

# **ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL**

## **ESCUELA DE FORMACIÓN DE TECNÓLOGOS**

### **IMPLEMENTACIÓN DE UNA RED DE TELEFONÍA BASADA EN TECNOLOGÍA VOIP CON SOFTWARE LIBRE PARA LA EMPRESA IT DEL ECUADOR**

#### **PROYECTO DE TITULACIÓN PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE TECNOLOGO EN ANALISIS DE SISTEMAS INFORMATICOS**

**EDISON JAVIER TOBAR ROBLERO**

edybest\_bf@hotmail.com

**Director: Ing. César Eduardo Gallardo Carrera**

cesar.gallardo@epn.edu.ec

**Quito, Febrero 2014**

## **DECLARACIÓN**

Yo, Edison Javier Tobar Roblero declaro bajo juramento que el trabajo aquí descrito es de mi autoría; que no ha sido previamente presentada para ningún grado o calificación profesional; y, que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

La Escuela Politécnica Nacional puede hacer uso de los derechos correspondientes a este trabajo, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su Reglamento y por la normatividad institucional vigente.

---

**Edison Javier Tobar Roblero**

## **CERTIFICACIÓN**

Certifico que el presente trabajo fue desarrollado por Edison Javier Tobar Roblero, bajo mi supervisión.

---

**Ing. César Gallardo**

**DIRECTOR**

## **AGRADECIMIENTOS**

A Dios por permitirme estar aquí y a mis padres Zoila y José que han sido un apoyo incondicional en mi vida.

A mis hermanas que siempre han estado presentes para apoyarme.

A todas las personas que han aportado con sus consejos y experiencias para mi formación profesional y personal.

Al Ingeniero César Gallardo como Director del proyecto y como amigo para lograr un objetivo establecido en mis metas.

A la Empresa Información Tecnológica del Ecuador por permitir el desarrollo del proyecto en sus instalaciones, y al personal administrativo por su apoyo y colaboración.

## **DEDICATORIA**

Dedico este proyecto a mis padres Zoila y José , que siempre los llevare en mi corazón agradeciéndoles por el esfuerzo y la dedicación que me han brindado siempre para poder salir adelante a pesar de las adversidades o errores cometidos, dándome como lección sus sabias experiencias y palabras para saber controlar y sobrellevar las etapas de la vida.

## ÍNDICE DE CONTENIDO

<b>1</b>	<b>INTRODUCCIÓN Y ANTECEDENTES .....</b>	<b>1</b>
<b>1.1</b>	<b>INFORMACION DE LA EMPRESA .....</b>	<b>1</b>
<b>1.1.1</b>	<b>DESCRIPCION DE LA EMPRESA .....</b>	<b>1</b>
<b>1.1.2</b>	<b>MISION .....</b>	<b>2</b>
<b>1.1.3</b>	<b>VISION .....</b>	<b>2</b>
<b>1.1.4</b>	<b>VALORES.....</b>	<b>2</b>
<b>1.1.5</b>	<b>TALENTO HUMANO .....</b>	<b>3</b>
<b>1.2</b>	<b>ORGANICO FUNCIONAL DE LA EMPRESA .....</b>	<b>3</b>
<b>1.2.1</b>	<b>ORGANICO FUNCIONAL DE LA UNIDAD DE TI.....</b>	<b>4</b>
<b>1.2.2</b>	<b>UNIDAD INFORMATICA.....</b>	<b>4</b>
<b>1.2.3</b>	<b>NIVEL DE DECISION DE LA UNIDAD INFORMATICA .....</b>	<b>5</b>
<b>1.2.4</b>	<b>PLANES ESTABLECIDO .....</b>	<b>5</b>
<b>1.2.5</b>	<b>PROCEDIMIENTOS ESTABLECIDOS.....</b>	<b>5</b>
<b>1.2.6</b>	<b>POLITICAS ESTABLECIDAS .....</b>	<b>6</b>
<b>1.2.7</b>	<b>SEGURIDAD DE DATOS.....</b>	<b>6</b>
<b>1.2.8</b>	<b>CARACTERIZACION DE LA CARGA .....</b>	<b>7</b>
<b>1.2.8.1</b>	<b>Topología de Red.....</b>	<b>7</b>
<b>1.2.8.1.1</b>	<b>Descripción de la topología de Red .....</b>	<b>8</b>
<b>1.3</b>	<b>IDENTIFICACION DEL PROBLEMA ACTUAL DE COMUNICACIONES.....</b>	<b>9</b>
<b>1.4</b>	<b>OBJETIVOS .....</b>	<b>9</b>
<b>1.4.1</b>	<b>OBEJTIVO GENERAL.....</b>	<b>9</b>
<b>1.4.2</b>	<b>OBEJTIVOS ESPECIFICOS.....</b>	<b>9</b>
<b>1.5</b>	<b>ALCANCE .....</b>	<b>10</b>
<b>2</b>	<b>MARCO TEÓRICO.....</b>	<b>11</b>
<b>2.1</b>	<b>INTRODUCCION A LAS REDES .....</b>	<b>11</b>
<b>2.2</b>	<b>REDES DE COMPUTADORES.....</b>	<b>12</b>

2.2.1	<b>RED CLIENTE / SERVIDOR .....</b>	<b>12</b>
2.2.2	<b>RED DE IGUAL A IGUAL .....</b>	<b>13</b>
2.2.3	<b>RED INALAMBRICA .....</b>	<b>14</b>
2.3	<b>TOPOLOGIAS DE RED .....</b>	<b>14</b>
2.3.1	<b>TOPOLOGIA DE TIPO BUS. ....</b>	<b>15</b>
2.3.2	<b>TOPOLOGIA DE TIPO ESTRELLA.....</b>	<b>15</b>
2.3.3	<b>TOPOLOGIA TIPO ANILLO.....</b>	<b>16</b>
2.3.4	<b>TOPOLOGIA TIPO ESTRELLA EXTENDIDA .....</b>	<b>18</b>
2.3.5	<b>TOPOLOGIA TIPO GERARQUICA .....</b>	<b>19</b>
2.3.6	<b>TOPOLOGIA EN MALLA .....</b>	<b>19</b>
2.4	<b>MODELO OSI .....</b>	<b>20</b>
2.4.1	<b>CARACTERISTICAS .....</b>	<b>21</b>
2.4.2	<b>CAPAS O NIVELES .....</b>	<b>21</b>
2.4.2.1	<b>Capa Física .....</b>	<b>22</b>
2.4.2.2	<b>Capa de enlace .....</b>	<b>22</b>
2.4.2.3	<b>Capa de Red.....</b>	<b>22</b>
2.4.2.4	<b>Capa de Transporte. ....</b>	<b>23</b>
2.4.2.5	<b>Capa de Sesión.....</b>	<b>23</b>
2.4.2.6	<b>Capa de Presentación. ....</b>	<b>23</b>
2.4.2.7	<b>Capa de Aplicación .....</b>	<b>23</b>
2.5	<b>MODELO TCP-IP.....</b>	<b>23</b>
2.5.1	<b>PROTOCOLO DE RED TCP –IP .....</b>	<b>24</b>
2.5.2	<b>PROTOCOLO IPV4 .....</b>	<b>27</b>
2.5.2.1	<b>Clases de direcciones IP .....</b>	<b>28</b>
2.5.2.1.1	<b>Direcciones de clase A .....</b>	<b>28</b>
2.5.2.1.2	<b>Direcciones de clase B .....</b>	<b>29</b>
2.5.2.1.3	<b>Direcciones de clase C .....</b>	<b>29</b>
2.5.3	<b>PROTOCOLO IPV6 .....</b>	<b>30</b>
2.5.3.1	<b>Características del protocolo IPV6.....</b>	<b>30</b>
2.5.3.2	<b>Estructura de la cabecera IPV6 .....</b>	<b>32</b>
2.5.3.3	<b>Cabecera de la extensión IPV6 .....</b>	<b>34</b>
2.5.3.4	<b>Orden de las cabeceras de extensión IPV6 .....</b>	<b>35</b>
2.6	<b>TECNOLOGIA VO-IP .....</b>	<b>35</b>

<b>2.6.1</b>	<b>QUE ES VOZIP?</b> .....	<b>35</b>
<b>2.6.2</b>	<b>FUNCIONAMIENTO DE VOZIP</b> .....	<b>36</b>
<b>2.6.3</b>	<b>ESTANDARES</b> .....	<b>37</b>
<b>2.6.3.1</b>	<b>H323</b> .....	<b>38</b>
<b>2.6.3.1.1</b>	Protocolos de comunicación .....	<b>38</b>
<b>2.6.3.1.1.1</b>	RAS .....	<b>39</b>
<b>2.6.3.1.1.2</b>	H.225 .....	<b>39</b>
<b>2.6.3.1.1.3</b>	H.245 .....	<b>40</b>
<b>2.6.3.1.1.4</b>	UDP .....	<b>41</b>
<b>2.6.3.1.1.5</b>	RTP .....	<b>41</b>
<b>2.6.3.1.1.6</b>	RTCP .....	<b>42</b>
<b>2.6.3.2</b>	<b>SIP-Protocolo de Inicio de Sesión</b> .....	<b>44</b>
<b>2.6.3.2.1.1</b>	Mensajes SIP .....	<b>47</b>
<b>2.6.3.2.1.2</b>	Métodos SIP .....	<b>48</b>
<b>2.6.3.2.1.3</b>	Respuestas (Códigos de estado) SIP .....	<b>48</b>
<b>2.6.3.3</b>	<b>IAX – Inter – Elastix Exchange Protocol (versión 2)</b> .....	<b>50</b>
<b>2.6.3.3.1</b>	Mensajes IAX .....	<b>51</b>
<b>2.6.3.4</b>	<b>MGCP – Media Gateway Control Protocol</b> .....	<b>53</b>
<b>2.6.4</b>	<b>CODECS</b> .....	<b>54</b>
<b>2.6.4.1</b>	<b>Funcionamiento de un Códec G.711</b> .....	<b>55</b>
<b>3</b>	<b>ANALISIS DE ALTERNATIVAS</b> .....	<b>58</b>
<b>3.1</b>	<b>ANALISIS Y SELECCIÓN DE ALTERNATIVAS</b> .....	<b>58</b>
<b>3.1.1</b>	<b>ANALISIS DE ALTERNATIVAS DE HARDWARE</b> .....	<b>58</b>
<b>3.1.1.1</b>	<b>Soluciones GRANDSTREAM</b> .....	<b>58</b>
<b>3.1.1.2</b>	<b>Soluciones AVAYA</b> .....	<b>59</b>
<b>3.1.1.2.1</b>	Modelos de IP OFFICE .....	<b>60</b>
<b>3.1.1.3</b>	<b>Solución PANASONIC</b> .....	<b>60</b>
<b>3.1.1.4</b>	<b>Solución Software Libre</b> .....	<b>62</b>
<b>3.1.1.4.1</b>	Elastix .....	<b>63</b>
<b>3.1.1.4.1.1</b>	Características principales de Elastix .....	<b>64</b>
<b>3.1.1.4.2</b>	Trixbbox.....	<b>66</b>
<b>3.1.2</b>	<b>SELECCIÓN DE LA MEJOR ALTERNATIVA</b> .....	<b>67</b>



<b>4</b>	<b>IMPLEMENTACION DE LA CENTRAL PBX BASADA EN PLATAFORMA DE SOFTWARE LIBRE.....</b>	<b>70</b>
<b>4.1</b>	<b>INPLEMENTACION DE LA SOLUCION DE SOFTWARE LIBRE .....</b>	<b>70</b>
<b>4.1.1</b>	<b>INSTALACION DE ELASTIX.....</b>	<b>70</b>
<b>4.1.2</b>	<b>CONFIGURACION DE EXTENSIONES .....</b>	<b>79</b>
<b>4.1.3</b>	<b>CONFIGURACION DE TRONCALES.....</b>	<b>84</b>
<b>4.1.4</b>	<b>CONFIGURACION DE RUTAS .....</b>	<b>86</b>
<b>4.1.5</b>	<b>CONFIGURACION DE IVR .....</b>	<b>89</b>
<b>4.1.6</b>	<b>CONFIGURACIÓN DE PICKUP .....</b>	<b>92</b>
<b>4.1.7</b>	<b>CONFIGURACION DE GATEWAY .....</b>	<b>92</b>
<b>4.1.8</b>	<b>CONFIGURACIÓN DE TELEFONOS IP .....</b>	<b>95</b>
<b>4.1.9</b>	<b>CONFIGURACIÓN DE TELEFONOS IP VIRTUALES.....</b>	<b>103</b>
<b>4.1.9.1</b>	<b>Registro de una Cuenta .....</b>	<b>103</b>
<b>5</b>	<b>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....</b>	<b>106</b>
<b>5.1</b>	<b>CONCLUSIONES .....</b>	<b>106</b>
<b>5.2</b>	<b>RECOMENDACIONES .....</b>	<b>107</b>
	<b>REFERENCIAS .....</b>	<b>109</b>
<b>6</b>	<b>BIBLIOGRAFÍA .....</b>	<b>109</b>
	<b>ANEXOS .....</b>	<b>112</b>

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Organigrama General de la Empresa “I.T. del Ecuador” .....	3
Figura 2 - Organigrama del área de las tecnologías de la información. ....	4
Figura 3 - Diagrama de la Topología de la Red .....	8
Figura 4 - Red Cliente/Servidor. ....	13
Figura 5 - Diagrama de red Igual a Igual.....	13
Figura 6 - Diagrama de topologías de red .....	14
Figura 7 - Diagrama de topología de bus .....	15
Figura 8 - Diagrama de topología en estrella .....	16
Figura 9 - Diagrama de topología en anillo.....	17
Figura 10 - Topología en estrella.....	18
Figura 11 - Diagrama de topología en árbol.....	19
Figura 12 - Diagrama de topología en malla .....	20
Figura 13 - Capas del modelo OSI .....	21
Figura 14 - Niveles del modelo OSI.....	22
Figura 15 - Diagrama de representación IPV4 .....	28
Figura 16 - “Estructura de un paquete IPv6.” .....	32
Figura 17 - “Cambios de paquetes IPv4” .....	33
Figura 18 - Tipos de cabecera de extensión de IPv6. ....	34
Figura 19 - Telefonía sobre la red IP .....	37
Figura 20 - Pila de protocolos: H323.....	44
Figura 21 - Diagrama de Mensajes IAX.....	52
Figura 23 - Funcionalidades en crecimiento .....	62
Figura 24 - Comunicaciones Unificadas .....	63
Figura 25 – Pantalla de inicio de instalación.....	71
Figura 26 – Carga de idioma de instalación. ....	71
Figura 27 – Selección del tipo de teclado durante la instalación.....	72
Figura 28 – Estado del avance de instalación.....	72
Figura 29 – Discos físicos disponibles. ....	73

Figura 30 – Advertencia de eliminación de particiones del disco duro.....	73
Figura 31 – Información de activación de servicios de red.....	74
Figura 32 –Configuración de dirección IP. ....	74
Figura 33 –Configuración de Gateway y DNS.....	75
Figura 34 –Configuración de nombre de host. ....	75
Figura 35 –Configuración de contraseña para usuario administrador.....	76
Figura 36 –Estado de instalación de paquetes. ....	76
Figura 37 –Inicio del SO. ....	77
Figura 38 –Configuración de contraseña para la base de datos.....	77
Figura 39 –Confirmación de contraseña ingresada. ....	78
Figura 40 –Configuración de contraseña para usuario “admin”.....	78
Figura 41 –Confirmación de contraseña para usuario “admin”. ....	78
Figura 42 –Pantalla de autenticación.....	79
Figura 43 –Autenticación en plataforma http.....	80
Figura 44 –Pantalla para creación de extensiones.....	80
Figura 45 –Configuración de parámetros en una extensión.....	81
Figura 46 –Ingreso de contraseña para una extensión.....	81
Figura 47 –Lista de usuarios actuales.....	82
Figura 48 –Pantalla de creación de un usuario.....	83
Figura 49 –Pantalla de visualización de un usuario.....	83
Figura 50 –Edición de la configuración de un usuario.....	84
Figura 51 –Configuración de troncales.....	84
Figura 52 –Creación de una troncal.....	85
Figura 53 –Detalles de configuración de una troncal.....	86
Figura 54 –Parámetros de configuración de una ruta.....	88
Figura 55 –Pantalla de configuración de IVR en una ruta.....	89
Figura 56 –Pantalla de almacenamiento de audio para IVR.....	90
Figura 57 –Pantalla de configuración de IVR.....	91
Figura 58 –Ingreso de dígitos para Pickup.....	92
Figura 59 –Autenticación de usuario para Gateway.....	93
Figura 60 –Pantalla de configuraciones básicas de Gateway.....	93

Figura 61 –Configuración de canales en Gateway. ....	94
Figura 62 –Pantalla de configuración de cuentas SIP en Gateway. ....	94
Figura 63 –Pantalla de configuración de perfiles. ....	95
Figura 64 –Pantalla de estado de configuraciones.....	95
Figura 65 –Inicio de interfaz http de un teléfono IP.....	96
Figura 66 –Autenticación vía http de teléfono IP.....	96
Figura 67 –Pantalla de cuentas configurables en teléfono IP.....	97
Figura 68 –Pantalla de estado de una cuenta.....	97
Figura 69 –Configuración de SIP Server en teléfono.....	97
Figura 70 –Configuración de SIP Server Secundario en teléfono.....	98
Figura 71 –Configuración de proxy en teléfono IP.....	98
Figura 72 –Configuración de extensión en teléfono IP.....	98
Figura 73 –Pantalla estado de configuraciones en teléfono IP.....	102
Figura 74 –Configuración de cuenta SIP en X-Lite.....	103
Figura 75 –Valores de configuración cuenta SIP en X-Lite.....	104
Figura 76 –Software X-Lite configurado.....	105
ANEXO A – Creación de archivo de audio para IVR.....	112
ANEXO B – Proformas de equipos para central PBX.....	114

## LISTA DE TABLAS

Tabla 1- Comparación de códec para telefonía IP.....	54
Tabla 2- Comparación de versiones IP OFFICE.....	60
Tabla 3- Comparación de centrales VozIP Panasonic.....	61
Tabla 4- Características principales y funcionalidades de Elastix. ....	64
Tabla 5- Requerimientos técnicos mínimos para una implementación.....	68

## LISTA DE ANEXOS

ANEXO A – Creación de archivo de audio para IVR.....	112
ANEXO B – Proformas de equipos para central PBX.....	114

## **RESUMEN**

En el Ecuador, las empresas que utilizan telefonía tradicional analógica están siendo relevadas por la telefonía IP que poseen un valor agregado e integra servicios digitales basados en protocolos IP, ya que pueden desarrollar nuevas aplicaciones y servicios que la telefonía tradicional no presenta.

Existen varios puntos que explican los beneficios de la telefonía IP, siendo el más relevante la reducción de costos gracias a la convergencia del tráfico de voz y datos en una sola estructura de red, donde resulta sencillo de mantener y gestionar la red.

El presente proyecto tiene como objetivo dar solución a los inconvenientes de comunicación presentados actualmente, así como dar a conocer las ventajas de la telefonía VozIP, al igual que la optimización de las labores cotidianas en la empresa Información Tecnológica del Ecuador.

Por lo cual se propone la implementación de una central de telefonía IP basado en software libre que cubra las necesidades de la empresa, donde permita integrar telefonía, voz y datos en una misma red de comunicaciones.

# **1 INTRODUCCIÓN Y ANTECEDENTES**

## **1.1 INFORMACION DE LA EMPRESA**

### **1.1.1 DESCRIPCION DE LA EMPRESA**

INFORMACIÓN TECNOLÓGICA DEL ECUADOR S.A (IT del Ecuador). es una empresa formada hace más de 15 años, con la participación de varios profesionales en la informática, telecomunicaciones, electrónica, economía y administración de negocios, con el objetivo de aprovechar la experiencia multidisciplinaria de varios de sus socios, en trabajos realizados previa y conjuntamente, en campos especialmente relacionados a Consultoría, Sistemas de información y Manejo de Control de Proyectos.

Es una empresa comprendida con el desarrollo corporativo que comparte con sus clientes presentaciones y seminarios de desarrollo institucional, su objetivo es proveer “soluciones informáticas”, ajustadas a la necesidad de cada cliente en función del “Plan estratégico de cada empresa”. El soporte va desde la consultoría empresarial hasta la instalación de los cables eléctricos y los medios de comunicación de datos para vincular los periféricos al servidor central donde residen los módulos del software aplicativo.

La organización está diseñada para responder a los requerimientos de los clientes en forma global a través de cuatro áreas básicas: consultoría, comercialización, tecnología y ejecución de la solución.

Mantiene una estrecha relación con diferentes proveedores de equipos y programas de computación nacionales e internacionales, que permiten ofrecer de manera independiente o integrada varias soluciones informáticas.

Cabe mencionar que tanto los productos como los profesionales de la empresa se han ido especializando con el objetivo de dar un soporte realmente efectivo para



el cliente, esto de alguna forma se ha convertido en la carta de presentación del presente para la Empresa.

Adicionalmente, la empresa goza de buena aceptación en el mercado debido a que las características de los productos satisfacen las necesidades de los clientes.

Por otro lado la experiencia que en el transcurso de los años ha tenido la empresa es muy valiosa ya que no solo sus profesionales sino sus productos se han enriquecido de sugerencias y evolución.

### **1.1.2 MISION**

Facilitar herramientas y servicios informáticos con tecnología probada, preservando la inversión de nuestros clientes y motivando el desarrollo de nuestros empleados.

### **1.1.3 VISION**

Aportar con nuevos productos de proyección internacional que satisfagan las necesidades del mercado, basándonos en la especialización de nuestro talento humano.

### **1.1.4 VALORES**

Veracidad, Respeto y Confianza.

La organización tiene estos tres valores como guía para poder dar a sus clientes internos y externos el mejor servicio, con el objetivo de proyectarse en un futuro apoyado en el presente.

### 1.1.5 TALENTO HUMANO

El talento humano de la organización está conformado por una serie de profesionales cuyo perfil se ha estudiado detenidamente tomando en cuenta los conocimientos o estudios formales, así como la experiencia obtenida, posteriormente se da una inducción a las personas que son parte del equipo con el objetivo de estar todos alineados bajo directrices universales.

Por otro lado es importante resaltar los incentivos pues la empresa tiene como prioridad mantener a su equipo motivado, para lograr los objetivos planteados con los clientes y con organización en general.

### 1.2 ORGANICO FUNCIONAL DE LA EMPRESA

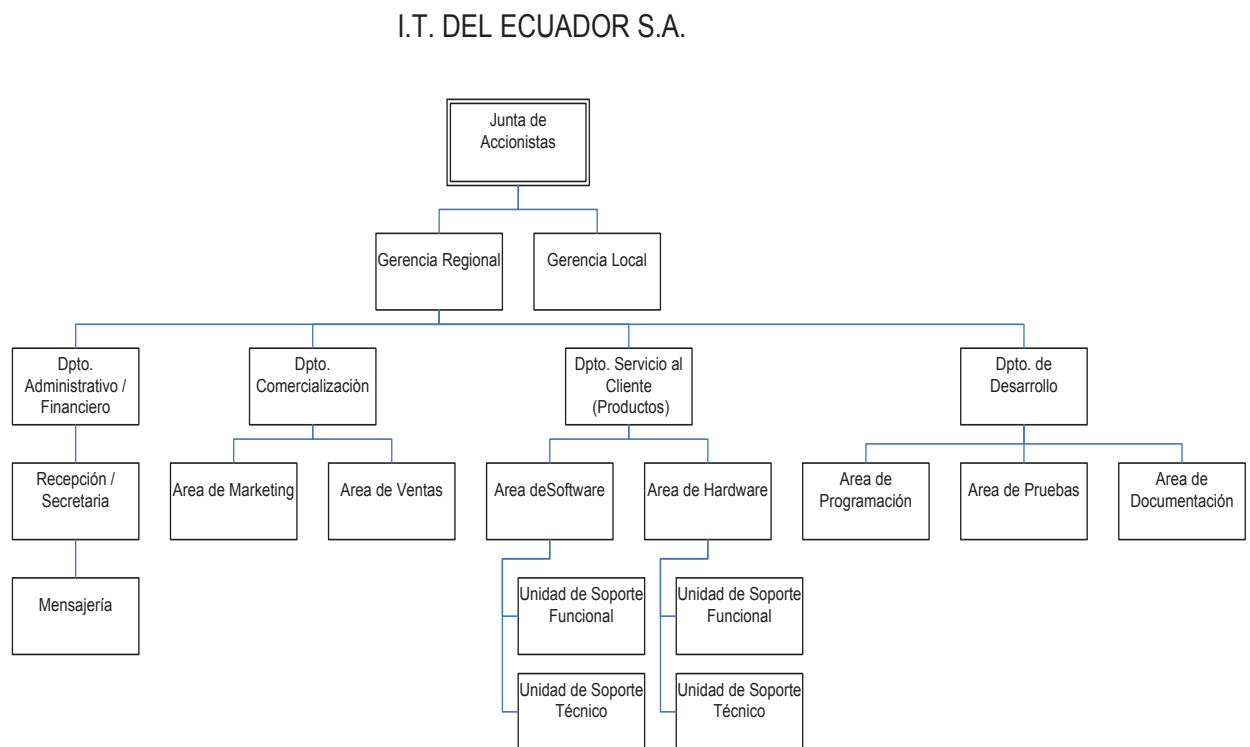


Figura 1 - Organigrama General de la Empresa "I.T. del Ecuador"

La unidad informática se encuentra conformada por el departamento de soporte y el departamento de desarrollo funcionan los dos paralelamente manteniendo un alto índice de rendimiento de sus aplicaciones y su propio respaldo técnico.

### 1.2.1 ORGANICO FUNCIONAL DE LA UNIDAD DE TI.

La unidad informática se encuentra conformada por el departamento de soporte y el departamento de desarrollo funcionan los dos paralelamente manteniendo un alto índice de rendimiento de sus aplicaciones y su propio respaldo técnico.

Las funciones que realiza son:

- Definir las políticas necesarias para brindar el adecuado soporte por parte del Departamento de IT a los usuarios y a la empresa, definir las políticas para el uso adecuado del computador dentro y fuera de las oficinas de I.T. del Ecuador, además el correcto uso de las impresoras de red.
- Mantener siempre activa la red de comunicaciones con los usuarios para el desarrollo normal de las operaciones de la empresa.

### 1.2.2 UNIDAD INFORMATICA

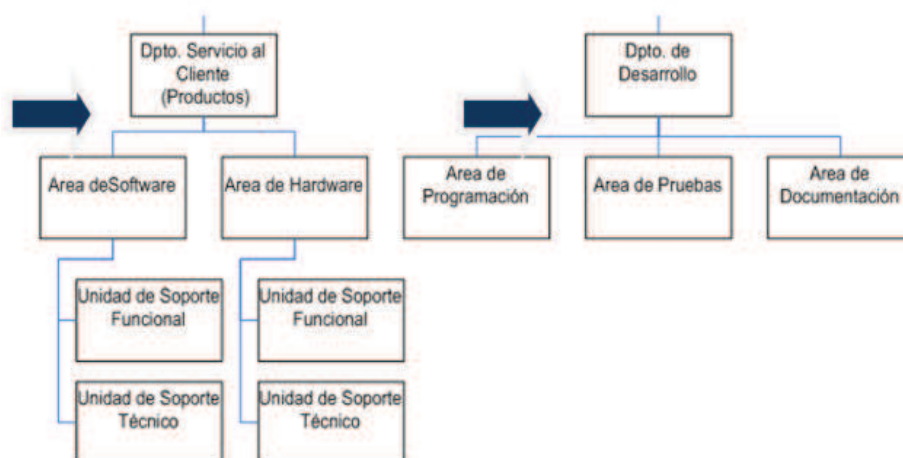


Figura 2 - Organigrama del área de las tecnologías de la información.

### **1.2.3 NIVEL DE DECISION DE LA UNIDAD INFORMATICA**

El nivel de decisión se encuentra definido por la intervención de los dos gerentes de las áreas mencionadas y bajo su responsabilidad se realizan las acciones que la empresa necesite, para lo cual se cuenta previamente con la aprobación de todos los integrantes de las mismas representadas en los gerentes.

### **1.2.4 PLANES ESTABLECIDO**

- **Plan de contingencia de redes y comunicaciones**

Describe los equipos primordiales para el desarrollo normal de las operaciones de la empresa y las acciones que deberán tomarse en caso de que alguno de los mismos llegara a fallar.

- **Plan de contingencia de base de datos y aplicaciones**

Describe las acciones a realizar en caso de que cualquiera de los dos servidores de aplicación o los dos servidores de bases de datos, llegaran a fallar, ya sea por problemas de hardware y software.

- **Plan Informático**

Por el momento no se cuenta con un plan informático estructurado. Las acciones a realizarse en la UI están alineadas al plan de acción de la empresa.

### **1.2.5 PROCEDIMIENTOS ESTABLECIDOS**

- **Respaldo y restauración de la información.** Se describen los pasos a seguir para llevar a cabo los respaldos y las pruebas requeridas para asegurar el

proceso de respaldo de la información. Además se detallan los procedimientos necesarios para restaurar la información.

Entre los procedimientos que se establecen están:

- Respaldo de información relacionada con los sistemas de información.
- Respaldo de información de usuarios.
- Respaldo de las bases de datos Oracle y SQL.

### **1.2.6 POLITICAS ESTABLECIDAS**

#### ➤ Política de soporte de TI

Define las políticas necesarias para brindar el adecuado soporte por parte del departamento de IT a los usuarios y a la empresa. Entre éstas están:

- El horario de atención del departamento de IT.
- El control de soporte, es decir, la forma en que serán atendidos los requerimientos de los usuarios por parte del equipo del departamento de IT.

#### ➤ Política de uso del computador e impresoras de red.

Define las políticas para el uso adecuado del computador dentro y fuera de las oficinas de I.T. del Ecuador, lo que incluye tanto hardware como software, además define el correcto uso de las impresoras de red.

### **1.2.7 SEGURIDAD DE DATOS**

Los respaldos de la base de datos se realizan cada semana y son guardados en unidades de disco DVD y se mantienen copias fuera de las instalaciones físicas de la empresa, designadas por la gerencia de la misma.

## **1.2.8 CARACTERIZACION DE LA CARGA**

La red es utilizada en un 100% por los usuarios internos, aunque existe una interconexión con otra empresa que labora en el mismo edificio, es para facilitar a esta última una porción del ancho de banda del acceso a internet ya que se comparte la capacidad para navegación, por lo que no utiliza ninguno de los servicios disponibles a través de la red.

La carga que maneja la red es uniforme durante las horas en las que labora la empresa.

### **1.2.8.1 Topología de Red.**

La topología de red que se maneja tiene una estructura en forma de estrella, como se puede observar en la figura (3), está conformada por un switch central, al que se conectan los switches respectivos para cada una de las áreas de la empresa, por lo que se cuenta con un switch para el área de desarrollo de Software, al que se conectan 8 PC's, otro para el área de pruebas, en el que se conectan sólo 2 PC's por el momento, y por último un tercer switch que recoge a los usuarios del área Administrativa, al cual se conectan 3 PC's.

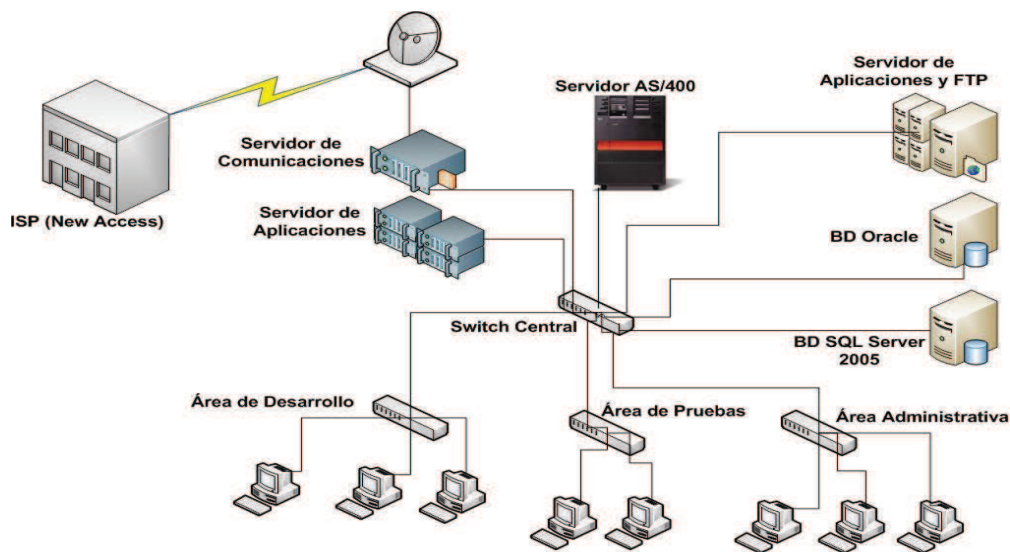


Figura 3 - Diagrama de la Topología de la Red

#### 1.2.8.1.1 Descripción de la topología de Red

Todos los servidores que se tienen en la red también están conectados al switch central, de los cuales, los tres que se encuentran al lado derecho en la imagen, están ubicados en el mismo espacio físico que se ocupa para hacer las pruebas de software, y los otros dos servidores que se encuentran al lado izquierdo de la imagen, están ubicados en un cuarto exclusivo y dentro de un armario de aclimatación. En este cuarto exclusivo también está ubicado el servidor AS/400 que se logra visualizar en la parte superior de la imagen.

Por último, se destaca que para el acceso a Internet, el Servidor de Comunicaciones se encuentra conectado a una antena parabólica por medio de un dispositivo receptor de señales de radio, ya que la conexión con el Proveedor de Servicios de Internet es totalmente inalámbrica.

### **1.3 IDENTIFICACION DEL PROBLEMA ACTUAL DE COMUNICACIONES.**

IT del Ecuador, para la comunicación interna posee un sistema de telefonía tradicional obsoleto, el cual es un obstáculo para el crecimiento interno de extensiones para sus colaboradores, debido a que la PBX ya se encuentra saturado por esta razón, necesita contar con una herramienta que le permita incrementar y administrar las extensiones para todas las áreas de trabajo de sus colaboradores.

Para lo cual se propone implementar una central PBX IP basado en software libre, que permita la libre gestión y administración de extensiones para todos sus colaboradores, así como también evitar redundancia con la convergencia entre los proveedores de servicio de telefonía tradicional.

### **1.4 OBJETIVOS**

#### **1.4.1 OBEJTIVO GENERAL**

Satisfacer las necesidades de comunicación de telefónica, de la Empresa IT del Ecuador, mediante la implementación de una red de telefonía VOIP aprovechando su infraestructura de Red de datos.

#### **1.4.2 OBEJTIVOS ESPECIFICOS**

- Identificar el avance tecnológico de las aplicaciones VOIP (telefonía IP)
- Analizar las alternativas de solución VOIP existentes en el mercado.
- Determinar la mejor alternativa tecnológica de VOIP que cumpla las necesidades para la Empresa IT del Ecuador.



- Implementar la central telefónica PBX-IP con Elastix.

## **1.5 ALCANCE**

La implementación estará basada en las necesidades que presenta la empresa debido a su falencia en su servidor de telefonía tradicional.

El servidor a implementarse cuenta con características básicas, las cuales permitirán gestionar de mejor forma las extensiones existentes, así como implementación de nuevas extensiones para sus colaboradores y la interconexión con el proveedor de servicios de telefonía pública.

## **2 MARCO TEÓRICO**

### **2.1 INTRODUCCION A LAS REDES**

Según Rojas Calvache (1998) dice:

A principios de los años 70 surgieron las primeras redes de transmisión de datos destinadas exclusivamente a este propósito, cumpliendo con las necesidades de funcionalidad, flexibilidad y economía que en ese momento se requería. Se comenzaron a considerar las ventajas de permitir la comunicación entre computadoras y entre grupos de terminales, y de ser posible compartir recursos en mayor o menor grado.

En realidad una red es a la vez hardware y software. El hardware está compuesto por los cables e interfaces que conecten entre si las computadoras personales y los periféricos. El software controla los archivos y el Sistema de Comunicaciones.

Según Sheldon (1994), menciona que :

La definición más clara de una red es la de un sistema de comunicaciones, ya que permite comunicarse con otros usuarios y compartir archivos y periféricos. Poniendo como ejemplo el teléfono, es en este sentido un sistema similar a la red, ya que sobre todo es un sistema de comunicaciones. Cuando se utiliza pocas veces se toma en cuenta cables y demás elementos físicos que está compuesto.

En su lugar se fija el resultado, que es una comunicación útil y productiva. De hecho, un sistema telefónico con equipos FAX para enviar documentos, y con módems para enviar archivos se puede comparar con una red.

## 2.2 REDES DE COMPUTADORES

Según Sheldon (1994) menciona:

Las redes de computación se crearon por la necesidad que había de comunicarse entre dos o más lugares por medio de las computadoras, al pasar el tiempo se van perfeccionando hasta el punto de que existen muchos tipos de redes tanto guiadas como no guiadas.

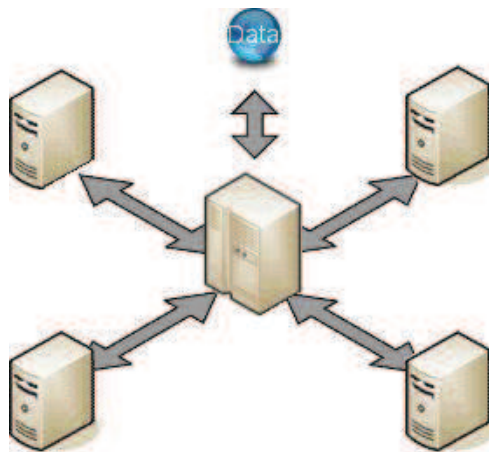
Una red de computador es una serie de PCs y otros dispositivos conectados por cables entre sí. Esta conexión permite comunicarse entre ellos y compartir información y recursos. Las redes varían en tamaño; pueden reducirse a una oficina o extenderse globalmente.

Una red debe ser:

- **Confiable:** Estar disponible cuando se le requiera, poseer velocidad de respuesta adecuada.
- **Confidencial:** Proteger los datos sobre los usuarios de ladrones de información.
- **Integra:** En su manejo de información.

### 2.2.1 RED CLIENTE / SERVIDOR

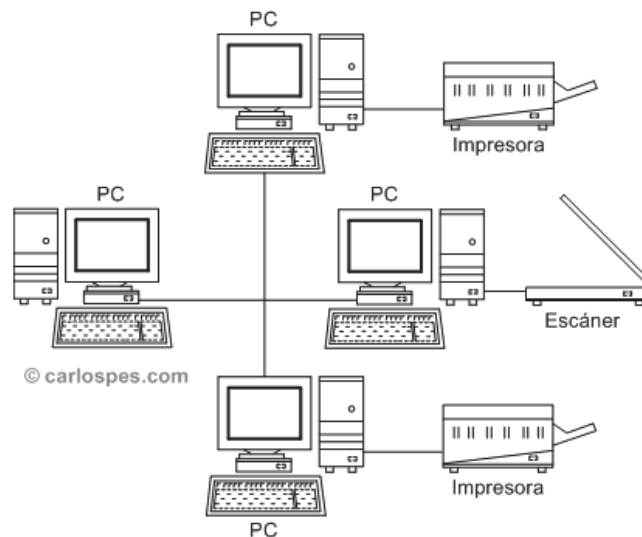
Según López (2013), indica que “una estructura de red de área local (LAN), en la que los recursos de red están centralizados y controlados desde uno o más servidores. Las estaciones de trabajo individuales o clientes (como son los PCs) deben solicitar los servicios a través del/los servidor/es. “



**Figura 4 - Red Cliente/Servidor.**  
(Lopez, 2013)

## 2.2.2 RED DE IGUAL A IGUAL

Según Pes (2006), señala que “una red de igual a igual o red punto a punto es aquella en la que las estaciones de trabajo (como los PCs) pueden compartir información y los recursos de todos ellos, sin tener que depender de un servidor central”.



**Figura 5 - Diagrama de red Igual a Igual.**  
(Pes, 2006)

### 2.2.3 RED INALAMBRICA

Red de área local inalámbrica (Wireless Local Área Network) es un entorno de red en el cual usuarios, dispositivos periféricos, Internet o dispositivos de encaminamiento están conectados por medio de una conexión inalámbrica.

### 2.3 TOPOLOGIAS DE RED

La topología define la estructura de una red. La definición de topología puede dividirse en dos partes.

La topología física que es la disposición real de los cables (Los medios) y la topología lógica, que define la forma en que los host (equipos) acceden a los medios. Las topologías físicas más utilizadas son (Figura 6):

## Topologías físicas

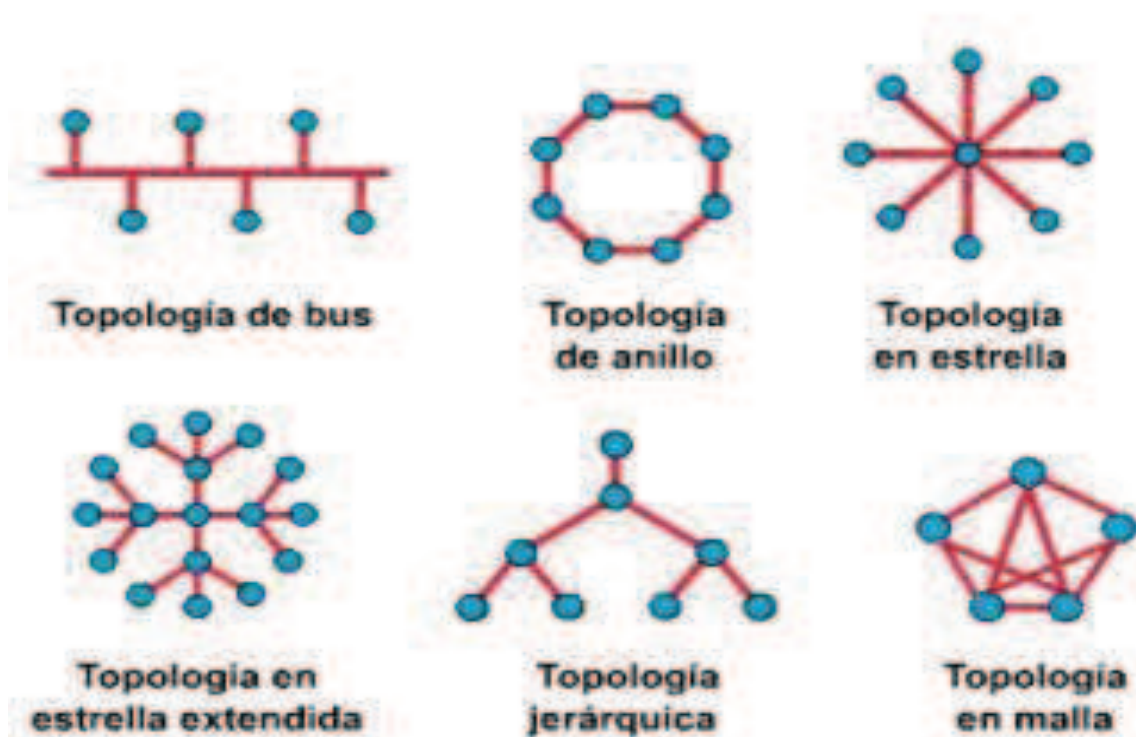
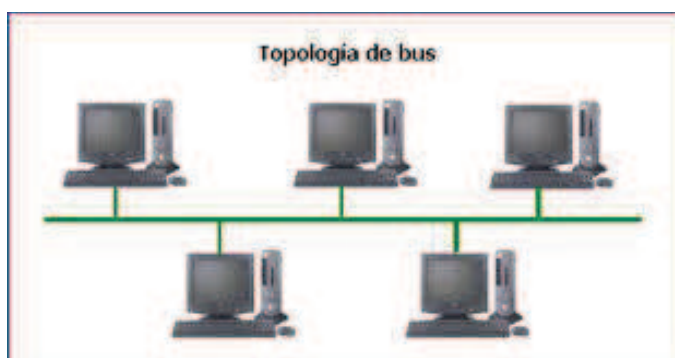


Figura 6 - Diagrama de topologías de red (Evein, 2009)

### 2.3.1 TOPOLOGIA DE TIPO BUS.

Moreno (2010), dice que a menudo recibe el nombre de «bus lineal», porque los equipos se conectan en línea recta. Éste es el método más simple y común utilizado en las redes de equipos. Consta de un único cable llamado segmento central (trunk; también llamado backbone) que conecta todos los equipos de la red en una única línea. Como es bastante simple la configuración, se puede implementar de manera barata. El problema inherente de este esquema es que si el cable se daña en cualquier punto, ninguna estación podrá transmitir.

Aunque Ethernet puede tener varias configuraciones de cables.



**Figura 7** - Diagrama de topología de bus  
(Moreno, 2010)

### 2.3.2 TOPOLOGIA DE TIPO ESTRELLA

Según el artículo de Benitez (2000) ,dice que es una red en la cual las estaciones no están directamente enlazadas entre si ya que se encuentran conectadas directamente a un punto central denominado concentrado y todas las comunicaciones se realizan necesariamente a través de este. (Ver Figura 8)

Esta topología es utilizada en redes locales, debido a que poseen un enrutador (router), un conmutador (switch) o un concentrador (hub), por el que pasan todos los paquetes.

A diferencia de la topología en malla, la topología en estrella no permite el tráfico directo de dispositivos. El controlador actúa como un intercambiador: si un dispositivo quiere enviar datos a otro, envía los datos al controlador, que los retransmite al dispositivo final.

La red en estrella ofrece la ventaja de centralizar los recursos y la gestión. Sin embargo, como cada equipo está conectado a un punto central, esta topología requiere una gran cantidad de cables en una gran instalación de red. Además, si el punto central falla, cae toda la red.



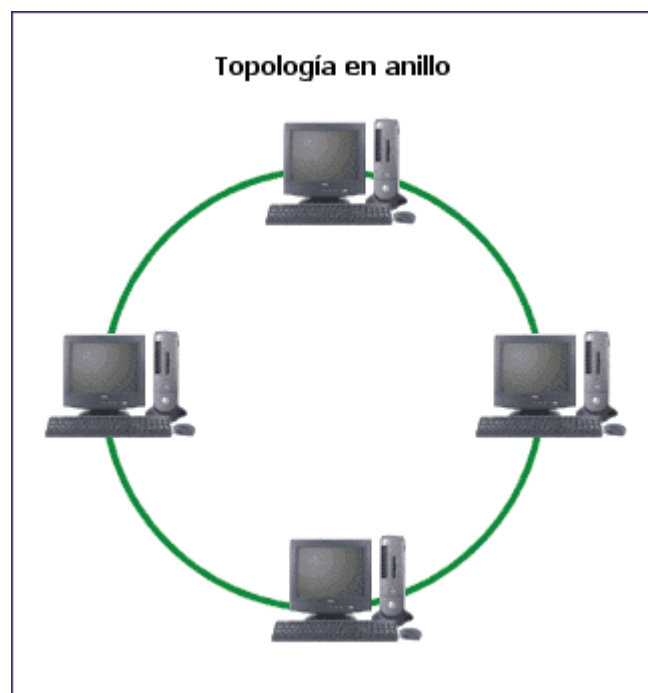
**Figura 8** - Diagrama de topología en estrella  
(Benitez,2000)

### 2.3.3 TOPOLOGIA TIPO ANILLO.

El anillo, como su propio nombre indica, consiste en conectar linealmente entre sí todos los ordenadores, en un bucle cerrado. La información se transfiere en un solo sentido a través del anillo, mediante un paquete especial de datos, llamado testigo, que se transmite de un nodo a otro, hasta alcanzar el nodo destino.

El cableado de la red en anillo es el más complejo de los tres enumerados, debido por una parte al mayor coste del cable, así como a la necesidad de emplear unos dispositivos denominados Unidades de Acceso Multiestación (MAU) para implementar físicamente el anillo.

A la hora de tratar con fallos y averías, la red en anillo presenta la ventaja de poder derivar partes de la red mediante los MAU's, aislando dichas partes defectuosas del resto de la red mientras se determina el problema. Un fallo, pues, en una parte del cableado de una red en anillo, no debe detener toda la red. La adición de nuevas estaciones no supone una complicación excesiva, puesto que una vez más los MAU's aíslan las partes a añadir hasta que se hallan listas, no siendo necesario detener toda la red para añadir nuevas estaciones. Dos buenos ejemplos de red en anillo serían Token-Ring y FDDI (fibra óptica).



**Figura 9** - Diagrama de topología en anillo  
(Benitez,2000)



### 2.3.4 TOPOLOGIA TIPO ESTRELLA EXTENDIDA

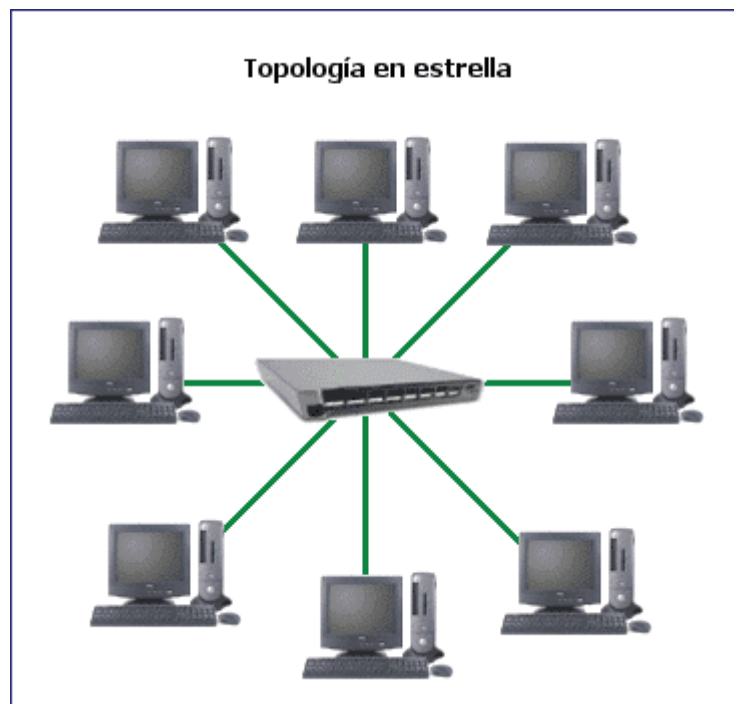
Esta red incluye redes tipo estrella entre sí por medio de un dispositivo integrado que generalmente es un conmutador o switch.

#### **Ventajas:**

- Ausencia de colisiones en la transmisión
- Dialogo directo de cada estación con el servidor.
- La caída de una estación no anula la red.

#### **Desventajas:**

- Baja transmisión de datos.
- La falla del nodo central provoca la desconexión de toda la red.



**Figura 10** - Topología en estrella  
(Benitez,2000)

### 2.3.5 TOPOLOGIA TIPO GERARQUICA

Es una de las más utilizadas en redes WAN, consiste en la distribución jerárquica de las unidades en un bus donde la información tiene que llegar siempre a la cabecera de jerarquía.

En artículo de Benitez (2000), menciona que “esta topología permite que la red se expanda y al mismo tiempo asegura que nada más existe una ruta de datos entre dos terminales cualesquiera.”

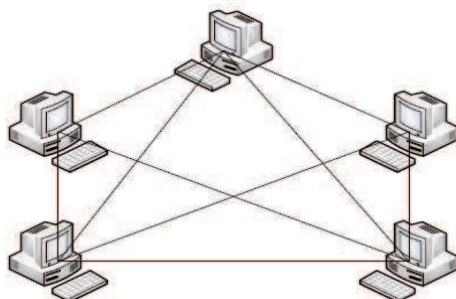


**Figura 11** - Diagrama de topología en árbol (Benitez,2000)

### 2.3.6 TOPOLOGIA EN MALLA

Es una topología de red en la que cada nodo está conectado a todos los nodos. (Ver Figura 12). De esta manera es posible llevar los mensajes de un nodo a otro por diferentes caminos. Si la red de malla está completamente conectada, no puede existir absolutamente ninguna interrupción en las comunicaciones. Para acomodar tantos enlaces, cada dispositivo de la red debe tener sus puertos de entrada/salida (E/S).

En muchas ocasiones, se utiliza junto con otras topologías para formar una topología híbrida.



**Figura 12** - Diagrama de topología en malla  
(Benitez,2000)

## 2.4 MODELO OSI

Según el artículo de Universidad de Buenos Aires (2000), dice:

El modelo de referencia OSI es el modelo principal para las comunicaciones por red.

Donde (Gonzales & Cebrian, 1999) dicen “que garantiza la comunicación entre equipos pero pone las bases para una mejor estructuración de los protocolos de comunicación. Tampoco existe ningún sistema de comunicaciones que los siga estrictamente, siendo la familia de protocolos TCP/IP la que más se acerca”.

En el modelo de referencia OSI, hay siete capas numeradas, cada una de las cuales ilustra una función de red específica.

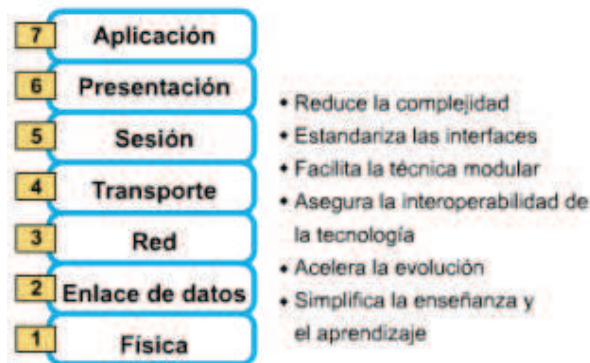


Figura 13 - Capas del modelo OSI  
(Universidad de buenos Aires,2000)

### 2.4.1 CARACTERISTICAS

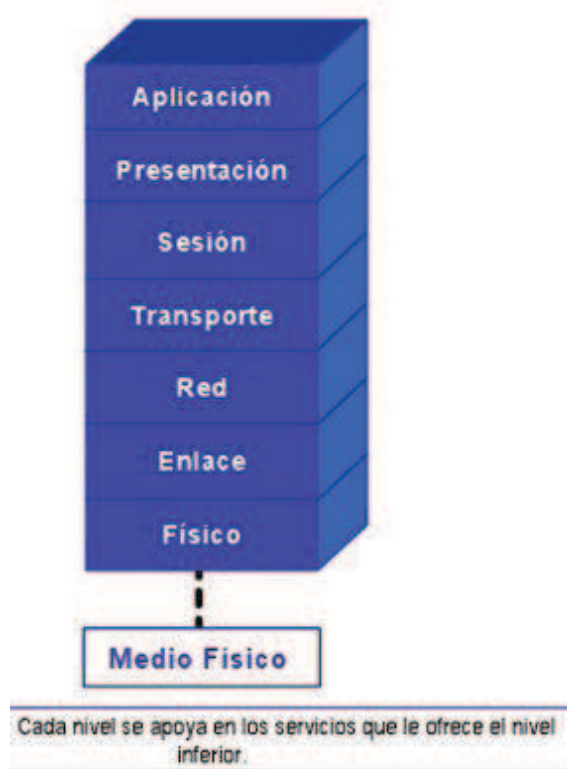
En el modelo de referencia OSI se distingue siempre tres características fundamentales para el estudio y propósito:

Donde Meneses (2010), dice que :

- **Arquitectura**, es donde se define los aspectos básicos de los sistemas abiertos.
- **Servicios**, proporcionados por un nivel a nivel inmediatamente superior
- **Protocolos**, es decir, la información de control transmitida entre los sistemas y los procedimientos necesarios para su interpretación.

### 2.4.2 CAPAS O NIVELES

A este nivel se describe brevemente la función que cumple cada una de las capas del modelo OSI para un mejor entendimiento de su funcionalidad en la vida diaria de las comunicaciones:



**Figura 14** - Niveles del modelo OSI  
(Meneses , 2010)

#### **2.4.2.1 Capa Física**

Transmite los bits entre dos entidades directamente conectadas a través de un medio, define las características funcionales de la interfaz, entre otros aspectos.

#### **2.4.2.2 Capa de enlace**

Ofrece un servicio de notificación, formación y entrega de datos. Maneja control de flujo y da un servicio de comunicación fiable a partir de los servicios que recibe de la capa física.

#### **2.4.2.3 Capa de Red**

Se ocupa de decidir por qué ruta va a ser enviada la información, se encarga también del control de tráfico para evitar atascos.

#### **2.4.2.4 Capa de Transporte.**

Controla el flujo de transacciones y el direccionamiento de procesos de máquina a procesos de usuario, ayuda a prevenir pérdidas de transmisiones y asegura la comunicación extremo a extremo. Proporciona servicios de detección y corrección de errores

#### **2.4.2.5 Capa de Sesión.**

Administra el dialogo, regulando quien habla y por cuanto tiempo, establece, administra y finaliza las sesiones entre máquinas en red que se están comunicando.

#### **2.4.2.6 Capa de Presentación.**

Se ocupa de realizar las conversiones necesarias para asegurar que los bits a transmitir se presenten al usuario de la forma esperada. Permite a la capa de aplicación interpretar el significado de la información que se intercambia.

#### **2.4.2.7 Capa de Aplicación**

Comprende los servicios que el usuario final está acostumbrado a utilizar en una red, como correo electrónico, mensajería instantánea, etc.

### **2.5 MODELO TCP-IP**

La arquitectura de red TCPP/IP es un conjunto de protocolos que permiten la comunicación a través de varias redes diferentes. Esta arquitectura evoluciono a partir de investigaciones que tenían el propósito original de transferir paquetes a

través de tres redes de paquetes diferentes: la red de conmutación de paquetes ARPANET, una red de paquetes vía radio y una red de paquetes vía satélite.

La orientación militar de la investigación origino desarrollos robustos respecto a fallos en la red y flexibles para operar en redes diversas. Este entorno elevo a un conjunto de protocolos que son altamente eficaces para posibilitar la comunicación entre los múltiples y diversos tipos de computadoras y redes. Además, Internet ha llegado a ser el tejido primario para interconectar las computadoras en el ámbito mundial.

### 2.5.1 PROTOCOLO DE RED TCP –IP

Según (Bermudez & Luz, 2003), dicen que todos estos servicios conforman TCP/IP, creando un protocolo potente y eficaz de red. Los diferentes protocolos dentro de TCP/IP se mantienen de forma regular por un conjunto de estándares que son parte de la organización de Internet.

El movimiento de datos entre las maquinas son controlados por los protocolos de transporte los cuales se da una breve explicación: “

- **TCP (Transmission Control Protocol).** Protocolo de Control de Transmisión. Un servicio basado en una conexión, lo que significa que las máquinas que envían y reciben datos, están conectadas y se comunican entre ellas en todo momento.
- **UDP (User Datagram Protocol).** Protocolo de Datagramas a nivel de Usuario. Un servicio sin conexión, lo que significa que los datos se envían o reciben estén en contacto entre ellas.

Los protocolos de rutas gestionan el direccionamiento de los datos y determinan el mejor medio de llegar al destino. También pueden gestionar

la forma en que se dividen los mensajes extensos y se vuelven a unir en el destino.

- **IP (Internet Protocol)**. Protocolo de Internet. Gestiona la transmisión actual de datos.
- **ICMP (Internet Control Message Protocol)**. Protocolo de Control de Mensajes de Internet. Gestiona los mensajes de estado para IP, como errores o cambios en el hardware de red que afecten a las rutas.
- **RIP (Routing Information Protocol)**. Protocolo de Información de Rutas. Uno de los varios protocolos que determinan el mejor método de ruta para entregar un mensaje.
- **OSPF (Open Shortest Path First)**. Abre Primero el Path Mas Corto. Un protocolo alternativo para determinar la ruta.

Las direcciones de red las gestionan servicios y es el medio por el que se identifican las maquinas, tanto por su nombre y número único.

- **ARP (Address Resolution Protocol)**. Protocolo de Resolución de Direcciones. Determina las direcciones numéricas únicas de las máquinas en la red.
- **DNS (Domain Name System)**. Sistema de Nombres de Dominio. Determina las direcciones numéricas desde los nombres de máquinas.
- **RARP (Reverse Address Resolution Protocol)**. Protocolo de Resolución Inversa de Direcciones. Determina las direcciones de las máquinas en la red, pero en sentido inverso al de ARP. Los servicios de usuario son las



aplicaciones que un usuario (o maquina) pueden utilizar.

- **BOOTP (Boot Protocol)**. Protocolo de Arranque, como su propio nombre lo indica, inicializa una máquina de red al leer la información de arranque de un servidor.
- **FTP (File Transfer Protocol)**, el Protocolo de Transferencia de Ficheros transfiere ficheros de una máquina a otra.
- **TELNET** permite accesos remotos, lo que significa que un usuario en una máquina puede conectarse a otra y comportarse como si estuviera sentado delante del teclado de la máquina remota.

Los protocolos de pasarela ayudan a que la red comunique información de ruta y estado además de gestionar datos para redes locales.

- **EGP (Exterior Gateway Protocol)**. Protocolo de Pasarela Externo, transfiere información de ruta para redes externas.
- **GGP (Gateway-to-Gateway Protocol)**. Protocolo de Pasarela a pasarela, transfiere información de ruta entre pasarelas.
- **IGP (Interior Gateway Protocol)**. Protocolo de Pasarela Interno, transfiere información de ruta para redes internas.
- **NFS (Network File System)**. Sistema de Ficheros de Red, permite que los directorios en una máquina se monten en otra y que un usuario puede acceder a ellos como si estos se encontraran en la máquina local.
- **NIS (Network Information Service)**. Servicio de Información de Red, mantiene las cuentas de usuario en todas las redes, simplificando el

mantenimiento de login y password.

- **RPC (Remote Procedure Call).** Llamada de Procedimiento Remota, permite que aplicaciones remotas se comuniquen entre ellas de una manera sencilla y eficaz.
- **SMTP (Simple Mail Transfer Protocol).** Protocolo Simple de Transferencia de Correo, es un protocolo dedicado que transfiere correo electrónico entre máquinas.
- **SNMP (Simple Network Management Protocol).** Protocol Simple de Gestión de Redes, es un servicio del administrador que envía mensajes de estado sobre la red y los dispositivos unidos a ésta. “

### 2.5.2 PROTOCOLO IPV4

En el protocolo IPV4, la dirección IP es representada mediante un número binario de 32 bits.

Las direcciones IP se pueden expresar como números de notación decimal:

Para representar todas las direcciones IPV4 se dividen los 32 bits de la dirección en cuatro octetos separados por puntos (XXX. XXX. XXX. XXX).

El valor decimal de cada octeto puede ser entre 0 y 255.

La numeración en IP sigue una filosofía jerárquica. Cada dirección está formada por dos partes. Una corresponde a la red donde está la estación y la otra, al host, es decir a la propia estación.



**Figura 15** - Diagrama de representación IPv4 (Rodríguez, 2007)

### 2.5.2.1 Clases de direcciones IP

Según el artículo de Rodríguez (2007), menciona que hay tres clases de direcciones IP que una organización puede recibir por parte de la Internet Corporation for Assigned Names and Numbers (ICANN): clase A, clase B y clase C.

#### 2.5.2.1.1 Direcciones de clase A

Se diseñó para admitir redes de tamaño extremadamente grande, de más de 16 millones de direcciones de host disponibles. Se reserva este tipo de direcciones para los gobiernos de todo el mundo (aunque en el pasado fueron otorgados a empresas de gran envergadura, por ejemplo, Hewlett Packard).

En una red de clase A, se asigna el primer octeto para identificar la red, reservando los tres últimos octetos (24 bits) para que sean asignados a los hosts.

Por lo tanto, la red puede contener una cantidad de equipos igual a:

$$(2 \wedge 24) - 2 = 16.777.214 \text{ equipos.}$$

### 2.5.2.1.2 Direcciones de clase B

La clase B se utiliza para las redes de tamaño mediano. Un buen ejemplo es un campus grande de la universidad. Se asignan los dos primeros octetos para identificar la red, reservando los dos octetos finales (16 bits) para que sean asignados a los hosts, de modo que la cantidad máxima de hosts es:

$$(2 \wedge 16) - 2, \text{ o } 65\,534 \text{ hosts}$$

### 2.5.2.1.3 Direcciones de clase C

Las direcciones de la clase C se utilizan comúnmente para los negocios de pequeño a mediano tamaño. Se asignan los tres primeros octetos para identificar la red, reservando el octeto final (8 bits) para que sea asignado a los hosts, de modo que la cantidad máxima de hosts es:

$$2^8 - 2, \text{ ó } 254 \text{ hosts.}$$

CLASE	DIRECCIONES DISPONIBLES		CANTIDAD DE REDES	CANTIDAD DE HOSTS	APLICACIÓN
	DESDE	HASTA			
<b>A</b>	<b>0.0.0.0</b>	<b>127.255.255.255</b>	<b>128*</b>	<b>16.777.214</b>	<b>Redes grandes</b>
<b>B</b>	<b>128.0.0.0</b>	<b>191.255.255.255</b>	<b>16.384</b>	<b>65.534</b>	<b>Redes medianas</b>
<b>C</b>	<b>192.0.0.0</b>	<b>223.255.255.255</b>	<b>2.097.152</b>	<b>254</b>	<b>Redes pequeñas</b>
<b>D</b>	<b>224.0.0.0</b>	<b>239.255.255.255</b>	<b>no aplica</b>	<b>no aplica</b>	<b>Multicast</b>
<b>E</b>	<b>240.0.0.0</b>	<b>255.255.255.255</b>	<b>no aplica</b>	<b>no aplica</b>	<b>Investigación</b>

\* El intervalo 127.0.0.0 a 127.255.255.255 está reservado como dirección loopback y no se utiliza.

**Tabla:** Clasificación de direcciones posibles

Existe dos tipos de direcciones especiales, las direcciones de Clase D y E.

Las direcciones de clase D están en el rango de 224.0.0.0 – 239.255.255.255, han sido destinadas al tráfico multicast IP.

Y las direcciones de la clase E, están en el rango de 240.0.0.0 – 255.255.255.255. Por el momento, no tienen ningún uso concreto, están reservadas para usos futuros.

### 2.5.3 PROTOCOLO IPV6

Según el artículo de la U.T. Ambato (2006), en el que menciona que el protocolo IPv6 tuvo sus inicios en el año 1990, al iniciar las alertas de agotamiento de direcciones IP válidas. Se creó un grupo de trabajo al interior de la IETF, el mismo que propusieron sus recomendaciones para poder establecer el protocolo que reemplazaría a IPv4. En el mismo año se publicó oficialmente la primera versión del protocolo IPv6.

En líneas generales, el protocolo IPv6 es considerado una evolución más que una revolución respecto al protocolo IPv4. Se han mantenido los conceptos principales del protocolo, removiendo aquellas características de IPv4 que son poco utilizadas en la práctica. Se han añadido nuevas características que buscan solucionar los problemas existentes en el protocolo IPv4.

#### 2.5.3.1 Características del protocolo IPV6

Las principales características de este protocolo son:

- **Mayor número de direcciones:** El tamaño de una dirección aumenta desde 32 a 128[bit] lo que se traduce en alrededor de  $3,4 \cdot 10^{38}$  direcciones disponibles.

Esto permite asegurar que cada dispositivo conectado a una red pueda contar con una dirección IP pública.

- **Direccionamiento jerárquico:** Las direcciones IPv6 globales están diseñadas para crear una infraestructura eficiente, jerárquica y resumida de enrutamiento basada en la existencia de diversos niveles de ISP. Esto permite contar con tablas de enrutamiento más pequeñas y manejables.
- **Nuevo formato de cabecera:** Aun cuando el tamaño de la cabecera en IPv6 es mayor que en IPv4, el formato de ella se ha simplificado. Se han eliminado campos que en la práctica eran poco usados, de forma de hacer más eficiente el manejo de los paquetes. Con la incorporación de cabeceras adicionales, IPv6 permite futuras expansiones.
- **Autoconfiguración:** IPv6 incorpora un mecanismo de auto configuración de direcciones, “stateless address configuration”, mediante el cual los nodos son capaces de auto asignarse una dirección IPv6 sin intervención del usuario.
- **Nuevo protocolo para interactuar con vecinos:** El protocolo de descubrimiento de vecinos, reemplaza a los protocolos ARP y “Router Discovery” de IPV4.

Una de sus mayores ventajas es que elimina la necesidad de los mensajes del tipo “broadcast”

Offset del Octeto	Bit Offset	0				1				2				3																	
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29
0	0	Versión				Clase de Tráfico				Etiqueta de Flujo																					
4	32	Largo de la Carga UFI								Cabecera Siguinte				Limite de Saltos																	
8	64	Dirección de Origen												Dirección de Destino																	
C	96																														
10	128																														
14	160																														
18	192	Dirección de Destino												Dirección de Destino																	
1C	224																														
20	256																														
24	288																														

Figura 16 - “Estructura de un paquete IPv6.”  
(Pes, 2006)

### 2.5.3.2 Estructura de la cabecera IPV6

En el artículo de U.T. Ambato (2006), menciona que el paquete IPv6 tiene una cabecera de tamaño fijo igual a 40 [byte], el doble de la cabecera IPv4. Este se debe a que tamaño de los campos:

- “Source Address”
- “Destination Address”

Aumentaron su tamaño de 32 a 128 [bit] cada uno. La cabecera posee los siguientes 8 campos:

- **Versión (“Version”)**: Indica la versión del protocolo IP, en este caso su valor es igual a 6.
- **Clase de tráfico (“Traffic Class”)**: Incluye información que permite a los “routers” clasificar el tipo de tráfico al que el paquete pertenece, aplicando distintas políticas de enrutamiento según sea el caso. Realiza la misma función que el campo “Type of Service” de IPv4.

- **Etiqueta de flujo (“Flow Label”)**: Identifica a un flujo determinado de paquetes, permitiendo a los “routers” identificar rápidamente paquetes que deben ser tratados de la misma manera.
- **Tamaño de la carga útil (“Payload Length”)**: Indica el tamaño de la carga útil del paquete. Las cabeceras adicionales son consideradas parte de la carga para este cálculo.
- **Próximo encabezado (“Next Header”)**: Indica cual es la siguiente cabecera adicional presente en el paquete. Si no se utilizan, apunta hacia la cabecera del protocolo capa 4 utilizado.
- **Límite de saltos (“Hop Limit”)**: Indica el máximo número de saltos que puede realizar el paquete. Este valor es disminuido en uno por cada “router” que reenvía el paquete. Si el valor llega a cero, el paquete es descartado.
- **Dirección de origen (“Source Destination Address”)**: Indica la dirección IPv6 del nodo que generó el paquete.
- **Dirección de destino (“Source Destination Address”)**: Indica la dirección de destino final del paquete.

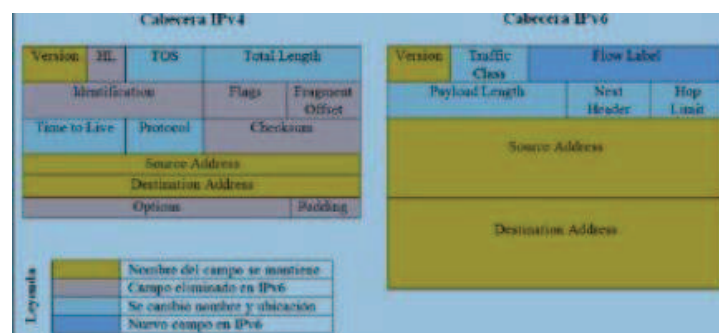


Figura 17 - “Cambios de paquetes IPv4”  
(Diaz, 2012)



Según Díaz (2012), dice que el protocolo IPV6 reemplaza el campo “Options” de IPv4 por las denominadas cabeceras adicionales. Estas cabeceras permiten expandir el funcionamiento de IPV6, sin verse restringidas a un campo de tamaño fijo como el presente en IPv4. Las cabeceras adicionales se ubican inmediatamente después de la cabecera IPV6 y antes de la cabecera del protocolo superior (UDP o TCP).

### 2.5.3.3 Cabecera de la extensión IPV6

En la cabecera de IPV6 se define actualmente seis tipos de extensión, (ver Figura 18):

Típos	Cabeceras de Extensión	Descripción
1	Opciones Salto a Salto ( <i>Hop-by-Hop Header</i> )	Información para los enrutadores visitados a lo largo de la ruta.
2	Enrutamiento ( <i>Routing Header</i> )	Lista de enrutadores de la ruta total o parcial a seguir.
3	Fragmentación ( <i>Fragment Header</i> )	Reensamblado de un mensaje fragmentado.
4	Autenticación ( <i>Authentication Header</i> )	Verificación de la identidad de la fuente.
5	Seguridad del Encapsulado de la Carga Útil ( <i>Encapsulating Security Payload Header</i> )	Información sobre el contenido encriptado y que permite al usuario descifrar los datos del mensaje.
6	Opciones de destino ( <i>End-to-End Header</i> )	Información opcional para utilización en el destino.

Figura 18 - Tipos de cabecera de extensión de IPV6.

Las cabeceras de Extensión o Cabeceras adicionales se pueden utilizar para proporcionar información adicional a la cabecera principal pero codificada de una manera más clara, las mismas que son insertadas después de la cabecera IPV6. Las cabeceras de extensión cuando se dirigen a lo largo de la ruta o al computador de destinos no son examinadas ni procesadas.

Con una excepción que se produce en la cabecera de Opciones de Salto a Salto, esta cabecera lleva información que tiene que ser examinada y procesada cuando se dirige para cada router a lo largo de la ruta de entrega de un paquete, incluyendo routers.

#### **2.5.3.4 Orden de las cabeceras de extensión IPV6**

Según (Hinojosa Lopez, 2009), dice que cuando existe más de una cabecera de extensión en un mismo paquete, las cabeceras deben aparecer en el siguiente orden:

1. Cabecera IPv6
2. Cabecera Opciones de Salto a Salto
3. Cabecera Opciones de Destino.
4. Cabecera Enrutamiento.
5. Cabecera Fragmentación.
6. Cabecera Autenticación.
7. Cabecera Seguridad del Encapsulado de la Carga Útil.
8. Cabecera Opciones de Destino.
9. Cabecera de Capa Superior.

## **2.6 TECNOLOGIA VO-IP**

### **2.6.1 QUE ES VozIP?**

VozIP es un estándar de la ITU (Internacional 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, es la implementación y utilización de VozIP. Es la posibilidad de transportar conversaciones telefónicas en paquetes IP, se refiere a “la telefonía en Internet” en el sentido más amplio de la expresión. El término VozIP no se refiere a

ninguno de los mecanismos concretos que existen para llevar las señales de voz de un sitio a otro en la red. Existen docena de tecnologías que permiten hablar por la red. Las alternativas tecnológicas de VozIP se pueden dividir de una manera sencilla en dos grandes grupos: tecnologías cerradas propietarias y sistemas abiertos. En el primer grupo de tecnologías se encuentra con el conocido Skype o el ya legendario Cisco Skinny (SCCP) En el segundo grupo de tecnologías, con los estándares abiertos basados en SIP, H.323 o IAX.

### **2.6.2 FUNCIONAMIENTO DE VozIP**

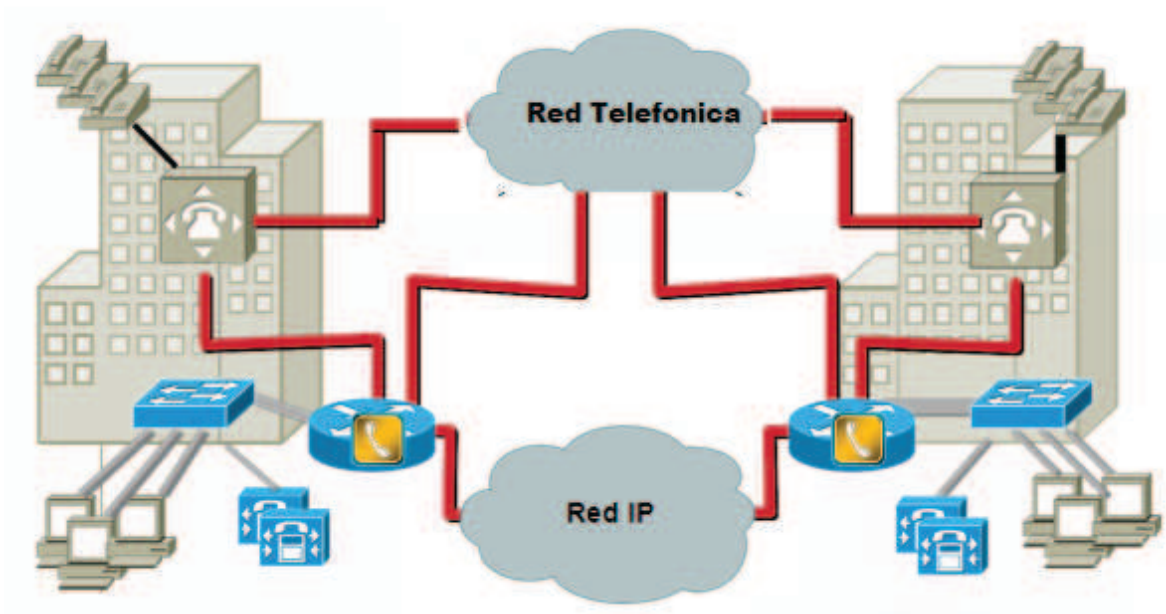
VozIP, es la forma de transporte de tráfico de voz en tiempo real a través de internet empleando el protocolo IP (Internet Protocol) que posee hardware y software permitiendo a todos realizar conversaciones de tipo telefónico mediante el uso de la red de datos.

La red de voz tradicional o PSTN , usa técnicas de conmutación de circuitos; lo que indica que usa un enlace dedicado mientras dura la llamada; aunque esta provee una conexión confiable para la transmisión de voz , hace un uso ineficiente del ancho de banda; por otro lado, la red Voz sobre IP generalmente usa conmutación de paquetes consiguiendo un uso eficiente , pero puede crear problemas para el tráfico de voz , el cual es sensible al retardo, debido a que cada paquete es enrutado individualmente a través de la red; esta conmutación de paquetes hace a la red menos eficiente en el tráfico de voz e incluye pérdida de paquetes, retardo, Jitter (variación en la velocidad de transmisión de paquetes de datos) y la entrega de paquetes no confiable y fuera de orden debido a la naturaleza no orientada a conexión de la red de paquetes.

Existen varias definiciones para el funcionamiento de VozIP, todas concluyen en un punto importante: Envío de voz comprimida y digitalización en paquetes de datos sobre Protocolo de Internet (IP); todo algoritmo de compresión de voz

permiten enviar la información, minimizando el ancho de banda, siendo posible utilizar el protocolo de nivel 3 del modelo de referencia OSI.

Así, el funcionamiento de VOZ sobre IP (VozIP) se puede definir como una aplicación de telefonía, siendo su ventaja real la transmisión de voz como datos.



**Figura 19** - Telefonía sobre la red IP  
(Cueva, 2012)

El protocolo de internet en un principio se utilizó para el envío de datos; actualmente, debido al creciente avance tecnológico, es posible enviar voz digitalizada y comprimida en paquetes de datos, los cuales pueden ser enviados a través de TM, Frame Relay, Satellite, entre otros. Una vez que estos paquetes llegan a su destino son nuevamente reconvertidos en voz.

### 2.6.3 ESTANDARES

Mucho tiempo atrás, en todas las empresas los encargados de comunicaciones buscan la posibilidad de utilizar su infraestructura de datos para el transporte del

tráfico de voz interno de la empresa. No obstante, es la aparición de nuevos estándares, así como la mejora y abaratamiento de las tecnologías de compresión de voz, lo que está provocando finalmente su implementación.

Lo que a todos les quedo en claro desde el principio fue que si cada fabricante diseñaba su propia pila de protocolos, tal vez el sistema nunca hubiera funcionado. Para evitar este problema, un grupo de personas se reunieron bajo la protección de la ITU para trabajar en estándares.

### **2.6.3.1 H323**

Bermudez, & Luz. (2003), mencionan que en 1996, la ITU emitió la recomendación H.232 titulada “Sistemas telefónicos visuales y equipos para redes de área local que proporcionan una calidad de servicio no garantizada”. La recomendación fue revisada en 1998, y H.323 al ser revisada fue la base de los primeros sistemas de telefonía de Internet ampliamente difundidos.

H.323 comprende, a su vez una serie de estándares y se apoya en una serie de protocolos que cubren los distintos aspectos de la comunicación:

- Direccionamiento.
- Señalización.
- Comprensión de Voz
- Transmisión de voz
- Control de la transmisión

#### **2.6.3.1.1 Protocolos de comunicación**

Estos protocolos son los que se encargan de que todo dato haya llegado intacto desde su origen hasta su destino, cumpliendo con los requerimientos de calidad de servicio y ancho de banda adecuados, los protocolos de transporte más

empleados para la integración de voz y datos: RTP y su protocolo de control RTCP, RTSP para sistemas de video bajo demanda, y RSVP.

#### 2.6.3.1.1.1 RAS

RAS (Registration, admission and Status). El registro, admisión y estado es el protocolo que se establece entre extremos finales y gatekeepers previo al establecimiento de cualquier otro tipo de canal. Los mensajes RAS viajan a través de un canal no fiable (UDP); es decir, es un protocolo de comunicación que permite a una estación H.323 localizar otra estación H.323 a través del gatekeeper.

- Señalización

#### 2.6.3.1.1.2 H.225

H.225. El canal de señalización se emplea para transportar mensajes de control de llamadas, señalización, registro y admisión. Existen dos tipos de señalización:

- **Señalización directa:** los mensajes de señalización se intercambian directamente entre los puntos finales, utilizando las direcciones de transporte de señalización de llamada SCTA (Call Signaling Transport Address).
- **Señalización indirecta:** inicialmente, se envía un mensaje al gatekeeper utilizando la dirección de transporte del canal RAS. De este modo los mensajes de señalización son encaminados por el gatekeeper. En este caso, hay dos opciones en cuanto al direccionamiento del canal de control de la señalización: directamente o bien a través del propio gatekeeper.

La señalización H.225 se emplea para establecer conexiones entre puntos finales H.232 sobre los que pueden transportarse datos en tiempo real. La señalización implica el intercambio de mensajes H.225 sobre un canal de señalización fiable.

#### 2.6.3.1.1.3 H.245

El protocolo H.245 se emplea en el intercambio de mensajes de control de extremo a extremo. Estos mensajes de control se utilizan para gestionar el funcionamiento del punto final H.323 y llevan información relacionada con las capacidades de intercambio, la apertura y el cierre de canales para el transporte de flujo de datos, mensajes de control de flujo, e indicaciones y comandos de índice general.

El control de señalización H.245 consiste en el intercambio extremo a extremo de mensajes H.245 entre los puntos finales H.323 que intervienen en la comunicación. Los mensajes de control H.245 son transportados sobre canales de control H.245. El canal de control H.245 es un canal lógico abierto permanentemente, a diferencia del resto de canales.

Los mensajes H.245 pueden ser de dos tipos, que son:

1. Mensajes de intercambio de características de los terminales: en un proceso que emplean los terminales para intercambiar sus capacidades de transmisión y recepción con el extremo final.
2. Mensajes de señalización de canales lógicos: el canal lógico lleva información unidireccional desde un punto final a otro punto final o desde el punto final a múltiples puntos finales.

#### **2.6.3.1.1.4 UDP**

La transmisión se realiza sobre paquetes UDP, pues aunque UDP no ofrece integridad de los datos, el aprovechamiento del ancho de banda es mayor que con TCP.

Se caracteriza por proporcionar un servicio sin conexión. Básicamente, se trata de un interfaz entre IP y los procesos de nivel superior, pues únicamente entrega paquetes a la red y acepta paquetes procedentes de la misma.

UDP no lleva a cabo ningún control de errores ni control de flujo, por lo que el servicio que proporciona no es fiable. Sin embargo, tiene la ventaja de ser un protocolo simple.

#### **2.6.3.1.1.5 RTP**

VanHaute & Barascud (2013), dicen que RTP (Real Time Protocol) maneja los aspectos relativos a la temporización, marcando los paquetes UDP con la información necesaria para la correcta entrega de los mismos en recepción. RTP proporciona servicio de audio y video en tiempo real, extremo a extremo, sobre una red de paquetes.

El proceso de transporte implica dividir en paquetes el flujo de bits que proporciona el codificador de señal, enviar dichos paquetes por la red y reensamblar el flujo de bits original en el destino. Este proceso, lejos de ser sencillo, resulta bastante complejo debido a que existen pérdidas de paquetes, retrasos diferentes en su viaje por la red, e incluso una alteración en el orden en que llegan al receptor. Por tanto, el protocolo de transporte debe permitir al otro extremo detectar todas estas pérdidas. Además, debe proveer de información temporal para que el receptor pueda compensar el Jitter (variación de retardo). Para cumplir todos estos requerimientos, el RTP define:



- Formato de los paquetes, que se divide en dos partes: la cabecera y la carga útil. La primera proporciona al receptor la información necesaria para reconstruir el flujo de bits, mientras que la segunda constituye el propio flujo de bits.
- Mecanismo empleado para fragmentar el flujo de información en paquetes.

El protocolo RTP fue diseñado para soportar multicast, esto es, aplicaciones de conferencia y entornos broadcast en los que se utiliza la difusión para distribuir información. Es importante señalar que RTP no realiza ninguna reserva de recursos a fin de evitar la pérdida de paquetes y el Jitter, sino que permite al receptor recobrar la información en presencia de estos.

#### 2.6.3.1.1.6 RTCP

VanHaute & Barascud (2013), menciona que RTCP (Real Time Control Protocol). Se utiliza principalmente para detectar situaciones de congestión en la red y tomar, en su caso, acciones correctoras; es la parte de RTP que proporciona servicios de control, además de otra serie de funciones adicionales relacionadas, tales como las siguientes:

##### **Realimentación sobre la QoS:**

Los receptores de una sesión emplean RTCP para informar al emisor sobre la calidad de su recepción. Esta información incluye el número de paquetes perdidos, Jitter y el RTT (Round Trip Time), y puede ser empleada por la fuente en aplicaciones adaptativas que ajustan la codificación, y otros parámetros en función de la información de realimentación.

##### **Sincronización intermedia:**

El audio y el video en muchas ocasiones se transportan en flujos diferentes los cuales en el receptor suelen sincronizarse.

Esta capacidad de sincronización es proporcionada por el RTCP incluso en el caso de que los flujos procedan de fuentes distintas.

**Identificación:**

Los paquetes RTCP contienen información de identificación de cada participante en la sesión, tal como la dirección de correo electrónico, el número de teléfono o el nombre completo de dicho participante. Esto permite a todos los participantes conocer la identidad del resto.

**Control de sesión:**

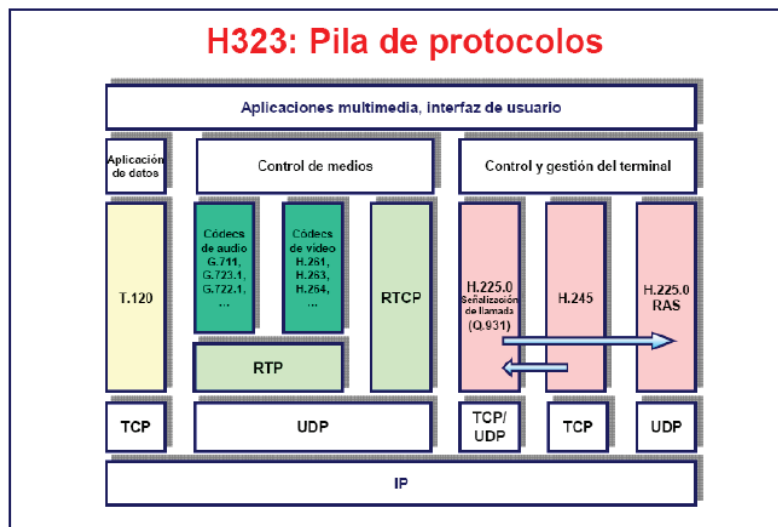
RTCP permite a un participante indicar que deja la sesión (envío del paquete BYE), así como el intercambio de mensajes cortos entre participantes.

Periódicamente, todos los participantes en una sesión transmiten un paquete con la información citada. Estos paquetes se envían a la misma dirección como un flujo RTP, pero a un puerto diferente.

Esta periodicidad en el envío tiene su justificación en que dichos paquetes proporcionan información sensible temporalmente, como la calidad de la recepción, que queda obsoleta tras cierto tiempo.

El periodo de envío de estos paquetes está determinado por un algoritmo que lo adapta al tamaño del grupo que participa en la sesión, ya que, de este modo se evitan problemas de congestión en el caso de una sesión con centenares o miles de participantes.

La ubicación de todos estos protocolos se los puede visualizar (Figura 20).



**Figura 20** - Pila de protocolos: H323  
(VanHaute & Barascud, 2013)

H.323 define cuatro componentes principales para un sistema de conferencia multimedia basado en LAN:

- Terminales
- Pasarelas (Gateway)
- Unidades de control multipunto (MCUs)
- Gatekeepers

Las terminales, las pasarelas y los MCUs son considerados extremos porque pueden generar y/o terminar sesiones H.323. El gatekeeper es considerado una entidad de red debido a que no puede ser llamado, pero se le puede solicitar que lleve a cabo funciones específicas, tales como traducción de direcciones o control de acceso.

### 2.6.3.2 SIP-Protocolo de Inicio de Sesión

Según el artículo de VozIP (2005), menciona que el protocolo H.323 fue diseñado por la ITU. Muchas personas de la comunidad de Internet lo vieron como un

producto grande, complejo e inflexible. En consecuencia, la IETF (Internet Engineering Task Force) estableció un comité para diseñar una forma más simple y modular para transmitir voz sobre IP; el resultado principal, hasta la fecha, es SIP (protocolo de Inicio de Sesión), que se describe en el RFC 3261.

Este protocolo describe como establecer llamadas telefónicas en Internet, videoconferencia y otras conexiones multimedia. A diferencia de H.323, que es un conjunto completo de protocolos, SIP está compuesto de un solo módulo, pero se ha diseñado para que interactúe bien con las aplicaciones de Internet existentes.

SIP puede establecer sesiones de dos partes (llamadas de teléfono ordinarias), de múltiples partes (en donde todos pueden oír y hablar) y de Multidifusión (un emisor, muchos receptores). SIP solo maneja establecimientos, manejo y terminación de sesiones. Para el transporte de datos, se utilizan otros protocolos como RTP/RTCP. SIP es un protocolo de capa de aplicación y puede ejecutarse sobre UDP o TCP.

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

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

Los servicios que soporta SIP son:

- Localización de usuarios: determinación del sistema final que participara en la comunicación.
- Establecimiento de llamada: timbre y acuerdo de los parámetros de la llamada entre el origen y el destino.
- Disponibilidad del usuario: determinación del deseo del llamado de participar en la comunicación.
- Características del usuario: determinación de los flujos y las características de los flujos que podrán ser empleados.
- Manejo de llamadas: transferencia y terminación de llamadas.

Para implementar estas funcionalidades, existen varios componentes distintos en SIP. Existen dos elementos fundamentales, los agentes de usuario (UA) y los servidores.

## **1. Agentes de usuario (UA)**

Un agente de usuario es un sistema final que modela el comportamiento de un usuario.

Está formado por dos partes, cliente y servidor, puesto que el usuario, probablemente, deseara ser capaz de realizar llamadas y de recibirlas.

Así, la parte cliente del agente de usuario (UAC, User Agent Client) se emplea para iniciar peticiones SIP, mientras que la parte del servidor del agente del usuario (UAS, User Agent Server) recibe peticiones y envía las respuestas.

## 2. Los servidores SIP pueden ser de tres tipos.

- **Proxy Server:** retransmiten solicitudes y deciden a que otro servidor deben remitir, alterando los campos de la solicitud en caso necesario. Es una entidad intermedia que actúa como cliente y servidor con el propósito de establecer llamadas entre los usuarios. Este servidor tiene una funcionalidad semejante a la de un Proxy HTTP que tiene una tarea de encaminar las peticiones que recibe de otras entidades más próximas al destinatario. Existen dos tipos de Proxy Servers:

- **Statefull Proxy:** mantiene el estado de las transacciones durante el procesamiento de las peticiones.
- **Stateless Proxy:** no mantiene el estado de las transacciones durante el procesamiento de las peticiones, únicamente reenvían mensajes.

- **Registrar Server:** es un servidor que acepta peticiones de registro de los usuarios y guarda la información de estas peticiones para suministrar un servicio de localización y traducción de direcciones en el dominio que controla.

- **Redirect Server:** es un servidor que genera respuestas de redirección a las peticiones que recibe. Este servidor reencamina las peticiones hacia el próximo servidor.

### 2.6.3.2.1.1 Mensajes SIP

SIP es un protocolo textual que usa una semántica semejante a la del protocolo HTTP. Los UAC realizan las peticiones y los UAS retornan respuestas a las peticiones de los clientes. SIP define la comunicación a través de dos tipos de mensajes. Las solicitudes (métodos) y las respuestas (códigos de estado) emplean el formato de mensaje genérico establecido en el RFC 2822, que consiste en una línea inicial seguida de un o más campos de cabecera(headers),

una línea vacía que indica el final de las cabeceras, y por último, el cuerpo del mensaje que es el opcional.

#### 2.6.3.2.1.2 Métodos SIP

Las peticiones SIP son caracterizadas por la línea inicial del mensaje, llamada Request-Line, que contiene el nombre del método, el identificador del destinatario de la petición (Request-URI) y la versión del protocolo SIP. Existen seis métodos básicos SIP (definidos en RFC 254) que describen las peticiones de los clientes:

- INVITE: Permite invitar un usuario o servicio para participar en una sesión o para modificar parámetros en una sesión ya existente.
- ACK: Confirma el establecimiento de una sesión.
- OPTION: Solicita información sobre las capacidades de un servidor.
- BYE: Indica la terminación de una sesión.
- CANCEL: Cancela una petición pendiente.
- REGISTER: Registrar al User Agent.

Sin embargo, existen otros métodos adicionales que pueden ser utilizados, publicados en otros RFCs como los métodos INFO, SUBSCRIBER, etc.

#### 2.6.3.2.1.3 Respuestas (Códigos de estado) SIP

Después de la recepción e interpretación del mensaje de solicitud SIP, el receptor del mismo responde con un mensaje. Este mensaje, es similar al anterior, difiriendo en la línea inicial, llamada Status-Line, que contiene la versión de SIP, el código de la respuesta (Status-Code) y una pequeña descripción (Reason-Phrase). El código de la respuesta está compuesto por tres dígitos que permiten clasificar los diferentes tipos existentes. El primer dígito define la clase de la respuesta.

- **Código Clases**

**1xx** - Mensajes provisionales.

**2xx** - Respuestas de éxito.

**3xx** - Respuestas de redirección.

**4xx** - Respuestas de fallo de método.

**5xx** - Respuestas de fallos de servidor.

**6xx** - Respuestas de fallos globales.

- **A Continuación, se incluye un ejemplo de un código de respuesta.**

*Internet Protocol, Src Addr: 192.168.0.101 (192.168.0.101), Dst Addr:  
192.168.0.100 (192.168.0.100)*

*User Datagram Protocol, Src Port: 5060 (5060), Dst Port: 5060 (5060)*

*Session Initiation Protocol*

*Status-Line: SIP/2.0 200 OK*

*Status-Code: 200*

*Resent Packet: False*

*Via:*

*SIP/2.0/UDP 192.168.0.100:5060;rport;branch=z9hG4bK646464100000000b43c5  
2d6c000*

*00d1200000f03*

*Content-Length: 0*

*Contact: sip:20100@192.168.0.100:5060*

*Call-ID: ED9A8038-A29D-40AB-95B1-0F5F5E905574@100.100.100.16*

*CSeq: 36 REGISTER*

*From: <sip:20000@192.168.0.101>;tag=910033437093*

*Max-Forwards: 70*

*To: sip:20000@192.168.0.101:5060*

*Authorization: Digest*



```
Username="20100",realm="192.168.0.101",  
nonce="43c52e9d29317c0bf1f885b9aaff1522d93c7692", uri="sip: 192.168.0.101",  
response="f69463b8d3efdb87c388efa9be1a1e63"
```

### **2.6.3.3 IAX – Inter – Elastix Exchange Protocol (versión 2)**

Últimamente se ha presenciado el nacimiento y el fuerte crecimiento de una nueva alternativa conocida como IAX. IAX2 (por ser la versión 2). Ésta está fuertemente incluida por el modelo comunitario de desarrollo abierto y tienen la ventaja de haber aprendido de los errores de sus predecesores. Como su nombre lo indica, fue diseñado como un protocolo de conexiones VoIP entre servidores.

Elastix, además sirve para conexiones entre clientes y servidores que soporten el protocolo.

Es un protocolo diseñado para su uso en conexiones de VoIP, aunque puede soportar otro tipo de conexiones, por ejemplo video. IAX2 resuelve muchos de los problemas y limitaciones de H.323 y SIP. IAX2 no solo tiene el gran reconocimiento de la comunidad sino todos los pre-requisitos para convertirse en el reemplazo de SIP. IAX2 actualmente está en proceso de estandarización por la IETF.

IAX2 utiliza un único puerto UDP, generalmente el 4596, para comunicarse entre puntos finales (terminales de VoIP) para señalización y datos. El tráfico de voz es transmitido in-band, lo que hace a IAX2 un protocolo casi transparente a los cortafuegos y realmente eficaz para trabajar dentro de redes internas. En esto se diferencia del SIP, que utiliza una cadena out-of-band para entregar la información.

El protocolo IAX2 fue creado por Mark Spencer, para la señalización de VoIP en Elastix. El protocolo crea sesiones internas, y dichas sesiones pueden utilizar

cualquier códec que pueda transmitir voz o video. El IAX2 esencialmente provee control y transmisión de flujo de datos multimedia sobre redes IP.

El diseño de IAX se basó en muchos estándares de transmisión de datos, incluido SIP y RTP. El principal objetivo de IAX ha sido minimizar el ancho de banda utilizado en la transmisión de voz y video a través de la red IP, con particular atención al control y a las llamadas de voz; proveyendo un soporte nativo para ser transparente a NAT.

La estructura básica de IAX se fundamenta en la multiplexación de la señalización y del flujo de datos sobre un simple puerto UDP entre dos sistemas.

#### **2.6.3.3.1 Mensajes IAX**

Según el artículo de VozIP (2005), dice que para poder entender el protocolo IAX se indica un ejemplo del flujo de datos de una comunicación IAX2:

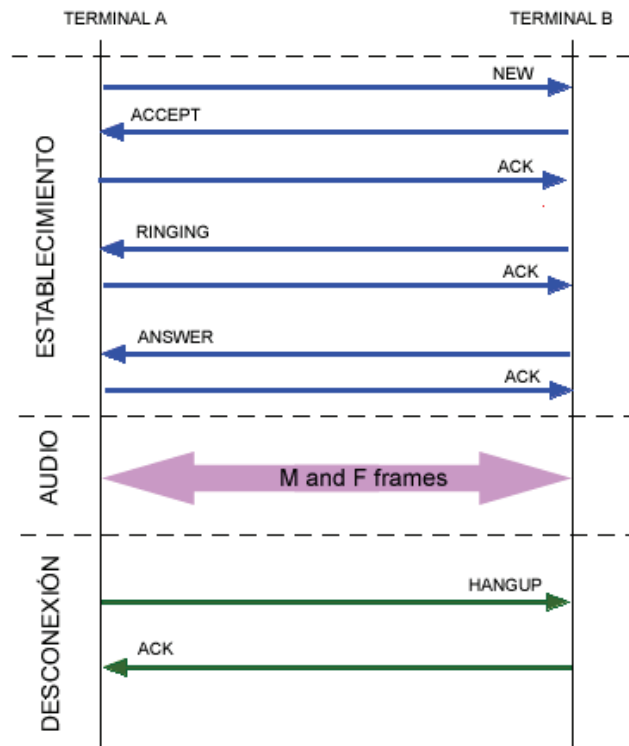


Figura 21 - Diagrama de Mensajes IAX

Una llamada IAX o IAX2 tiene tres fases:

- **Establecimiento de la llamada**

El terminal A inicia una conexión y manda un mensaje "new". El terminal llamado responde con un "accept." y el llamante le responde con un "Ack". A continuación el terminal llamado da las señales de "ringing" y el llamante contesta con un "Ack" para confirmar la recepción del mensaje. Por último, el llamado acepta la llamada con un "answer" y el llamante confirma ese mensaje.

- **Flujo de datos o flujo de audio**

Se mandan los frames M y F en ambos sentidos con la información vocal. Los frames M son mini-frames que contienen solo una cabecera de 4 bytes para

reducir el uso en el ancho de banda. Los frames F son frames completos que incluyen información de sincronización. Es importante volver a resaltar que en IAX este flujo utiliza el mismo protocolo UDP que usan los mensajes de señalización evitando problemas de NAT.

- **Liberación de la llamada o desconexión**

La liberación de la conexión es tan sencilla como enviar un mensaje de "hangup" y confirmar dicho mensaje.

#### **2.6.3.4 MGCP – Media Gateway Control Protocol**

Según Zona (2001), menciona que el Media Gateway Control Protocol o MGCP es otra importante señalización y protocolo de control utilizado en un sistema de voz sobre protocolo de Internet. Esta es una implementación de la arquitectura de MGCP, con el propósito de controlar el Gateway en la red de Internet, junto con la PSTN, o red telefónica pública conmutada.

La arquitectura se compone de elementos como un controlador de pasarela de medios o agente de llamadas, por lo menos una pasarela de señalización que entra en uso mientras está conectado a la PSTN, y al menos una pasarela de medios, o MG, que es responsable de realizar la conversión de los medios de comunicación señales entre los circuitos y paquetes. Se ejecuta a través de la UDP, y utiliza el puerto 2427 y el puerto 2727, para las puertas de enlace y los agentes de llamadas, respectivamente. Se hace uso del Protocolo de Transporte en Tiempo Real (RTP) a fin de enmarcar los flujos de medios, y el Protocolo de Descripción de Sesión (SDP), que tiene por objeto especificar así como la negociación de los flujos de medios a ser transmitidos durante una sesión de llamada.

## 2.6.4 CODECS

En el artículo de VoIP (2005), dice que el códec para la comunicación de telefonía IP, requiere el análisis de varios parámetros que definen la calidad del mismo. Esta calidad es conocida como “toll” o dicho en otras palabras su semejanza con la red de telefonía pública.

Dependiendo de la disponibilidad del ancho de banda y calidad de voz requerida, puede ser un gran logro seleccionar un códec que produzca audio comprimido.

Los parámetros que definen la calidad del códec son los siguientes:

- Calidad de llamada
- Requerimientos de ancho de banda consumido por el códec
- Tamaño de bloque
- Licenciamiento
- Parámetros adicionales
- Ventajas y desventajas

**Tabla 1- Comparación de códec para telefonía IP**

Códec	Ancho de Banda	Tamaño de Bloque (ms)	Ratio de Compresión	Ancho de banda comprimido
G.711	64 Kbps/s	20	1 : 1	64 Kbps/s
G.722	224 Kbps/s	30	3,5-4,6 : 1	48-64 Kbps/s
G.723.1	64 Kbps/s	30	10 : 1	6,4 Kbps/s
G.728	64 Kbps/s		4 : 1	16 Kbps/s
G.729	64 Kbps/s		8 : 1	8 Kbps/s

Elaborado por Edison Tobar.

El códec G.711 produce audio sin comprimir a 64 Kbps

Para este estándar existen dos algoritmos principales, el  $\mu$ -Law (Usado en Norte América y Japón) y el A-Law (Utilizado en Europa y el resto del mundo)

Ambos algoritmos son logarítmicos, pero el A-Law fue específicamente diseñado para ser implementado en una computadora.

El estándar también define un código para secuencia de repetición de valores, el cual define el nivel de potencia de 0 db.

Existen varias versiones del códec g729 que es interesante explicar por su extendido uso

- G729: es el códec original
- G729A o anexo A: es una simplificación de G729 y es compatible con G729. Es menos complejo pero tiene algo menos de calidad.
- G729B o anexo B: Es G729 pero con supresión de silencios y no es compatible con las anteriores.
- G729AB: Es g729A con supresión de silencios y sería compatible solo con G729B.

Aparte de esto G729 (todas las versiones) en general tienen un bit rate de 8Kbps pero existen versiones de 6.4 Kbps y 11.4 Kbps

#### **2.6.4.1 Funcionamiento de un Códec G.711.**

Según el artículo de VoZIP (2005), menciona que la comunicación de voz es analógica, mientras que la red de datos es digital. La transformación de la señal analógica a una señal digital se realiza mediante una conversión analógico-digital.

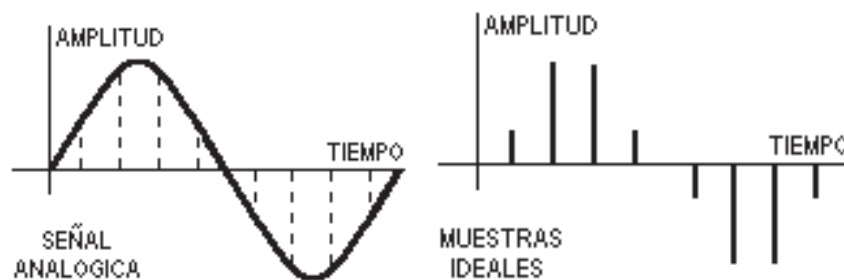
Este proceso de conversión analógico digital o modulación por impulsos codificados (PCM) se realiza mediante tres pasos:

- Muestreo (sampling)
- Cuantificación (quantization)
- Codificación (codification)

## Muestreo

El proceso de muestreo consiste en tomar valores instantáneos de una señal analógica, a intervalos de tiempo iguales. A los valores instantáneos obtenidos se les llama muestras.

Este proceso se ilustra en la siguiente figura:



**Figura 22** - Diagrama de muestras  
(VozIP ,2005)

El muestreo se efectúa siempre a un ritmo uniforme, que viene dado por la frecuencia de muestreo FM o sampling rate.

## Cuantificación

La cuantificación es el proceso mediante el cual se asignan valores discretos, a las amplitudes de las muestras obtenidas en el proceso de muestreo.

## **Codificación - Decodificación**

La codificación es el proceso mediante el cual se representa una muestra cuantificada, mediante una sucesión de "1's" y "0's", es decir, mediante un número binario.



## **3 ANALISIS DE ALTERNATIVAS**

### **3.1 ANALISIS Y SELECCIÓN DE ALTERNATIVAS**

Se presentara un análisis de las diferentes alternativas en hardware y software existentes en el mercado, para tomar la mejor decisión para su implementación, tomando en cuenta varios aspectos como las necesidades de la empresa, para luego seleccionar la tecnología a ser implementada

#### **3.1.1 ANALISIS DE ALTERNATIVAS DE HARDWARE**

Existen varias alternativas de hardware para la implementación de PBX, las cuales pueden ser implementadas dependiendo los requerimientos y presupuestos de la empresa.

A continuación se presentara opciones existentes en el mercado, con algunas de sus principales características y semejanzas que pueden existir entre las soluciones actuales, elaborando un estudio minucioso mediante la investigación y experiencia en el medio.

##### **3.1.1.1 Soluciones GRANDSTREAM**

Es una solución de voz sobre IP basada en hardware orientado a PYMES. Las características de equipos GRANDSTREAM en función de los protocolos, Códec, tipo de licenciamiento y disponibilidad de la información se resume en lo siguiente: (Grandstream, 2000)

- Soporta los protocolos SIP y RTP.
- Posee un licenciamiento propietario.
- Soporta el códec GSM.
- Configurable y administrable a través de una interfaz web.

- Poca disponibilidad de información, la misma que se la obtiene solo después de la compra de licencias.

### **3.1.1.2 Soluciones AVAYA**

Según el artículo de Centrix (1999), dice que Avaya es una de las PBX-IP existentes en el mercado, que compite por el desempeño y mejora de su servicio estableciendo ciertas características en sus equipos e implementaciones.

Avaya ofrece soluciones para pequeñas, medianas y grandes empresas, la central más común en el mercado de Avaya es "IP OFFICE 500", plataforma que es capaz de soportar tecnología analógica y digital, incluyendo características principales como:

- Voz y Datos
- Conferencias
- Mensajería
- Networking
- Phone Manager
- Soft Console
- Integración de telefonía y computador
- Herramientas de administración
- Aplicación de Estado del Sistema
- Remote Hot Desking
- Troncales SIP
- Extensiones SIP
- Comunicaciones Unificadas Avaya One-X Portal (Mensajería Instantánea, presencia, conferencias y movilidad), Unificación de todas las sedes (sistemas de redundancia, mensajería distribuida)

- Trabajador de Oficina, Tele trabajador, Trabajador móvil, trabajador avanzado, Recepcionista, Agente, Supervisor.

#### 3.1.1.2.1 Modelos de IP OFFICE

Según Cetrix (1999), dice que la familia de soluciones AVAYA IP OFFICE está compuesta de dos modelos diferentes:

- IP OFFICE 500
- IP OFFICE 500V

A continuación se detalla las diferencias básicas entre las dos versiones existentes en la familia AVAYA:

**Tabla 2- Comparación de versiones IP OFFICE**

Descripción	IP Office 500	IP Office 500 V2
Número máximo de enlaces primarios (E1/PRI)	8	8
Número máximo de extensiones	384	384
Número máximo de canales de VoZIP	128	148
Número de canales simultáneos para conferencias	2x64	2x64
Número máximo de módulos de expansión	12	12
Tarjeta combo	0	2

Elaborado por Edison Tobar

#### 3.1.1.3 Solución PANASONIC

Las empresas se encuentran familiarizadas con los “Sistemas conmutado público” (PSTN) mediante la cual se logra establecer contacto con personas de todo el mundo.

Existen varias soluciones PBX-IP, con el tiempo han ido mejorando sus características y descubriéndose nuevas soluciones las cuales tienen como objetivo reemplazar en parte a la telefonía tradicional, entre ellas se encuentra las soluciones PANASONIC.



Son una plataforma de comunicaciones para entornos de red IP la misma que utiliza protocolos SIP.

Panasonic cuenta con sistemas de telefonía IP, que poseen características generales, como son:

- Integración de aplicaciones
- Solución de telefonía IP escalables
- Implementación de últimos estándares sobre telefonía IP
- Garantía de calidad

Dos de los principales modelos de centrales telefónicas se presentan a continuación en un cuadro comparativo con sus respectivas características.

**Tabla 3- Comparación de centrales VoIP Panasonic**

<b>PRINCIPALES CENTRALES VOIP PANASONIC</b>		
	<b><u>KX-TDE200</u></b>	<b><u>KX-TDA100</u></b>
		
Compatible con protocolos SIP	Si	Si
Soporte de extensiones	128 líneas , 256 extensiones	64 líneas y 14 extensiones
Compatibilidad ISDN	Si	Si
Enlace digital QSIG	Si	Si
Selección automática de ruta (ARS)	Si	Si
Encaminamiento de menor costo (LCR)	Si	Si
Mensajes de voz	Si	Si
Enlaces vía T1/E1, E&M	Si	Si
Interfaces CTI TAPI2 (TAPI y CSTA)		Si

Elaborado por Edison Tobar R.

### 3.1.1.4 Solución Software Libre

Según artículo de Palosanto (2006), dice que Software libre posee ciertas distribuciones que permiten realizar el trabajo de VoIP mediante sus herramientas. Como lo son Elastix y Trixbox, las soluciones VoIP más comunes que se encuentran basadas en Asterisk como sistema propietario.

Se analiza una de las dos soluciones para su implementación, Elastix.

La misma que posee características similares a las centralitas propietarias, todas sus funciones acopladas en una sola solución, desde las más básicas (desvíos, capturas, transferencias, etc., etc.) hasta las más avanzadas de ellas (IVR, buzón de voz).

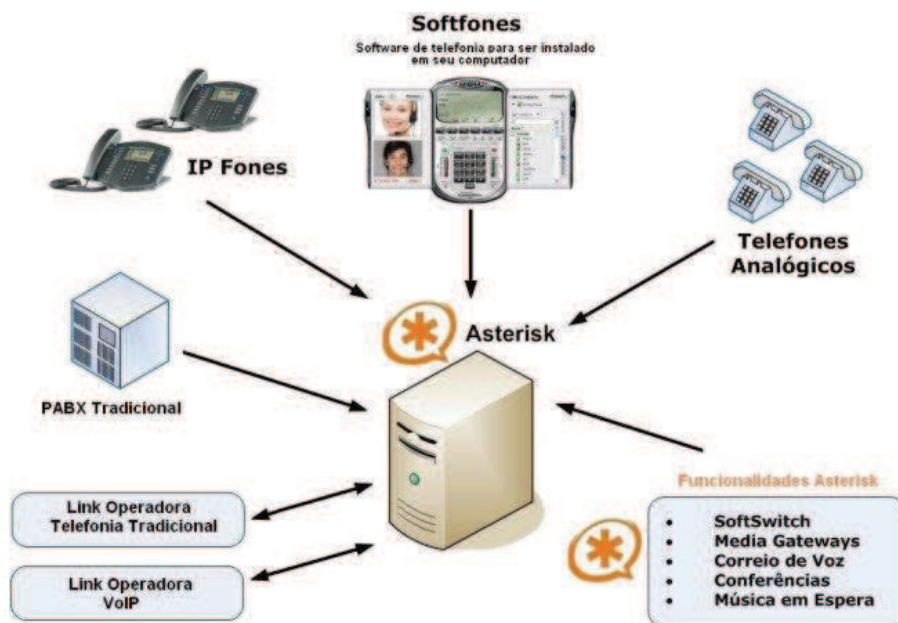


Figura 23 - Funcionalidades en crecimiento (Palosanto, 2006)

### 3.1.1.4.1 Elastix



**Figura 24** - Comunicaciones Unificadas  
(TenoAtlantica, 2013)

Elastix se inició como solución para llamadas de Asterisk la misma que fue liberada en el 2006. Con el tiempo el proyecto que inicio tuvo un cambio radical y se convirtió en una distribución basada en Asterisk, fue desarrollado bajo un ambiente de software libre, es una de las soluciones que permite a terminales “clientes” se conecten con una estación “servidor”, donde su objetivo principal será la transmisión de voz y video en tiempo real utilizando cualquier protocolo y códec soportado por esta solución:

Gracias a la compatibilidad con protocolos y códec, en el medio se han desarrollado varios tipos de hardware al igual que software para la implementación de VozIP en conjunto, ya sean físicos y virtuales (hardware).

Los protocolos que puede soportar esta solución son :

- IAX2
- SIP
- Skinny
- MGCP
- H. 323

Los tipos de códec que soporta son:

- G. 729
- GSM
- ILBC/Speech
- G.722 / G.723
- G711a / G711u

#### 3.1.1.4.1.1 Características principales de Elastix

En Palosanto (2006), menciona que las características de Elastix han ido creciendo conforme avanza el tiempo, es capaz de cubrir todo tipo de comunicaciones unificadas, donde permite integrar otras locaciones para centralizar las comunicaciones de una empresa y llevarlas a niveles globales. Un usuario de una corporación ubicado en Ecuador comparte las mismas funcionalidades que otro ubicado en Japón además de tener una comunicación interna directa.

Elastix posee muchas funcionalidades relacionadas con todos sus servicios que actualmente ofrece al medio para una correcta solución, se presenta un conjunto de características y funcionalidades detallado.

**Tabla 4- Características principales y funcionalidades de Elastix.**

- Grabación de llamadas	- Centro de conferencias con salas virtuales
- Correo de Voz	- Soporte para protocolos SIP e IAX, entre otros
- Correo de voz-a-Email	- Codec's soportados: ADPCM, G.711 (A-Law & $\mu$ -Law), G.722, G.723.1 (pass through), G.726, G.728, G.729, GSM, iLBC (opcional) entre otros.
- IVR Configurable y Flexible	- Soporte para Interfaces Análogas como FXS/FXO (PSTN/POTS)

- Soporte para Sintetización de Voz	- Soporte para interfaces digitales E1/T1/J1 a través de los protocolos PRI/BRI/R2
- Herramienta para la creación de extensiones por lote	- Identificación de llamadas (Caller ID)
- Cancelador de eco integrado	- Troncalización
- Provisionador de Teléfonos vía Web	- Rutas entrantes y salientes con configuración por coincidencia de patrones de marcado
- Soporte para videófonos	- Soporte para follow-me
- Interfaz de detección de Hardware	- Soporte para grupos de timbrado
- Servidor DHCP para asignación dinámica de IP	- Soporte para paging e intercom
- Panel de Operador basado en Web	- Soporte para condiciones de tiempo
- Parqueo de llamadas	- Soporte para PIN es de seguridad
- Reporte de detalle de llamadas (CDR)	- Soporte para DISA (Direct Inward System Access)
- Tarifación con reporte de consumo por destino	- Soporte para Callback
- Reportes de uso de canales	- Soporte para interfaces tipo bluetooth a través de teléfonos celulares (chan_mobile)
- Soporte para colas de llamadas	



#### 3.1.1.4.2 Trixbox

En el artículo de Palosanto (2006), dice que Trixbox es una solución de software creada con propósito IP-PBX la misma que posee dos versiones:

- Trixbox CE
- Trixbox PRO

En sus inicios se la conoció como Elastix@Home, la misma que integro varios servicios siendo la pionera en hacerlo donde uso FreePBX + MySQL + PHP + Centos + Asterisk para levantar un conmutador IP de manera rápida. Al cabo de su historia de evolución por los años 2006 cambia su nombre a Trixbox, dando lugar a las versiones actuales.

Características principales de TRIXBOX:

Trixbox posee características muy completas, capaz de solventar problemas de comunicación y satisfacer las necesidades de los usuarios en su totalidad, sus principales características son:

- Contestador Automático IVR
- Configuración hasta seis Idiomas
- Buzón de voz
- Mensajería de Voz a email
- Teléfonos analógicos e IP (SIP o IAX)
- Panel de control Web
- Reportes y monitorización
- Puentes para conferencias
- Soporte de Códec
  - ADPCM
  - G.711 (A-Law &  $\mu$ -Law)

- G.722
  - G.723.1 (pass through)
  - G.726
  - G.729 (through purchase of a commercial license)
  - GSM
  - iLBC
- Soporta varios Protocolos
    - IAX™ (Inter-Elastix Exchange)
    - IAX2™ (Inter-Elastix Exchange V2)
    - H.323
    - SIP (Session Initiation Protocol)
    - MGCP (Media Gateway Control Protocol)
    - SCCP (Cisco® Skinny®)
    - Traditional Telephony Interoperability
    - DTMF support
    - PRI Protocols

### **3.1.2 SELECCIÓN DE LA MEJOR ALTERNATIVA**

Para poder tomar una correcta decisión se analizan tres indicadores:

- Requerimientos Técnicos
- Características
- Costo

Estos son los principales valores a considerar antes de tomar una decisión, la solución cumplirá como mínimo los siguientes requerimientos:

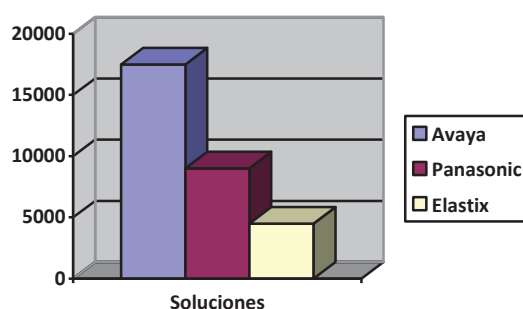
**Tabla 5- Requerimientos técnicos mínimos para una implementación.**

<b>Requerimientos técnicos</b>	
<b>Características mínimas:</b>	
Solución Basada en	PCs
Sistema Operativo	Linux
Mínimo memoria RAM	2GB
Tonos de llamadas	En espera
Tipo de teléfonos soportados	Análogos / Ethernet
Capacidad mínima de teléfonos	50
Servicio IVR	Menú dinámico IVR (menú personalizado)
Integración con otros hardware	Gateway físicos
Administración	Vía HTTP
Protocolos	H323/SIP/MGCP
Tipo de Correo	Voz
Tipos de reportes	Reportes detallados de llamadas

Elaborado por Edison Tobar

El presupuesto asignado para una implementación de una central telefónica VoZIP es limitado por lo cual se medirá los costos de implementación de las soluciones estudiadas.

Se logra observar costos referenciales respecto a las soluciones indicadas, a esto se suma las características para determinar la mejor alternativa.



Cuadro Comparativo de costos

Debido a la fácil adaptación e integración de las centrales telefónicas VozIP que utilizan software con otros productos y distribuciones de hardware, se optara por seleccionar una solución de software libre.

En conclusión, tomando en cuenta los factores de requerimientos, características y costos, se determina que la solución más óptima para la implementación es la solución Elastix debido a costos y características que cumple, para satisfacer las necesidades de los usuarios.

Siendo la opción de software libre la que satisface las necesidades de la empresa y cubre todos los requerimientos como:

- Soporte para protocolos SIP e IAX, entre otros
- Soporte para Interfaces Análogas como FXS/FXO (PSTN/POTS)
- IVR Configurable y Flexible
- Aprovechador de Teléfonos vía Web
- Reportes de uso de canales
- Soporte para colas de llamadas
- Panel de Operador basado en Web
- Interfaz de detección de Hardware

Además Elastix posee la capacidad de integrarse con ciertos componentes de hardware Grandstream como lo serán:

- Teléfonos VozIP
- Gateway

Donde las principales características de hardware permiten solucionar el problema actual de comunicación interna unificada con la telefonía tradicional, entre otras características es la de mayor utilidad, por lo cual tomando en cuenta dichos factores se opta por la solución de software libre ELASTIX.

## **4 IMPLEMENTACION DE LA CENTRAL PBX BASADA EN PLATAFORMA DE SOFTWARE LIBRE**

En el presente capítulo se detalla la implementación de la solución de VoIP en la empresa IT del Ecuador (Información Tecnológica del Ecuador), la misma que se detalló en el (Capítulo III) como una de las mejores opciones, para solventar las necesidades de los usuarios y de la empresa en el área de comunicación tanto interna como externa .

### **4.1 IMPLEMENTACION DE LA SOLUCION DE SOFTWARE LIBRE**

Se detalla la instalación y configuración, al igual que las herramientas que se utilizan en el lado del cliente. Además se indica la configuración de los teléfonos IP para su correcto funcionamiento.

Elastix es una distribución que trabaja sobre Centos anteriormente indicado en el capítulo (II).

#### **4.1.1 INSTALACION DE ELASTIX**

Primero se verifica que la unidad óptica (CD -RW) a usar este configurada para ser el primer dispositivo de arranque, de lo contrario es necesario configurar en la BIOS de la máquina.

Posteriormente se inserta el CD de instalación, y se reinicia el servidor, donde aparecerá la siguiente pantalla:

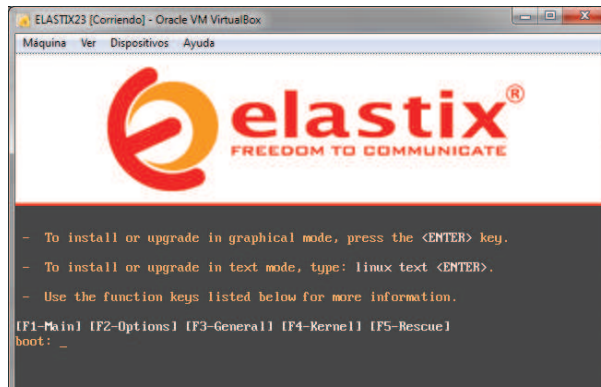


Figura 25 – Pantalla de inicio de instalación.

El cd iniciara el proceso de instalacion automaticamente al presionar ENTER.

1. Al finalizar la opción de carga, se debe elegir el idioma de instalación por defecto será en inglés, se continua una vez encontrado el idioma de preferencia.

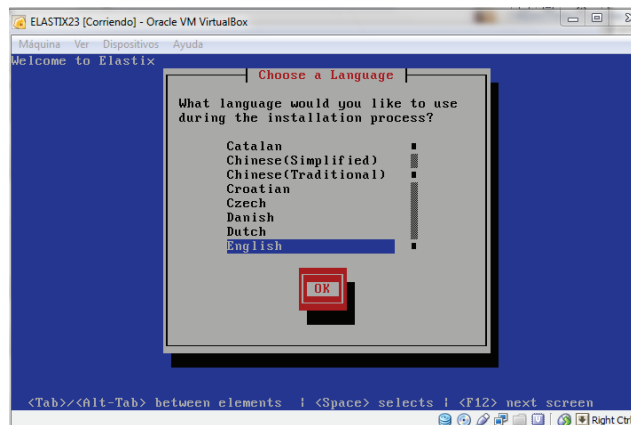


Figura 26 – Carga de idioma de instalación.

2. Durante el proceso de instalación pedirá el idioma de configuración del teclado.

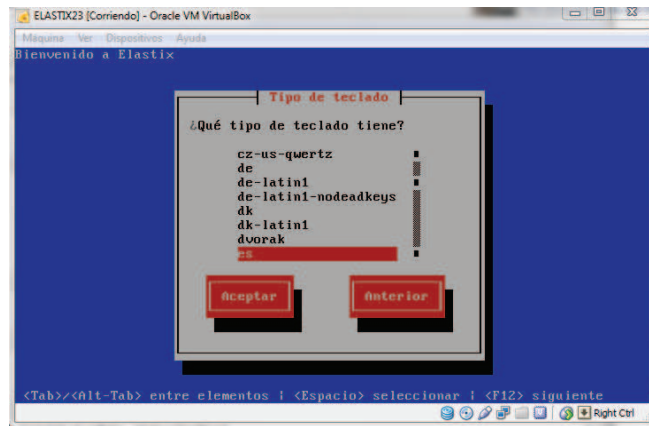


Figura 27 – Selección del tipo de teclado durante la instalación.

3. Al haber encontrado el idioma de preferencia para la instalación, se despliega la pantalla del estado de avance del proceso.

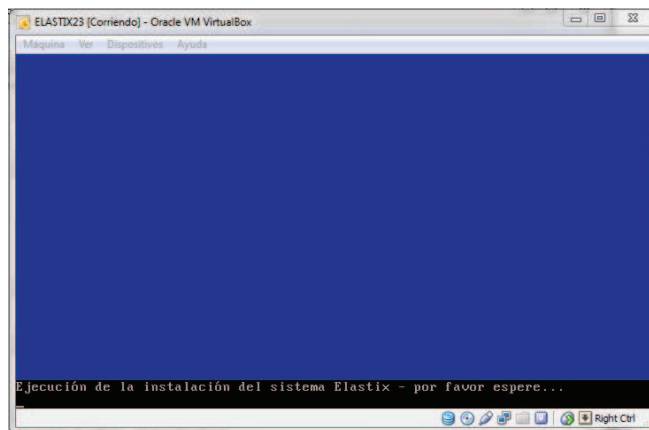


Figura 28 – Estado del avance de instalación.

4. Se muestra una distribución de las unidades de disco físico, se opta por seleccionar una de ellas como lo indica en la figura al igual que despliega opciones a efectuarse sobre la unidad seleccionada, se recomienda optar por borrar toda instalación previa.

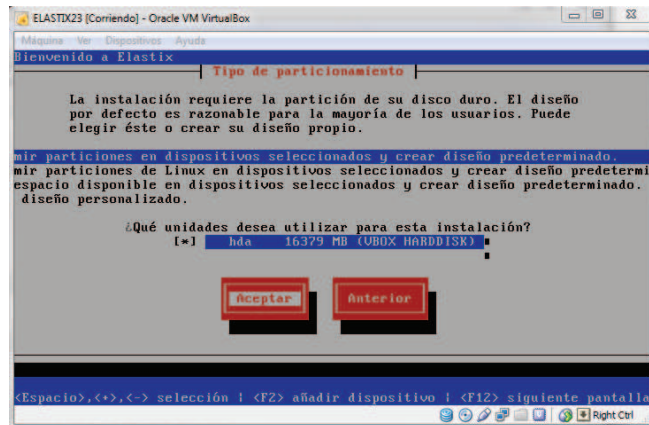


Figura 29 – Discos físicos disponibles.

5. La implementación permite eliminar particiones en caso de existir, para poder crear un sistema de particiones personalizado.

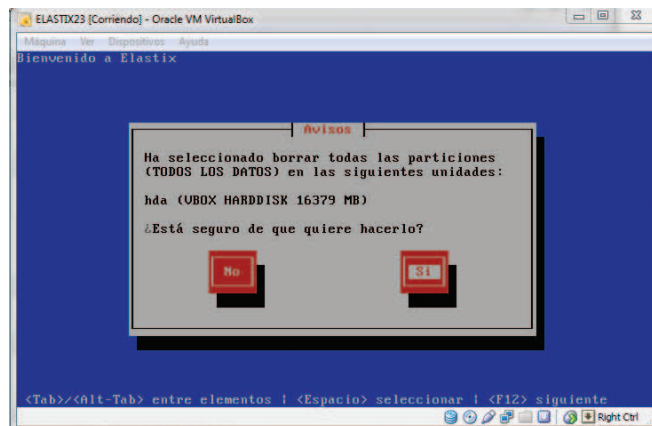


Figura 30 – Advertencia de eliminación de particiones del disco duro.



6. Se configura la tarjeta de red, donde se selecciona la ETH0 como se indica la figura.

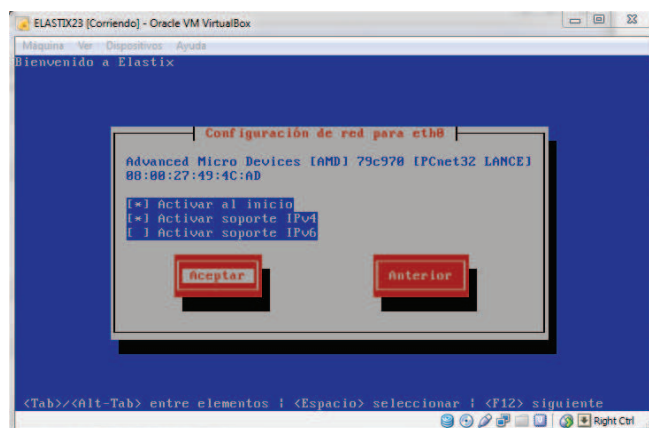


Figura 31 – Información de activación de servicios de red.

7. Es recomendable tener una dirección IP fija con su respectiva mascara de red por ejemplo IP: 192.168.0.100  
Mascara de subred: 255.255.255.0.

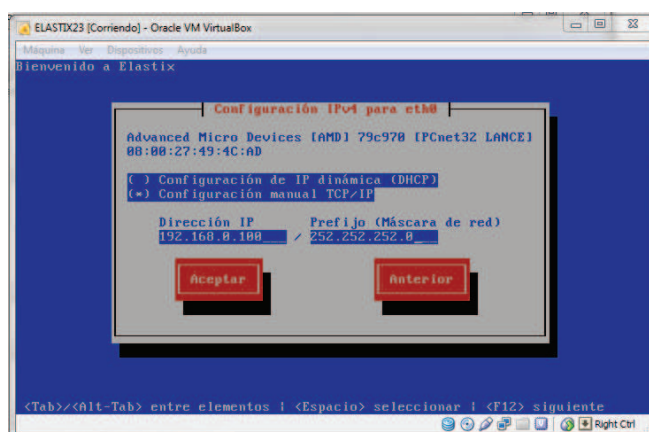


Figura 32 –Configuración de dirección IP.

8. Se especifica las puertas de enlace al igual que los DNS disponibles dentro de la red.

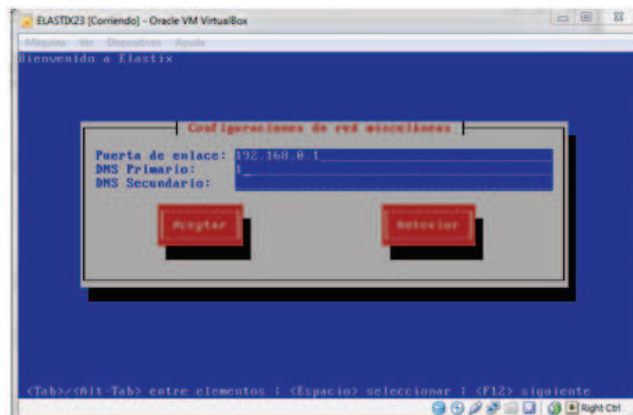


Figura 33 –Configuración de Gateway y DNS.

9. El HOST solicita tener un nombre dentro de la red (como indica en la figura), el cual se procede asignarlo. Ej. : VoIPITdelEcuador  
Clic en ACEPTAR para avanzar.

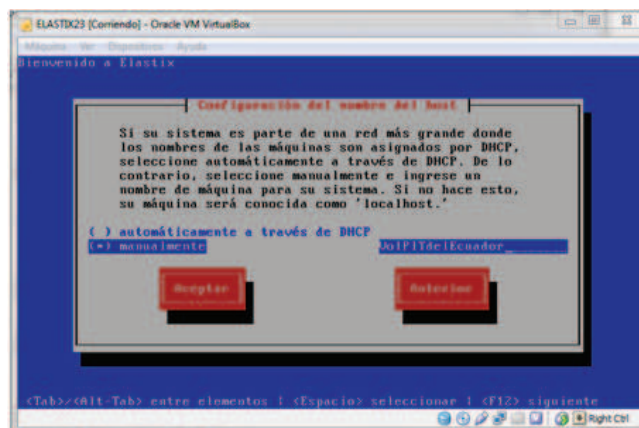


Figura 34 –Configuración de nombre de host.

10. Es importante ingresar una contraseña para el usuario root (administrador), el principal del SO.

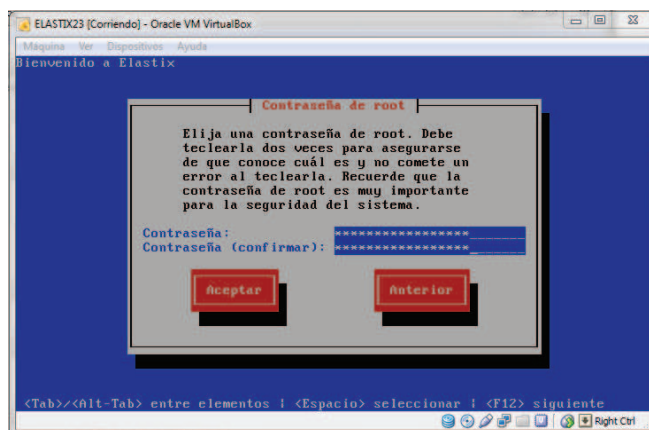


Figura 35 –Configuración de contraseña para usuario administrador.

11. Inicia la instalación del SO y carga de paquetes extras como Elastix.

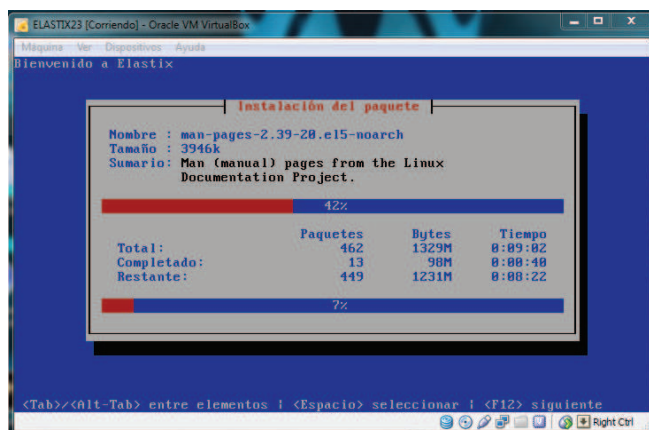


Figura 36 –Estado de instalación de paquetes.

Durante el proceso se presenta un pantalla con el avance porcentual de la instalación e implementación de paquetes, librerías.

12. Al finalizar el proceso de instalación, el servidor se reinicia automáticamente poniendo en marcha los servicios necesarios para su funcionamiento.

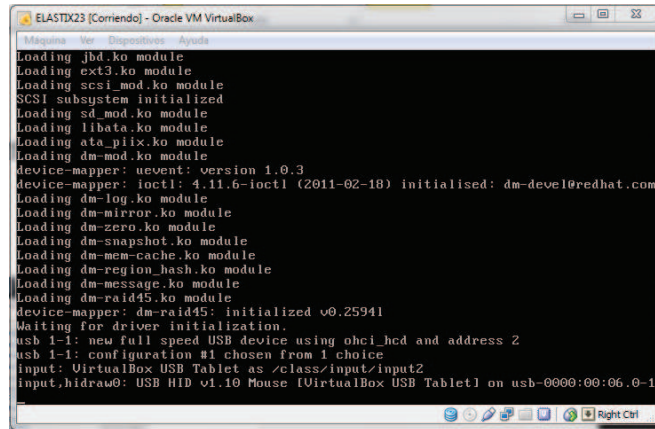


Figura 37 –Inicio del SO.

13. Es necesario configurar la contraseña de base de datos, la misma que se ingresa según las políticas y niveles de seguridad que posee la empresa.

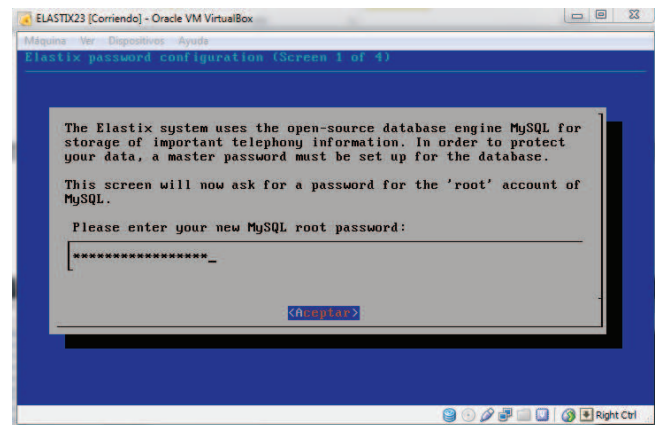


Figura 38 –Configuración de contraseña para la base de datos.

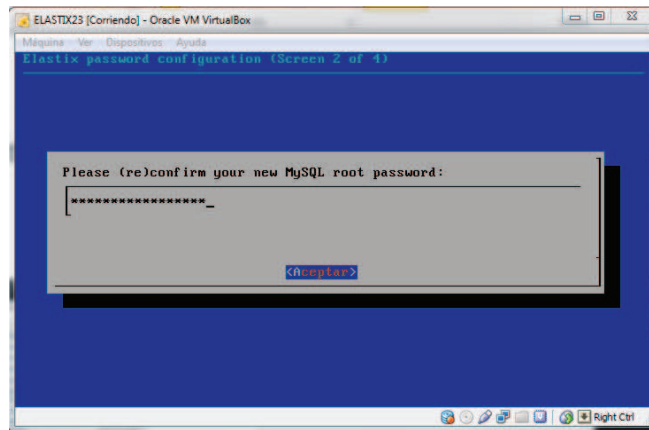


Figura 39 –Confirmación de contraseña ingresada.

14. Luego se ingresa la contraseña para FreePBX, usuario “admin”.

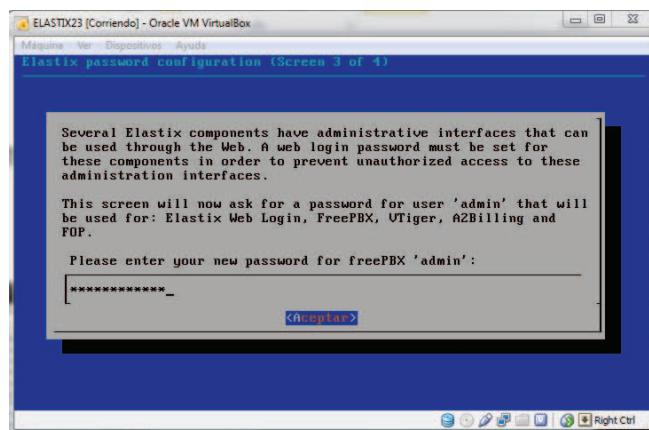


Figura 40 –Configuración de contraseña para usuario “admin”.

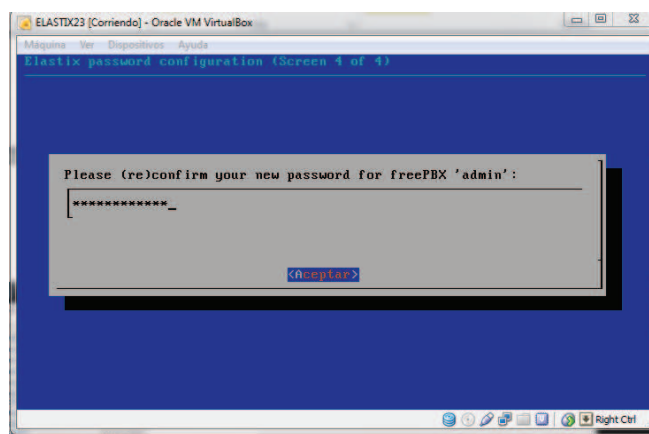


Figura 41 –Confirmación de contraseña para usuario “admin”.

15. Al confirmar todas las contraseñas, se finaliza la instalación, por lo cual ya es posible ingresar a la plataforma

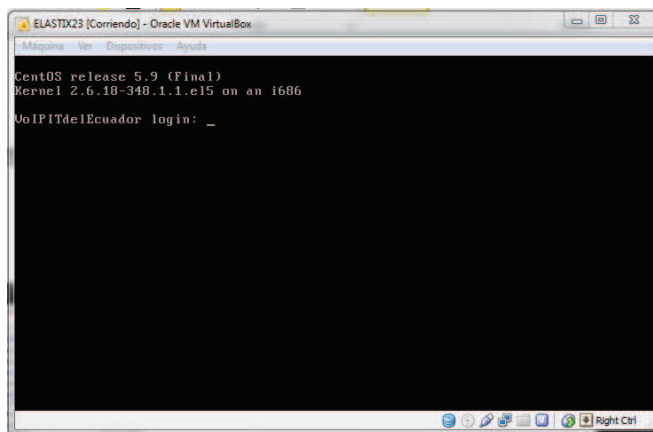


Figura 42 –Pantalla de autenticación.

#### 4.1.2 CONFIGURACION DE EXTENSIONES

Se detalla la creación de extensiones dentro del servidor de telefonía IP (Elastix) para lograr la comunicación con el resto de hardware.

Para lo cual es necesario ingresar a un navegador de internet desde un terminal que se encuentre conectado a la red, donde se ingresa la dirección IP del servidor en la barra de navegación.

1. Ingreso de la dirección IP configurada en la instalación (capítulo 4.1.1), [Http://192.168.0.100](http://192.168.0.100).

Se ingresa el usuario y su contraseña.

- clic aceptar.



Figura 43 –Autenticación en plataforma http.

2. Abrir la pestaña **PBX** para crear extensiones a implementarse

- PBX Configuration
- Add extensión

Seleccionar **AÑADIR UNA NUEVA EXTENSIÓN** e ingresar el protocolo, se usa protocolo SIP.

- Clic en Submit

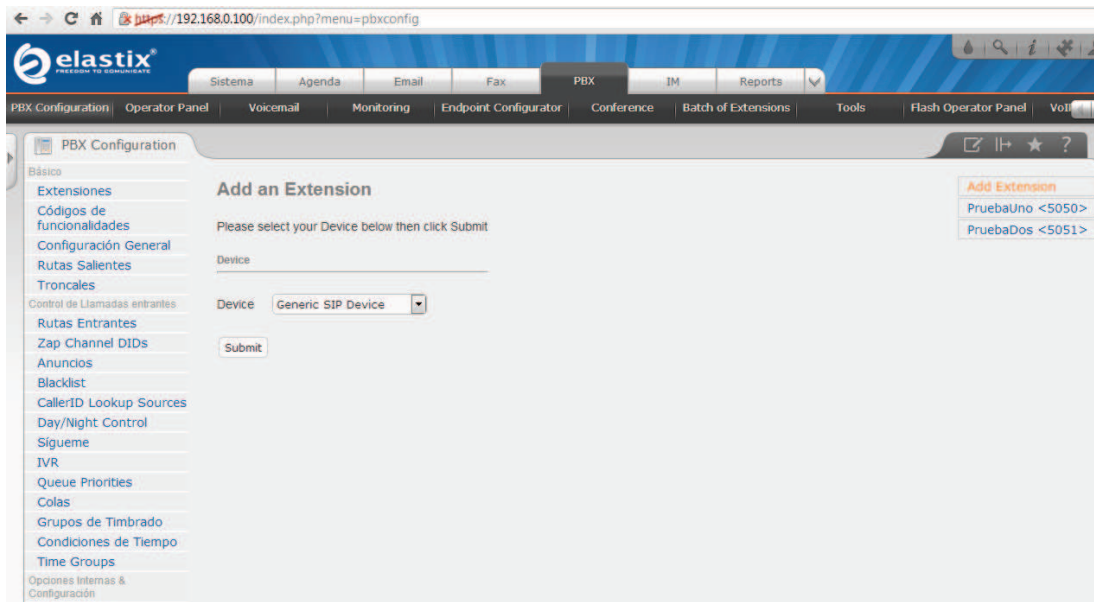


Figura 44 –Pantalla para creación de extensiones.

3. Se configura un nombre y alias para las extensiones al igual que los parámetros por defecto.

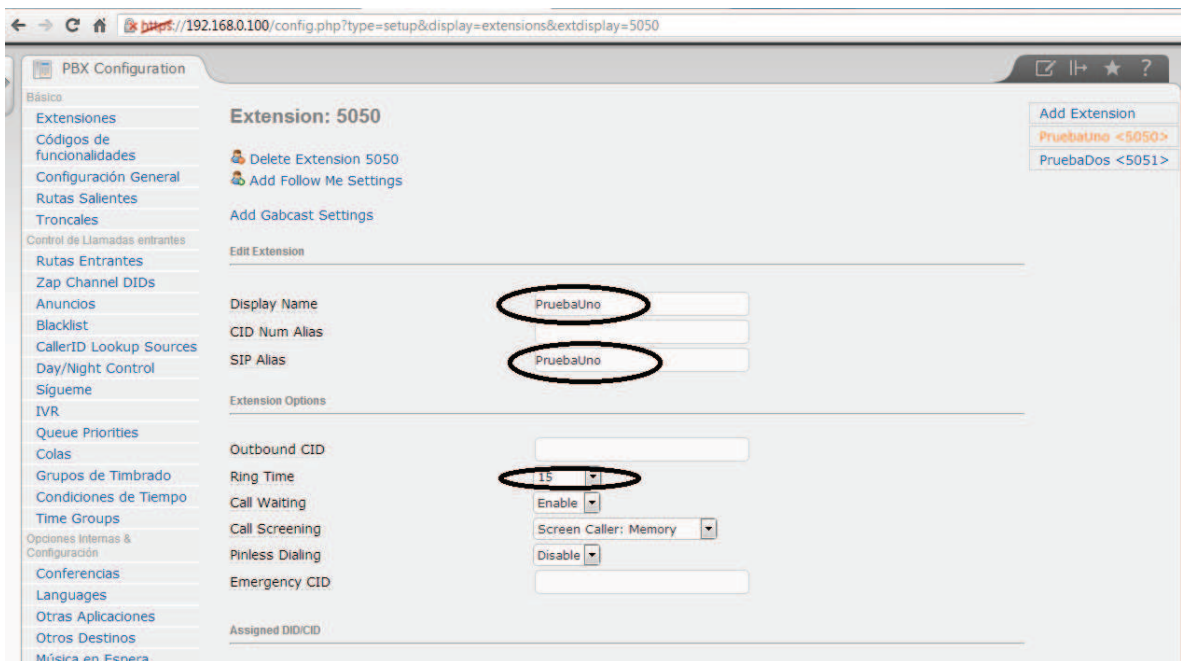


Figura 45 –Configuración de parámetros en una extensión.

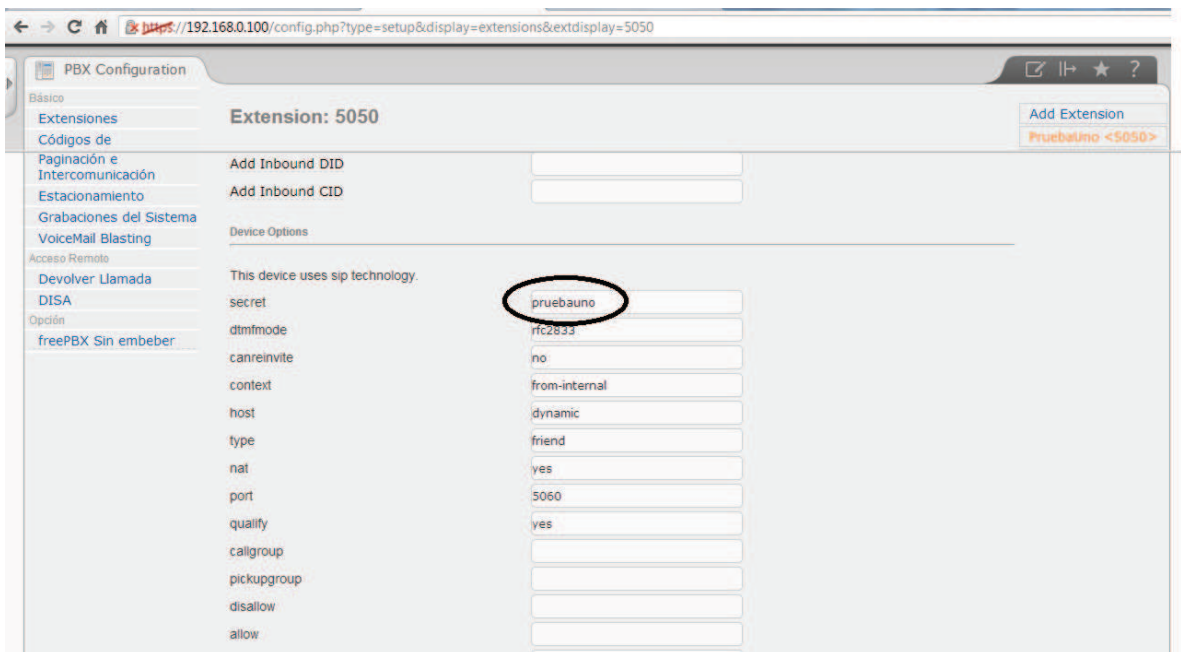


Figura 46 –Ingreso de contraseña para una extensión.



Es necesario aplicar y guardar los cambios, al terminar este proceso se visualiza la lista de usuarios actualmente creados.

NOTA: Para crear extensiones se realiza el mismo proceso anteriormente mencionado.

4. Posteriormente se debe crear usuarios, a los cuales se asignara las extensiones, para crear un usuario dirigirse a:

- Sistema
- Usuarios
- Crear Nuevo Usuario

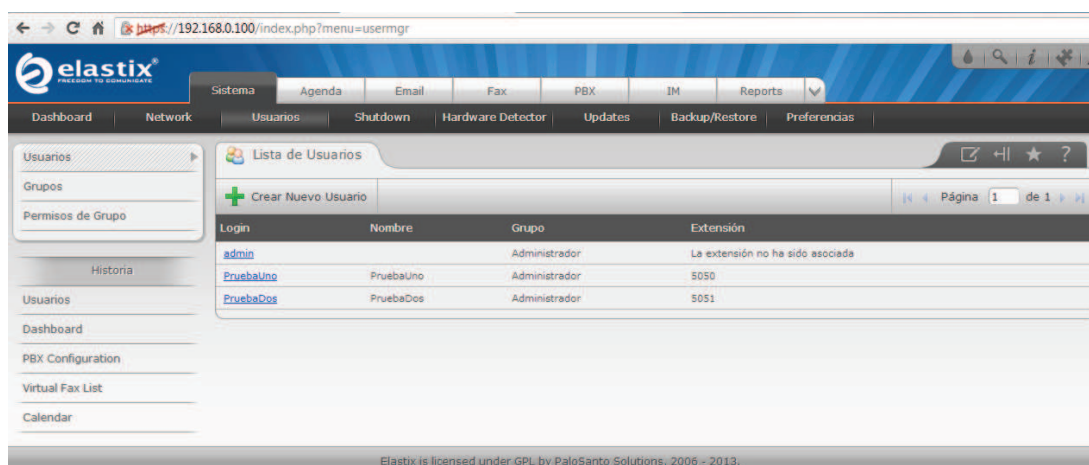
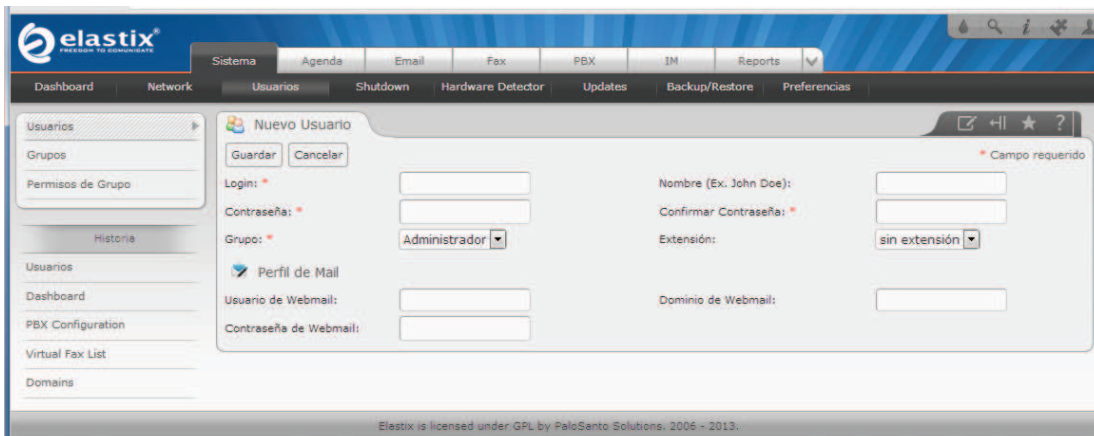


Figura 47 –Lista de usuarios actuales.

5. Es necesario configurar los parámetros donde :

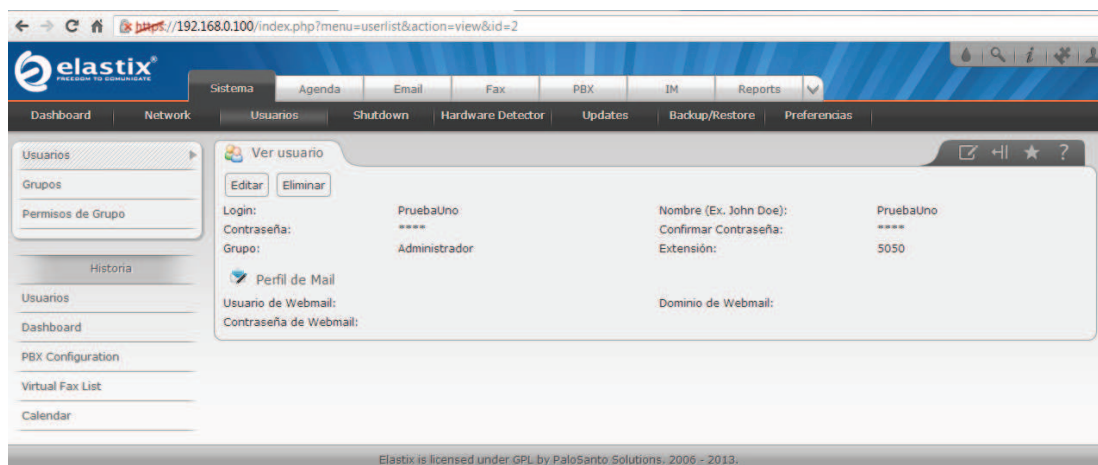
- a. Login (Nombre de la extensión)
- b. Contraseña (Asignada dependiendo al criterio)
- c. Nombre(Puede ser el del próximo dueño de la extensión)
- d. Confirmar contraseña(Se reingresa la contraseña)
- e. Grupo (Si es de tipo administrador o usuario)
- f. Extensión (Desplegara la lista de extensiones disponibles)



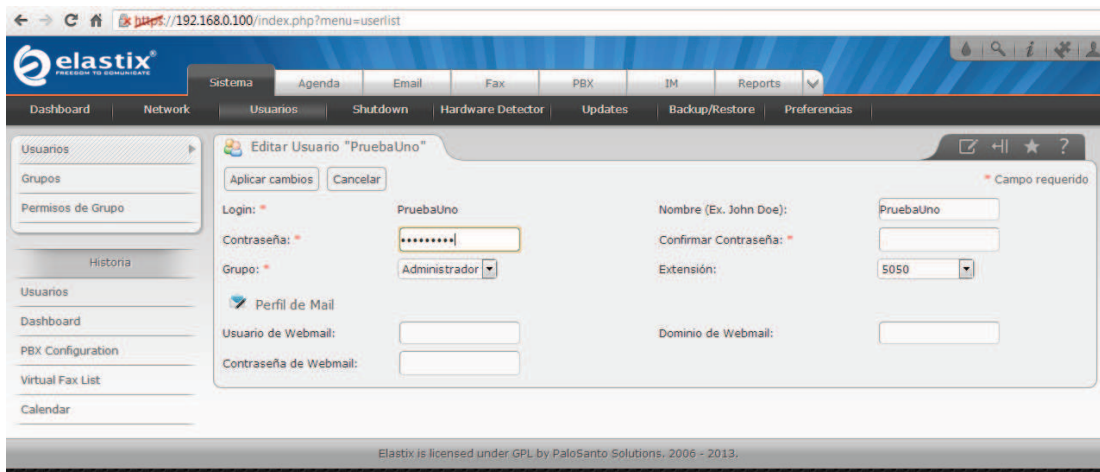
**Figura 48** –Pantalla de creación de un usuario.

NOTA: Para crear usuarios se mantiene el mismo procedimiento tomando en cuenta todos los parámetros de configuración independientes.

6. Se logra visualizar la configuración del Usuario, Editarla o Eliminarla si es el caso.



**Figura 49** –Pantalla de visualización de un usuario.



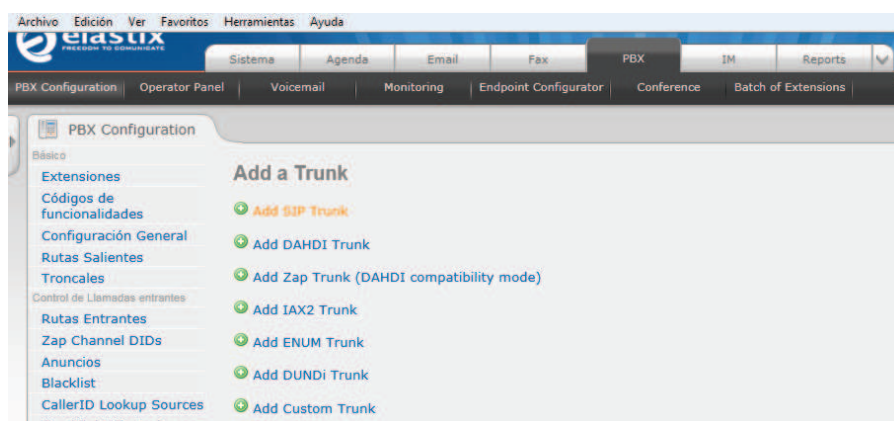
**Figura 50** –Edición de la configuración de un usuario.

### 4.1.3 CONFIGURACION DE TRONCALES

Las troncales son definidas para permitir conexión entre la central VozIP con el proveedor de telefonía tradicional (PSTN).

Para configurar una troncal en el servidor de VozIP, es necesario dirigirse a:

- PBX
- Troncales



**Figura 51** –Configuración de troncales.

En el panel de Troncales se observa:

- Add ZAP Trunk
- Add IAX2 Trunk
- Add SIP Trunk
- Add ENUM Trunk
- Add Custom Trunk
- Add DUNDI Trunk

En esta instancia se procede a seleccionar una troncal SIP, donde:

- Trunk name.- Nombre de la troncal que se visualiza en el Servidor.



**Figura 52** –Creación de una troncal.

Se ingresa el usuario y contraseña al igual que los datos del proxy para un correcto desempeño de la troncal, los datos a ingresar son:

**Type=friend**

**Qualify=yes**

**Qualifyfreq=60**

**Insecure=invite, port**

**Host=dynamic**

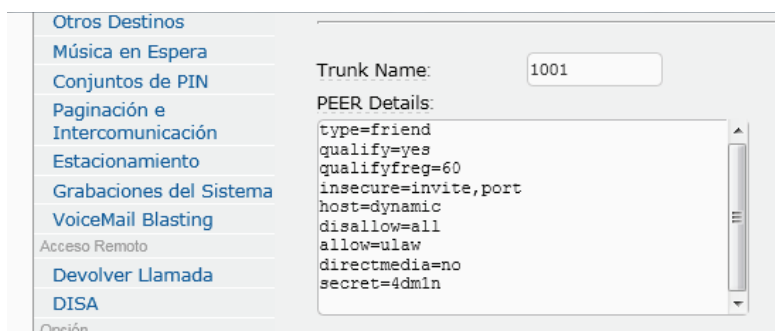
**Disallow=all**

**Allow=ulaw**

**Directmedia=no**

**Secret=4dm1n**

Como se indica en el siguiente gráfico:



**Figura 53** –Detalles de configuración de una troncal.

#### 4.1.4 CONFIGURACION DE RUTAS

Las rutas son las reglas que guiaran al servidor de telefonía, el camino a tomar para enviar una llamada en base a ciertos patrones de marcado, esto es lo que se conoce como plan de marcación.

De la misma forma se crea rutas de entrada para recibir llamadas, es así cuando una llamada es receptada en un número DID específico, estas son direccionadas a una extensión o al conmutador.

Los tipos de rutas en el servidor pueden ser:

- **Rutas de Salida (Outbound Routes)**
- **Rutas de Entrada (Inbound Routes):**

## RUTAS SALIENTES

Al crear una ruta saliente es necesario seleccionar las opciones:

- PBX
- Rutas Salientes

Existen ciertas variables que se deben configurar, donde posee ciertos privilegios de marcado.

- Router Name.- Especificar el nombre de la ruta.
- Dial Patterns that will use this Route .- Es necesario seguir algunas reglas para la definición del plan de marcado:

**X:** representa un número entre 0 y 9.

**Z:** representa un número entre 1 y 9.

**N:** representa un número entre 2 a 9.

**.** : Representa que puede haber más números después del punto.

**|**: Representa que el número antes del símbolo **|** se quitara.

**[]**: Si se quiere elegir un número, por ejemplo, [1356] que significa un número entre 1, 3, 5 y 6. O [3-7] es un número de entre 3 y 7 .

**ZX**: este modelo significa los números marcados que son de 2 dígitos, y su primer número está entre 1 y 9, su segundo número entre 0 y 9.

**NX**: Esto significa número de 3 dígitos y más que su primer número es entre 2 a 9 y el resto puede ser cualquiera.



Figura 54 –Parámetros de configuración de una ruta.

- Trunk Sequence for Matches Router. - Se especifica las troncales por donde la ruta tendrá como alternativa para enviar la llamada.

## RUTAS ENTRANTES

“Una ruta de entrada indica hacia donde deberá transferir una llamada entrante cuando se cumpla cierta condición, o puede existir un numero para soporte donde contesta un IVR (Auto-attendant). También por medio de la función Sígueme (Followme) se puede transferir una llamada hacia un numero externo.” (PaloSanto, 2006)

Para configurar una ruta entrante se especifica parámetros donde:

- Descripción .- Nombre de la ruta
- Destino.- Se presenta varias opciones, donde desea que se dirccione las llamadas entrantes, se puede especificar un IVR.

En caso de no querer un tono IVR se debe optar por EXTENSION donde se coloca la extensión de recepción, toda llamada entrara directo a la recepcionista quien las transferirá a los usuarios.



Figura 55 –Pantalla de configuración de IVR en una ruta.

#### 4.1.5 CONFIGURACION DE IVR

**IVR** o *Interactive Voice Response* es la parte fundamental de una central VoIP. Es un sistema automatizado de respuesta interactiva, orientado a entregar y/o capturar información automatizada a través del teléfono, permitiendo el acceso a servicios de información y operaciones autorizadas.

Mediante un menú IVR se puede agilizar la comunicación directa hacia los usuarios, la que permite direccionar la llamada entrante hacia la persona adecuada o área específica.

Con esta facilidad se proporcionan procesos de auto atención, en casos de excepción puede intervenir una recepcionista.



Para la configuración de un IVR en la central es necesario crear un archivo de grabación de voz, esta ocasión se hizo uso de software llamado loquendo (Vea Anexo A).

```
Bienvenido a T y G Servicios. si conoce la extension marque ahora ...  
Caso contrario presione .  
0. recepcion.  
1. Favian Alarcon.  
2. Alexis alarcon.  
3. Marco MUzo.  
4. Mauricio Andrade.  
5. JOrgé diaz.
```

Es necesario crear el archivo de audio en formato WAV.

Una vez obtenida la grabación, se debe agregarla a la central, para lo cual es necesario dirigirse a:

- Opción PBX
- Grabaciones del Sistema
- Seleccionar Archivo
- Enviar
- Guardar

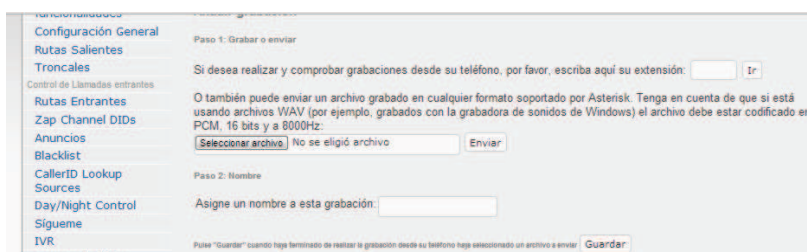


Figura 56 –Pantalla de almacenamiento de audio para IVR.

Al concluir este proceso se visualiza la grabación en el panel derecho.

Luego se necesita agregar la grabación a la ruta entrante de llamadas, dirigirse a:

- Opción PBX
- Opción IVR

- Añadir IVR

Para agregar el archivo de voz es necesario configurar ciertos valores en la implementación del menú, los cuales se detallan a continuación:

1. Nombre .- Nombre del IVR (IT\_Bienvenida)
2. Anuncio.- Selección de archivo de audio.
3. Timeout Message.- Se selecciona la grabación del sistema que referencia el tiempo de expirado.
4. Opción no valida.- Selecciona la grabación que le informa que ha presionado una opción no valida.
5. Se agregara las opciones.
  - a. Dígito a presionar.
  - b. A donde desea que se dirija (Extensión, otro IVR).
  - c. Extensión del destinatario al seleccionar dicha opción.

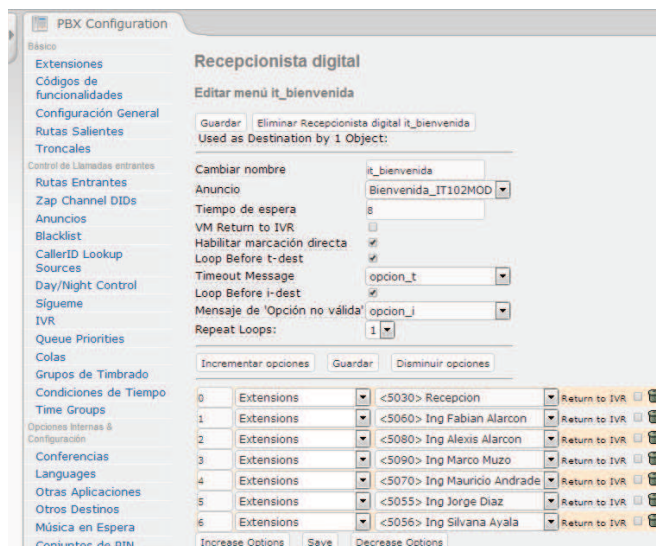


Figura 57 –Pantalla de configuración de IVR.

#### 4.1.6 CONFIGURACIÓN DE PICKUP

PickUP fue creada con el objetivo de poder recibir una llamada desde otro terminal marcando ciertos dígitos.

Para configurar la opción pickup dirigirse a:

- Pestaña PBX
- Menú Códigos de Características

Seleccionar la opción:

Elastix General Call Pickup.- Se coloca los dígitos con los que desea recibir la llamada desde otro terminal.



**Figura 58** –Ingreso de dígitos para Pickup.

#### 4.1.7 CONFIGURACION DE GATEWAY

Los Gateway de voz Grandstream GXW4104 GXW4108, son equipos que ayudaran a la central telefónica. Estos poseen 4 y 8 puertos FXO respectivamente. Estos puertos se usan para recibir llamadas telefónicas de líneas externas.

Donde al igual que en todo equipo se cambian ciertos parámetro para su correcto funcionamiento

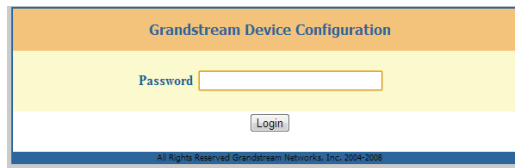


Figura 59 –Autenticación de usuario para Gateway.

Para configurarlo es necesario asignar una dirección IP fijo de red.

Como valor por defecto su dirección IP es 192.168.0.160, mediante la cual se ingresa a su página de administración vía web, al igual que la contraseña por defecto es Admin.

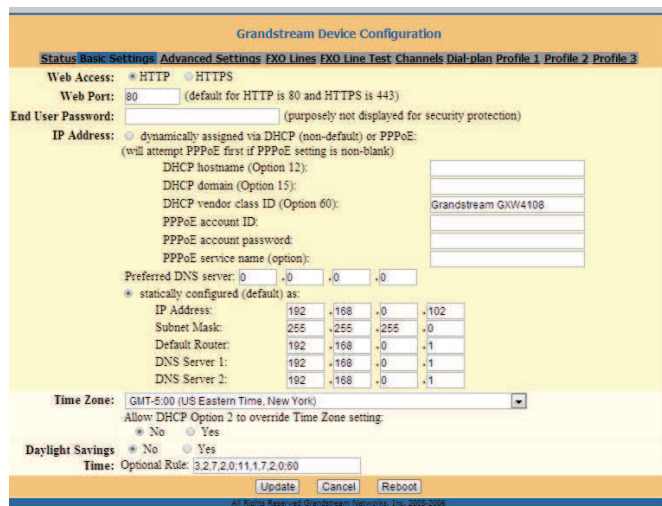


Figura 60 –Pantalla de configuraciones básicas de Gateway.

Es necesario cambiar ciertos valores de configuración, donde se hará paso de la telefonía interna hacia la tradicional.

En la opción **FXO lines**, se cambia las opciones:

- Wait for dial tone (Y/N) ch1-4:n;
- Stage Method ch1-4:1; @ ch1-4:p1;
- Unconditional Call Forward to VOIP: ch1-4:xxxxxx;

- Channel dialing to VoIP :
  - Aquí se ubica las líneas PSTN que se registran y se conectaran directamente.

**Channel Dialing to VoIP**  
 1. Unconditional Call Forward:

User ID:  (i.e ch1-2:223;ch3:224)  
 Sip Server: @  (ch1-2:p1;ch3:p2)  
 Sip Destination Port:  (ch1-2:5060;ch2:7080)

**Figura 61** –Configuración de canales en Gateway.

Ahora se configura las troncales que se crearon sobre el servidor de VoZIP Elastix, para lograr que interactuen.

En la pestaña de Chaneels se debe configurar:

- Los canales y las troncales creadas en el servidor.

**Grandstream Device Configuration**

Status Basic Settings Advanced Settings FXO Lines FXO Line Test **Channels** Dial-plan Profile 1 Profile 2 Profile 3

**Phone Number Settings**

Channel(s)	SIP User ID	Authenticate ID	Authen Password	Profile ID
1. 1	<input type="text" value="1001"/>	<input type="text" value="1001"/>	<input type="text"/>	Profile 1
2. 2	<input type="text" value="1002"/>	<input type="text" value="1002"/>	<input type="text"/>	Profile 1
3. 3	<input type="text" value="1003"/>	<input type="text" value="1003"/>	<input type="text"/>	Profile 1
4. 4	<input type="text" value="1004"/>	<input type="text" value="1004"/>	<input type="text"/>	Profile 1
5. 5	<input type="text" value="1005"/>	<input type="text" value="1005"/>	<input type="text"/>	Profile 1
6. 6	<input type="text" value="1006"/>	<input type="text" value="1006"/>	<input type="text"/>	Profile 1
7. 7	<input type="text" value="1007"/>	<input type="text" value="1007"/>	<input type="text"/>	Profile 1
8. 8	<input type="text" value="1008"/>	<input type="text" value="1008"/>	<input type="text"/>	Profile 1

**Figura 62** –Pantalla de configuración de cuentas SIP en Gateway.

Se ingresa la direccion IP del servidor Elastix , el gateways puede interactuar con varios servidores de centrales telefónicas a la vez, para efectuar este cambio dirigirse:

- Profile 1 (Perfil por defecto para el registro del servidor Elastix)
- Profile Name .- Nombre del perfil

- SIP server .- Dirección IP de servidor Elastix

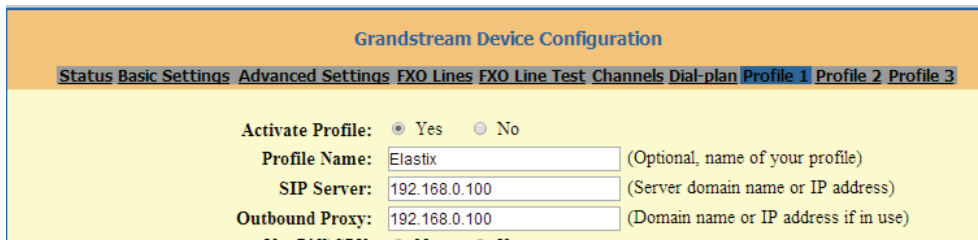


Figura 63 –Pantalla de configuración de perfiles.

Todos los parametros que no se especifican se conserva los valores por defecto.

En la opcion STATUS , se observa el registro de las lines PSTN, donde indica un estado de registro satisfactorio(vease la figura) .

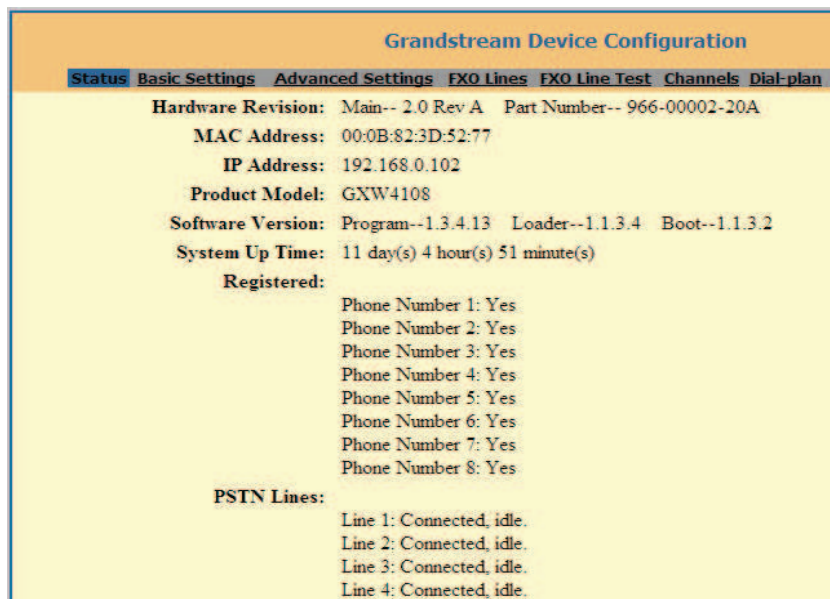


Figura 64 –Pantalla de estad de configuraciones.

#### 4.1.8 CONFIGURACIÓN DE TELEFONOS IP

Los teléfonos IP están basados en el principio de comunicación de voz sobre la red de datos. Se configuran mediante una plataforma HTTP o manualmente.

Al ingresar a la interfaz de un teléfono IP, se ingresa el usuario en algunos casos y en otros solo la contraseña, los modelos más comunes son GRANDSTREAM GXP1400 y 1405, la diferencia de estos modelos Grandstream es que el GXP1405 es suministrado la energía con un switch PoE.

En este proyecto se utiliza teléfonos modelo GRANDSTREAM.

Para su configuración, se debe iniciar un navegador WEB

1. Para su configuración, se debe iniciar un navegador WEB, se ingresa la IP asignada al Teléfono. Si tiene acceso con dhcp, es necesario identificar en las opciones del teléfono (status) la dirección IP.



**Figura 65** –Inicio de interfaz http de un teléfono IP.

2. Se ingresa la contraseña por defecto “admin” para la autenticación.



**Figura 66** –Autenticación vía http de teléfono IP.

Se debe configurar una cuenta al superar la autenticación, ciertos equipos permiten alojar más de una cuenta, son equipos mucho más sofisticados pero con el mismo fin y funcionalidad.

3. Ingresar a la pestaña de **CUENTAS** o **ACCOUNTS**.

Configurar los siguientes parámetros que se detallan a continuación:

- **Account active:** se coloca en estado SI ( yes)

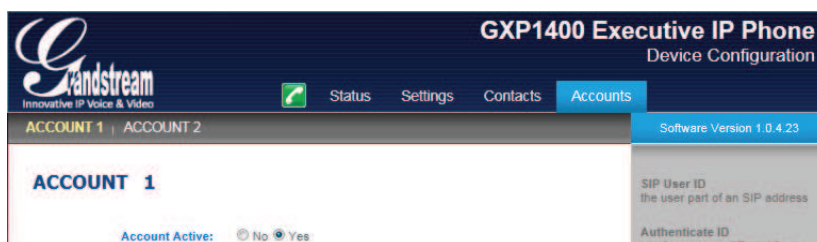


Figura 67 –Pantalla de cuentas configurables en teléfono IP.

- **Account name.-** Se coloca la extensión y el nombre del usuario que hará uso del teléfono (no es indispensable), puede colocar cualquier valor. (al descolgar el teléfono muestra esta información)



Figura 68 –Pantalla de estado de una cuenta.

- **Sip server:** colocar la dirección IP del servidor de telefonía.

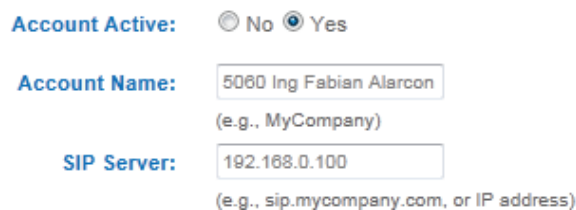


Figura 69 –Configuración de SIP Server en teléfono.



- **Secondary SIP Server:** Si se tiene un segundo servidor o un failover, un servidor espejo

**Account Active:**  No  Yes

**Account Name:**   
(e.g., MyCompany)

**SIP Server:**   
(e.g., sip.mycompany.com, or IP address)

**Secondary SIP Server:**   
(e.g., sip.mycompany.com, or IP address)

Figura 70 –Configuración de SIP Server Secundario en teléfono.

- **Outbound proxy:** Colocar la dirección IP del servidor de telefonía.

**Account Active:**  No  Yes

**Account Name:**   
(e.g., MyCompany)

**SIP Server:**   
(e.g., sip.mycompany.com, or IP address)

**Secondary SIP Server:**   
(e.g., sip.mycompany.com, or IP address)

**Outbound Proxy:**   
(e.g., proxy.myprovider.com, or IP address)

Figura 71 –Configuración de proxy en teléfono IP.

- **Sip User id:** Colocar la identificación del usuario (número de extensión).

**Account Active:**  No  Yes

**Account Name:**   
(e.g., MyCompany)

**SIP Server:**   
(e.g., sip.mycompany.com, or IP address)

**Secondary SIP Server:**   
(e.g., sip.mycompany.com, or IP address)

**Outbound Proxy:**   
(e.g., proxy.myprovider.com, or IP address)

**SIP User ID:**   
the user part of an SIP address

Figura 72 –Configuración de extensión en teléfono IP.

- **Authentícate id:** Colocar el número de la extensión.

**Account Active:**  No  Yes

**Account Name:**   
(e.g., MyCompany)

**SIP Server:**   
(e.g., sip.mycompany.com, or IP address)

**Secondary SIP Server:**   
(e.g., sip.mycompany.com, or IP address)

**Outbound Proxy:**   
(e.g., proxy.myprovider.com, or IP address)

**SIP User ID:**   
the user part of an SIP address

**Authenticate ID:**   
can be same or different from SIP UserID

- **Authenticate password:** Colocar el password creado al configurar la extensión en el servidor de telefonía IP.

**Account Active:**  No  Yes

**Account Name:**   
(e.g., MyCompany)

**SIP Server:**   
(e.g., sip.mycompany.com, or IP address)

**Secondary SIP Server:**   
(e.g., sip.mycompany.com, or IP address)

**Outbound Proxy:**   
(e.g., proxy.myprovider.com, or IP address)

**SIP User ID:**   
the user part of an SIP address

**Authenticate ID:**   
can be same or different from SIP UserID

**Authenticate Password:**   
(not displayed for security protection)

- **Name:** nombre del usuario (no es necesario).

**Account Active:**  No  Yes  
**Account Name:**   
(e.g., MyCompany)  
**SIP Server:**   
(e.g., sip.mycompany.com, or IP address)  
**Secondary SIP Server:**   
(e.g., sip.mycompany.com, or IP address)  
**Outbound Proxy:**   
(e.g., proxy.myprovider.com, or IP address)  
**SIP User ID:**   
the user part of an SIP address  
**Authenticate ID:**   
can be same or different from SIP UserID  
**Authenticate Password:**   
(not displayed for security protection)  
**Name:**   
(optional, e.g., John Doe)

- **Voice Mail UserID:** Colocar la extensión del servidor de los buzones (correo de voz).

**Voice Mail UserID:**  (UserID for voice mail system)  
**Send DTMF:**  in-audio  via RTP (RFC2833)  via SIP INFO

- **Send DTMF:** En necesario dejar activo la opción vía RTP (RFC2833)

**Voice Mail UserID:**  (UserID for voice mail system)  
**Send DTMF:**  in-audio  via RTP (RFC2833)  via SIP INFO

- **Dial Plan:** Por defecto el plan de marcado es { x+ | \*x+ | \*xx\*x+ }, se puede hacer que sea más rápido apenas se termina de ingresar el último número, si es Ecuador de 7 dígitos se modifica el siguiente plan de marcado o dial plan { 9[2-9]xxxxxx | \*x. | [1-8]xx | 90x. | 03xxxxxxxxxx }

**Dial Plan Prefix:**  (this prefix string is added to each dialed number)

**Dial Plan:**

- **Preferred Vocoder:** Dejar todas las opciones en PCMU, solo si es una red local, y en GSM si está registrándose por internet.

**Preferred Vocoder:** (in listed order)

choice 1:

choice 2:

choice 3:

choice 4:

choice 5:

choice 6:

choice 7:

**SRTP Mode:**  Disabled  Enabled but not forced  
 Enabled and forced  Optional

**Symmetric RTP:**  No  Yes

**Silence Suppression:**  No  Yes

Para verificar que el registro y configuración fue exitosa es necesario dirigirse a **STATUS**, donde debe mostrar.

- **Service status:** Registered.

The screenshot shows the Grandstream Device Configuration web interface. The top navigation bar includes 'Status', 'Settings', 'Contacts', and 'Accounts'. The 'STATUS' page displays the following information:

- MAC Address:** 00:0B:82:44:F3:74
- IPv4 Address:** 192.168.0.111
- IPv6 Address:** 0:0:0:0:0:0:0:0
- OpenVPN IP:** (empty field)
- Product Model:** GXP1400
- Part Number:** 9620002416A
- Software Version:**
  - boot: 1.0.1.22
  - core: 1.0.3.25
  - base: 1.0.3.31
  - prog: 1.0.4.23
  - disp: 0.82
- System Up Time:** 43 days
- System Time:** 12:11PM Thu 11/28/13
- Registered:**
  - Account 1: Registered
  - Account 2: Not Registered
- PPPoE Link Up:** Disabled  
Unknown NAT
- Service Status:**
  - GUI: RUNNING (MEM: 8888)
  - PHONE: RUNNING (MEM: 9104)
  - Core Dump: CLEAN

Copyright © Grandstream Networks, Inc. 2012. All Rights Reserved.

Figura 73 –Pantalla estado de configuraciones en teléfono IP.

Al finalizar el proceso de configuración es necesario proceder con las pruebas de funcionalidad, tanto internamente como externamente.

#### 4.1.9 CONFIGURACIÓN DE TELEFONOS IP VIRTUALES

La configuración de un teléfono IP virtual consiste en un software específico a implementarse en un PC, con ayuda de un softphone se logra gestionar todas las llamadas desde el PC personal.

Para este proyecto se opta por X-Lite (software de telefonía IP virtual), que posee suficientes características para cubrir las necesidades de los usuarios.

Para configurar los terminales virtuales, se necesita registrar la cuenta, este software permite registrar simultáneamente hasta dos cuentas por terminal.

##### 4.1.9.1 Registro de una Cuenta

Al ejecutar X-Lite por primera vez, solicita que se configure una cuenta de usuario para realizar y recibir llamadas.

Se observa la siguiente ventana, donde se añade una nueva cuenta.



Figura 74 –Configuración de cuenta SIP en X-Lite.

Es necesario configurar ciertas variables para su funcionamiento.

- **Display name:** Nombre que se identifique al realizar llamadas.
- **User name:** Nombre del usuario según se ha cargado en el servidor de telefonía IP.
- **Password:** contraseña particular del usuario, para registrarse en el servidor.
- **Authorization User name:** Esta variable debe estar cargada con el mismo valor que el User name.
- **Domain:** Dirección IP o nombre de dominio correspondiente al servidor de telefonía IP.

Los campos no especificados es necesario mantener sus valores por defecto.

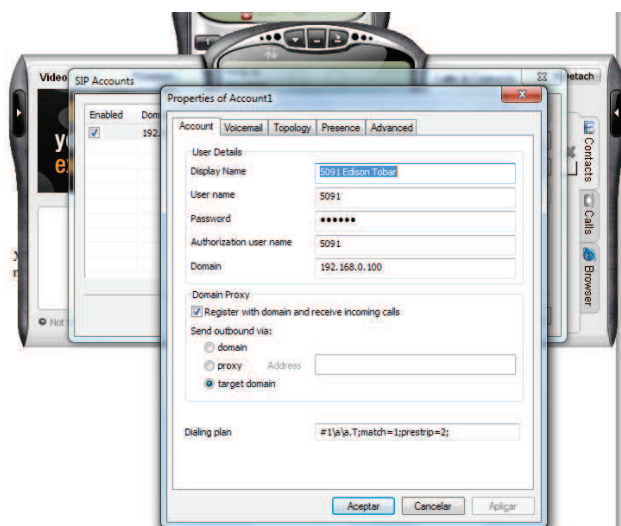


Figura 75 –Valores de configuración cuenta SIP en X-Lite.

Al terminar la configuración de las variables necesarias, se observa que se encuentra registrado el softphone correctamente.



Figura 76 –Software X-Lite configurado.



## **5 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

### **5.1 CONCLUSIONES**

Este proyecto trata sobre la implementación de una central PBX, incluyendo la reutilización de la estructura actual de RED de datos en la empresa “Información Tecnológica del Ecuador”.

Donde los sistemas actuales de telefonía tradicional se encuentran limitados, por lo cual obligan el uso de equipos de la misma marca haciéndolo más costoso cada vez.

Esta solución ha superado este inconveniente gracias a la integridad y compatibilidad de componentes que ofrece las plataformas que intervienen en la implementación como son las de software libre, siempre basándose en protocolos y estándares, tiene como objetivo la reducción de costos de operación, mantenimiento y consumo telefónico. Su uso adecuado podrá contribuir a la mejora del servicio prestado por la empresa, en soporte a usuarios y en la comunicación tanto interna como externa.

La solución PBX cuenta con soporte por parte de las personas encargadas del área de Sistemas mediante asistencia, supervisión y capacitación del autor de la implementación de la central telefónica, al igual que la administración de las extensiones y conexiones.

Donde se cumplió con las necesidades de la empresa, brindando un servicio satisfactorio a los clientes y cubriendo todas las necesidades de comunicación tanto interna como externa, permitiendo a la empresa tener un crecimiento en su infraestructura sin inconvenientes con la solución actualmente implementada.

Al igual que por políticas de la empresa existe servicios actualmente deshabilitados como lo son: correo de voz, re direccionamiento de llamadas.

## 5.2 RECOMENDACIONES

La solución implementada en la empresa Información tecnológica del Ecuador, cubre las necesidades actuales con capacidades de crecimiento a mayor escala por lo cual se realiza una serie de recomendaciones para un correcto uso y mantenimiento.

- Si la demanda de comunicación IP aumenta entre las diferentes unidades de la empresa ya sea dentro o fuera del país, se debe aumentar el canal de comunicación dedicado para la transmisión de voz.
- Se recomienda capacitar a toda el área de sistemas de la empresa Información Tecnológica del Ecuador en la nueva tecnología a implantar, a fin que todos estén en la capacidad de realizar y ejecutar las diferentes funciones que la solución ofrece.
- Poseer en bodega un stock de teléfonos IP para cualquier imprevisto que sufran los equipos instalados y no pueda repararse inmediatamente.
- Tener un Backup de las configuraciones de la central PBX, en caso que suceda algún inconveniente con la infraestructura actual, para lograr una solución en menor tiempo posible ante fallos.
- Mantener un registro de reportes diarios generados por la central para lograr un control sobre el consumo de las líneas telefónicas.
- Asignar rangos de direcciones IP para los teléfonos, fáciles de identificar para aplicar políticas de seguridad y calidad de servicio.
- Establecer políticas y procedimientos de monitoreo y análisis de tráfico de red, para mantener control del estado de la red LAN.
- Se recomienda se realice una validación del cableado estructurado actual y su desempeño ante la carga de voz y datos en su mayor totalidad.
- Incorporar los servicios de re direccionamiento de llamada y correo de voz para personal administrativo, mediante la mejora de sus políticas de control de atención a los clientes.

- Se recomienda tener un servidor alternativo de la central telefónica IP, para solventar la necesidad de comunicación ante fallos graves del servidor.

## REFERENCIAS

### 6 BIBLIOGRAFÍA

#### ENTREVISTAS.-

Alarcon, A. (01 de Abril de 2012). Situacion actual de Comunicaciones. (E. J. Tobar Roblero, Entrevistador)

Alarcon, V. (01 de Marzo de 2012). Descripcion de IT del Ecuador. (E. J. Tobar ROblero, Entrevistador)

#### DOCUMENTOS Y LIBROS.-

Hinojosa Lopez, M. A. (2009). Tesis Facultad Ingenieria Electrica EPN. En M. A. Hinojosa Lopez, *Diseño de una red MPLS utilizando el protocolo IPV6* (pág. Julio). Quito.

Sheldon, T. (1994). *Novell Network 4*. España: Interamericana de España SA.

#### SITIOS WEB.-

Aires, U. N. (s.f.). <http://www.exa.unicen.edu.ar/>. Recuperado el 01 de Junio de 2013, de <http://www.exa.unicen.edu.ar/catedras/comdat1/material/ElmodeloOSI.pdf>

Ambato, U. T. (2005). *reporsitorio*. Recuperado el 15 de Julio de 2013, de <http://repositorio.utm.edu.ec/>

Benitez, S. (s.f.). <http://perso.wanadoo.es/>. Recuperado el 15 de Mayo de 2013, de <http://perso.wanadoo.es/aldomartin/topologoasdered.htm>

- Bermudez, G., & Luz, D. (2003). *protocolotcpip.galeon.com*. Recuperado el 25 de Junio de 2013, de <http://protocolotcpip.galeon.com/>
- Centrix, C. (1999). <http://www.callcentrix.net/>. Recuperado el 25 de Agosto de 2013, de <http://www.callcentrix.net/soluciones/avayaipoffice/caracteristicas.aspx>
- Cueva, M. (Julio de 2012). *monografias.com*. Recuperado el 5 de Agosto de 2013, de <http://www.monografias.com/trabajos87/voz-ip/voz-ip.shtml>
- Diaz, F. (22 de Noviembre de 2012). <http://franciscodiazuniga.wordpress.com/>. Recuperado el 31 de Julio de 2013, de <http://franciscodiazuniga.wordpress.com/2012/11/22/caracteristicas-del-protocolo-ipv6/>
- Evein, L. (06 de Noviembre de 2009). <http://eveinliana.blogspot.com/>. Recuperado el 02 de Mayo de 2013, de [http://eveinliana.blogspot.com/2009\\_11\\_01\\_archive.html](http://eveinliana.blogspot.com/2009_11_01_archive.html)
- Gonzales, A., & Cebrian, J. (1999). *emagister*. Recuperado el 01 de Junio de 2013, de <http://www.emagister.com/curso-que-son-redes/modelo-osi>
- Grandstream. (2000). <http://www.grandstream.com/>. Recuperado el 20 de Agosto de 2013, de <http://www.grandstream.com/>
- Koskela, L. (1992). *Application of the new production philosophy to construction*. Finland: VTT Building Technology.
- Lopez, A. (2013). *Prof. Carolina Quinodoz*. Recuperado el 22 de Abril de 2013, de <http://profecarolinaquinodoz.com/principal/?tag=red-cliente-servidor>

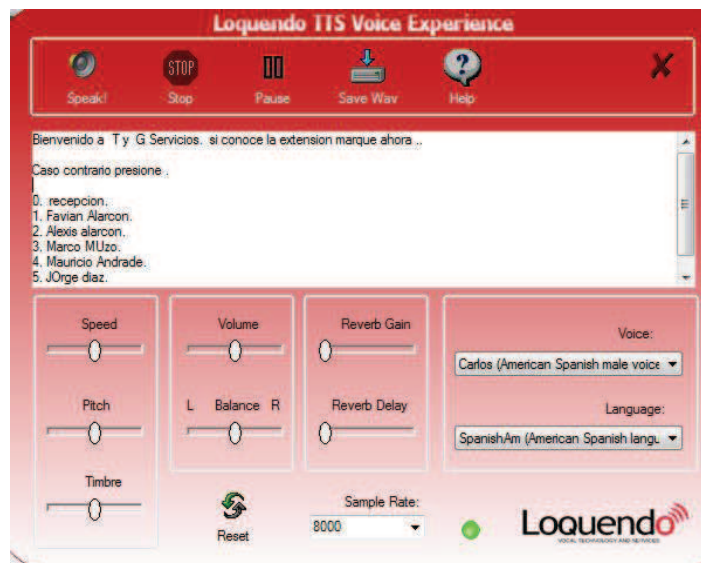
- Meneses , O. I. (2010). *scribd*. Recuperado el 11 de Junio de 2013, de <http://es.scribd.com/doc/72086827/20/Caracteristicas-fundamentales-del-modelo-OSI>
- Moreno, L. (2010). <http://usuaris.tinet.cat/>. Recuperado el 08 de Mayo de 2013, de [http://usuaris.tinet.cat/acl/html\\_web/redes/topologia/topologia\\_2.html](http://usuaris.tinet.cat/acl/html_web/redes/topologia/topologia_2.html)
- PaloSanto. (2006). <http://www.elastix.org/>. Recuperado el 5 de Septiembre de 2013, de <http://www.elastix.org/index.php/es/informacion-del-producto/caracterisiticas.html>
- Pes, C. (2006). *CarlosPes.com*. Recuperado el 29 de Abril de 2013, de [http://www.carlospes.com/minidiccionario/red\\_igual\\_a\\_igual.php](http://www.carlospes.com/minidiccionario/red_igual_a_igual.php)
- Rodriguez, N. O. (16 de Abril de 2007). *slideshare*. Recuperado el 01 de Julio de 2013, de <http://www.slideshare.net/normyser/direcciones-ipv4-e-ipv6>
- SL, 3. (2005). <http://www.34t.com/>. Recuperado el 7 de Agosto de 2013, de <http://www.34t.com/box-docs.asp?doc=583>
- TenoAtlantica. (2013). <http://www.tecnoatlantica.com/>. Recuperado el 01 de Septiembre de 2013, de <http://www.tecnoatlantica.com/servicios/comunicacion/soluciones-con-elastix/>
- VanHaute, N., & Barascud, J. (Enero de 2013). <http://es.kioskea.net/>. Recuperado el 25 de Agosto de 2013, de <http://es.kioskea.net/contents/278-protocolos-rtp-rtcp>
- VoIP, F. (2005). <http://www.voipforo.com/>. Recuperado el 30 de Agosto de 2013, de <http://www.voipforo.com/SIP/SIPmensajes.php>
- Zona, T. (2001). <http://textozone.com>. Recuperado el 5 de Septiembre de 2013, de <http://textozone.com/articulos-miscelaneos/content-874.html>

## ANEXOS

### ANEXO A – Creación de archivo de audio para IVR.

Se detalla la creación de audio para implementar en IVR, sobre la central PBX:

1. Instalar un software que permita la creación de archivos de audio en varios formatos entre estos WAV.
2. Se detalla el uso de un software llamado LOQUENDO. Se inicia el programa y se ingresa el texto que desea escuchar en el archivo de audio.
3. Se crea el archivo en tono de voz de preferencia (mujer, hombre, robot, etc.), como indica en la figura.



**Figura 1 Anexo:** Programa de creación de audio.

4. Guardar el archivo en formato WAV.



Figura 2 Anexo: Pantalla de creación archivo de voz en formato WZV.

5. Agregar el archivo de audio al servidor de telefonía IP.

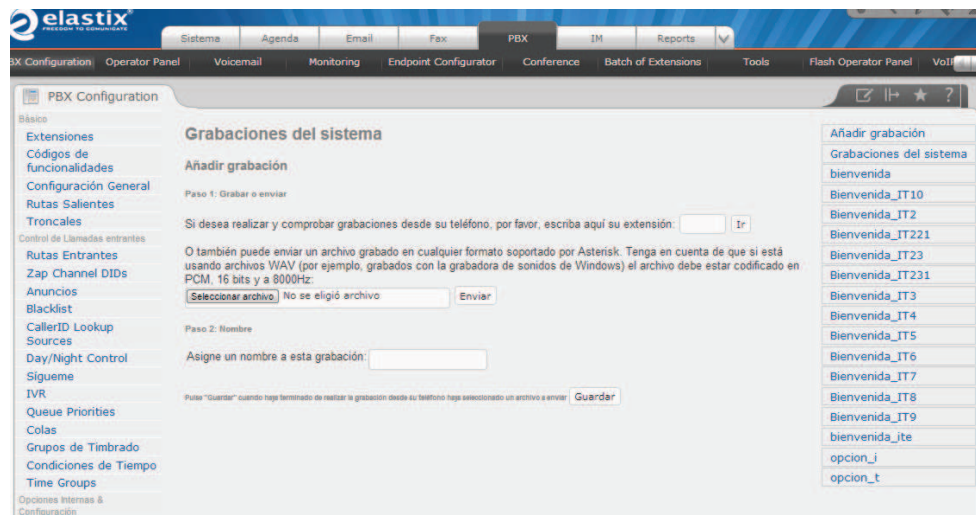



Figura 3 Anexo: Pantalla de selección de archivo WAV en Servidor IP



## ANEXO B – Proformas de equipos para central PBX

Se presenta Proforma de equipos para implementar central PBX de la empresa RideTel:

	<h1 style="margin: 0;">RideTel</h1> <p style="margin: 0; font-size: small;">Making IT easy!</p>	Compañía de Telecomunicaciones e Informática RideTel Cía. Ltda. Federico Paez Oe12-66 y Julio Salem Quito - Ecuador		
<b>Responsable:</b> Eliécer Tates		<b>Teléfono:</b> 0995818147		
<b>Email:</b> eliecer.tates@ridetel.com				
<b>Cliente:</b> ITDELECUADOR		<b>Teléfono:</b> -		
<b>Contacto:</b> Edison Tober		<b>Fecha:</b> 2013-05-15		
<b>Dirección:</b> Quito		<b>Ciudad:</b> Quito		
<b>email:</b>		<b>RUC:</b>		
<b>PROFORMA RT2013026</b>				
ÍTEM	DESCRIPCIÓN	CANT	COSTO U	TOTAL
CC-0103	NOVA COM SERVER 103. Central de Comunicaciones 50 llamadas simultáneas. RAM 4GB, HD 500GB	1	\$625.00	\$625.00
TEIP-02002	GRANDSTREAM GXP1400, telefono IP 2 líneas SIP	20	\$80.36	\$1,607.14
TDM-0104	Tarjeta Asterisk Genérica 4 FXO	1	\$258.93	\$258.93
TDM-0108	Tarjeta Asterisk Genérica 8 FXO	1	\$312.50	\$312.50
GW-01108	GRANDSTREAM GXW4108 8P FXO	1	\$464.29	\$464.29
GW-01004	GRANDSTREAM GXW4104 4P FXO	1	\$383.93	\$383.93
Forma de pago: 70% anticipo, 30% contraentrega		<b>SUBTOTAL</b>	<b>\$3,651.79</b>	
Validez de la proforma: 10 días laborables		<b>IVA</b>	<b>\$438.21</b>	
Tiempo de entrega: 12 días laborables		<b>TOTAL</b>	<b>\$4,090.00</b>	

Atentamente,

Ing. Eliécer Tates Montenegro  
 RideTel Cía. Ltda.  
 VoIP Specialist Engineer  
 eliecer.tates@ridetel.com  
 Cel: +593 9 95818147

Figura 4 Anexo: Proforma 1 de RIDETEL S.A.


 <b>RideTel</b> Making IT easy!		Compañía de Telecomunicaciones e Informática RideTel Cía. Ltda. Federico Paez Oe12-66 y Julio Salem Quito - Ecuador		
<b>Responsable:</b>	Eliécer Tates	<b>Teléfono:</b>	0995818147	
<b>Email</b>	eliecer.tates@ridetel.com			
<b>Cliente:</b>	ITDELECUADOR	<b>Teléfono:</b>	2550397	
<b>Contacto:</b>	Edison Tobar	<b>Fecha:</b>	2013-05-30	
<b>Dirección:</b>	Av Orellana y 10 de agosto edificio el CID	<b>Ciudad:</b>	Quito	
<b>email:</b>	edison.tobar@itdelecuador.com	<b>RUC:</b>		
<b>PROFORMA RT2013042</b>				
ÍTEM	DESCRIPCIÓN	CANT	COSTO U	TOTAL
TEIP-02002	GRANDSTREAM GXP1400, telefono IP 2 líneas SIP	3	\$80.36	\$241.07
GW-01108	GRANDSTREAM GXW4108 8P FXO	1	\$446.43	\$446.43
Forma de pago: 100% contraentrega			<b>SUBTOTAL</b>	<b>\$687.50</b>
Validez de la proforma: 10 días laborables			<b>IVA</b>	<b>\$82.50</b>
Tiempo de entrega: Inmediato			<b>TOTAL</b>	<b>\$770.00</b>
Atentamente,				
Ing. Eliécer Tates Montenegro				
RideTel Cía. Ltda.				
VoIP Specialist Engineer				
eliecer.tates@ridetel.com				
Cel: +593 9 95818147				

Figura 5 Anexo: Proforma 2 de RIDETEL S.A.


 <b>RideTel</b> Making IT easy!		Compañía de Telecomunicaciones e Informática RideTel Cía. Ltda. Federico Páez Oe12-66 y Julio Salem Quito - Ecuador		
Responsable:	Eliécer Tates	Teléfono:	0995818147	
Email:	eliecer.tates@ridetel.com			
Cliente:	Sibugui Cía. Ltda.	Teléfono:	0995828223	
Contacto:	Dany Salazar	Fecha:	2013-05-16	
Dirección:	Quito	Ciudad:	Quito	
email:	dany.salazar@intelectus-system.com	RUC:		
<b>PROFORMA RT2013027</b>				
ÍTEM	DESCRIPCIÓN	CANT	COSTO U	TOTAL
CO-002	Configuración Central Asterisk Administrable	1	\$580.36	\$580.36
CO-005	Configuración Gateway	2	\$53.57	\$107.14
CO-004	Configuración teléfonos grandstream	8	\$17.86	\$142.88
Forma de pago: 70% anticipo, 30% contraentrega			<b>SUBTOTAL</b>	<b>\$830.36</b>
Validez de la proforma: 10 días laborables			<b>IVA</b>	<b>\$99.64</b>
Tiempo de entrega: 12 días laborables			<b>TOTAL</b>	<b>\$930.00</b>
Atentamente,				
Ing. Eliécer Tates Montenegro RideTel Cía. Ltda. VoIP Specialist Engineer eliecer.tates@ridetel.com Cel: +593 9 95818147				

Figura 6 Anexo: Proforma 3 de RIDETEL S.A.

Proforma de equipos de la empresa EcuadorianPIPE:



**EcuadorianPipe Cia. Ltda.**  
INGENIERIA, EQUIPAMIENTO & SERVICIOS

**OFERTA ECONOMICA**

NOMBRE: <u>IT DE CUADOR</u> DIRECCION: _____ TELEFONO: _____ CIUDAD: <u>Quito</u> FAX: _____ R.U.C.: _____		Referencia <b>N° 0013-118</b>	
		Atención	Fecha
		Adquisiciones	02-may-13

Cantidad	Descripción	Código	Precio Unitario	Total
1	Gateway de 2 puertos FRS GS HT502 Teléfono Básico GrandStream/GSP1405 Manos libres Pantalla LCD Teclas de acceso directo Soporta Headset 2 cuentas SIP		\$ 64.00	\$ 64.00
10			\$ 76.13	\$ 761.30
1	Gateway de 4 puertos FRD GS W4104		\$ 300.00	\$ 300.00
1	Teléfono ejecutivo GS GSP2110 Manos libres Pantalla LCD Teclas de acceso directo Soporta Headset 2 cuentas SIP Orientado a operadores básicos		\$ 196.00	\$ 196.00

<b>Detalles:</b>		SUBTOTAL	\$ 1,281.30
Pago:	100% contra entrega	IVA 12%	\$ 153.76
Garantía:	1 año	TOTAL	\$ 1,435.06
Entrega:	Posta orden de compra	Instalación	No incluida
		Transporte	Incluido
		Total general	\$ 1,435.06

Observaciones:  
- No incluye equipo adicional al ofertado.

Juan Carlos Pineda  
 Gerente General  
 ECUADORIAN PIPE CIA. LTDA.

José Enriquez N64-365 y Manuel de Lara 2o. piso Telefax: 3453-150 / 0950398-13/09503-9811  
Quito - Ecuador  
E mail: ecuadorianpipeciatltda@gmail.com

Figura 7 Anexo: Proforma 1 de ECUADORIAN PIPE.

Características del Equipo adquirido para implementar central PBX:

Código	Descripción del Artículo	Cantidad	Valor Unitario	Valor
CASDLUMT457CBBK	CASE DLUXE DLC-MT457 KEY,MOU,PAR,CR BLACK	1,00	42,00	42,00
MBOINTDH77EB	MBO INTEL DH77EB I7,LGA1155,SD-DDR3,SN,VID,RD	1,00	106,00	106,00
PROINTCORI73770	PROC. INTEL CORE I7-3770 3.4Ghz 8MB Cache	1,00	338,00	338,00
DIMKIN8GBPC1333	DIMM KINGSTON 8GB PC-1333	1,00	66,70	66,70
CREXX7USB2.0	CARD READER USB 2.0 7 EN 1	1,00	3,60	3,60
DVDLGXGH24NS95	DVD-RWRITER LG GH24NS95 22X SATA	1,00	16,60	16,60
HDDSEA1TBSA7200	DISCO DURO SEAGATE 1TB SATA 7200RPM	1,00	71,20	71,20
TRENEX100-1000P	TARJETA DE RED NEXT PCI 100- 1000	1,00	7,60	7,60
SERVTECNICO	SERVICIO ENSAMBLAJE DE MAQUINAS	1,00	10,00	10,00

Información del envío:

<b>Subtotal :</b>	661,70
<b>Descuento :</b>	0,00
<b>Base Imponible :</b>	661,70
<b>I.V.A :</b>	79,39
<b>Total :</b>	741,09

Características básicas con costos referenciales.