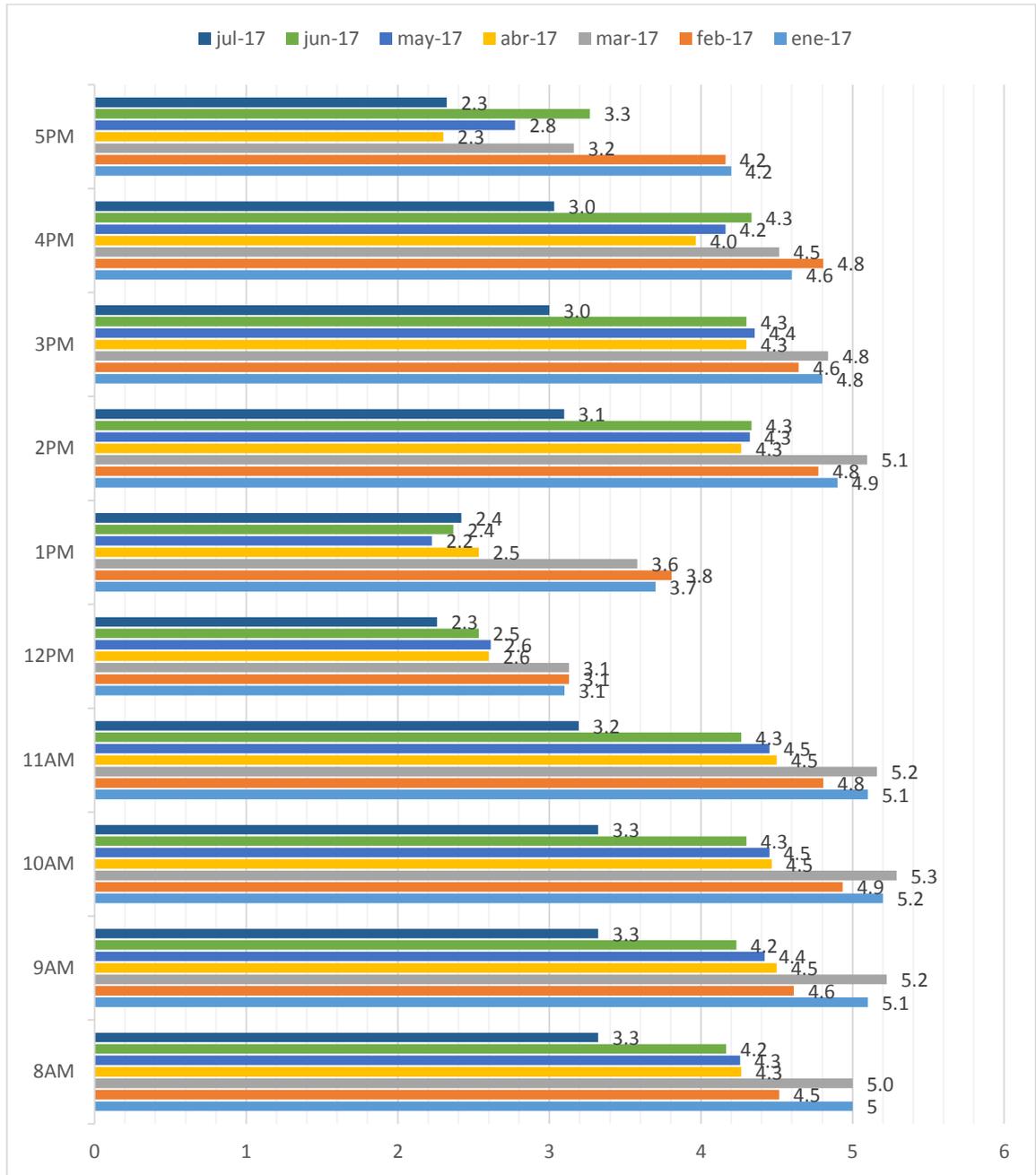
En este gráfico se puede observar que desde la puesta en producción del call center hasta la fecha, el número de llamadas entrantes casi se ha triplicado. **Éste dato nos sirve como un estimado para conocer que es necesario triplicar cada año el número de agentes de atención al cliente. Por otro lado también se debe dar importancia a todas las llamadas que se pierden por entrar fuera de horario laboral.**

TOTAL DE LLAMADAS ENTRANTES EN HORARIO LABORAL vs. LLAMADAS CONTESTADAS vs. NO CONTESTADAS vs. ABANDONO EN IVR vs. LIBERADAS POR EL SISTEMA.



De la exportación de CDR también se pueden extraer datos más específicos como en el gráfico anterior, en el cual se muestra qué pasó con todas las llamadas que entraron al call center en el mes de julio. Uno de los problemas principales que actualmente se está estudiando en la empresa es el por qué existen muchos clientes que abandonan durante la reproducción del IVR, y una de las causas ya detectadas es que a los clientes que nos llaman de otras operadoras se les acaba el saldo.

PROMEDIO DE AGENTES ‘EN LÍNEA’ POR HORA



El gráfico de promedio de agentes en línea por hora nos ayuda a comprender varios aspectos, entre ellos el comportamiento de nuestros agentes disponibles. Por ejemplo: si hay 5 trabajando, no deberían haber 2 o 3 en promedio “en línea”, si no más.

4.3 Tráfico de Llamadas vs Desempeño de Elastix.

Características principales del servidor:

- 2 Procesadores de 2.4 GHz.
- 24 núcleos.
- 64 GB RAM para cada Elastix virtualizado.
- 2 TB de almacenamiento para cada Elastix virtualizado.

Principales características utilizadas de Elastix:

- Música en Espera.
- Locuciones para IVRs.
- IVRs.
- Troncal SIP sin límite de canales.
- Colas.
- Grabación de llamadas.
- Espía de llamadas.
- Condiciones de Tiempo.
- Transcodificación en tiempo real.
- Monitoreo en tiempo real (Panel de Operador).
- Transferencia de llamadas.
- Etc.

Tráfico de Llamadas (Ejemplo de valores pico):

- 10 llamadas simultáneas.
- De 10 a 15 llamadas en cola.

Desempeño de Elastix ante tráfico pico:

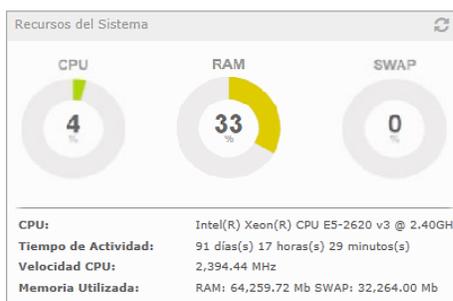


Ilustración 72 Recursos del Sistema

Los valores picos de llamadas entrantes y llamadas simultáneas se registran a diario entre 10am y 11am, y entre 2pm y 3pm. En las imágenes de arriba se puede observar el comportamiento aproximado de los recursos de hardware ante tales circunstancias, el máximo uso del CPU siempre ha sido menor al 10%, y el de la RAM ha llegado a alcanzar un 40% debido a las grabaciones en tiempo real de todas las llamadas. Aun así, el hardware se considera más que suficiente de aquí a dos años, tomando en cuenta el crecimiento estimado por los CDR.

**CAPÍTULO V: CONCLUSIONES Y
RECOMENDACIONES.**

5 CAPÍTULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

5.1 Conclusiones.

En el presente trabajo monográfico, se diseñó e implementó un call center basado en la distribución Elastix 4.0, el cual se interconectó al ambiente SIP de una empresa de telecomunicaciones, en la República de Nicaragua.

Con el operador, se logró hacer el levantamiento de los equipos que conforman el ambiente SIP de su red, lo que permitió identificar los requerimientos técnicos que son necesarios para el correcto funcionamiento de una PBX Elastix en esas circunstancias. Específicamente podemos resaltar: el servidor, los adaptadores telefónicos, los transcodificadores, las grabaciones, entre otros.

Posteriormente, se procedió a diseñar e implementar el call center, en lo que se destacan procedimientos como el dimensionamiento telefónico a base de Erlang C, el diseño del algoritmo de flujo de llamadas, la virtualización, instalación y configuración de Elastix, y la configuración de todos los complementos de hardware y software incluidos en los requerimientos.

Finalmente, se realizaron pruebas de comprobación tales como llamadas entre los mismos agentes, llamadas desde las tres distintas operadoras del país, pruebas de códigos de funcionalidades, ingresos a la plataforma WEB por roles, etc; encontrando que el desempeño del sistema era óptimo para salir en producción.

Podemos concluir que el proyecto ha sido exitoso, ya que éste call center se encuentra oficialmente funcionando en dicha empresa de telecomunicaciones y ha conllevado a grandiosos resultados en comparación al tiempo en que se operaba sin ésta solución. Actualmente se atienden más de 300 llamadas diarias, las cuales representan un gran nivel de servicio hacia los clientes. De esta forma el sistema estará en continua evolución, en pro de la obtención de mejores resultados.

5.2 Recomendaciones.

- Explorar y probar los módulos adicionales que ofrece Elastix, pues podría mejorar la calidad del servicio y el número de funcionalidades disponibles, como la implementación del servidor de correo y mensajería instantánea.
- Implementar algún tipo de "clustering" de servidores que garanticen mayor disponibilidad y balanceo de carga.
- Realizar un seguimiento de la satisfacción del cliente con encuestas externas sobre el servicio al cliente que se brinda a través del call center. Esto con el objetivo de mejorar los procesos y los algoritmos de atención.

6 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.

- ✓ CHROMY, E., MISUTH, T., & KAVACKY, M. (2011). *Erlang C Formula and its use for Call Centers*. Eslovaquia: Universidad Eslovaca de Tecnología.
- ✓ Enlaza Comunicaciones, C. C. (s.f.). *Asterisk vs Elastix vs Trixbox vs AsteriskNow vs FreePBX: Explicando la diferencia*. Obtenido de Asterisk México: asteriskmx.org
- ✓ Landívar, E. (2008). *Comunicaciones Unificadas con Elastix Volumen I*.
- ✓ Microsoft. (s.f.). Obtenido de msdn.microsoft.com
- ✓ Tanner, M. (2000). *MITAN Ltd 2000*. Obtenido de http://www.mitan.co.uk/mainerlg_math.htm
- ✓ VOIP, A. r. (s.f.). *VoIP-Info.org*. Obtenido de <https://www.voip-info.org/wiki/view/Asterisk+dimensioning>

7 GLOSARIO DE TÉRMINOS.

- **A2Billing:** sistema de facturación capaz de proporcionar y facturar una gama de productos y servicios de telecomunicaciones a clientes como productos de tarjetas de llamadas, terminación VoIP residencial y mayorista, reventa DID y servicios de devolución de llamada.
- **Asterisk PBX:** Un software gratuito que funciona para Linux y Unix. Conecta llamadas a través del protocolo de voz sobre IP (VoIP) y sistemas telefónicos tradicionales (PSTN).
- **BRI:** Tasa básica de ISDN. Es un método común para conectar pequeñas partes del sistema VoIP con instalaciones PBX a la red de telefonía tradicional (PSTN), y también es una plataforma para el sistema de respuesta de recepcionista digital (IVR). Una línea Bri carga dos llamadas simultáneamente.
- **CDR:** Es la sigla que agrupa “Call Detail Record”. Es la bitácora de las comunicaciones.
- **CRM:** Es la sigla con la que se designa al software utilizado para la administración de los contactos que una empresa guarda con sus clientes. “Customer Relationship Manager”.
- **DAHDI:** Digium/Asterisk Hardware Device Interface, es decir, una interfaz para toda la lista de productos Digium (y compatibles) que conecta con el sistema Asterisk, considerando que hablamos de productos que conectan concretamente con la PSTN (Public Switched Telephone Network, o Red de Telefonía Conmutada), la telefonía clásica.
- **DIALPLAN:** grupo de reglas que le indican a la central PBX-IP que hacer o cómo manejar los números marcados por un usuario. El Dialplan hace la función de una tabla de enrutamiento de llamadas, cada número que se marca, lee la información del Dialplan y después se decide hacia donde se dirigen; estos números pueden ingresar o salir del sistema.
- **DID:** Es la sigla para “Direct Inward Dialing”. Es el número marcado por un llamante para entrar en el sistema telefónico.
- **DIGIUM:** Digium Inc. es una empresa especializada en la creación de equipos específicos para la telefonía, pero principalmente enfocados en la plataforma de comunicaciones Asterisk.

- **DTMF**: también llamado sistema multifrecuencial o DTMF (Dual-Tone Multi-Frequency) es usado para la señalización de telecomunicaciones sobre líneas telefónicas analógicas en la banda de frecuencia vocal entre teléfonos u otros equipos de comunicaciones y la central telefónica.
- **E1**: es un formato de transmisión digital; su nombre fue dado por la administración de la (CEPT). Es una implementación de la portadora-E. El formato de la señal E1 lleva datos en una tasa de 2,048 millones de bits por segundo y puede llevar 32 canales de 64 Kbps * cada uno, de los cuales treinta y uno son canales activos simultáneos para voz o datos en SS7 (Sistema de Señalización Número 7).
- **FXO**: Es la manera de designar el punto final de conexión de la llamada. El FXO es el elemento que recibe la llamada (un teléfono o una central conectada a la PSTN). La sigla es para “Foreing Exchange Office”.
- **FXS**: Es el que envía la llamada al FXO. La sigla designa “Foreing exchange Station”.
- **G.711**: es un estándar de la ITU-T para la codificación de audio. Este estándar es usado principalmente en telefonía, y fue liberado para su uso en el año 1972.
- **G.722**: una evolución natural del conocido G.711, que se encuentra exclusivamente en VoIP y que se desmarca (en cuanto a calidad) a la telefonía tradicional.
- **G.723.1**: Es un codec de audio para voz que comprime audio de voz en tramas de 30 ms.
- **G.726**: es un estándar de codificación de voz ITU-T ADPCM que cubre la transmisión de voz a velocidades de 16, 24, 32 y 40 kbit / s.
- **G.729**: es un algoritmo de compresión de datos de audio para voz que comprime audio de voz en trozos de 10 milisegundos. La música o los tonos tales como los tonos de DTMF o de fax no pueden ser transportados confiablemente con este códec, y se utiliza G.711 o métodos de señalización fuera de banda para transportar esas señales.
- **GPL**: es la licencia de derecho de autor más ampliamente usada en el mundo del software libre y código abierto, y garantiza a los usuarios finales (personas, organizaciones, compañías) la libertad de usar, estudiar, compartir (copiar) y modificar el software.

- **GSM:** Este codec es muy reconocido dado que se utiliza regularmente en los canales de las líneas móviles. Sus siglas hacen referencia a Global System for Mobile communications, es decir, Sistema Global para las comunicaciones móviles. Realmente no prima en la calidad sino en la cantidad, ya que el flujo de datos en una conexión Full-Rate es de solo 13kbit/s. Es un buen método para ahorrar ancho de banda ya que es casi consume 5 veces menos que el códec alaw, aunque si trabajamos en conexiones de mala calidad a nivel de tiempo de respuesta (tiempo que tarda en ir y volver un paquete enviado) o de jitter (desviación estándar del tiempo de respuesta), la voz podría llegar a distorsionarse tanto hasta ser incomprensible.
- **H323:** Es un protocolo relativamente viejo y está actualmente siendo reemplazado por SIP – Session Initiation Protocol. Una de las ventajas de SIP es que es mucho menos complejo y es parecido a los protocolos HTTP / SMTP. Consecuentemente, la mayoría de los equipos VoIP disponibles hoy siguen el estándar SIP.
- **IAX:** (Inter-Asterisk Exchange Protocol) es uno de los protocolos utilizado por Asterisk. Es utilizado para manejar conexiones VoIP entre servidores Asterisk, y entre servidores y clientes que también utilizan protocolo IAX. El protocolo IAX ahora se refiere generalmente al IAX2, la segunda versión del protocolo IAX. El protocolo original ha quedado obsoleto en favor de IAX2.
- **ISDN:** Es la sigla para “Integrated Services Digital Network”. Es la forma más común de conectar sistemas PBX con el sistema de telefonía tradicional (PSTN) y entre sí. Tiene dos formas principales, que son PRI y BRI. También es una forma popular de conectar sistemas de VoIP a la red de telefonía tradicional (PSTN) si no tiene proveedores VoIP disponibles o prefiere utilizar los servicios de compañías telefónicas.
- **IVR:** Es la sigla para “Interactive Voice Response”. En este manual está descrito como sistema de respuesta de recepcionista digital. Es el sistema que reproduce mensajes a los llamantes, les permite acceder a menús de voz o aplicaciones mediante la navegación por el teclado del teléfono.
- **NAGIOS:** es un sistema de monitorización de redes ampliamente utilizado, de código abierto, que vigila los equipos (hardware) y servicios (software) que se especifiquen, alertando cuando el comportamiento de los mismos no sea el deseado.
- **OPENFIRE:** (anteriormente llamado Wildfire y Jive Messenger) es un sistema de mensajería instantánea, hecho en java y que utiliza el protocolo XMPP, con el podrás tener tu propio servidor de mensajería puedes administrar a tus usuarios, compartir archivos, auditar mensajes, mensajes

offline, mensajes broadcast, grupos, etc y además contiene plugins gratuitos con diferentes funciones extras.

- **PRI:** Tasa primaria de ISDN. Un método común de conexión para medianos y grandes sistemas VoIP y PBX a sistemas de telefonía tradicional (PSTN) o entre sí mismos. Una línea PRI carga hasta veintitrés llamadas simultáneamente en América del norte y treinta llamadas en otros países.
- **PSTN:** Es la sigla para “Public Switched Telephone Network”, que es el servicio de telefonía tradicional provisto por las compañías telefónicas.
- **Script:** Es un conjunto de instrucciones, sentencias de control, variables y demás elementos de programación generalmente almacenadas en un archivo de texto (pueden considerarse como un archivo de instrucciones o como un programa).
- **SIP:** Es la sigla para “Session Initiation Protocol”. El protocolo más popular para VoIP.
- **Softphone:** Un Softphone (en inglés combinación de Software y de Telephone) es un software que hace una simulación de teléfono convencional por computadora. O sea permite usar la computadora para hacer llamadas a otros softphones o a otros teléfonos convencionales usando un VSP.
- **SS7:** es un conjunto de protocolos de señalización telefónica empleado en la mayor parte de redes telefónicas mundiales. Su principal propósito es el establecimiento y finalización de llamadas, si bien tiene otros usos. Entre estos se incluyen: traducción de números, mecanismos de tarificación pre-pago y envío de mensajes cortos (SMS).
- **TRONCAL SIP:** es un servicio de telefonía que permite a las empresas conectar su centralita (Asterisk, 3CX, Avaya, FreePBX, etc.) a la red telefónica a través de Internet.
- **VoIP:** Es la sigla para “Voice Over Internet Protocol”. Es lo que lleva llamadas telefónicas a través de redes de datos como redes corporativas ó la Internet.
- **Vtiger-CRM:** es una herramienta funcional, rentable y sumamente versátil para administrar las relaciones con tus clientes. Vtiger es: automatización del proceso de ventas, servicios y soporte al cliente, automatización de marketing, y manejo de inventarios.
- **ZAP:** Se refiere al controlador de interfaz de hardware de telefonía.

8 ANEXOS.

8.1 PBX de Pago vs PBX Elastix.

Soluciones PBX de Pago:

Solución	Marca	Llamadas Simultáneas	Precio
3CXPS4	3CX	4	\$298
3CXPS16	3CX	16	\$1,398
3CXPS32	3CX	32	\$2,598
3CXPS128	3CX	128	\$8,998
Switchvox 470	Digium Switchvox	150	\$12,975
PBXT-UCS-1000	Sangoma	300	\$7,295

Tabla 4 Precio PBXs de Pago

Detalles de la Solución **Sangoma PBXact UCS Appliance 1000**:

- Soporte para el paquete: 1 hora = \$195, 5 horas = \$695 y 10 horas = \$1350.
- Especificaciones del servidor:
 - o Procesador: Intel Xeon E3-1200 Quad Core.
 - o Dos discos duros de 240GB cada uno.
 - o 16 GB RAM.
 - o Fuente Redundante.

Más información sobre soluciones comerciales de PBX en: www.voipsupply.com

PBX Elastix de este Proyecto:

- **Elastix 4.0 Virtualizado:** Gratuito.
- **Servidor Lenovo ThinkServer RD450** / 24 Núcleos / 128 GB RAM / 4 TB **Almacenamiento:** Aproximadamente \$6000. (<http://www.zones.com/site/product/index.html?id=102596739>). *Este servidor estaba disponible en el inventario de la empresa.*
- **Llamadas simultáneas:** Se recomiendan menos de 300, pero en distintos foros argumentan que Asterisk puede manejar hasta 700 con moderados recursos de hardware, depende más del ancho de banda de la red.
- **Precio Hipotético de Implementación** (Criterio Propio): \$1000.
- **Precio Hipotético de Soporte y Mantenimiento** (Criterio Propio): \$100/hora.

Se puede decir que la solución expuesta en este proyecto es más costo-efectiva.

8.2 Imágenes del Proyecto.



Ilustración 73 Fotografía panorámica de los agentes de call center.



Ilustración 74 Reconocimiento por parte de la empresa.