



**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO**

**TITULO DE LA TESIS**

**“PROPUESTA DE INTEGRACIÓN DE SOLUCIONES EMPRESARIALES VOIP CON  
SOFTWARE LIBRE”**

**AUTOR**

**RUTH GENOVEVA BARBA VERA**

**Tesis presentada ante la Escuela de Postgrado y Educación Continua de la ESPOCH,  
como requisito parcial para la obtención del grado de Magíster en INTERCONECTIVIDAD  
DE REDES**

**RIOBAMBA - ECUADOR**

**2012**

# CERTIFICACIÓN

El Tribunal de Tesis certifica que:

El trabajo de investigación titulado: **“PROPUESTA DE INTEGRACIÓN DE SOLUCIONES EMPRESARIALES VOIP CON SOFTWARE LIBRE”**, de responsabilidad de la Ingeniera **RUTH GENOVEVA BARBA VERA** ha sido prolijamente revisado y se autoriza su presentación.

**Tribunal de Tesis:**

Dr. Juan Vargas Guambo  
**PRESIDENTE DEL TRIBUNAL**

---

Ing. Ms.C. Diego Ávila Pesantez  
**TUTOR**

---

Ing. Ms.C. Gloria Arcos Medina  
**MIEMBRO**

---

Ing. Ms.C. Danilo Pastor Ramírez  
**MIEMBRO**

---

**Escuela Superior Politécnica de Chimborazo  
Riobamba, julio de 2012**

## **DERECHOS DE AUTORÍA**

Yo, Ruth Genoveva Barba Vera, soy responsable de las ideas, doctrinas y resultados expuestos en esta Tesis; y el patrimonio intelectual de la Tesis de Grado pertenece a la ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO.

---

Ing. Ruth Genoveva Barba Vera

# ÍNDICE DE ABREVIATURAS

## A

**ACR** Absolute Category Rating

## C

**CME** (Call Manager Express)

**CUCME** (Cisco Unified Communications Manager Express System)

**CDR** Call Detail Record (**Registro de llamadas**)

## D

**DECT** Digital Enhanced Cordless Telecommunications (Telecomunicaciones Inalámbricas Mejoradas Digitalmente)

**DHCP** (Dynamic Host Configuration Protocol).

## E

**ESPOCH** Escuela Superior Politécnica de Chimborazo

## I

**IEEE** Institute of Electrical and Electronics Engineers (Instituto de Ingenieros Electrónicos y Eléctricos)

**ISO** International Standardization Organization (Organización Internacional de Estandarización)

**ITU-T** Telecommunication Standardization Sector (Sector de Estandarización de Telecomunicaciones)

**IVR** Operadora Automática

**IETF Internet Engineering Task Force.** Uno de los dos grupos técnicos en las actividades de internet.

**ITU International Telecommunication Union**

## F

**FDM** Multiplexación por División de Frecuencia

**FSK** Frequency Shift Keying (Modulación en Frecuencia)

## G

**GHz** GigaHertzios

**GFSK** Gaussian Frequency Shift Keying (Cambio de Frecuencia Gausiano)

## **L**

**LR** Low rate (baja tasa, transmisión)

**LLC** Logic and Link Control (Control de Enlace Lógico)

**LAN** Local Area Network (Red de área local)

**LDAP** Lightweight Directory Access Protocol (Protocolo compacto de acceso a directorios)

## **M**

**MAC** Medium Acces Control (Controlador de Acceso al Medio)

**MB** MegaByte

**MHz** MegaHertzios

**MIT** Massachusetts Institute of Technology (Instituto de Tecnología de Massachusetts)

**MS** Milisegundos

## **O**

**OSI** Open System Interconnection (Interconexión de Sistema Abierto)

## **P**

**PC** Personal Computer (Computador Personal)

**PIB** Producto Interno Bruto

## **Q**

**QoS** Quality of Service (Calidad de Servicio)

**QoE** (Calidad de experiencia)

## **R**

**RF** Ratio Frecuency (Radio Frecuencia)

## **S**

**SIP** Session Initiation Protocol (Protocolo de Inicio de Sesión)

**SCCP** Skinny Control Protocol ( )

## **T**

**TDD** Time Duplex Division (Técnica de Duplex por División de Tiempo)

**TDMA** Time Division Multiple Access (Acceso Múltiple por División de Tiempo)

# ÍNDICE GENERAL

CERTIFICACIÓN

DERECHOS DE AUTORÍA

ÍNDICE DE ABREVIATURAS

ÍNDICE GENERAL

LISTADO DE TABLAS

LISTADO DE FIGURAS

AGRADECIMIENTO

DEDICATORIA

RESUMEN

SUMMARY

CAPITULO I ----- 21

MARCO REFERENCIAL ----- 21

1.1 Planteamiento del problema ----- 21

1.3 Objetivos ----- 24

1.3.1 Objetivo General ----- 24

1.3.2 Objetivos Específicos ----- 24

1.4 Hipótesis ----- 25

CAPÍTULO II ----- 26

MARCO TEÓRICO ----- 26

2.1 Introducción a la VoIP ----- 26

2.2 Ventajas de la VoIP ----- 27

2.3 Cronología de la VoIP ----- 27

2.4 Requisitos de voz en una red IP ----- 28

2.5 Clasificación de los protocolos VoIP ----- 28

|         |   |    |
|---------|---|----|
| 2.5.1   | Protocolo IP  | 32 |
| 2.5.1.1 | Protocolo de transporte                                   | 33 |
| 2.5.1.2 | UDP   | 33 |
| 2.6     | SIP   | 34 |
| 2.6.1   | Descripción y características generales del protocolo SIP | 34 |
| 2.6.2   | Elementos y arquitectura del protocolo SIP                | 35 |
| 2.6.3   | User Agent  | 35 |
| 2.6.4   | SIP Proxy Server  | 36 |
| 2.6.5   | Registrar Server  | 37 |
| 2.6.6   | Redirect Server   | 38 |
| 2.6.7   | Los mensajes SIP  | 39 |
| 2.6.8   | Transacciones SIP   | 42 |
| 2.6.9   | Diálogos SIP  | 43 |
| 2.6.10  | Escenarios SIP  | 43 |
| 2.6.11  | Registro  | 43 |
| 2.6.12  | Invitación a una sesión                                   | 44 |
| 2.6.13  | Terminación de sesión                                     | 45 |
| 2.6.14  | Registro de ruta  | 45 |
| 2.7     | Codificación de la voz                                    | 46 |
| 2.7.1   | Códecs  | 46 |
| 2.7.2   | SISTEMA DE TELEFONÍA IP DE CISCO                          | 48 |
| 2.7.3   | Cisco CallManager Express (CME)                           | 50 |
| 2.7.4   | CME Evolución y Características                           | 51 |
| 2.7.3   | Compatibilidad  | 56 |
| 2.7.4   | Operación   | 56 |
| 2.7.5   | Administración y Configuración                            | 56 |

|                           |  |           |
|---------------------------|--|-----------|
| 2.7.6                     | Arquitectura de CUCME-----                                 | 58        |
| 2.7.8                     | Licenciamiento-----  | 60        |
| 2.7.9                     | Funcionalidades-----                                       | 61        |
| 2.8                       | SISTEMA DE TELEFONÍA IP DE ASTERISK -----                  | 66        |
| <b>2.8.1</b>              | <b>Asterisk -----</b>                                      | <b>66</b> |
| <b>2.8.2</b>              | <b>Arquitectura de Asterisk -----</b>                      | <b>67</b> |
| <b>2.8.3</b>              | <b>Funciones de Asterisk -----</b>                         | <b>69</b> |
| <b>2.8.4</b>              | <b>Características de Asterisk -----</b>                   | <b>72</b> |
| <b>2.8.5</b>              | <b>Interfaces gráficas para Asterisk-----</b>              | <b>73</b> |
| <b>2.8.6</b>              | <b>Elastix-----</b>  | <b>74</b> |
| 2.9                       | Comparación entre las dos Alternativas CME y Elastix.----- | 76        |
| CAPITULO III -----        |  | 77        |
| MATERIALES Y MÉTODOS----- |  | 77        |
| 3.1                       | Objeto de Estudio -----                                    | 77        |
| 3.2                       | Tipo de Investigación -----                                | 77        |
| 3.3                       | Diseño de la Investigación -----                           | 78        |
| 3.4                       | Población y Muestra-----                                   | 79        |
| 3.5                       | Métodos -----  | 83        |
| <b>3.5.1</b>              | <b>Método Científico -----</b>                             | <b>83</b> |
| 3.6                       | TÉCNICAS Y FUENTES DE RECOLECCIÓN DE DATOS TÉCNICAS -----  | 83        |
| 3.7.                      | INSTRUMENTOS-----  | 85        |
| 3.7.1                     | VALIDACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS-----                        | 85        |
| 3.8.                      | OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES-----                   | 86        |
| 3.8.1.                    | OPERACIONALIZACIÓN CONCEPTUAL-----                         | 86        |
| 3.8.2.                    | OPERACIONALIZACIÓN METODOLÓGICA-----                       | 87        |
|                           | HIPÓTESIS-----   | 87        |



|   |     |
|---|-----|
| 3.8.2.1. OPERACIONALIZACIÓN METODOLÓGICA VARIABLE INDEPENDIENTE.....                          | 87  |
| 3.8.2.2. OPERACIONALIZACIÓN METODOLÓGICA VARIABLE DEPENDIENTE.....                            | 88  |
| 3.9    AMBIENTES DE PRUEBA.....   | 88  |
| 3.9.1 Infraestructura .....   | 88  |
| 3.9.2 Escenario Call Manager Express.....   | 90  |
| 3.9.3 Escenario Elastix .....   | 90  |
| 3.9.4 Integración Call Manager Express & Elastix .....  | 91  |
| CAPITULO IV.....  | 92  |
| RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....   | 92  |
| 4.1 INTRODUCCIÓN.....   | 92  |
| 4.2 VARIABLE INDEPENDIENTE .....  | 93  |
| 4.2.1 Indicador 1: Interoperabilidad de las llamadas telefónicas en el ambiente de pruebas. - | 93  |
| 4.2.2 Indicador 2: Transparencia al usuario .....   | 93  |
| 4.2.3 Indicador 3: Escalabilidad .....  | 94  |
| 4.2.4 Indicador 4: Grado de Coexistencia .....  | 98  |
| 4.2.5 Indicador 5: Claridad de las llamadas.....  | 99  |
| 4.3 OPERACIONALIZACIÓN METODOLÓGICA VARIABLE DEPENDIENTE .....                                | 102 |
| 4.3.1 Indicador Mantenimiento de Servicios.....   | 105 |
| 4.3.2 Indicador Fallos de los Servicios .....   | 109 |
| CONCLUSIONES .....  | 126 |
| RECOMENDACIONES .....   | 128 |
| BIBLIOGRAFÍA.....   | 130 |
| ANEXOS .....  | 135 |

GUÍA DE REFERENCIA PARA INTEGRAR SOLUCIONES EMPRESARIALES VOIP

PRUEBAS DE LLAMADAS TELEFÓNICAS CON EL ANALIZADOR DE LLAMADAS TELEFÓNICAS WIRESHARK

TABLA DE ÍNDICES DE LA VARIABLE DEPENDIENTE

TABLA DE DISTRIBUCIÓN DE X CUADRADA

## LISTADO DE TABLAS

|   |    |
|---|----|
| Tabla I. Protocolos de Señalización según la IETF y la ITU-T .....                      | 31 |
| Tabla II. <b>Códecs más utilizados</b> .....  | 48 |
| Tabla III. <b>Comparativa de productos Cisco</b> .....                                  | 58 |
| Tabla IV. <b>Comparativo Asterisk-CUCM</b> .....  | 76 |
| Tabla V. <b>Distribución de la Muestra de la Variable independiente</b> .....           | 80 |
| Tabla VI. <b>SERVICIOS DE TELEFONÍA IP</b> .....  | 80 |
| Tabla VII. <b>SERVICIOS DE TELEFONÍA IP IMPLEMENTADOS</b> .....                         | 82 |
| Tabla VIII. <b>RESUMEN DE SERVICIOS DE TELEFONÍA IP IMPLEMENTADOS</b> .....             | 82 |
| Tabla IX.- <b>SERVICIOS IMPLEMENTADOS</b> .....   | 82 |
| Tabla X.Técnicas .....  | 84 |
| Tabla XI. <b>Operacionalización de las variables</b> .....                              | 86 |
| Tabla XII. <b>Operacionalización metodológica</b> .....                                 | 87 |
| Tabla XIII. <b>Operacionalización metodológica variable independiente</b> .....         | 87 |
| Tabla XIV. <b>Operacionalización metodológica variable dependiente</b> .....            | 88 |
| Tabla XV. <b>Ambientes de Prueba</b> .....  | 89 |
| Tabla XVI. <b>Herramientas e instrumentos</b> .....                                     | 89 |
| Tabla XVII. <b>Indicador 1: Resumen de Pruebas de Llamadas telefónicas en ms.</b> ..... | 93 |

|  |     |
|--|-----|
| Tabla XXVIII. <b>Indicador 2: Tiempo de llamadas efectivas en ms, en diferentes arquitecturas</b>  | 94  |
| Tabla XIX. <b>Producto Interno Bruto</b>   | 94  |
| Tabla XX. <b>Proyección de la necesidad de los teléfonos, según el índice del PIB del 3,7 % en el 2011 para el crecimiento de una empresa en el Ecuador.</b> | 95  |
| Tabla XXI. <b>Número de Teléfonos necesarios en una empresa en 10 años.</b>  | 95  |
| Tabla XXII. <b>Soporte de extensiones telefónicas</b>  | 97  |
| Tabla XXIII. <b>Soporte de extensiones telefónicas según tamaño de la empresa</b>  | 97  |
| Tabla XXIV. <b>CUADRO DE SERVICIOS DE TELEFONÍA IP IMPLEMENTADOS</b>   | 98  |
| Tabla XXV. <b>RESUMEN DE SERVICIOS DE TELEFONÍA IP IMPLEMENTADOS</b>   | 99  |
| Tabla XXVI.- <b>SERVICIOS COMPARTIDOS DEL AMBIENTE</b>   | 99  |
| Tabla XXVII. <b>Calidad de audio</b>   | 101 |
| Tabla XXVIII. <b>Pesos según la calidad de audio</b>   | 101 |
| Tabla XXIX. <b>Tabla de Resultados Calidad de Audio</b>  | 101 |
| Tabla XXX. <b>Operacionalización metodológica variable dependiente</b>   | 102 |
| Tabla XXXI. <b>Pesos Probabilidad</b>  | 104 |
| Tabla XXXII. <b>Análisis de las Paradas</b>  | 104 |
| Tabla XXXIII. <b>Disponibilidad. Reconfiguración de Servicios en CME.</b>  | 105 |
| Tabla XXXIV. <b>Reconfiguración de Servicios en Elastix.</b>   | 106 |

|  |     |
|--|-----|
| Tabla XXXV. Disponibilidad del Mantenimiento de servicios. Actualización Software en Elastix .....       | 107 |
| Tabla XXXVI. Disponibilidad del Mantenimiento de servicios. Actualización Software en CME .....          | 109 |
| Tabla XXXVII. Disponibilidad. Fallos de Datos erróneos en servidores de telefonía CME .....              | 110 |
| Tabla XXXVIII. Disponibilidad. Fallos de Datos erróneos en servidores de telefonía Elastix .....         | 111 |
| Tabla XXXIX. Disponibilidad. Fallos de Datos. Error humano, mala configuración servidor CME .....        | 112 |
| Tabla XL. Disponibilidad. Fallos de Datos. Error humano, mala configuración servidor Elastix .....       | 112 |
| Tabla XLI. Disponibilidad. Fallos de Servicios debido a Fallo de Software en el CME....                  | 114 |
| Tabla XLII. Disponibilidad. Fallos de Servicios debido a Fallo de Software en el Elastix                 | 114 |
| Tabla XLIII. Disponibilidad. Fallos de Servicios debido a Ataques al Software en CME..                   | 116 |
| Tabla XLIV. Disponibilidad. Fallos de Servicios debido a Ataques al Software en Elastix .....            | 116 |
| Tabla XLV. Disponibilidad. Fallos de los Servicios debido a la red de interconexión en el CME. ....      | 118 |
| Tabla XLVI. Disponibilidad. Fallos de los Servicios debido a la red de interconexión en el Elastix. .... | 118 |

|  |     |
|--|-----|
| Tabla XLVII. <b>Disponibilidad. Falla de los servicios debido a falla en Hw del servidor CME.</b><br>.....       | 120 |
| Tabla XLVIII. <b>Disponibilidad. Falla de los servicios debido a falla en Hw del servidor<br/>Elastix.</b> ..... | 120 |
| Tabla XLIX. <b>Resumen de Datos del Cuadro de Disponibilidad</b> .....   | 123 |
| Tabla L. <b>Frecuencias Observadas según el cuadro de Disponibilidad</b> .....                                   | 123 |
| Tabla LI. <b>Frecuencias Esperadas según fórmula Fe.</b> .....   | 124 |
| Tabla LII. <b>Cálculo de <math>X^2</math></b> .....  | 124 |

## LISTADO DE FIGURAS

|   |    |
|---|----|
| Figura 1. Prototipo del ambiente de pruebas para la integración de CCME & Asterisk.....   | 24 |
| Figura 2. Protocolos involucrados en una llamada SIP. El caso de IAX es muy similar. .... | 32 |
| Figura 3. – Arquitectura de Protocolo SIP .....   | 36 |
| Figura 4. –Sip Proxy Server .....   | 37 |
| Figura 5. –Registrar Server .....   | 38 |
| Figura 6. – Redirect Server .....   | 38 |
| Figura 7. –Estructura de los mensajes SIP .....   | 39 |
| Figura 8. –Mensajes SIP desde una troncal hacia la PSTN-Invitación.....                   | 39 |
| Figura 9. –Mensajes SIP desde una troncal hacia la PSTN-Respuesta.....                    | 41 |
| Figura 10. – Mensajes SIP .....   | 42 |
| Figura 11. – Transacciones SIP .....  | 43 |
| Figura 12. – Registro.....  | 44 |
| Figura 13. – <b>Invitación a una sesión SIP</b> .....                                     | 45 |
| Figura 14. – <b>Terminación de una sesión SIP</b> .....                                   | 45 |
| Figura 15. – <b>Registro de Ruta</b> .....  | 46 |
| Figura 16. – <b>Arquitectura de Asterisk</b> .....  | 68 |
| Figura 17. – <b>Escenario 1- CME</b> .....  | 90 |

|  |     |
|--|-----|
| Figura 18. – <b>Escenario 2- ELASTIX</b> .....   | 90  |
| Figura 19. – <b>Escenario 3 CME-ELASTIX</b> .....  | 91  |
| Figura 20. – <b>Tiempo Promedio de Conexión de Llamadas en ms</b> .....                                      | 93  |
| Figura 21.- <b>Producto Interno Bruto-Tasa de crecimiento real</b> .....                                     | 95  |
| Figura 22.- <b>Gráfico de Resultados Calidad de Audio</b> .....  | 102 |
| Figura 23. –. <b>ARQUITECTURA DE ALTA DISPONIBILIDAD</b> .....   | 103 |
| Figura 24.- <b>Disponibilidad. Reconfiguración de Servicios en CME.</b> .....                                | 105 |
| Figura 25. –.- <b>Disponibilidad. Reconfiguración de Servicios en Elastix</b> .....                          | 107 |
| Figura 26.- <b>Disponibilidad del Mantenimiento de servicios. Actualización Software en Elastix</b> .....    | 108 |
| Figura 27.- <b>Disponibilidad del Mantenimiento de servicios. Actualización Software en CME.</b> .....       | 109 |
| Figura 28. – <b>Disponibilidad. Fallos de Datos erróneos en servidores de telefonía CME</b>                  | 110 |
| Figura 29. – <b>Disponibilidad. Fallos de Datos erróneos en servidores de telefonía Elastix</b> .....        | 111 |
| Figura 30. – <b>Disponibilidad. Fallos de Datos. Error humano, mala configuración servidor CME</b> .....     | 112 |
| Figura 31. – <b>Disponibilidad. Fallos de Datos. Error humano, mala configuración servidor Elastix</b> ..... | 113 |
| Figura 32. – <b>Disponibilidad. Fallos de Servicios debido a Fallo de Software en el CME.</b>                | 114 |

|  |     |
|--|-----|
| Figura 33. – Disponibilidad. Fallos de Servicios debido a Fallo de Software en el Elastix<br>.....           | 115 |
| Figura 34. – Disponibilidad. Fallos de Servicios debido a Ataques al Software en CME.                        | 116 |
| Figura 35. – Disponibilidad. Fallos de Servicios debido a Ataques al Software en CME.                        | 117 |
| Figura 36. – Disponibilidad. Fallos de los Servicios debido a la red de interconexión en el<br>CME. ....     | 118 |
| Figura 37. – Disponibilidad. Fallos de los Servicios debido a la red de interconexión en el<br>Elastix. .... | 119 |
| Figura 38. – Disponibilidad. Falla de los servicios debido a falla en Hw del servidor CME.<br>.....          | 120 |
| Figura 39. – Disponibilidad. Falla de los servicios debido a falla en Hw del servidor Elastix.<br>.....      | 121 |
| Figura 40. – Gráfico de la Función $X^2$ de Chi Cuadrado.....  | 125 |



## **AGRADECIMIENTO**

A mi querida madre por ser el apoyo de toda mi existencia.

A los Ingenieros: Danilo Pástor, Glorita Arcos y Diego Ávila, por su invaluable guía para la realización de este proyecto.

A mis amigos y compañeros de trabajo por el apoyo incondicional brindado.

## **DEDICATORIA**

Este trabajo de postgrado lo dedico a mi esposo e hijos: Gabrielito y Luisito, por llenar cada instante de mi vida con su ternura y amor. Y ser el motor que mueve mi vida.

## RESUMEN

Para la realización de la PROPUESTA DE INTEGRACIÓN DE SOLUCIONES EMPRESARIALES VOIP CON SOFTWARE LIBRE se realizó un estudio previo de la voip en cisco y elastix para poder integrarlas trabajando en conjunto y compartiendo servicios, a través de la configuración de una troncal sip. La metodología aplicada es la experimental, realicé un ambiente pruebas con tres escenarios, se instaló y configuró Cme 3.3 en un router 2811 y elastix 2.2 en una pc. Ya en el ambiente de pruebas se pudieron realizar llamadas a lo interno de las centrales telefónicas Call Manager Express ó Elastix y entre ellas, comprobando la interoperabilidad de las llamadas y demostrándose que existe una comunicación full dúplex entre tecnologías. Se utilizó equipos cisco: un router 2811, dos switch 2960, tres teléfonos ip cisco 7912 y una pc portátil AMD Athlon X2 Dual core QL-66, con 2.20 Ghz y 4 Gb en Ram; y 3 softphone xlite versión 4.0. Como herramienta de análisis se utilizó el analizador de protocolos de red wireshark versión 1.6.5

Los resultados obtenidos en la investigación determinan que la arquitectura que usan las centrales telefónicas para realizar la comunicación voip es transparente al usuario debido al Tiempo Promedio de Conexión de Llamadas, pues éstas oscilan entre 6 y 7 ms. La Escalabilidad de Elastix, es de hasta 500 extensiones voip; CME soporta 180 mientras que juntas Elastix y CME soportan 680, cubriendo los requerimientos de crecimiento en 10 años para empresas pequeñas, medianas y grandes. El Grado de Coexistencia ó integración se mide de acuerdo al funcionamiento de dos centrales telefónicas CME y Elastix compartiendo el 50 % de los servicios implementados. La Claridad de las Llamadas mediante la metodología de evaluación subjetiva MOS (Mean Opinión Score), determinó que la calidad de audio en las llamadas telefónicas es excelente, correspondiendo al 92 %, indicando satisfacción en el usuario del servicio telefónico voip.

Se concluye que las caídas del sistema se presentan por Mantenimiento ó fallos de servicios. Para ambos casos la disponibilidad mejora cuando se realizan en ambientes compartidos CME – Elastix que trabajando cada tecnología por separado. Cuando el servicio de voip se detiene por ataques al software, no hay mejora en la disponibilidad, pues las centrales se recuperan en el mismo tiempo trabajando solas o en conjunto.

Se recomienda utilizar el análisis estadístico para la comprobación de la hipótesis planteada; el método utilizado en este estudio es chi cuadrado, obteniéndose un valor de  $X^2$  del 303,37; que es muy superior al de la tabla de distribución que es de 7,815. Por lo que el valor de  $x$  cuadrada está en la zona de rechazo de la hipótesis nula, aceptándose la hipótesis de investigación.

## SUMMARY

To carry out the proposed integration of VOIP BUSINESS SOLUTIONS WITH FREE SOFTWARE conducted a preliminary study of the elastix voip in cisco and to integrate them working together and sharing services, through setting up a sip trunk. The experimental methodology is, I did a test environment with three scenarios, was installed and configured a router Cme 3.3 in 2811 and elastix 2.2 on a PC. Already in the test environment is able to make calls to internal telephone exchanges or Elastix Call Manager Express and among them, testing the interoperability of calls and demonstrating a full duplex communication between technologies. Cisco equipment was used: a router 2811, two 2960 switch, cisco 7912 ip three telephones and a laptop PC AMD Athlon X2 QL-66 Dual core with 2.20 GHz and 4 Gb Ram, and 3 xlite softphone version 4.0. As an analysis tool was used network protocol analyzer wireshark version 1.6.5

The results obtained in the investigation determined that the architecture used by call centers for voip communication is transparent to the user because of the connection average time calls, since they range from 6 to 7 ms. The scalability of Elastix, is up to 500 extensions voip, CME supports 180 while Elastix and CME boards support 680, covering the requirements of growth in 10 years to small, medium and large. The degree of coexistence or integration is measured according to the operation of two Elastix PBX CME and sharing 50% of deployed services. Clarity of calls by subjective evaluation methodology MOS (Mean Opinion Score), determined that the audio quality on phone calls is excellent, corresponding to 92%, indicating user satisfaction voip phone service.

We conclude that the present system crashes or failures for maintenance services. For both cases the availability improvement when performed in shared environments CME - Elastix working each technology separately. When the voip service attack is stopped by software, no improvement in availability, as plants are recovered in the same time working alone or together. We recommend using the statistical analysis for testing the hypothesis, the method used in this study is chi square, obtaining a value of  $X^2$  303.37, which is much higher than the distribution table is 7.815 . For what value of x squared is in the rejection of the null hypothesis, accepting the research hypothesis.

# CAPITULO I

## MARCO REFERENCIAL

### 1.1 Planteamiento del problema

La Voz sobre IP (Voice over IP, VoIP) es una tecnología usada para transmitir conversaciones de voz sobre una red de datos usando el protocolo IP (Internet Protocol).

La telefonía IP es considerada una típica aplicación de VoIP y tiene como meta intentar proveer las mismas características y calidad que la telefonía tradicional (PSTN). Además el término Telefonía por Internet (Internet Telephony) es regularmente usado como equivalente a telefonía IP pero que utiliza la Internet como red de datos.

La telefonía sobre IP abre un espacio muy importante dentro del universo que es Internet. Es la posibilidad de estar comunicados a costos más bajos dentro de las empresas y fuera de ellas, es la puerta de entrada de nuevos servicios apenas imaginados y es la forma de combinar una página de presentación de Web con la atención en vivo y en directo desde un call center, entre muchas otras prestaciones.

Después de haber constatado que desde un PC con elementos multimedia, es posible realizar llamadas telefónicas a través de Internet, podemos pensar si en una empresa se dispone de una red de datos que tenga un ancho de banda bastante grande, también se puede pensar en la utilización de esta red para el tráfico de voz entre las distintas redes de la empresa.

Todos estos antecedentes previos, ayudarán a comprender mejor la necesidad de las empresas, operadores y usuarios en general, de contar en el actualidad con soluciones de telefonía estándares, económicas, flexibles, abiertas y escalables y que permitan la interoperabilidad entre fabricantes y también facilitar el desarrollo de nuevos servicios.

VoIP es una tecnología que aún no tiene un estándar universal, por lo que en ausencia de estándares globales, los fabricantes han privilegiado el uso de protocolos propietarios que ha hecho difícil la interoperabilidad e integración entre dispositivos. Sin embargo, a pesar de ello

con el tiempo se ha extendido la utilización de cuatro protocolos estándares de señalización: H.323, SIP, Megaco (H.248) y MGCP, siendo los dos primeros los más utilizados en la actualidad.

La creciente utilización de SIP como plataforma de VoIP se ha debido también al desarrollo de herramientas de software libre que han favorecido grandemente su difusión. Herramientas como Asterisk y SER (SIP Express Router) permiten implementar una completa plataforma de VoIP basada en SIP, a un costo muy inferior comparado con tener que comprar una PABX-IP, que por lo general presenta características propietarias, un nivel de escalamiento costoso y limitaciones en la integración con los nuevos desarrollos de SIP.

El uso de plataformas de software libre como Linux, ha hecho que muchos desarrollos de SIP se hayan masificado. Las tecnologías de código abierto promueven la competitividad y por lo tanto favorece la generación de productos de mejor calidad. Estas tecnologías surgieron hace solo pocos años, en respuesta por ejemplo a los sistemas operativos existentes que eran muy restrictivos en configuración y de elevados costes de licenciamiento. En el mundo telefónico la situación ha sido similar. El monopolio lo continúan teniendo las plataforma propietarias y que solo interoperan con toda su potencialidad dentro de un esquema de equipos de un solo fabricante. Esto ha ido cambiando paulatinamente con la irrupción de SIP y los sistemas de código abierto.

Dentro de las principales ventajas del software libre aplicados a las soluciones de VoIP se destacan las siguientes: Independencia del proveedor, ya que se dispone del código fuente del programa. Garantía de continuidad de operación, ya que facilita el poder continuar utilizándolo después de que haya desaparecido la empresa o el grupo usuario que lo elaboró.

Todas las mejoras que se realicen no tienen restricciones. Su proceso de corrección de errores es muy dinámico, ya que los usuarios del programa están en cualquier parte del mundo; gracias a que disponen del código fuente del programa, pueden detectar los posibles errores, corregirlos y contribuir así con las mejoras.

Finalmente respecto a la seguridad y privacidad, el código fuente se puede auditar y verificar, de esta manera hay más dificultad para introducir código malicioso, entre otros problemas de seguridad.

Las empresas propietarias trabajan con sus propios equipos, en el marco del uso de teléfonos, equipos de conectividad y software que garantice la comunicación, de la marca que se usa,

como por ejemplo cisco que es la marca propietaria más difundida en el mundo de las redes. Al avanzar las tecnologías y el crecimiento de soluciones libres de voip como asterisk; cisco abre la posibilidad de utilizar nuevos protocolos entre ellos SIP, que es el protocolo que emplearé para una comunicación entre estas dos tecnologías y estudiar la posibilidad de la coexistencia entre ellas y una paulatina migración.

## **1.2 Justificación**

Hoy en día las empresas están migrando su tecnología de comunicación telefónica a las basadas en VoIP debido principalmente a la disminución de costos en las llamadas, al eliminar: cargos de interconexión entre operadores e implementación de infraestructuras; además optimiza el uso de ancho de banda y presenta mejores oportunidades para ofrecer nuevos servicios e integración en una sola red (voz/dato).

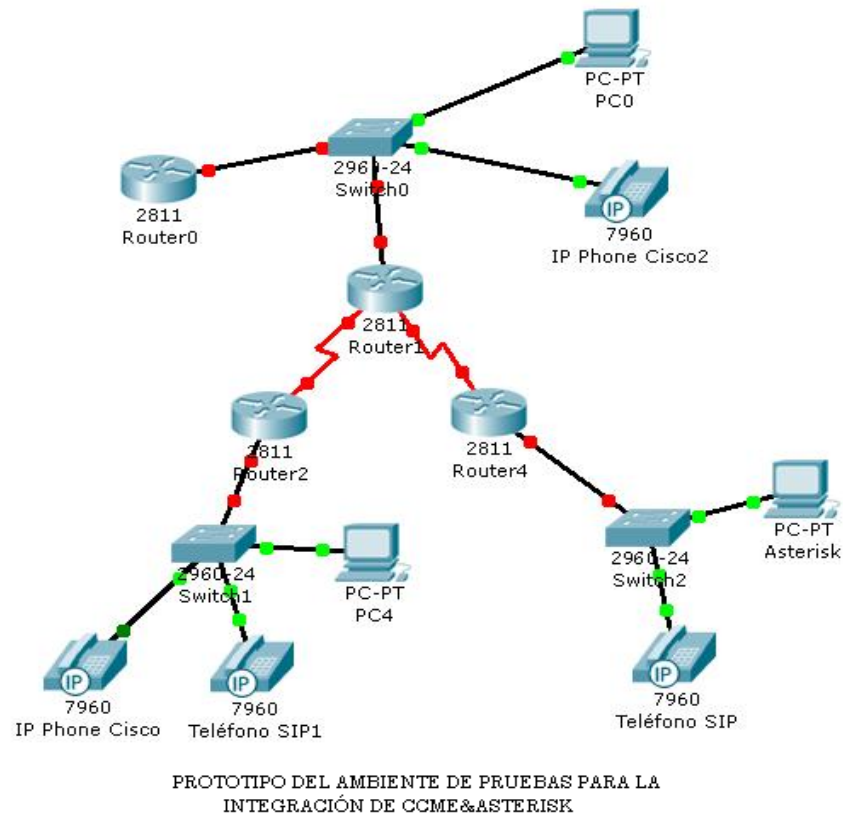
Al utilizar una red para transmitir tanto voz como datos se obtiene un potencial ahorro de costos de comunicaciones, pues, las llamadas entre las distintas delegaciones de una organización están incorporadas en el costo de mantener una red de computadores activa. Además tenemos integración de servicios y unificación de estructura.

La red IP implementada por la propia organización, le permite tener bajo su control prácticamente todos los parámetros de la red, por lo que resulta ideal para su uso en el transporte de voz.

Por ello es importante implementar en las empresas: un sistema de respaldo que garantice el permanente funcionamiento de telefonía ip, esto se lograría con la integración de Asterisk con Cisco mediante el uso del protocolo SIP, solución que ampliará la cobertura y desahogará el tráfico de la centralita; esto ahorraría la compra de una centralita más grande.

Asterisk provee características que por si solo el Call Manager no poseería, permite además una migración gradual de una PBX de código cerrado a PBX de código abierto. La propuesta, se basa en un ambiente de pruebas; con los equipos de la Academia Cisco - Epoch en los que se incluye routers cisco 2800, switch 2960, teléfonos ip, un servidor Asterisk.

Un esquema tentativo, es el siguiente:



**Figura 1.** Prototipo del ambiente de pruebas para la integración de CCME & Asterisk.

## 1.3 Objetivos

### 1.3.1 Objetivo General

Realizar una propuesta de integración de Soluciones Empresariales Voip con Software libre.

### 1.3.2 Objetivos Específicos

- Estudiar la implementación de Asterisk y del sistema de telefonía ip con CISCO CALL MANAGER EXPRESS.
- Integrar Asterisk con CISCO CALL MANAGER EXPRESS.
- Desarrollar una guía de referencia para integrar soluciones empresariales de Voip.



- Realizar un ambiente de pruebas para evaluar la guía de referencia para integrar soluciones empresariales.

## **1.4 Hipótesis**

La Integración del Cisco Call Manager Express con Asterisk mejora la disponibilidad de los servicios de telefonía IP.

# CAPÍTULO II

## MARCO TEÓRICO

### 2.1 Introducción a la VoIP

VOIP es un estándar de la ITU (International Telecommunications Union), creado en 1996 con el objeto de proporcionar una base desde la cual los desarrolladores puedan evolucionar en conjunto. El concepto de Telefonía IP, sinónimo de VOIP, es la implementación y utilización de la misma.

La telefonía IP conjuga dos mundos históricamente separados: la transmisión de voz y la de datos. Se trata de transportar la voz previamente convertida a datos, entre dos puntos distantes, lo cual posibilitaría utilizar las redes de datos para efectuar las llamadas telefónicas

La VoIP es parte de las redes convergentes que se encargan de cursar todo tipo de comunicación, ya sea voz, datos, video o cualquier tipo de información. No es en sí mismo un servicio sino una tecnología que permite encapsular la voz en paquetes para poder ser transportados sobre redes de datos.

La VoIP no tiene la necesidad de disponer de los circuitos conmutados convencionales conocida como la PSTN, que son redes desarrolladas a lo largo de los años para transmitir las señales vocales. La PSTN se basaba en el concepto de conmutación de circuitos, es decir, la realización de una comunicación requería el establecimiento de un circuito físico durante el tiempo que dura ésta. En cambio, la telefonía IP no utiliza circuitos físicos para la conversación, sino que envía múltiples conversaciones a través del mismo canal (circuito virtual) codificadas en paquetes y en flujos independientes.

Cuando se produce un silencio en una conversación, los paquetes de datos de otras conversaciones pueden ser transmitidos por la red, lo que implica un uso más eficiente de la misma.

Son evidentes las ventajas que proporciona las redes VoIP, con la misma infraestructura podrían prestar más servicios y además la calidad y la velocidad serían mayores; sin embargo,

también existe la gran desventaja de la seguridad, pues no es posible determinar la duración del paquete dentro de la red hasta que este llegue a su destino.

## **2.2 Ventajas de la VoIP**

La telefonía IP dentro de sus aplicaciones está la de proveer comunicación integral para pequeñas, medianas y grandes empresas. La telefonía IP permite:

- Usar infraestructura ya existente.
- Mejorar el control y calidad en la comunicación.
- Combinar y adaptar a nuevas tecnologías.
- Reducir el costo absoluto para el usuario final.
- Accesibilidad y libertad de desarrollo a nivel global (software libre).
- Posibilidad de Reciclaje de la infraestructura actual.
- Video Conferencia de mejor calidad.
- Mejorar la gestión de llamadas.
- Facilitar la implementación de llamadas internacionales.
- Interconexión con centrales analógicas de vieja generación.
- Acoplarse con redes telefónicas tanto analógicas como digitales

## **2.3 Cronología de la VoIP**

*1995: Inicio de la Voz IP*

La VOIP empieza con pequeñas aplicaciones gratuitas y de código abierto a raíz de la posibilidad de enviar pequeños fragmentos de voz codificados.

*1996: Aparecen nuevos protocolos de comunicación*

Con aplicaciones como NetMeeting, ICQ y muchos más, aparecen protocolos de comunicación como H323, SIP, etc.

*1997: Aparecen los primeros PBX*

El protocolo H323 se hace el dueño de la Voip ofreciendo voz y video aunque con mala calidad debido a que ocupa gran ancho de banda y este es aún limitado y caro.

### *1998-1999: La revolución de la banda ancha*

Las conexiones de banda ancha empiezan a proliferar y la Voip se mantiene estable y empiezan a nacer empresas que ven la telefonía IP como el futuro de las comunicaciones.

### *1998-1999: Protocolo SIP*

También aparece el protocolo SIP y comienza Asterisk de la mano de Mark Spencer.

### *2000: La revolución llega a la Voz sobre IP*

Asterisk comienza como un software abierto y con gran número de seguidores y apoyo. Las empresas aún no confían de este software y continúan usando hardware propietario.

### *2001-2005: Asterisk se afianza como símbolo de Voip*

Asterisk gana más y más adeptos. La empresa "Linux-support" se convierte en Digium especializada en la venta de hardware específico para asterisk.

### *2005-nuestro días*

Nacen los softwares que facilitan la configuración de centrales telefónicas basadas en Asterisk, como es el caso de Elastix.

## **2.4 Requisitos de voz en una red IP**

- a) Determinar con exactitud la cantidad de ancho de banda actual.
- b) Cuánto ancho de banda se requerirá para las conversaciones de VOIP.
- c) Cuánto ancho de banda se debe dejar para un futuro escalamiento.
- d) Capacidad de implementar QoS y priorizar el tráfico de voz.
- e) Buen cableado estructurado de red
- f) Valores aceptables de latencia y pérdida de paquetes.
- g) Buen esquema de direccionamiento ip.

## **2.5 Clasificación de los protocolos VoIP**

Hay muchos protocolos involucrados en la transmisión de voz sobre IP, además de los protocolos de transporte como TCP o UDP, se colocan los protocolos de señalización de voz.

Los clasificamos en tres grupos:

*a. Protocolos de señalización*

Los protocolos de señalización en VoIP cumplen funciones similares a sus homólogos en la telefonía tradicional, es decir tareas de establecimiento de sesión, control del progreso de la llamada, entre otras. Se encuentran en la capa 5 del modelo OSI, es decir en la capa de Sesión.

Existen algunos protocolos de señalización, que han sido desarrollados por diferentes fabricantes u organismos como la ITU o el IETF, y que se encuentran soportados por Asterisk.

Algunos son:

- SIP
- IAX
- H.323
- MGCP
- SCCP

Entre estos los más populares en el ámbito de Asterisk son SIP e IAX.

Cada protocolo propone formas distintas de establecer y controlar comunicaciones de voz sobre redes IP. Para realizar una llamada se debe informar al terminal llamado que deseo establecer una comunicación de voz. Luego el terminal llamado responderá de alguna forma, aceptando o rechazando dicha comunicación. A este tipo de intercambio de información se le suele llamar *señalización de llamada (call signalling)*.

Por tratarse de una comunicación de voz sobre una red IP, la voz se transmite codificada en paquetes. Existen una gran variedad de codificadores y hoy en día los más utilizados son G.729, G.711, GSM, entre otros. Además en la mayoría de los casos la voz se transporta sobre segmentos UDP, lo que hace necesario la negociación de los puertos UDP donde el receptor espera recibir el audio. Debido a esto, es necesario intercambiar mensajes donde se negocien estas cuestiones y otras más específicas de cada protocolo. Para el intercambio de este tipo de información se definen los *protocolos de control de señalización de llamada (Call control signaling)*

Una vez establecida la comunicación, se debe enviar el audio codificado en paquetes IP.

Las redes IP suelen tener variaciones de retardo altos respecto a las redes de telefonía tradicionales ya que no fueron diseñadas para el transporte de voz. Y además, por ser una red de datagramas, los paquetes de voz podrían llegar desordenados. Debido a estas características de la red IP, se necesita empaquetar la información de voz sobre algún protocolo que minimice o controle estos efectos.

A éstos protocolos se los denomina protocolos de transporte de “media” (media transport protocols). Estos protocolos están asociados con los protocolos de control de transporte de “media” (media transport control protocols) cuya función es la de enviar entre los terminales intervinientes en la comunicación estadísticas sobre jitter, paquetes enviados, paquetes recibidos, paquetes perdidos, etc. La RFC3550 define el protocolo RTP y RTCP que son hoy en día los más utilizados para el transporte y control de la “media”.

Cuando la red empieza a crecer y ya no son solo terminales los que se quieren comunicar sino que también gateways para interconectarse con la red de telefonía pública tradicional, se hace necesario centralizar cierto tipo de información para que la red sea escalable. Para lograr esto se coloca un dispositivo de control que posee la inteligencia de la red, es decir, capacidades de ruteo, transcoding de señalización y localización de dispositivos entre otras funciones. A éste dispositivo se lo suele denominar softswitch.

Como consecuencia se hace necesaria la comunicación entre gateways o terminales y el dispositivo de control, el softswitch. A este tipo de comunicación le llamaremos protocolos de registración y control. Cabe destacar que esta clasificación es un poco ambigua ya que a veces la definición de los protocolos de registración y control está embebida como parámetros dentro de los protocolos de señalización de llamadas.

Las principales entidades que definen las normas o protocolos de VoIP que hoy se utilizan son la IETF por medio de las RFCs y la ITU-T. En la siguiente tabla se muestra la clasificación:

**Tabla I.** Protocolos de Señalización según la IETF y la ITU-T

|   | <b>SIP</b>    | <b>H.323</b> | <b>MeGaCo/<br/>H.248</b> | <b>MGCP</b>         |
|---|---------------|--------------|--------------------------|---------------------|
|   | <i>IETF</i>   | <i>ITU-T</i> | <i>IETF/ITU-T</i>        | <i>IETF</i>         |
| <b>Señalización de llamada</b>            | SIP           | H.225/Q.931  | MeGaCo                   | MGCP                |
| <b>Control de Señalización de llamada</b> | SDP           | H.245        | SDP                      | SDP                 |
| <b>Registración y control</b>             | SIP           | H.225/RAS    | MeGaCo                   | MGCP                |
| <b>Tranporte de audio</b>                 | RTP           | RTP          | RTP                      | RTP                 |
| <b>Control de transporte de audio</b>     | RTCP          | RTCP         | RTCP                     | RTCP                |
| <b>SoftSwitch</b>                         | SIP<br>server | Gatekeeper   | Call<br>Agent<br>MGC     | Call Agent<br>o MGC |

Fuente: <http://comunicaciones2.atspace.com/apli3.htm>

Tanto RTP, como RTCP, como SDP, están definidos por la IETF. Se han colocado en la tabla los cuatro protocolos más utilizados al día de hoy: SIP, H.323, MEGACO/H.248 y MGCP. Nótese un concepto importante, el transporte del audio se hace siempre por RTP independientemente de la señalización utilizada.

*b. Protocolos de transporte de voz*

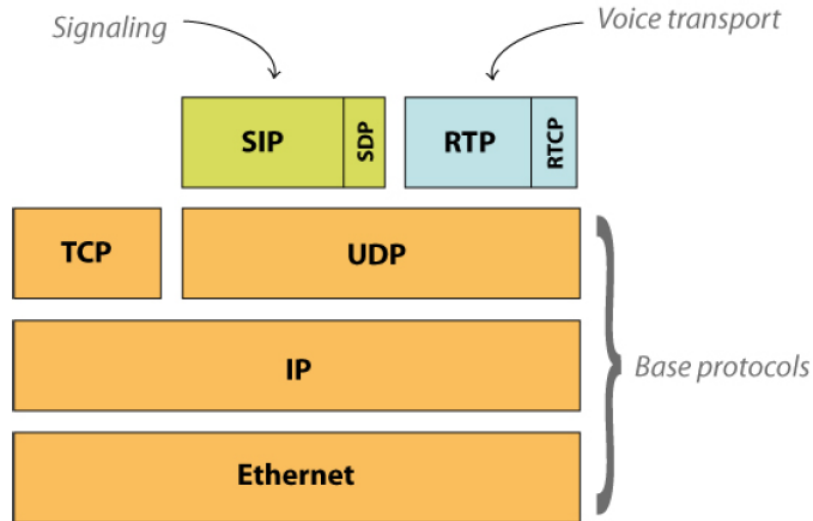
No se debe confundir aquí con protocolos de transporte de bajo nivel como TCP y UDP.

Nos referimos aquí al protocolo que transporta la voz propiamente dicha o lo que comúnmente se denomina carga útil. Este protocolo se llama RTP (Real-time Transport Protocol) y su función es simple: transportar la voz con el menor retraso posible.

Este protocolo entra a funcionar una vez que el protocolo de señalización ha establecido la llamada entre los participantes.

*c. Protocolos de plataforma IP*

En esta categoría agruparemos a los protocolos básicos en redes IP y que forman la base sobre la cual se añaden los protocolos de voz anteriores. En estos protocolos podríamos mencionar a Ethernet, IP, TCP y UDP.



**Figura 2.** Protocolos involucrados en una llamada SIP. El caso de IAX es muy similar.

En la figura anterior podemos observar que pese a que SIP soporta tanto UDP como TCP, debido a la implementación de Asterisk, SIP solo está disponible para UDP.

### 2.5.1 Protocolo IP

Uno de los más populares, principalmente por el auge del Internet: La gran red de redes, que utiliza este protocolo para su enrutamiento. El Internet tuvo su origen en la década del 60 como un proyecto del Departamento de Defensa de los Estados Unidos con el objetivo de crear una red robusta que conectara algunos organismos públicos con universidades. La idea de la red, que originalmente se llamó ARPANet, era que si alguno de los nodos quedaba fuera de funcionamiento esto no perjudicara significativamente a la red. Para esto se ideó una red descentralizada que pudiera manejar más de un camino entre dos de sus puntos.

El protocolo IP (Internet Protocol) es un protocolo que trabaja a nivel de red donde la información se envía en paquetes llamados paquetes IP. Este protocolo ofrece un servicio “sin garantías” también llamado “best effort” o del “mejor esfuerzo”. Es decir que nada garantiza que los paquetes lleguen a destino, sin embargo se hará lo posible por hacerlos llegar.



### **2.5.1.1 Protocolo de transporte**

#### TCP

El protocolo IP no garantiza que los datos lleguen a destino solo hace su mejor esfuerzo para que lleguen, por lo tanto era necesario un protocolo que se encargue de controlar la transmisión de datos y por esta razón se diseñó lo que se llama Transmission Control Protocol o TCP es un protocolo de transporte que se transmite sobre IP. TCP controla que los datos transmitidos se encuentren libres de errores y sean recibidos por las aplicaciones en el mismo orden en que fueron enviados. Si se pierden datos en el camino introduce mecanismos para que estos datos sean reenviados.

Obviamente esto implica una carga extra de información en el flujo de datos ya que hay que enviar información de control adicional. Es por esto que TCP es un buen protocolo para control de sesiones pero no tan bueno para transmisión de datos en tiempo real. Por esta razón la voz en sí no se envía usando este protocolo. Sin embargo TCP juega un rol muy importante en muchos protocolos relacionados con un servidor Elastix.

TCP es quien introduce el concepto de “puerto” que no es otra cosa que una *abstracción para poder relacionar los flujos de datos con servicios de red específicos* (o protocolos de más alto nivel). Por ejemplo, el puerto 80 se asocia con el servicio de Web o el protocolo HTTP; el puerto 25 se asocia con el servicio de correo electrónico o protocolo SMTP.

#### **2.5.1.2 UDP**

UDP divide la información en paquetes, también llamados datagramas, para ser transportados dentro de los paquetes IP a su destino.

Al no ser necesario incluir mucha información de control, el protocolo *UDP reduce la cantidad de información extra en los paquetes* por lo que es un protocolo más rápido que TCP y adecuado para transmisión de información que debe ser transmitida en tiempo real como la voz. Es por esta razón que la voz en aplicaciones de VoIP es transmitida sobre este protocolo.

## 2.6 SIP

### 2.6.1 Descripción y características generales del protocolo SIP

SIP es un protocolo de la capa de Aplicación del Stack de Protocolos TCP/IP. Está relacionado estrechamente con el Protocolo SDP y coexiste junto con otros protocolos del mismo nivel y funciones, como son: Megaco y H323.

El protocolo SIP es un protocolo de señalización para VoIP. Sus principales funciones son:

- Establecer, modificar y finalizar sesiones entre dos o más participantes.
- Registro y localización de participantes. Movilidad.
- Gestión del conjunto de participantes y de los componentes del sistema.
- Descripción de características de las sesiones y negociación de capacidades de los participantes.

Algunas de sus características son:

- Basado en Texto
- Sintaxis similar a HTTP o SMTP.
- Uso de URIs (con esquemas sip, sips y tel).
- Métodos básicos: INVITE, ACK, BYE, CANCEL, REGISTER, OPTIONS.
- Los mensajes se agrupan en transacciones y llamadas.
- Generalmente, el cuerpo de los mensajes contiene descripciones de sesiones multimedia (SDP).
- Códigos de respuesta similares a los de HTTP. (Ejemplo: 200 – OK)
- Localización basada en DNS.
- Cabeceras como método de ampliación.

El protocolo SIP no es un protocolo de propósito general. Su objetivo es ayudar a establecer y finalizar la comunicación. SIP se ayuda de otros protocolos para lograr una llamada telefónica, una sesión de video conferencia o de Mensajería Instantánea, etc. Los protocolos que apoyan comúnmente a SIP son: SDP y RTP (RTCP). RTP es usado para transportar los datos multimedia en tiempo real mientras que SDP se emplea para describir y codificar las características y capacidades multimedia de los participantes en la sesión.

SIP es un protocolo de señalización orientado a conexiones end-to-end. Esto significa que toda la lógica se encuentra almacenada en los dispositivos finales (salvo el ruteo de mensajes SIP). La ventaja es la escalabilidad que se obtiene pues los servers no son saturados con mensajes SIP. La desventaja de esto es que los encabezados son mucho mayores.

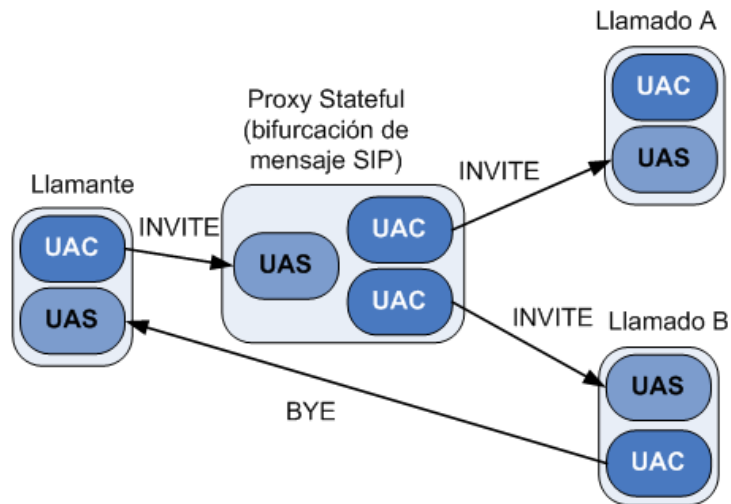
La forma de identificar a una entidad SIP es similar a la empleada para definir una cuenta de correo electrónico. A esta forma se le denomina URI (Uniform Resource Identifier). El URI de SIP es de la forma sip:usuario@dominio, por ejemplo: sip:pumas@voip.unam.mx.

## **2.6.2 Elementos y arquitectura del protocolo SIP**

La configuración mas simple para establecer una sesión SIP es utilizando sólo dos agentes de usuario (UA) conectados uno a otro. Los elementos básicos de un sistema SIP son los UA (Agentes de usuario) y los servidores de Red. Estos últimos pueden ser de diferentes tipos, Proxies, Registrars y Redirect Servers. A menudo estos elementos son sólo entidades lógicas y comúnmente se sitúan en el mismo lugar.

### **2.6.3 User Agent**

El agente de usuario se conforma por el UAS (User Agent Server) y UAC (User Agent Client). Son las entidades finales que usan SIP para contactarse uno con otro y definir las características de la sesión. Se encuentran, por ejemplo, en un softphone, teléfonos celulares (SIP), Hard-IPphones, etc. El UAC es la parte del UA que se encarga de generar peticiones y recibir respuestas a esas peticiones, mientras que el UAS tiene como tarea el recibir peticiones y generar respuestas a las mismas.



**Figura 3.** – Arquitectura de Protocolo SIP

## 2.6.4 SIP Proxy Server

Un SIP Proxy Server es aquel que realiza una petición a nombre de un UA hacia otro Proxy u otro UA. La tarea más importante de un Proxy Server es encaminar las invitaciones de sesión para llevarlas hasta el UA llamado. Una invitación de sesión atravesará comúnmente un conjunto de Proxies hasta encontrar a aquel que conozca la localización exacta del UA buscado. Existen dos tipos de SIP Proxy Servers: stateful y stateless.

- Stateful Proxy – Este tipo de servidor crea un estado de petición y lo mantiene hasta que la transacción finalice.
- Stateless Proxy – Sólo reenvía los mensajes SIP.

Los proxies stateful pueden desempeñar tareas mucho más complejas; por ejemplo hacer retransmisiones como lo sería el caso del servicio “sígueme” ó reemitir un mismo mensaje SIP hacia dos proxies diferentes con el fin de localizar a un usuario en específico.

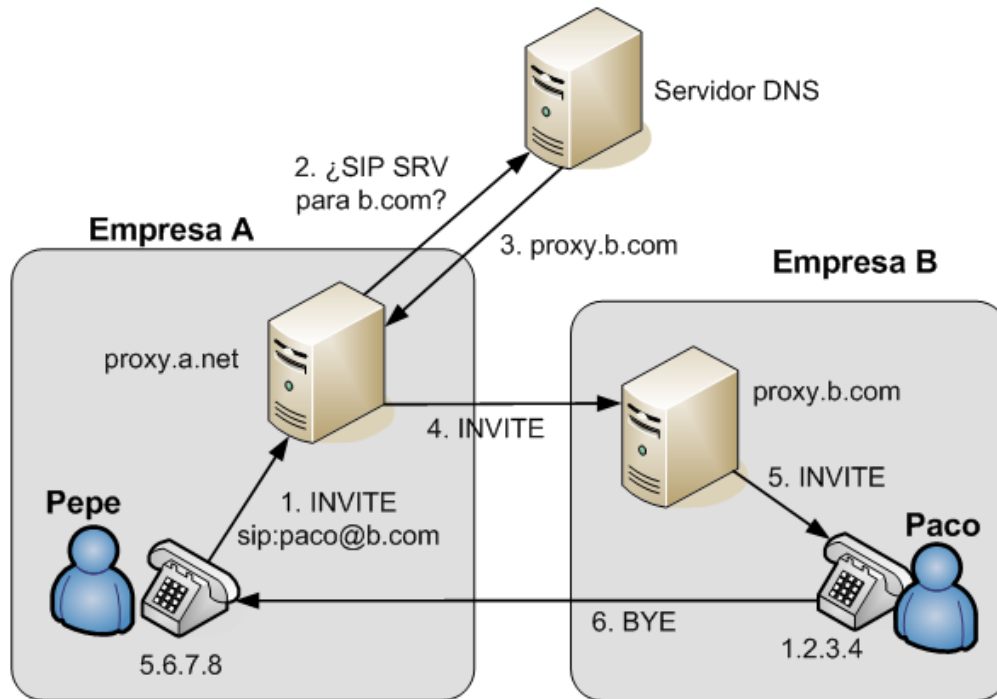
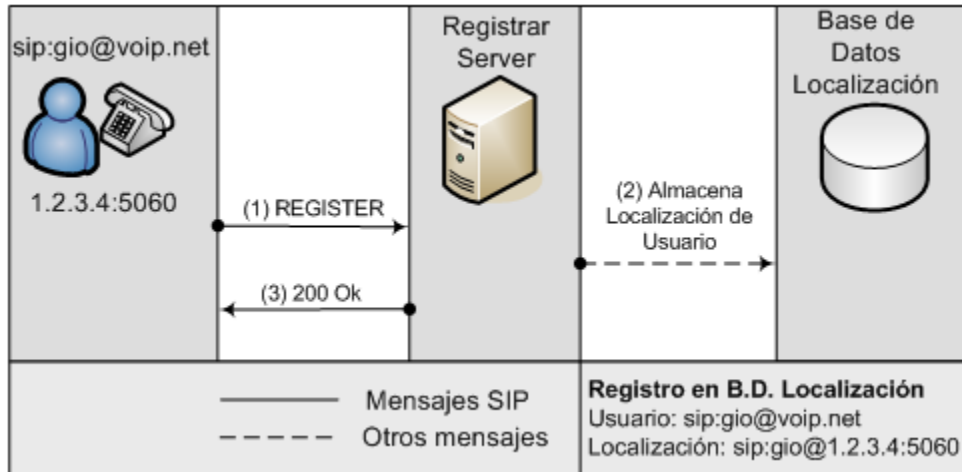


Figura 4. –Sip Proxy Server

## 2.6.5 Registrar Server

Cuando un usuario se conecta a la Red (ejecuta su Softphone en su PC o enciende su IPphone), este envía un mensaje Register hacía su Proxy con el fin de que éste conozca su ubicación. La labor de un registrar Proxy consiste en atender estos mensajes, autenticar y validar la cuenta contra una base de datos interna o externa y “registrar” la localización actual del usuario. Un Registrar Server es comúnmente sólo una entidad lógica y la mayoría de las veces se localiza junto con el Proxy SIP Server.

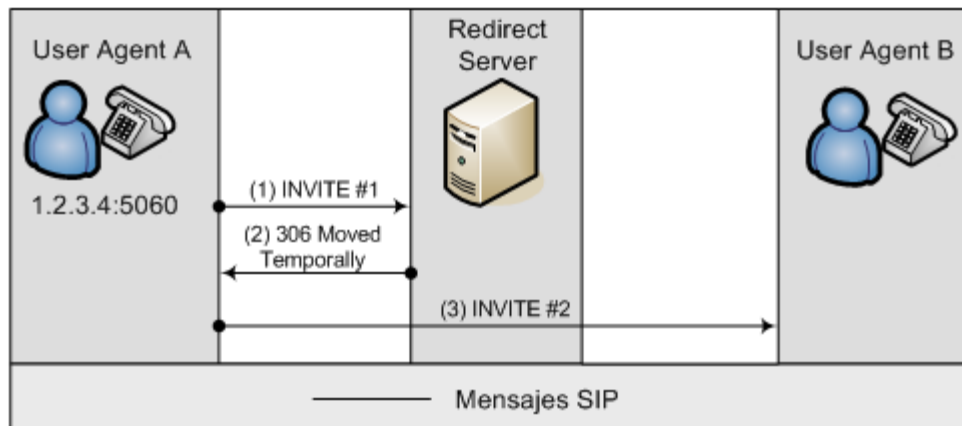


**Figura 5.** –Registrar Server

### 2.6.6 Redirect Server

Entidad que escucha peticiones y regresa (no reenvía mensajes) respuestas que contienen la localización actual de un usuario en particular. Este servidor escucha las peticiones y realiza la búsqueda en la Base de Datos creada por el Registrar Server. Este tipo de Server contesta con mensajes SIP de clase 3XX.

El usuario o Proxy que realizó la petición original extrae la información de la respuesta y envía otra petición directamente al resultado de la búsqueda.



**Figura 6.** – Redirect Server

## 2.6.7 Los mensajes SIP

SIP utiliza una serie de mensajes para “señalizar” las sesiones. El mensaje se conforma de una línea inicial (Start – Line ó Request – Line), el encabezado del mensaje (Message Header) y el cuerpo del mensaje (Message Body).

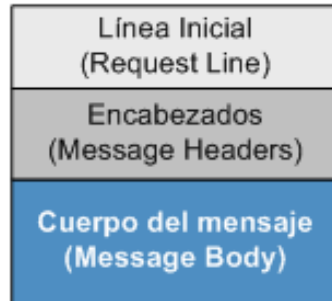


Figura 7. –Estructura de los mensajes SIP

La línea inicial contiene la versión del protocolo SIP, el método y direcciones involucradas en la sesión para las peticiones, mientras que el estado de la sesión para el caso de las respuestas. El encabezado contiene información relacionada con la llamada en forma de texto; por ejemplo: el origen y destino de la petición, el identificador de la llamada, etc. El cuerpo del mensaje o carga útil (payload) lleva información (comúnmente SDP ó ISUP en caso de una troncal hacia la PSTN).

```
Session Initiation Protocol
  Request-Line: INVITE sip:22@192.168.0.121 SIP/2.0
    Method: INVITE
    [Resent Packet: False]
  Message Header
    Via: SIP/2.0/LDP 192.168.0.88:6122;branch=z9hG4bK-d87543-22448d42fd231925-1--d87543-;rport
    Max-Forwards: 70
    Contact: <sip:20210@192.168.0.88:6122>
    To: "22"<sip:22@192.168.0.121>
    From: "Pruebas"<sip:20210@192.168.0.121>;tag=59364467
    Call-ID: YmRjyzzmZDM5YlJmji1Y2F1mzRhZDk4MGNhNTMwMzk.
    CSeq: 1 INVITE
    Allow: INVITE, ACK, CANCEL, OPTIONS, BYE, REFER, NOTIFY, MESSAGE, SUBSCRIBE, INFO
    Content-Type: application/sdp
    User-Agent: X-Lite release 1011s stamp 41150
    Content-Length: 526
  Message body
  Session Description Protocol
```

Figura 8. –Mensajes SIP desde una troncal hacia la PSTN-Invitación

Existen dos tipos básicos de mensajes SIP, peticiones y respuestas. Las peticiones se emplean para iniciar alguna acción o para información. Las respuestas se usan para confirmar que una petición fue recibida y procesada, y contiene el estado del procesamiento.

En el ejemplo mostrado se indica que este mensaje es una petición y corresponde a una invitación para iniciar una sesión (INVITE). Delante de la palabra INVITE se encuentra la SIP URI del siguiente brinco para el mensaje, en esta caso 132.248.214.121. El campo VIA se usa para registrar (grabar) la ruta que ha recorrido la petición o mensaje. En el caso de un mensaje INVITE, éste contendrá sólo un campo VIA, el cual registrará el origen de la petición. Los campos FROM y TO son transparentes por si solos. El campo CALL-ID identifica mensajes que pertenecen a la misma llamada. Así es como el analizador de Red que utilizamos pudo reconocer todos los mensajes correspondientes a esta llamada. Cseq se utiliza para mantener el orden de las peticiones. El campo CONTACT contiene la IP y puerto en dónde el emisor de la petición espera respuesta a su mensaje. Existen otros campos que por el momento no describiremos a detalle. Finalmente el cuerpo del mensaje INVITE contiene una descripción de los medios aceptados por el emisor codificados en SDP.

Otros mensajes de peticiones SIP que debemos considerar son las siguientes:

- ACK – Se usa para pedir la confirmación de que el extremo llamado recibió el INVITE. (3 Way Handshaking)
- BYE – Empleados para finalizar una sesión.
- CANCEL – Para cancelar una sesión que no se ha completado del todo.
- REGISTER – Para que el Proxy conozca la localización actual del emisor del mensaje.

Estas peticiones no contienen por lo general un cuerpo de mensaje porque no lo requieren.

Cuando un Proxy recibe una petición (excepto ACK), este debe dar una respuesta. Un ejemplo se muestra a continuación:



```
Session Initiation Protocol
  Status-Line: SIP/2.0 200 OK
    Status-Code: 200
    [Resent Packet: False]
  Message Header
    Via: SIP/2.0/UDP 192.168.0.88:6122;branch=z9hG4bK-d87543-e44df14b0a14311f-1--d87543-;
      received=192.168.0.88;rport=6122
    From: "Pruebas"<sip:20210@192.168.0.121>;tag=59364467
    To: "22"<sip:22@192.168.0.121>;tag=as483685d8
      Call-ID: YmRjYzZmZDM5YTljMjIY2FimzRhZDk4MGNhNTMwMzk.
    CSeq: 3 BYE
    User-Agent: Asterisk PBX
    Allow: INVITE, ACK, CANCEL, OPTIONS, BYE, REFER, SUBSCRIBE, NOTIFY
    Contact: <sip:22@192.168.0.121>
    Content-Length: 0
```

**Figura 9.** –Mensajes SIP desde una troncal hacia la PSTN-Respuesta

Los mensajes de respuesta son similares a los de peticiones, excepto por la primera línea, la cual contiene la versión del protocolo y el código de la respuesta (ej. 200 = Ok) y una frase que explica, en términos más humanos, la razón de la respuesta. Los códigos de respuesta son enteros entre 100 y 699. El primer dígito indica la clase.

Existen 6 clases de respuestas:

- 1XX Provisionales (Petición fue recibida pero se desconoce aún el resultado del procesamiento). El emisor detiene el envío de retransmisiones después de recibir una respuesta de este tipo. Un ejemplo es el código 180 = ringing ó 100 = trying.
- 2XX Son respuesta finales positivas. La petición fue recibida y procesada exitosamente. Por ejemplo 200 = Ok significa que el extremo llamado aceptó la invitación a la sesión.
- 3XX Son usados para redireccionar llamadas. Dan información acerca de la nueva localización de un usuario ó sobre un Proxy alternativo que pueda resolver satisfactoriamente alguna petición. El emisor del mensaje de petición debe reenviar su petición a otro lado para que su petición sea atendida.
- 4XX son respuestas finales negativas. Falla del lado del emisor, mala sintaxis del mensaje, etc.
- 5XX Falla del lado del servidor. Aparentemente la petición es válida pero el Proxy es incapaz de procesarla. El emisor debe reintentar después.
- 6XX la petición no puede ser atendida en ningún Proxy.

Todo lo mencionado respecto a los mensajes SIP puede resumirse de manera gráfica como sigue:

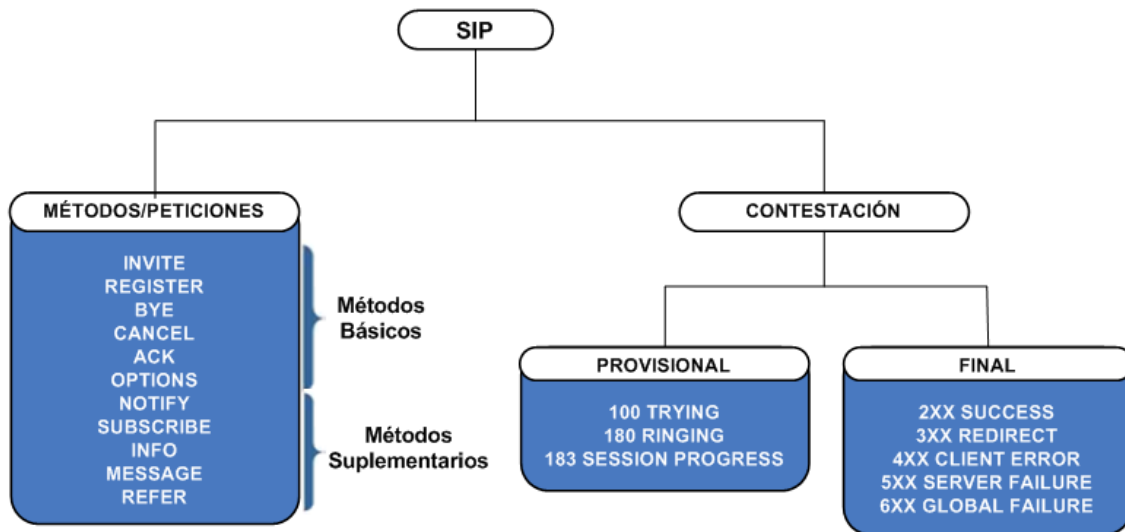


Figura 10. – Mensajes SIP

## 2.6.8 Transacciones SIP

Una transacción SIP es una secuencia de mensajes entre dos elementos de Red. Una transacción corresponde a una petición y todas las respuestas a esa petición. Esto quiere decir que una transacción incluirá cero o mas respuestas provisionales y una o mas respuestas finales (en el caso de un mensaje INVITE, recuerde que este puede ser dividido por un Proxy, por lo tanto tendrá múltiples respuesta finales).

Las entidades SIP que almacenan el estado de las transacciones son denominadas Stateful. Lo hacen por medio del registro de cada transacción a través de un identificador contenido en el encabezado VIA . A continuación se muestra un ejemplo los mensajes que pertenecen a una misma transacción dentro de una conversación SIP.

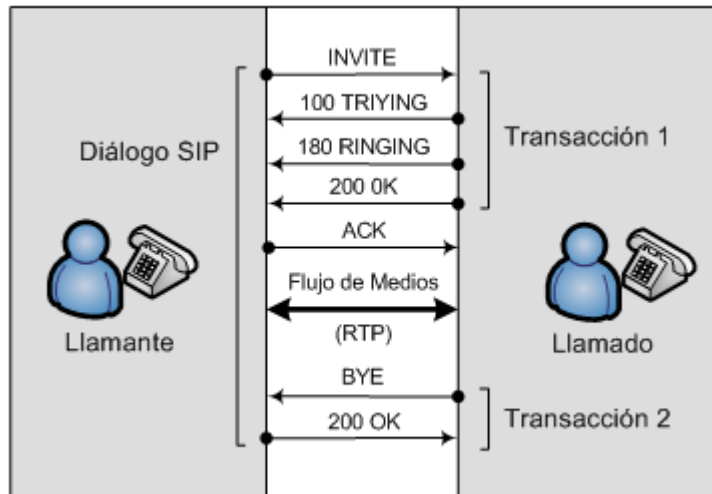


Figura 11. – Transacciones SIP

### 2.6.9 Diálogos SIP

Un diálogo SIP es una conversación peer-to-peer entre dos UA (Agentes de Usuario). Los diálogos son identificados usando los campos Call-ID (Id. De llamada), From (De) y To (Para). Los mensajes con estos campos iguales pertenecerán al mismo diálogo. El campo Cseq, del que hablamos anteriormente, es utilizado para ordenar los mensajes en un diálogo. De hecho el Cseq representa el número de transacción. De forma breve podemos decir que un diálogo es una secuencia de transacciones que pertenecen a la misma sesión (llamada) SIP.

### 2.6.10 Escenarios SIP

Dentro del protocolo SIP existen escenarios básicos que ayudan a entender la manera en que este protocolo opera. a continuación se describe los más importantes y recurrentes.

### 2.6.11 Registro

Para que un usuario pueda hacer y recibir llamadas, este debe registrarse primero ante el Proxy a fin de que éste lo identifique como un usuario válido y conozca su ubicación.

El registro consiste en el envío de mensajes de tipo REGISTER a los cuales el proxy contesta con un 200 "Ok" (Autenticación exitosa) o con un 407 "Proxy Authentication required".

En el último caso el cliente deberá intentar nuevamente el registro, esta vez, con credenciales válidas.

El mensaje 407 contiene una cadena de texto (token), la cual tendrá que ser concatenada con las credenciales del usuario (dominio + login + password + token) y devuelta de forma encriptada (se usa MD5 para este propósito) en un nuevo mensaje REGISTER para que sea validada por el proxy. Este procedimiento es muy común en el protocolo HTTP y se conoce como www-challenge, el cual mantiene cierto grado de seguridad en el transporte de contraseñas (recordemos que SIP es un protocolo basado en texto).

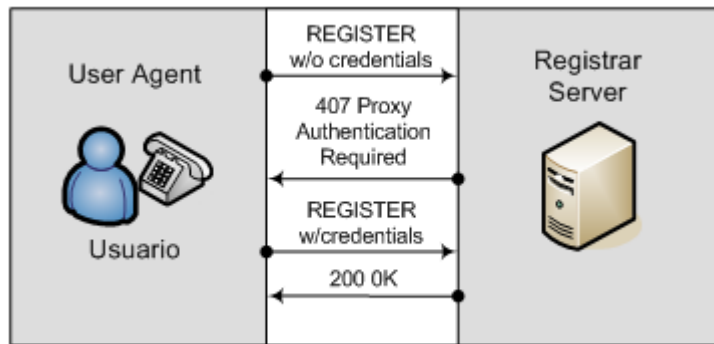


Figura 12. – Registro

### 2.6.12 Invitación a una sesión

Una invitación inicia con el mensaje INVITE dirigido comúnmente al Proxy, aunque también puede estar dirigido directamente al peer con el que deseamos establecer la comunicación.

El proxy responde con un TRYING (100) para detener las retransmisiones y reenvía las peticiones hacia el usuario llamado.

Todas las respuestas provisionales generadas por el usuario llamado son regresadas al usuario origen. Por ejemplo RINGING (180) que es un mensaje que se envía cuando el usuario llamado es contactado y comienza a timbrar.

Una respuesta 200 (Ok) es generada en cuanto el usuario llamado descuelga el auricular. En ese momento inicia el flujo de medios (Voz y/o video) por medio del protocolo RTP.

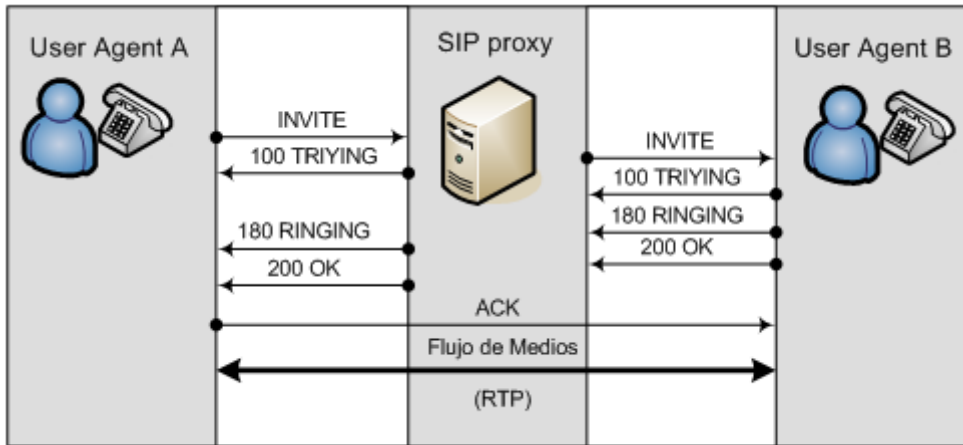


Figura 13. –Invitación a una sesión SIP

### 2.6.13 Terminación de sesión

Una sesión es finalizada cuando uno de los usuarios envía el mensaje BYE al otro extremo. El otro usuario confirma el final de la conversación enviando por respuesta un mensaje 200 (Ok).

La transacción para finalizar la sesión se realizará de un extremo a otro sin pasar por el Proxy a menos que en el mismo se haya establecido un proceso de Registro de ruta.

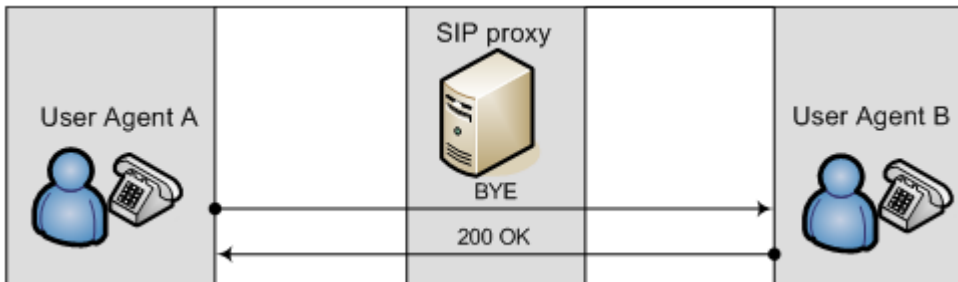


Figura 14. – Terminación de una sesión SIP

### 2.6.14 Registro de ruta

Existen situaciones en las que el Proxy requiere estar presente en la ruta de todos los mensajes con fines de control del tráfico, o por ejemplo, cuando existe un NAT. El Proxy o los Proxies logran esto por medio de la inserción del campo RECORD ROUTE en los encabezados de los mensajes SIP.

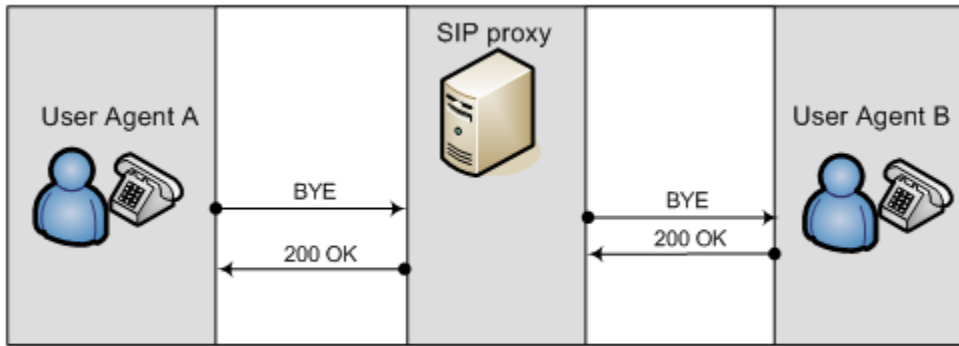


Figura 15. – Registro de Ruta

## 2.7 Codificación de la voz

Ya tenemos claro que para transportar la voz se utilizan algunos protocolos como SIP, IAX y otros como RTP o RTCP. Pero la voz es una onda analógica que necesita transformarse a digital en algún formato antes de ser transmitida.

Lógicamente podríamos tratar de transmitirla tal cual resulta de la conversión analógica digital (ADC) pero resulta que nos encontramos en una red de paquetes así que debemos paquetizar esta información. Además si la transmitimos tal cual resulta de la conversión ADC desperdiciaríamos recursos de la red por lo que hace falta encontrar un formato óptimo.

Esa búsqueda de un formato óptimo generó algunas alternativas de formatos de transmisión llamadas *codecs*.<sup>1</sup>

### 2.7.1 Códecs

La palabra *códec* proviene de abreviar las palabras **C**odificación y **DE**Codificación. Su función principal es la de adaptar la información digital de la voz para obtener algún beneficio. Este beneficio en muchos casos es la *compresión de la voz de tal manera que podamos utilizar menos ancho de banda del necesario*.

Algunos *códecs*, soportados por Asterisk y comúnmente usados en comunicaciones de VoIP, son G.711, G.729, GSM, iLBC, entre otros.

---

<sup>1</sup> Los *códecs* realmente no son exclusivos de la VoIP pues también se usan en otros tipos de comunicaciones digitales.

### **G.711**

G.711 es uno de los *codecs* más usados de todos los tiempos y proviene de un estándar ITU-T que fue liberado en 1972. Viene en dos tipos llamados u-law y a-law. La primera versión se utiliza en los Estados Unidos y la segunda se utiliza en Europa.

Una de sus características es la calidad de voz debido a que casi no la comprime. Utiliza 64kbit/s, es decir un muestreo de 8 bits a 8kHz. Es el *codec recomendado para redes LAN* pero hay que pensarlo dos veces antes de utilizarlo en enlaces remotos debido al alto consumo de ancho de banda. El soporte para este *codec* ya viene habilitado en Elastix.

### **G.729**

También se trata de una recomendación ITU cuyas implementaciones han sido históricamente licenciadas, o sea que hay que pagar por ellas.

La ventaja en la utilización de G.729 radica principalmente en su *alta compresión y por ende bajo consumo de ancho de banda* lo que lo hace atractivo para comunicaciones por Internet. Pese a su alta compresión no deteriora la calidad de voz significativamente y por esta razón ha sido ampliamente usado a través de los años por fabricantes de productos de VoIP.

G.729 utiliza 8kbit/s por cada canal. Si comparamos este valor con el de G.711 notaremos que consume 8 veces menos ancho de banda, lo cual a simple vista es un ahorro de recursos significativo.

*Existen variaciones de G.729 que utilizan 6.4kbit/s y 11.8kbit/s.* Para habilitar canales G.729 en Elastix hay que comprar una licencia por cada canal. Esto se puede adquirir en el sitio Web de Digium.

### **GSM**

Este *códec* utiliza el estándar GSM (*Global System for Mobile communications*) empleado en comunicaciones celulares.

La ventaja de este *códec* además de su calidad de voz es la compresión aproximadamente a 13kbit/s y ya viene habilitado en Elastix.

A continuación se muestra una tabla resumen con los *códec*s más utilizados:

Tabla II. Códecs más utilizados

| Coding Standard | Algorithm  | Data Rate            |
|-----------------|--|----------------------|
| G.711           | PCM (Pulse Code Modulation)                          | 64 kbps              |
| G.726           | ADPCM (Adaptive Differential Pulse Code Modulation)  | 16, 24, 32, 40 kbps  |
| G.728           | LD-CELP (Low Delay Code Excited Linear Prediction)   | 16 kbps              |
| G.729           | CS-ACELP (Conjugate Structure Algebraic CELP)        | 8 kbps               |
| G.723.1         | MP-MLQ (Multi-Pulse Maximum Likelihood Quantization) | 6.3 kbps<br>5.3 kbps |
|                 | ACELP (Algebraic Code Excited Linear Prediction)     | 6.3 kbps<br>5.3 kbps |

Fuente: <http://www.monografias.com/trabajos33/estandar-voip/estandar-voip.shtml>

## 2.7.2 SISTEMA DE TELEFONÍA IP DE CISCO

El sistema de telefonía ip de cisco es una de las comunicaciones más seguras, debido a que la telefonía IP le proporciona una manera de proveer de servicios consistentes a todos los empleados en sus lugares de trabajo, tanto si están en la oficina o conectados remotamente. La telefonía IP transmite comunicaciones de voz a través de la red mediante la utilización de los estándares del protocolo de internet

La telefonía IP de Cisco es parte integral de la solución de Comunicaciones Unificadas de Cisco, que unifican voz, vídeo, datos, y aplicaciones móviles en redes tanto fijas como móviles, capacitando a los usuarios para comunicarse fácilmente en su lugar de trabajo a través de cualquier medio, dispositivo o sistema operativo.

Utilizando la red como plataforma, la telefonía IP de Cisco ayuda a organizaciones de todos los tamaños a conseguir mayor seguridad, resistencia, flexibilidad y escalabilidad, además de los beneficios inherentes de usar una red convergente para el transporte de datos y la interconexión.

Utilice la telefonía IP de Cisco para:

Su red LAN y WLAN con comunicaciones resistentes, seguras y escalables.



Mejorar la agilidad y la productividad de sus empleados a través de la integración de las innovadoras comunicaciones Unificadas de Cisco con aplicaciones de terceros

La telefonía IP de Cisco comprende dos categorías:

- Procesamiento de llamadas
- Teléfonos IP
  - Fijos
  - Inalámbricos
  - Softphones (Software emulador de teléfonos)

Las soluciones de procesamiento de llamadas abarcan desde el Sistema (Cisco Smart Business Communications System - SBCS) hasta el Cisco Unified Communications Manager Express apropiado para la pequeña-mediana empresa (PYMEs), y desde aplicaciones para grandes corporaciones hasta Cisco Unified Communications Manager Business Edition.

Estos sistemas de procesamiento de llamadas proveen con servicios de voz, vídeo, movilidad y presencia a los teléfonos IP, dispositivos de procesamiento multimedia, gateways de VoIP, dispositivos móviles, y aplicaciones multimedia.

Los teléfonos IP de Cisco están disponibles tanto en versión inalámbrica como en teléfonos fijos y funcionan como terminales para Cisco Unified Communications Manager, Cisco Unified Communications Manager Business Edition, Cisco Unified Communications Manager Express, SBCS, y aplicaciones XML. Los Softphones como Cisco IP Communicator y Cisco Unified Personal Communicator están también disponibles para extender la funcionalidad de voz y multimedia a clientes que utilizan ordenadores basados en Windows o Mac.

Los productos de telefonía IP soportan un amplio abanico de capacidades basadas en el Protocolo de Inicio de Sesión (Session Initiation Protocol - SIP), incluyendo:

- Aplicaciones de presencia
- Teléfonos IP de Cisco con soporte para SIP avanzado

- Soporte para teléfonos de terceros basados en SIP
- SIP trunking
- Session Border Control
- Administración y mantenimiento simplificados, incluyendo la introducción de un modelo de implementación de dispositivo para Cisco Unified Communications Manager

Esta red provee de una infraestructura optimizada para las comunicaciones alámbricas e inalámbricas basadas en IP, además soportan Cisco Unified Border Element, un robusto y escalable Session Border Controller (SBC) para la interconectividad sencilla y económicamente productiva entre redes VoIP (Voz sobre IP) y teléfonos análogos que utilicen su equipamiento actual.

### **2.7.3 Cisco CallManager Express (CME)**

Antes de la Versión 3.0, Cisco CallManager Express era conocido como IOS de Cisco Servicios de Telefonía (ITS Cisco). Cisco CallManager Express (CME de Cisco) es una aplicación de procesamiento de llamadas en el software Cisco IOS que permite a los routers de Cisco la funcionalidad de una PBX híbrida para sucursales de empresas o pequeños negocios.

Cisco CME es ideal para clientes que tienen requisitos de conectividad de datos y también tienen la necesidad de una solución de telefonía en la misma oficina. Si se ofrecen a través de un proveedor de servicios de oferta de servicios administrados o adquiridos directamente por una empresa, Cisco CME ofrece la mayoría de las centrales de telefonía características requeridas en la pequeña oficina, así como muchas características avanzadas que no están disponibles con soluciones de telefonía tradicional.

Es capaz de ofrecer la telefonía IP y enrutamiento de datos utilizando una única solución integrada que permite a los clientes optimizar sus operaciones y los costos de mantenimiento, lo que resulta en una solución muy rentable que satisfaga las necesidades de la empresa.

## **2.7.4 CME Evolución y Características**

### ***1997 Selsius-CallManager 1.0***

En 1997, fue renombrado Selsius-CallManager y pasó de ser una solución de videoconferencia de un sistema diseñado para enrutar las llamadas de voz sobre una red IP. Fue durante este tiempo que el apoyo al Skinny Client Control Protocol (SCCP) y el Flaco Gateway Control Protocol (SGCP) se han añadido.

### ***1998 Selsius-CallManager 2.0***

En 1998 Selsius-CallManager 2.0 ha sido liberada. Selsius Systems fue ese mismo año adquirida por Cisco Systems, Inc.

### ***2000 Cisco CallManager 3.0***

CallManager se sometió a un gran diseño y el esfuerzo de ingeniería para permitir la escalabilidad y la redundancia en el software. Agrupación se introdujo en este momento y MGCP apoyo se añadió.

### ***2001 Cisco CallManager 3.1***

Este comunicado de CallManager se construyó fuera de la versión 3.0. Esta versión apoya más dispositivos de puerta de enlace, los dispositivos de telefonía IP y añadido más características y mejoras. Las siguientes características y mejoras se introdujeron en la versión 3.1.

- Música en espera (MOH)
- Soporte para interfaces digitales en [MGCP] pasarelas
- Añadido soporte para XML y HTML aplicaciones en teléfonos IP de Cisco
- Extensión de la movilidad
- Llame a la conservación entre los teléfonos IP y gateways MGCP
- TAPI (Interfaz de programación de aplicaciones de telefonía) se introduce.

### ***2004 Cisco CallManager 4.0***

En 2004 Cisco hizo un lanzamiento a gran escala con CallManager 4.0. Los clientes estaban satisfechos con una gran cantidad de nuevas características. Los teléfonos IP previamente se

limitaron a sólo 2 llamadas por cualquier da apariencia de la línea . Esta advertencia fue eliminado y ahora los teléfonos IP pueden tener un máximo configurable por el usuario (hasta 200) el número de llamadas por aparición de línea.

Algunas nuevas características y mejoras agregadas en esta versión son:

- Grupo de búsqueda
- La privacidad de las líneas compartidas
- Llamada directa
- Mejora de la seguridad con el cifrado de los medios de comunicación entre los teléfonos
- Administración de niveles múltiples (MLA) permite la administración delegada
- Transferencia directa permite al usuario seleccionar dos llamadas de la misma línea y conectarlos entre sí
- Llame a unirse a los usuarios que pueden seleccionar varias llamadas de una línea y conferencias juntos
- Las características adicionales QSIG añadido
- Muchas correcciones de errores

Esta versión (así como todos los basados en Windows 2000 versiones de CallManager (4.0, 4.1 y 4.2) son final de la vida (anuncio fue hecho 15 de noviembre 2007, con una fecha de fin de Venta de mayo de 2008)).

#### **2004 Cisco CallManager 4.1**

En un corto tiempo después del lanzamiento de la versión 4.0, Cisco lanzó una actualización menor de 4,1. Esta versión se centró en mejorar la estabilidad y compatibilidad con características aún más. Varias herramientas de utilidad se han añadido también. Además, algunas de las novedades de CCM 4.0 incluyen funciones de conferencia de llamada intensificada en gran medida, nuevo Código de asunto de cliente (CMC) y el Código de Cuenta forzada (FAC), servicio de precedencia multinivel y de prioridad (MLPP) e identificación de llamada maliciosa (MCID). CallManager 4.1 también mejora las capacidades de cifrado por primera vez en CallManager 4.0. Cuando el uso de teléfonos Cisco 7940/7960/7970 o 7971, ahora es posible para cifrar señalización, así como el tráfico de voz propia.

- Mejoras más QSIG

- Analizador de número marcado (ADN) es una herramienta utilizada para analizar cómo marcar cadenas ruta
- Obligados los códigos de autorización (FAC)
- Tiempo de enrutamiento días
- Códigos de cliente la materia (CMC)
- Identificación de llamada maliciosa (MCID)
- Mayor seguridad gracias al apoyo adicional para el cifrado

### ***2006 de Cisco Unified CallManager 4.2***

CallManager 4.2 fue lanzado en paralelo con el CallManager 5.0 el 6 de marzo de 2006. Al mismo tiempo, Cisco re marca del producto "Cisco Unified CallManager", sino que también añade la etiqueta unificada para todas sus ofertas de voz y vídeo (por ejemplo, Cisco Unified Contact Center, Cisco Unified MeetingPlace).

Cisco Unified CallManager 4.2 se ejecuta en Windows 2000 e incluye nuevas funciones de centralita más de 4,1 (3) (es decir, entrando en los grupos de búsqueda y reenvío de llamadas, en ningún caso la cobertura (lo que, si presenta una línea a un grupo de búsqueda , y el grupo de búsqueda no está disponible u ocupado, desviar llamadas a otro lugar), también se introdujo el desvío de llamadas no registrado, de manera que si se llama a un sitio remoto, pero el enlace WAN se redujo, se puede reenviar automáticamente la llamada a la PSTN Esta versión no incluye el SIP. punto final de apoyo.

### ***2007 Cisco Unified CallManager 4.3***

CallManager 4.3 se ejecuta en sistema operativo MCS 2003 (sistema de Cisco operativo propietario basado en Windows 2003).

### ***2006 de Cisco Unified CallManager 5.0***

CallManager 5.0 fue lanzado en paralelo con el CallManager 4.2 el 6 de marzo de 2006. Cisco Unified CallManager 5.0 está basado en Linux (Cisco VOS) y por primera vez pueden utilizar Session Initiation Protocol (SIP) a la IP puntos finales, además de la adición de SIP es compatible con la función de CallManager 4.1 (3). CallManager 5.0 servidores se están vendiendo como pre-instalado aparatos. Cisco Unified CallManager 5.0 también se puede

instalar en los servidores de MCS compatible y servidores de Cisco aprobado HP e IBM. Los usuarios de CallManager 4.x se puede actualizar a Unified CallManager 5.0 y mantener sus bases de datos actuales por tener otro servidor de la LAN con una unidad compartida disponible durante el proceso de actualización. Nueva base de datos que se utiliza es IBM Informix. Unified CallManager 5.0 viene con una introducción de una estructura de licencias nuevas que se basa en dispositivos pesos. Un archivo de licencia debe ser adquirido e instalado antes que cualquier servicio puede ser activado. Acceso al sistema operativo se limita a algunos comandos. Acceso de root se genera a través de cuentas a distancia de Cisco TAC o unidad de negocio.

### ***2007 Cisco Unified CallManager 5.1***

Esta versión es esencialmente correcciones de errores para Communications Manager 5.0.

### ***2007 Cisco Unified Communications Manager 6.0***

Cisco cambió el nombre del producto Unified Communications Manager. La versión 6 se suponía que combinar todas las características de la máquina Linux (soporte para SIP y los requisitos de licencia) entre la plataforma Linux y la versión de Windows, y se basó en Red Hat Enterprise Linux .<sup>[2]</sup> La versión de lanzamiento de Unified Communications Manager no apoyará la plataforma Windows.

Esta versión añade una función de intercomunicación entre los extremos (de estación a estación única), y el gestor de movilidad integrada (un número único a múltiples destinos, teléfono IP, teléfono móvil, etc.)

Esta versión utiliza un modelo de licencia ligeramente diferente de la que se encuentra en 5.X. En primer lugar, CUCM 6.0 requiere licencias de servicio (para el Administrador de comunicaciones, etc) y viene con un "arranque" de licencia para un solo nodo y 50 pesos de dispositivo (alrededor de 10 teléfonos), y se instalará de forma nativa en VMWare para fines de laboratorio, además de se requiere una "licencia de dispositivo" para activar la función CallManager.

NOTA: Las actualizaciones a 6.X Gerente de Comunicaciones de la Gerente de Comunicaciones 5.X requieren la adquisición de una nueva licencia, continuar con la actualización sin necesidad de adquirir esta licencia se traducirá en un sistema no funcional.

También fue puesto en libertad Cisco Unified Communications Manager Business Edition (CUCMBE, pepino aka), que coloca a Cisco Unified Communications Manager 6.0 y Cisco Unity

Connections 2.0 (correo de voz) en el mismo servidor (un MCS 7828 con dos discos duros de 250GB y 6 GB de RAM).

La versión 6.1 fue lanzado en enero de 2008 y contiene correcciones de errores.

### ***2008 Cisco Unified Communications Manager 7.0***

Lanzado en septiembre de 2008, esta versión se dijo originalmente que esté disponible en Windows y modelos de dispositivos. Sin embargo, Cisco ha afirmado que la independencia de sistema operativo no será una característica de cualquier versión de CallManager 4.3 después. Cisco se refiere a su gama completa de productos para ser lanzado en 2008 como "System 7"; actualizaciones importantes se espera que Presence Server y el cliente en el momento mismo Communications Manager 7.0 es liberado.

La base de datos se normalizará el uso de IBM Informix (Microsoft SQL no aparecerá en ninguna versión después de la 4.3).

La versión 7 es un intento de llevar todos los productos de Comunicaciones Unificadas de Cisco con el mismo número de versión (CUCM, CUPS, CER, CUPC, Cisco IP Communicator , UCCX, etc)

### ***2010 Cisco Unified Communications Manager 8.0***

Cisco Unified Communications Manager 8.0 (1) en 26 de febrero 2010 se ha publicado y su 8.0 (2c) versión publicada en 06 de mayo 2010.

Actualización directa está disponible en 8.0 (2b), 8,0 (2a), 8.0 (2), 8.0 (1), 7.1 (3), 7.1 (2), 7.0 (2), 7.0 (1), 6.1 (5), 6.1 (4), 6.1 (3), 6.1 (2) versiones. Su licencia es casi igual que 6,0 CCUM.

Cisco Unified Communications Manager 8.6 es una red de comunicaciones IP de clase empresarial sistema de procesamiento de hasta 40.000 usuarios, ampliable a 80.000 usuarios por medio de un megacluster.

CUCM 8.X compatible con la virtualización, junto con los otros productos de Comunicaciones Unificadas de Cisco (CUCCX, CUPS, CUC, etc.)<sup>2</sup>

---

<sup>2</sup> [http://es.wikipedia.org/wiki/Cisco\\_Call\\_Manager](http://es.wikipedia.org/wiki/Cisco_Call_Manager)

### **2.7.3 Compatibilidad**

Todas las versiones de Cisco CallManager y Contact Center antes de lanzamiento del trabajo 7.1.3 son compatibles con los clientes de Windows XP, y no lo son con Microsoft Windows 7 y / o Internet Explorer 8 clientes.

Todas las versiones de Cisco Unified Communications Manager a más tardar 7.1.3 versión de soporte de Microsoft Windows Internet Explorer 8. La mayoría de los clientes (IP Communicator) también son compatibles con Windows 7 (32 bits) con Cisco Unified Communications Manager Comunicados 8.X .

### **2.7.4 Operación**

CUCM evalúa llamadas y eventos, activando la puerta de entrada para recibir o enviar llamadas a la PSTN o una red IP.

El Cisco CallManager se instala en un Cisco Media Convergence Server (MCS) o un servidor de Cisco aprobado.

Por lo general, un grupo CCM puede gestionar hasta 30.000 teléfonos IP con 20 servidores, que incorpora un editor, dos servidores TFTP, 8 suscriptores (cuatro de primaria y cuatro) y hasta nueve servidores de recursos medios.

El Cisco Unified Communications Manager "supercúmulo" puede gestionar hasta 60.000 números de teléfono, e incorpora un editor, dos servidores TFTP, 16 suscriptores (ocho de primaria y secundaria ocho) y hasta nueve servidores de recursos medios.

### **2.7.5 Administración y Configuración**

La configuración de la CUCM se puede hacer a través de una interfaz web. Por tanto, el CUCM soporta los siguientes navegadores: Microsoft Internet Explorer (con el apoyo de la versión 5.x, 6.x, 7.x) y Mozilla Firefox . La Herramienta de administración está disponible para las grandes importaciones, exportaciones y cambios. Además de un acceso a la web de administración de cada usuario también puede realizar cambios en las funciones de telefonía.

Como alternativa al uso de la interfaz web CUCM, los administradores pueden utilizar Cisco Unified Communications Management Suite (UCM) para la provisión y proporcionar



supervisión / gestión de garantía de servicio. Esta suite de gestión de Cisco se compone de Cisco CallManager Unificado de aprovisionamiento , Cisco Unified Operations Manager, Cisco Unified Service Monitor Manager de Cisco y Estadísticas de los Servicios.

El acceso al sistema operativo Linux (acceso de root) y la base de datos ya no está disponible desde la versión 5.x CUCM y superior. El CUCMs más recientes sólo ofrecen una interfaz de línea de comandos (CLI) con un conjunto limitado de comandos para solucionar problemas, incluidas las consultas con respecto a la información del sistema o la información de bases de datos. El acceso a la raíz está reservado para el apoyo técnico de Cisco (TAC).

Con la TiM (interfaz telefónica Communications Manager) se simplifica la administración de Cisco Unified Communications Manager (CUCM), facilitando y automatizando las tareas. Con el apoyo de Tim el CUCM se expande por:

- Capacidad Multi-cliente
- Amplios derechos y sistema de roles
- Capacidad Cluster
- Redundancia
- Asistentes para tareas recurrentes
- TemplateEngine para los ajustes recurrentes
- Usuario multilingüe e interfaz ergonómica

A continuación se muestra una tabla comparativa de productos cisco con el soporte según el número de usuarios.

Tabla III. Comparativa de productos Cisco

| Comparativa productos Cisco                           |                    |  |
|---|--------------------|--|
| Modelo  | Numero de Usuarios | Características básicas  |
| Cisco Unified Communications 500                      | 5 - 50             | <ul style="list-style-type: none"><li>- Funciona con aplicaciones de productividad de escritorio y programas de administración de relaciones con el cliente</li><li>- Fácil administración e instalación</li><li>- Disponible en un único servidor</li></ul>   |
| Cisco Unified Communications Manager Express          | Hasta 240          | <ul style="list-style-type: none"><li>- Disponible opcionalmente en Cisco Integrated Services Routers</li><li>- Fácil conexión en red de las oficinas con Cisco Unified Communications Manager</li><li>- Proporciona características avanzadas para pequeñas y medianas empresas</li></ul>   |
| Cisco Unified Communications Manager Business Edition | Hasta 500          | <ul style="list-style-type: none"><li>- Admite innovadoras aplicaciones de nuevos teléfonos</li><li>- Admite movilidad y comunicaciones de voz en un solo servidor</li><li>- Admite una amplia gama de Cisco Unified IP Phones</li><li>- Funciona en cinco ubicaciones de sitio</li></ul>  |
| Cisco Unified Communications Manager                  | A partir de 150    | <ul style="list-style-type: none"><li>- Altamente adaptable para crecer con sus necesidades de negocio</li><li>- Admite innovadoras aplicaciones telefónicas</li><li>- Disponible como una aplicación de un solo servidor</li><li>- Funciona con servidores de terceros o con Cisco 7800 Series</li><li>- Media Convergence Server</li></ul> |

Fuente: [http://www.tic-solutions.com/cisco\\_unified\\_communications\\_manager.html](http://www.tic-solutions.com/cisco_unified_communications_manager.html)

### 2.7.6 Arquitectura de CUCME

Cisco Unified Communications Manager utiliza la arquitectura para voz, video y datos integrados AVVID de Cisco. Esta arquitectura incluye Safe Blueprint que integra soluciones de seguridad necesarias de Cisco, calidad de servicio y tolerancia a fallos, Safe Blueprint adopta un enfoque modular para asegurar la red de la empresa en la que los procesos de seguridad de diseño, implementación y gestión son especificados para los clientes. Cada módulo identifica dónde y por qué los productos de seguridad críticos y las tecnologías son necesarios. Los módulos incluidos en Safe Blueprint también integran soluciones como la protección antivirus, una detección de intrusos basados en host, análisis de log y sistemas de autenticación.

Esta arquitectura define el armazón de la construcción y evolución de negocios e-Business. Como la única arquitectura de red para todas las áreas de la empresa y basada en estándares,

Cisco AVVID ofrece una ruta para combinar estrategias de negocio y de tecnología y formar un solo modelo cohesivo.

El objetivo de Cisco AVVID es ofrecer un mapa que ayude a los consumidores corporativos a diseñar e implementar una nueva generación de redes.

Cisco AVVID puede ser considerado como el almacén tecnológico de referencia para una red óptima que da soporte a soluciones de negocios en INTERNET. Entre los niveles de AVVID, se incluyen:

**Clientes:** Una amplia variedad de dispositivos que se pueden utilizar para acceder a INTERNET, como celulares, teléfonos, PCs, PDAs, etc. Cisco AVVID permite que una amplia variedad de dispositivos se puedan conectar a la misma red.

**Plataformas de red:** La infraestructura de red ofrece el acceso lógico y físico a los dispositivos. Switches, routers, gateways y servidores ofrecen la integración e interacción con el almacén Cisco AVVID.

**Servicios de red inteligentes:** Ofrecidos a través de software que opera en la red, constituyen uno de los mayores beneficios de la arquitectura end-to-end para soluciones de negocios en INTERNET. Desde la calidad de servicio hasta la seguridad, contabilidad y administración, los servicios de red inteligente reflejan las reglas y políticas de los negocios en un ambiente de red.

**Capa intermedia de INTERNET:** Se trata de una parte fundamental de cualquier arquitectura de red, al ofrecer las herramientas y el software que facilitan la operación de la red que surge de la aplicación de nuevas tecnologías. Este tipo de herramientas permiten que los integradores y los consumidores ajusten a la medida su infraestructura y servicios para darle solución a sus necesidades.

**Integradores de negocios en INTERNET:** Al ser parte del ecosistema Cisco AVVID, los integradores ofrecen los servicios y capacidades para facilitar diversos tipos de relaciones.

**Soluciones de negocios en INTERNET:** Son aplicadas para facilitar la reingeniería en las organizaciones y se les asocia con aplicaciones como Oracle, Sybase Ariba, que pueden operar gracias a la plataforma Cisco AVVID.

## 2.7.8 Licenciamiento

Las licencias de aplicación y de software telefónico son obligatorias. El sistema administra el número máximo de dispositivos que se pueden aprovisionar:

Cada dispositivo (teléfono IP unificado de Cisco, dispositivos de otros fabricantes y dispositivos de vídeo) aprovisionado en el sistema se corresponde con un número de unidades de licencia de dispositivo (DLU), en función de sus capacidades; Cisco Unified Communications Manager gestiona el número total de unidades para determinar su capacidad.

Las DLU se deben adquirir para el número de dispositivos conectados a Cisco Unified Communications Manager.

Los dispositivos SIP de otras marcas requieren una DLU para funcionar con Cisco Unified Communications Manager.

La administración de licencias se realiza a través de la administración GUI de CUCM, lo que permite el seguimiento de los dispositivos con registro activo comparando con el número de licencias que han sido adquiridas.

El editor es el servidor de licencias, un componente lógico que se encarga del seguimiento de las licencias adquiridas y las utilizadas. Si el editor falla, no se podrán registrar teléfonos nuevos. El seguimiento del cumplimiento de la licencia para los dispositivos, aplicaciones y software es como se explica a continuación:

**Unidades de licencia por dispositivos:** Se realiza un seguimiento y cumplimiento del número máximo de dispositivos provistos en la base de datos de CUCM.

**Licencia por Aplicaciones:** Las licencias por aplicaciones son necesarias para poder realizar el procesamiento de llamadas cuando se ejecuta el CallManager, estas licencias están vinculadas a la dirección MAC de la interfaz de red del servidor.

**Licencias por Software:** Estas licencias están ligadas a la versión principal del software, esto quiere decir, que si se desea actualizar la versión de CUCM, se debe adquirir otra licencia.

Existen dos tipos de licencias disponibles:

**Unidades de licencias de dispositivos Cisco (DLU):** Estas licencias son para los dispositivos de Cisco solamente.

**Unidades de licencias para terceros:** Este tipo de licencia puede ser convertido a unidades de Cisco pero no viceversa

## 2.7.9 Funcionalidades

Cisco Unified Communications Manager extiende funcionalidades de paquetes de telefonía a dispositivos de red como teléfonos, Gateways, aplicaciones multimedia, etc.

A continuación se mencionan algunas de las capacidades que ofrece Cisco Unified Communications Manager.

### a. Capacidades del Sistema

Indicación de mensaje de audio en espera

Selección automática de ancho de banda

Selección de enrutamiento automático

Cobertura de llamada

Desvío basado en las llamadas internas y externas

Desvío fuera de una ruta de cobertura

Temporizador para el máximo de tiempo de ruta de cobertura

Hora del día

Restricciones de presentación de llamada

Grabación de llamadas

Compatibilidad de códec para la selección automática de ancho de banda:

G.711 (mu-law y a-law), G.722, G.722.1, G.723.1, G.728, G.729A/B, GSM-EFR, GSM-FR, iLBC, audio de banda ancha (compresión propietaria de 16bits; muestreo de audio de 16 kHz) y AAC (Advanced Audio CODEC) para usarlo con dispositivos de Tele presencia de Cisco.

Capacidad de recuperación de la base de datos para aumentar la disponibilidad de los siguientes elementos:

- Movilidad de extensión
- Desvío de llamadas
- Indicador de mensaje en espera
- Privacidad
- Movilidad de dispositivo
- Función DND
- Grupos de búsqueda

Instalación de dispositivos y aplicaciones a través de una red IP

Fax a través de transferencia IP— G.711 y Cisco Fax Relay

Códigos de autorización forzados y códigos concernientes al cliente (códigos de cuenta)

Interfaz H.323 para dispositivos seleccionados

Desvío de llamadas al buzón de voz (iDivert)

Compatibilidad de idioma para interfaces cliente-usuario (los idiomas se especifican de forma separada)

Precedencia y prioridad multinivel (MLPP)

Partición del plan de marcación.

Bloqueo de llamadas salientes.

Servicios de Identificador de Llamadas.

Seguridad:

- Las conferencias seguras están disponibles para todos los miembros de la conferencia.
- Modos configurables de funcionamiento.
- Pueden configurarse modos seguros y no seguros.

Autenticación de dispositivos

Integridad de datos

Recurso "bridge" de conferencias

Estadísticas de facturación y llamadas

Detección de fraude de llamadas

Detección de transferencia de troncal a troncal

Codecs de vídeo: H.261, H.263, H.264 y códec de vídeo de banda ancha de Cisco (Cisco

Unified Video Advantage)

Telefonía de vídeo (SCCP, H.323 y SIP)

## **b. Características de Usuario**

- Marcación abreviada
- Respuesta y envío de respuesta
- Respuesta automática e intercomunicación
- Interrupción
  
- Devolución de llamada por línea ocupada o sin respuesta en la estación
- Conexión de la llamada
- Cobertura de llamada
- Desvío de llamadas— Todas (dentro y fuera de la red), por línea ocupada, sin respuesta, sin ancho de banda o no registrada
- Suspensión temporal y recuperación de llamadas
- Combinación de llamadas
- Aparcamiento y selección de llamadas
- Grupo de selección de llamadas— universal
- Notificación de selección de llamadas (auditiva o visual)
- Interrupción de conferencia
- Encadenamiento de conferencias
- Marcación del directorio desde el teléfono— corporativo y personal. La lista de llamadas perdidas, realizadas y recibidas se almacena en los teléfonos IP seleccionados. Timbre distintivo para el estado dentro o fuera de la red, por aparición de línea y por teléfono.
- Función "No molestar" (DND)
- Desconexión del último usuario de la conferencia (conferencias instantáneas)
- Altavoz full dúplex y manos libres
- Función de desactivación del altavoz y los auriculares
- Desvío inmediato al buzón de voz
- Conferencia multiusuario-Instantánea con funciones de agregación y "meet-me"
- Varias llamadas por aparición de línea
- Varias apariciones de línea por teléfono
- Música en espera
- Marcación con el teléfono colgado

Vídeo (SCCP, H.323 y SIP)  
Servicios web accesibles desde el teléfono  
Timbrado simultáneo en varios dispositivos telefónicos  
Selección en el puesto de trabajo  
Identificación del usuario que llama  
Activación o desactivación del control remoto  
Acceso basado en voz con identificación de usuario y protección del número de identificación personal.  
Traza de llamadas

### **c. Características Administrativas**

API SOAP AXL con información del rendimiento y en tiempo real.  
Base de datos de configuración centralizada y replicada, visores de administración distribuidos basados en la web.  
Tono de timbre de archivos WAV configurables y predeterminados, por teléfono.  
Presentación configurable de desvío de llamada.  
Notificación de cambio automatizado en la base de datos.  
Formato de presentación fecha/hora configurable por teléfono.  
Instalación de dispositivos adicionales a través de asistentes (wizards).  
Grupos y conjuntos de dispositivos para la administración de grandes sistemas.  
Herramienta de asignación de dispositivos — De dirección IP a dirección MAC.  
Asignación IP dinámica DHCP (Dynamic Host Configuration Protocol). Teléfonos y gateways.  
Servicio 911 mejorado.  
Estadísticas QoS registradas por llamada.  
Selección de la aparición de una línea determinada para el timbrado.  
Selección de un teléfono específico para el timbrado.  
Un solo punto para la configuración de dispositivo y sistema.  
Lista ordenable de inventario de componentes por dispositivo, usuario o línea.  
Informes sobre los eventos del sistema para el visor de eventos del Sistema Operativo o el Syslog común.



Zona horaria configurable por teléfono.  
Movimientos automatizados de teléfonos sin coste.  
Instalación de nuevos teléfonos sin coste.  
Asistente de migración de datos.  
Monitor de registro de partición.  
Esquema de recuperación ante desastres.  
Cisco Security Agent para Cisco Unified Communications Manager.  
IPsec y administración de certificados.  
Administrador de envíos CDR.  
Interfaz de línea de comandos.  
Acceso remoto mejorado a través de puerto serie, consola y protocolo SSH.  
Aprovisionamiento programado con Cisco Unified Communications Manager BAT.  
Recopilación de traza programada.  
Eventos definidos por el usuario.  
Supervisión de traza en tiempo real.  
Proceso de actualización mejorado para minimizar la interrupción del servicio.  
Proceso de instalación mejorado para minimizar el tiempo de instalación.  
Archivo de respuesta para una instalación automatizada.  
Soporte de enlace troncal y dispositivos SIP.

La compatibilidad con enlace troncal y dispositivos SIP ofrece mejoras en el soporte del protocolo SIP y los teléfonos SIP, optimizando la interoperabilidad y abriendo vías para el desarrollo de aplicaciones innovadoras. Cisco Unified Communications Manager admite la coexistencia de teléfonos SCCP y SIP; esto permite la migración a SIP y protege las inversiones en los dispositivos existentes. Cisco Unified Communications Manager incluye las siguientes funciones SIP:

- Compatibilidad nativa con dispositivos SIP.
- CTI para teléfonos de proveedor de servicios INTERNET (ISP).
- Información de presencia para dispositivos SIP, incluyendo el soporte de PUBLISH.
- Mejoras FCAPS (errores, configuración, contabilidad, rendimiento y seguridad) para la compatibilidad SIP.
- Mejoras en el enlace troncal SIP para aplicaciones externas, como conferencias y

presencia.

- Dispositivos SIP de terceros compatibles con RFC 3261.<sup>3</sup>

## **2.8 SISTEMA DE TELEFONÍA IP DE ASTERISK**

### **2.8.1 Asterisk**

Asterisk es una aplicación de código abierto y gracias a que fue desarrollada con la colaboración de toda la comunidad Open Source del mundo, es posible obtener soporte de variadas fuentes, y la capacidad de respuesta ante problemas de implementación no puede ser igualada por una empresa privada. Se trata de una solución multiplataforma como Windows o MAC pero fue diseñada para Linux por lo que tiene más soporte en esta última.

Asterisk permite diseñar un sistema de telefonía a medida, al mismo tiempo que puede crecer en funcionalidades de acuerdo a los requerimientos que con el pasar del tiempo la Institución defina. Con una conexión a INTERNET la aplicación puede enlazar varias sedes, reduciendo de esta forma los costes de telefonía interna.

Asterisk soporta una variedad de protocolos y códecs, además es indispensable el uso de un hardware adicional, como teléfonos IP, para su funcionamiento. A más de las funcionalidades incluidas, Asterisk permite agregar funcionalidades extras mediante la programación en cualquier lenguaje soportado por Linux.

Asterisk acepta tarjetas de telefonía fabricadas por Digium o cualquier otro fabricante de tarjetas genéricas, por lo que se puede ahorrar costos en hardware de marca. Asterisk es una de las pocas soluciones libres que soporta telefonía tradicional y telefonía IP.

Asterisk es un programa de software libre bajo licencia GPL<sup>4</sup> que proporciona funcionalidades de una central telefónica o PBX<sup>5</sup> pero de forma digital. Permite conectar un número determinado de teléfonos para hacer llamadas entre sí e incluso conectarse a un proveedor de VoIP o bien a una RDSI<sup>6</sup> tanto básicos como primarios.

Asterisk fue desarrollado inicialmente para trabajar sobre el sistema operativo GNU/LINUX<sup>4</sup>,

---

<sup>3</sup> Fuente: [http://www.cisco.com/en/US/docs/voice\\_ip\\_comm/cucme/admin/configuration/guide/cmroad.html](http://www.cisco.com/en/US/docs/voice_ip_comm/cucme/admin/configuration/guide/cmroad.html)

pero actualmente se distribuye también para BSD, MacOSX, Solaris y Microsoft. Mark Spencer, su primer y principal desarrollador, junto a otros colaboradores se ha encargado de corregir errores y añadir nuevas funcionalidades a la aplicación. Incluye características que inicialmente estaban disponibles únicamente en sistemas

Propietarios PBX<sup>5</sup> de altísimo costo, como IVR<sup>6</sup>, buzón de voz, conferencias, etc. Inclusive permite la creación de nuevas funcionalidades mediante el dialplan en el lenguaje de scripting de Asterisk o añadiendo módulos escritos en lenguaje C o en cualquier otro lenguaje de programación reconocido por Linux.

### **2.8.2 Arquitectura de Asterisk**

Asterisk es la solución perfecta tanto para implementar una solución de telefonía IP desde cero en una organización o empresa, como para realizar una migración controlada desde los sistemas tradicionales a las nuevas tecnologías. Dentro del sistema central PBX de Asterisk se definen API's específicos. Asterisk puede usar cualquier hardware y tecnología disponible para realizar sus funciones, gracias a que el centro avanzado maneja la interconexión interna del PBX, abstraídos por protocolos específicos, Codecs, e interfaces de hardware de aplicaciones de telefonía.

Todo esto convierte a Asterisk en un sistema de máxima flexibilidad. Internamente, Asterisk gestiona los siguientes artículos:

---

<sup>4</sup> Licencia Pública General de GNU, es una licencia creada por la Free Software Foundation en 1989 y está orientada a proteger la libre distribución, modificación y uso de software.

<sup>5</sup> PBX o PABX es una central telefónica conectada directamente a la red pública de teléfono por medio de líneas troncales para gestionar llamadas internas, las entrantes y salientes con autonomía sobre cualquier otra central telefónica.

<sup>6</sup> IVR: Operadora Automática. Sistema automatizado de respuesta que permite redirigir las llamadas entrantes en función de las opciones seleccionadas por el llamante.

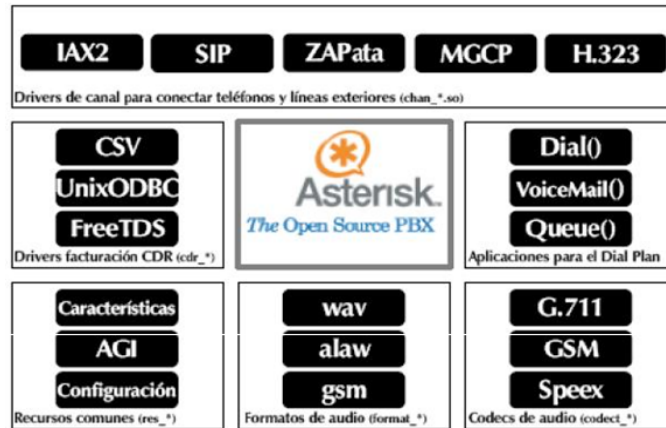


Figura 16. – Arquitectura de Asterisk

**PBX Switching:** Es un sistema de conmutación de intercambio privado que se encarga de conectar llamadas entre varios usuarios llegando a varios software y hardware de interfaz.

**Lanzador de Aplicaciones:** Lanza aplicaciones que mejoran servicios de correo de voz, grabaciones, directorio telefónico, etc.

**Traductor de Códecs:** Codifica y decodifica los formatos de comprensión de audio usadas en la telefonía.

**Organizador y Manejador:** Se encarga de la organización de tareas de bajo nivel y sistemas de manejo para un óptimo rendimiento bajo cualquier condición de carga.

**Módulos Cargables API's:** Están definidos cuatro API's por módulos cargables, facilitando el hardware y la abstracción del protocolo. Usando este sistema de APIs, la base de Asterisk no tiene que preocuparse por detalles como que llamada está entrando o que códec está siendo usado actualmente, etc.

**Canal API:** Maneja el tipo de conexión al cual el cliente está llegando, sea una conexión VoIP, ISDN, PRI o algún otro tipo de tecnología. Módulos dinámicos son cargados para manejar los detalles más bajos de la capa de estas conexiones.

**Aplicación API:** Permite a varios módulos de tareas cumplir varias funciones, conferencias, paging, directorios telefónicos, correo de voz en la línea de transmisión de datos, y cualquier otra tarea la cual PBX sea capaz de cumplir ahora o en el futuro son manejados por estos módulos.

**Traductor del Códec API:** Cargar módulos códecs para apoyar varios tipos de audio, codificando y decodificando formatos tales como GSM, mu law, alaw y mp3.

**Formato de Archivo API:** Maneja la lectura y escritura de varios formatos de archivos para el

almacenaje de datos en el sistema de archivos.

Con el uso de estos API's, Asterisk consigue una completa abstracción entre sus funciones básicas como un PBX y la variedad tecnológica en el área de la telefonía.

El hecho de que Asterisk esté basado en módulos, lo convierte en un sistema flexible, permitiéndole al administrador realizar las configuraciones que se ajusten a sus necesidades.

### **2.8.3 Funciones de Asterisk**

#### **a. Interoperabilidad de Telefonía Tradicional**

Asterisk es compatible con la telefonía tradicional porque puede conectarse a las redes públicas de telefonía tradicional e integrarse fácilmente con centralitas tradicionales otras centralitas IP.

E y M

E y M wink

Feature group D

FXS

FXO

GR – 303

Loop star

Ground star

Kewlstar

MF y DTMF support

RBS

#### **b. Funciones de Centralita**

Funciona sobre un servidor dedicado

Posibilidad de usar el sistema en virtualización (mediante VMWare o VirtualBox).

Hasta 150 extensiones por cada sistema y con sistemas Asterisk trabajando en paralelo (clustering)

Capacidades de líneas de voz convencionales de hasta 300 (usando primarios RDSI)

Soporta líneas de telefonía analógica, líneas RDSI, accesos primarios, VoIP (voz a través de Internet)

Transferencia de llamadas, internas y externas

Desvío de llamadas si está ocupado o no contesta

Opción No molestar (Do Not Disturb)

Parking de llamadas (Call Parking)

Llamada en espera (Hold)

Incorporar extensiones remotas (teletrabajadores o delegaciones)

Grupos de llamada (Ring groups)

Identificador de llamadas (CallerID)

Sistema DISA.

Operadora Digital (menús interactivos y guiados)

Música en espera y en transferencia (ficheros MP3 actualizables por el usuario)

Captura de llamadas de forma remota (remote pickup)

Buzones de voz (general, individuales, por grupos) protegidos por contraseña

- Indicador visual de mensaje en espera
- Envío de mensajes del buzón de voz al correo electrónico
- Grupos de buzones
- Interfaz web para acceder a los Buzones
- Gestión del buzón de voz mediante el terminal telefónico y página web

Gestión de listas negras (números telefónicos con acceso prohibido)

*Paging/Intercom.*

Acciones a realizar según horarios y fechas (horario laboral, días festivos, etc.)

Salas de conferencia (2 o más terminales simultáneamente)

Registro y listados de llamadas entrantes y salientes, con gráficas de consumo.

Ruteo de llamadas salientes por parámetros

Detección automática de entrada de faxes

Envío de faxes desde el propio sistema a través de interfaz web

Entorno gráfico de configuración y administración vía web

Panel gráfico de Operadora a través de navegador web con tecnología Flash para monitorizar el estado de líneas y terminales

Gestión de colas de llamadas entrantes (solución para Call Centers)

Grabación de llamadas entrantes y salientes (solución para Call Centers)

Monitorización de llamadas en curso

Soporta videoconferencia con protocolos SIP e IAX2

### **c.Funciones VoIP**

Pasarela VoIP <-> RTB/RDSI(mediante el hardware adecuado)

Soporta redes Ethernet 10/100/1000 Mbits/s

Posibilidad de interconexión de varias sedes y oficinas por Voz IP, mediante VPN

Soporta teléfonos IP (fijos, móviles Wi-Fi y "*softphone*")

Protocolos SIP, H.323, MGCP, IAX2)

Codecs: GSM, Alaw, Ulaw, iLBC, ADPCM, etc.

### **d.Funcionalidades de Conectividad**

Al estar basado en un sistema operativo Linux, dispone de todas las funcionalidades del mismo:

Firewall

Router

Proxy caché de web

Servidor de correo

Antivirus

Anti-spam

Webmail

Servidor DHCP

Servidor de mensajería instantánea

Servidor de impresora

Redes privadas virtuales (VPN)

Proxy HTTP y FTP (opcional)

Servidor FTP

Servidor Web

Servidor CRM

## **2.8.4 Características de Asterisk**

Las soluciones de telecomunicaciones basadas en Asterisk poseen características fundamentales: son económicas, robustas, potentes, flexible y protegen la inversión.

### **a. Económico**

Asterisk es económico gracias a que utiliza equipos estándar y está basado en código abierto. Los equipos que deben ser usados son estándar; en el mercado existen muchos fabricantes que producen teléfonos IP y servidores compitiendo y ofreciendo las mejores prestaciones y precios. Este escenario cambia completamente si se refiere a una centralita IP propietaria, pues la empresa o institución que quiera adquirir esta solución se ve obligada a adquirir un hardware concreto y a un solo fabricante, generalmente al fabricante de la centralita; además los teléfonos estándar no funcionan o lo hacen parcialmente.

Asterisk es OpenSource, por lo que código fuente y actualizaciones que periódicamente se lanzan se obtienen de forma gratuita. Asterisk cuenta con prestaciones que en una centralita propietaria son de pago, las mismas que vienen incorporadas, listas para ser configuradas y puestas en producción. Asterisk soporta hasta 5000 extensiones, siempre y cuando el servidor tenga la potencia suficiente para gestionarlos, y no es necesario pagar licencia alguna por cada extensión, ni por cada buzón de voz asociado a la extensión, etc.

### **b. Robusto**

Asterisk se ejecuta sobre servidores Linux, un sistema operativo muy robusto y estable. Para soluciones a prueba de fallos, VoipMinic instala clústers de alta disponibilidad con dos servidores para de esta manera garantizar un servicio de telefonía sin interrupciones.

### **c. Potente**

Asterisk se ha diseñado para realizar todo lo que un sistema tradicional de telefonía puede hacer:

Desvíos, grupos de llamadas y demás aplicaciones de la telefonía básica.

Buzones de voz con consulta desde web o envío al correo electrónico del mensaje como un archivo de sonido adjunto.

Música en espera

Multi-conferencias de voz.



Aplicaciones interactivas de voz (IVR).

Gestión de colas de llamadas.

Identificación de llamadas.

Registro de llamadas a base de datos (CDR)

Selección dinámica del operador (rutas de bajo coste).

Call center básico (aplicaciones de terceros para soluciones a gran escala)

Marcación predictiva, etc.

#### d. **Flexible**

Asterisk se configura y adapta a las necesidades precisas de cada organización, convirtiéndose en un sistema completamente flexible. Debido a su sistema permite también la configuración a bajo nivel, la centralita puede programarse a medida de las necesidades de cada organización.

#### e. **Protege la Inversión**

La inversión en software y equipos que se realiza por parte de la empresa no depende de la continuidad que un fabricante quiera dar al producto que ha comprado. Al utilizar Asterisk, una empresa puede aprovechar los servidores que puede poseer y al ser el software de código abierto, disponer del código fuente y de los ficheros de configuración para modificarlo de acuerdo a las necesidades de la central. <sup>7</sup>

### **2.8.5 Interfaces gráficas para Asterisk**

Al estar implementado en Linux, aparentemente hereda su complejidad. Por ello se han diseñado distribuciones de Asterisk que incluyan Asterisk más aplicaciones GUI (Graphical User Interface) como Trixbox y la última Asterisk-NOW desarrollada por Digium creador de Asterisk.

Una opción de las más utilizadas y recomendadas en el mercado es Elastix que es un software aplicativo que integra las mejores herramientas disponibles para PBXs basados en Asterisk en una interfaz simple y fácil de usar. Además añade su propio conjunto de utilidades y permite la creación de módulos de terceros para hacer de este el mejor paquete de software disponible para la telefonía de código abierto.

---

<sup>7</sup> <http://wiki.asterisk.org/wiki/display/AST/Home>

La meta de Elastix son la confiabilidad, modularidad y fácil uso. Estas características añadidas a la robustez para reportar lo hacen, la mejor opción para implementar un PBX basado en Asterisk.

Las características proveídas por Elastix son muchas y variadas. Elastix integra varios paquetes de software, cada uno incluye su propio conjunto de características. Además Elastix añade nuevas interfaces para el control y reportes de si mismo, lo que lo hace un paquete completo.

### **2.8.6 Elastix**

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

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

Elastix implementa gran parte de su funcionalidad sobre 4 programas de software muy importantes como son Asterisk, Hylafax, Openfire y Postfix. Estos brindan las funciones de PBX, Fax, Mensajería Instantánea e Email, respectivamente. La parte de sistema operativo se basa en CentOS, una popular distribución Linux orientada a servidores. Cada uno de estos programas son desarrollados y mantenidos por diferentes compañías y comunidades. Donde está la grandeza de Elastix es en la creación de una interface Web común para la administración de estos servicios y la integración de los mismos de forma sumamente fácil y sencilla.

#### **Principales programas de Elastix**

- Asterisk (Actualmente V. 1.4), en la próxima versión de Elastix (version 2.0) estará usando la versión 1.6
- vTigerCRM® and SugarCRM®, Sistemas de CRM
- A2Billing® – Plataforma de tarjetas de llamadas y facturación para Asterisk.
- Flash Operator Panel, Consola de Operadora vía Web
- Hylafax® un software bastante depurado y estable para sistemas de faxes
- Openfire® - Servidor de mensajería instantánea y algo más.

- FreePBX® Interface de administración Web de Asterisk y componente esencial en Elastix.
- Sistemas de Reportes – Este se encarga de brindar información detallada de las operaciones de la pbx.
- OSLEC - Cancelador de Eco basado en Software
- Postfix®, servidor de correos sumamente estable y ampliamente difundido.

La ventaja que tiene Elastix es que todos estos componentes vienen instalados o preinstalados de por sí al momento de realizarse una instalación. Elastix viene en un CD autoinstalable con todos los componentes en un mismo lugar, por lo que no tenemos que ser unos expertos para echarlos a andar.

Las características proveídas por Elastix son muchas y variadas, como ya explicamos incluye varios paquetes de software, cada uno incluye su propio conjunto de características. Además, Elastix añade nuevas interfaces para el control y reportes de sí mismo, lo cual lo hace un paquete completo. Algunas de las características proveídas por Elastix son:

- Soporte para VIDEO: se puede usar videollamadas con Elastix.
- Soporte para Virtualización: es posible correr múltiples máquinas virtuales de Elastix sobre un mismo equipo.
- Interfaz Web para el usuario: realmente amigable.
- “Fax a email” para faxes entrantes: también se puede enviar documentos digitales a un número de fax a través de una impresora virtual.
- Interfaz para tarifas.
- Configuración gráfica de parámetros de red.
- Reportes de uso de recursos.
- Opciones para reiniciar/apagar remotamente.
- Reportes de llamadas entrantes/salientes y uso de canales.
- Módulo de correo de voz integrado.
- Interfaz Web para correo de voz.
- Módulo de panel operador integrado.
- Módulos extras SugarCRM y Calling Card incluidos (Ast2billing).
- Sección de descargas con accesorios comúnmente usados.
- Interfaz de ayuda embebido.
- Servidor de mensajería instantáneo (Openfire) integrado.
- Módulo de Call Center (se debe descargar para su posterior instalación)

-Soporte multilinguaje.<sup>8</sup>

## 2.9 Comparación entre las dos Alternativas CME y Elastix.

Para terminar el capítulo, se realiza un resumen de las características más relevantes de telefonía IP que las dos soluciones proporcionan y se ha realizado una comparación entre Cisco Unified Communications Manager vs Asterisk.

En la tabla 2.3 se presentan una lista con características a manera de comparación entre ambas alternativas, libre y propietaria, Asterisk y Cisco Unified Communications Manager (CUCM) respectivamente.

Tabla IV. Comparativo Asterisk-CUCM

| CARACTERÍSTICA                                | ASTERISK | CUCM                 |
|---|----------|----------------------|
| Disponibilidad                                | Si       | Si                   |
| Sencillez                                     | Si       | Si                   |
| Movilidad Si                                  |          | Si                   |
| Vídeo   | Si       | Si                   |
| Integración con aplicaciones ya desarrolladas | Si       | Algunas aplicaciones |
| Capacidad                                     | 5000     | 30000                |
| Funcionalidades                               |          |                      |
| Llamada en espera                             | Si       | Si                   |
| Conferencia                                   | Si       | Si                   |
| Conferencia múltiple                          | Si       | Si                   |
| Transferencia de Llamadas                     | Si       | Si                   |
| Colas de llamadas                             | Si       | Si                   |
| Call Center                                   | Si       | Si                   |
| Mensajería de voz                             | Si       | Si                   |
| Interfaz gráfica web                          | Si       | Si                   |
| Caller ID                                     | Si       | Si                   |

Fuente: <http://dSPACE.ups.edu.ec/bitstream/123456789/994/3/CAPITULO%20II.pdf>

<sup>8</sup> <http://www.elastix.org/index.php/es/inicio.html>

# CAPITULO III

## MATERIALES Y MÉTODOS

### 3.1 Objeto de Estudio

El objeto de estudio de la investigación es la integración de dos tecnologías CISCO CALL MANAGER EXPRESS y ASTERISK a través de ÉLASTIX.

La palabra **integración** tiene su origen en el concepto latino *integratio*. Se trata de la **acción y efecto de integrar o integrarse** (constituir un todo, completar un todo con las partes que faltaban o hacer que alguien o algo pase a formar parte de un todo).<sup>9</sup>

La **integración** siempre supone:

- el esfuerzo coordinado,
- la planeación conjunta y
- la convivencia pacífica entre los sectores que conforman el grupo.

Esa es la única forma donde las partes pueden constituir una toda **integración**, aún sin perder su individualidad.

Para este estudio se analizará la integración o coexistencia de la Telefonía IP de Cisco con una tecnología ip libre basada en Asterix, como es Elastix.

Para ello se deben estudiar conceptos nuevos, y hacer pruebas de aplicaciones en los escenarios creados para el efecto.

### 3.2 Tipo de Investigación

En la presente investigación se ha aplicado un estudio descriptivo, buscando desarrollar una imagen o fiel representación (descripción) del fenómeno estudiado a

---

<sup>9</sup> Fuente: <http://definicion.de/integracion/>

partir de sus características. Describir en este caso es sinónimo de medir. Medir variables o conceptos con el fin de especificar las propiedades importantes del grupo o fenómeno bajo análisis. La investigación también es experimental al tener por finalidad la búsqueda y consolidación del saber mediante análisis de los resultados de las pruebas realizada en los escenarios de estudio.<sup>10</sup>

### 3.3 Diseño de la Investigación

En la investigación se aplica un diseño cuasiexperimental este término se refiere a diseños de investigación experimentales en los cuales los sujetos o grupos de sujetos de estudio no están asignados aleatoriamente, son grupos intactos. Dentro de la estructura de los diseños cuasi experimentales se ha usado uno con preprueba-posprueba, como indica a continuación:

GE O1 X O2

GC O1 - O2

GE = Grupo experimental.

GC = Grupo testigo o control.

X = Tratamiento experimental.

- = Ausencia de tratamiento experimental.

O1= Preprueba o medición previa al tratamiento experimental.

O2 = Posprueba o medición posterior al tratamiento experimental.

Previo a exponer al Grupo a la presencia de la variable independiente (X), se aplica una medición (preprueba: O1). Después del estímulo se aplica otras mediciones (O2, O3, O4), para analizar efectos a corto y mediano plazo.<sup>11</sup>

Los argumentos que se establecen en la investigación son los siguientes:

La investigación se realiza en base a los problemas detectados en las centrales telefónicas propietarias, que al desear implementar servicios o escalabilidad implica la

---

<sup>10</sup> <http://www.mitecnologico.com/Main/InvestigacionPuraYAplicada>

<sup>11</sup> Fuente: Ávila Baray, H.L. (2006) Introducción a la metodología de la investigación Edición electrónica. Texto completo en [www.eumed.net/libros/2006c/203/](http://www.eumed.net/libros/2006c/203/)

compra de licencias por cada servicio que se requiera, esto se constituye en un limitante. Por ello se ha buscado una alternativa en la investigación de la integración de la central propietaria con una

central de software libre Asterisk; que abra el camino a nuevas mejoras.

- ✓ Se ha formulado los objetivos de la investigación que resolverá el problema.
- ✓ Se justifica las razones por las cuales se propone la presente investigación.
- ✓ Se ha elaborado un marco teórico que apoya y fundamenta la ejecución del trabajo.
- ✓ Se plantea una hipótesis la cual es una posible respuesta al problema planteado.
- ✓ Se propone la operacionalización de variables en función a la hipótesis planteada.
- ✓ Se realiza la recolección de datos de índices e indicadores mediante instrumentos válidos.
- ✓ Se realiza el análisis e interpretación de los datos para sustentar la prueba de la hipótesis con los resultados obtenidos.
- ✓ Se debe redactar las conclusiones y recomendaciones producto de la investigación realizada.
- ✓ Se propone una guía de referencia para la integración de soluciones empresariales voip con software libre (cisco-asterisk).

### **3.4 Población y Muestra**

En esta investigación se utiliza dos muestras no probabilísticas una para cada variable, como se explica a continuación:

#### **A. VARIABLE INDEPENDIENTE (VI)**

**Población:** Usuarios creados en las centrales de voip de cisco con el Call Manager Express implementado en el router 2811 y los usuarios creados en la central Elastix implementada en la máquina virtual VMWARE.

**Muestra:** Tres usuarios de Voip cisco y tres usuarios asterisk, que se constituyen en la población total del ambiente de pruebas implementado para el estudio.

Tabla V. Distribución de la Muestra de la Variable independiente

| <b>Central telefónica</b>      | <b>Usuarios</b> | <b>Ambiente de Pruebas</b> |
|--------------------------------|-----------------|----------------------------|
| Call Manager Express 3.3 (CME) | 3               | Escenario 1                |
| Asterisk (Elastix 2.2)         | 3               | Escenario 2                |
| Integración CME y Asterisk     | 6               | Escenario 3                |

Fuente: Ing. Ruth Barba

### **B. VARIABLE DEPENDIENTE(VD)**

**Población:** Disponibilidad de servicios de telefonía VOIP. Cisco CME y Elastix comparten un total de 25 servicios que cada una puede proveer independientemente.

A continuación se muestra una tabla en la que se resumen los servicios de telefonía ip que soportan Elastix y Cisco. Además se indican los servicios implementados en el ambiente de pruebas y los compartidos por ambas tecnologías. Pues a pesar de que ambos soporten los servicios indicados, el costo que tiene implementarlos en el Call Manager de Cisco es muy elevado por las licencias que se debe comprar para ponerlos en funcionamiento.

A diferencia de Elastix, que soporta las mismas funciones pero para implementarlos no se requiere de licencias, entonces hay una gran ventaja en implementar servicios adicionales en Elastix que puede compartir con cisco.

La implementación de los servicios de Voip en el ambiente de pruebas ha permitido analizar los indicadores con sus respectivos índices para validar la hipótesis del presente estudio.

Tabla VI. SERVICIOS DE TELEFONÍA IP



| TIPO  | SERVICIOS DE TELEFONÍA IP  | SOPORTAN TECNOLOGÍA |          | IMPLEMENTADOS | COMPARTEN FUNCIONES |
|---|--|---------------------|----------|---------------|---------------------|
|   |  | CISCO               | ASTERISK |               |                     |
| CONECTIVIDAD  | Conexión con líneas de telefonía tradicional, mediante interfaces tipo analógico (FXO) para líneas de teléfono fijo o bien móvil y RDSI (BRI o PRI).   | SI                  | SI       | NO            | NO                  |
|   | Soporte de extensiones analógicas, para terminales telefónicos analógicos, terminales DECT o equipos de fax.   | SI                  | SI       | NO            | NO                  |
|   | Soporte de líneas (trunks) IP: SIP, H323 o IAX.  | SI                  | SI       | SI            | SI                  |
|   | Soporte de extensiones IP: SIP, SCCP, MGCP, H323 o IAX.  | SI                  | SI       | SI            | SI                  |
| FUNCIONES BASICAS                                     | Llamada directa a extensión  | SI                  | SI       | SI            | SI                  |
|   | Transferencias (directa o consultiva)  | SI                  | SI       | NO            | NO                  |
|   | Desvíos  | SI                  | SI       | NO            | NO                  |
|   | Capturas (de grupo o de extensión)   | SI                  | SI       | NO            | NO                  |
|   | Conferencia múltiple   | SI                  | SI       | NO            | NO                  |
|   | Aparcamiento de Llamadas ( <i>Call parking</i> )   | SI                  | SI       | NO            | NO                  |
|   | Retrollamada - <i>Callback</i> (llamada automática cuando disponible).   | SI                  | SI       | NO            | NO                  |
|   | <i>Paging</i> - Megafonía a través del altavoz del teléfono  | SI                  | SI       | NO            | NO                  |
|   | Monitoreo y Grabación de Llamadas  | SI                  | SI       | SI            | NO                  |
|   | Música en Espera basada en archivos MP3 y similar.   | SI                  | SI       | SI            | NO                  |
|   | Colas de atención  | SI                  | SI       | NO            | NO                  |
|   | Llamada en espera  | SI                  | SI       | NO            | NO                  |
|   | Identificador de Llamante  | SI                  | SI       | SI            | SI                  |
|   | Bloqueo por llamante identificado  | SI                  | SI       | NO            | NO                  |
|   | Recepción de Fax   | SI                  | SI       | SI            | NO                  |
|   | Listado Interactivo del directorio de extensiones  | SI                  | SI       | NO            | NO                  |
| Manejo de comportamiento por tiempo (Time Conditions) | SI   | SI                  | NO       | NO            |                     |
| Follow me   | SI   | SI                  | NO       | NO            |                     |
| FUNCIONES AVANZADAS                                   | Buzón de Voz: sistema de contestador automático personalizado por usuario. Se integra con el sistema de directorio (LDAP) y con el email.  | SI                  | SI       | NO            | NO                  |
|   | Sistema de Audio conferencias: Sistema que permite la conexión remota de diferentes usuarios que quieren mantener una reunión virtual y suministra la correcta gestión y control de los usuarios que se incorporan a ella. | SI                  | SI       | NO            | NO                  |
|   | IVR: Operadora Automática. Sistema automatizado de respuesta que permite redirigir las llamadas entrantes en función de las opciones seleccionadas por el llamante.  | SI                  | SI       | NO            | NO                  |
|   | Informes detallados de Llamadas (CDR)  |                     |          |               |                     |

Fuente: <http://www.elastix.org> <http://www.cisco.com>. Compilación de Funcionalidades

**Muestra:** Para el efecto se ha implementado algunos servicios en las centrales

telefónicas, estos son:

Tabla VII. SERVICIOS DE TELEFONÍA IP IMPLEMENTADOS

| TIPO              | SERVICIOS DE TELEFONÍA IP                               | SOPORTAN TECNOLOGÍA |          |
|-------------------|---|---------------------|----------|
|                   |   | CISCO               | ASTERISK |
| CONECTIVIDAD      | Soporte de líneas (trunks) IP: SIP, H323 o IAX.         | SI                  | SI       |
|                   | Soporte de extensiones IP: SIP, SCCP, MGCP, H323 o IAX. | SI                  | SI       |
| FUNCIONES BÁSICAS | Llamada directa a extensión                             | SI                  | SI       |
|                   | Paging - Megafonía a través del altavoz del teléfono    | SI                  | SI       |
|                   | Monitoreo y Grabación de Llamadas                       | SI                  | SI       |
|                   | Música en Espera basada en archivos MP3 y similar.      | SI                  | SI       |
|                   | Llamada en espera                                       | SI                  | SI       |
|                   | Identificador de Llamante                               | SI                  | SI       |
|                   | Recepción de Fax  | SI                  | SI       |

Fuente: Ing. Ruth Barba

Tabla VIII. RESUMEN DE SERVICIOS DE TELEFONÍA IP IMPLEMENTADOS

|                     | SOPORTAN TECNOLOGÍA |          |               |
|---------------------|---------------------|----------|---------------|
|                     | CISCO               | ASTERISK | IMPLEMENTADOS |
| CONECTIVIDAD        | 4                   | 4        | 2             |
| FUNCIONES BÁSICAS   | 18                  | 18       | 6             |
| FUNCIONES AVANZADAS | 3                   | 3        | 0             |
| TOTAL               | 25                  | 25       | 8             |

Fuente: Ing. Ruth Barba

En función del resumen se realizó el análisis para determinar el porcentaje al que equivale los servicios implementados.

Tabla IX.- SERVICIOS IMPLEMENTADOS

| REGLA DE TRES         |      |
|-----------------------|------|
| 25 SERVICIOS EQUIVALE | 100% |
| 8 IMPLEMENTADOS       | X    |
| CÁLCULO               |      |
| $X = (8 * 100) / 25$  |      |
| $X = 32 \%$           |      |

Fuente: Ing. Ruth Barba

En el ambiente de pruebas se implementó el 32 % que es la muestra del total de

servicios disponibles para las tecnologías en estudio, según la Tabla VII. SERVICIOS IMPLEMENTADOS DE TELEFONÍA IP.

### **3.5 Métodos**

El método independiente del objeto al que se aplique, tiene como objetivo solucionar problemas, y el problema en cuestión está en la demostración de la hipótesis de la integración de CME con Elastix.

#### **3.5.1 Método Científico**

El método que he seguido para este estudio es el científico, pues este trata de llegar a un conocimiento verdadero a través de mecanismos o pasos, éstos son:

- Planteamiento del problema
- Formulación de hipótesis
- Levantamiento de información
- Análisis e interpretación de resultados
- Comprobación de la hipótesis
- Difusión de resultados

Cada uno de estos pasos están descritos en el presente proyecto, con el objetivo de delimitar y demostrar cómo se realizaron la comprobación de los resultados “análisis” y luego su interpretación. Se han determinado los escenarios sobre los cuales se realiza esta investigación estos son, los ambientes de pruebas.

### **3.6 TÉCNICAS Y FUENTES DE RECOLECCIÓN DE DATOS**

#### **TÉCNICAS**

Las técnicas empleadas en la presente investigación fueron: Revisión de

documentación, Instalaciones, Configuraciones, Razonamiento, Observación, Pruebas y Observación.

Tabla X.Técnicas

| TÉCNICAS                  | EXPLICACIÓN  |
|---------------------------|--|
| Revisión de documentación | Fue necesario revisar la documentación que hace referencia a la implementación del call manager de cisco para el funcionamiento de telefonía ip; así como la revisión de documentación para la puesta en funcionamiento del servidor de telefonía ip basado en asterisk a través de elastix. |
| Instalaciones             | Se debe conocer el proceso de instalación y de configuración para la puesta en funcionamiento de cada una de las centrales telefónicas.  |
| Configuraciones           | Una vez instaladas las centrales fue necesaria la configuración de cada una de ellas para el funcionamiento de los teléfonos de cada tecnología. Además de las troncales sip configuradas tanto en elastix como en cme.  |
| Razonamiento              | Se debe comprender la coexistencia del funcionamiento de ambas tecnologías y el proceso de comunicación que se establece entre las mismas. Así como el establecimiento de los indicadores para el análisis de la disponibilidad.   |
| Pruebas                   | Realicé varias pruebas de telefonía ip en los escenarios establecidos para el efecto, que son: call manager express, elastix y call manager express&elastix.   |
| Observación               | Se debió observar el comportamiento de las tecnologías para realizar la recolección de datos de las pruebas realizadas.  |

Fuente: Ing. Ruth Barba

## FUENTES

Internet: páginas oficiales de Elastix, Asterisk, Cisco; en las que se puede encontrar información valiosa desde las bases para poder implementar las centrales. Además puede obtener ejemplos de configuraciones que nos dan una idea más detallada del alcance de la tecnología en estudio.

Estudios realizadas de las tecnologías: es interesante leer trabajos realizados acerca de implementaciones parecidas y aplicadas en universidades como es el caso de la Universidad de California que se lo puede encontrar en la página oficial de cisco en el área de implementaciones exitosas. Algo parecido se detallan en trabajos de pregrado en la Politécnica Nacional del Ecuador.

Textos: Una ayuda invaluable ha sido los textos de la comunidad de Elastix y Asterisk que enseña las bondades de este software y su implementación, sugiero Elastix a Ritmo de Merengue y Comunicaciones Unificadas con Elastix volumen I y II que se pueden descargar del internet, pues tienen licencia GPL.

Estándares: Es necesario leer los estándares de los protocolos que se implementan en la investigación, como SIP (RFC 3261), así como el estándar SCCP.

### **3.7. INSTRUMENTOS**

La propuesta de la investigación consistió, a partir de la infraestructura de pruebas, para la recolección de datos medir la disponibilidad de la voip y de los servicios en función de la integración de las tecnologías, para ello se debieron realizar pruebas para obtener los datos que comprueben la hipótesis. Para poder obtener datos que demuestren la comunicación utilicé el analizador de protocolos de red wireshark versión 1.6.5.

#### **3.7.1 VALIDACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS**

Wireshark, es un analizador de protocolos open source, diseñado por Gerald Combs y que actualmente está disponible en plataformas Unix y Windows

Conocido originalmente como Ethereal, su principal objetivo es el análisis de tráfico además de ser una excelente aplicación didáctica para el estudio de las comunicaciones y para la resolución de problemas de red.

Wireshark implementa una amplia gama de filtros que facilitan la definición de criterios de búsqueda para los más de 1100 protocolos soportados actualmente (versión 1.6.5); y todo ello por medio de una interfaz sencilla e intuitiva que permite desglosar por capas cada uno de los paquetes capturados.

Gracias a que Wireshark “entiende” la estructura de los protocolos, podemos visualizar los campos de cada una de las cabeceras y capas que componen los paquetes monitorizados, proporcionando un gran abanico de posibilidades al administrador de redes a la hora de abordar ciertas tareas en el análisis de tráfico.

Wireshark incluye una versión en línea de comandos, denominada Tshark; cuando se necesita analizar tráfico en profundidad o hay que auditar un entorno en el que el tiempo

prima, no hay mejor opción que la flexibilidad que nos ofrece un analizador de protocolos como Wireshark.

Por ello INTECO, (Instituto Nacional de Tecnologías de la Comunicación) del Gobierno de España, lo sugiere como herramienta de apoyo para administradores y técnicos de seguridad a la hora de analizar tráfico para detectar problemas o ataques de red. Para mayor información pueden remitirse a la página oficial de este organismo.<sup>12</sup>

### 3.8. OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES

#### HIPÓTESIS

La Integración del Cisco Call Manager Express con Asterisk mejora la disponibilidad de los servicios de telefonía ip.

En el proceso de operacionalización de las variables se explica en detalle: los conceptos de las variables, los tipos de valores que pueden tomar, las técnicas con que se puedan medir sean cuantitativas o cualitativas y la dependencia entre ellas.

Esto se definió como la operacionalización conceptual y metodológica, que se muestra a continuación:

#### 3.8.1. OPERACIONALIZACIÓN CONCEPTUAL

Tabla XI. Operacionalización de las variables

| VARIABLE   | TIPO          | DEFINICIÓN   |
|--|---------------|--|
| Integrar Cisco Call Manager Express con Asterisk | Independiente | Softwares basados en un sistema de tratamiento de llamadas y telefonía sobre IP. |

<sup>12</sup>Fuente:[http://cert.inteco.es/cert/Notas\\_Actualidad/informe\\_sobre\\_analisis\\_trafico\\_wireshark\\_20110211?postAction=getLatestInfo](http://cert.inteco.es/cert/Notas_Actualidad/informe_sobre_analisis_trafico_wireshark_20110211?postAction=getLatestInfo)

|  |                      |   |
|--|----------------------|---|
| Disponibilidad de los servicios de telefonía ip. | Dependiente compleja | Cuando un usuario puede acceder a los servicios de telefonía ip si la conexión se interrumpe afecta la disponibilidad del servicio. |
|--|----------------------|---|

Fuente: Ing. Ruth Barba

### 3.8.2. OPERACIONALIZACIÓN METODOLÓGICA

Tabla XII. Operacionalización metodológica.

| HIPÓTESIS   | VARIABLES  | INDICADORES   | INDICES   |
|---|--|---|---|
| La Integración del Cisco Call Manager Express con Asterisk mejora la disponibilidad de los servicios de telefonía ip. | <b>V. Independiente</b><br><br>Integrar Cisco Call Manager con Asterisk      | <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Interoperabilidad de las llamadas telefónicas.</li> <li>○ Transparencia al usuario.</li> <li>○ Escalabilidad</li> <li>○ Grado de coexistencia</li> <li>○ Claridad de las llamadas</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Pruebas</li> <li>○ Simulaciones</li> <li>○ Herramientas</li> <li>○ Recolección de información</li> </ul> |
|   | <b>V. Dependiente</b><br><br>Disponibilidad de los Servicios de telefonía IP | <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Caídas del sistema:                         <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Mantenimiento de servicios.</li> <li>2. Fallos de los servicios</li> </ol> </li> </ul>                 | <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Sniffers</li> <li>○ Pruebas en el ambiente de pruebas</li> </ul>   |

Fuente: Ing. Ruth Barba

#### 3.8.2.1. OPERACIONALIZACIÓN METODOLÓGICA VARIABLE INDEPENDIENTE.

Tabla XIII. Operacionalización metodológica variable independiente

| VARIABLE  | INDICADOR  | ÍNDICE                                      | TÉCNICA/<br>INSTRUMENTO  |
|---|--|---|--|
| La Integración de Cisco Call Manager Express con Asterisk | o Interoperabilidad de las llamadas telefónicas. | Llamada entre dos tecnologías.              | Prueba en el ambiente de pruebas, captura de paquetes con el instrumento Wireshark.                                    |
|   | o Transparencia al usuario.                      | Servicio de telefonía                       | Prueba en el ambiente de pruebas, captura de paquetes con el instrumento Wireshark.                                    |
|   | o Escalabilidad                                  | Necesidad de nuevas líneas telefónicas      | Soporte de números telefónicos. Proyección realizada según el índice de crecimiento del PIB del 2011.                  |
|   | o Grado de coexistencia                          | Funcionamiento de dos centrales telefónicas | Compartimiento de servicios. Pruebas captura de paquetes con el instrumento Wireshark.                                 |
|   | o Claridad de las llamadas                       | Llamada telefónica                          | Perspectiva del usuario, según el método <i>subjetivo</i> de medida de la calidad de servicio MOS (Mean Opinión Store) |

Fuente: Ing. Ruth Barba

### 3.8.2.2. OPERACIONALIZACIÓN METODOLÓGICA VARIABLE DEPENDIENTE.

Tabla XIV. Operacionalización metodológica variable dependiente

| VARIABLE  | INDICADOR                     | ÍNDICE  | TÉCNICA/<br>INSTRUMENTO                                 |
|---|-------------------------------|---|---|
| Disponibilidad de los Servicios de telefonía IP | 1. Mantenimiento de servicios | 1. Reconfiguración<br>2. Actualización  | Pruebas en los escenarios del experimento. Observación. |
|   | 2. Fallos de los servicios    | 1. Fallos de datos<br>2. Error humano<br>3. Fallo de software<br>4. Fallo de hardware<br>5. Desastres | Pruebas en los escenarios del experimento. Observación. |

Fuente: Ing. Ruth Barba

## 3.9 AMBIENTES DE PRUEBA

### 3.9.1 Infraestructura

El escenario del experimento se resume en tres ambientes de prueba, como se indica en la tabla siguiente:



Tabla XV. Ambientes de Prueba

|   |  |
|---|--|
| La Integración de Cisco Call Manager Express con Asterisk | <b>Escenario 1: (Antes del Experimento)</b><br>Call Manager Express          |
|   | <b>Escenario 2: (Antes del Experimento)</b><br>Elastix                       |
|   | <b>Escenario 3(Después del Experimento)</b><br>Call Manager Express- Elastix |

Fuente: Ing. Ruth Barba

Para la implementación de los escenarios del ambiente de pruebas fue necesario tomar en cuenta ciertos aspectos tecnológicos trascendentales en el funcionamiento de la telefonía IP.

Para que esta trabaje hoy en día no es necesaria más que la conectividad interna IP, es decir al conectar los teléfonos; éstos no necesitan estar directamente conectados a la central telefónica sino requiere únicamente direccionamiento IP. Para ello se debe configurar servidores de telefonía Ip, ya sea el Call Manager Express implementado en un router o en una máquina virtual, esto para la tecnología de Cisco.

En cambio para Elastix necesitamos una pc ó máquina virtual para montar el servidor basado en Ásterisk, luego se requieren las configuraciones necesarias para el funcionamiento de los teléfonos ip. En la infraestructura se han usado los siguientes equipos:

Tabla XVI. Herramientas e instrumentos

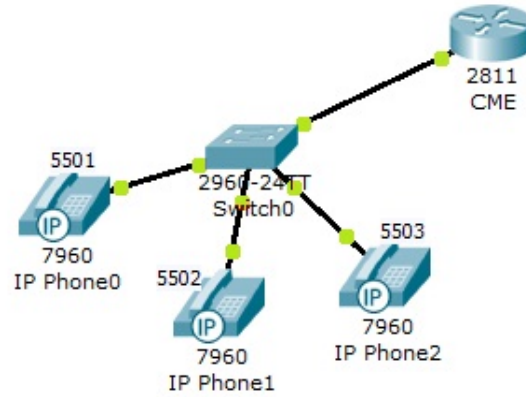
| HERRAMIENTAS/<br>INSTRUMENTOS | AMBIENTE DE PRUEBAS   |
|-------------------------------|---|
| Infraestructura de red.       | <ul style="list-style-type: none"> <li>a. 1 router 2800 capa 3</li> <li>b. 1 switch 2960 capa 2</li> <li>c. 1 switch 2960 capa 2</li> </ul>   |
| Equipos - gateways            | <ul style="list-style-type: none"> <li>a. 1 router 2800 se levanta el CME VERSIÓN 3.3 con un IOS 12.4 ó superior que soporte telefonía IP.</li> <li>b. 1 Computador portátil:<br/>AMD Athlon X2 Dual core QL-66, con 2.20 Ghz y 4 Gb en Ram.<br/>Un sistema operativo de 32 bits, win 7, máquina virtual vmware.<br/>En ella se instala elastix 2.012 con actualizaciones.</li> </ul> |
| Teléfonos                     | <ul style="list-style-type: none"> <li>a. Tres teléfonos físicos: cisco 7912 con soporte de Skinny Client Control Protocol (SCCP) .</li> <li>b. Tres softphone SIP, utilizando el software X-Lite-4.</li> </ul>   |

Fuente: Ing. Ruth Barba Vera

Las pruebas se realizaron en un ambiente implementado para el estudio, con tres

escenarios. Estos son:

### 3.9.2 Escenario Call Manager Express.

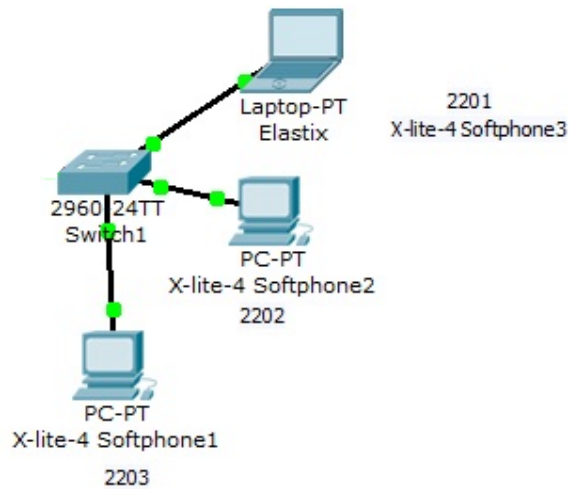


PROTOTIPO DEL AMBIENTE DE PRUEBAS PARA LA INTEGRACIÓN DE CME CON ASTERISK(ELASTIX)

ESCENARIO 1 CME

Figura 17. – Escenario 1- CME

### 3.9.3 Escenario Elastix

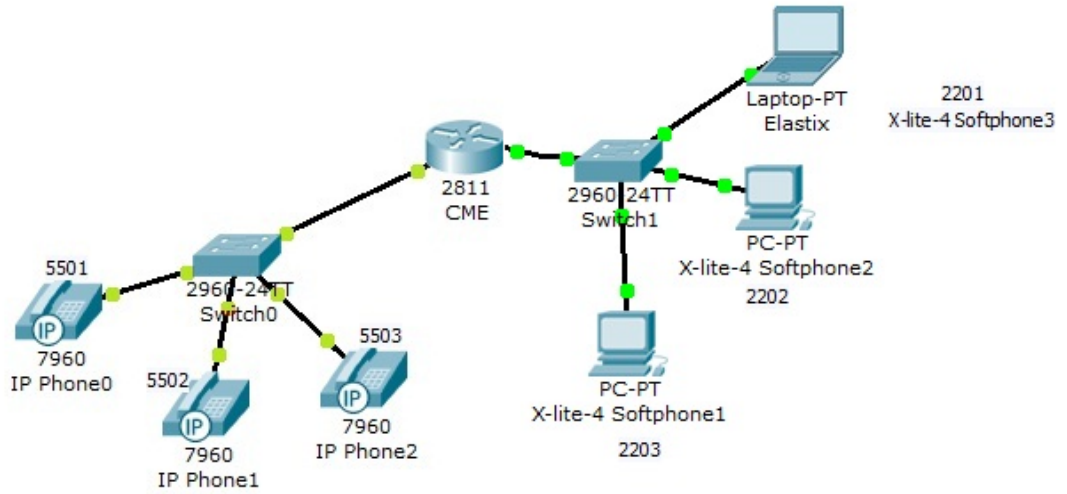


PROTOTIPO DEL AMBIENTE DE PRUEBAS PARA LA INTEGRACIÓN DE CME CON ASTERISK(ELASTIX)

ESCENARIO 2 ELASTIX

Figura 18. – Escenario 2- ELASTIX

### 3.9.4 Integración Call Manager Express & Elastix



PROTOTIPO DEL AMBIENTE DE PRUEBAS PARA LA INTEGRACIÓN DE CME CON ASTERISK(ELASTIX)

ESCENARIO CME-ELASTIX

Figura 19. – Escenario 3 CME-ELASTIX

# CAPITULO IV

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 4.1 INTRODUCCIÓN

La comunicación actual de telefonía es la VOIP, debido principalmente a la disminución de costos en las llamadas, al eliminar: cargos de interconexión entre operadores e implementación de infraestructuras; además optimiza el uso de ancho de banda y presenta mejores oportunidades para ofrecer nuevos servicios e integración en una sola red (voz/dato).

La implementación de esta tecnología implica altos costos si se utiliza una tecnología de código cerrado como es cisco, la misma que para ampliar demanda licencias que inflarían aún más los costos. Esto se abarataría si se integra la central ip cisco con una central que le permita crecer permitiéndole además tener servicios adicionales.

Se ha desarrollado una Guía de Referencia para Integrar Soluciones Empresariales de Voip, caso práctico: cisco-elastix. En esta guía se explica la instalación y configuración de cada una de las centrales telefónicas: Call Manager Express 3.3 como solución empresarial de pago y Asterisk con la distribución Elastix 2.2, orientando al investigador paso a paso hasta obtener en el ambiente de pruebas establecido para el estudio la integración óptima de las tecnologías.

Para la implementación de la central elastix se sugiere la instalación de una máquina virtual vmware, en la que se instala elastix 2.2.; para la configuración deberá ingresar a la interfaz web de elastix la misma que le permitirá al investigador crear extensiones telefónicas y la configuración de la troncal sip para la comunicación con la central cisco. El Call Manager Express se instala en el router cisco 2811, en él se configura las extensiones telefónicas y el dial-peer voice voip, para que se comunique con la central elastix a través de la troncal sip.

La Guía de Referencia se adjunta en el anexo 1.

Para poder establecer los resultados de la investigación se han realizado las pruebas sobre el ambiente creado para el efecto aplicando la guía sugerida en este estudio.

## 4.2 VARIABLE INDEPENDIENTE

### 4.2.1 Indicador 1: Interoperabilidad de las llamadas telefónicas en el ambiente de pruebas.

Tabla XVII. Indicador 1: Resumen de Pruebas de Llamadas telefónicas en ms.

| Escenario   | Tecnología                   | Pruebas | Número de Llamadas | Tiempo Promedio Conexión | Tiempo Promedio Conexión Total |
|-------------|------------------------------|---------|--------------------|--------------------------|--------------------------------|
| CME         | cisco-cisco                  | 1       | 4                  | 0,001                    | 0,001                          |
|             |                              | 2       | 5                  | 0,001                    |                                |
| ELASTIX     | sip -sip (elastix - elastix) | 1       | 4                  | 6,1615                   | 6,167                          |
|             |                              | 2       | 4                  | 6,1725                   |                                |
| CME-ELASTIX | sip-cisco (elastix-cme)      | 1       | 6                  | 8,1193333                | 6,87236665                     |
|             |                              | 2       | 5                  | 5,6254                   |                                |
| CME-ELASTIX | cisco-sip (cme-elastix)      | 1       | 2                  | 8,461                    | 5,882                          |
|             |                              | 2       | 3                  | 3,303                    |                                |

Fuente: Ing. Ruth Barba

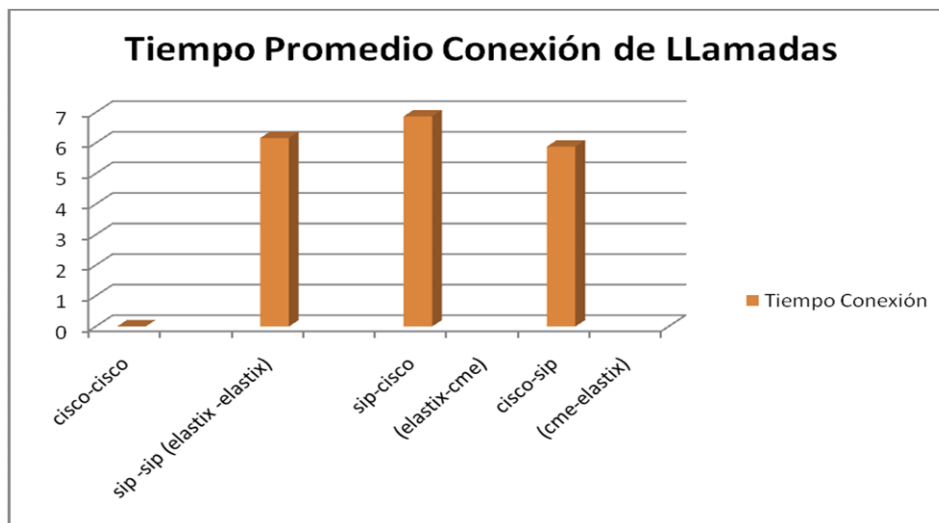


Figura 20. – Tiempo Promedio de Conexión de Llamadas en ms

#### Interpretación:

El tiempo promedio de conexión de llamadas, se recogió con la herramienta Wireshark. Al realizar llamadas a lo interno de las centrales telefónicas y entre ellas, se puede comprobar la interoperabilidad de las llamadas, demostrándose que existe una comunicación full dúplex entre tecnologías.

### 4.2.2 Indicador 2: Transparencia al usuario

Se mide en función de la efectividad del servicio de Telefonía de las diferentes arquitecturas.

Tabla XVIII. Indicador 2: Tiempo de llamadas efectivas en ms, en diferentes arquitecturas

| Escenario   | Tecnología                  | Tiempo Promedio Conexión Total | Conectividad |
|-------------|-----------------------------|--------------------------------|--------------|
| CME         | cisco-cisco                 | 0,001                          | Efectiva     |
| ELASTIX     | sip -sip (elastix -elastix) | 6,167                          | Efectiva     |
| CME-ELASTIX | sip-cisco<br>(elastix-cme)  | 6,87236665                     | Efectiva     |
| CME-ELASTIX | cisco-sip<br>(cme-elastix)  | 5,882                          | Efectiva     |

Fuente: Ing. Ruth Barba

### Interpretación:

Al realizar llamadas en las centrales telefónicas es casi imperceptible la arquitectura de una tecnología u otra en función del tiempo de llamadas. Del cuadro anterior se visualiza que si bien hay una pequeña variación en las llamadas entre diferentes tecnologías esta es imperceptible para el usuario al ser en ms. Cabe resaltar que al usuario le interesa la efectividad del servicio sin importar la infraestructura que se emplee para que esta sea efectiva. Y el buen tiempo de llamada, hace que sea totalmente transparente al usuario.

### 4.2.3 Indicador 3: Escalabilidad

La Escalabilidad se mide en función de la necesidad de líneas telefónicas. Si hablamos de una empresa promedio en la que va a tener un crecimiento del Producto Interno Bruto del 3,7 % anual de las empresas en el país, según los indicadores que se muestran en la tabla siguiente:

Tabla XIX. Producto Interno Bruto

| Año  | Producto Interno Bruto (PIB) - Tasa de Crecimiento Real | Posición | Cambio Porcentual | Fecha de la Información |
|------|---|----------|-------------------|-------------------------|
| 2003 | 3,30 %  | 90       |                   | 2002 est.               |
| 2004 | 2,50 %  | 129      | -24,24 %          | 2003 est.               |
| 2005 | 5,80 %  | 59       | 132,00 %          | 2004 est.               |
| 2006 | 4,70 %  | 104      | -18,97 %          | 2005 est.               |
| 2007 | 4,10 %  | 128      | -12,77 %          | 2006 est.               |
| 2008 | 2,00 %  | 183      | -51,22 %          | 2007 est.               |
| 2009 | 6,50 %  | 44       | 225,00 %          | 2008 est.               |
| 2010 | ,40 %   | 109      | -93,85 %          | 2009 est.               |
| 2011 | 3,70 %  | 96       | 825,00 %          | 2010 est.               |

Fuente: [http://www.indexmundi.com/es/ecuador/producto\\_interno\\_bruto\\_%28pib%29\\_tasa\\_de\\_crecimiento\\_real.html](http://www.indexmundi.com/es/ecuador/producto_interno_bruto_%28pib%29_tasa_de_crecimiento_real.html)

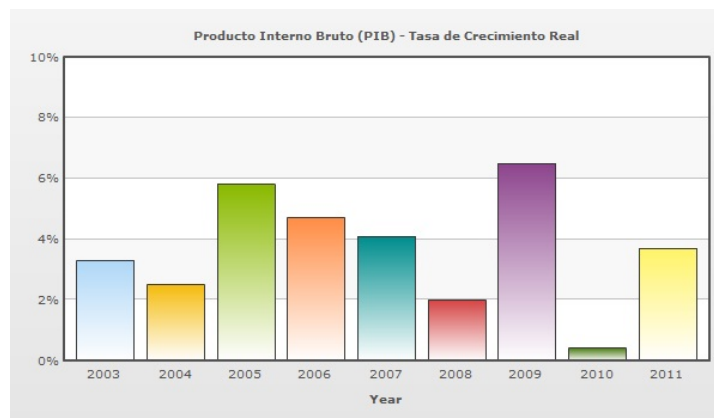


Figura 21.-Producto Interno Bruto-Tasa de crecimiento real

Se hace una proyección de la necesidad de teléfonos en función del crecimiento de la empresa en diez años, tendremos un valor nato que indicará el número total de teléfonos que se necesitan en diez años al 3,7 % de crecimiento anual según el PIB.

Tabla XX. Proyección de la necesidad de los teléfonos, según el índice del PIB del 3,7 % en el 2011 para el crecimiento de una empresa en el Ecuador.

| Año  | Ambiente de Pruebas teléfonos actuales | Empresa Pequeña teléfonos | Empresa Mediana teléfonos | Empresa Grande teléfonos |
|------|--|---------------------------|---------------------------|--------------------------|
| 2011 | 4                                      | 20                        | 100                       | 300                      |
| 2012 | 4,148                                  | 20,7                      | 103,7                     | 311,1                    |
| 2013 | 4,301476                               | 21,5                      | 107,5                     | 322,6107                 |
| 2014 | 4,460631                               | 22,3                      | 111,5                     | 334,5473                 |
| 2015 | 4,625674                               | 23,1                      | 115,6                     | 346,9255                 |
| 2016 | 4,796824                               | 24                        | 119,9                     | 359,7618                 |
| 2017 | 4,974306                               | 24,9                      | 124,4                     | 373,073                  |
| 2018 | 5,158356                               | 25,8                      | 129                       | 386,8767                 |
| 2019 | 5,349215                               | 26,7                      | 133,7                     | 401,1911                 |
| 2020 | 5,547136                               | 27,7                      | 138,7                     | 416,0352                 |
| 2021 | 5,75238                                | 28,8                      | 143,8                     | 431,4285                 |

Fuente: Ing. Ruth Barba Vera

Tabla XXI. Número de Teléfonos necesarios en una empresa en 10 años.

| Crecimiento teléfonos en diez años | Ambiente de Pruebas | Empresa pequeña | Empresa Mediana | Empresa Grande |
|------------------------------------|---------------------|-----------------|-----------------|----------------|
|                                    | 1,7523798           | 8,762           | 43,809          | 131,42849      |

Fuente: Ing. Ruth Barba

### **Soporte de Teléfonos en Call Manager Express 3.3**

Esta es la versión utilizada para la implementación de la telefonía ip de cisco en el ambiente de pruebas. Dentro de las características se tiene que es una solución empresarial de procesamiento de llamadas de telefonía IP escalable, distribuible y de alta disponibilidad. Call Manager 3.3 tiene soporte en el router 2811, de un máximo de 36 teléfonos físicos ip y 144 teléfonos virtuales, que soportaría el ambiente de pruebas, empresas pequeñas y medianas.

Para empresas grandes existen dos opciones que es la de la integración de CME con Asterisk a través de Elastix. Pues juntas soportan un total de 680 líneas telefónicas suficientes para cumplir con la necesidad requerida. Si en cambio lo que se opta es por ampliar CME, se puede evolucionar a Cisco Unified Communications Manager 6.0, para servidores; se les puede agrupar y gestionar como una sola entidad en una red IP, una característica exclusiva en el sector y que permite conseguir una escalabilidad de 1 a 30.000 teléfonos IP por clúster, con balanceo de carga y redundancia del servicio de procesamiento de llamadas. La interconexión de varios clúster permite alcanzar una capacidad de 1 millón de usuarios en un sistema con más de 100 ubicaciones.

El agrupamiento suma la eficacia de varias instalaciones distribuidas de Cisco Unified Communications Manager, y mejora la capacidad de acceso de los servidores a los teléfonos, gateways y aplicaciones. Además, la triple redundancia del servidor de procesamiento de llamadas optimiza la disponibilidad general del sistema.

Hay que indicar que para la implementación de extensiones telefónicas, se debe adquirir licencias que van desde 10 unidades hasta 1 millón; esto también variará en costos.<sup>13</sup>

### **Soporte de Teléfonos en Elastix 2.04**

El soporte de extensiones es de 500, suficiente para las necesidades requeridas. Pero se debe tomar en cuenta que se requiere además: llamadas concurrentes, transcoding, cancelación de eco, para ello se recomienda la instalación de un servidor OpenSER; es un SIP Server que realiza los procesos de registro de extensiones y cuando se necesita hacer peticiones a Elastix se comunican entre ambos, claro que hay que configurar.

---

<sup>13</sup> Fuente: 07-05-cisco-unified-communications-manager-v6.pdf



También se recomienda generar el balanceo de extensiones en dos Elastix comunicados entre sí, para evitar problemas. Y aumentar memoria en el computador, pues la memoria se ve limitada por los procesos en el sistema.

Otra opción es un appliance ELX-5000 el cual maneja 600 ext. y 150 llamadas simultáneas en un solo equipo. La elección depende de las necesidades y recursos económicos. Sin embargo siempre va a ser más barato que cisco, por la compra de licencias para la implementación de las extensiones.<sup>14</sup>

De lo expuesto se resume en que el soporte de las tecnologías es el siguiente:

Tabla XXII. Soporte de extensiones telefónicas

|   |
|---|
| <b><i>Elastix soporta: 500 extensiones telefónicas</i></b>                                  |
| <b><i>Cme 3.3 en un 2811 soporta: 36 extensiones físicas y 144 teléfonos virtuales.</i></b> |

Fuente: [www.cisco.com](http://www.cisco.com) y [www.elastix.org](http://www.elastix.org)

Tabla XXIII. Soporte de extensiones telefónicas según tamaño de la empresa

|                            | Requerimiento de extensiones telefónicas en 10 años |        | Soporte Escalabilidad |      |             |
|----------------------------|---|--------|-----------------------|------|-------------|
|                            |   |        | Elastix               | CME  | Elastix-CME |
|                            | Año 1   | Año 10 | 500                   | 180  | 680         |
| <b>Ambiente de Pruebas</b> | 4   | 6      | 100%                  | 100% | 100%        |
| <b>Empresa pequeña</b>     | 20  | 29     | 100%                  | 100% | 100%        |
| <b>Empresa Mediana</b>     | 100   | 144    | 100%                  | 100% | 100%        |
| <b>Empresa Grande</b>      | 300   | 432    | 100%                  | 42%  | 100%        |

Fuente: Ing. Ruth Barba

### Interpretación:

De los resultados expuestos, se puede determinar que Elastix, y Elastix-CME soportan en 100 % la escalabilidad para el ambiente de pruebas, empresas pequeñas, medianas y grandes. Mientras que CME también soporta voip para el ambiente de pruebas, empresas pequeñas y medianas. Para empresas grandes CME debe optar por integrarse con ELASTIX ó migrar hacia otras soluciones como: CUCME, u optar por un Array de Appliance de Elastix.

Es importante resaltar que al poder trabajar en conjunto ambas tecnologías se puede

<sup>14</sup>Fuente:<http://www.elastix.org/es/component/kunena/11-ayuda/54663-hasta-cuantas-extensiones-puedo-integrar-.html>

usar esta enorme ventaja para la implementación de telefonía en medianas y grandes empresas, pues CME & Elastix juntas tienen una escalabilidad del 100 % en la proyección de diez años al 3,7 % de crecimiento anual según el PIB, que es la herramienta utilizada para este análisis.

#### 4.2.4 Indicador 4: Grado de Coexistencia

Este indicador se mide de acuerdo al funcionamiento de dos centrales telefónicas CME y Elastix y de los servicios que proveen.<sup>15</sup>

En el cuadro siguiente se presenta los servicios de telefonía ip implementados que equivalen al 32 % del total de servicios ip<sup>16</sup>, en el ambiente de pruebas, y se realiza un análisis de la compartición de funciones de voip, en base a pruebas de llamadas realizadas en el ambiente de estudio y con la recolección de datos mediante la herramienta Wireshark.<sup>17</sup>

Tabla XXIV. CUADRO DE SERVICIOS DE TELEFONÍA IP IMPLEMENTADOS

| SERVICIOS DE TELEFONÍA IP                               | SOPORTAN TECNOLOGÍA |          | IMPLEMENTADOS | COMPARTEN |
|---|---------------------|----------|---------------|-----------|
|   | CISCO               | ASTERISK |               | FUNCIONES |
| Soporte de líneas (trunks) IP: SIP, H323 o IAX.         | SI                  | SI       | SI            | SI        |
| Soporte de extensiones IP: SIP, SCCP, MGCP, H323 o IAX. | SI                  | SI       | SI            | SI        |
| Llamada directa a extensión                             | SI                  | SI       | SI            | SI        |
| Monitoreo y Grabación de Llamadas                       | SI                  | SI       | SI            | NO        |
| Música en Espera basada en archivos MP3 y similar.      | SI                  | SI       | SI            | NO        |
| Llamada en espera                                       | SI                  | SI       | SI            | NO        |
| Identificador de Llamante                               | SI                  | SI       | SI            | SI        |
| Recepción de Fax  | SI                  | SI       | SI            | NO        |

Fuente: Ing. Ruth Barba Vera

<sup>15</sup> Para remitirse a esta información vea la Tabla VI.- SERVICIOS DE TELEFONÍA IP.

<sup>16</sup> Según Tabla VII.- SERVICIOS DE TELEFONÍA IP IMPLEMENTADOS.

<sup>17</sup> Para remitirse a las pruebas vea el Anexo 2 Pruebas de llamadas telefónicas.

Tabla XXV. **RESUMEN DE SERVICIOS DE TELEFONÍA IP IMPLEMENTADOS**

|                            | SOPORTAN TECNOLOGÍA |          | IMPLEMENTADOS | COMPARTEN FUNCIONES |
|----------------------------|---------------------|----------|---------------|---------------------|
|                            | CISCO               | ASTERISK |               |                     |
| <b>CONECTIVIDAD</b>        | 4                   | 4        | 2             | 2                   |
| <b>FUNCIONES BASICAS</b>   | 18                  | 18       | 6             | 6                   |
| <b>FUNCIONES AVANZADAS</b> | 3                   | 3        | 0             | 0                   |
| <b>TOTAL</b>               | 25                  | 25       | 8             | 8                   |

Fuente: Ing. Ruth Barba Vera

Para determinar el porcentaje de servicios compartidos, del global de implementados tenemos:

Tabla XXVI.- **SERVICIOS COMPARTIDOS DEL AMBIENTE**

|               |      |
|---------------|------|
| REGLA DE TRES |      |
| 8             |      |
| IMPLEMENTADOS | 100% |
| 4 COMPARTEN   | X    |
| CÁLCULO       |      |
| $X=(4*100)/8$ |      |
| X=50%         |      |

SERVICIOS COMPARTIDOS  
Fuente: Ing. Ruth Barba

**Interpretación:**

De lo expuesto se puede concluir que el 50 % de los servicios implementados son compartidos por cme y elastix, teniendo el mismo porcentaje de integración en una muestra que corresponde al 32 % del total de servicios de VOIP soportados por ambas tecnologías.

**4.2.5 Indicador 5: Claridad de las llamadas**

Para la evaluación de este indicador se utiliza el índice: perspectiva del usuario. El estudio se presenta a continuación.

Los usuarios esperan ver satisfechas sus expectativas de calidad del servicio con independencia de la tecnología utilizada. En este sentido, la “calidad de experiencia” QoE mide que tan bien un servicio de red satisface las expectativas y necesidades vistas por el usuario. Por otro lado, la “calidad de servicio” QoS se refiere a la medida del rendimiento de la red desde el punto de vista técnico, y a la posibilidad de gestionarla para cumplir con las prestaciones necesarias para las aplicaciones.

La VoIP enfrenta problemáticas propias de las redes de datos, que se manifiestan como degradaciones en la calidad del servicio percibida por los usuarios (QoE). Estas degradaciones pueden deberse por ejemplo a retardos, *jitter* (diferencia de retardos) y pérdida de paquetes, entre otros factores.

Para que la tecnología de VoIP pueda ser utilizada en forma masiva y comercial, es esencial garantizar una calidad de voz aceptable. Para ello se han desarrollado métodos para medirla. Estos métodos se dividen en *subjetivos* y *objetivos*.

Los métodos *subjetivos* de medida de la calidad de servicio, se basan en conocer directamente la opinión de los usuarios. Típicamente resultan en un promedio de opiniones (por ejemplo, en un valor de MOS – Mean Opinión Store).

## MÉTODOS SUBJETIVOS

La calidad de la voz se establece a través de la opinión del usuario. La calidad de audio puede ser evaluada directamente (ACR = Absolute Category Rating), con evaluaciones directas (del tipo ACR) se califica el audio con valores entre 1 y 5, siendo 5 “Excelente” y 1 “Malo”. El MOS (Mean Opinión Store) es el promedio de los ACR medidos entre un gran número de usuarios.<sup>18</sup> La metodología de evaluación subjetiva más ampliamente usada es la del MOS (Mean Opinión Score), estandarizada en la recomendación ITU-T P.800<sup>19</sup>.

El valor obtenido con las técnicas ACR (es decir, el MOS) puede estar sujeto al tipo de experimento realizado. Por ejemplo, si se utilizan varias muestras de buena calidad, una en particular puede ser calificada peor que si esa misma muestra se presenta junto a otras de peor calidad. Por esto se ha estandarizado también el “Q-Method”, en la recomendación ITU-T P.810<sup>20</sup>. En el escenario 3 CME & Elastix, que es la implementación de tecnología mixta, se realizó el cálculo del MOS, para determinar la claridad de la llamada percibida por el usuario. Así como se muestra en el siguiente cuadro:

---

<sup>18</sup>

[http://www.um.edu.uy/\\_upload/\\_investigacion/web\\_investigacion\\_62\\_MedidadelacalidaddevozenredeslP-JJoskowiczRSotelo-revistaUM.pdf](http://www.um.edu.uy/_upload/_investigacion/web_investigacion_62_MedidadelacalidaddevozenredeslP-JJoskowiczRSotelo-revistaUM.pdf)

<sup>19</sup> ITU-T Rec. P.800. Methods For Subjective Determination of Transmission Quality. 1996.

<sup>20</sup> Akira Takahashi and Hideaki Yoshino, “Perceptual QoS Assessment Technologies for VoIP” IEEE Communications Magazine, July 2004, pp 28-34

Tabla XXVII. Calidad de audio

| CALIDAD DE AUDIO         |                                |
|--------------------------|--------------------------------|
| Llamadas                 | Absolute Category Rating (AVR) |
| 1                        | 5                              |
| 2                        | 1                              |
| 3                        | 5                              |
| 4                        | 5                              |
| 5                        | 5                              |
| 6                        | 5                              |
| 7                        | 1                              |
| 8                        | 5                              |
| 9                        | 5                              |
| 10                       | 5                              |
| 11                       | 5                              |
| 12                       | 5                              |
| 13                       | 5                              |
| 14                       | 5                              |
| 15                       | 5                              |
| 16                       | 5                              |
| 17                       | 5                              |
| 18                       | 5                              |
| 19                       | 5                              |
| 20                       | 5                              |
| PROMEDIO                 | 4,6                            |
| MOS (Mean Opinión Store) |                                |

Fuente: Ing. Ruth Barba

Para la valoración del peso se toma en cuenta la siguiente ponderación, en función de si la calidad de audio es excelente o no.

Tabla XXVIII. Pesos según la calidad de audio

| AVR-CALIDAD DE AUDIO |   |
|----------------------|---|
| EXELENTE             | 5 |
| MALO                 | 1 |

Fuente:

[http://www.um.edu.uy/\\_upload/\\_investigacion/web\\_investigacion\\_62\\_MedidadelacalidaddevozenredesIP-JJoskowiczRSotelo-revistaUM.pdf](http://www.um.edu.uy/_upload/_investigacion/web_investigacion_62_MedidadelacalidaddevozenredesIP-JJoskowiczRSotelo-revistaUM.pdf)

**Resumen de resultados:**

Tabla XXIX. Tabla de Resultados Calidad de Audio

| AVR-CALIDAD DE AUDIO |     |
|----------------------|-----|
| EXCELENTE            | 5   |
| MALO                 | 1   |
| MOS                  | 4,6 |

Fuente: Ing. Ruth Barba

Haciendo una regla de tres tenemos que la calidad de audio en las llamadas según el MOS corresponde al 92 %.



Figura 22.- Gráfico de Resultados Calidad de Audio

**Interpretación:**

Se determina según las pruebas realizadas que la calidad de audio en las llamadas telefónicas es excelente, correspondiendo al 92 %, lo que indica satisfacción en el usuario del servicio telefónico voip.

**4.3 OPERACIONALIZACIÓN METODOLÓGICA VARIABLE DEPENDIENTE**

Tabla XXX. Operacionalización metodológica variable dependiente

| VARIABLE  | INDICADOR  | ÍNDICE  | TÉCNICA/<br>INSTRUMENTO                         |
|---|--|---|---|
| Disponibilidad de los Servicios de telefonía IP | Caídas del sistema por <b>Mantenimiento de servicios</b> | a. Reconfiguración<br>b. Actualización  | Prueba en el ambiente de pruebas<br>Observación |
|   | Caídas del sistema por <b>Fallos de los servicios</b>    | c. Fallos de datos<br>d. Error humano<br>e. Fallo de software<br>f. Fallo de hardware<br>g. Desastres | Prueba en el ambiente de pruebas<br>Observación |

Fuente: Ing. Ruth Barba Vera

## Caídas del sistema

Los sistemas pueden parar por varias razones, según lo determina la arquitectura de alta disponibilidad presentada por Ferran García Pagans. Como se muestra en la figura siguiente:

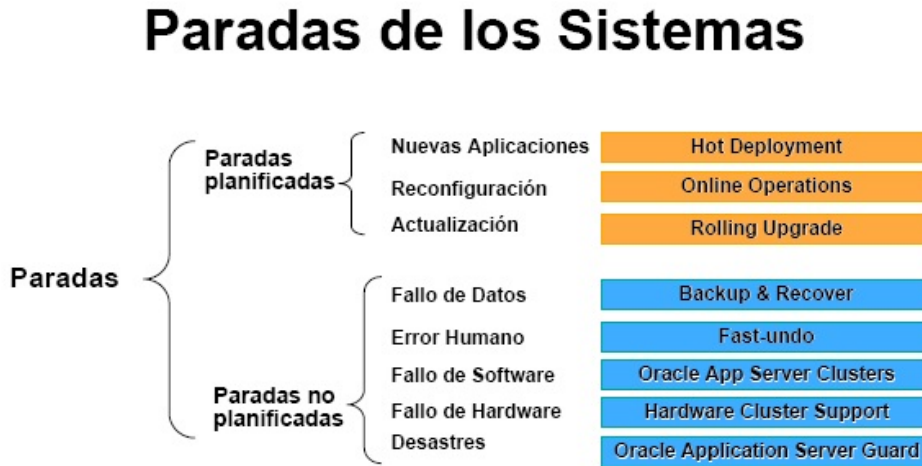


Figura 23. -. ARQUITECTURA DE ALTA DISPONIBILIDAD

Según este modelo las paradas planificadas como su nombre lo indican requieren de una planificación previa. Para este estudio se le denominará: Mantenimiento de servicios, se evaluará los siguientes índices:

- ✓ Reconfiguración.- Cuando sea necesario un cambio en la configuración del CME o del servidor Elastix.
- ✓ Actualización.- En el caso de ser necesaria la actualización de software o instalación de licencias.

Es importante determinar algunos conceptos:

**Tiempo de Servicio.-** Tiempo medido en minutos, es el tiempo promedio al aire dividido para el tiempo promedio entre fallas.

**Tiempo de Caída.-** Tiempo medido en minutos. **Es el tiempo promedio en superar el fallo dividido para el tiempo promedio para reparación.**

**Disponibilidad.-** Cantidad de tiempo que la red es disponible a los usuarios. Por día: 12/1 (08h00 - 20h00) (12 horas) Por semana: 5/7 (lunes a viernes) (5 días). El servicio de telefonía ip debería estar operativa 60 horas de las 168 horas de la semana. Disponibilidad requerida del servicio telefónico: 35,71 %.

Para indicar la probabilidad de un subíndice de ser susceptible de parar el servicio de telefonía IP, se consideran los siguientes pesos, indicados a continuación:

Tabla XXXI. Pesos Probabilidad

| Probabilidad  | Peso |
|---------------|------|
| Muy Probable  | 100% |
| Probable      | 75%  |
| Poco Probable | 50%  |
| Improbable    | 0%   |

Fuente: Ing. Ruth Barba Vera

A las paradas no planificadas, se les denominará Fallos de Servicios, se analizará las causas de detención del servicio por:

- ✓ Fallos de datos
- ✓ Error Humano
- ✓ Fallo de Software
- ✓ Fallo de Hardware y
- ✓ Desastres

Los índices se resumen en la siguiente tabla:

Tabla XXXII. Análisis de las Paradas

| <b>INDICADORES DE LAS CAÍDAS DEL SISTEMA</b> |                      |   |   |
|--|----------------------|---|---|
| <b>INDICADOR</b>                             | <b>ÍNDICE</b>        | <b>DESCRIPCIÓN</b>  | <b>PROBABILIDAD</b>                                   |
| <b>1. Mantenimiento de servicios</b>         | 1. Reconfiguración   | 1. Servicios en el CME.<br>2. Servicios en Asterisk   | Probable  |
|  | 2. Actualización     | 1. Software en Elastix<br>2. Software en CME  | Probable  |
| <b>2. Fallos de los servicios</b>            | 1. Fallos de datos   | 1. Datos erróneos en servidores de telefonía.   | Poco Probable   |
|  | 2. Error humano      | 1. Mala configuración   | Probable  |
|  | 3. Fallo de software | 1. Software con fallas<br>2. Ataques al software  | Poco probable<br>Probable                             |
|  | 4. Fallo de hardware | 1. La red de interconexión falla<br>2. Falla el Hardware del servidor   | Poco probable<br>Poco probable                        |
|  | 5. Desastres         | 1. Suspensión o cortes de energía<br>2. Variación del flujo de energía<br>3. Desastres Naturales<br>4. Pérdida de equipos o robos | Probable<br>Muy Probable<br>Poco probable<br>Probable |

Fuente: Ing. Ruth Barba



### 4.3.1 Indicador Mantenimiento de Servicios

#### Índice: 1.1.1 Mantenimiento de servicios. Reconfiguración en el CME

**Probabilidad: Probable**

Descripción: Se requiere la reconfiguración en el CME para aumentar extensiones.

Posibles causas: Necesidad de la empresa.

Posibles consecuencias: - Conflicto con las configuraciones instaladas. - Requerimiento de nuevos recursos hardware y software.- Parada del sistema.

Recuerde: Verifique la configuración antes de implementarla con la investigación previa.

Efecto/Impacto: 100% Es total debido que si ocurre una inconsistencia en el sistema este se detiene.

Responsable: Técnico Informático.

Tiempo promedio entre parada (cada cuanto ocurre): cada 3 meses  
Tiempo promedio de la parada (para solucionar esta parada): 5 – 60 minutos.

Tabla XXXIII. Disponibilidad. Reconfiguración de Servicios en CME.

| Índice: 1.1.1 Reconfiguración de Servicios en el CME |         |             |
|--|---------|-------------|
|  | CME     | CME&ELASTIX |
| Tiempo de Servicio<br>1 mes                          | 14400   | 14400       |
| Tiempo de Caída<br>5-60 MIN                          | 23      | 21,36       |
| Disponibilidad                                       | 0,8090  | 0,85167     |
| Mejora de la<br>Disponibilidad                       | 0,01167 |             |

Fuente: Ing. Ruth Barba

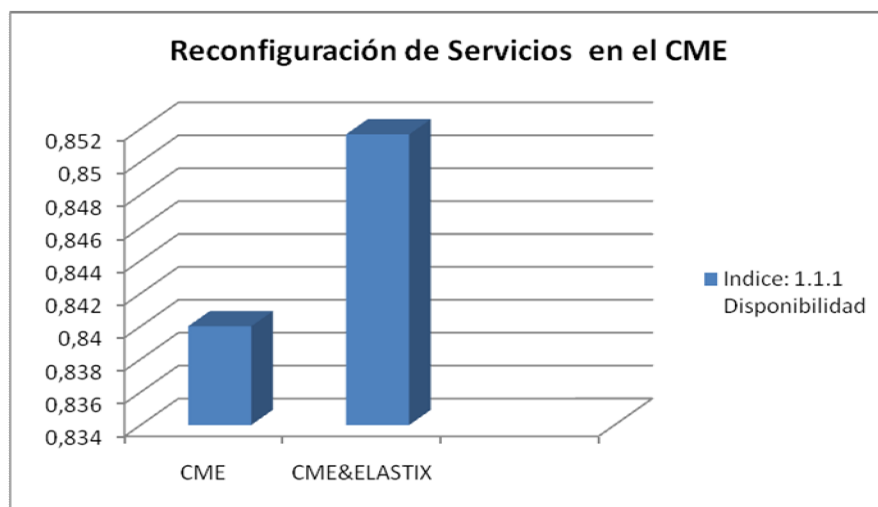


Figura 24.- Disponibilidad. Reconfiguración de Servicios en CME.

**Interpretación:**

La reconfiguración en el CME mejora al hacerse en un ambiente compartido, al estar ya operativa la parte de voip en elastix, esta mejora en 1,67 %. Para la medición de estos resultados se ha realizado mediante pruebas del servicio de telefonía con la herramienta Wireshark.

**Índice: 1.1.2 Mantenimiento de servicios. Reconfiguración de Servicios en Asterisk**

**Probabilidad: Probable**

Descripción: Se requiere la reconfiguración en Elastix.

Posibles causas: Necesidad de la empresa. Crecimiento.

Posibles consecuencias: - Conflicto con las configuraciones instaladas. - Requerimiento de nuevos recursos hardware y software.- Parada del sistema.

Recuerde: Verifique la configuración antes de implementarla con la investigación previa.

Efecto/Impacto: 100% Es total debido que si ocurre una inconsistencia en el sistema este se detiene.\_

Responsable: Técnico Informático.

Tiempo promedio entre parada (cada cuanto ocurre): cada 3 meses Tiempo promedio de la parada (/para solucionar esta parada): 5 – 60 minutos.

Tabla XXXIV. **Reconfiguración de Servicios en Elastix.**

| <b>Índice: 1.1.2 Reconfiguración de Servicios en Elastix</b> |                |                        |
|--|----------------|------------------------|
|  | <b>Elastix</b> | <b>CME&amp;ELASTIX</b> |
| Tiempo de Servicio<br>1 mes                                  | 14400          | 14400                  |
| Tiempo de Caída<br>5-60 MIN                                  | 27,5           | 26,4                   |
| Disponibilidad   | 0,80903        | 0,817                  |
| Mejora de la Disponibilidad                                  | 0,00797        |                        |

Fuente: Ing. Ruth Barba

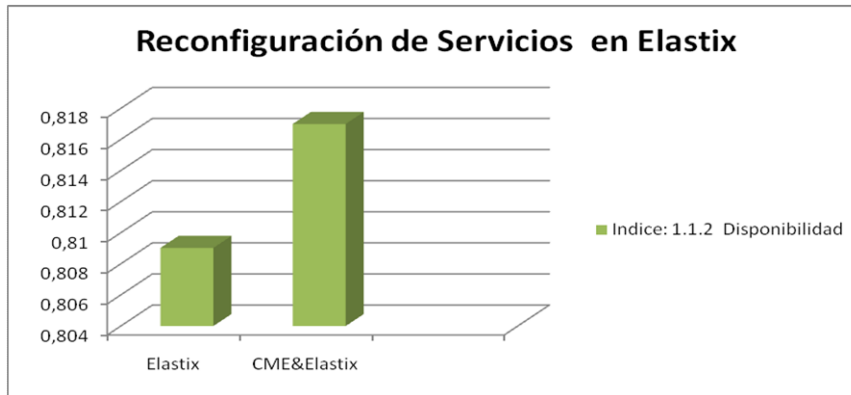


Figura 25. -- Disponibilidad. Reconfiguración de Servicios en Elastix

**Interpretación:**

Se puede observar que la implementación de ambas tecnologías mejora el porcentaje de disponibilidad en un 0,8 %.

**Índice: 1.2.1 Mantenimiento de servicios. Actualización Software en Elastix**

**Probabilidad: Probable**

Descripción: Se requiere la actualización en Elastix.

Posibles causas: Nuevas aplicaciones o módulos disponibles en el Addons.

Posibles consecuencias: - Conflicto con las configuraciones instaladas. - Requerimiento de nuevos recursos hardware y software.- Parada del sistema.

Recuerde: Verifique la configuración antes de implementarla con la validación previa.

Efecto/Impacto: 100% Es total debido que si ocurre una inconsistencia en el sistema este se detiene.

Responsable: Técnico Informático.

Tabla XXXV. Disponibilidad del Mantenimiento de servicios. Actualización Software en Elastix

| Índice: 1.2.1 Actualización Software en Elastix |         |             |
|---|---------|-------------|
|   | Elastix | CME&ELASTIX |
| Tiempo de Servicio<br>1 mes                     | 14400   | 14400       |
| Tiempo de Caída<br>5-60 MIN                     | 32      | 30,45       |
| Disponibilidad                                  | 0,7777  | 0,788       |
| Mejora de la Disponibilidad                     | 0,0103  |             |

Fuente: Ing. Ruth Barba

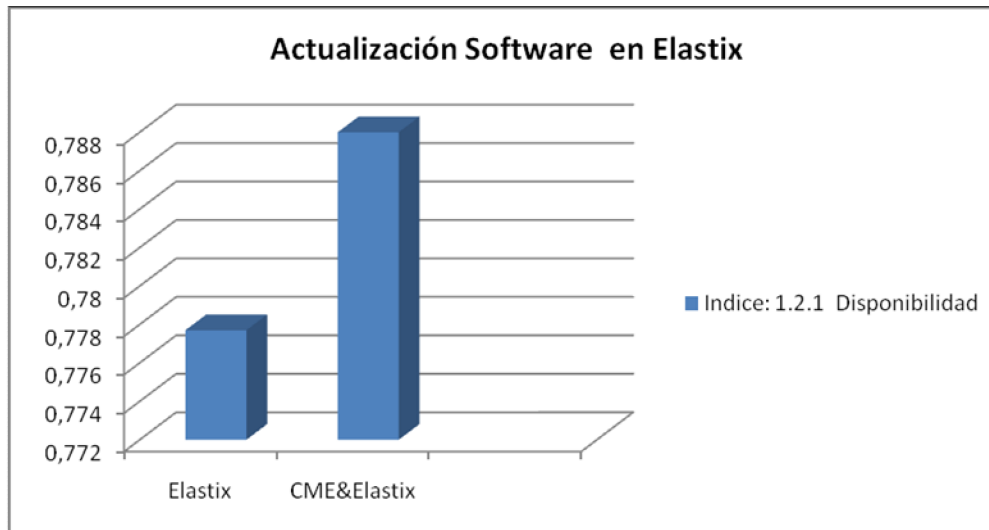


Figura 26.- Disponibilidad del Mantenimiento de servicios. Actualización Software en Elastix

**Interpretación:**

Es necesaria realizar una actualización de software periódica. Si esto ocurre la telefonía en elastix se detendría por un tiempo, pero a la vez las mejoras pueden ser notables. Al trabajar en un ambiente compartido siempre queda la posibilidad de que en este tipo de paradas por mantenimiento; haya un respaldo de funcionamiento de una de las dos centrales de telefonía ip. Como observamos hay una mejora en la disponibilidad del 1,03 %. Para la obtención de datos se ha usado la herramienta Wireshark.

**Índice: 1.2.2 Mantenimiento de servicios. Actualización Software en CME**

**Probabilidad: Probable**

Descripción: Se requiere la actualización en CME

Posibles causas: Nuevas aplicaciones o módulos, con licencias.

Posibles consecuencias: - Conflicto con las configuraciones instaladas. - Requerimiento de nuevos recursos hardware y software.- Parada del sistema.

Recuerde: Verifique la configuración antes de implementarla con la investigación previa.

Efecto/Impacto: 100% Es total debido que si ocurre una inconsistencia en el sistema este se detiene.

Responsable: Técnico Informático.

Tiempo promedio entre parada (cada cuanto ocurre): cada 6 meses Tiempo promedio de la parada (/para solucionar esta parada): 5 – 60 minutos.

Tabla XXXVI. Disponibilidad del Mantenimiento de servicios. Actualización Software en CME

| Índice: 1.2.2 Actualización Software en CME |         |          |
|---|---------|----------|
|   | CME     | 3        |
| Tiempo de Servicio<br>1 mes                 | 14400   | 14400    |
| Tiempo de Caída<br>5-60 MIN                 | 33,27   | 32       |
| Disponibilidad                              | 0,7689  | 0,777777 |
| Mejora de la Disponibilidad                 | 0,02778 |          |

Fuente: Ing. Ruth Barba

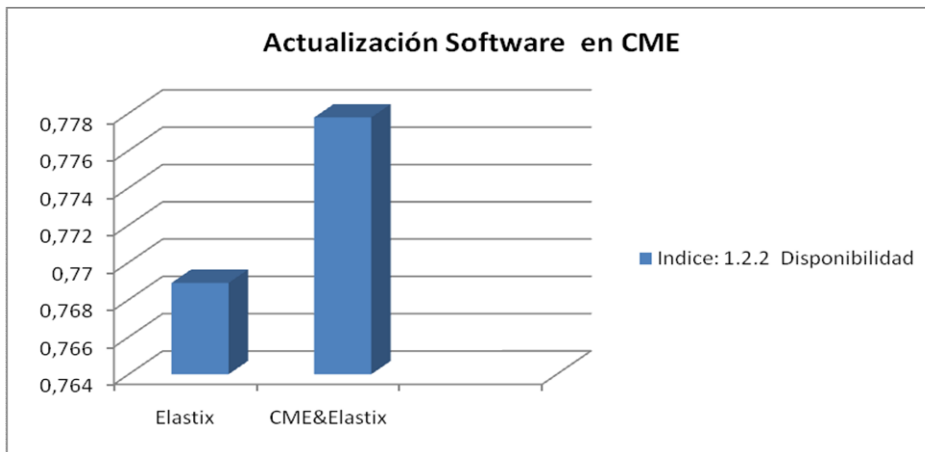


Figura 27.- Disponibilidad del Mantenimiento de servicios. Actualización Software en CME.

**Interpretación:**

Mejora la disponibilidad de **Actualización de Software en CME**, en un **2,77 %**. Para la obtención de datos se ha usado la herramienta Wireshark.

**4.3.2 Indicador Fallos de los Servicios**

**Índice: 2.1.1 Fallos de los servicios. Datos erróneos en servidores de telefonía.**

**Probabilidad: Poco Probable**

Descripción: Datos corruptos en los sistemas de telefonía.

Posibles causas: Error en lectura de datos o fallo de validación.

Posibles consecuencias: - Conflicto con las configuraciones instaladas. - Requerimiento

de nuevos recursos hardware y software.- Parada del sistema.

Recuerde: Verifique la configuración antes de implementarla con la investigación previa.

Efecto/Impacto: 100% Es total debido que si ocurre una inconsistencia en el sistema este se detiene.

Responsable: Técnico Informático.

Tiempo promedio entre parada (cada cuanto ocurre): cada 9 meses tiempo promedio de la parada (/para solucionar esta parada): 5 – 60 minutos.

Para la obtención de datos se ha analizado el servicio de telefonía ip en la red, mediante la herramienta Wireshark.

Tabla XXXVII. Disponibilidad. Fallos de Datos erróneos en servidores de telefonía CME

| Índice: 2.1.1 Fallos de Datos erróneos en servidores de telefonía |         |             |
|---|---------|-------------|
|   | CME     | CME&ELASTIX |
| Tiempo de Servicio<br>1 mes                                       | 14400   | 14400       |
| Tiempo de Caída<br>5-60 MIN                                       | 42,53   | 42,11       |
| Disponibilidad  | 0,70465 | 0,707569    |
| Mejora de la Disponibilidad                                       | 0,00292 |             |

Fuente: Ing. Ruth Barba

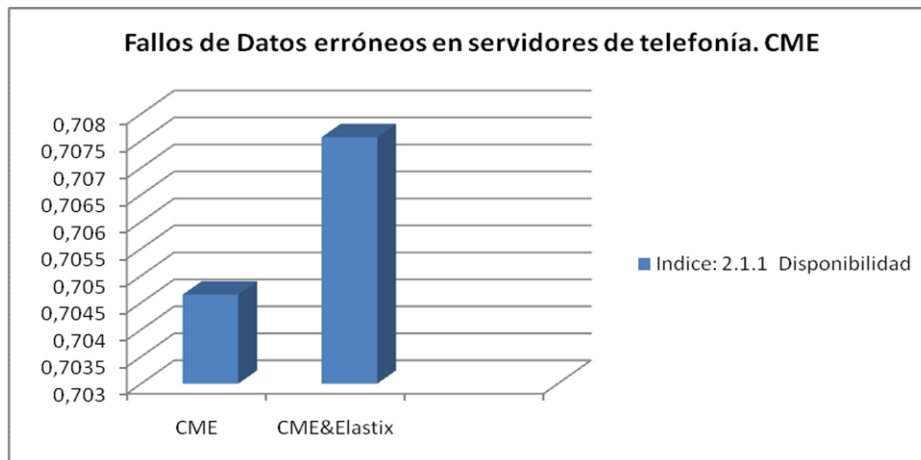


Figura 28. – Disponibilidad. Fallos de Datos erróneos en servidores de telefonía CME

**Interpretación:**

Mejora el índice de disponibilidad en fallos para la recuperación en **servidores de telefonía CME**, en un **0,292 %**.

**Tabla XXXVIII. Disponibilidad. Fallos de Datos erróneos en servidores de telefonía Elastix**

| Índice: 2.1.1 Fallos de Datos erróneos en servidores de telefonía Elastix |         |             |
|---|---------|-------------|
|   | Elastix | CME&ELASTIX |
| Tiempo de Servicio<br>1 mes (min)   | 14400   | 14400       |
| Tiempo de Caída<br>5-60 MIN   | 47      | 45,2        |
| Disponibilidad  | 0,67    | 0,6861      |
| Mejora de la Disponibilidad   | 0,0161  |             |

Fuente: Ing. Ruth Barba

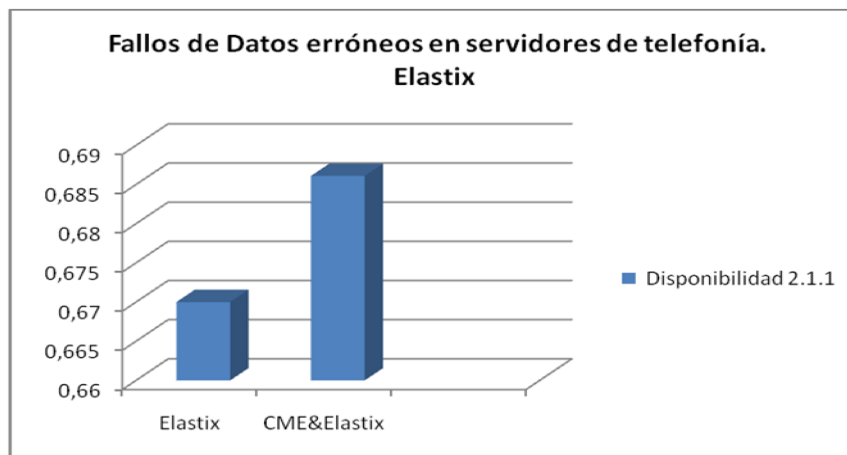


Figura 29. – Disponibilidad. Fallos de Datos erróneos en servidores de telefonía Elastix

**Interpretación:**

Mejora el índice de disponibilidad en fallos para la recuperación en **servidores de telefonía Elastix, en un 1,61 %.**

**Índice: 2.2.1 Fallos de los servicios. Error humano, mala configuración.**

**Probabilidad: Probable**

Descripción: Error humano mala configuración.

Posibles causas: Error en las líneas de comando.

Posibles consecuencias: - Conflicto con las configuraciones instaladas. – Requerimiento de nuevos recursos hardware y software.- Parada del sistema.

Recuerde: Verifique la configuración antes de implementarla con la investigación previa.

Efecto/Impacto: 100% Es total debido que si ocurre una inconsistencia en el sistema este se detiene.

Responsable: Técnico Informático.

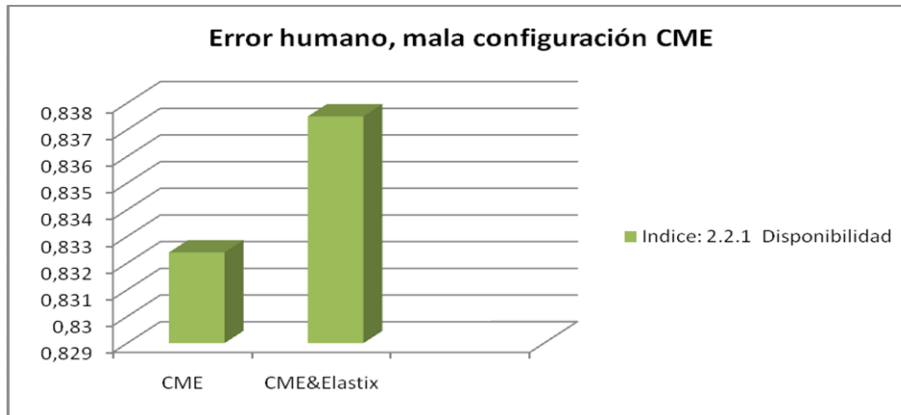
Tiempo promedio entre parada (cada cuanto ocurre): cada 4 meses Tiempo promedio de la parada (/para solucionar esta parada): 5 – 60 minutos.

Para la obtención de datos se han realizado pruebas de llamadas y se ha analizado el mediante la herramienta Wireshark.

**Tabla XXXIX. Disponibilidad. Fallos de Datos. Error humano, mala configuración servidor CME**

| Índice: 2.2.1 Error humano, mala configuración. CME |        |             |
|---|--------|-------------|
|   | CME    | CME&ELASTIX |
| Tiempo de Servicio<br>1 mes                         | 14400  | 14400       |
| Tiempo de Caída<br>5-60 MIN                         | 24,13  | 23,4        |
| Disponibilidad                                      | 0,8324 | 0,8375      |
| Mejora de la Disponibilidad                         | 0,0051 |             |

Fuente: Ing. Ruth Barba



**Figura 30. – Disponibilidad. Fallos de Datos. Error humano, mala configuración servidor CME**

**Interpretación:** Mejora el índice de disponibilidad en recuperación de Error humano, mala configuración, en un porcentaje del 0,51 %.

**Tabla XL. Disponibilidad. Fallos de Datos. Error humano, mala configuración servidor Elastix**

| Índice: 2.2.1 Error humano, mala configuración. Elastix |           |             |
|---|-----------|-------------|
|   | Elastix   | CME&ELASTIX |
| Tiempo de Servicio<br>1 mes                             | 14400     | 14400       |
| Tiempo de Caída<br>5-60 MIN                             | 24,56     | 24          |
| Disponibilidad  | 0,829445  | 0,83333     |
| Mejora de la<br>Disponibilidad                          | 0,0388556 |             |

Fuente: Ing. Ruth Barba



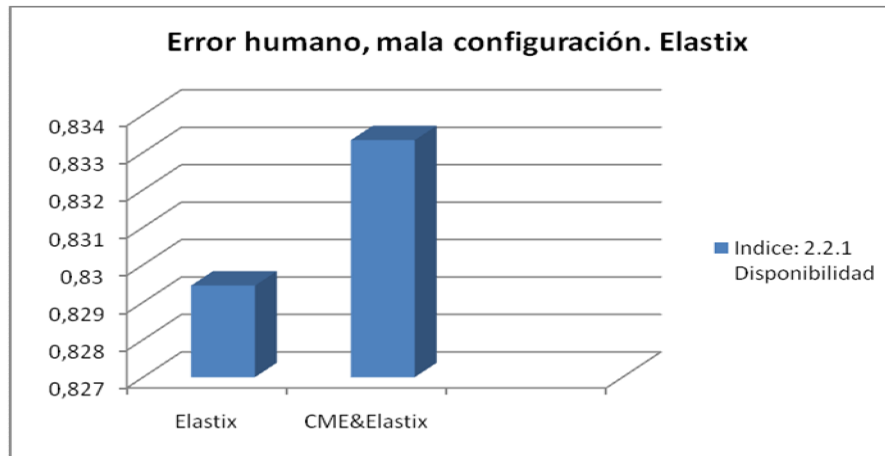


Figura 31. – Disponibilidad. Fallos de Datos. Error humano, mala configuración servidor Elastix

**Interpretación:**

Mejora el índice de disponibilidad en recuperación de Error humano, mala configuración en un servidor Elastix, en un porcentaje del 3,88 %.

**Índice: 2.3.1 Fallos de los servicios. Fallo de Software**

**Probabilidad: Poco Probable**

Descripción: Fallo de Software

Posibles causas: Actualización errónea de repositorios, o módulo no compatible con la versión instalada en los servidores.

Posibles consecuencias: - Conflicto con las configuraciones instaladas, no se ejecutan los servicios. Requerimiento de nuevos recursos hardware y software.- Parada del sistema.

Recuerde: Verifique que el software sea compatible.

Efecto/Impacto: 100% Es total debido que si ocurre una inconsistencia en el sistema este se detiene.

Responsable: Técnico Informático.

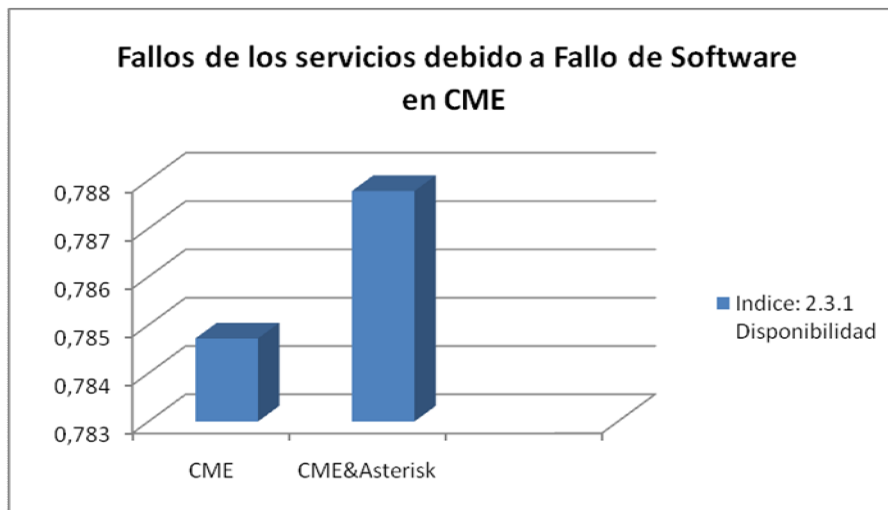
Tiempo promedio entre parada (cada cuanto ocurre): cada 4 meses Tiempo promedio de la parada (/para solucionar esta parada): 5 – 60 minutos.

Para determinar el tiempo en el que el servicio se habilita, se monitorea la red con la herramienta wireshark.

**Tabla XLI. Disponibilidad. Fallos de Servicios debido a Fallo de Software en el CME**

| <b>Índice: 2.3.1 Fallo de Software</b> |             |                        |
|--|-------------|------------------------|
|  | <b>CME</b>  | <b>CME&amp;ELASTIX</b> |
| Tiempo de Servicio<br>1 mes            | 14400       | 14400                  |
| Tiempo de Caída<br>5-60 MIN            | 31          | 30,56                  |
| Disponibilidad                         | 0,7847<br>2 | 0,787777               |
| Mejora de la Disponibilidad            | 0,0030<br>5 |                        |

Fuente: Ing. Ruth Barba



**Figura 32. – Disponibilidad. Fallos de Servicios debido a Fallo de Software en el CME**

**Tabla XLII. Disponibilidad. Fallos de Servicios debido a Fallo de Software en el Elastix**

| <b>Índice: 2.3.1 Fallo de Software</b> |                |                        |
|--|----------------|------------------------|
|  | <b>ELASTIX</b> | <b>CME&amp;ELASTIX</b> |
| Tiempo de Servicio<br>1 mes            | 14400          | 14400                  |
| Tiempo de Caída<br>5-60 MIN            | 30             | 29,38                  |
| Disponibilidad                         | 0,79166        | 0,795972               |
| Mejora de la<br>Disponibilidad         | 0,004312       |                        |

Fuente: Ing. Ruth Barba

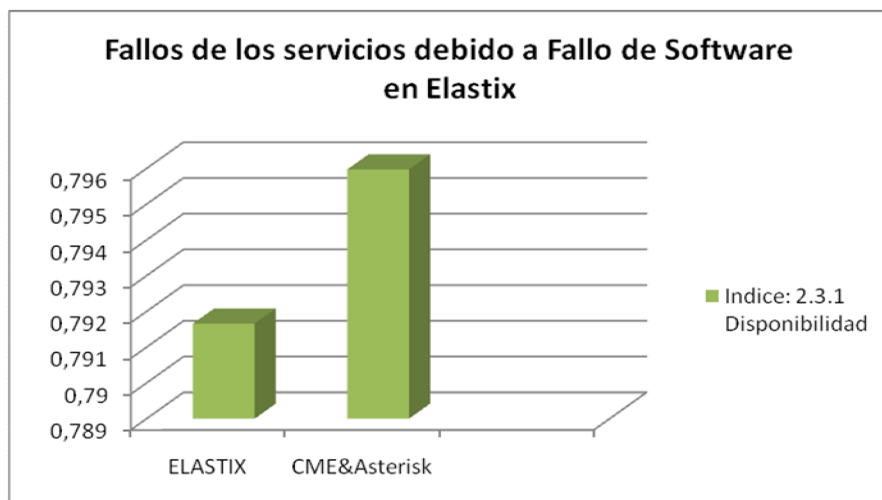


Figura 33. – Disponibilidad. Fallos de Servicios debido a Fallo de Software en el Elastix

#### **Interpretación:**

Del análisis se puede determinar que el índice de disponibilidad aumenta en un 0,3% cuando la falla se produce en servidores CME y 0,4% cuando la falla es en servidores Elastix.

#### **Índice: 2.3.2 Fallos de los servicios. Ataques al software**

##### **Probabilidad: Poco Probable**

##### Descripción: **Ataques al software**

Posibles causas: Al estar implementado el servidor Elastix en un cpu este es propenso a ataques de virus, por lo que se recomienda, tenerlos aislados.

En el caso de CME está implementado en un router 2811, el mismo que es propenso a ataques de paquetes de red, lo que produciría una disminución en el rendimiento é incluso ocasionaría una falla en el servicio, por lo que se recomienda trabajar con vlans de voz y datos, para evitar estos inconvenientes.

Posibles consecuencias: - No va a permitir la ejecución del servicio de telefonía ip y se inhibirán los puertos.

Recuerde: Tener actualizado el antivirus en el cpu del servidor elastix y trabajar con vlans para la implementación de la red.

Efecto/Impacto: 100% Puede detener el sistema.

Responsable: Técnico Informático.

Tiempo promedio entre parada (cada cuanto ocurre): cada 2 meses.

Tiempo promedio de la parada (/para solucionar esta parada): 5 – 60 minutos.

Para determinar el tiempo en que se reactiva el servicio de telefonía ip, se analiza la red

con el analizador de protocolos wireshark.

Tabla XLIII. Disponibilidad. Fallos de Servicios debido a Ataques al Software en CME

| Índice: 2.3.2 Disponibilidad. Fallos de Servicios debido a Ataques al Software en CME |        |             |
|---|--------|-------------|
|   | CME    | CME&ELASTIX |
| Tiempo de Servicio<br>1 mes   | 14400  | 14400       |
| Tiempo de Caída<br>5-60 MIN   |        |             |
| Disponibilidad  | 0,6875 | 0,6875      |
| Mejora de la Disponibilidad   | 0,0    |             |

Fuente: Ing. Ruth Barba

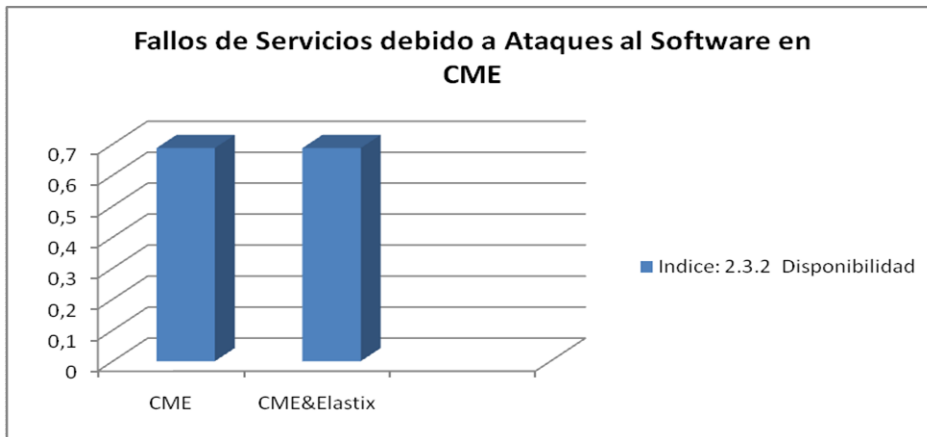


Figura 34. – Disponibilidad. Fallos de Servicios debido a Ataques al Software en CME

Tabla XLIV. Disponibilidad. Fallos de Servicios debido a Ataques al Software en Elastix

| Índice: 2.3.2 Fallos de Servicios debido a Ataques al Software en Elastix |         |             |
|---|---------|-------------|
|   | ELASTIX | CME&ELASTIX |
| Tiempo de Servicio<br>1 mes   | 14400   | 14400       |
| Tiempo de Caída<br>5-60 MIN   |         |             |
| Disponibilidad  | 0,604   | 0,604       |
| Mejora de la Disponibilidad   | 0       |             |

Fuente: Ing. Ruth Barba

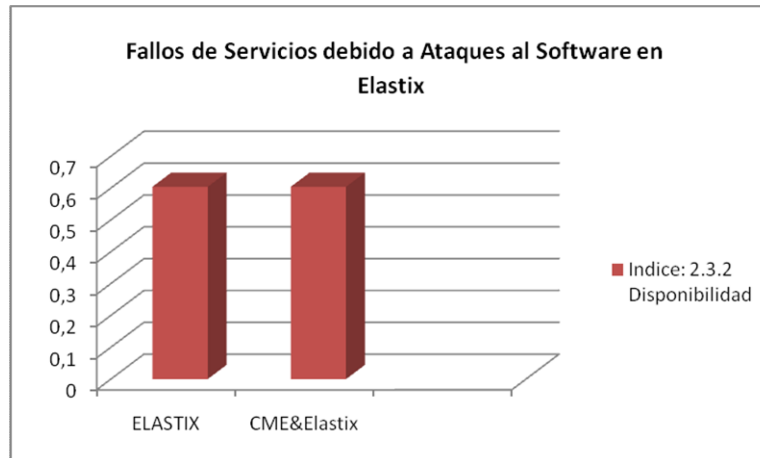


Figura 35. – Disponibilidad. Fallos de Servicios debido a Ataques al Software en CME

### Interpretación:

Del análisis se puede determinar que no hay mejora en la disponibilidad, pues si se da un ataque a cada servidor, éste tiene una infraestructura diferente por lo tanto reacciona de igual manera cuando está en un ambiente compartido que de forma individual. Se recupera en el mismo tiempo.

### Índice: 2.4.1 Fallos de los servicios debido a la red de interconexión.

#### Probabilidad: Probable

Descripción: No existe conectividad ip, por lo tanto no hay comunicación telefónica.

Posibles causas: Sin direccionamiento ip.

Posibles consecuencias: - No va a permitir comunicación.

Recuerde: Verifique que los equipos de ruteo estén bien, revise la configuración y las conexiones físicas.

Efecto/Impacto: 100% Es total debido que si no hay direccionamiento ip, no habrá servicio ni CME, ni Elastix; pues ambos trabajan con teléfonos ip.

Responsable: Técnico Informático.

Tiempo promedio entre parada (cada cuanto ocurre): cada 8 meses Tiempo promedio de la parada (/para solucionar esta parada): 5 – 60 minutos.

Se utilizó la herramienta Wireshark para el análisis de interconexión de la red y del servicio de telefonía ip.

Tabla XLV. Disponibilidad. Fallos de los Servicios debido a la red de interconexión en el CME.

| Índice: 2.4.1 Fallos de los servicios debido a la red de interconexión en CME |        |             |
|---|--------|-------------|
|   | CME    | CME&ELASTIX |
| Tiempo de Servicio 1 mes  | 14400  | 14400       |
| Tiempo de Caída 5-60 MIN  | 18     | 16,23       |
| Disponibilidad  | 0,875  | 0,8872      |
| Mejora de la Disponibilidad   | 0,0122 |             |

Fuente: Ing. Ruth Barba

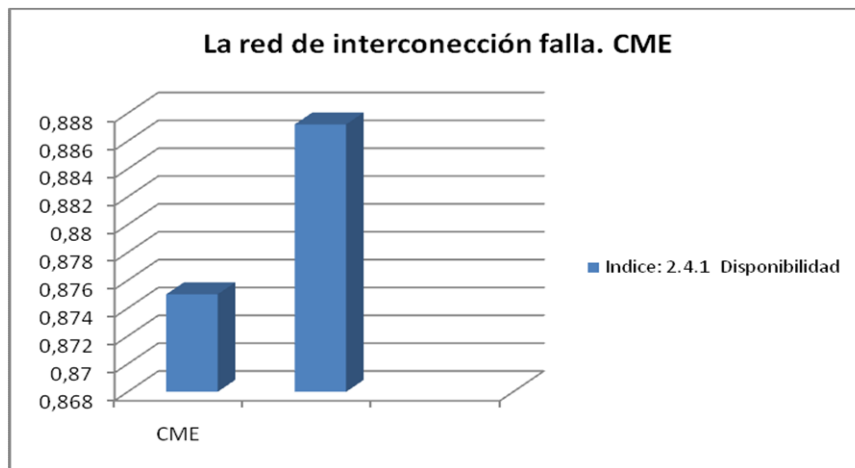


Figura 36. – Disponibilidad. Fallos de los Servicios debido a la red de interconexión en el CME.

Tabla XLVI. Disponibilidad. Fallos de los Servicios debido a la red de interconexión en el Elastix.

| Índice: 2.4.1 Fallos de los servicios debido a la red de interconexión en Elastix |         |             |
|---|---------|-------------|
|   | ELASTIX | CME&ELASTIX |
| Tiempo de Servicio 1 mes  | 14400   | 14400       |
| Tiempo de Caída 5-60 MIN  | 17      | 15          |
| Disponibilidad  | 0,88194 | 0,89533     |
| Mejora de la Disponibilidad   | 0,01339 |             |

Fuente: Ing. Ruth Barba

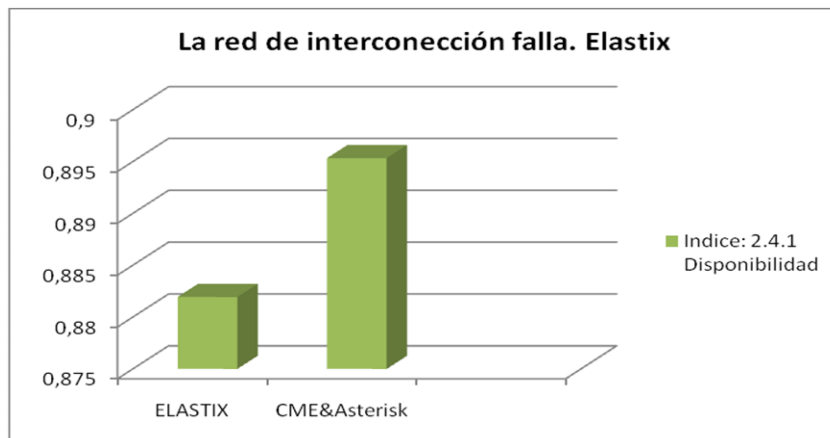


Figura 37. – Disponibilidad. Fallos de los Servicios debido a la red de interconexión en el Elastix.

**Interpretación:**

De los resultados que se muestra, se puede decir que la disponibilidad aumenta al convivir dos tecnologías como son asterisk y cisco. Mejorando en ambos casos el índice de disponibilidad, siendo superior cuando se comparten las tecnologías que cuando se usa una sola. En el caso de CME hay una disponibilidad del 1,22 % mientras que en Elastix la mejora de disponibilidad es del 1,34 %.

**Índice: 2.4.2 Fallos de los servicios. Falla Hw del servidor.**

**Probabilidad: Poco Probable**

Descripción: **La comunicación se detiene definitivamente.**

Posibles causas: Falla en el cpu del servidor.

Posibles consecuencias: - No va a permitir comunicación.

Recuerde: Revise el hardware, y si tiene algún arreglo.

Efecto/Impacto: 100% Es total debido que si ocurre una inconsistencia en el sistema este se detiene.

Responsable: Técnico Informático.

Tiempo promedio entre parada (cada cuanto ocurre): cada 8 meses Tiempo promedio de la parada (/para solucionar esta parada): 5 – 60 minutos.

Tabla XLVII. Disponibilidad. Falla de los servicios debido a falla en Hw del servidor CME.

| Índice: 2.4.2 Falla de los servicios debido a falla en Hw del servidor CME |        |             |
|--|--------|-------------|
|  | CME    | CME&Elastix |
| Tiempo de Servicio<br>1 mes  | 14400  | 14400       |
| Tiempo de Caída<br>5-60 MIN  | 45     | 44,24       |
| Disponibilidad   | 0,6875 | 0,6928      |
| Mejora de la Disponibilidad  | 0,0053 |             |

Fuente: Ing. Ruth Barba

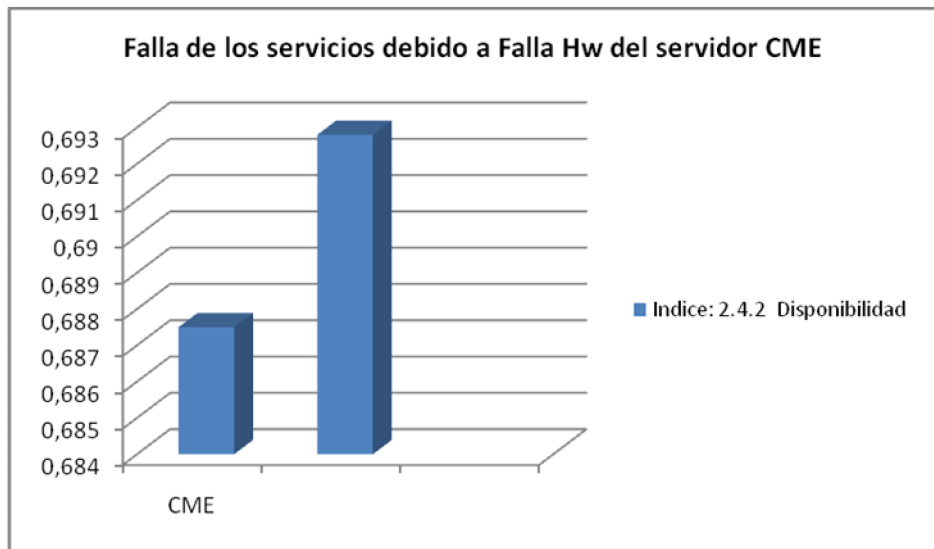


Figura 38. – Disponibilidad. Falla de los servicios debido a falla en Hw del servidor CME.

Tabla XLVIII. Disponibilidad. Falla de los servicios debido a falla en Hw del servidor Elastix.

| Índice: 2.4.2 Falla de los servicios debido a Falla Hw del servidor Elastix |         |             |
|---|---------|-------------|
|   | ELASTIX | CME&ELASTIX |
| Tiempo de Servicio<br>1 mes   | 14400   | 14400       |
| Tiempo de Caída<br>5-60 MIN   | 44      | 43,3        |
| Disponibilidad  | 0,69444 | 0,699       |
| Mejora de la<br>Disponibilidad  | 0,00456 |             |

Fuente: Ing. Ruth Barba



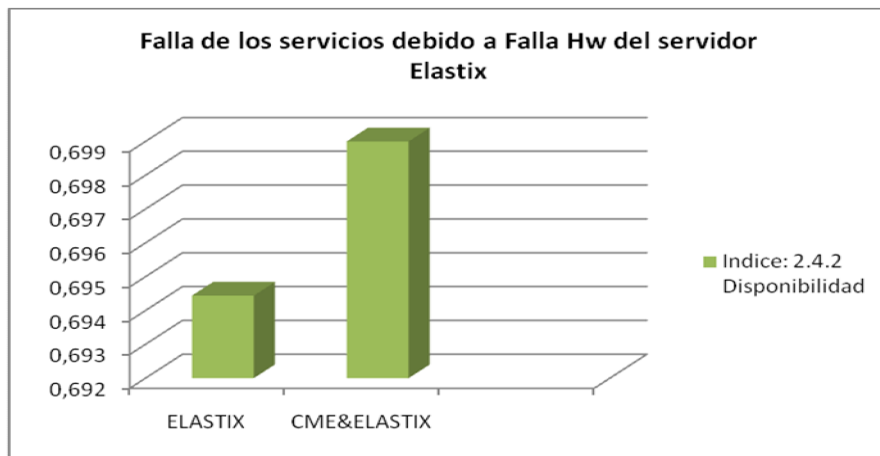


Figura 39. – Disponibilidad. Falla de los servicios debido a falla en Hw del servidor Elastix.

**Interpretación:**

En función de los datos, se determina que la disponibilidad aumenta en 0,5 % cuando se compara el ambiente Cme con el compartido Cme&Elastix mientras que se da en un 0,46 %, cuando se le compara al ambiente Elastix con el ambiente de telefonía de voip CME&Elastix.

**Índice: 2.5.1 Fallos de los servicios. Desastres. Suspensión o cortes de energía**

**Probabilidad: Probable**

Descripción: **Suspensión o cortes de energía**

Posibles causas: Apagón de la luz.

Posibles consecuencias: - Parada del sistema.

Recuerde: Revise el hardware, y si debe reemplazar ó reconfigurar hágalo.

Efecto/Impacto: 100% Es total debido que si ocurre una inconsistencia en el sistema este se detiene.

Responsable: Técnico Informático.

Tiempo promedio entre parada (cada cuanto ocurre): cada 8 meses Tiempo promedio de la parada (/para solucionar esta parada): 5 – 60 minutos.

**Índice: 2.5.2 Fallos de los servicios. Desastres. Variación del flujo de energía.**

**Probabilidad: Muy Probable**

Descripción: **Variación del flujo de energía.**

Posibles causas: Subida de tensión.

Posibles consecuencias: - Reinicio del sistema.

Recuerde: Revise el hardware, si tiene algún arreglo.

Efecto/Impacto: 100% Es total debido que si ocurre una inconsistencia en el sistema

este se detiene.

Responsable: Técnico Informático.

Tiempo promedio entre parada (cada cuanto ocurre): cada 8 meses Tiempo promedio de la parada (/para solucionar esta parada): 5 – 60 minutos.

### **Índice: 2.5.3 Fallos de los servicios. Desastres Naturales**

#### **Probabilidad: Poco Probable**

Descripción: Se para el sistema con un tiempo de recuperación desconocido.

Posibles causas: Erupciones, terremotos.

Posibles consecuencias: - Apagado del sistema

Recuerde: Revise el hardware, si tiene algún arreglo.

Efecto/Impacto: 100% Es total debido que si ocurre una inconsistencia en el sistema este se detiene.

Responsable: Técnico Informático.

Tiempo promedio entre parada (cada cuanto ocurre): Indeterminado. Tiempo promedio de la parada (/para solucionar esta parada): Indeterminado.

### **Índice: 2.5.4 Fallos de los servicios. Desastres. Pérdidas de Equipos o Robos**

#### **Probabilidad: Poco Probable**

Descripción: Pérdidas de Equipos o Robos

Posibles causas: Pérdida de un equipo de conectividad, por robos.

Posibles consecuencias: - Falta de comunicación en la red.

Recuerde: Revise el hardware, si se lo puede reemplazar.

Efecto/Impacto: 100% No existe comunicación o el servicio.

Responsable: Técnico Informático.

**Índice: 2.5 Desastres.-** Todo lo que tiene que ver con desastres naturales no se puede determinar el tiempo en que tomará volver a reactivar las centrales telefónicas. Cada caso está sujeto a factores que no se pueden controlar.

En el anexo 3 se presenta una tabla de los Índices de la Variable Dependiente.

A continuación se muestra una tabla de resumen del estudio de Disponibilidad.

Tabla XLIX. Resumen de Datos del Cuadro de Disponibilidad

| Cme                            | Disponibilidad | Cme&Elastix                    | Disponibilidad | Elastix                        | Disponibilidad | Elastix&Cme                    | Disponibilidad |
|--------------------------------|----------------|--------------------------------|----------------|--------------------------------|----------------|--------------------------------|----------------|
| 1.1.1 SERVICIOS CME            | 0,84           | 1.1.1 SERVICIOS                | 0,85167        | 1.1.2 SERVICIOS ELASTIX        | 0,809027       | 1.1.1 SERVICIOS                | 0,817          |
| 1.2.2 SOFTWARE CME             | 0,7689         | 1.2.1 SOFTWARE                 | 0,777777       | 1.2.1 SOFTWARE ELASTIX         | 0,7777         | 1.2.1 SOFTWARE                 | 0,777777       |
| 2.1 FALLOS DE DATOS            | 0,704652       | 2.1 FALLOS DE DATOS            | 0,707569       | 2.1 FALLOS DE DATOS            | 0,67           | 2.1 FALLOS DE DATOS            | 0,6861         |
| 2.2.1 MALA CONFIGURACIÓN       | 0,8324         | 2.2.1 MALA CONFIGURACIÓN       | 0,8375         | 2.2.1 MALA CONFIGURACIÓN       | 0,67           | 2.2.1 MALA CONFIGURACIÓN       | 0,6861         |
| 2.3.1 SOFT. CON FALLAS         | 0,784722       | 2.3.1 SOFT. CON FALLAS         | 0,787777       | 2.3.1 SOFT. CON FALLAS         | 0,79166        | 2.3.1 SOFT. CON FALLAS         | 0,795972       |
| 2.3.2 ATAQUES AL SOFT.         | 0,6875         | 2.3.2 ATAQUES AL SOFT.         | 0,6875         | 2.3.2 ATAQUES AL SOFT.         | 0,604          | 2.3.2 ATAQUES AL SOFT.         | 0,604          |
| 2.4.1Falla interconexión Red   | 0,875          | 2.4.1Falla interconexión Red   | 0,8872         | 2.4.1Falla interconexión Red   | 0,88194        | 2.4.1Falla interconexión Red   | 0,89533        |
| 2.4.2 Falla el Hw del servidor | 0,6875         | 2.4.2 Falla el Hw del servidor | 0,6928         | 2.4.2 Falla el Hw del servidor | 0,69444        | 2.4.2 Falla el Hw del servidor | 0,699          |
| CME TOTAL                      | 0,77258425     | CME&ELASTIX TOTAL              | 0,778724125    | ELASTIX TOTAL                  | 0,737345875    | ELASTIX&CME TOTAL              | 0,745159875    |
| DISPONIBILIDAD                 | 77,26%         | DISPONIBILIDAD                 | 77,87%         | DISPONIBILIDAD                 | 73,73%         | DISPONIBILIDAD                 | 74,51%         |

Fuente: Ing. Ruth Barba

Para comprobar la hipótesis es necesaria hacer cálculos estadísticos, para este estudio apliqué el método del chi cuadrado. Es necesario tomar en cuenta, que según mi criterio considero que cuando el porcentaje resultado es mayor o igual que el 75% hay mejora para la disponibilidad, en función de este criterio, se presenta el cuadro de Frecuencias Observadas:

Tabla L. Frecuencias Observadas según el cuadro de Disponibilidad

| FRECUENCIAS OBSERVADAS   |       |             |         |             |           |
|--|-------|-------------|---------|-------------|-----------|
| Hipótesis  | CME   | CME&ELASTIX | ELASTIX | ELASTIX&CME | SUMATORIA |
| La integración de CME&ELASTIX mejora la disponibilidad de servicios de VOIP    | 77,26 | 77,87       |         |             | 155,13    |
| La integración de CME&ELASTIX no mejora la disponibilidad de servicios de VOIP |       |             | 73,73   | 74,51       | 148,24    |
| SUMATORIA  | 77,26 | 77,87       | 73,73   | 74,51       | 303,37    |

Fuente: Ing. Ruth Barba

Calculo las frecuencias esperadas, para ello se debe aplicar la fórmula del fe.

$$FE = \frac{(\text{total de fila})(\text{total de columna})}{N}$$

Donde N es el número total de frecuencias observadas.

Para la primera celda la frecuencia esperada sería:

$$FE = \frac{(\text{total de fila})(\text{total de columna})}{N}$$

$$FE = \frac{155,13(77,26)}{303,37}$$

$$FE = 39,5073$$

Presento entonces la tabla de cálculos de frecuencias esperadas:

Tabla LI. Frecuencias Esperadas según fórmula Fe.

| FRECUENCIAS ESPERADAS  |            |             |             |             |           |
|--|------------|-------------|-------------|-------------|-----------|
| Hipótesis  | CME        | CME&ELASTIX | ELASTIX     | ELASTIX&CME | SUMATORIA |
| La integración de CME&ELASTIX mejora la disponibilidad de servicios de VOIP    | 39,5073468 | 39,81927382 | 37,70226094 | 38,10111844 | 155,13    |
| La integración de CME&ELASTIX no mejora la disponibilidad de servicios de VOIP | 37,7526532 | 38,05072618 | 36,02773906 | 36,40888156 | 148,24    |
| SUMATORIA  | 77,26      | 77,87       | 73,73       | 74,51       | N=303,37  |

Fuente: Ing. Ruth Barba

Una vez que obtenidas las frecuencias esperadas, se aplica la siguiente fórmula del Chi Cuadrada:

$$x^2 = \sum (O-E)^2 / E$$

Donde:

O es la frecuencia observada en cada celda

E es la frecuencia esperada en cada celda

En la siguiente tabla se calcula el valor de x cuadrada.

Tabla LII. Cálculo de X<sup>2</sup>

| CÁLCULO DE X <sup>2</sup>                                    |            |             |              |                    |                        |
|--|------------|-------------|--------------|--------------------|------------------------|
| CELDA  | OBSERVADAS | ESPERADAS   | O-E          | (O-E) <sup>2</sup> | (O-E) <sup>2</sup> / E |
| CME MEJORA LA DISPONIBILIDAD DE SERVICIOS DE VOIP            | 77,26      | 39,5073468  | 37,7526532   | 1425,262823        | 36,07589318            |
| CME&ELASTIX MEJORA LA DISPONIBILIDAD DE SERVICIOS DE VOIP    | 77,87      | 39,81927382 | 38,05072618  | 1447,857763        | 36,36072744            |
| ELASTIX MEJORA LA DISPONIBILIDAD DE SERVICIOS DE VOIP        | 0          | 37,70226094 | -37,70226094 | 1421,46048         | 37,70226094            |
| ELASTIX&CME MEJORA LA DISPONIBILIDAD DE SERVICIOS DE VOIP    | 0          | 38,10111844 | -38,10111844 | 1451,695226        | 38,10111844            |
| CME NO MEJORA LA DISPONIBILIDAD DE SERVICIOS DE VOIP         | 0          | 37,7526532  | -37,7526532  | 1425,262823        | 37,7526532             |
| CME&ELASTIX NO MEJORA LA DISPONIBILIDAD DE SERVICIOS DE VOIP | 0          | 38,05072618 | -38,05072618 | 1447,857763        | 38,05072618            |
| ELASTIX NO MEJORA LA DISPONIBILIDAD DE SERVICIOS DE VOIP     | 73,73      | 36,02773906 | 37,70226094  | 1421,46048         | 39,45461238            |
| ELASTIX&CME NO MEJORA LA DISPONIBILIDAD DE SERVICIOS DE VOIP | 74,51      | 36,40888156 | 38,10111844  | 1451,695226        | 39,87200825            |
| CÁLCULO DE X <sup>2</sup>                                    |            |             |              | X <sup>2</sup> =   | 303,37                 |

Fuente: Ing. Ruth Barba

**Interpretación:**

Para saber si el valor de  $\chi^2$  es o no significativo, se debe terminar los grados de libertad mediante la siguiente fórmula:

$$GI = (r-1)(c-1)$$

Donde:

R es el número de filas de la tabla de contingencia

C es el número de columnas de la tabla de contingencia

Por lo tanto:

$$GI = (2-1)(4-1)$$

$$GI = 3$$

De la tabla de distribución de chi cuadrada que se encuentra en el Anexo 4 con un nivel de confianza del 0,05 por ciento, se obtiene que  $\chi^2$  es 7,815. El valor de  $\chi^2$  obtenido en esta tesis es del 303,37, que es muy superior al de la tabla de distribución. Por lo que el valor de  $\chi^2$  está en la zona de rechazo de la hipótesis nula, por lo cual se acepta la hipótesis de investigación.

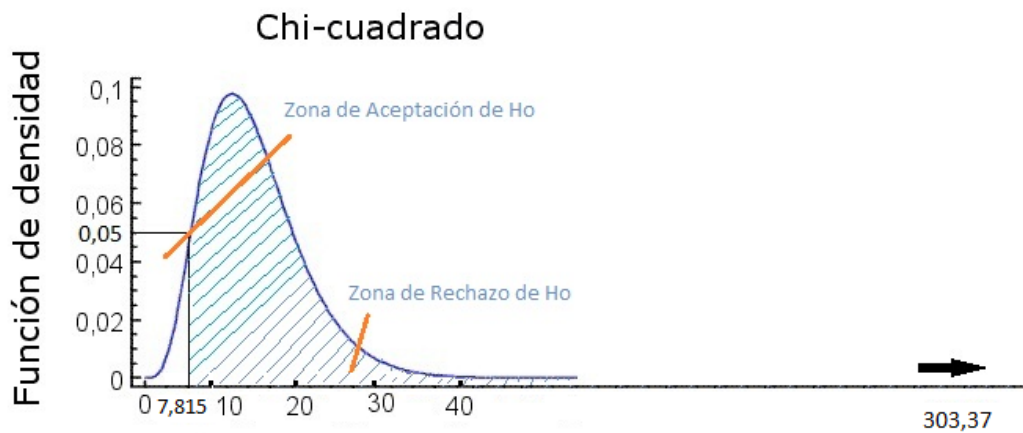


Figura 40. – Gráfico de la Función  $\chi^2$  de Chi Cuadrado

## CONCLUSIONES

Luego de estudiar la implementación de asterisk a través de Elastix y de Cisco Call Manager Express he determinado que son sistemas complejos, que requieren de configuraciones según las necesidades del investigador. Cada tecnología brinda un sistema de telefonía ip robusto, que cumple con las necesidades de una mediana empresa con la diferencia de que CME requiere licencias para la implementación de servicios adicionales a los básicos, mientras que elastix requiere de configuraciones para proporcionar servicios personalizados a los usuarios.

Para integrar Asterisk con CISCO CALL MANAGER EXPRESS fue necesaria una amplia investigación documental como práctica en la que determiné que para la comunicación de ambas centrales telefónicas es necesario la configuración de una troncal sip con la definición del enrutamiento adecuado en la central elastix, es decir rutas entrantes y salientes; además de la configuración del dial-peer voice en la que se define el tipo de comunicación que realiza cme, que debe ser el mismo de elastix, pues éste maneja el dtmf rfc2833, además el códec empleado debe ser el mismo en ambas tecnologías para el caso en estudio es: g711 alaw.

Se puede realizar llamadas dentro de cada central telefónica: Call Manager Express ó Elastix y entre ellas, comprobando la interoperabilidad. Además la comunicación voip es transparente al usuario teniendo un Tiempo Promedio de Conexión de Llamadas, que oscilan entre 6 y 7 ms.

La Claridad de las llamadas se ha evaluado mediante la metodología de evaluación subjetiva MOS (Mean Opinión Score), estandarizada en la recomendación ITU-T P.800, determinándose según las pruebas realizadas que la calidad de audio en las llamadas telefónicas es excelente, correspondiendo al 92 %, lo que indica satisfacción en el usuario del servicio telefónico voip.

El Grado de Coexistencia se mide de acuerdo al funcionamiento de dos centrales telefónicas CME y Elastix y de los servicios que proveen, con una muestra equivalente al 32 % de servicios de telefonía ip y ensayos realizadas en el ambiente de pruebas se concluye que el 50 % de los servicios implementados son compartidos por cme y elastix, teniendo el mismo porcentaje de integración.

La Escalabilidad se mide en función de la necesidad de líneas telefónicas, proyectando el crecimiento a diez años en una empresa con un índice del PIB del 3,7 % para el

Ecuador en el año 2011, se determina que la demanda para el ambiente de pruebas, empresas pequeñas medianas y grandes va desde 2 a 132 extensiones telefónicas. Cubriendo este requerimiento Elastix, y Elastix-CME en un 100 %; pues Elastix soporta hasta 500 extensiones voip y Elastix-CME 680. Cme cubre hasta el 42 % de escalabilidad en empresas grandes.

El servicio de telefonía ip, se puede detener por mantenimiento ó fallos de los servicios en las pruebas realizadas en los ambientes se determinó que el tiempo de recuperación del servicio siempre es mejor en un ambiente compartido que en uno individual, demostrando que la Integración del CME con Asterisk mejora la disponibilidad de los servicios de telefonía IP.

Para la comprobación de la hipótesis se realizó el análisis estadístico con los datos obtenidos mediante el método de chi cuadrado alcanzando un valor de  $X^2$  de 303,37; muy superior al de la tabla de distribución, de 7,815 por lo que el valor de x cuadrada está en la zona de rechazo de la hipótesis nula, aceptando entonces la hipótesis de investigación.

Como aporte científico a la investigación presento una guía de referencia para integrar soluciones empresariales de Voip caso práctico CME-Elastix prolijamente evaluada en los ambientes de prueba. En ella se detalla las configuraciones a realizarse para obtener un sistema de telefonía ip: óptimo, integrado y operativo que puede replicarse siguiendo las sugerencias establecidas en dicho documento.

## **RECOMENDACIONES**

Al ser Asterisk y CISCO sistemas de telefonía ip completos requieren de requisitos para su instalación y configuración por lo que se debe implementar cada uno de manera independiente y luego cuando estén ya funcionando empezar con el proceso de integración que les permitirá trabajar en conjunto, compartiendo servicios a través de una troncal sip.

Para la integración entre centrales telefónicas es importante saber que tipo de protocolo y códec utilizan, para poder especificar los parámetros correctos de comunicación.

Se recomienda ampliamente integrar cisco y elastix para dar mayores servicios y mejorar la disponibilidad de voip en empresas, pues es una muy buena opción para potenciar los recursos de red existentes.

La guía de referencia para integrar soluciones empresariales de Voip presenta una solución de bajo costo a la demanda de comunicación en empresas permitiendo implementarla en ambientes similares al estudio realizado, por lo que recomiendo su aplicación.

Es muy importante implementar un ambiente de pruebas para poder probar configuraciones, por lo que agradezco a la Academia Cisco, en la persona del Ingeniero Alberto Arellano, sin cuya apertura para la utilización de equipos cisco no hubiera sido posible esta investigación.

Es necesario revisar las configuraciones de los modelos de equipos utilizados, en este caso del router 2811 y del sw 2959 y 2960 para comprobar que el IOS cargado en los equipos soporte telefonía IP.



Hay que instalar Elastix con todos los módulos incluido el del Call Center para poder hacer las configuraciones que permitan hacer las pruebas necesarias para la recolección de datos.

## BIBLIOGRAFÍA

### LIBROS

[1]. **ÁVILA BARAY, H.L.**, Introducción a la metodología de la investigación., 2006., 203.

[2]. **LANDIVAR EDGAR**, Comunicaciones Unificadas con Elastix., 8va edición, 2008., 600

[3]. **MUÑOZ ALFIO.**, Elastix a Ritmo de Merengue., 3era edición, República Dominicana., 2010., 310

### BIBLIOGRAFÍA DE INTERNET

[4]. **PROTOCOLO SIP.**

[http://www.voip.unam.mx/mediawiki/index.php/Protocolo\\_SIP#User\\_Agent](http://www.voip.unam.mx/mediawiki/index.php/Protocolo_SIP#User_Agent)

2010-07-18

**[5]. ESTÁNDARES VOIP.**

<http://www.monografias.com/trabajos33/estandar-voip/estandar-voip.shtml>

2010-10-22

**[6]. CISCO CONFIGURACIÓN DEL CALL MANAGER EXPRESS.**

[http://www.cisco.com/en/US/docs/voice\\_ip\\_comm/cucme/admin/configuration/guide/cmeroad.html](http://www.cisco.com/en/US/docs/voice_ip_comm/cucme/admin/configuration/guide/cmeroad.html)

2011-01-08

**[7]. CISCO UNIFIED COMMUNICATION MANAGER.**

[http://www.ticsolutions.com/cisco\\_unified\\_communications\\_manager.html](http://www.ticsolutions.com/cisco_unified_communications_manager.html)

2011-02-20

**[8]. ASTERISK VOIP INTRODUCCION**

<http://cursoAsteriskVozIP-3-introduccionAsterisk.pdf>

2011-03-01

**[9]. ASTERISK.**

<https://wiki.asterisk.org/wiki/display/AST/Home>

2011-03-05

**[10]. ELASTIX.**

<http://www.elastix.org/index.php/es/inicio.html>

2011-04-25

**[11]. INVESTIGACIÓN PURA Y APLICADA.**

<http://www.mitecnologico.com/Main/InvestigacionPuraYAplicada>

2011-05-25

**[12]. FUNCIONALIDADES DE CME.**

<http://www.cisco.com>.

2011-07-02

**[13]. DOCUMENTACIÓN OFICIAL DE ELASTIX.**

<http://www.elastix.org>

2011-08-10

[14]. **ANALIZADOR DE PROTOCOLOS, WIRESHARK.**  
[http://cert.inteco.es/cert/Notas\\_Actualidad/informe\\_sobre\\_analisis\\_trafico\\_wireshark\\_20110211?postAction=getLatestInfo](http://cert.inteco.es/cert/Notas_Actualidad/informe_sobre_analisis_trafico_wireshark_20110211?postAction=getLatestInfo)

2011-10-11

[15]. **TASA DE CRECIMIENTO DEL PRODUCTO INTERNO BRUTO.**  
[http://www.indexmundi.com/es/ecuador/producto\\_interno\\_bruto\\_%28pib%29\\_tasa\\_de\\_crecimiento\\_real.html](http://www.indexmundi.com/es/ecuador/producto_interno_bruto_%28pib%29_tasa_de_crecimiento_real.html)

2010-10-02

[16]. **WIRESHARK.**  
<http://www.wireshark.org/>

2010-10-15

[17]. RFC SIP

<http://www.ietf.org/rfc/rfc3261.txt>

2010-11-18

# ANEXOS