

RESUMEN

La presente tesis aborda la implementación de una Red de VoIP (transmitir la voz sobre el protocolo IP), con calidad de servicios, para el Hospital General “Isidro Ayora de Loja”, mejorando su comunicación tanto interna como externa. Se realiza el estudio de los componentes que intervienen en el diseño e implementación de VoIP; como son: los Códex de voz (G.711, G.722, G.729), protocolo IP; protocolos de transporte UDP, TCP, RTP y los protocolos de señalización (SIP, IAX, H.323); se calcula el dimensionamiento de ancho de banda; seleccionado y configurando el hardware(Gateway, equipos, terminales) para VoIP; por último se configura la central telefónica IP, el cual es un servidor de comunicaciones unificadas “Elastix”, basada en Asterisk.

Para la configuración de la red de VoIP se realiza el plan de marcado, el plan de direccionamiento IP, la creación de VLANs, y la priorización del tráfico de voz.

La solución que presenta este trabajo, ofrece un esquema pionero e innovador a un bajo costo, permitiendo de esta manera mejorar la coordinación en los distintos departamentos y áreas de salud de Loja. Por otro lado proporciona la reducción de costos, que implican las llamadas al utilizar la telefonía convencional, ofreciendo una propia infraestructura basada en tecnologías de redes de voz sobre IP.

INDICE GENERAL

CERTIFICACIÓN.....	11
AUTORÍA.....	12
AGRADECIMIENTO.....	13
DEDICATORIA.....	14
RESUMEN.....	15
ABSTRACT	18

CAPITULO UNO: SITUACIÓN ACTUAL DEL HOSPITAL ISIDRO AYORA. INTRODUCCIÓN.....	22
1.1. ANTECEDENTES	23
1.2. ESTADO DE ARTE.....	24
1.3. DIAGRAMA ORGANIZACIONAL	27
1.4. DISTRIBUCIÓN DE PROCESOS Y SUBPROCESOS.	28
1.5. DISEÑO ACTUAL DE LA RED DE VOZ Y DATOS.....	31
1.6. PROBLEMAS A SER RESUELTO.....	32
1.7. JUSTIFICACIÓN.....	34
1.8. OBJETIVOS.....	35
1.9. ALCANCE.....	36

CAPITULO DOS: INTRODUCCIÓN A LA TECNOLOGÍA DE VoIP 38

2.1. BREVE HISTORIA	39
2.2. MODELO TCP /IP	40
2.2.1. LA CAPA FÍSICA Y ENLACE DE DATOS	42
2.2.2. LA CAPA DE INTERNET	42
2.2.3. LA CAPA DE TRANSPORTE	43
2.2.4. LA CAPA DE APLICACIÓN.....	44
2.3. VOZ SOBRE IP.....	45
2.4. CÓDEC DE VOZ.....	49
2.4.1. G.711.....	50
2.4.2. G.722.....	51
2.4.3. G.723.1.....	52
2.4.4. G.726.....	53
2.4.5. G.628.....	54
2.4.6. G.729.....	54
2.4.7. ILBC (Internet Low Bit Rate Codec)	56
2.4.8. CUADRO RESUMEN DE CODEC DE VOZ.....	61
2.5. PROTOCOLOS Y ESTÁNDARES DE VoIP.....	62
2.5.1. PROTOCOLOS DE TRANSPORTE VoIP.....	63
2.5.1.1. PROTOCOLO DE TRANSPORTE EN TIEMPO REAL (RTP)	64
2.5.1.1.1. FUNCIONES.....	67

2.5.1.1.2. FORMATO DE TRAMA RTP	67
2.5.1.2. PROTOCOLO DE CONTROL DE TRANSPORTE EN TIEMPO REAL (RTCP)	69
2.5.2. PROTOCOLOS DE SEÑALIZACIÓN UTILIZADOS EN VoIP.....	70
2.5.2.1. H.323.....	72
2.5.2.2. SIP (SESSION INITIATION PROTOCOL).....	72
2.5.2.3. IAX (INTER ASTERISK EXCHANGE).....	76
2.5.2.4. MEGACO y MGCP (Media Gateway Control Protocol)	80
2.5.2.5. SCCP (Skinny Client Control Protocol).....	81
2.6. FACTORES QUE DEFINEN CALIDAD DE SERVICIO.....	82
2.6.1. LATENCIA.....	83
2.6.2. FLUCTUACIÓN DE RETARDO (JITTER).....	83
2.6.3. PERDIDAS DE PAQUETES.....	85
2.6.4. ECO.....	86
2.7. COMPONENTES PRINCIPALES PARA EL DISEÑO DE UNA RED IP PARA TRANSMISIÓN DE VOZ	88
2.8. FACTORES PRINCIPALES A TENER EN CUENTA EN PARA LA CALIDAD DE VOZ.....	89
2.9. CLASIFICACIÓN DE TRÁFICO.....	92
2.9.1. IEEE 802.1p.....	92

2.9.2. IEEE 802.1q.....	94
2.10. CENTRAL TELEFÓNICA DIGITAL (PBX).....	95
2.10.1. DISTRIBUIDOR AUTOMÁTICO DE LLAMADAS (ACD).....	95
2.10.2. INTERACCIÓN DE RESPUESTA DE VOZ (IVR).....	96
2.10.3. SISTEMA CORREO DE VOZ (VMS).....	96
2.11. SOFTWARE LIBRE.....	96
2.12. SISTEMA OPERATIVO PARA EL DISEÑO DE LA RED VOZ SOBRE IP.....	96
2.12.1. CARACTERÍSTICAS DE LINUX.....	97
2.12.2. RED HAT LINUX.....	98
2.12.3. CENTOS (Community Enterprise Operating System)	99
2.12.4. ASTERISK.....	99
2.12.5. ELASTIX.....	100
CAPITULO TRES: ANÁLISIS Y DISEÑO DE LA RED DE VOZ SOBRE IP.....	102
SITUACIÓN ACTUAL DE LA RED DE DATOS.....	104
3.1.1. EQUIPOS QUE SE ADMINISTRAN EN LA RED DE DATOS LAN.....	104
3.1.1.1. RUTEADOR Y SWITCHES	104
3.1.1.2. SERVIDORES.....	105
3.1.2. DISEÑO ACTUAL DE LA RED DE DATOS	105

3.2. SITUACIÓN ACTUAL DE LA RED TELEFÓNICA...	106
3.2.1. CENTRAL TELEFÓNICA.....	106
3.2.2. CARACTERÍSTICAS.....	106
3.2.3. DISEÑO ACTUAL DE LA RED DE VOZ.....	107
3.3. ESTRUCTURA DE LA RED DE VoIP.....	108
3.4. ELECCIÓN DE CÓDEC DE VOZ.....	112
3.5. ELECCIÓN DE PROTOCOLOS DE SEÑALIZACIÓN	113
3.6. ANCHO DE BANDA.....	114
3.6.1. TRÁFICO DE VOZ.....	114
3.6.2. MODELOS DEL TRAFICO DE VOZ.....	117
3.6.3. ANÁLISIS DE TRAFICO TELEFÓNICO.....	122
3.6.4. CÁLCULO DE ANCHO DE BANDA.....	131
3.7. ELECCIÓN DE EQUIPOS.....	139
3.7.1. ELECCIÓN DE TELÉFONOS IP.....	139
3.7.2. ELECCIÓN DE TARJETAS DE INTERCONEXIÓN.....	143
3.7.3. ELECCIÓN DEL SERVIDOR.....	144
3.8. PLAN DE MARCACIÓN.....	145
3.9. PLAN DE DIRECCIONAMIENTO IP Y VLANS.....	148
3.9.1. DIAGRAMA DEL PLAN DE DIRECCIONAMIENTO IP Y VLANS DE HIAL.....	150
3.9.2. DIAGRAMA DEL PLAN DE DIRECCIONAMIENTO IP Y VLANS DE LA DPSL.....	152

3.9.3. DIAGRAMA DEL PLAN DE DIRECCIONAMIENTO IP Y VLANS DE ÁREA DE SALUD.....	152
3.9.4. DIAGRAMAS DE ENLACES.....	153

CAPITULO 4: INSTALACIÓN Y CONFIGURACIÓN Y PRUEBAS..... 154

4.1. IMPLEMENTACIÓN DEL SERVIDOR ELASTIX.....	155
4.2. DIAGRAMAS DE OPERACIÓN DE RED.....	156
4.2.1. LLAMADAS EN LA RED INTERNA.....	156
4.2.2. LLAMADAS ENTRE EL HOSPITAL PROVINCIAL ISIDRO AYORA, DPSL Y ÁREAS DE SALUD...157	157
4.2.3. LLAMADAS HACIA ABONADOS EXTERNO....158	158
4.3. PRUEBAS Y RESULTADOS..... 159	159
4.3.1. HARDWARE Y SOFTWARE UTILIZADOS 160	160
4.3.1.1. HARDWARE.....	160
4.3.1.2. SOFTWARE..... 161	161
4.3.2. PRUEBA DE ESTABLECIMIENTO ENTRE LLAMADAS INTERNAS..... 161	161
4.3.3. PRUEBA DEL ESCENARIO ENTRE LOCALES..... 167	167
4.3.4. PRUEBA DE CONSUMO DE ANCHO DE BANDA Y CAPACIDAD DEL SERVIDOR..... 171	171
4.3.4.1. PRUEBA DE CONSUMO DE ANCHO DE	

BANDA.....	171
4.3.4.2. PRUEBA DE CAPACIDAD DEL SERVIDOR DE VoIP.....	180
4.3.5. PRUEBA DE CAPACIDAD DE LOS EQUIPOS DE RED.....	183
5. COSTOS DEL PROYECTO.....	185
5.1. COSTOS DE LA PBX Y TELÉFONOS.....	186
5.2. COSTO DE EQUIPOS.....	186
5.3. COSTOS RECURSOS HUMANOS.....	186
5.4. MANTENIMIENTO Y OPERACIÓN.....	187
5.5. COSTO TOTAL.....	187
5.6. AHORRO.....	188
CONCLUSIONES.....	189
RECOMENDACIONES.....	192
TRABAJOS FUTUROS.....	194
BIBLIOGRAFÍA.....	195
GLOSARIO DE TÉRMINOS Y ABREVIATURAS.....	199
ANEXOS	
ANEXO 1. HOJAS TÉCNICAS.....	204
ANEXO 2. CONFIGURACIÓN BÁSICA DE TELÉFONOS ATCOM AT-620	208

ANEXO 2.1	CONFIGURACIÓN DE SOFTPHONE PHONERLITE.....	213
ANEXO 3.	INSTALACIÓN DE ELASTIX.....	216
ANEXO 4.	ELEMENTOS DEL SISTEMA.....	228
ANEXO 4.1	CREACIÓN DE EXTENSIONES SIP EN LA PBX ELASTIX.....	235
ANEXO 4.2	CONFIGURACIÓN DE TRONCALES IAX2 ENTRE LOS DOS SERVIDORES ELASTIX (DPSL Y HIAL.....	249
ANEXO 4.3	CREACIÓN DE RUTAS SALIENTES.....	253
ANEXO 4.4	GRABACIONES DEL SISTEMA.....	259
ANEXO 5.	INSTALACIÓN Y UTILIZACIÓN DE PUTTY.....	262
ANEXO 6.	CONFIGURACIÓN DE LOS SWITCHES 3COM 4500.....	265
ANEXO 6.1.	CONFIGURACIÓN DE SWITCH 3 COM PARA ESTABLECIMIENTO ENTRE LLAMADAS INTERNAS.....	270
ANEXO 7.	PROFORMAS DE ELEMENTOS DE CENTRAL TELEFÓNICA.....	280

ANEXO 8. PROFORMAS CENTRAL OXO.....	282
-------------------------------------	-----

APÉNDICES

APÉNDICE 1: EXPLICACIÓN DE CAMPOS DE CREACIÓN DE EXTENSIONES.....	284
APÉNDICE 2: EXPLICACIÓN DE CAMPOS DE CREACIÓN DE COLAS.....	292

LISTADO DE FIGURAS

CAPITULO UNO

Figura 1.1	“Hospital Isidro Ayora Loja”.....	23
Figura 1.2	Estructura Organizacional de	
Procesos.....		27
Figura 1.3	Diagrama de Red de Voz y Datos	
Actual.....		32

CAPITULO DOS

Figura 2.1	Comparación modelo ISO y Modelo TCP	
/ IP		41
Figura 2.2	Transporte de la voz en redes de	
paquetes.....		47
Figura 2.3	Estructura de protocolos VoIP	62
Figura 2.4	Tráfico RTP y RTCP a través de la	
	Red.....	63
Figura 2.5	Pila de Protocolos RTP.....	65
Figura 2.6	Protocolos RTP/Crtp	66
Figura 2.7	Estructura de la trama RTP.....	67
Figura 2.8	Protocolos de señalización	71
Figura 2.9	Arquitectura H.323.....	72
Figura 2.10	Ejemplo deservidores SIP.....	76
Figura 2.11	Establecimiento de una llamada entre	
	dos puntos A y B.....	79
Figura 2.12	Colgado de una llamada IAX	79
Figura 2.13	Calidad de Voz	88
Figura 2.14	Componentes principales para el diseño e	
	implementación de una Red de Voz sobre	
	IP.....	89
Figura 2.15	Trama del estándar 802.1.....	93
Figura 2.16	Trama del estándar 802.1q	93

CAPITULO TRES

Figura 3.1	Diseño actual de la red de datos del HIAL.....	106
Figura 3.2	Diseño actual de la red de Voz.....	107
Figura 3.3	Estructura de la Red de voz sobre IP.....	111
Figura 3.4	Modelo de tráfico de Erlang B.....	118
Figura 3.5	Modelo de tráfico de Erlang B extendido.....	119
Figura 3.6	Modelo de tráfico de Erlang C	120
Figura 3.7	Modelo de Tráfico Engset	121
Figura 3.8	Ventana de inicialización Programa Smar.	123
Figura 3.9	Ventana de visualización de criterios de consulta	124
Figura 3.10	Número total de llamadas diarias del mes de marzo del 2010	125
Figura 3.11	Tiempo de uso por hora del día 15 de marzo del 2010.....	126
Figura 3.12	Número de Llamadas por hora del día 15 de marzo	127
Figura 3.13	Cálculos de circuitos telefónicos	130
Figura 3.14	Composición de las cabeceras y datos (Voz) basado en la capa 2	132
Figura 3.15	Modelo de codificación y paquetizatización.....	134
Figura 3.16	Calculadora de ancho de banda de VoIP..	136
Figura 3.17	Calculador de ancho de banda de VoIP incluye supresor de silencios	137
Figura 3.18	Diagrama de red del Hospital “Isidro Ayora Loja”.....	151

Figura 3.19	Diagrama del plan de direccionamiento IP y VLANs de la DPSL	152
Figura 3.20	Diagrama del plan de direccionamiento IP y VLANs de Área de Salud	153
Figura 3.21	Diagramas de enlaces de los router.....	153

CAPITULO CUATRO

Figura 4.1	Acceso a la Interfaz de Administración de Elastix.....	155
Figura 4.2	Esquema de una llamada interna en la red de HIAL.....	157
Figura 4.3	Esquema de una llamada entre HIAL y Áreas de salud.....	158
Figura 4.4	Esquema de llamada entre la red interna HIAL y la PSTN.....	159
Figura 4.5	Esquema de prueba de establecimiento entre llamadas internas.....	162
Figura 4.6	Ping entre los dos terminales.....	162
Figura 4.7	Registro de terminales en el servidor de Elastix	165
Figura 4.8	Softphone de establecimiento de llamada.....	166
Figura 4.9	Esquema de prueba de establecimiento entre HIAL y la DPSL	168
Figura 4.10	Ping entre los dos terminales.....	169
Figura 4.11	Registro de terminales en el servidor de Elastix.....	169
Figura 4.12	Softphone de establecimiento de llamada.....	170
Figura 4.13	Escenario de pruebas para ancho de banda.....	171

Figura 4.14	Consola del Servidor Elastix.....	172
Figura 4.15	Captura del ancho de banda del cliente SNMP de 8 llamadas simultáneas.....	174
Figura 4.16	Captura de ancho de banda 4 llamadas consecutivas	176
Figura 4.17	Captura de ancho de banda de 8 llamadas consecutivas	177
Figura 4.18	Valores del consumo de ancho de banda.....	178
Figura 4.19	Captura del ancho de banda de cliente SNMP de 8 llamadas simultanea.....	179
Figura 4.20	Monitoreo en tiempo real de las aplicaciones del servidor Elastix a través del comando top.....	181
Figura 4.21	Muestras del consumo de procesamiento y memoria del Servidor Elastix.....	181
Figura 4.22	Muestras del consumo de procesamiento, memoria y disco duro de los procesos ejecutados en el Servidor Elastix.....	182
Figura 4.23	Muestras del consumo de procesamiento y memoria del router vía telnet.....	184

LISTADO DE TABLAS

CAPITULO UNO

Tabla 1.1	Distribución de Procesos.....	31
-----------	-------------------------------	----

CAPITULO DOS

Tabla 2.1	Protocolos de internet y su función.....	45
Tabla 2.2	Modos de Funcionamiento del códec G.722.....	52
Tabla 2.3	Cuadro Resumen de códec de Voz.....	57

CAPITULO TRES

Tabla 3.1	Características de los Router y Switches de la Institución	104
Tabla 3.2	Características de los servidores.....	105
Tabla 3.3	Características de la Central Telefónica.....	106
Tabla 3.4	Volumen de Tráfico del “Hospital Isidro Ayora Loja”	129
Tabla 3.5	Tamaño que utiliza los protocolos para VoIP.....	131
Tabla 3.6	Formato de trama Ethernet.....	132
Tabla 3.7	Formato de trama 802.q.....	132
Tabla 3.8	Calculo de ancho de banda del códec G.722 (64kbps)	135
Tabla 3.9	Ancho de banda y retardo.....	138
Tabla 3.10	Cuadro comparativo de teléfonos de VoIP.	142
Tabla 3.11	Cuadro comparativo de Tarjetería de interconexión.....	144
Tabla 3.12	Especificaciones Técnicas mínimas del servidor	145

Tabla 3.13	Plan de Marcación del Hospital Isidro Ayora Loja	147
Tabla 3.14	Cantidad de equipos por departamentos...	148
Tabla 3.15	Programación realizada en VLANs.....	149
Tabla 3.16	VLAN de Voz.....	149
Tabla 3.17	Enlaces.....	149
Tabla 3.18	Direccionamiento del Hospital “Isidro Ayora Loja”	150
Tabla 3.19	Direcciones IP de la DPSL.....	150
Tabla 3.20	Direcciones IP de Área de Salud”.....	150

CAPITULO CINCO

Tabla 5.1	Costos de tarjetas de interconexión y teléfonos.....	185
Tabla 5.2	Costos de equipos.....	187
Tabla 5.3	Costos de Recursos Humanos.....	187
Tabla 5.4	Costo total.....	188



FACULTAD DE INGENIERÍA

MAESTRÍA EN TELEMÁTICA

DESARROLLO TESIS DE GRADO EN TELEMÁTICA

**DISEÑO DE UNA RED DE VOZ SOBRE IP PARA EL
HOSPITAL PROVINCIAL GENERAL “ISIDRO AYORA
LOJA” CON CALIDAD DE SERVICIOS EN UN AMBIENTE
OPEN SOURCE.**

Autor:

Ing. Mario Enrique Cueva Hurtado

Aval:

Ing. Diego Ávila

Ing. MsC. Diego Ávila Pesantez, catedrático de la maestría Telemática de la Universidad de Cuenca, director de la tesis **“DISEÑO DE UNA RED DE VOZ SOBRE IP PARA EL HOSPITAL PROVINCIAL GENERAL “ISIDRO AYORA LOJA CON CALIDAD DE SERVICIOS EN UN AMBIENTE OPEN SOURCE”**, por el maestrante Mario Enrique Cueva Hurtado, estudiante del programa de maestría en Telemática.

C E R T I F I C O:

Que he coordinado todo el proceso académico de desarrollo de la consulta, investigación y relación de los resultados de la propuesta investigativa del referido graduante, que la presenta como requisito del grado de maestría.

Que el graduante ha cumplido a cabalidad con todo el proceso de investigación, hasta dejarla en su estado actual. Por lo que autorizo su presentación en sus instancias académicas y legales, previa la recepción del grado.

Loja, Julio de 2010



Ing. MsC. Diego Ávila Pesantez
DIRECTOR DE TESIS

AUTORÍA

Los conceptos, ideas, procedimientos de investigación, consulta, relación de resultados, entre otros, que presento en **“DISEÑO DE UNA RED DE VOZ SOBRE IP PARA EL HOSPITAL PROVINCIAL GENERAL “ISIDRO AYORA LOJA CON CALIDAD DE SERVICIOS EN UN AMBIENTE OPEN SOURCE”**, elaborada como tesis de grado para magister en Telemática, corresponde a la exclusiva responsabilidad del autor.

Loja, Julio de 2010

Mario Cueva
Autor

AGRADECIMIENTO

Dejo constancia de mi agradecimiento a la Universidad de Cuenca, por permitirme culminar una de las metas más importantes en mi vida.

Al “Hospital Isidro Ayora Loja” al personal administrativo, por su colaboración y aliento constante, brindado para la culminación de la presente investigación.

Al director de la Maestría en Telemática Ing. Raúl Ortiz, y por su intermedio al cuerpo docente que en su momento, fueron los guías que me brindaron los primeros pasos y me guiaron para culminar con éxito esta maestría.

Al Ing. Diego Ávila por el tiempo y esfuerzo dedicado en todo el desarrollo del proyecto.

Al director Dr. Daniel Astudillo, por el compromiso, la confianza y los recursos destinados a la construcción de la PBX del Hospital. A todo el personal del proceso de Gestión de Informática del Hospital Isidro Ayora Loja, que me apoyaron en cada etapa del presente trabajo.

A mis amigos y compañeros, por el apoyo constante en el momento necesario; un agradecimiento especial para todos ellos.

A todos quienes de alguna u otra forma aportaron para el desarrollo de esta investigación.

Gracias sinceras a todos.

DEDICATORIA

Con todo el corazón dedico este trabajo a Dios, pilar principal para mi existencia.

A mi abuelita por sus consejos, sabiduría, comprensión y el mayor cariño que solo una madre puede brindar.

A mis padres por el apoyo constante e incondicional que me ofrecieron en todo momento.

A mi hija Doménica por dar sentido a mi vida.

A mis hermanos y hermana por el infinito amor brindado.

A todos mis familiares, compañeros y amigos quienes de una u otra forma me apoyaron para la realización del presente trabajo.

MARIO ENRIQUE

RESUMEN

Sin duda la invención de lo que hoy conocemos como telefonía debió ser un acto asombroso en su tiempo, casi mágico. El oír la voz de alguien remoto en tiempo real saliendo de una misteriosa caja en una época en la que esto era solo posible en la ciencia ficción debió haber sido una experiencia única y casi fantástica.

La voz sobre IP (VoIP) consiste en transmitir la voz sobre el protocolo IP. Como se sabe las redes IP fueron diseñadas principalmente para la transmisión de datos y muchas de las ventajas de las redes IP para los datos resultan ser una desventaja para la voz; pues esta es muy sensible a retardos y problemas de transmisión por muy pequeños que estos sean. Por suerte la tecnología ha evolucionado y la pericia de algunos ingenieros talentosos ha resultado en que podamos abstraernos en gran medida de aquellos problemas inherentes a las redes IP que perjudican la calidad de voz.

Desde hace tiempo, los responsables de comunicaciones de las empresas tienen en mente 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 implantación. Teniendo presente el protocolo IP y Protocolos de Transporte UDP, TCP, RTP se han creado algunos protocolos de señalización de voz como son SIP, IAX2, H.323; para que conjuntamente resuelvan los problemas inherentes a la transmisión de voz sobre IP.

En nuestro país especialmente en el Ministerio de Salud Pública, no posee una buena infraestructura tecnológica de comunicaciones lo que proporciona elevados costos para su uso, a partir del Proyecto MODERSA en el año 2000 se entregó a cada Hospital de cada ciudad una central telefónica de arquitectura cerrada, la cual por su soporte técnico, su mantenimiento, stock de repuestos y arquitectura cerrada es demasiado costoso mantenerla funcionando o realizar su actualización.

El presente trabajo describe un proyecto piloto en la ciudad de Loja, el mismo que diseña una red de VoIP, que permita aprovechar e incrementar la infraestructura de datos existentes en el hospital para la comunicación de voz, tanto con los usuarios internos como los externos. Teniendo en consideración la comunicación con DPSL y Áreas de Salud de Loja. La estructura del documento es la siguiente:

En el capítulo uno describe la situación actual de Hospital Isidro Ayora de Loja, en el cual se describe sus problemas y consecuencias dentro de la infraestructura tecnológica de comunicación tanto interna como externa. Además se señala los justificativos, objetivos y alcance del presente proyecto.

En el capítulo dos se introduce conceptos básicos de la Tecnología de VoIP, sus componentes, protocolos de transporte y señalización de voz, así como la clasificación de tráfico. Se describe algunos componentes del servidor comunicaciones unificadas, sistemas operativos y centrales telefónicas de software libre.

En el capítulo tres se realiza la estructura actual de la Red de datos y voz, el esquema propuesto del diseño de la Red de VoIP; la elección de equipos, plan de marcación, plan de

direcccionamiento IP y VLANS que permitan un buen funcionamiento en la red de VoIP. Se realizan cálculos de ancho de banda, se determina la hora de mayor tráfico actual y líneas necesarias para satisfacer el tráfico actual. Se propone protocolos y códecs más convenientes para la transmisión de voz.

En el capítulo 4 se realiza la creación de un prototipo en el que se realizan las pruebas necesarias del esquema propuesto en el capítulo tres, en donde se plantean escenarios de operación de la red, utilizando hardware y software necesario para determinar el ancho de banda y capacidad de los equipos de red y servidor de comunicaciones unificadas Elastix.

En el capítulo 5 describe los costos del proyecto, incluyendo costos de teléfonos, equipos, recursos humanos, mantenimiento y operación, se realiza un análisis del ahorro que representa este proyecto para el Hospital “Isidro Ayora Loja”.

Finalmente se propone las conclusiones y se presentan los Anexos que incluyen las instalaciones y configuraciones de los equipos de red y el servidor de comunicaciones unificadas Elastix. Se incluye los posibles trabajos futuros a realizar.

ABSTRACT

Without doubt the invention of what is now known as telephony should be an amazing event in his time, almost magical. Hearing someone's voice real-time remote out of a mysterious box in a time when this was only possible in science fiction should have been a unique experience and almost great.

Voice over IP (VoIP) is the communication of voice over IP protocol. As is known IP networks were designed primarily for data transmission and many of the advantages of IP networks for data turn out to be a disadvantage for the voice, because this is very sensitive to delays and transmission problems no matter how small these be. Fortunately, technology has evolved and expertise of some talented engineers has resulted in us thoughts aside largely those problems inherent in IP networks affecting the quality of voice.

For some time, those responsible for corporate communications have in mind the possibility of using their data infrastructure to transport voice traffic within the enterprise. However, the emergence of new standards and the improvement and cheapening of voice compression technology, which is ultimately causing its implementation.

Mindful of the IP protocol and transport protocol UDP, TCP, RTP has created some voice signaling protocols such as SIP, IAX2, H.323, to jointly solve the problems inherent in voice over IP.

In our country especially in the Ministry of Public Health, it has good communications technology infrastructure that provides high costs for their use from MODERSA Project in 2000 was delivered to each hospital in each city a telephone system architecture closed, which for its technical support, maintenance, spare parts and stock closed architecture is too expensive to keep running or to make your upgrade.

This paper describes a pilot project in the city of Loja, the same as designing a VoIP network, which enables them and increase the existing data infrastructure at the hospital for voice communication, both with internal and external users. Considering DPSL communication and health areas of Loja.

The paper is structured as follows:

Chapter one describes the current status of Isidro Ayora Hospital de Loja, which describes the problems and consequences within the technological infrastructure of communication both internally and externally. It also outlines the justification, objectives and scope of this project.

The second chapter introduces basic concepts of VoIP technology, components, transport and signaling protocols for voice, and the classification of traffic. We describe some components of unified communications server, operating systems and open source PBX. In chapter three the current structure is made of voice and data network, the proposed scheme design of the VoIP network, the choice of equipment, dial plan, IP addressing plan and VLANs that allow a good performance in VoIP network. Value is calculated bandwidth, determining the current rush hour and lines needed to meet current traffic. It is proposed protocols and codecs suitable for voice transmission.

Chapter 4 is performed to create a prototype that performs the necessary evidence of the scheme proposed in chapter three, where settings are proposed operation of the network, using hardware and software necessary to determine the bandwidth and ability of network equipment and unified communications server Elastix. Chapter 5 describes the project costs, including costs of telephones, equipment, human resources and maintenance and operation, an analysis of savings represented by this project for the "Hospital Isidro Ayora Loja "

Finally, we introduce the findings and present the Annexes which include installation and configuration of network equipment and unified communications server Elastix. It includes the possible future work to be performed.

CAPÍTULO UNO: SITUACIÓN ACTUAL DEL HOSPITAL

ISIDRO AYORA LOJA

INTRODUCCIÓN

El Hospital Provincial General Isidro Ayora, se encuentra ubicado en el área central de la ciudad de Loja, Este edificio de estilo puramente racional, fue puesto a beneficio de la comunidad el 2 de agosto de 1979, contando ya con 31 años aproximadamente de creación. Este establecimiento, brinda hasta la actualidad las cuatro especialidades básicas de la medicina: Cirugía General, Gíneco-Obstetricia, Medicina Interna, Pediatría, tanto en servicios de carácter ambulatorio como en hospitalización. Cuenta con dos unidades Hemodiálisis y Quemados, además de servir a la comunidad en las áreas de consulta externa, urgencias, servicios de diagnóstico y tratamiento, etc.

En este capítulo se presenta un análisis de la Situación real que padece nuestra institución, enfoca el problema y plantea soluciones a los mismos. Igualmente se explica los objetivos y el alcance de la presente tesis; aplicando conocimientos en varias ramas como son: Diseño, protocolos y seguridad de Redes, Ingeniería de Tráfico, configuración de equipos y dispositivos activos y pasivos de una Red LAN y WAN,

conocimiento básico de tecnologías de redes de voz sobre IP, lenguajes de programación.

La principal meta es ofrecer un prototipo de central telefónica en base a software, que mediante una estructura de red, permita la comunicación de datos y voz, para obtener las bases suficientes para implementarla.



Figura 1.1: “Hospital Isidro Ayora Loja”

1.1. ANTECEDENTES

El Hospital Provincial General Isidro Ayora, es una Institución pública, sin fines de lucro, presta sus servicios en salud tanto a nivel local, provincial, nacional e internacional.

La Dirección Provincial de Salud de Loja, está formado por un conjunto de Áreas de salud, incluido el Hospital Isidro Ayora, las cuales usan Telefonía Pública para sus comunicaciones.

Este proyecto nace de la necesidad que actualmente tiene el Hospital Isidro Ayora, para mejorar su comunicación tanto interna como externa con las localidades de salud de la ciudad de Loja, y se trata justamente de elaborar un diseño para transmitir la voz por las redes de datos existentes, seleccionar los equipos y protocolos de comunicación adecuados, de esta manera poder ahorrar costos de llamadas entre el Hospital y las localidades de la misma, que actualmente se deben cursar por la Red Telefónica Pública pagando por ello un costo adicional por utilizar una infraestructura más cara.

Implementando VoIP inmediatamente se observan significativos ahorros en las rentas por llamadas, ya que las llamadas de voz sobre IP entre sucursales de una misma empresa, sin importar el lugar, pueden ser realizadas sin costos adicionales y sin importar el tiempo de duración de las mismas.

1.2. ESTADO DE ARTE

Uno de los principales medios de comunicación electrónicos con que contamos en la actualidad es sin duda la telefonía. Desde finales de los años 1800, cuando se inventó el teléfono, hasta la actualidad, se han venido desarrollando

mejoras en la tecnología y en la reglamentación de los servicios de telefonía.

Así también, con la expansión de internet en casi la mayor parte del mundo, los usuarios finales exigen cada vez soluciones más integradas de comunicación, tanto de voz, vídeo y datos. La tecnología basada en voz sobre IP (VoIP) fue desarrollándose desde mediados de los años 90's con la finalidad de aminorar los altos costos que implicaban la comunicación sobre todo de larga distancia. En la actualidad, viene creciendo con fuerza la telefonía IP en países como España y Estados Unidos, y se espera que en un futuro cercano se pueda difundir por el resto del mundo.

Dentro de la realidad mundial, existe una tendencia a la convergencia entre voz y datos. Antes la mayoría de canales existentes eran análogos y transportaban voz; se utilizaban los canales de voz para transportar datos, Actualmente la tendencia es inversa, la mayoría de los canales se están convirtiendo en canales de datos y estos transportan la voz.

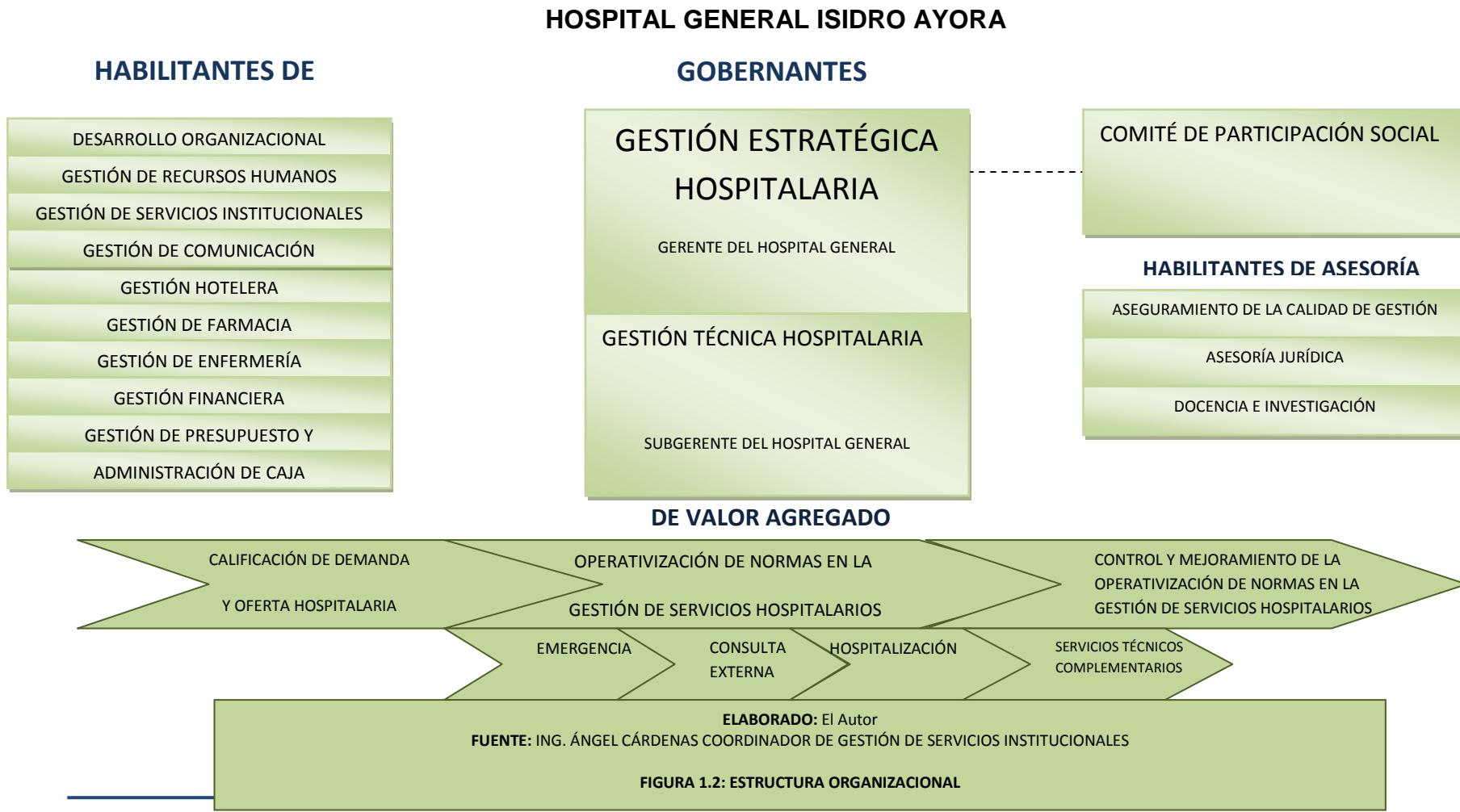
Las nuevas Tecnologías han mejorado la calidad en la VoIP, una razón principal son las ventajas de costo al evadir las redes tradicionales como es la Telefonía Pública.

En el Ecuador con respecto al Ministerio de Salud Pública, aun no existe una adecuada comunicación con las

Direcciones Provinciales, Hospitales Públicos, Áreas de Salud, por lo que resulta sumamente interesante emplear la tecnología basa en voz sobre IP, en nuestro Hospital, que resultaría pionero en nuestra localidad proyectándose a economías a gran escala, reduciendo costos sobre todo en el pago por la utilización de la Telefonía Pública.

1.3. ESTRUCTURA ORGANIZACIONAL DE PROCESOS

El Hospital Isidro Ayora cuenta con la siguiente Infraestructura Organizacional, la cual es establecida por el MSP del Ecuador.



1.4. **DISTRIBUCIÓN DE LOS PROCESOS Y SUBPROCESOS**

En el MSP a cada área que tiene un conjunto de funciones y actividades bien definidas se denominan procesos y subprocesos, a continuación se realiza la distribución en el edificio de la institución en estudio, se describen el Departamento, el piso y número de empleados en el mismo.

DEPARTAMENTO	PISO	EMPLEADOS
ADMINISTRACIÓN	1	3
ALIMENTACIÓN	PLANTA BAJA	2
BODEGA GENERAL	2	2
CALDEROS	1	1
CARDIÓLOGO	1	1
CASETA DE EMERGENCIA	1	1
CASETA PRINCIPAL	1	1
CENTRAL DE ESTERILIZACIÓN	1	1
CENTRAL TELEFÓNICA	1	1
CENTRO DE	1	2

COMPUTO		
CENTRO OBSTÉTRICO	2	1
CENTRO QUIRÚRGICO	3	1
CHOFERES	PLANTA BAJA	1
CIRUGÍA ESTACIÓN DE ENFERMERÍA	3	1
COMITÉ DE ADQUISICIONES	2	1
CONSULTA EXTERNA	1	10
GESTIÓN FINANCIERA	2	9
DIRECCIÓN	2	2
DISPENSARIO IESS	2	2
EMERGENCIA	1	2
ESTADÍSTICA	1	5
FARMACIA	1	1
FISIATRÍA	1	1
GINECEO OBSTETRICIA	2	1
HEMODIÁLISIS	3	1

INFORMACIÓN	1	1
LABORATORIO	1	3
LAVANDERÍA	PLANTA BAJA	1
MANTENIMIENTO	PLANTA BAJA	1
ODONTOLOGÍA	1	1
OPERADORA	1	1
PAGADURÍA	2	2
PATOLOGÍA	2	1
PEDIATRÍA	4	2
RRHH	2	4
PROVEEDURÍA	2	2
PSICOREABILITACIÓN	2	1
PSICOLOGÍA	2	4
PUBLICACIONES	1	1
IMAGEN	1	2
RECAUDACIÓN	2	1
TALLER ELECTRÓNICO	PLANTA BAJA	1
TALLER MECÁNICO	PLANTA BAJA	1

TALLER ORTOPÉDICO	PLANTA BAJA	1
TRABAJO SOCIAL	1	1
TRANSPORTES	1	1
UCI	3	1

TABLA 1.1: Distribución de Procesos

1.5. DISEÑO ACTUAL DE LA RED DE VOZ Y DATOS

El hospital Isidro Ayora presenta el siguiente diagrama (Figura 1.3) en la cual se detalla generalmente la infraestructura tecnológica de voz y de datos.

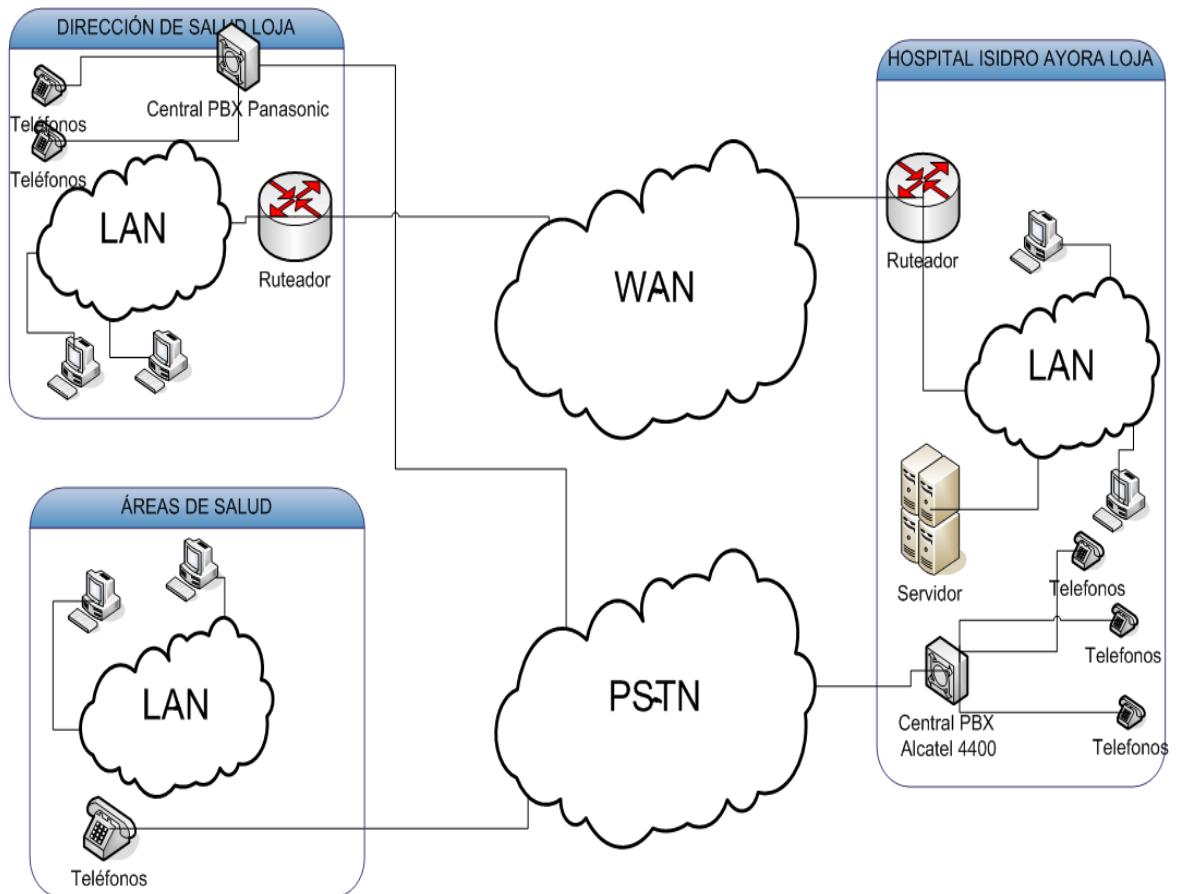


Figura 1.3 Diagrama de Red de Voz y Datos Actual.

1.6. PROBLEMAS A SER RESUELTOS

El Hospital Provincial General Isidro Ayora cuenta con la siguiente infraestructura tecnológica para el proceso de comunicación de voz:

Una central PBX ALCATEL 4400, con entrada para 6 líneas troncales analógicas (5 líneas conectadas), con una capacidad actual de 100 extensiones telefónicas internas de las cuales se encuentran funcionando 50 extensiones, debido

a en el mes de febrero del 2009 se averió una tarjeta digital (de 32 Puntos de Voz); que actualmente ya no se fabrican.

Esto provoca aislamiento y problemas de coordinación en los departamentos administrativos, de servicios y salas de operaciones.

Por lo que el principal problema a ser resuelto es proveer al Hospital Isidro Ayora, una Red de Voz sobre IP, elaborar un diseño para transmitir la voz por las redes de datos existentes, seleccionar los equipos y protocolos de comunicación adecuados, además de proporcionar servicio de correo de voz mediante conexiones IP-

Por otro lado se pretende utilizar una red de voz sobre IP para telefonía; en comparación con la telefonía convencional (PSTN¹) reduciendo costos que implican las llamadas, sobre todo entre usuarios que utilizan la misma tecnología.

Existen departamentos que no cuentan con una extensión telefónica, por las limitaciones de los puertos de voz físicos que deben existir en la central Alcatel, por lo que estas quedan eliminadas al poseer una infraestructura de Red de voz sobre IP, la cual la escalabilidad no depende de los puertos físicos, estos son virtuales.

¹ PSTN.- Red Telefónica Pública Conmutada

La actualización de una nueva central Alcatel se encuentra por los \$21.211 (Se Adjunta Proformas), por lo que existe el interés por parte de los directivos del Hospital al presente proyecto, cuyos costos son muchos menores a los proformados y se ofrece mejores servicios que una arquitectura cerrada.

1.7. JUSTIFICACIÓN

El desarrollo de la presente tesis exige un nivel de entendimiento de temas concernientes al Diseño, protocolos y seguridad de Redes, Ingeniería de Tráfico, configuración de equipos y dispositivos activos y pasivos de una Red LAN y WAN, conocimiento básico de tecnologías de redes de voz sobre IP, lenguajes de programación. Se trabajará en la capa de Red, Transporte y Aplicación del modelo OSI.

La presente tesis pretende abordar las soluciones a los problemas de comunicación tanto interna como externa del Hospital Isidro Ayora Loja, ofreciendo un esquema pionero e innovador a un bajo costo, permitiendo de esta manera mejorar la coordinación en los distintos departamentos y áreas de salud de Loja.

Por otro lado este proyecto permitirá la reducción de costos, que implican las llamadas al utilizar la telefonía convencional,

ofreciendo una propia infraestructura basada en tecnologías de redes de voz sobre IP.

1.8. OBJETIVOS

El desarrollo de la presente tesis aborda los siguientes objetivos:

Objetivo General

✓ Diseñar una red de voz sobre IP para el Hospital Provincial General “Isidro Ayora Loja” con calidad de servicios en un ambiente Open Source que comunique tráfico de voz y datos para el hospital Isidro Ayora y tenga interoperabilidad con la Red Telefónica Pública, utilizando la red de datos existente en el Hospital.

Objetivos Específicos

✓ Analizar la infraestructura de Red actual del Hospital “Isidro Ayora Loja” que permita la comunicación de VoIP.

✓ Diseñar una red de área local (LAN) que posea calidad de servicio para que puedan transmitir datos y voz juntos por dicha red; en un ambiente Open Source con calidad de servicios que comprende elección y distribución de equipos, creación de VLAN, Plan de Direccionamiento IP, ancho de

banda, elección de protocolos y Códec más adecuados para transmitir la voz.

- ✓ Analizar los diversos protocolos y hardware necesarios para la implementación de una red con VoIP, en un ambiente Open Source, con calidad de servicios más adecuada.
- ✓ Implementar un prototipo para la configuración un servidor de VoIP que pueda ser capaz de establecer llamadas entre terminales que se encuentran en diferentes redes, así como configurar las aplicaciones necesarias para su funcionamiento y control de la central VoIP.
- ✓ Realizar un análisis económico acerca de la implementación del proyecto en el Hospital Isidro Ayora.

1.9. ALCANCE

Diseñar una red de Voz sobre IP en un ambiente Open Source con calidad de servicio adecuado, que pueda soportar tráfico de voz y datos para el hospital Isidro Ayora y tenga interoperabilidad con la Red Telefónica Pública, utilizando la red de datos existente en el Hospital.

Elaborar un diseño para transmitir la voz por las redes de datos existentes, con calidad de Servicios y se seleccionar los equipos y protocolos de comunicación adecuados. Configuración de VLANS.

Se configura un servidor de Voz sobre IP para establecer llamadas de entre terminales de diferentes redes. Creación de un plan de marcación. También se realizará la configuración de Correo de Voz.

Realizar un análisis económico presentando los equipos y software adecuados para transmitir datos y voz por la misma Red.

Hallar el número de líneas telefónicas necesarias para lograr atender el tráfico en la hora de mayor ocupación, en base a un modelo de tráfico.

Se realiza la elección adecuada de los protocolos de señalización y los códecs de voz para la transmisión de voz sobre la red IP.

Realizar un prototipo del sistema.

CAPÍTULO DOS: INTRODUCCIÓN A LA TECNOLOGÍA DE VoIP INTRODUCCIÓN

En este capítulo se aborda una breve explicación de la Voz sobre IP; aborda un conjunto de modelos de referencia y protocolos de red. También se explica sobre los componentes principales en la digitalización de la voz como son los códecs; se realiza un cuadro comparativo de las características principales de cada códec; además de los protocolos y estándares de VoIP; y sus esquemas de señalización de llamadas en ambientes de Red de datos.

Para ofrecer una buena calidad de servicio se aborda los problemas de la transmisión de la voz sobre la red de datos; y los factores que permiten tener en cuenta para lograrlo.

Se da una descripción de la central Telefónica Asterisk y un servidor de comunicaciones unificadas como es Elastix.

2.1. BREVE HISTORIA

La telefonía ha tenido grandes avances a través del tiempo, desde su inicio con los experimentos en telegrafía de Guglielmo Marconi (1874-1937) hasta nuestros días con los avances de la informática, que hoy hacen posible la comunicación por internet y el envío de paquetes de voz a través de redes de datos que es lo que llamamos Voz sobre IP (VoIP).

La telefonía IP también llamada Voz sobre IP se puede definir como la transmisión de paquetes de voz utilizando redes de datos, la comunicación se realiza por medio del protocolo IP (Internet Protocol), permitiendo establecer llamadas de voz y fax sobre conexiones IP (Redes de Datos Corporativos, Intranets, Internet, etc.), obteniendo de esta manera una reducción de costos considerables en telefonía.

El crecimiento y fuerte implantación de las redes IP hace posible trasmitir telefonía sobre IP utilizando técnicas avanzadas de digitalización de voz, mecanismos de control y priorización de tráfico, protocolos de transmisión en tiempo real, así como el estudio de nuevos estándares que permitan la calidad de servicio en redes IP.

La telefonía IP ofrece la oportunidad de integrar la telefonía pública convencional con la red de datos, reduciendo el costo

de mantenimiento por redes separadas y dando valor agregado al sistema de comunicaciones de la empresa. Implementar VoIP inmediatamente se observan significativos ahorros en las rentas por llamadas de larga distancia, ya que las llamadas de voz sobre IP entre sucursales de una misma empresa, sin importar el lugar, pueden ser realizadas sin costos adicionales y sin importar el tiempo de duración de las mismas.

Actualmente existen diversas empresas que ofrecen soluciones propietarias de servicios de telefonía IP (Cisco, Alcatel, Mitel, 3com etc.). Estas compañías normalmente trabajan con estándares y protocolos propietarios, lo que dificulta su interacción con soluciones de otros fabricantes. Mientras existen varias implementaciones, usando protocolos abiertos entre las cuales destacan OpenPBX, PBX4Linux, YATE, FreeSwitch y Asterisk (Elastix), siendo la predominante esta última.

2.2. MODELO TCP/IP

El modelo de referencia TCP/IP fue el que se usó en la antigua ARPANET, subvencionados por DARPA (“Defense Advanced Research Projects Agency”), y actualmente se usa en la Internet mundial.

En la figura 2.1 se pueden apreciar los 4 niveles de la arquitectura, comparados con los siete de la torre OSI.

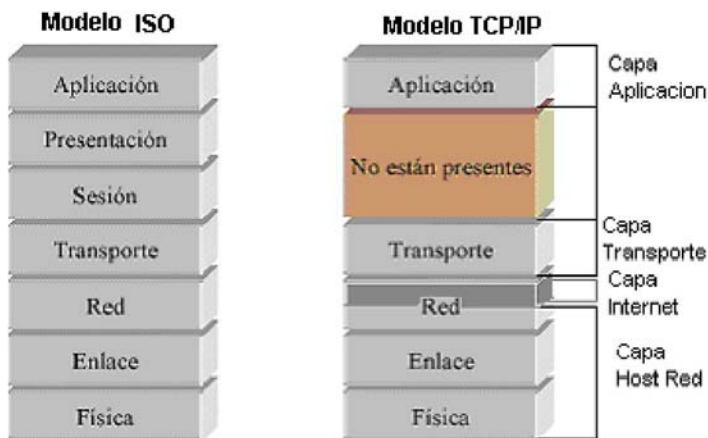


Figura 2.1: Comparación modelo ISO y Modelo TCP / IP

La pila TCP/IP es llamada así por dos de sus protocolos más importante: TCP (Transmisión Control Protocol) e IP (Internet Protocol que opera en la capa Internet, Su tarea principal es mover o rutear bloques de datos sobre cada una de las redes que se encuentran en medio hasta llegar al punto final con el que se desea comunicar). TCP/IP como la mayoría del software de red está modelado en capas. Los protocolos de Internet se modelan en cuatro capas (Capa Física y enlace de datos; capa de internet, Capa de Transporte, y Capa de Aplicación).

2.2.1 LA CAPA FÍSICA Y ENLACE DE DATOS

Define las características del medio, su naturaleza, el tipo de señales, la velocidad de transmisión, la codificación, etc., es la responsable del intercambio de datos entre dos sistemas conectados a una misma red, además controla la interfaz entre un sistema final y una subred.

2.2.2 LA CAPA DE INTERNET

Se encarga de conectar equipos que están en redes diferentes permitiendo que los datos atraviesen distintas redes interconectadas desde un origen hasta un destino. El principal protocolo utilizado es IP (Internet Protocol). IP es un protocolo que trabaja a nivel de red donde la información se envía en paquetes llamados paquetes IP; Este protocolo es no orientado a conexión. No suministra fiabilidad, control de flujo o recuperación de errores. Estas funciones las debe proporcionar las capas de mayor nivel. El trabajo de la capa consiste en entregar paquetes IP a donde se supone deben ir.

Debido a que los paquetes viajan de manera autónoma, se puede dar la situación de que los paquetes lleguen en un orden diferente al que fueron enviados, en cuyo caso es labor de las capas superiores reacomodarlos, cuando se deseé que la entrega sea ordenada.

La capa Internet define un formato de paquete de datos y otros protocolos de capa Internet. A este nivel, la consideración más importante es el ruteo de los paquetes, y evitar la congestión en la red. Por esto se puede establecer una asociación entre las funcionalidades de la capa Internet TCP/IP y la capa de red OSI.

2.2.3 LA CAPA DE TRANSPORTE

Esta capa, que está sobre la capa Internet en el modelo TCP/IP, proporciona transferencia de datos extremo a extremo, asegurando que los datos llegan en el mismo orden en que han sido enviados y sin errores, equivalente a la capa de transporte en el modelo OSI. Se definieron dos protocolos de extremo a extremo: TCP y UDP. TCP es un protocolo confiable orientado a la conexión.

TCP garantiza que un flujo de bytes originado en una máquina se entregue sin errores en cualquier otra máquina de la red. TCP partitiona el flujo entrante de bytes, en mensajes de tamaño discreto y pasa cada porción a la capa Internet. En el destino, el proceso TCP receptor reensambla los mensajes recibidos para formar el flujo de salida. TCP también se encarga de hacer control de flujo, de manera de que un emisor rápido no sature a un receptor lento con un exceso de mensajes.

UDP es un protocolo no orientado a la conexión y no confiable. Un protocolo no orientado a la conexión calcula la ruta que seguirá un paquete independientemente a los otros. Un protocolo no confiable no garantiza la entrega del paquete a su destino, también conoce como protocolo de mejor esfuerzo. UDP se utiliza en aplicaciones que no necesitan la asignación de secuencia ni el control de flujo de TCP, o que deseen utilizar estrategias propias de control. También se usa para consultas de petición y respuesta de una sola ocasión, del tipo cliente-servidor, y en aplicaciones en que se privilegie la entrega pronta frente a la entrega precisa, como es el caso de voz o video en tiempo real. UDP divide la información en paquetes, también llamados datagramas, para ser transportados dentro de los paquetes IP a su destino.

2.2.4. LA CAPA DE APLICACIÓN

Proporciona una comunicación entre procesos o aplicaciones en computadores distintos. Además de las aplicaciones, este nivel se ocupa de las posibles necesidades de presentación y de sesión.

Sobre la capa de transporte está la capa de aplicación, la que contiene todos los protocolos de alto nivel. A continuación se muestran algunos protocolos típicos y su función.

PROTOCOLO	FUNCIÓN
TELNET	Permite que un usuario en una máquina ingrese a otra distante y pueda trabajar en forma remota y de modo transparente.
FTP	Ofrece un mecanismo por el cual se pueda transportar archivos de una máquina a otra de manera eficiente.
SMTP	Permite el transporte de los correos de una máquina a otra.
DNS	Permite relacionar o traducir el nombre de los nodos con sus direcciones de la red.
HTTP	Se emplea para la publicación de hiperpáginas a través de servidores web y la recuperación en el computador del usuario.

Tabla 2.1. Protocolos de Internet y su función.

2.3. VOZ SOBRE IP

Voz sobre IP o VoIP, es transportar tráfico de voz en tiempo real usando la red de datos, por medio del protocolo IP (Internet Protocol) que tiene hardware y software permitiendo

a las compañías y personas realizar conversaciones telefónicas sobre la red de datos.

Se debe tomar encuentra los siguientes conceptos:

Muestreo: La tasa o frecuencia de muestreo es el número de muestras por unidad de tiempo que se toman de una señal continua para producir una señal discreta, es el proceso necesario para convertirla de analógica a digital.

El teorema de Nyquist afirma que cuando se muestrea una señal, la frecuencia de muestreo debe ser mayor a dos veces el ancho de banda de la señal de entrada, para poder reconstruir la señal original a partir de las muestras tomadas. Si B es el ancho de banda de la señal y F_m es la frecuencia de muestreo, el teorema puede expresarse de la siguiente forma: $F_m > 2B$.

Codificación: Se utiliza para reducir el ancho de banda y la componente continua de la señal, para lo cual se manejan diferentes códigos los cuales son empleados en función del medio de transmisión. El aparato que transforma los datos analógicos en digitales se denomina códec.

Códec: Es una abreviatura de Compresor-Descompresor que convierte las señales análogas a señales digitales y otro códec idéntico en el final de la comunicación convierte las señales digitales nuevamente en una señal análoga. En una

red Voz sobre IP, el códec se utiliza para codificar la voz y transmitirla a través de redes IP.

Dentro de las redes de paquetes para el envío de voz sobre IP existen varios procesos el primero es el muestreo y digitalización de la señal vocal en el origen; a continuación se codifica la información en bloques obtenidos con una ventana temporal (el número de bits por bloque depende del codificador). El tercer paso es el empaquetamiento, en el que se encapsulan uno o más bloques de datos en un paquete (el empaquetamiento se produce en uno o varios pasos, dependiendo de la pila de protocolos que se utilice).

El proceso en el extremo de recepción es inverso al realizado en el origen: desempaquetado, decodificación y reconstrucción de la señal a partir de la señal digitalizada.

Ver figura 2.2.

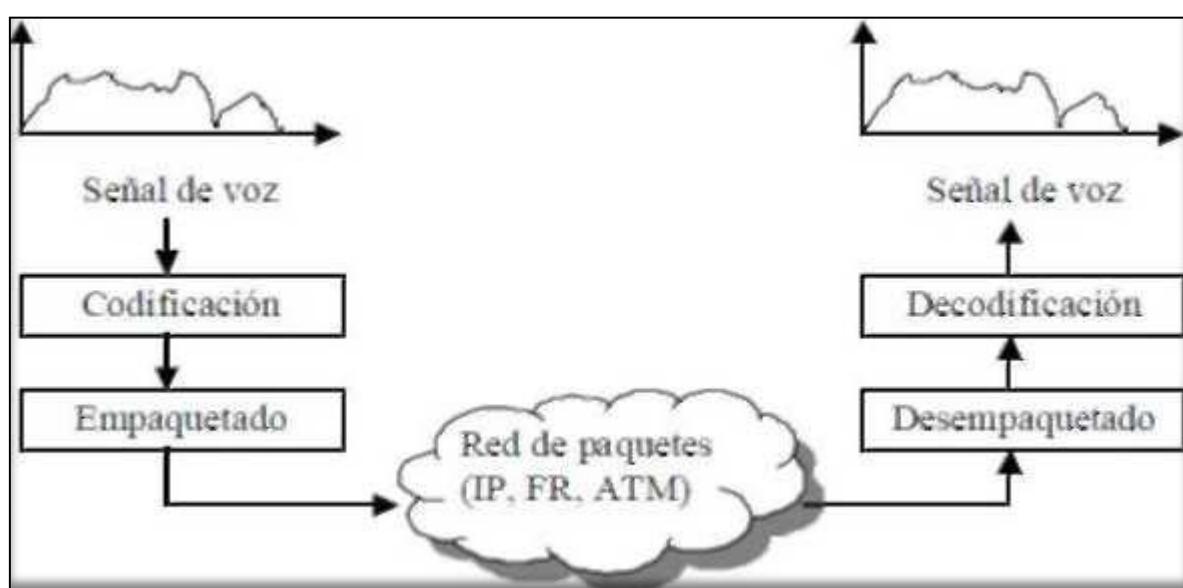


Figura 2.2: Transporte de la voz en redes de paquetes

En apariencia es un proceso sencillo pero está determinado por los problemas derivados del transporte del flujo de información a través de la red. Según la carga de tráfico de los diferentes nodos, los paquetes sufren esperas variables dando lugar a fluctuaciones en el retardo (jitter) y en algunos casos pérdidas de paquetes. Esto da lugar a un flujo de paquetes que no mantiene el espaciamiento constante y que es posiblemente incompleto. Desde el punto de vista del usuario estos problemas se traducen en la degradación de la voz.

La red de voz tradicional o PSTN, usa técnicas de conmutación de circuitos; esto significa que una comunicación 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 del ancho de banda, 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.

2.4. CODEC DE VOZ

La voz o el video para ser transmitidos por la red de datos, tienen que codificarse. Para ello se hace uso de códecs que garanticen la comprensión y codificación de audio y video para su posterior decodificación y descompresión antes de poder generar un sonido o imagen utilizable. Según el códec utilizado en la transmisión, se utilizará más o menos ancho de banda. La cantidad de ancho de banda suele ser directamente proporcional a la calidad de los datos transmitidos.

Las principales características que convienen destacar en los códecs son:

- El factor de compresión indica la reducción del ancho de banda que proporciona. Se compara con los 64 Kbps habituales de la Red Telefónica Pública Conmutada (PSTN).
- La complejidad del algoritmo de codificación es directamente proporcional a la complejidad del proceso

necesaria (influye en aspectos de implementación: si puede implementarse en software o requiere hardware específico) Normalmente el algoritmo es más complejo al aumentar el factor de compresión del códec.

- Calidad evaluada mediante el parámetro MOS (Puntuación media de Opinión) que se obtienen a partir de la valoración subjetiva de un conjunto de personas.
- El retraso del procesado de un códec dado depende mucho de la arquitectura y velocidad del procesador. En cualquier plataforma de hardware o software el retraso de procesado esta correlacionado con la complejidad del procesado. El rendimiento está caracterizado en términos de millones de instrucciones por segundo (MIPS).

Los códecs más comunes son G.711, G.726, G.728, G.722 y G.729.

2.4.1. G.711 (u-law y a-law)

Es un estándar de la ITU-T, usa modulación PCM². Éste es un códec de alto consumo de ancho de banda (64 Kbps) y que realmente no utiliza técnicas de compresión para la voz, por lo que es el códec más económico en cuanto a recursos

² PCM.- Pulse Code Modulation

de procesamiento se refiere. Estas dos características hacen que G.711 ofrezca la máxima calidad en comparación con cualquier otro códec de audio utilizado en VoIP. Tiene una frecuencia de muestreo de 8kHz

Existen dos algoritmos para este códec; una es La ley A (a-law) se utiliza principalmente en los sistemas PCM europeos, y la ley μ (u-law) se utiliza en los sistemas PCM americanos.

El uso de G.711 para VoIP ofrece la mejor calidad (no realiza compresión en la codificación, por lo que presenta el menor retardo típico del algoritmo de 0,125 ms), suena igual que un teléfono analógico. El inconveniente principal es que necesita mayor tasa de bits que otros códecs, aproximadamente 64 kbps. Es muy comúnmente utilizado en la LAN, y soportado por varios proveedores de voz.

En este protocolo existen dos algoritmos PLC (Packet Loss Concealment) y DTX (Discontinuous Transmission), que ayudan a ocultar pérdidas de transmisión en una red de paquetes y reducir el ancho de banda durante los períodos de silencio.

2.4.2. G.722

Describe las características de un (banda de 50 a 7000 Hz) sistema de codificación que puede utilizarse para una variedad de aplicaciones de mayor calidad de voz. El sistema

de codificación utiliza modulación por impulsos codificados diferencial adaptativa de subbanda (ADPCM), a una velocidad binaria de hasta 64 kbit/s.

Se lo conoce como sistema de codificación de audio (7khz) y trabaja a una tasa de 64 kbps.

En el sistema de codificación (ADPCM), la técnica utilizada es dividir la banda de frecuencias en dos sub-bandas (superior e inferior), y las señales en cada sub-banda se codifican utilizando SB-ADPCM. El sistema tiene tres modos básicos de funcionamiento, correspondientes a las velocidades binarias utilizadas para la codificación de audio de 7 kHz: Codificando el audio a tasas de 64, 56 y 48 kbps. Los dos últimos modos permiten obtener, respectivamente, un canal de datos auxiliar de 8 kbit/s o de 16 kbit/s, que se proporciona dentro de los 64 kbit/s mediante el uso de bits de la sub-banda inferior. Ver Tabla 2.2

Modo	Velocidad binaria de	Velocidad
1	64 kbps	0 kbps
2	56 kbps	8 kbps
3	48 khns	16 khns

Tabla 2.2: Modos de funcionamiento del códec G.722

2.4.3. G.723.1

G.723.1 requiere una velocidad de transmisión muy baja ofreciendo una calidad de audio buena. Este códec presenta

dos tipos diferentes de compresión: el primero utiliza el algoritmo de compresión ACELP y tiene una tasa de bit de 5.3 kbps, y el segundo utiliza el algoritmo MP-MLQ³ y proporciona una mejor calidad de sonido con una tasa de bit de 6.3 kbps.

La Frecuencia de muestreo de 8Khz (240 muestras por tramas de 30ms) y Retardo del algoritmo 37.5 ms por trama G.723.1

2.4.4. **G.726**

Es un códec de voz ADPCM⁴ (Adaptive Differential Pulse Code Modulation), estándar ITU-T, que cubre la transmisión de voz a tasas de 16, 24, 32 y 40 kbps. G.726 fue creado para reemplazar a G.721 que cubría ADPCM a 32 kbps y G.723 que cubrió ADPCM también a 24 y 40 kbps, G.726 introdujo una nueva tasa de 16 kbps.

La frecuencia de muestreo es de 8 kHz, Genera una corriente de bits, por lo tanto el tamaño de trama es determinada por la paquetización (típicamente 80 muestras por una trama de 10 ms), el algoritmo tiene un retardo de 0.125 ms.

³ MP-MLQ (Multi-Pulse Maximum Likelihood Quantization) .- Cuantificación de probabilidad máxima de multiimpulso

⁴ ADPCM.- Adaptive Differential Pulse Code Modulation

El más usado comúnmente es a 32 kbps, debido a que utiliza la mitad de la tasa del códec G.711, aumentando la capacidad de ancho de banda de red en un 100%. Es utilizada en las troncales PBX telefónicas.

2.4.5. G.728

G.728 fue diseñado especialmente para aplicaciones de baja latencia. Utiliza un algoritmo de codificación LD-CELP (Low-Delay Code Excited Linear Prediction). G.728 codifica una señal de audio para ser transmitida a 16 Kbps. Es utilizada en sistemas de videoconferencia que funcionan a 56 Kbps o 64 Kbps. Con un requisito de ordenador más alto, el G.728 proporciona la misma calidad del G.711 a un cuarto de su velocidad de transmisión.

Es un sistema que tiene un retardo de algoritmo de 0,625 ms, bajo condiciones donde no existen errores en la transmisión.

2.4.6. G.729

G.729 es un algoritmo de compresión de datos de audio para voz que comprime audio de voz en tramas de 10 milisegundos. No puede transportar tonos como DTMF⁵ o fax.

⁵ DTMF.- Dual-Tone Multi-Frequency.- Sistema Multifrecuencia

G.729 se usa mayoritariamente en aplicaciones de Voz sobre IP VoIP por sus bajos requerimientos en ancho de banda. Utiliza una técnica conocida como CS-ACELP⁶, la cual reduce el tamaño de la señal de entrada en una razón de 8:1 con una calidad similar al códec GSM.

Existe varias extensiones de este códec: G.729^a, G.729B, G.729.1. G.729^a requiere una potencia de ordenador más baja que G.729 y G.723.1. Tanto G.729 como G.729^a tienen un tiempo de procesamiento más bajo que G.723.1. El algoritmo tiene un retardo de 15 ms.

G.729B, utiliza compresión de silencio, mediante un módulo VAD⁷ detecta la actividad de voz y no transmite los silencios.

G.729.1, suministra soporte para conversación de banda ancha y codificación de audio, el rango de frecuencia acústica se extiende a 50Hz – 70kHz.

Las aplicaciones que utilizan el códec G.729 incluyen telefonía digital, comunicaciones vía satélite y wireless, y Voz sobre Frame Relay (VoFR).

El uso de aplicaciones usando este códec requiere una licencia. Sin embargo existen implementaciones gratuitas para uso no comercial.

⁶ CS-ACELP.- Conjugate Structure Algebraic ACELP.- Estructura Conjugada ACELP (Predicción Lineal de Código estimulado Algebraico)

⁷ VAD.- Detección de Actividad de Voz

2.4.7. ILBC (Internet Low Bit rate Codec)

Se trata de un códec Open Source libre y gratuito. Está diseñado para trabajar con anchos de banda muy reducidos, los cuales dependen del tamaño de muestra utilizada (20 o 30 ms). Trabajando con bloques de 20 ms, su velocidad es de apenas 15.20 kbps (303 bits empaquetados en 38 bytes), mientras que con 30 ms se reduce aún más, llegando a los 13.33 Kbps (399 bits en 50 bytes). La señal de voz es muestreada a 8 kHz., y el algoritmo usa una codificación predictiva lineal (LPC).

Una de las características importantes en lo que a calidad se refiere, es que este códec permite degradación suave de la voz, ocasionada por pérdida o retraso de paquetes, presentando mejor calidad que los códec G.729 y G.723.1, siendo más robusto cuando existe perdida de paquetes.

Entre sus desventajas es un códec reciente, por lo que su soporte en dispositivos comerciales es muy reducido. Otra desventaja es su complejidad, y el reducido consumo de ancho de banda que requiere una cantidad importante de procesamiento, por lo que mantener numerosas llamadas

concurrentes con este códec puede ocasionar el agotamiento de ciclos del procesador fácilmente.

2.4.8. Cuadro Resumen de códec de voz

Nom bre	Est and ariz ado	Tipo Codificación	De Binari a (Kbits/ s)	Co mpl ejid ad (MI PS)	Retard o del Codific ador (ms)	Cali dad (MO S)	Frecu encia de Mues treo (Khz)	Observaciones	Rob ust ez Fre nte a erro res
G.71	ITU- 1	Pulse Code Modulation (PCM)	64	0,1	0,125 (Tla=0)	4,2	8	U-law (US, Japan) y A-law (Europa) Se utiliza en	-

⁸ Tt= Tiempo de trama.

⁹ Tla=Tiempo de funcionamiento de los algoritmos que se utilizan para realizar el cálculo.

									terminales dentro de la misma LAN. Ancho de banda IP 80kbps.	
G.72 2	ITU- T	Sub-Band ADPCM (El sistema de codificación utiliza modulación por impulsos codificados diferencial adaptativa de subbanda)	48/56/ 64	10	0,125 ($T_{la}=1.5$)	4- 4.5	16	Muestrea el audio a 16KHZ, el doble de información por unidad de tiempo, Ancho de banda IP 75 kbps. Proporciona HD de sonido y también es utilizado en videoconferencia	+	
G.72 3.1	ITU- T	CELP(Predicción Lineal de Código)	5,3 y 6,3	50	37.5 ($T_{t}=30$ y)	3,8 y	8	Parte de H.324 video conferencing. Ancho	+	

		estimulado Algebraico) y MP- MLQ(Cuantificación de probabilidad máxima de multiimpulso)			Tla=7,5)	3,9		de banda IP 16,27 kbps, 17,07 kbps. ¹⁰	
G.726	ITU-T	ADPCM (Adaptative Differential Pulse Code Modulation)	16, 24, 32, 40	12	0,125 (Tla=0)	4	8	Creado para reemplazar a G.721 y G. 723, Utilizado en las troncales PBX Telefónicas. Ancho de banda IP 48 kbps.	+
G.72	ITU-	LD-CELP (Low-	16	33	0,625(TI	4	8	Es utilizado en	--

¹⁰ Datos proporcionados de <http://www.erlang.com/bandwidth.html#Algorithms>

8	T	Delay Code Excited Linear Prediction).			a=0)			sistemas de Videoconferencia que funcionan a 56 o 64 Kbps. Ancho de banda IP 32 kbps.	
G.729	ITU-T	CS-ACELP(conjugate-structure algebraic-code-excited linear-prediction)	8	22	15 (Tt=10 y Tla=5)	4	8	Se utiliza en telefonía Digital, comunicaciones vía satélite y voz sobre Frame Relay. Ancho de banda IP 24 kbps (G.729 A)	++
ILBC		LPC.- (Codificación Predictiva Lineal	15,2 y 13,33		20 a 30 (tla=0) ¹¹	4,1	8	Trabaja con anchos de banda muy	

¹¹ Datos proporcionados por www.lairent.com.ar, Autor Julián María Ganzábal
 ING. MARIO ENRIQUE CUEVA HURTADO

								reducidos, y el soporte de los dispositivos actuales es muy reducido	
--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Tabla 2.3: Cuadro resumen de códec de Voz

2.5. PROTOCOLOS Y ESTÁNDARES DE VoIP

En la aplicación de la tecnología de VoIP se dispone de estándares y protocolos que se utilizarán para aplicaciones en tiempo real y multiusuario, además de facilidades de interconexión entre las distintas tecnologías de transporte.

En la figura 2.3 se evidencia las diferencias entre los protocolos de señalización (H.323 y SIP) y los protocolos de transporte (RTCP, RTP, RTSP)

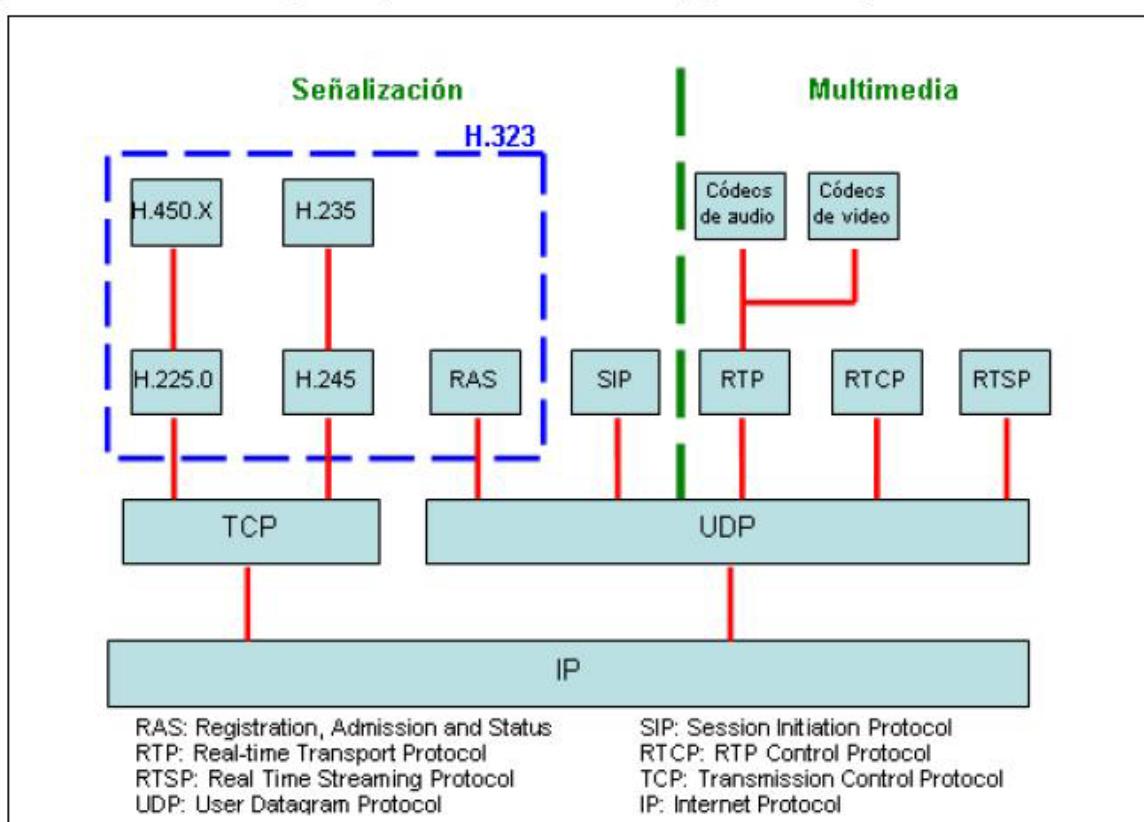


Figura: 2.3. Estructura de protocolos VoIP

2.5.1. PROTOCOLOS DE TRANSPORTE VoIP

Los protocolos de tiempo real para la transmisión de audio y vídeo se definen dos protocolos que constituyen el estándar: RTP (Protocolo en Tiempo Real) y RTCP (Protocolo de control en Tiempo Real). El primero, protocolo RTP, regula el intercambio de información en diferentes formatos (audio y video). El RTCP regula la comunicación de control que se establece entre los extremos, en paralelo con la transmisión de información. Su objetivo es proporcionar información actual del estado y la calidad de la de la comunicación.

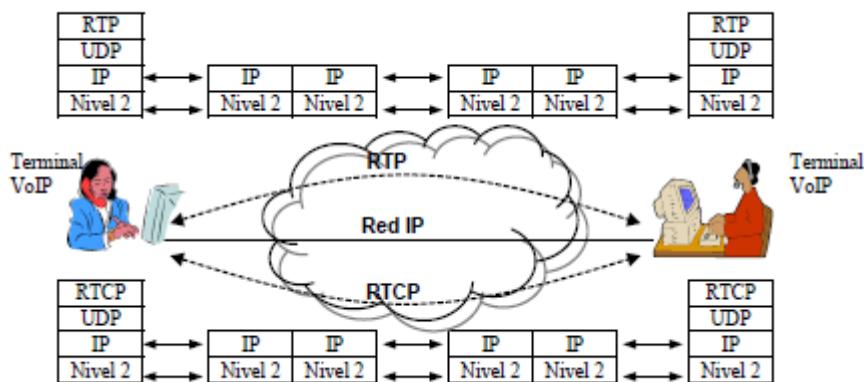


Figura 2.4: Trafico RTP Y RTCP a través de la Red

En la figura 2.4 se presenta la arquitectura de protocolos empleada en el intercambio de voz o video entre dos terminales VoIP conectados a través de la red IP. El flujo de paquetes RTP (en los que se incluyen los bloques de voz o

video) se transportan mediante paquetes UDP. Para el intercambio de paquetes RTP, la norma establece los puertos UDP pares, elegidos de manera independiente en cada extremo de la comunicación. Para notificar al extremo remoto el puerto local seleccionado se utiliza un mecanismo de señalización que queda fuera del ámbito de la RFC 1889 (por ejemplo H323 o SIP).

El flujo de paquetes de control RTCP es paralelo al flujo de paquetes RTP. Los paquetes RTCP se intercambian de manera periódica. En el caso en el que se empleen UDP para el tráfico RTCP, se utilizan los puertos UDP inmediatamente superiores a los empleados en el flujo RTP.

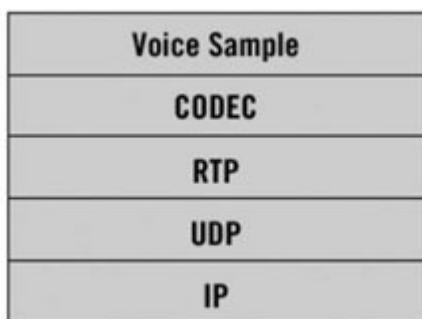
2.5.1.1. PROTOCOLO DE TRANSPORTE EN TIEMPO REAL (RTP)

El protocolo RTP (Real-Time Transport Protocol) es el estándar para el transporte de tráfico (audio o video) en tiempo real sobre internet. Es un estándar creado por la IETF para la transmisión confiable de voz y video a través de Internet. La primera versión fue publicada en 1996 en el documento RFC 1889 y fue reemplazado por el estándar RFC 3550 en 2003.

RTP reconoce la parte la parte superior del UDP e IP. Maneja los aspectos relativos a la temporización, marcando los

paquetes UDP con la información necesaria para la correcta entrega de los mismos en recepción. En el protocolo RTP se asume la existencia de imperfecciones en la red (pérdidas y retardos) y la posibilidad de variación de las características de la red durante la comunicación.

Cada paquete RTP contiene una muestra pequeña de la conversación de voz. El tamaño del paquete y el tamaño de



la muestra de voz, dentro de dicho paquete, dependerán del CODEC utilizado. En la Figura 2.5 se muestra la pila de protocolos RTP.

Figura 2.5: Pila de protocolos RTP

La cabecera RTP se compone de 12 octetos, a los que hay que sumar los 8 de la cabecera UDP y los 20 de la IP. Los octetos de los niveles inferiores dependen de la tecnología concreta utilizada.

En algunos casos el transporte de voz sobre IP puede ser muy ineficiente por lo que se recurre a varios métodos para

reducir el ancho de banda entre ellos tenemos la supresión del silencios y la compresión de cabeceras. Para la compresión de cabeceras se utiliza una variante de RTP, llamada RTP comprimido (cRTP ver figura 2.6), la cual es muy utilizado en enlaces WAN, especialmente en enlaces punto a punto. La consecuencia de cRTP, similar a cualquier forma de compresión, es que necesita más ciclos de procesado en el router para tratar el paquete. El router debe recrear cada cabecera tan pronto llegue el paquete IP, y de esta forma, la información es enrutada a través de la LAN hasta el teléfono IP. Puede reducir las cabeceras de IP/UTP/RTP de 40 Bytes a 2 o 4 Bytes.

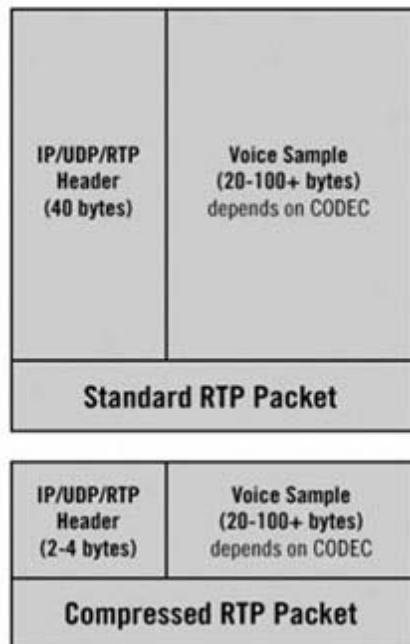


Figura 2.6: Protocolos RTP/Crt

2.5.1.1.1. FUNCIONES

- Identificar el tipo de carga del paquete (payload). Puede ser un formato de audio o video.
- Numerar el paquete.
- Indicar el instante en que se genero el paquete (time stamp).

2.5.1.1.2. FORMATO DE TRAMA RTP

Los paquetes RTP transportan la información (bloques de audio o tramas de video) y una cabecera que permite la reconstrucción del flujo de datos en el receptor. En la figura 2.7 se presenta la estructura de una trama RTP.

Byte 1				Byte 2		Byte 3	Byte 4		
V=2	P	X	CC	M	PT	Número de Secuencia			
Timestamp									
Synchronization Source (SSRC)									
Contributing Source (CSRC)									
Extensión (opcional dependiendo del bit X)									
Data...									

Figura 2.7: Estructura de la trama RTP

V (versión, 2bits): Versión del protocolo RTP (la versión definida en la RFC 1889 es la 2).

P (relleno, 1 bit): es un bit que indica si hay relleno al final de la data o no. Si el bit P=1 indica que se ha incluido relleno al

contenido del paquete. El relleno no es otra cosa que bytes adicionales al final del payload.

X (extensión, 1 bit): o extensión es un bit que indica si hay extensión del encabezado.

CC (Cuenta de CSRC, 4 bits): es un identificador de 4 bits que indica el conteo CSRC

M (marca, 1bit): La interpretación de este campo depende del campo PT (tipo de carga útil).

PT (tipo de carga, 7 bits): tipo de carga útil (*Payload Type*). Existen códigos normalizados que se han definido para distintos tipos de códecs de audio o video. Indica el tipo de carga útil que contiene este paquete RTP. Ejemplos de tipos son G729, GSM, PCMU (G711 u-law), entre otros.

SN (número de secuencia, 16 bits): es un número entero que identifica cada paquete del presente flujo de datos. Aumenta una unidad en cada paquete transmitido. Permite la detección de pérdida de paquetes en destino.

Timestamp (instante de muestreo, 32 bits): representa el instante de tiempo (en formato timestamp) en el que se comenzó a muestrear la data que está siendo transmitida en el payload.

SSRC (identificador de fuente, 32 bits): identifica la fuente que envía el paquete RTP. Identifica la fuente de

sincronización ya que el mismo equipo puede estar “hablando” con diferentes fuentes de paquetes RTP. Es un número aleatorio de 32 bits por lo que hay la posibilidad (aunque la probabilidad es baja) de que este número se repita entre dos fuentes. Existen mecanismos para resolver este problema.

CSRC (identificador de contribuidores, de 0 a 15 identificadores de 32 bits cada uno): Identificadores de las fuentes que envían la mezcla incluida en la carga útil. Hay tantos identificadores como se indique en el campo CC. Identifica las fuentes contribuyentes para el payload.

Después de la cabecera vienen los datos.

2.5.1.2. PROTOCOLO DE CONTROL DE TRANSPORTE EN TIEMPO REAL (RTCP)

El protocolo de control RTP (Real-Time Transport Control Protocol) regula el intercambio de mensajes de control entre los participantes en una sesión multimedia. Esta información se refiere, fundamentalmente, a la calidad de servicio con que se está desarrollando la comunicación: retardo *jitter*, tasa de paquetes recibidos y perdidos, etc. Es una comunicación paralela a la transmisión de información, que se establece entre los extremos de forma opcional.

Se utiliza principalmente para detectar situaciones de congestión de la red y tomar, en su caso, acciones correctoras, como utilizar un códec con menor tasa.

La utilización de RTCP consume un ancho de banda añadido al RTP. Supone entre 1 y 5% del ancho de banda de RTP.

2.5.2. PROTOCOLOS DE SEÑALIZACIÓN UTILIZADOS EN VoIP

Se denomina señalización a la información relacionada con una llamada que se transmite entre dos equipos. A través de la señalización, la central puede ubicar a la otra central con la que debe establecer comunicación, a qué abonado dentro de esa central hay que llamar, saber que se cortó la comunicación, que dio ocupado, etc.

La telefonía IP necesita protocolos de señalización entre los diferentes elementos que constituyen la red VoIP: terminales, servidores de llamadas, pasarelas entre VoIP y red telefónica convencional. Algunas de las funciones que realizan los protocolos de señalización son las siguientes:

- **Localización de usuarios.**
- **Establecimiento de sesión.**
- **Negociación de sesión.**
- **Gestión de los participantes en la llamada.**

Actualmente existen varios protocolos para señalización, entre los más importantes se destacan el H.323 de la ITU-T, SIP (*Session Initiation Protocol*) del IETF e IAX (INTER ASTERISK EXCHANGE) de Asterisk.

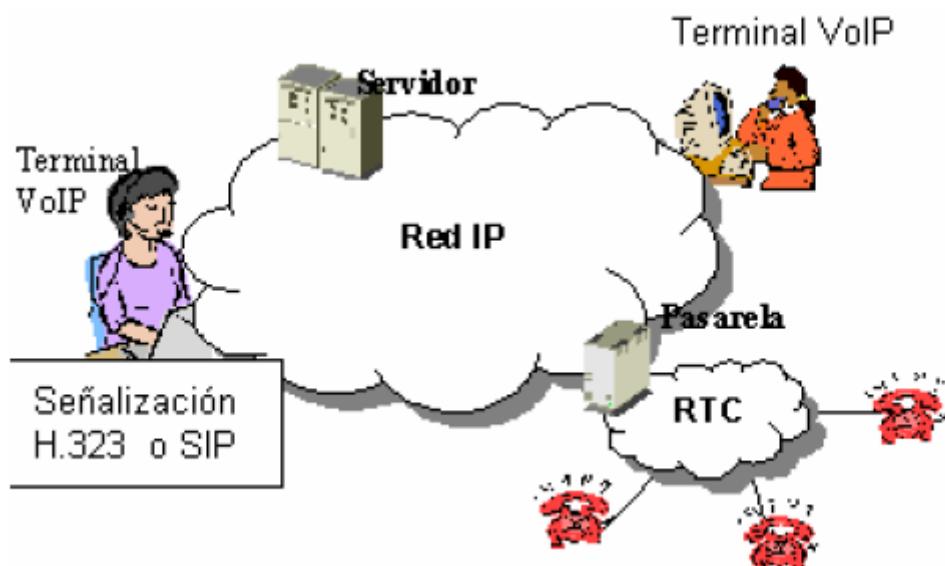


Figura 2.8: Protocolos de Señalización

Además permiten el establecimiento de la comunicación entre dos terminales VoIP directamente o a través de servidores intermedios (ejemplos: servidor SIP o Gatekeeper¹² H.323). Las arquitecturas de redes que siguen estos protocolos tienen un esquema similar al de la figura 2.8.

¹² Es el centro de control para el procesamiento de la llamada en H.323. Es un software que funciona sobre Windows-NT, Solaris o Unix.

2.5.2.1. H.323

La Unión Internacional de Telecomunicaciones (International Telecommunications Union, ITU) ha combinado varios estándares de bajo nivel en estándares de protección, incluido H.323 para multimedia sobre LANs con calidad de servicio no garantizada.

La arquitectura de protocolos h.323 se muestra en la figura 2.9

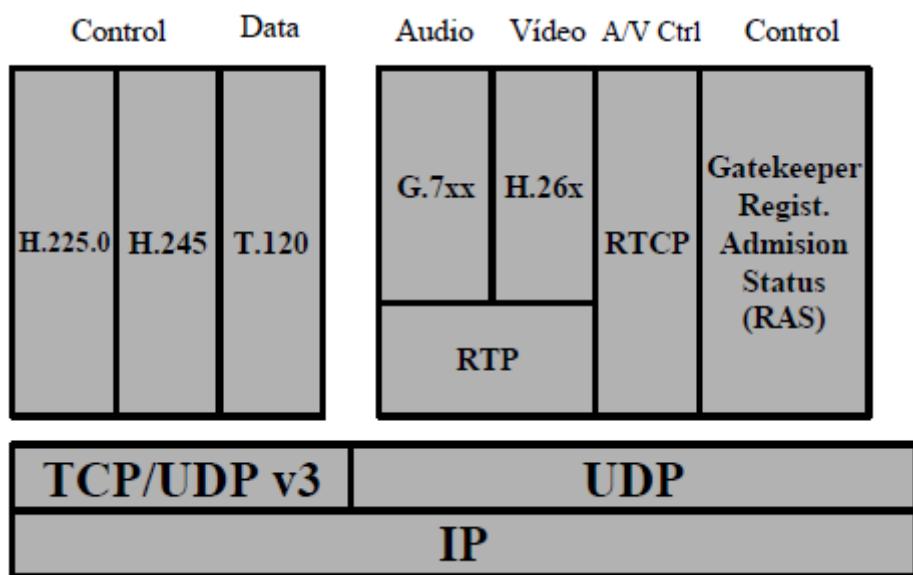


Figura 2.9: Arquitectura de protocolos H.323

2.5.2.2. SIP (SESSION INITIATION PROTOCOL)

SIP es un protocolo de la IETF (Internet Engineering Task Force) es usado como protocolo de señalización a nivel de aplicación para establecer, mantener y liberar sesiones multimedia, este no define el tipo de sesión que se va a

establecer soporta sesiones de juegos, audio y videoconferencia, permite el uso de direcciones E164¹³

Se puede utilizar con cualquier otro protocolo de transporte como TCP, UDP el intercambio de datos se realiza por RTP/UDP, es una arquitectura cliente/servidor similar a la sintaxis del HTTP (Hypertext Transfer Protocol). por ejemplo: usuario@pc o usuario@dominio.

SIP soporta 5 elementos funcionales para el establecimiento y terminación de comunicaciones multimedia:

- Localización de usuarios.
- Intercambio / negociación de capacidades de los terminales.
- Disponibilidad de usuarios.
- Establecimiento de llamada.
- Gestión de llamada.

Los clientes SIP envían peticiones (*Requests Messages*) a un servidor, el cual una vez procesada contesta con una respuesta (*Response Messages*). Los terminales SIP pueden generar tanto peticiones como respuestas al estar formados

¹³E164 Plan de numeración internacional.

por el denominado cliente del agente de usuario (UAC¹⁴) y servidor del agente de usuario (UAS¹⁵).

SDP¹⁶ se usa para negociar las capacidades de los *endpoints*.

La arquitectura SIP define cuatro tipos de servidores:

Servidor Proxy.- Se encarga de encaminar peticiones/respuestas hacia el destino final. El encaminamiento se realiza salto a salto de un servidor a otro hasta alcanzar el destino final. Para estos casos, existe un parámetro incluido en las peticiones/respuestas denominado *Via* que incluye los sistemas intermedios que han participado en el proceso de encaminamiento. Esto evita bucles y permite forzar que las respuestas sigan el mismo camino que las peticiones.

Servidor de Redirección. Realiza una función equivalente al servidor proxy, pero a diferencia de éste no progresá la llamada, sino que contesta a un INVITE con un mensaje de redirección, indicándole en el mismo como contactar con el destino.

Servidor de Registro. Mantienen la localización actual de un usuario. Se utiliza para que los terminales registren la

¹⁴ UAC: Cliente de Agente de Usuario

¹⁵ UAS: Servidor de Agente de Usuario

¹⁶ SDP: Protocolo de descripción de sesión

localización en la que se encuentran. Este servidor facilita la movilidad de usuarios, al actualizar dinámicamente la misma.

Agente de Llamada (Call Agent). Realiza las funciones de los tres servidores anteriores, además de poder realizar las siguientes acciones:

- Localizar a un usuario mediante la redirección de la llamada a una o varias localizaciones.
- Implementar servicios de redirección como reenvío si ocupado, reenvío si no contesta, etc.
- Implementar filtrado de llamada en función del origen o del instante de la llamada.
- Almacenar información de administración de llamadas.
- Realizar cualquier otra función de gestión.

Las direcciones SIP son identificadas mediante los denominados *URI*¹⁷, que sigue la estructura *user@host*, donde *user* corresponde con un nombre, identificador o número telefónico y *host* es el dominio al que pertenece el usuario o dirección de red.

En la Figura 2.10 se muestra un ejemplo de interacción entre servidores SIP.

¹⁷ URL: *Uniform Resource Identifiers*

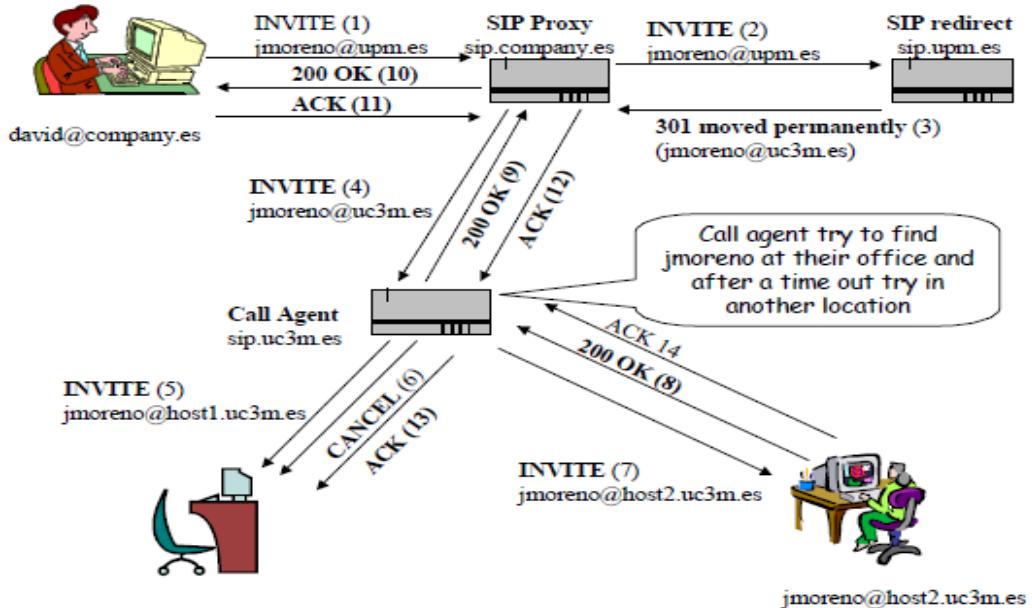


Figura 2.10: Ejemplo de Servidores SIP

La principal característica de SIP frente a H.323 es su simplicidad. Mientras H.323v1 necesita 5 o 6 intercambios de información entre los destinatarios antes de establecer una conexión, SIP requiere únicamente uno y puede ser transmitido por TCP o UDP. Estos aspectos fueron introducidos en la versión 2 y 3 del protocolo H.323.

2.5.2.3. IAX (INTER ASTERISK EXCHANGE)

El protocolo IAX (*Inter-Asterisk eXchange*) es un protocolo de señalización creado por Mark Spencer, el mismo creador de Asterisk, con el objetivo de solucionar algunos problemas existentes con otros protocolos. El protocolo

todavía no es un estándar pero pretende serlo a través de un proceso de estandarización en la IETF.

En esencia IAX presenta tres ventajas muy interesantes sobre otras alternativas como SIP.

- Consumo menos ancho de banda
- Soluciona mejor problemas de NAT
- Pasa más fácilmente a través de *firewalls*

Estas ventajas resultan perfectas para troncalización (Trunking) entre dos servidores Elastix. En otras palabras, es recomendable el uso de IAX para interconectar dos o más servidores Elastix entre sí. La versión actual del protocolo es la versión 2. La versión anterior ha quedado obsoleta por lo que es común ver el nombre IAX2 como sinónimo de IAX. IAX es un protocolo binario, a diferencia de SIP que como recordaremos es un protocolo basado en texto. Esto es una ventaja desde el punto de vista desde ancho de banda puesto que en binario se desperdiciarán menos *bytes*.

IAX usa UDP y normalmente usa el puerto 4569. Lo interesante de IAX es que por un solo puerto transmite tanto la voz como la señalización y es esto lo que le permite resolver problemas de NAT y pasar a través de *firewalls* sin mayor inconveniente.

Además de esta característica el protocolo permite la troncalización de varios canales de audio en el mismo flujo de datos. Es decir que en un mismo datagrama se pueden enviar varias sesiones al mismo tiempo, lo que significa una reutilización de datagramas y por consiguiente un ahorro de ancho de banda.

Fases de una llamada IAX

Una llamada IAX tiene tres fases:

1. Establecimiento de la llamada

Para iniciar una llamada el equipo que la inicia (equipo A) le envía un mensaje NEW al equipo B y éste último responde con un mensaje ACCEPT. Luego de esto obviamente el equipo destino timbrará en espera de que el usuario conteste. Si esto sucede, el equipo B enviará un mensaje ANSWER al equipo A para notificar que el usuario contestó. Ver figura 2.11.

2. Llamada en curso

Si se contestó la llamada se inicia el intercambio de audio mediante unos paquetes llamados frames que estudiaremos más adelante. Estos frames se envían dentro del mismo flujo de comunicación que la señalización inicial.

3. Colgado

Para terminar la llamada cualquiera de las partes involucradas debe enviar un mensaje HANGUP. Ver figura 2.12.

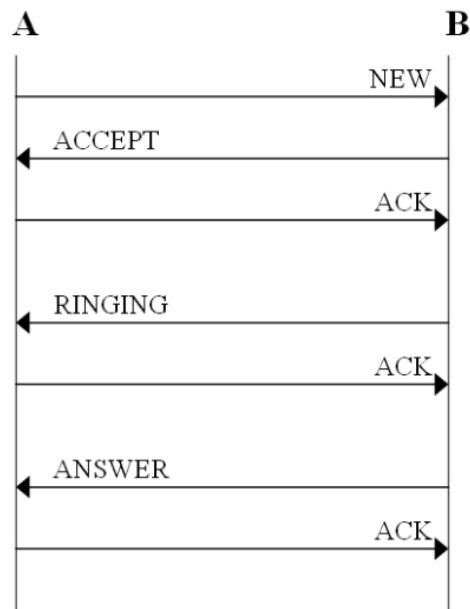


Figura 2.11: Establecimiento de una llamada entre dos puntos A y B

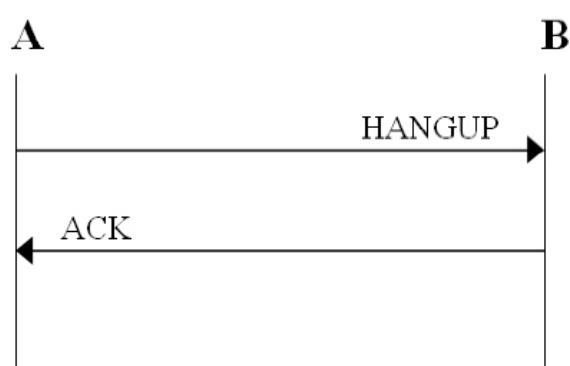


Figura 2.12: Colgado de una llamada IAX

FRAMES IAX

Para intercambiar el audio entre los participantes de la llamada se utilizan dos tipos de *frames* llamados Full y Mini. También se les suelen llamar F y M. Una conversación está compuesta en su mayoría por *frames* tipo Mini cuya virtud es (como su nombre lo sugiere) ser ligeros. Esto quiere decir que tienen una cabecera pequeña (de 4 bytes), lo cual ayuda a ahorrar ancho de banda. De cuando en cuando se intercambian *frames* tipo Full, los cuales conllevan adicionalmente información de sincronización para mantener sincronizados a ambos puntos.

2.5.2.4. MEGACO y MGCP (Media Gateway Control Protocol)

H.323 y SIP se desarrollaron teniendo como objetivo el desarrollo de terminales que estuvieran directamente conectados a la red IP e intercambiaron tráfico de voz directamente entre sí o bien con terminales tradicionales (conectados a redes conmutadas) mediante el uso de pasarelas. El objetivo inicial de MEGACO fue la utilización de redes de paquetes como backbone para la transmisión de tráfico de voz originado por redes tradicionales. Los operadores tradicionales fueron uno de los que mayor interés han mostrado en esta propuesta, pensando en integrar

progresivamente sus redes de telefonía basadas en conmutación de circuitos y sus redes de datos basadas en conmutación de paquetes en una red homogénea que transportará ambos tipos de tráfico (voz y datos) y que fuera transparente a los usuarios finales.

MGCP es un protocolo cliente/servidor que controla el intercambio de información entre MG y MGC. Este protocolo está basado en un modelo cliente/servidor, mientras que SIP y H.323 están basados en un modelo peer-to-peer. Este estándar está descrito en [RFC2705], donde se menciona que “este protocolo está diseñado para usarse en un sistema distribuido que se ve desde afuera como un solo *Gateway VoIP*”. MGCP al igual que SIP usa el Protocolo de Descripción de Sesión (SDP) para escribir y negociar capacidades de media. Su funcionalidad es similar a la capacidad H.245 de H.323. Ha sido propuesto en distintos organismos de estandarización como el grupo de trabajo MEGACO del IETF y la ITU-T donde se ha denominado H.248.

2.5.2.5. SCCP (Skinny Client Control Protocol)

Protocolo propietario de Cisco, se basa en un modelo cliente/servidor en el cual toda la inteligencia se deja en manos del servidor (Call Manager). Los clientes son los

teléfonos IP, que no necesitan mucha memoria ni procesamiento [RAM2005]. El servidor es el que aprende las capacidades de los clientes, controla el establecimiento de la llamada, envía señales de notificación, reacciona a señales del cliente (por ejemplo cuando se presiona el botón de directorio). El servidor usa SCCP para comunicarse con los clientes, y si la llamada sale por un *gateway*, usa H.323, MGCP o SIP.

2.6. FACTORES QUE DEFINEN CALIDAD DE SERVICIO

Los principales problemas en cuanto a la calidad del servicio (QoS) de una red de VoIP, son la Latencia, el Jitter la pérdida de paquetes y el Eco. Cuando mejor se conoce los problemas que se producen y sus posibles soluciones mayor calidad se dispondrá. Estos problemas vienen derivados de dos factores principalmente:

- a) Internet es un sistema basado en conmutación de paquetes y por tanto la información no viaja siempre por el mismo camino. Esto produce efectos como la pérdida de paquetes o el jitter.
- b) Las comunicaciones VoIP son en tiempo real lo que produce que efectos como el eco, la pérdida de paquetes y el retardo o latencia siendo perjudiciales los cuales deben ser evitados.

2.6.1. LATENCIA

A la latencia también se la llama retardo. No es un problema específico de las redes no orientadas a conexión y por tanto de la VoIP. Es un problema general de las redes de telecomunicación. La latencia se define técnicamente en VoIP como el tiempo que tarda un paquete en llegar desde la fuente al destino. Es un problema frecuente que se producen en enlaces lentos o congestionados.

El retardo de extremo a extremo debe ser inferior a 150 ms, esta recomendación se encuentra ligada a la capacidad auditiva de los humanos, que son capaces de detectar retardos de 200 a 250 ms.

Se puede controlar intentando reservar un ancho de banda de origen a destino o señalizar los paquetes con valores utilizando equipos que puedan priorizar la transferencia de paquetes que son transmitidos en tiempo real.

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

2.6.2. FLUCTUACIÓN DE RETARDO (JITTER)

El Jitter es un efecto de las redes de datos no orientadas a conexión y basadas en commutación de paquetes. Como la información se discretiza en paquetes cada uno de los

paquetes puede seguir una ruta distinta para llegar al destino. El Jitter se define técnicamente como la variación en el tiempo en la llegada de los paquetes, causada por congestión de red, perdida de sincronización o por las diferentes rutas seguidas por los paquetes para llegar al destino.

Las comunicaciones en tiempo real (como VoIP) son especialmente sensibles a este efecto. En general, es un problema frecuente en enlaces lentos o congestionados.

El valor recomendado para el jitter es menor o igual a 100 ms para tener una comunicación sin molestias. Si el jitter es mayor debe ser minimizado utilizando algunas técnicas. Entre las soluciones más destacadas se encuentra la utilización de un “Jitter buffer” cuya función es almacenar los paquetes que llegan en distintos intervalos y luego de un tiempo determinado empezar a ensamblar los paquetes. Esto implica un retardo que puede ser configurado de acuerdo a la necesidad, a mayor capacidad del buffer se logra menos pérdidas de paquetes pero mayor retardo.

También se puede solucionar incrementando el ancho de banda del enlace, esto se lo puede hacer muy fácilmente en un *backbone*, pero en los enlaces WAN es menos factible.

Una mejor solución es la formación de colas para dar prioridad al tráfico de voz sobre el de datos.

2.6.3. PERDIDAS DE PAQUETES

Es la tasa de pérdida de paquetes. Representa el porcentaje de paquetes transmitidos que se descartan en la red. Estos descartes pueden darse por sobrepasar la capacidad de un *buffer* de una interfaz en momentos de congestión, debido a una considerable tasa de error en alguno de los medios de enlace o por descartes de paquetes que no han llegado a tiempo en el receptor. Los paquetes perdidos son retransmitidos en aplicaciones que no son de tiempo real; en cambio para telefonía, no pueden ser recuperados y se produce una distorsión vocal. La pérdida de paquetes, no debe ser superior al 5%.

Para combatir las ráfagas de paquetes perdidos se utiliza la técnica de interpolación llamada Packet Loss Concealment (PLC). Esta técnica se basa en las muestras de voz previas, en la que el decodificador predice las tramas de voz, consideradas pérdidas.

Si las pérdidas no son demasiadas grandes, y si la señal no es muy cambiante las pérdidas pueden ser inaudibles después de aplicar el PLC. Por esta razón algunos códecs tienen algoritmos PLC construidos dentro de sus estándares

por ejemplo el ITU-T G.711 al igual que otros basados en CELP tales como G.723.1, G.728 y G.729.

Una técnica muy eficaz en redes con congestión o de baja velocidad es no transmitir los silencios. Gran parte de las conversaciones están llenas de momentos de silencio. Si solo transmitimos cuando haya información audible liberamos bastante los enlaces y evitamos fenómenos de congestión.

2.6.4. ECO

Es el tiempo transcurrido desde que se habla hasta que se percibe el retorno de la propia voz. Si la demora de retorno es menor a 30 ms, con una atenuación de 25 a 30 dB, el efecto del eco no es percibido. Dado que las demoras de voz sobre redes de datos son altas, puede existir eco. El eco es especialmente molesto cuanto mayor es el retardo y cuanto mayor es su intensidad, con lo cual se convierte en un problema en VoIP puesto que los retardos suelen ser mayores en la red de paquetes (codificación, empaquetado, transporte y espera en los nodos) que en la telefonía tradicional.

El eco se produce por un fenómeno técnico que es la conversión de 2 a 4 hilos de los sistemas telefónicos (Eco Eléctrico) o por un retorno de la señal que se escucha por los

altavoces y regresa por el micrófono (Eco Acústico se produce en entorno de telefonía IP con PC).

Eco eléctrico: el bucle telefónico convencional consta de un par de hilos sobre los que se transmite de manera bidireccional. En el teléfono y en las centrales telefónicas se separan los dos sentidos de transmisión mediante bobinas híbridas. Como la separación de señales no es completa, aparecen reflejos indeseados de las señales hacia los focos emisores. De todas las posibles reflexiones, la más molesta es la que presenta mayor desfase temporal con respecto a la señal original.

Eco acústico: es el que se produce por acople entre el altavoz y el micrófono.

Para ayudar a reducir y/o eliminar este factor, se utilizan los supresores de eco y los canceladores de eco. El primero convierte la comunicación en half duplex momentáneamente para evitar que la información transmitida sea retornada por su propio canal; mientras que el segundo utiliza una técnica de predicción utilizando parte de la información transmitida la cual compara con el canal de llegada, si se escucha lo mismo que se transmitió simplemente la señal se filtra, necesariamente ésta técnica necesita de un mayor procesamiento.

En la siguiente figura 2.13 se muestra el gráfico de la clasificación de la calidad de voz.

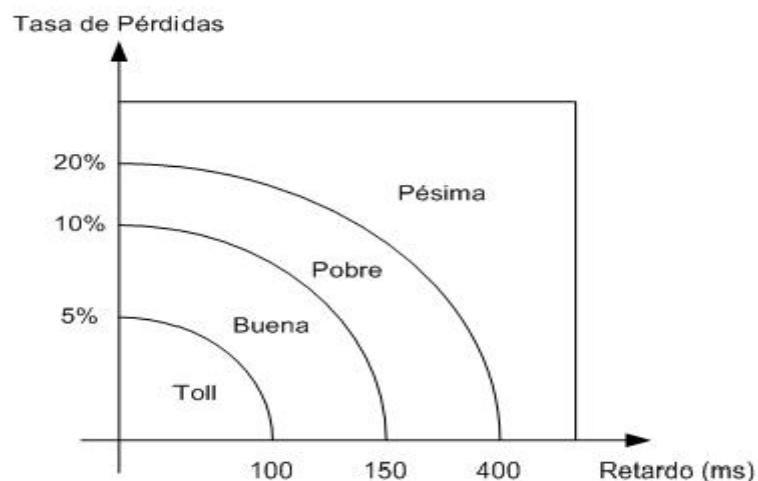


Figura 2.13: Calidad de Voz

2.7. COMPONENTES PRINCIPALES PARA EL DISEÑO DE UNA RED IP PARA TRANSMISIÓN DE VOZ

Para el diseño de una red de voz sobre IP, se deben tomar en consideraciones los siguientes pasos como se indica en la figura 2.14 para el diseño de una Red de Voz Sobre IP.

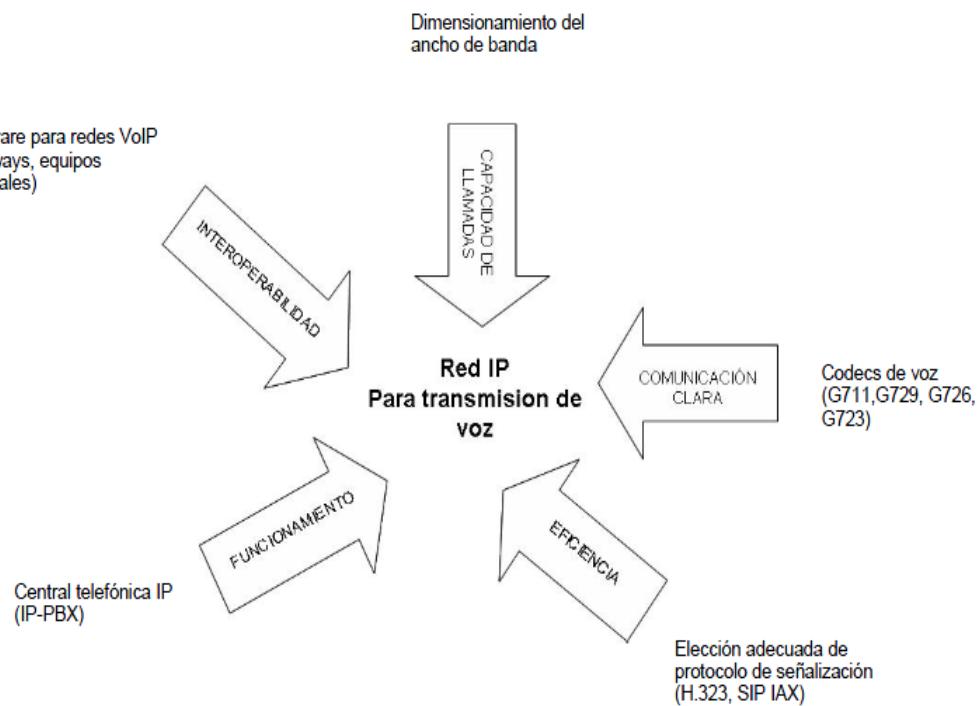


Figura 2.14: Componentes principales para el diseño e implementación de una Red de Voz sobre IP.

2.8. FACTORES PRINCIPALES A TENER EN CUENTA EN PARA LA CALIDAD DE VOZ

- **Indicadores Cualitativos.** - Son parámetros relacionados con la calidad de la comunicación de voz.
- **Calidad de la Voz.** - Es el principal indicador de todo el sistema. Si podemos sostener una comunicación con una adecuada calidad de voz entonces es una prueba de que la red se ha diseñado de manera correcta. Hay dos formas de probar la calidad de la voz: subjetiva y objetivamente. Los humanos realizan pruebas de

calidad de voz subjetivas, mientras que las computadoras realizan pruebas de voz objetivas.

- **Indicadores Cuantitativos.-** Nos indican en cantidades específicas los resultados alcanzados en la comunicación de voz.

Ancho de Banda.- Dependiendo del códec que se use y el número de muestras de voz que se quiera por paquete, la cantidad de ancho de banda por llamada puede incrementarse drásticamente.

Retraso/Latencia.- Existen tres tipos de retraso que son inherentes a las redes de telefonía actuales: retraso de propagación, retraso de serialización y retraso de manejo.

La recomendación G.114 de la ITU-T sugiere que no haya más de 150milisegundos (ms) de retraso de extremo a extremo para mantener una “buena” calidad de voz. Aunque debemos tener en cuenta que la definición de “buena” es relativa de acuerdo al cliente, por eso se debe recordar que 150 ms es simplemente una recomendación.

Jitter.- El Jitter es la variación del tiempo de llegada de un paquete. El jitter entre el punto inicial y final de la comunicación debiera ser inferior a 100 ms. Si el valor

es menor a 100 ms el Jitter puede ser compensado de manera apropiada. En caso contrario debiera ser minimizado.

Los mecanismos complementarios que reducen los efectos indeseados (pérdida de paquetes y fluctuaciones de retardo) se orientan en dos sentidos: la eficiencia y calidad del servicio y la señalización.

- Eficiencia y calidad de servicio:

Códecs compresores: que reducen el ancho de banda necesario.

Buffers en recepción: que regeneran el espaciado entre paquetes y amortiguan las fluctuaciones del retardo.

- Mecanismos de calidad de servicio en la red (Ej.: priorización de los paquetes de voz).

- **Señalización:**

Establecimiento y liberación dinámica de las llamadas VoIP.

Información para el usuario del progreso de la llamada

Acuerdo en los códecs a emplear

Movilidad de usuarios

- Control de acceso
- Tarifación
- Servicios suplementarios (ej. desvío de llamadas)
- Interfuncionamiento con la red telefónica pública.
- Tratamiento de señales no vocales (Ej. MODEM o fax).

2.9. CLASIFICACIÓN DE TRÁFICO

Existen varios criterios de políticas para la clasificación de tráfico los más importantes son:

- Tipo de tráfico contenido en el paquete
- Dirección IP
- Puertos, entre otros

Estos se pueden llevar a cabo a nivel de capa 2 o a nivel de capa 3, mediante estándares IEEE 802.1p, IEEE 802.1q entre otros.

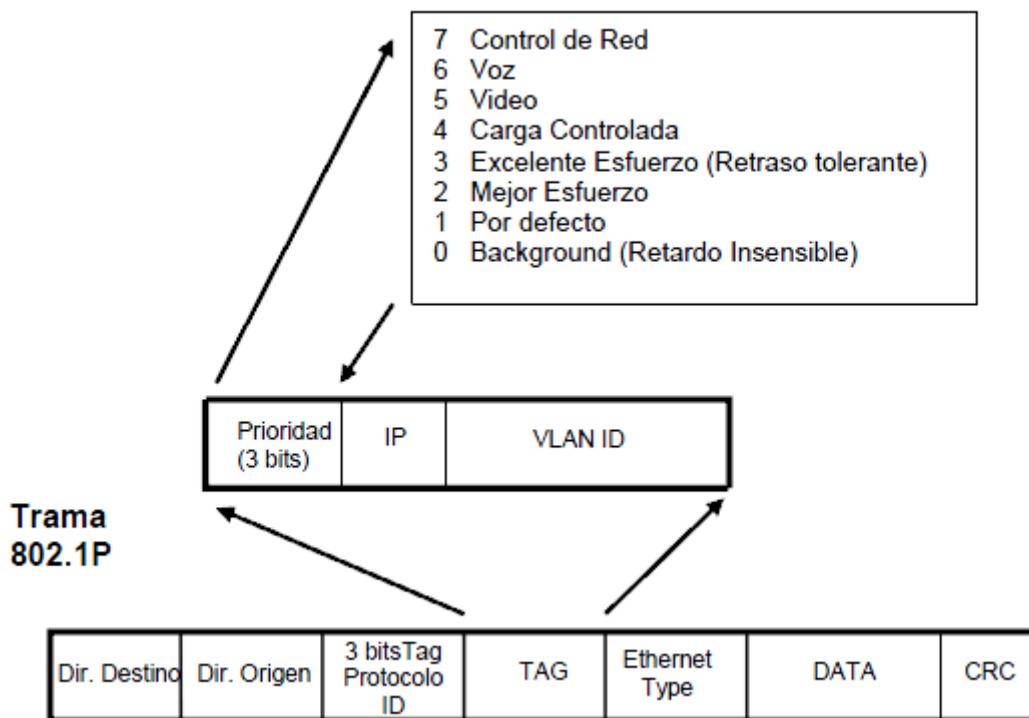
2.9.1. IEEE 802.1p

Define el método de etiquetar los paquetes y por medio de este los conmutadores de nivel 2 puedan darles prioridad. Es parte del estándar IEEE 802.1d¹⁸, que es utilizado en el protocolo de árbol extensible (Impide que se creen bucles

¹⁸ **802.1d.**- El funcionamiento de los switch para VLAN que permite definir, hacer funcionar y administrar VLAN dentro de una infraestructura de red LAN con switch.

en el tráfico de la red). El protocolo de árbol extensible (STP¹⁹) proporciona topografía de árbol para cualquier disposición de Switch. El estándar 802.1p prioriza el tráfico de red en la subcapa de vinculo de datos/MAC. Para esto posee un campo de 3 bits y 8 niveles de tipo de tráfico conforme se muestra en la figura 2.15.

Para realizar el proceso de reenvío de tramas el switch dispone de una o varias colas (clases de tráfico) de transmisión, la capacidad de un switch para soportar tráfico expeditivo reside en la capacidad de manejar estas colas en sus puertos.



¹⁹ **STP**.- Protocolo de Árbol Extensible, proporciona topografía de árbol para cualquier disposición de puentes entre switch (Impide que se creen bucles en el tráfico de red).

FIGURA 2:15. Trama del estándar 802.1p

2.9.2. IEEE 802.1q

El estándar IEEE 802.1q define el funcionamiento de los puentes VLAN que permite definir, hacer funcionar y administrar VLAN dentro de las infraestructuras de LAN con switch.

Este estándar de la IEEE para el etiquetado de tramas ver figura 2.16:

- Introduce un encabezado de etiqueta dentro del encabezado Ethernet después de la dirección MAC origen.
- 12 bits del encabezado de etiqueta especifican el ID de VLAN.
- Permite 4095 VLANs individuales.

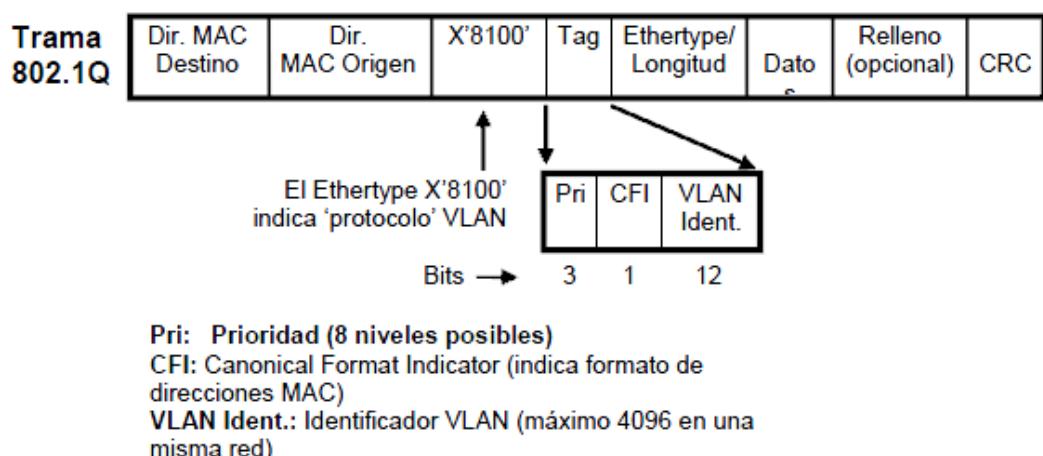


Figura 2.16: Trama del estándar 802.1q

La norma define un campo de cuatro bytes añadido a tramas FDDI (Fiber Distributed Data Interface, topología de red local en doble anillo y con soporte físico de fibra óptica), Token-Ring y Ethernet que contiene información de seguridad y de pertenencia a una LAN virtual en combinación con IEEE 802.1p, permite a los comutadores de nivel 2 distinguir clases de tráfico entrante.

La prioridad de usuario de una trama recibida por un switch se determina por:

- Si la trama recibida está etiquetada o incluye prioridad, se emplea el valor de prioridad que indica la etiqueta de la cabecera.
- Si esto no ocurriese, la información de prioridad se corresponde con la información de prioridad de la trama de MAC.

2.10. CENTRAL TELEFÓNICA DIGITAL (PBX)

La misión de la central telefónica PBX es conectarse a la PSTN y gestionar las extensiones telefónicas corporativas internas, facilitando la comunicación entre sí y con el exterior.

2.10.1. DISTRIBUIDOR AUTOMÁTICO DE LLAMADAS (ACD).- Permite gestionar grupos de agentes con distintas tareas y competencias, así como crear colas de tamaño

variable para gestionar los clientes que esperan ser atendidos.

2.10.2. INTERACCIÓN DE RESPUESTA DE VOZ (IVR).-

Ofrecen información a través de mensajes simples hasta aplicaciones interactivas.

2.10.3. SISTEMA CORREO DE VOZ (VMS).-

Soporta funcionalidades de contestador avanzado, graba todo tipo de mensajes y los manda automáticamente a las colas del ACD cuando un agente no puede responderlos.

2.11. SOFTWARE LIBRE

Las Licencias Públicas Generales (GPL), tienen como objetivo garantizar al usuario la libertad de compartir y cambiar software, es decir, asegurarse de que el software sea libre para todos los usuarios.

2.12. SISTEMA OPERATIVO PARA EL DISEÑO DE LA RED VOZ SOBRE IP

Linux nació como un producto de Linux Torvalds, inspirado en el MINIX, un pequeño sistema Unix; GNU/Linux es una buena alternativa para los usuarios que desean tener libertad, un sistema operativo estable, robusto, confiable, idóneo para redes, servidores, estaciones de trabajo.

Dos características muy peculiares lo diferencian del resto de los sistemas que podemos encontrar en el mercado:

- Software libre
- Código fuente

Software libre: Esto significa que no se paga ningún tipo de licencia a ninguna casa desarrolladora de software por el uso del mismo.

Código fuente: El sistema viene acompañado del código fuente formada por el núcleo del sistema más un gran número de programas/librerías que hacen posible su utilización. Linux se distribuye bajo la GNU General Public License, por lo tanto, el código fuente tiene que estar siempre accesible.

2.12.1. CARACTERÍSTICAS DE LINUX

Linux implementa la mayor parte de las características que se encuentran en UNIX; es un sistema operativo completo con multitarea y multiusuario, como cualquier otra versión de UNIX esto significa que pueden trabajar varios usuarios simultáneamente y que cada uno de ellos puede tener varios programas en ejecución, existiendo una protección de la memoria entre procesos, de manera que uno de ellos no pueda saturar el sistema.

El código fuente está disponible, incluyendo el núcleo completo, todos los drivers, las herramientas de desarrollo y programas de usuario que pueden distribuirse libremente. En cuanto a servicios de red, Linux incluye un completo soporte TCP /IP para la mayor parte de las tarjetas de red actuales, incluyendo ftp, telnet, NFS, etc., así como servidores http. Los ejecutables de Linux hacen uso de las librerías de enlace dinámico, esto significa que comparten el código común de las librerías en un único fichero, también pueden enlazarse estáticamente cuando se deseen ejecutables que no requieran la presencia de las librerías dinámicas en el sistema.

2.12.2. RED HAT LINUX

Red Hat Linux es una distribución Linux creada por la compañía Red Hat que trabaja en el desarrollo del software libre y la comercialización de diferentes productos y servicios basados en software de código abierto. Red Hat Linux es utilizado principalmente como un sistema operativo para servidores y es la primera distribución que usó formato de paquete RPM (Red Hat program manager). Una variación de la Red Hat Linux ES conocido como CENTOS.

2.12.3. CENTOS (Community Enterprise Operating System)

Es un clon de la distribución libre de la Red Hat Linux, disponible en una forma binaria por ejemplo en CD, que solamente está al alcance de los usuarios que pagan una suscripción.

Con el nuevo software CentOS se crean productos como la PBX Asterisk, similares a la empresa Red Hat que es libre y disponible para la transferencia directa. La PBX Asterisk es una aplicación de código abierto de una central telefónica (PBX) que al igual que Linux es libre.

2.12.4. ASTERISK

Asterisk es una aplicación de código abierto de una central telefónica (PBX) tiene licencia GPL. Como cualquier PBX, se puede conectar un número determinado de teléfonos para hacer llamadas entre sí e incluso conectar a un proveedor de Voz sobre IP o bien a una RDSI tanto básicos como primarios.

Mark Spencer de Digium inicialmente creó Asterisk y actualmente es su principal desarrollador junto con otros programadores que han contribuido a corregir errores, añadir novedades y funcionalidades. Originalmente desarrollado

para el sistema operativo Linux, Asterisk también funciona en otras plataformas.

Para conectar teléfonos normales analógicos se necesita de tarjetas telefónicas FXS o FXO fabricadas por Digium o por otros fabricantes, ya que para conectar el servidor a una línea externa no se puede utilizar un simple módem.

Asterisk proporciona conectividad en tiempo real entre la red PSTN y la red de Voz sobre IP, con la utilización de este se obtiene mayor calidad en la llamada y variedad de servicios similares a los de otras PBX existentes en el mercado.

2.12.5. ELASTIX

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

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

Al decir distribución nos referimos al concepto de distro, es decir un conjunto de paquetes de software que se distribuyen juntos en un mismo medio, en este caso un CD, incluyendo el

instalador y sistema operativo. Al final de la instalación tendremos un Servidor de Comunicaciones Unificadas listo para producción.

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

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

Elastix fue creado y actualmente es mantenido por la compañía ecuatoriana PaloSanto Solutions en diciembre del año 2006. Su principal característica es ofrecer herramientas de configuración a través de una interface web. La interface Web de Elastix es una aplicación completa de administración del servidor de comunicaciones unificadas escrita en su mayoría en lenguaje PHP.

Por estas razones, se ha considerado que para el presente proyecto es la opción más rentable en costos, servicios y tecnología de software libre.

CAPITULO TRES: ANÁLISIS Y DISEÑO DE LA RED DE VOZ SOBRE IP

INTRODUCCIÓN

En este capítulo se aborda el equipamiento que tiene el “Hospital Isidro Ayora Loja”; se presenta el diseño actual de la red de datos existente. Se describe los medios de comunicación de voz actuales y sus características.

De la misma manera se propone un diseño de red de VoIP, y se presenta las alternativas de elección de códec de voz, protocolos de señalización más adecuados para nuestra estructura de red.

Se calcula la hora pico de mayor tráfico, utilizando el programa SMART, propiedad de ALCATEL, licenciado para el Hospital; para de esta manera determinar el modelo de Tráfico, calcular los Erlangs y las líneas requeridas para satisfacer la demanda a la hora pico.

Se calcula el ancho de banda tomando en cuenta el códec elegido. Se presenta alternativas de diferentes equipos (teléfonos VoIP, tarjetería) para la comunicación de VoIP y se determina la mejor alternativa en base a los requerimientos de nuestra institución.

Teniendo en consideración los números de las extensiones actuales se realiza el plan de marcado, el plan de

direcccionamiento IP y VLANs y se presentan los diagramas de direccionamiento IP VLANs y enlace de ruteadores.

3.1. SITUACIÓN ACTUAL DE LA RED DE DATOS

Actualmente el Hospital Provincial General “Isidro Ayora Loja”, posee un cableado estructurado UTP categoría 5e, con 202 puntos de red de los cuales 106 son destinados a puntos de Red de datos y 96 para puntos de voz. Y con cableado UTP categoría 6, con 48 puntos de Red.

3.1.1. EQUIPOS QUE SE ADMINISTRAN EN LA RED DE DATOS LAN

3.1.1.1. RUTEADORES Y SWITCHES

Se posee un ruteador cisco, tres switch cisco de 24 puertos, dos switch 3com de 26 puertos y un switch de 24 puerto con POE²⁰. A continuación la tabla 3.1 muestra las características de los mismos.

CANTIDAD	MODELO	MARCA	NIVEL
1	Router 3600	CISCO	3
3	Switch CATALYST 2900 SERIES XL	CISCO	2
2	Switch 4500	3COM	3 / 2
1	Switch 4210	3COM	2

Tabla 3.1: Características de los Router y Switches de la Institución.

²⁰ PoE.- Power over Ethernet.- permite conectar la alimentación eléctrica a los equipos, utilizándolos hilos de cable UTP, los cuales no intervienen en la transmisión y recepción de datos.

3.1.1.2. SERVIDORES

El Hospital posee dos servidores HP e IBM, los cuales se encuentran instaladas bases de datos y sistemas como son de estadística, recaudación, sistema de recursos humanos. En la tabla 3.2 Se describen las características de los mismos.

CANTIDAD	MODELO	MARCA
1	DL 380 G5	HP
1	5400	IBM
1	ML 110G6 (ver Anexo 1)	HP

Tabla 3.2: Características de los servidores.

3.1.2. DISEÑO ACTUAL DE LA RED DE DATOS

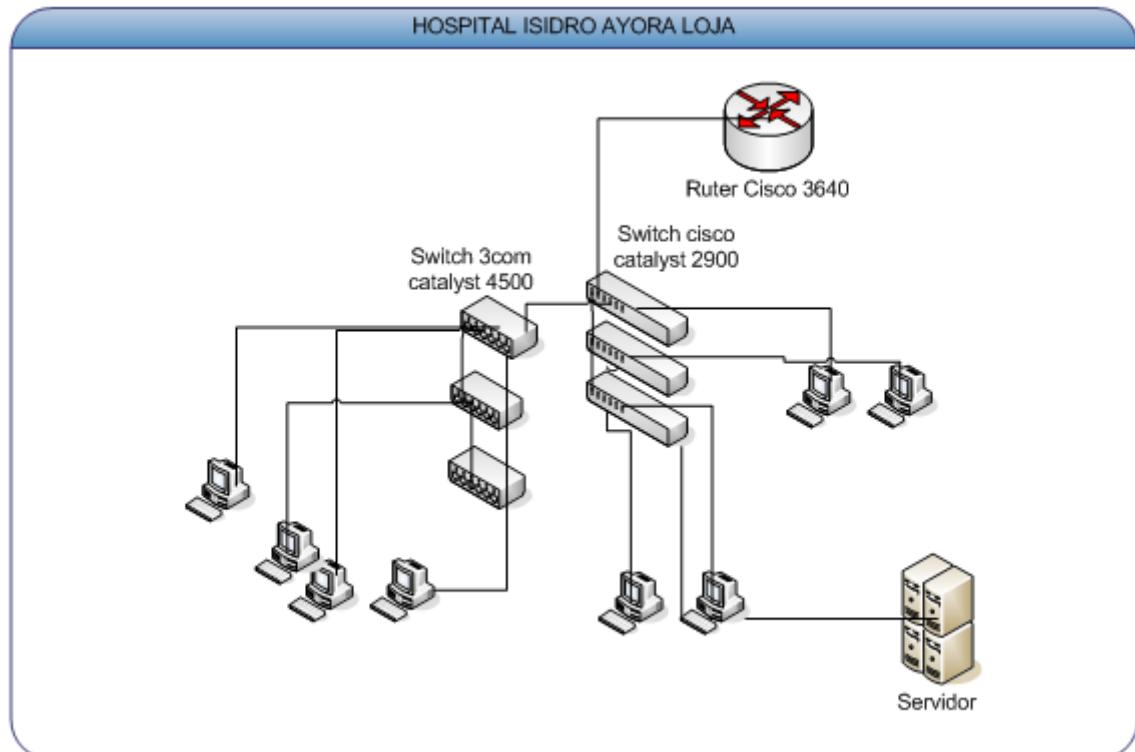


Figura 3.1: Diseño Actual de la red de datos del HIAL

3.2. SITUACIÓN ACTUAL DE LA RED TELEFÓNICA

3.2.1. CENTRAL TELEFÓNICA

CANTIDAD	MODELO	MARCA
1	CENTRAL TELEFÓNICA OMNIPCX ALCATEL 4400	ALCATEL

Tabla 3.3: características de la Central Telefónica

3.2.2. CARACTERÍSTICAS

La central telefónica tiene las siguientes características:

- 3 tarjetas UA32 para teléfonos digitales (32 puertos cada una)

- 1 tarjeta Z12 para teléfonos analógicos (12 puertos)
- 2 NDDI que conectan 16 puertos de troncales analógicos (16 líneas externas)
- Una tarjeta SUVG, para guías de voz y tiene DTMF.
- Una tarjeta VPS35 Voice Mail.

La central telefónica tenía una capacidad para conectar 96 extensiones internas digitales y 12 extensiones internas analógicas, posee una tarjeta para Voice mail, y actualmente están conectados 4 líneas externas hacia la PSTN.

3.2.3. DISEÑO ACTUAL DE LA RED DE VOZ

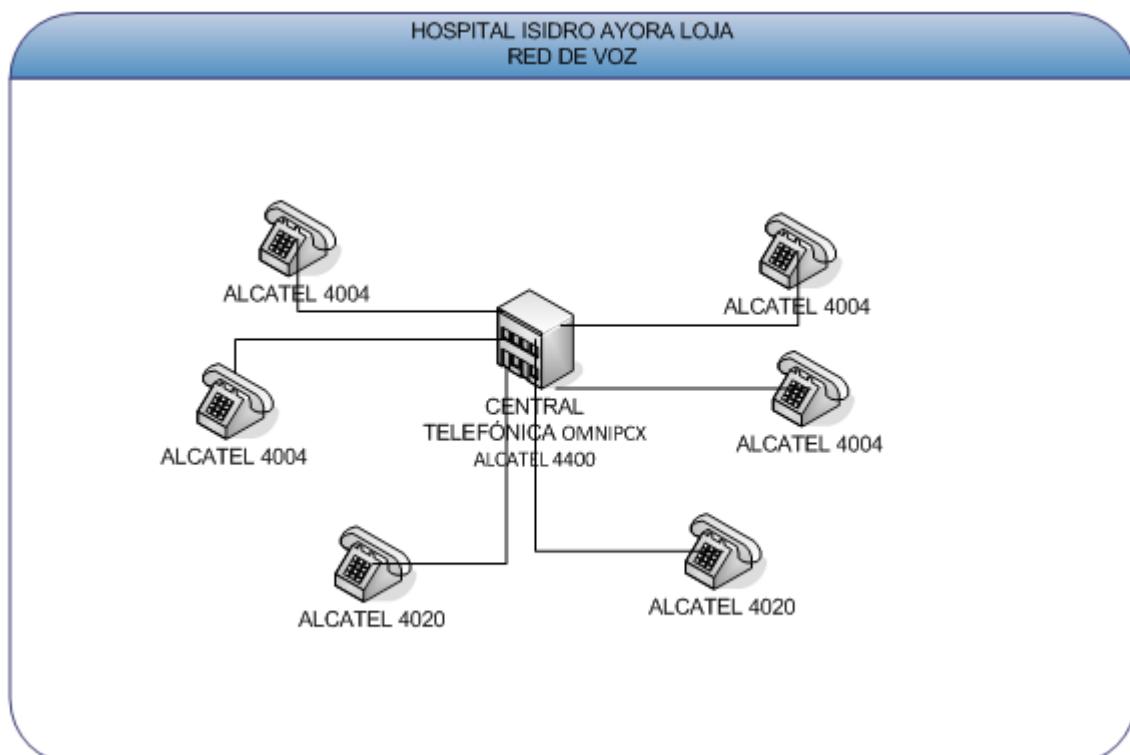


Figura 3.2: Diseño actual de la Red de Voz

3.3. ESTRUCTURA DE LA RED DE VoIP

Debido a que nuestra red de datos va a soportar paquetes de Voz, los equipos deben tener ciertas características en cuenta, las cuales se describen a continuación.

Router.- Es un dispositivo de internetworking que conmuta paquetes de datos entre redes basándose en direcciones de capa 3 (direcciones IP). Un router puede tomar decisiones acerca de la mejor ruta para la distribución de datos por la red. El propósito de un router es examinar los paquetes entrantes, elegir la mejor ruta para ellos a través de la red, y después conmutarlos al puerto de salida apropiado.

Para el caso de una red de voz sobre IP, el router debe ofrecer calidad de servicio (QoS) en las comunicaciones, es decir, dar prioridad a los paquetes de voz sobre los de datos, debido a que la voz es transmitida en tiempo real por lo que se le considera un tipo de información crítica.

Switches.- Son dispositivos de la capa de enlace de datos (capa 2) que permiten interconectar múltiples segmentos LAN físicos en redes sencillas más grandes. Los switches remiten e inundan el tráfico en base a las direcciones MAC.

Para voz sobre IP además de la conmutación es recomendable que los switches sean capaces de soportar VLAN (802.1p/q) para agrupar los dispositivos de voz en una

sola VLAN y tener un mayor de nivel de seguridad en la intercepción de la información.

Se recomienda que los switches posean PoE con esto se alimenta a los teléfonos IP sin la necesidad de tener un tomacorriente eléctrico, en cada lugar donde se desee instalar el teléfono IP.

Gateway de voz.- El Gateway es el dispositivo que se encarga de realizar la conmutación hacia la Red Telefónica Pública y viceversa. Los Gateway tienen un número de entradas analógicas (FXO), las cuales se conectan a las líneas PSTN. Estos pueden ser reemplazados por tarjetas FXO, para ser colocados en los slots del servidor. Se debe tener en cuenta la compatibilidad con el códec elegido para que se pueda dar la decodificación de los paquetes de voz y convertirlos en señales analógicas digitales.

Servidores.- La función principal del servidor que se va a implementar es la señalización de llamadas. Para ello debe tener un CPU capaz de soportar el procesamiento de las llamadas y capacidad de conectarse a la red de datos. La capacidad del servidor depende del número máximo de llamadas concurrentes que se pueden dar en el sistema, uso de tiempo de procesador que requiere el códec para codificar

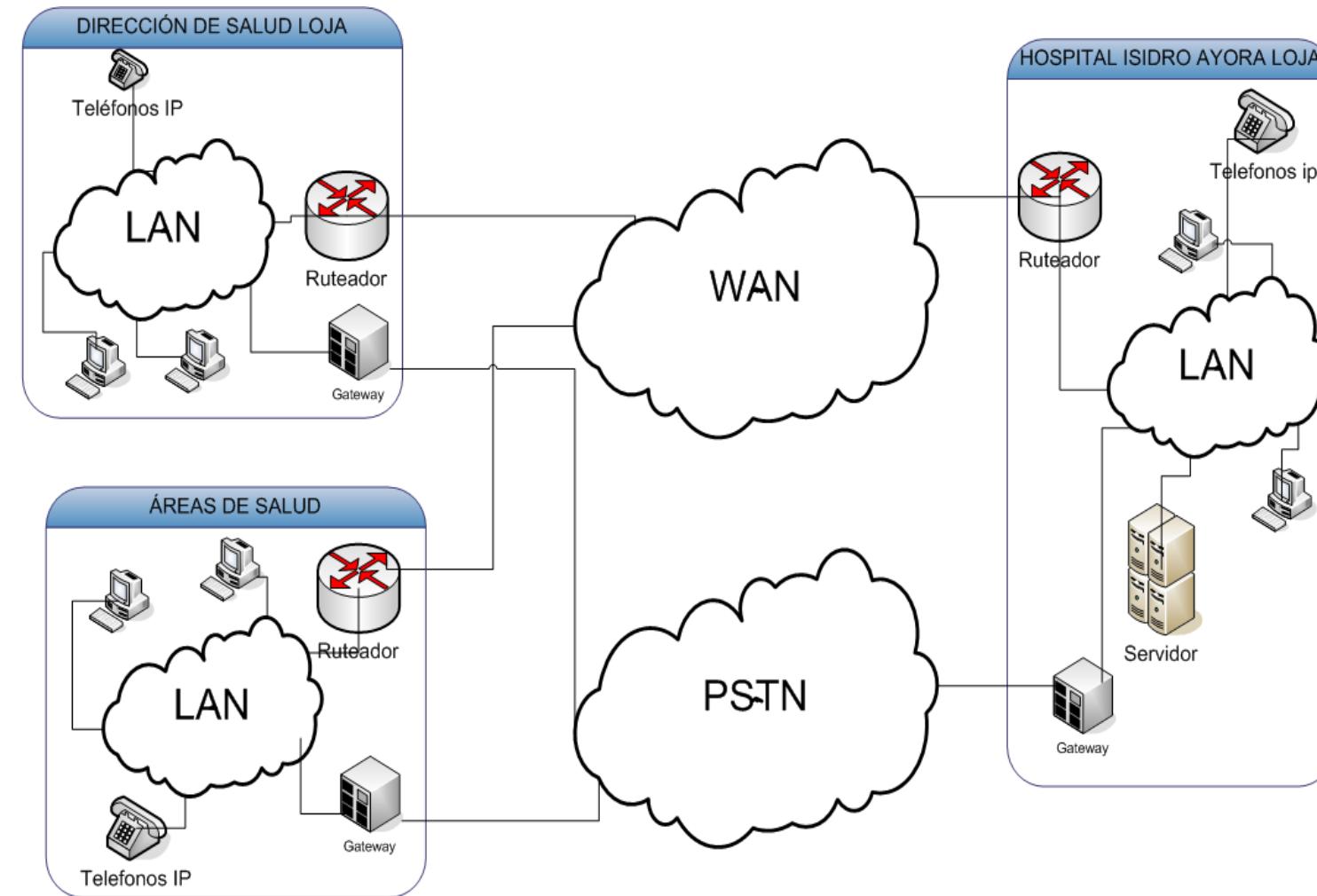
y decodificar las señales de voz, complejidad del plan de marcación y el Sistema Operativo en el que opere.

Teléfonos IP.- Son teléfonos que tiene un conector Rj45 que conecta a la red de datos, las características principales de estos son los protocolos de señalización en los que trabajan, los códec que soporta y los protocolos de gestión y operación. Existen Teléfonos IP que funcionan con PoE y con adaptadores de corriente.

Se pueden elegir por software o hardware, los primeros necesitan una PC, con accesorios de audio (micrófono y bocina) y son programas que emulan un terminal telefónico; y los segundos son teléfonos físicos.

A continuación se muestra la estructura de la red de datos de VoIP del hospital “Isidro Ayora de Loja”.

Figura: 3.3 Estructura de la Red de Voz Sobre IP



ING. MARIO ENRIQUE COEVA MORTADO

3.4 ELECCIÓN DE LOS CÓDEC DE VOZ

Para la elección del códec de voz se toman en consideración los siguientes parámetros: Ancho de banda, Complejidad, Retardo, calidad (MOS), soporte de dispositivos (Ver tabla 2.3: Cuadro resumen de códec de voz), se toman en consideración los códec G.711, G.722 G.726 y G.729 como los más adecuados.

Inicialmente el códec G.729 es uno de los más destacados, pero la desventaja es que este códec se encuentra patentado y se debe pagar una licencia por su uso, por cada canal que se utilice.

El códec G.711, posee una calidad de voz muy buena, poco retardo por lo que no utiliza técnicas de compresión para la voz, siendo una de sus desventajas el consumo de ancho de banda. (robustez)

El códec G.726 posee un retardo igual a al códec G.711; funciona a tasas binarias muy inferiores a G.711, y el MOS es elevado; es utilizado en las troncales telefónicas. Por su consumo de ancho de banda aceptable, su robustez a errores lo hace superior al códec G.711.

El códec G.722 permite una mejor calidad de sonido (HD) es también usado en videoconferencia, y el muestreo lo realiza a 16 KHz, por lo que transporta el doble de información por

unidad de tiempo, el retardo es casi igual al G.711, sus tres modos de operación lo hacen ideal su uso para una red de VoIP, siendo muy superior que el G.711 y G.726, por lo que el diseño de nuestra Red se elige este códec.

3.5 ELECCIÓN DE LOS PROTOCOLOS DE SEÑALIZACIÓN

Se tomarán en cuenta los protocolos H.323, SIP, IAX2, entre los cuales para el diseño de nuestra red se elegirá, al protocolo SIP, ya que es un protocolo flexible, es flexible; es un estándar y posee disponibilidad de equipos en nuestro medio.

H.323 no es un protocolo flexible, es complejo tanto en sus protocolos como en su operación; su implementación es costosa y es recomendable para empresas con gran cantidad de usuarios.

IAX2 tiene una gran ventaja sobre SIP, debido a que consume menos ancho de banda, soluciona mejor problemas de NAT, pasa más fácilmente a través de firewalls.

IAX es recomendable para troncalización, es decir para interconectar dos servidores Elastix entre sí, sin embargo IAX no cuenta con la suficiente disponibilidad de equipos en el mercado. Es apoyado solamente por algunos dispositivos

(Por ejemplo, los teléfonos basados en PA1688, y el IAX y ATA)²¹.

Para nuestro proyecto se utilizará el protocolo SIP dentro de la LAN y IAX2 entre centrales telefónicas Elastix.

3.6 ANCHO DE BANDA

3.6.1 Trafico De Voz

Para dimensionar los circuitos de tráfico telefónico es necesario conocer la intensidad de tráfico representativa dentro de un tiempo de observación ya que el tráfico es aleatorio por naturaleza. Para esto es necesario encontrar una hora dentro de un día de trabajo normal, donde se pueda apreciar su máxima ocupación telefónica, pero primero se revisará algunos conceptos importantes antes de este análisis.

Tráfico ofrecido.- Cantidad de tráfico para un conmutador.

Circuito.- Medio de transmisión que permite la comunicación entre dos puntos.

Pico de hora ocupada.- Es la hora de mayor tráfico en cada día, esta no es usualmente igual en todos los días de la semana.

Tiempo de ocupación (t).- Es el lapso durante el cual una línea de salida está ocupada sin interrupción.

²¹ Consulta realizada en Comunicaciones Unificadas con Elastix, Edgar Landívar 29 de marzo del 2009

Tiempo medio de ocupación (t').- Es el tiempo promedio durante el cual se emplean las líneas de salida para una ocupación.

$$t' = \frac{n}{t} \quad Ec (3.1)$$

Erlang.- Unidad de intensidad de tráfico. Un Erlang representa una sola línea ocupada permanentemente durante el tiempo de observación.

Volumen de tráfico.- Es el tiempo total durante el cual uno a más órganos (canales) de la red se mantiene ocupado. Se expresa en unidades de tiempo.

$$V = \sum n_i * t_i = n * t' \quad Ec. (3.2)$$

V = Volumen de tráfico

n = Número de llamadas

t_i = Tiempo de duración de cada llamada

t' = Tiempo promedio de duración de todas las llamadas

Intensidad de tráfico.- La intensidad de tráfico instantánea es la cantidad de ocupaciones que en promedio existe simultáneamente durante un tiempo de observación. Su unidad es el Erlang.

$$A = \frac{V}{T} \quad Ec. (3.3)$$

Donde:

A = Intensidad de tráfico [Erlangs]

V = Volumen de tráfico

T = Período de observación

Hora Cargada.- Periodo continuo de una hora de duración consecutivo, en que el volumen de tráfico o el número de intentos de llamada son máximos.

Tráfico Hora ocupada.- Es el período en el cual se efectúa la medición de tráfico y se refiere a las llamadas completadas y a los intentos de llamadas en el intervalo que es cuantizado.

Tráfico cursado (Y).- Es la parte eficiente del tráfico, constituyen las llamadas atendidas y completadas por un grupo de órganos.

Tráfico perdido (R).- Es la fracción de tráfico ofrecido que no se puede cursar por estar el sistema en congestión. Representa el tráfico ofrecido menos el tráfico cursado.

Tráfico ofrecido (A).- Representa todas las llamadas que llegan al sistema. Es el tráfico que se ofrece a una red.

$$A = Y + R \quad Ec. (3.4)$$

Congestión.- cuando todos los equipos pertenecientes a un sistema están ocupados es imposible el establecimiento de una nueva conmutación, es decir existe congestión que es equivalente a la condición de bloqueo.

Congestión de tiempo: se refiere a la fracción decimal de una hora durante la cual todas las troncales están bloqueadas simultáneamente.

Congestión de llamadas: se refiere al número de llamadas que caen en el primer intento, que denominamos “llamadas caídas”.

Grado de servicio (GS).- Ya que el grado de servicio expresa la probabilidad de encontrar congestión durante la hora pico.

$$GS = \frac{R}{A} \quad Ec. (3.5)$$

3.6.2 Modelos De Tráfico de voz

Para hallar el número de líneas telefónicas necesarias para lograr atender el tráfico en la hora de mayor ocupación, se realizan algunos cálculos basados en un modelo de tráfico elegido previamente. La Fórmula de cada modelo significa la probabilidad de pérdida o bloqueo en el conmutador, debido a la congestión o a “totalidad de líneas troncales ocupadas”.

Estos modelos de tráfico son:

Erlang B.- En el modelo Erlang B las llamadas bloqueadas son reencaminadas y nunca retornan a la troncal original. El llamante realiza un solo intento de establecer la llamada. Si se bloquea la llamada se reencamina inmediatamente. Este

Este modelo implica un número infinito de terminales y un número finito y mucho menor de órganos capaces de cursar tráfico. El modelo “Erlang B” es usado para calcular una de las siguientes tres variables cuando son conocidas dos de ellas: 1) el número de llamadas en hora pico, 2) el porcentaje de llamadas que no serán atendidas, y 3) el número de líneas

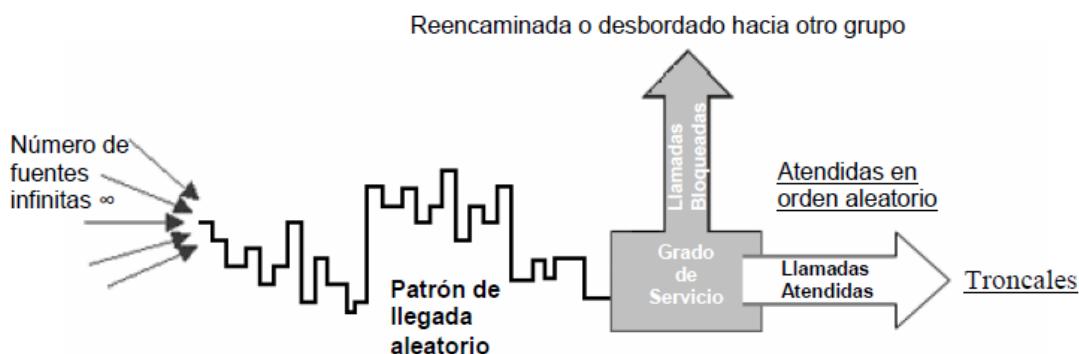


Figura: 3.4 Modelo de tráfico Erlang B

$$P = \frac{\frac{a^n}{n!}}{\sum_{x=0}^n \frac{a^x}{x!}} \quad \text{Ec. (3.6)}$$

P: Probabilidad de bloqueo

a: Volumen de tráfico en Erlangs
 n: Número de troncales
 x: Número de canales ocupados

Erlang B extendido.– El modelo de Erlang B extendido utiliza las mismas premisas que Erlang B, con la única diferencia que un porcentaje de llamantes reintenta sus llamadas hasta

que se logran establecer. El modelo “Erlang B extendido” es similar al “Erlang B” pero que añade una cuarta variable: El porcentaje de llamadas que reintentará de forma inmediata si el sistema da la señal de ocupado.

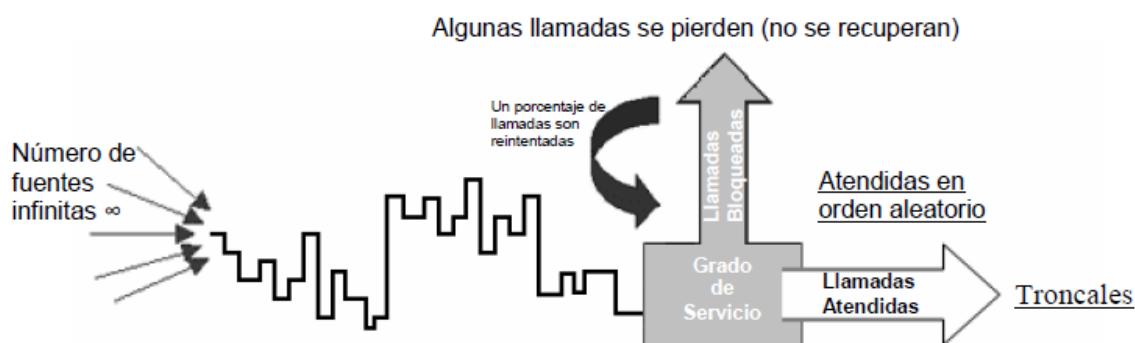


Figura 3.5: Modelo de Tráfico de Erlang B extendido

$$P = \frac{\frac{a^n}{n!}}{\sum_{x=0}^n \frac{a^x}{x!}} \quad \text{Ec. (3.7)}$$

P: Probabilidad de bloqueo

a: Volumen de tráfico en Erlangs
 n: Número de troncales
 x: Número de canales ocupados

Erlang C. En el modelo de Erlang C el sistema se diseña alrededor de la teoría de colas. Todas las llamadas se ponen en una cola hasta que sean atendidas. El modelo “Erlang C” asume que todas las llamadas serán atendidas y **nos permite calcular el número de agentes necesario para atender las llamadas**. Es el más usado para dimensionar el

personal de un Call Center, sobre la base de conocer el número de llamadas en hora pico, la duración media de la llamada y el retraso medio en atenderlas.

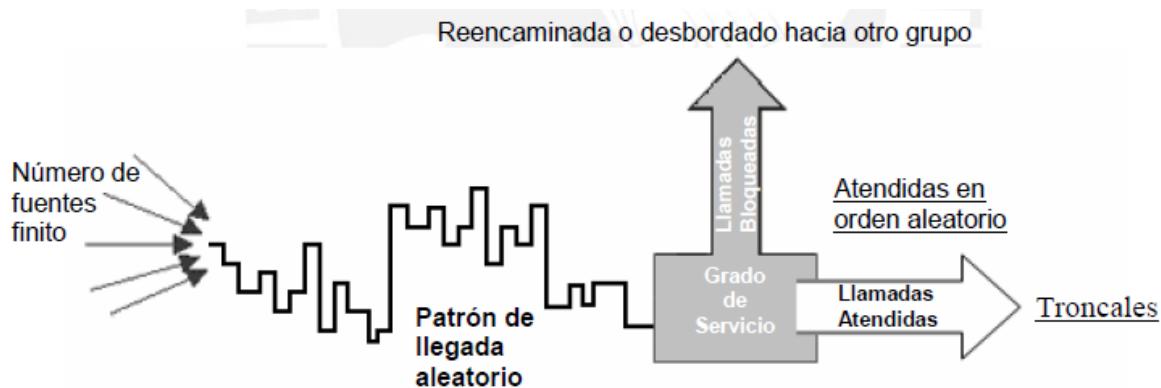


Figura 3.6: Modelo de Tráfico Erlang C

$$P = \frac{\frac{(s-1)!}{n! (s-1-n)!} \left(\frac{a}{s-a(1-P)}\right)^n}{\sum_{x=0}^n \frac{(s-1)!}{x! (s-1-x)!} \left(\frac{a}{s-a(1-P)}\right)^x} \quad \text{Ec. (3.8)}$$

P: Probabilidad de bloqueo

- | | |
|----|-------------------------------|
| a: | Volumen de tráfico en Erlangs |
| n: | Número de troncales |
| x: | Número de canales ocupados |
| s: | Número de fuentes |

Engset.- El modelo Engset se utiliza para dimensionar comúnmente grupos de equipos “nonqueued” (servicio inmediato). Es similar a Erlang B porque las llamadas bloqueadas son despejadas pero asume un número limitado de fuentes. Si se bloquea la llamada, después se reencamina o se desborda a otro grupo.

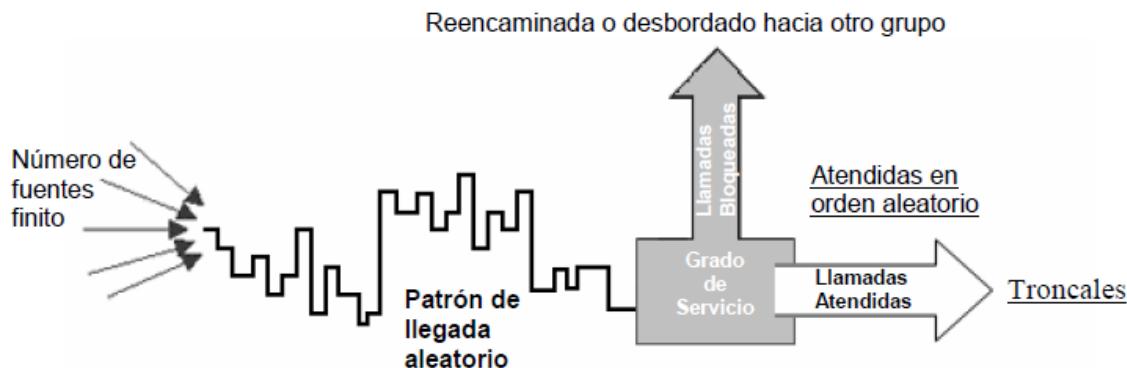


Figura 3.7: Modelo de Tráfico Engset

$$P = \frac{\frac{(s-1)!}{n! (s-1-n)!} \left(\frac{a}{s-a(1-P)}\right)^n}{\sum_{x=0}^n \frac{(s-1)!}{x! (s-1-x)!} \left(\frac{a}{s-a(1-P)}\right)^x} \quad Ec. (3.9)$$

P: Probabilidad de bloqueo

a: Volumen de tráfico en Erlangs
 n: Número de troncales
 x: Número de canales ocupados
 s: Número de fuentes

Para el cálculo de ancho de banda de una red de VoIP, se utilizará el modelo de tráfico Erlang B, debido a las siguientes conclusiones:

- El tráfico se origina en un número infinito de fuentes.
- Las llamadas perdidas son borradas asumiendo un tiempo de retención cero.
- El número de troncales de canales de servicio es limitado.
- Existe completa disponibilidad.

3.6.3 Análisis de tráfico Telefónico

El tráfico cursado sobre el Sistema Actual de Comunicaciones del Hospital Isidro Ayora Loja, se debe principalmente al servicio de telefonía que se brinda a los Usuarios Internos y externos del Hospital, el cual tiene una central Telefónica provista de un software Smart de Alcatel, con licencia de propiedad del Hospital, el cual nos servirá para calcular el volumen de tráfico de voz actual, el cual servirá para calcular el volumen de tráfico total que soportará la red de VoIP. Se analiza las llamadas registradas por el software y se toma el mes de Marzo y el día de mayor tráfico de voz.

Con el objetivo de encontrar la hora pico en el periodo más crítico. El análisis se realizará de manera estadística, pues se cuenta con la suma total de llamadas y el tiempo que demoró cada una.

Al inicializar el Software se ingresa un código de acceso por usuario como se observa en la figura 3.8.



Figura 3.8: Ventana de inicialización Programa Smart

El ingreso del código permite desplegar una ventana de control en la cual se observará entre varios criterios de consulta, la opción de miscelánea (figura 3.9), donde se puede seleccionar un día del año, intervalo de hora, tipo de llamada, extensión, tiempo de consumo, para el reporte de llamadas entre otros.

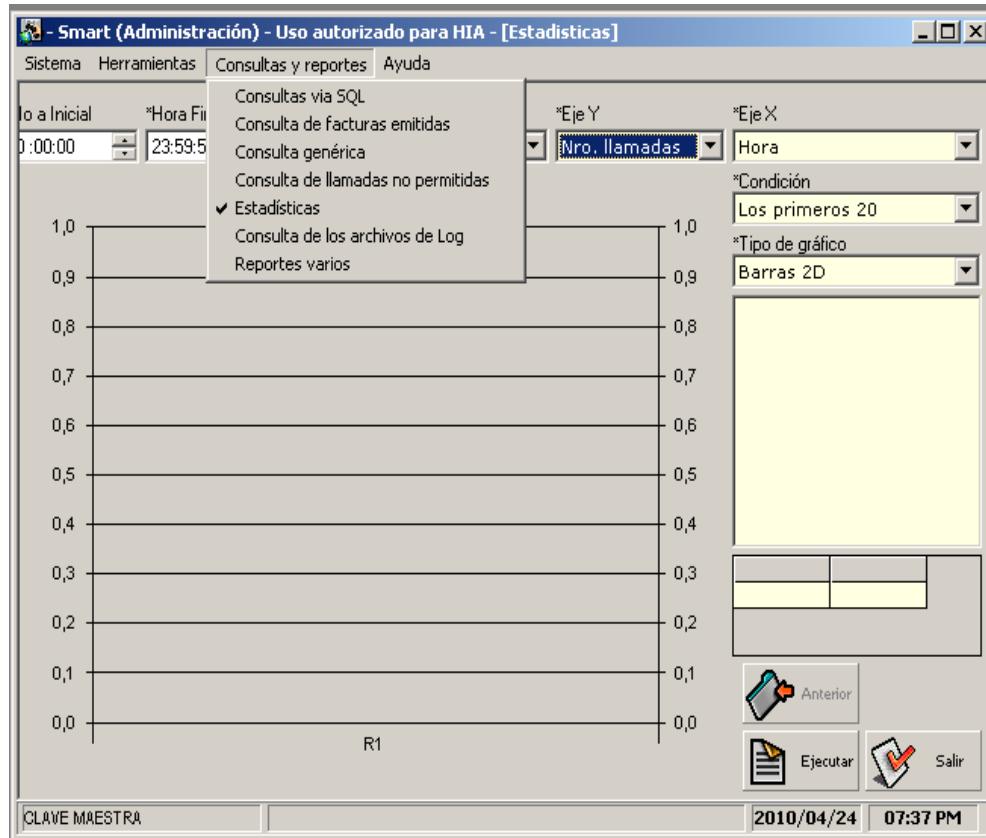


Figura 3.9: Ventana de visualización de criterios de consulta

El software permite determinar estadísticas, determinando criterios para el eje x (Fecha, Hora, extensión) y el eje y (Nro. de llamadas, tiempo de uso). En la figura 3.10 se presenta un listado detallado de Número de llamadas por día del mes de marzo, el cual nos servirá para determinar el día de mayor tráfico de voz.

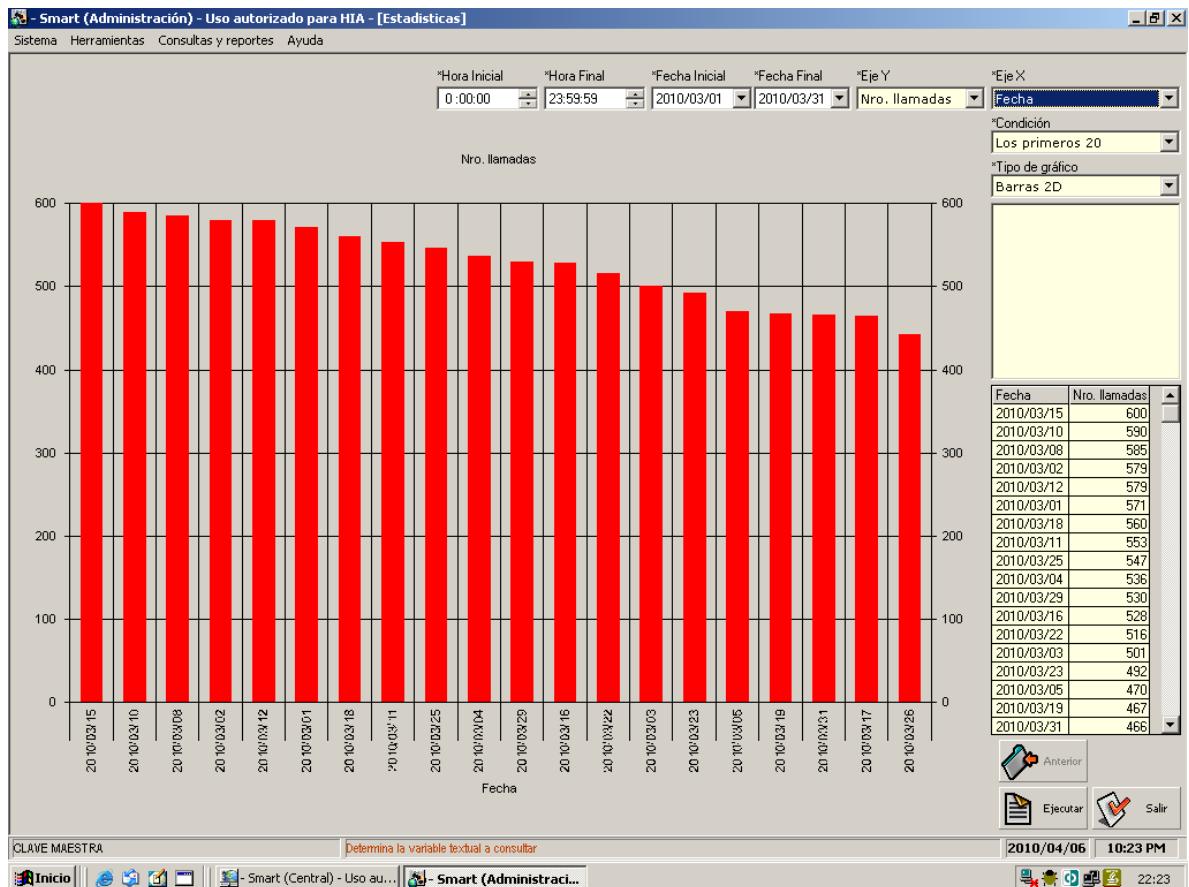


Figura 3.10: Número total de llamadas diarias del mes de marzo del 2010

Se observa que el día 15 de marzo, tiene la mayor cantidad de llamadas con un total de 600. Para el día 15 de marzo se selecciona el tiempo de uso (Eje x) y el rango de una Hora (eje Y), el cual se muestra en la figura 3.11.

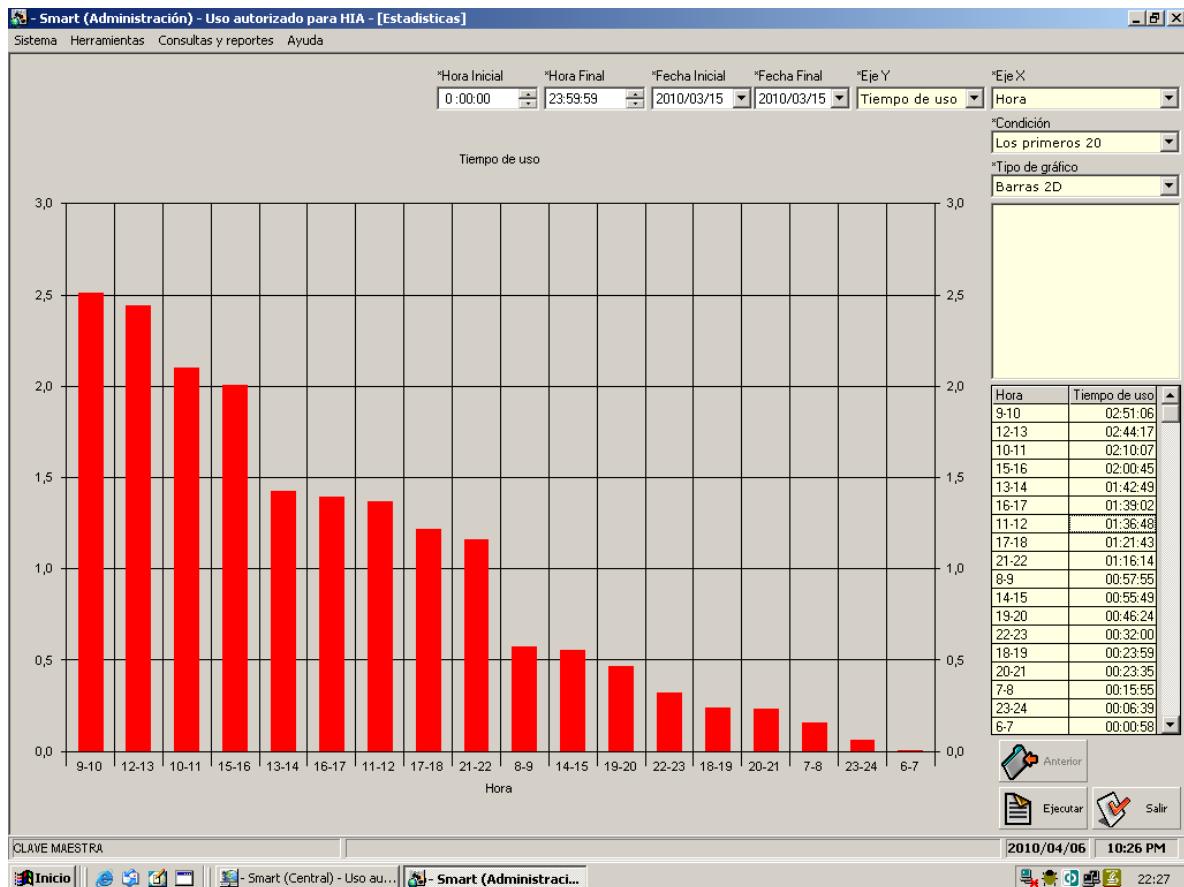


Figura 3.11: Tiempo de uso por hora del día 15 de marzo del 2010

De igual manera se selecciona el tiempo de consumo (eje x) y el número de llamadas (eje Y) para el día 15 de marzo (Figura 3.12).

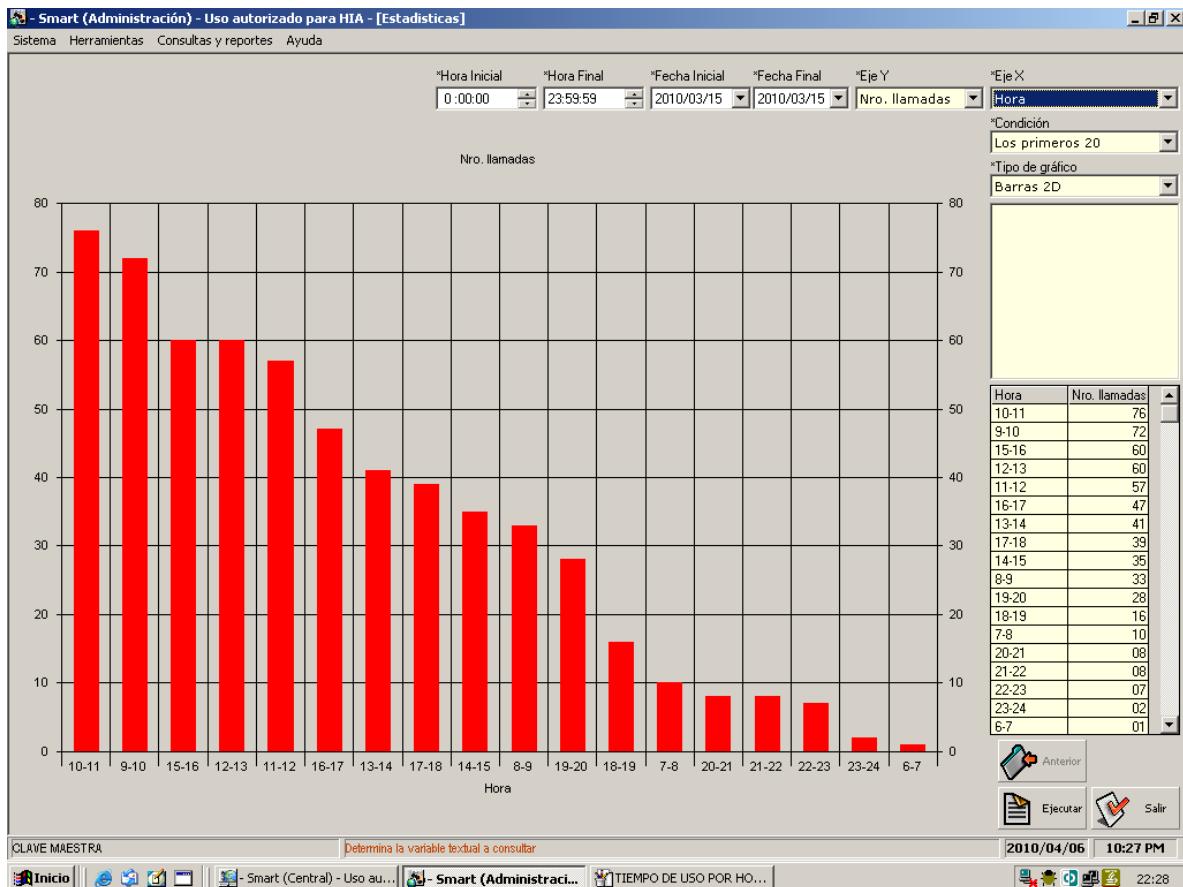


Figura 3.12: Número de Llamadas por hora del día 15 de marzo.

Se exporta los datos en una hoja de cálculo en donde se presenta el tipo de llamada, la extensión, el departamento, la fecha, la hora de llamada, el tiempo de uso, el teléfono.

Considerando la hora en donde se realizaron la mayor cantidad de llamadas se obtendrá el tiempo medio de ocupación en horas y el volumen de tráfico en Erlang, para lo cual se aplican las ecuaciones 3.1 y 3.2, con los datos de la tabla(Archivo Excel adjunto), como se detalla a continuación:

Para el intervalo 10:00 – 11:00

$n = 76$ llamadas en un tiempo $t = 7807$ segundos

Una llamada tiene un promedio de $t' = \frac{7807 \text{ seg} * 1 \text{ llamada}}{76 \text{ llamadas}} = 102,72 \text{ seg}$

$$t' = \frac{102,72 \text{ seg}}{3600 \text{ seg}} * 1 \text{ hora}$$

$$t' = 0,0285 \text{ horas}$$

Aplicando la ecuación 3.2 para calcular el volumen de tráfico tenemos:

$$V = n * t'$$

$$V = 76 \text{ llamadas} * 0,0285 \text{ horas}$$

$$V = 2,204 \text{ Erlang}$$

Similar se calcula el volumen de tráfico para todos los intervalos de hora, con el que se obtiene la tabla 3.3

Intervalo	Tiempo de ocupación (Segundos) t	Número de llamadas por hora	Tiempo Medio de Ocupación (horas) t'	Volumen de Tráfico (Erlang)
00:00-01:00	0	0	0	0
01:00-02:00	0	0	0	0
02:00-03:00	0	0	0	0
03:00-04:00	0	0	0	0
04:00-05:00	0	0	0	0
05:00-06:00	0	0	0	0
06:00-06:58	58	1	0,016	0,016

07:00				
07:00-				
08:00	955	10	0,027	0,27
08:00-				
09:00	3475	33	0,029	0,957
09:00-				
10:00	10264	72	0,04	2,88
10:00-				
11:00	7807	76	0,029	2,204
11:00-				
12:00	5808	57	0,028	1,596
12:00-				
13:00	9857	60	0,046	2,76
13:00-				
14:00	6169	41	0,042	1,722
14:00-				
15:00	3349	35	0,027	0,945
15:00-				
16:00	7245	60	0,034	2,04
16:00-				
17:00	5942	47	0,035	1,645
17:00-				
18:00	4903	39	0,035	1,365
18:00-				
19:00	1439	16	0,025	0,4
19:00-				
20:00	2784	28	0,028	0,784
20:00-				
21:00	1405	8	0,049	0,392
21:00-				
22:00	4574	8	0,159	1,272
22:00-				
23:00	1920	7	0,076	0,532
23:00-				
23:00	399	2	0,055	0,11

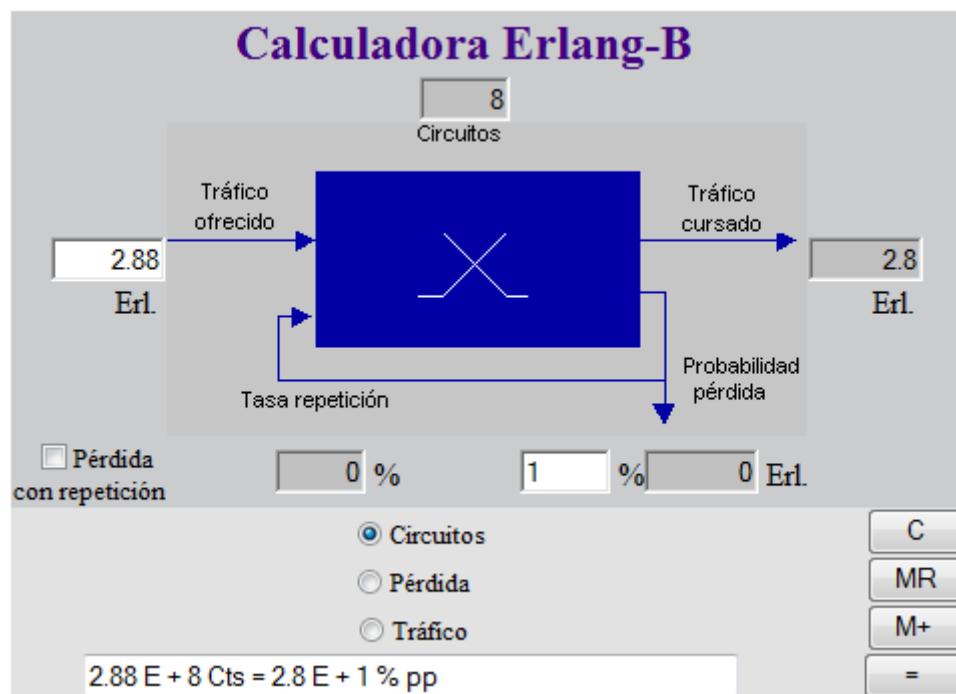
24:00

Tabla 3.4: Volumen de Tráfico del “Hospital Isidro Ayora Loja”

Como se observa en la tabla 3.4 existe un mayor volumen de tráfico de 09H00-10H00 horas, con una valor de 2.88 Erlang.

Teniendo en cuenta el valor de grado de servicio $GS = 0,01$ o 1% de pérdida. (Esto significa que en promedio, una llamada en 100 puede ser bloqueada ó “perdida “durante una hora pico), al utilizar la ecuación 3.7 o utilizar la calculadora de Erlang²² se obtiene:

DATOS HOSPITAL ISIDRO AYORA LOJA: Erlang = 2.88; Bloqueo = 1%; se obtiene 8 líneas.



²² Calculadora obtenida en la dirección <http://www.erlang.com/calculator/erlb/>

Figura 3.13: Cálculos de circuitos telefónicos

Para soportar los 2.88 Erlangs de la hora pico en el Hospital Isidro Ayora Loja debemos contar con al menos 8 circuitos, lo que permite concluir que se requiere 8 líneas externas para ofrecer comunicación de la central del hospital con la provincia de Loja.

3.6.4. Calculo de ancho de banda

La voz se transmite sobre RTP, que corre sobre UDP que corre a su vez sobre IP. Estos protocolos están siempre en una comunicación de VoIP. En cambio el protocolo de nivel 2 puede ser cualquiera que pueda transportar IP. A continuación en la tabla 3.5 se muestra el tamaño en bytes de cada protocolo utilizado.

Protocolo	Tamaño
Voz	$I + N$
RTP	12 (variable)
UDP	8
IP	20 (variable)
L2	Variable

Tabla 3.5: Tamaño que utiliza los protocolos para VoIP.

Una vez seleccionado el códec (G.722), se analiza el nivel de enlace, la trama Ethernet (Nivel 2), la cual se transmitirá en la red de datos.

El formato de la trama Ethernet

7 bytes	1 byte	6 bytes	6 bytes	2 bytes	46-1500 bytes	4 bytes	12 bytes
Preámbulo	SFD	MAC Dest	MAC Origen	Tipo/ Long	DATAGRAMA IP	FCS	IFG

Tabla 3.6: Formato de trama Ethernet

Si sumamos en la figura la cantidad de bytes de encabezado más el tráiler, obtendremos 38 bytes, y este es el valor que habría que utilizar en el cálculo. Muchas veces se olvida considerar los campos que están en gris debido a que no poseen información concreta sino que cumplen funciones de sincronismo a nivel de acceso al medio.

Formato de trama 802.1q

En nuestro	1 byte	6 bytes	6 bytes	2 bytes	2 bytes	2 bytes	46-1500 bytes	4 bytes	12 bytes
Preámbulo	SFD	MAC Dest	MAC Origen	TPID 0x8100	Priority	Tipo/ Long	DATAGRAMA IP	FCS	IFG

Tabla 3.7: Formato de trama 802.1q

A esta trama dentro de la parte de datos, se encapsulan las cabeceras de las capas superiores del modelo OSI. A continuación se presenta la trama Ethernet compuesta por los protocolos utilizados en cada capa del modelo OSI y la parte de los datos (La Voz).

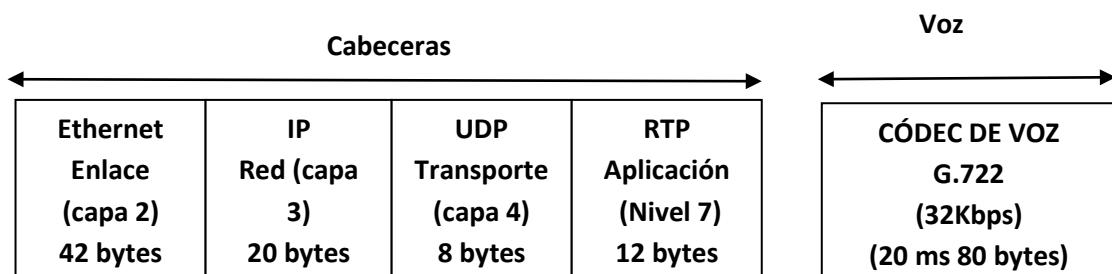


Figura 3.14: Composición de las cabeceras y datos (Voz) basado en la capa 2

En UDP el tamaño del encabezado es de 8 bytes como se muestra en la Tabla 3.5. En cuanto a IP el encabezado en la mayoría de los casos es de 20 bytes, pero podría crecer hasta 60 bytes con el campo de opciones. Esto no es usual en VoIP por lo que tomaremos 20 bytes. En cuanto al RTP tiene tamaño variable también aunque siempre que no haya mezcla de audio, esto es, una conferencia (se aumenta 4 bytes por cada fuente contribuyente), el tamaño será de 12 bytes.

Para calcular el ancho de banda²³ se simplifican en dos parámetros que son:

- Tasa de paquetes constantes Pr (paquetes / segundo)
- Tamaño del paquete Pl (Bytes/paquete)

Al calcular estos dos parámetros el ancho de banda será:

$$BW(bps) = Pr * Pl * 8 \left(\frac{bits}{byte} \right) \quad Ec.(10)$$

En el modelo de codificación y paquetización consta de 3 bloques: la conversión análogo-digital, el bloque de

²³ Fuente de consulta: Cálculo de ancho de Banda en VoIP 2008; Julián María Ganzábal, url: www.lairent.com.ar

codificación, y el bloque de paquetización. Como se muestra en la figura 3.15.

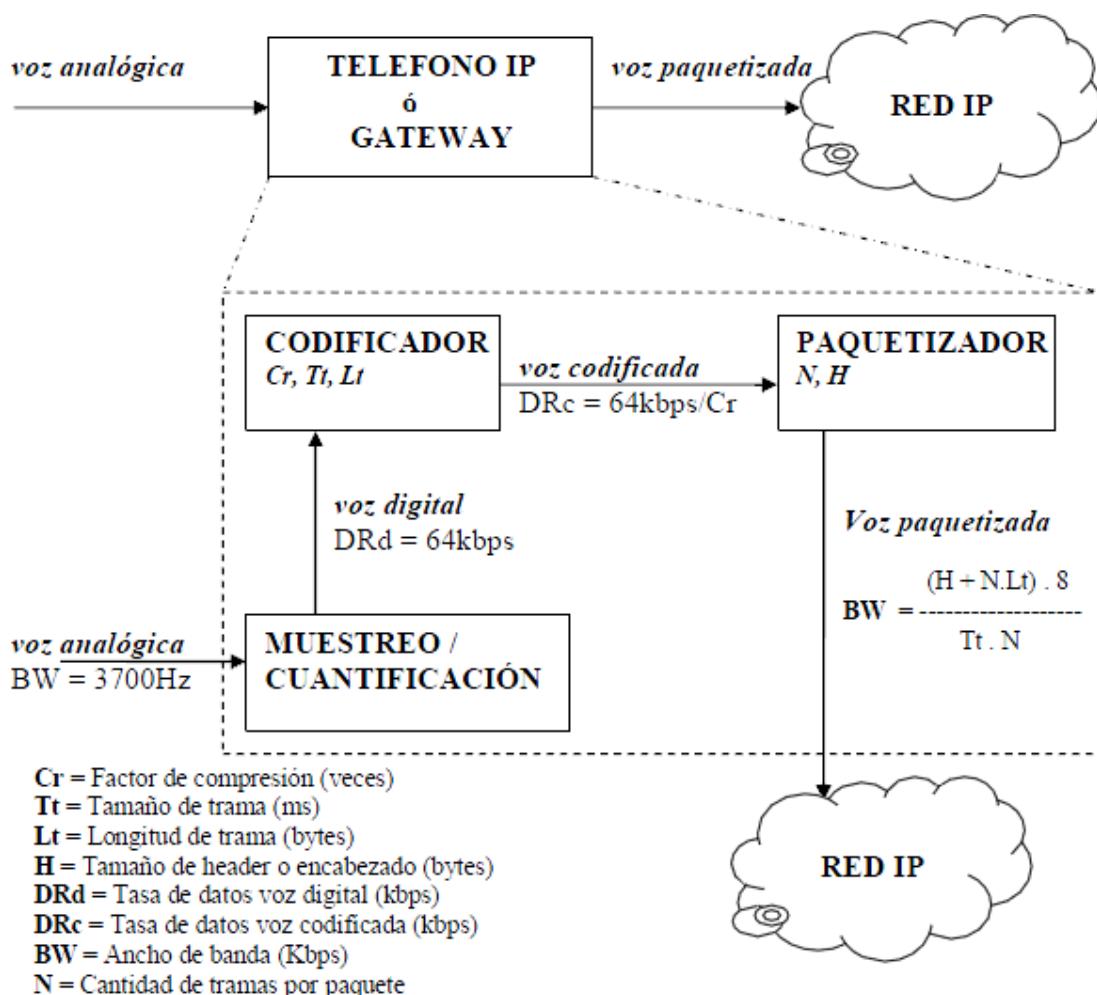


Figura 3.15: Modelo de codificación y paquetizatización
 La longitud de la trama Lt (Bytes) depende del tiempo de trama y del factor de compresión así se tiene que:

$$Lt(\text{bytes}) = \frac{Tt(\text{ms}) * 8000 \left(\frac{\text{bytes}}{\text{seg}} \right)}{Cr} \quad Ec. (11)$$

Para calcular entonces el tamaño total del paquete habrá que sumar el encabezado H (Cabeceras de protocolos), más la

longitud de trama (Lt) multiplicada por la cantidad de tramas por paquete (N).

$$Pl(\text{longitud de paquetes en bytes})$$

$$= H(\text{bytes}) + Lt(\text{bytes}) * N \quad Ec. (12)$$

El paquetizador acumula N tramas y luego agrega H y las saca. Por lo que sacará 1 paquete cada N.Tt segundos, lo que da una tasa de $1/(N \cdot Tt)$.

$$Pr\left(\frac{\text{Paquetes}}{\text{segundo}}\right) = \frac{1}{N \cdot Tt} \quad Ec. (13)$$

En la siguiente tabla se muestran los parámetros y resultado de cálculo de ancho de banda para el códec G.722.

CO DE	Tas a	Lt (byt)	Tt(ms)	N	Tt. N	Pr=1/(Tt.N)	Lt.N (byt)	H (byt)	PI (Byte)	BW (Kbp)
G.7	64k	1	0.12	1	20	50	160	82	242	96.8

Tabla 3.8: Calculo de ancho de banda del códec G.722 (64kbps)

$$Lt(\text{bytes}) = \frac{0.125 (\text{ms}) * 8000 \left(\frac{\text{bytes}}{\text{seg}}\right)}{1} \\ = 1 (\text{byte}) \quad Ec. (11)$$

$$Pl(\text{longitud de paquetes en bytes})$$

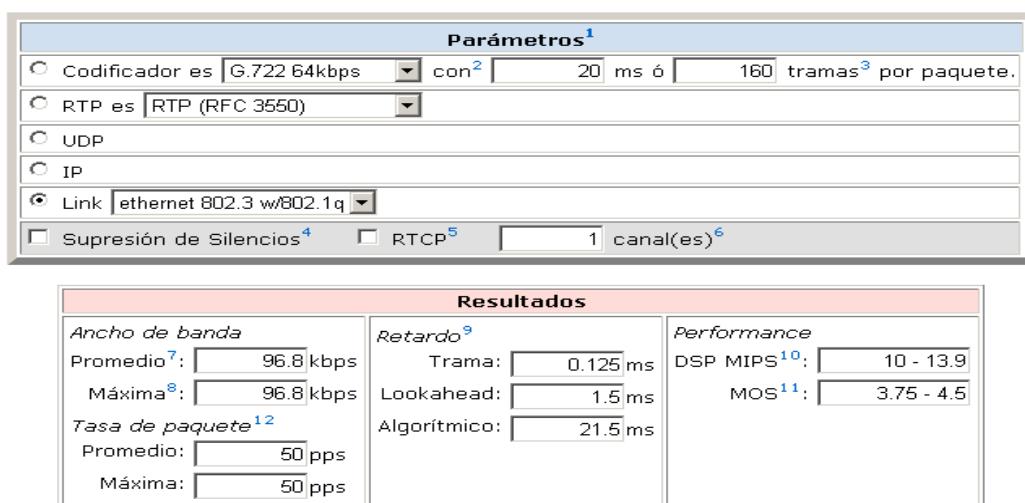
$$= (42 + 20 + 8 + 12) + (1 * 160) = 242 \text{ bytes}$$

$$Pr\left(\frac{\text{Paquetes}}{\text{segundo}}\right) = \frac{1}{160 * 0.125 \text{ ms}} = 50 \left(\frac{\text{Paquetes}}{\text{segundo}}\right) \quad Ec. (13)$$

$$\begin{aligned}
 BW(bps) &= 50 \left(\frac{\text{Paquetes}}{\text{segundo}} \right) * 242(\text{byte}) * 8 \left(\frac{\text{bits}}{\text{byte}} \right) \\
 &= 96800 bps = 96.8 \text{ kbps} \quad \text{Ec. (10)}
 \end{aligned}$$

Se realiza la comprobación de los cálculos utilizando la calculadora de ancho de banda VoIP²⁴ Ver figura 3.16.

VoIP Bandwidth Calculator™



Parámetros ¹	
<input type="radio"/> Codificador es	G.722 64kbps
<input type="radio"/> RTP es	RTP (RFC 3550)
<input type="radio"/> UDP	
<input type="radio"/> IP	
<input checked="" type="radio"/> Link	ethernet 802.3 w/802.1q
<input type="checkbox"/> Supresión de Silencios ⁴ <input type="checkbox"/> RTCP ⁵ <input type="text" value="1"/> canal(es) ⁶	

Resultados		
Ancho de banda Promedio ⁷ : <input type="text" value="96.8"/> kbps Máxima ⁸ : <input type="text" value="96.8"/> kbps Tasa de paquete¹² Promedio: <input type="text" value="50"/> pps Máxima: <input type="text" value="50"/> pps	Retardo⁹ Trama: <input type="text" value="0.125"/> ms Lookahead: <input type="text" value="1.5"/> ms Algorítmico: <input type="text" value="21.5"/> ms	Performance DSP MIPS ¹⁰ : <input type="text" value="10 - 13.9"/> MOS ¹¹ : <input type="text" value="3.75 - 4.5"/>

Figura 3.16: Calculador de ancho de banda de VoIP

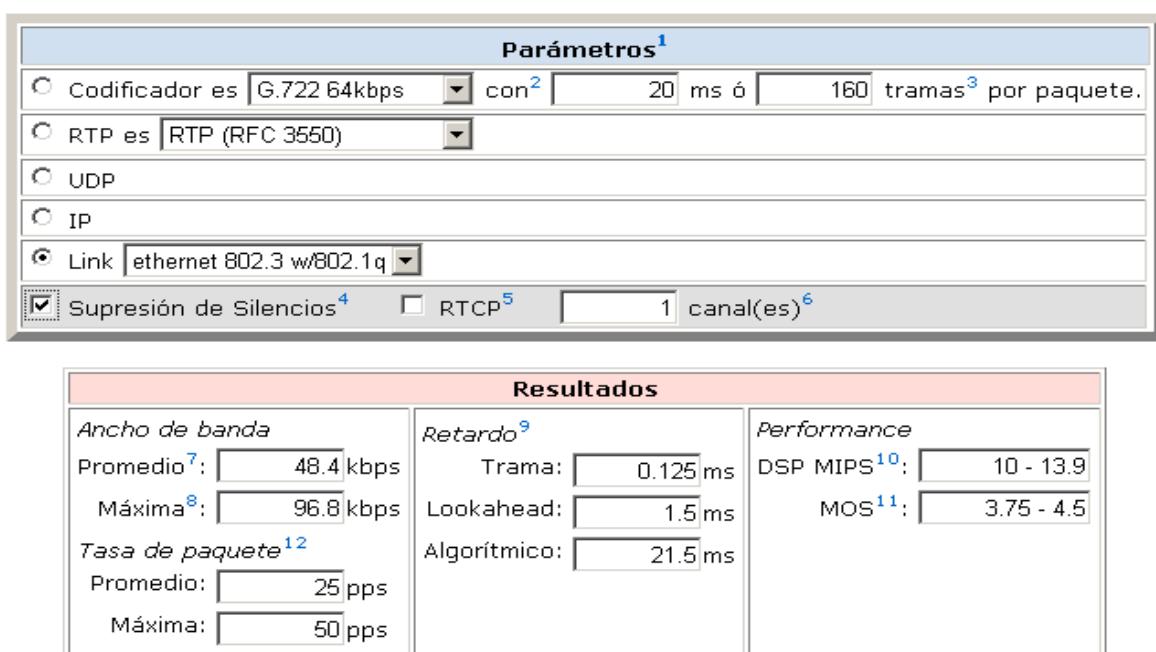
Como sabemos el hospital Isidro Ayora tiene requiere 8 circuitos telefónicos (8 canales), por lo que el ancho de banda será:

$$\text{Ancho de banda Total} = 8 * 96.8 \text{ kbps} = 774.4 \text{ Kbps}$$

²⁴Calculadora obtenida de la dirección: <http://www.bandcalc.com/es/> 0 <http://www.idris.com.ar/BWCalc/index.html>

Al implementar Supresor de silencios (disminuye el ancho de banda del 35% al 80%, se toma un valor 50 %) = 774.4 kbps – 50% = 387,2 kbps. Se muestra en la figura 3.17.

VoIP Bandwidth Calculator™



Parámetros¹

Codificador es G.722 64kbps con² 20 ms ó 160 tramas³ por paquete.
 RTP es RTP (RFC 3550)
 UDP
 IP
 Link ethernet 802.3 w/802.1q
 Supresión de Silencios⁴ RTCP⁵ 1 canal(es)⁶

Resultados

<i>Ancho de banda</i>	<i>Retardo</i> ⁹	<i>Performance</i>
Promedio ⁷ : 48.4 kbps	Trama: 0.125 ms	DSP MIPS ¹⁰ : 10 - 13.9
Máxima ⁸ : 96.8 kbps	Lookahead: 1.5 ms	MOS ¹¹ : 3.75 - 4.5
<i>Tasa de paquete</i> ¹²	Algorítmico: 21.5 ms	
Promedio: 25 pps		
Máxima: 50 pps		

Figura: 3.17: Calculador de ancho de banda de VoIP incluye Supresor de silencios.

Ancho de banda retardo y error

BW [kbps]	N	Retardo ms	L.t.N [byte]	Total [byte]
96.8	160	20	160	242
85.9	240	30	240	322
80.4	320	40	320	402
77.1	400	50	400	482
74.9	480	60	480	322
73.4	560	70	560	642
72.2	640	80	640	722
71.3	720	90	720	802

70.6	800	100	800	882
70	880	110	880	962
69.5	960	120	960	1024

Tabla 3.9: Ancho de Banda y Retardo

Nótese que a menor ancho de banda, mayor retardo. El retardo en esta tabla es solo el T_t multiplicado por N , lookahead=1.5, como máximo 21.55 ms más de procesamiento, el retardo en la red, y el retardo de decodificación que está asociado a la configuración del jitter buffer que suele estar en el orden de los 20ms.²⁵ Si suponemos que el retardo en la red no supera los 40ms, el retardo de procesamiento es del orden de 10 ms, y el jitter buffer de 20ms, deberíamos sumar 70 ms más a los valores indicados en la tabla 3.9. A partir de los 100-150ms la percepción de la calidad de la voz en comunicaciones interactivas empieza a disminuir notablemente con lo que no se recomendaría en este caso, elegir un valor de N superior a 640.

La última consideración al respecto es que por la naturaleza del transporte de tramas, un bit errado en el FCS de Ethernet por ejemplo implica el descarte de la trama, y el descarte de una trama Ethernet con una información de audio equivalente a 60 ms equivaldría al descarte de 480 tramas Ethernet de

²⁵ Fuente de consulta: Cálculo de ancho de Banda en VoIP 2008; Julián María Ganzábal, url: www.lairent.com.ar

20ms, lo cual podría disminuir la calidad de la voz en ciertos escenarios.

3.7. ELECCIÓN DE EQUIPOS

Para la elección de equipos se realizará el análisis de los equipos que cuenta el Hospital Isidro Ayora (Router, Switches, Servidores para la central telefónica), y se determinará los equipos de voz sobre IP como: equipos terminales, un Gateway de voz para conmutar a la Red Telefónica Pública, necesarios para que se pueda transmitir voz y data sobre una misma red sin inconvenientes.

3.7.1. ELECCIÓN DE TELÉFONOS IP (HARDWARE)

Para la elección de los teléfonos se tomarán en cuenta las siguientes características:

Protocolos de gestión y operación (HTTP; DHCP 802.1 p/q etc.), Protocolos de Señalización, los códec de voz que soporta; y otras funcionalidades como: llamada en espera, transferencia de llamadas, identificación de llamadas, entre otras.

MARCA DESCRIPCIÓN	AaSTRA IP 6731i	ATCOM AT-620P	ATCOM AT-530	YEALIN K SIP- T22P
----------------------	--------------------	------------------	-----------------	-----------------------------

PROTOCOLOS DE SEÑALIZACIÓN	SIP (6 líneas)	SIP(2 Líneas) y IAX2 (1 Línea)	SIP (1 LÍNEA) O IAX2(1 Línea)	SIP (3 líneas)
PROTOCOLOS (802.1 p/q, DHCP)	802.1p/q VLAN tagging & QOS, 802.1x support, NAT, STUN, TURN, DHCP, SNTP, SRTP, HTTP, FTP, TFTP	802.1 p/q, VLAN, DHCP cliente y servidor, DNS, RTP, RTCP, TELNET, HTTP, FTP, RTP, RTCP, TELNET, HTTP, FTP, TFTP	VLAN, DHCP, RTP, RTCP, TELNET, HTTP, FTP, TFTP	802.1 p/q, VLAN, SRTP, TLS, HTTPS.
CÓDECS	G.711μ-law/A-law, G.729, G.722	G711a, G711u, G723, G729, G722.	G711a, G711u, G723, G729, G722.	G722
ALIMENTACIÓN (802.af PoE)	SI	SI	NO	SI

INTERFACES	Soporta modo Headset	Rj9 headset Jack, dos puertos RJ45	Dos puertos RJ45, un puerto de Poder.	Headset, dos puertos RJ45
VAD (VOICE ACTIVITY DETECTION)	-	SI	SI	-
OTRAS FUNCIONALIDADES	Multi-lenguajes, Pantalla 3 lines x 16 characters, Teclas programables , 10 teclas pre programables , llamada de parqueo, llamada en espera, 3 way conferencia, indicador de llamadas perdidas, intercomunicador, capacidad de auto contestadora,	Phone Book 500 records, contestador de llamada, llamadas perdidas, DMTF, Transferencia de llamada, Call hold, llamada en espera,	Phone Book 100 records, Soporta Headset, Transferencia de llamada, 3 way Talking, Buffer jitter adaptativo .	Multi-lenguajes, voicemail , dial plan, sonido HD, 3 Lines, 132x64 grafic LCD, 3 line keys. HD speaker, HD handset, Supports

	Directorio, Redial, tonos distintivos, soporte XML	3 way Talking, Pickup, Redial, Llamada de parqueo, soporta multilenguaje		XML phonebook, XML screen, SMS
COSTOS (\$)	210	150	110	156

Tabla 3.10: Cuadro comparativo de teléfonos de VoIP

Para la elección de los teléfonos se toma en consideración principalmente el soporte de los dos protocolos de señalización IAX2 y SIP, para lo cual se elige los equipos ATCOM ya que son los únicos que poseen esta característica. Además que poseen las características de VAD.

Los modelos ATCOM AT-620P son teléfonos ejecutivo, de acuerdo al presupuesto del Hospital se determina la cantidad de 24 (Los cuales se conectarán al Switch 3com 4210) y el modelo ATCOM AT-530, se determina la cantidad de 28, de

acuerdo al Plan de marcación determinado en la tabla 3.13; dando un total de 52 teléfonos.

3.7.2. ELECCIÓN DE TARJETAS DE INTERCONEXIÓN

El Gateway es el dispositivo que se encarga de realizar la conmutación hacia la Red Telefónica Pública.

CARACTERÍSTICAS DE GATEWAYS PCI			
MARCA	OPENVOX	TARJETA	SANGOMA
DESCRIPCIÓN	A800P	DIGIUM AEX800P 8 (FXO /FXS)	A200 4 (FXO/FXS)
PUERTOS (FXO)	Soporta combinaciones de fxs y/o módulos fxo (total de 8 líneas) Dos módulos de 4 puertos, FXO (Red), FXS (Green)	Soporta combinaciones de fxs y/o módulos fxo (total de 8 líneas) Dos módulos de 4 puertos	Soporta combinaciones FXO / FXS; Posee dos módulos de líneas) Dos módulos de 4 puertos
Compatibilidad	Asterisk	Asterisk	Asterisk
Conectores	RJ11	RJ11	RJ11
INTERFACE	PCI	PCI- E	PCI / PCI-E
Cancelación	SI	SI	SI

de eco			
COSTO (\$)	620 ²⁶	1300 ²⁷	1119 ²⁸

Tabla 3.11: Cuadro comparativo de Tarjetería de interconexión

Por costo y calidad se elige el modelo de A800P de la marca OPENVOX.

3.7.3. ELECCIÓN DEL SERVIDOR

Para la elección de las características del servidor se tomará en base a recomendaciones realizadas de hardware de acuerdo a los números de canales que tiene el sistema. A continuación se presenta una tabla de especificaciones técnicas para la elección del servidor.

PROPOSITO	NUMERO DE CANALES(Usuarios concurrentes)	ESPECIFICACIONES MÍNIMAS REQUERIDAS
Pequeñas Oficinas	5 hasta 10	1-GHz x86, 512 MB RAM
Pequeñas Empresas	<25	3-GHz x86, 1 GB RAM

²⁶ Proforma Presentada Por PaloSanto Solutions

²⁷ Proforma Presentada Por PaloSanto Solutions

²⁸ Dato consultado en página web <http://voip-warehouse.com.au/sangoma-a20004-analogue-telephony-card-8-fxo-p-6076.html>

Medianas	<= 100	Dual CPUs 2 GHZ y 2GB en RAM. Server Quad Core o superior de 2 GB o 4 GB
Grandes Empresas	> 100 Usuarios	Server Dual Quad Core o superior, de 4GB o mas en RAM.
Grandes Empresas	>=500 Usuarios	Clúster de servidor, Arquitectura distribuida.

Tabla 3.12: Especificaciones técnicas mínimas del servidor²⁹

Teniendo en cuenta la tabla 3.12; se elige un servidor para pequeñas oficinas, para nuestro caso utilizaremos el servidor ML110G6.

3.8. PLAN DE MARCACIÓN

El plan de marcación determina los números que serán asignados a las extensiones telefónicas del Hospital Provincial “Isidro Ayora Loja”, tanto como para la comunicación interna y externa. Se tomará la misma numeración actual. Para el prototipo con la dirección provincial de salud de Loja se tomará solo tres teléfonos.

²⁹ Datos extraídos del Libro “Asterisk- THE FUTURE OF TELEPHONY”, de Jim Van Megelen, Leif Madsen E Jared Smith, foreword by Mark Spencer. Y Recomendaciones realizadas por la empresa Intelix (www.Intelix.com.ar)

Local	Nro .	Ex t.	Departamento	Nr o.	Ext .	Departamento
HOSPITAL PROVINCIAL GENERAL "ISIDRO AYORA LOJA"	1	9	OPERADORA	27	729 7	Gineco-Obstetria- Estac-Enfermería
	2	72 72	Centro de Cómputo	28	729 8	Laboratorio Sección Exámenes
	3	72 73	Dirección	29	729 9	Comité de adquisiciones
	4	72 74	Administración	30	730 0	Mantenimiento
	5	72 75	Subdirección	31	730 1	Neonatología. Estación Enfermería
	6	72 76	Bodega General	32	730 2	Odontología
	7	72 77	Secretaría Dirección	33	730 3	Pagaduría
	8	72 78	Proveeduría	34	730 4	SOAT
	9	72 79	Secretaría Subdirección	35	730 5	Patología
	10	72 80	Alimentación	36	730 6	Pediatria. Estación de Enfermería
	11	72 81	Centro Obstétrico	37	730 7	Personal
	12	72 82	Calderos	38	730 8	Demanda y Oferta
	13	72 83	Caseta Principal	39	730 9	Secretaría Rayos X
	14	72 84	Caseta Emergencia	40	731 0	Salud Mental
	15	72	Central	41	731	Transportes

		85	Esterilización		1	
16	72			42	731	
	86	Centro Quirúrgico		2		Trabajo Social
17	72	Gestión		43	731	UCI. Estación de
	87	Financiera		3		enfermería
18	72	Estados		44	731	
	88	Financieros		4		Asesoría Jurídica
19		Gestión		45		
	72	Financiera:			731	Unid. Quemados.
	89	Secretaría			5	Est. Enfermería
20	72	Comunicación		46	731	
	90	Social		6		Hemodiálisis
21	72	Cirugía. Estación		47	731	Secretaría
	91	de Enfermería		7		Laboratorio
22	72	Clínica. Estación		48	731	
	92	de Enfermería		8		Enfermería
23	72			49	731	
	93	Dispensario IESS		9		Farmacia
24				50		Emergencia.
	72	Procesamiento			732	Estación
	94	de Datos			0	Enfermería
25	72	Secretaría		51	732	
	95	Personal		1		Consulta Externa
26	72			52	732	
	96	Fisiatría Jefe		2		Información
DIRE	1	80		3	800	
CCIÓN		00	Departamento 1		2	Departamento 3
N DE	2					
SAL						
UD						
DE						
LOJA		80				
		01	Departamento 2			

Tabla 3.13: Plan de Marcación del Hospital Isidro Ayora Loja

3.9. PLAN DE DIRECCIONAMIENTO IP Y VLANS

Para la asignación de direcciones IP de la Red Interna del Hospital Isidro Ayora, se realiza mediante dos redes cuyas direcciones son: 10.104.32.0 (Datos) y 10.104.33.0 (Voz).

Para la Dirección de Salud de Loja se tiene el direccionamiento 10.104.36.0 (Datos) y 10.104.37.0 (Voz).

Para la red de datos interna del HIAL, consta de la siguiente infraestructura departamental:

NRO.	DEPARTAMENTO	CANTIDAD
1.	Consulta externa	51
2	Administrativos	44
3	Gestión Financiera	26
4	Hospitalización	23
5	Wireless	12
6	Invitados	12
7	Equipos	10
	TOTAL	178

Tabla 3.14: Cantidad de equipos por departamentos

DEPARTAMENTO	RANGO DE DIRECCIÓN IP	GATEWAY	VLAN
Consulta Externa	10.104.32.0 / 26	10.104.32.63 / 26	2
Administrativos	10.104.32.64 / 26	1.104.32.127/ 26	3
Gestión Financiera	10.104.32.128 / 27	10.104.32.159/ 27	4
Hospitalización	10.104.32.160/ 27	10.104.32.191/ 27	5
Wireless	10.104.32.192	10.104.32.207/	6

	/ 28	28	28	
Invitados	10.104.32.208 / 28	10.104.32.223/ 28	10.104.32.209/ 28	7
Equipos	10.104.32.224 /27	10.104.32.255/ 27	10.104.32.225/27	1

Tabla 3.15: Programación realizada en VLANs

DEPARTAMENTO	RANGO DE DIRECCIÓN IP	GATEWAY	VLAN
VOZ	10.104.33.0	10.104.33.255	10.104.33.1

Tabla 3.16: VLAN de Voz

ENLACES

Enlaces_router_hospital_DPS	10.104.35.0/30	10.104.35.3/30	10.104.35.1/30
Enlace_router_hospital_Area1	10.104.35.4/30	10.104.35.7/30	10.104.35.4/30

Tabla 3.17: Enlaces

Direccionamiento Router Hospital

Direcciones IP Router Hospital		
Dispositivo	Puerto	Dirección
Router	Ethernet 0	10.104.35.1 / 30 10.104.35.4 / 30
	Ethernet 1	10.104.32.1 / 26 10.104.32.65/ 26 10.104.32.129/ 27 10.104.32.161/ 27 10.104.32.193/ 28 10.104.32.209/28 10.104.32.225/27 10.104.33.1 / 24
Servidor		10.104.33.2 /24

Tabla 3.18: Direcciones IP del Hospital “Isidro Ayora Loja”

Direccionamiento DPSL

Direcciones IP Router DPSL		
Dispositivo	Puerto	Dirección
Router	Ethernet 0	10.104.35.2 / 30
	Ethernet 1	10.104.36.1 / 24
Servidor		10.104.37.2 /24

Tabla 3.19: Direcciones IP de la DPSL

Direccionamiento Áreas de Salud

Direcciones IP Router Aéreas de Salud		
Dispositivo	Puerto	Dirección
Router	Ethernet 0	10.104.35.5 / 30
	Ethernet 1	10.104.38.1 / 24
Servidor		10.104.39.2 /24

Tabla 3.20: Direcciones IP de Área de Salud”

3.9.1. Diagrama del plan de direccionamiento IP Y VLANS de HIAL

VLANS de HIAL

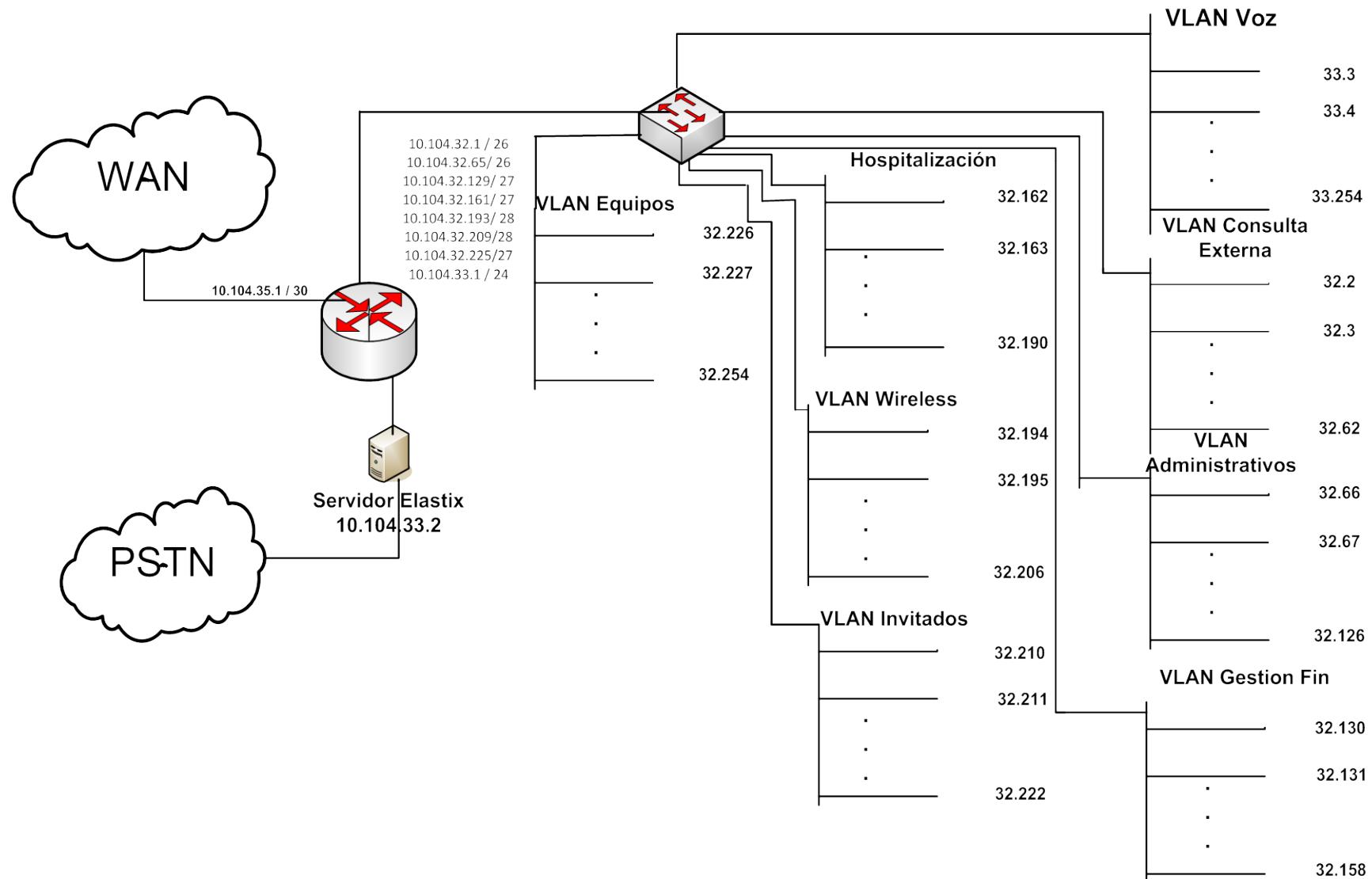


Figura 3.18: Diagrama de red del Hospital ‘Isidro Ayora Loja’

3.9.2. DIAGRAMA DEL PLAN DE DIRECCIONAMIENTO IP Y VLANs DE LA DPSL

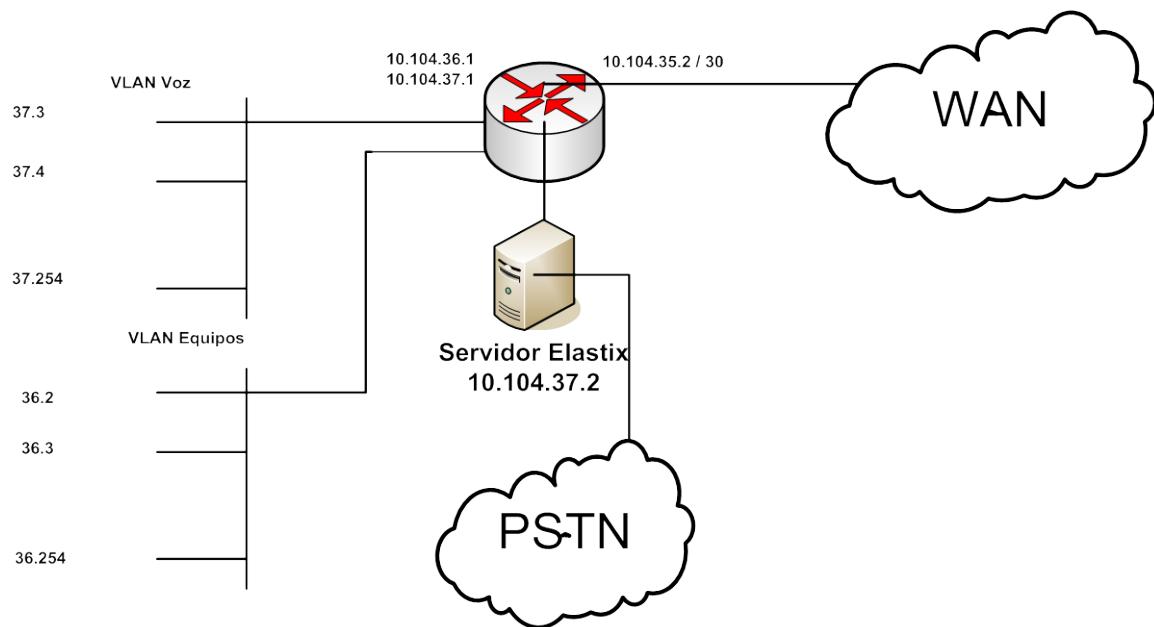


Figura 3.19: Diagrama del plan de direccionamiento IP Y VLANs de la DPSL

3.9.3. Diagrama del plan de direccionamiento IP y VLANs de Área de Salud

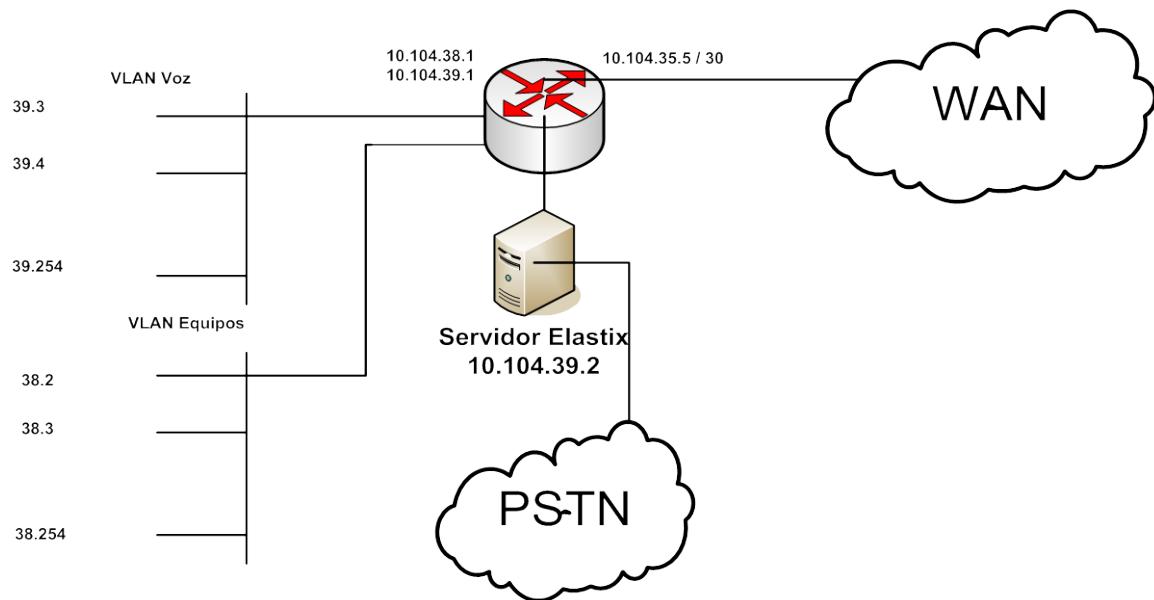


Figura 3.20: Diagrama del plan de direccionamiento IP y VLANS de Área de Salud

3.9.4. Diagramas de enlaces

A continuación se encuentra el diagrama de enlaces del Hospital “Isidro Ayora Loja”

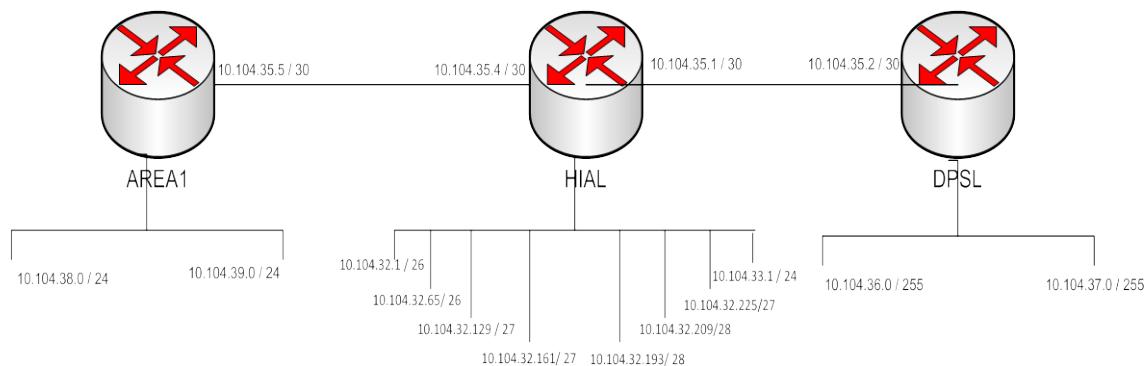


Figura 3.21: Diagrama de enlaces de los router

CAPITULO CUATRO: INSTALACIÓN, CONFIGURACIÓN Y PRUEBAS

INTRODUCCIÓN

El presente capítulo aborda la creación de un prototipo, utilizando el equipamiento disponible del hospital Isidro Ayora Loja; para ello se instala el servidor de comunicaciones unificadas Elastix, se configura el plan de marcado, se presenta los modelos de operación de la red.

Se programa la central para el hospital (HIAL) y la dirección provincial de salud de Loja (DPSL) y se configuran los Swicth a nivel de capa dos y tres acorde a los requerimientos institucionales; igual forma se configuran los teléfonos ATCOM AT-620.

Mediante Software y equipos se realizan las pruebas y se presentan los resultados obtenidos, para ello se captura el ancho de banda, capacidad del servidor y equipos de red; verificando los resultados obtenidos con los calculados en el capítulo tres; determinando si los equipos cumplen con los requerimientos técnicos para ser implantados, en los distintos modos de operación.

4.1. Implementación del Servidor Elastix

Para la instalación de Elastix se utilizará el Servidor ML110G6 como se mencionó en el capítulo, en el cual se coloca la tarjeta OpenVox A8000p de 8 puertos FXO.

Para Observar detalles de la Instalación ir a anexo 3, una vez instalado Elastix se configura la central, se lo realiza a través de cualquier navegador utilizando la dirección del servidor en nuestro caso es la dirección 10.104.33.2 como lo demuestra la figura 4.1

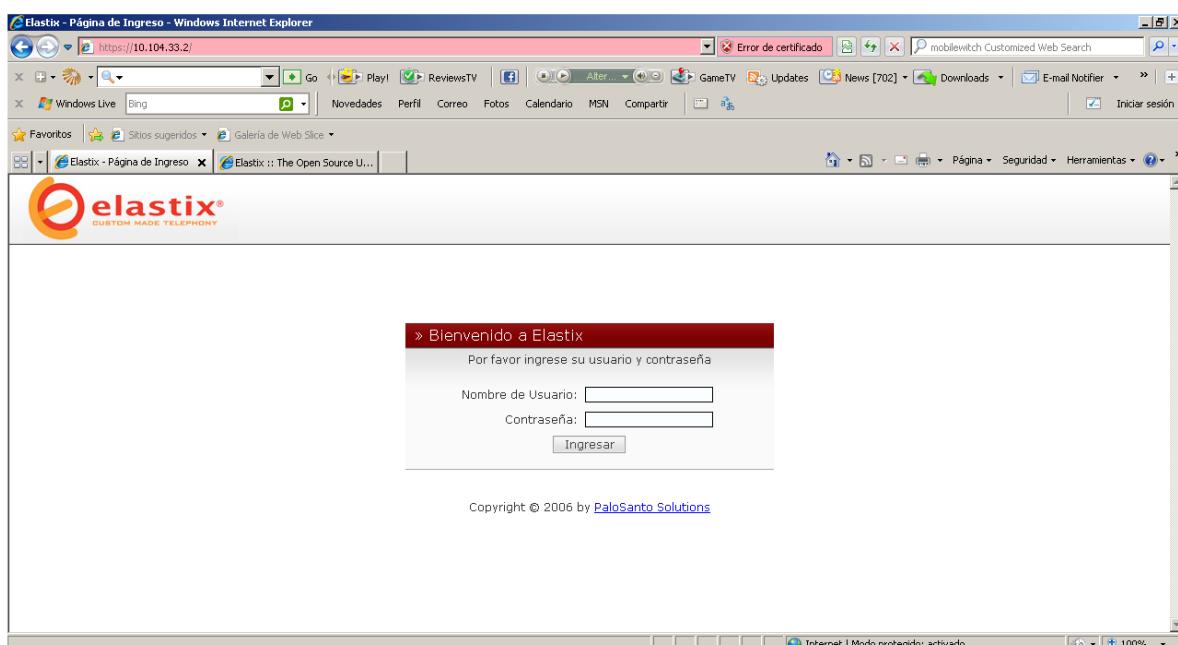


Figura 4.1: Acceso a la Interfaz de Administración de Elastix

Inmediatamente nos saldrá una advertencia donde nos dice que no conoce esa entidad emisora de certificados (lo que sucede es que Elastix se comunica por SSL, que es la

conexión segura y emite un certificado), le damos que si a todas las advertencias que nos hace acerca de seguridad y luego nos debe llevar a la página de inicio de Elastix, donde nos pregunta por usuario y password. La primera vez se coloca el usuario: admin y password: palosanto. Para ver explicaciones de los elementos del sistema Elastix ver anexo 4. Para la creación de extensiones ver anexo.

4.2. Diagramas de operación de Red

Se presentan los siguientes escenarios de Operación de la red de Voz sobre IP del Hospital Isidro Ayora Loja:

- Llamadas en la Red Interna.
- Llamadas entre Hospital Provincial Isidro Ayora, DPSL y Áreas de Salud
- Llamadas hacia y desde Clientes Externos

4.2.1. Llamadas en La red interna

Las llamadas internas del hospital Isidro Ayora Loja serán conmutadas en la red LAN. Cuando un abonado realiza una llamada, esta envía una señalización al servidor Elastix (Con Protocolo SIP) el cual identifica si el abonado receptor está dentro de la red LAN, y establece la comunicación. Seguidamente las tramas de datos (Voz) se realizan

directamente entre los teléfonos IP (Terminales), de los abonados, sin intervención del servidor Elastix. Ver Figura 4.2

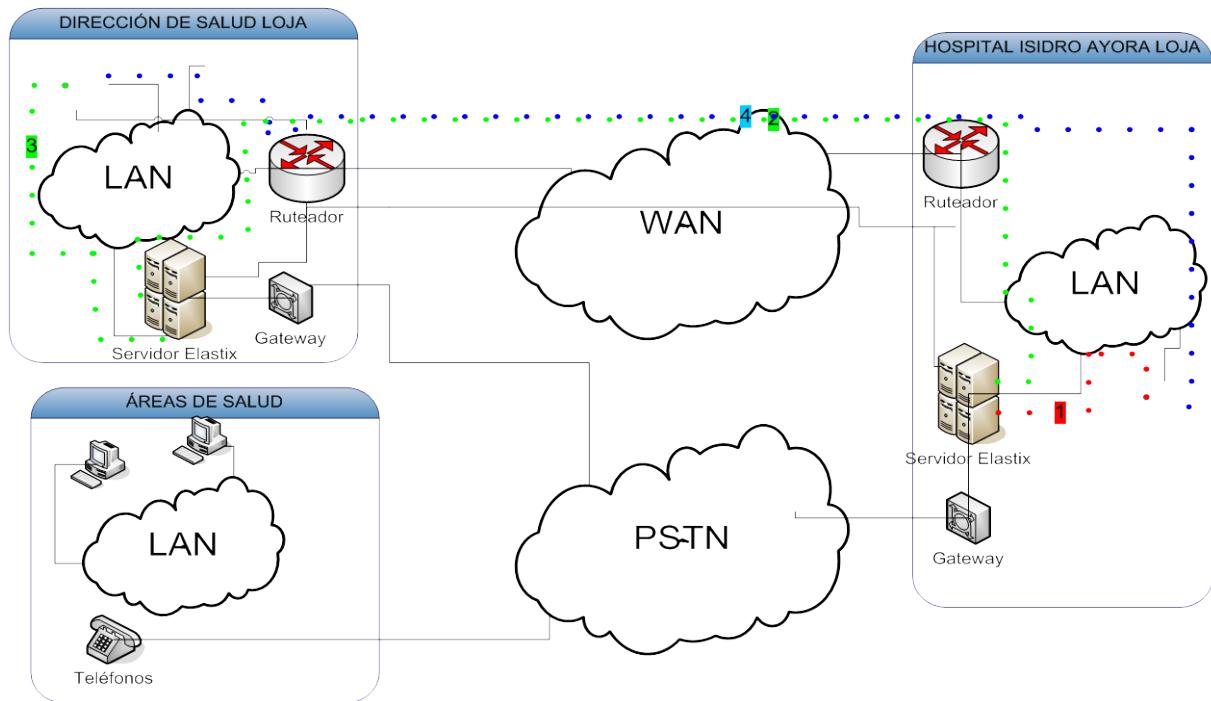


Figura 4.2: Esquema de una llamada interna en la red de HIAL

4.2.2. Llamadas entre el Hospital Provincial Isidro Ayora, DPSL y Áreas de Salud

Las llamadas externas entre el hospital “Isidro Ayora Loja”, DPSL y Áreas de Salud; se lo realiza a través de un servidor Elastix ubicado en cada Área de Salud, los cuales se comunican entre centrales utilizando el protocolo IAX. El servidor Elastix se encarga de realizar la señalización hasta establecer la comunicación. Seguidamente las tramas de

datos (Voz) se realizan directamente entre los teléfonos IP (Terminales), ver figura 4.3.

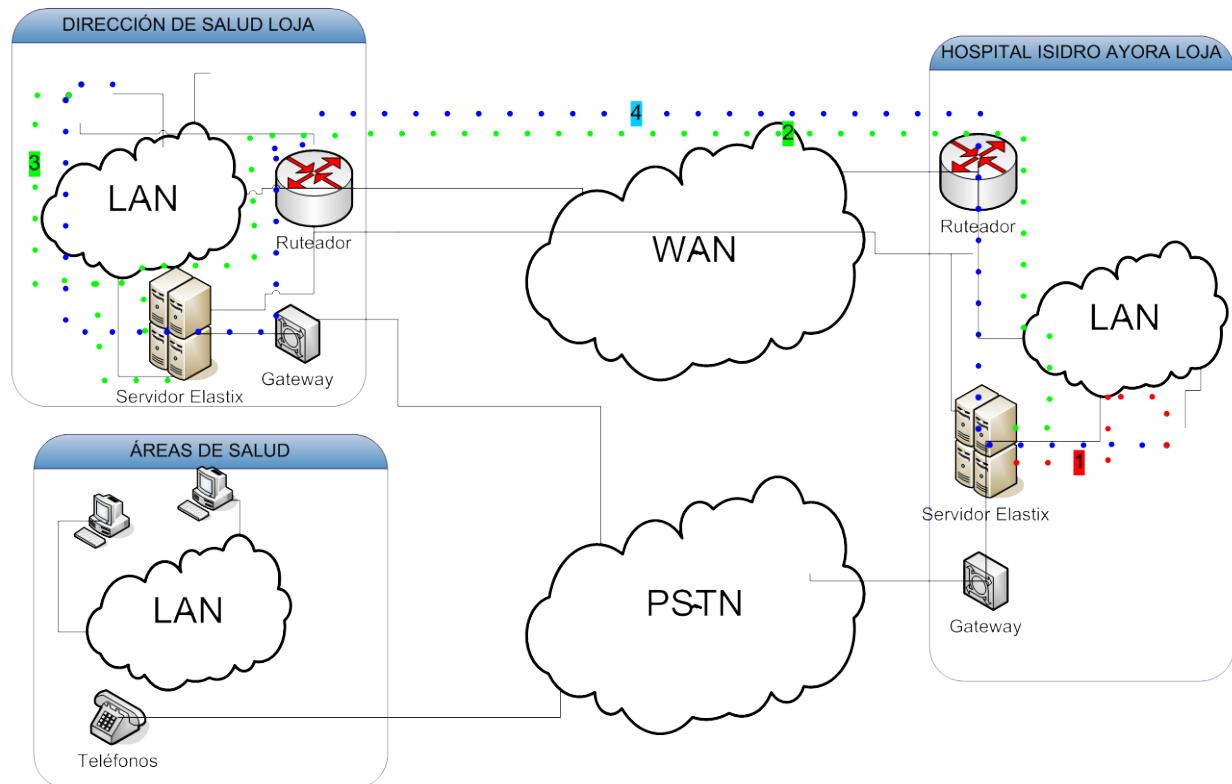


Figura 4.3: Esquema de una llamada entre HIAL y Áreas de salud

4.2.3. Llamadas hacia abonados externos

Todas las llamadas hacia los abonados externos comutan la Red LAN y La PSTN a través del Gateway de voz, permitiendo la comunicación como si se tratase de teléfonos analógicos de la PSTN.

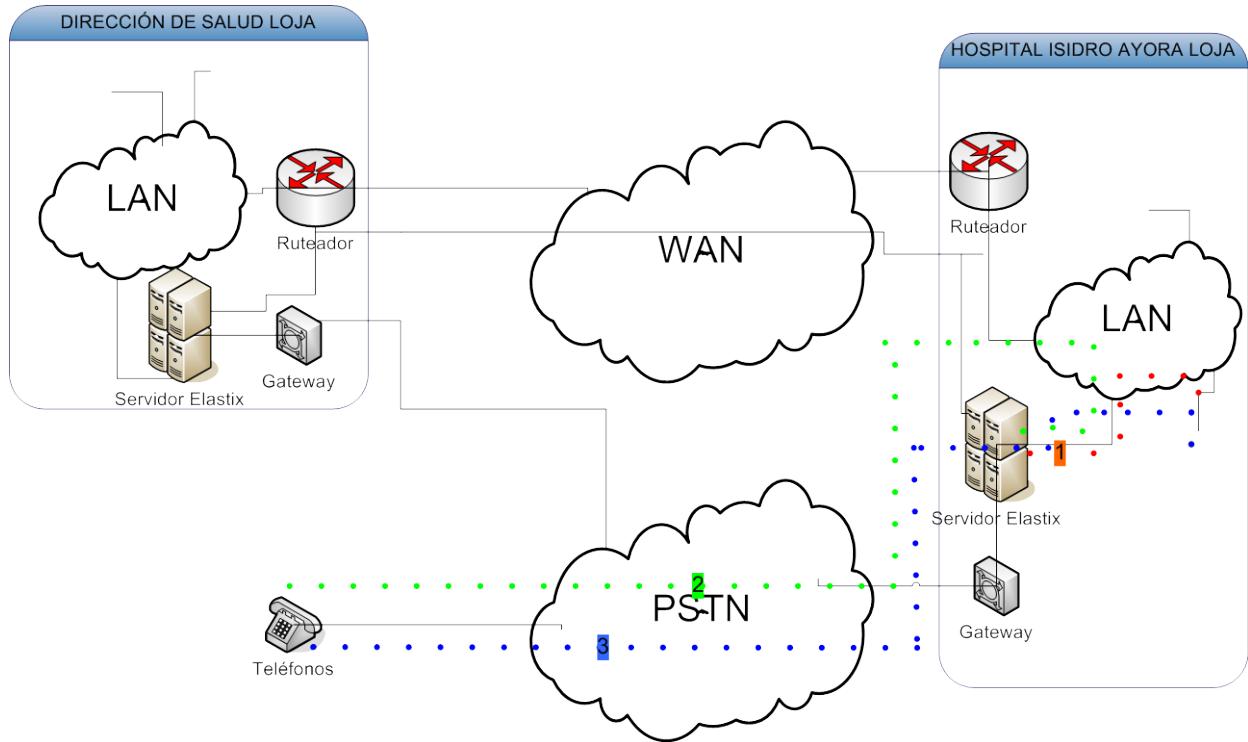


Figura 4.4: Esquema de llamada entre la red interna HIAL y la PSTN

4.3. Pruebas y resultados

Para comprobar la red de VoIP diseñada del Hospital Provincial Isidro Ayora Loja, se determinará a través de software el tráfico de voz en la hora Pico, probando la capacidad de la red, capacidad de procesamiento del Servidor y los equipos de red. Además se probará los distintos modos de operación de la Red.

Para la configuración del Switches ver anexos 6

4.3.1. Hardware y software utilizados

4.3.1.1. Hardware

Los equipos utilizados para probar la capacidad de la Red del Hospital Isidro Ayora Se describen a continuación:

- Dos Servidores Elastix (Un Servidor conectado con la tarjeta PCI OpenVox A800P)
- Dos Switch 3com 4500
- 9 Teléfonos IP modelo: ATCOM AT-620
- 1 hub.- el cual se lo utilizará para la captura de tráfico de voz y de datos; el mismo que servirá para el cálculo de ancho de banda de cada llamada y capacidad total de 8 llamadas simultaneas al servidor.

Las características de los servidores son:

- HP modelo: ML110G6 Quad Core Intel® Xeon® processor X3430 (2.40GHz, 8MB, 1333), 2GB (1x2GB) en RAM DDR3, 1 disco 500GB SATA fijo y Red 10/100/1000 (Elastix Hospital)
- Clon: Procesador Pentium 4 (3 GHz , 1 MB, 400), 1GB en RAM DDR2, Disco Duro de 350 y Red 10/100 (Elastix DPSL)

4.3.1.2. Software

Elastix³⁰ 1.6: Es un servidor de comunicaciones unificadas (VoIP, Fax, Mensajería Instantánea e Email). Se instala con el sistema operativo CentOS release 5.3, y de núcleo central es Asterisk V 1.4

PRTG Traffic Grapher V6.2.0.908.- Herramienta para monitorear el ancho de banda consumido para cada escenario de prueba realizado.

PhonerLite.- Softphone que utiliza la señalización SIP, IAX. La principal característica de este Softphone es que se puede elegir el códec (en nuestro caso es el códec G722, ver anexo 2.1 para su configuración)

4.3.2. Prueba de establecimiento entre llamadas internas

Para ello se comprobará el establecimiento de la llamada entre las diferentes redes, y departamentos de nuestro hospital.

³⁰ Se lo puede descargar en la siguiente dirección <http://www.elastix.org/es/descargas.html>

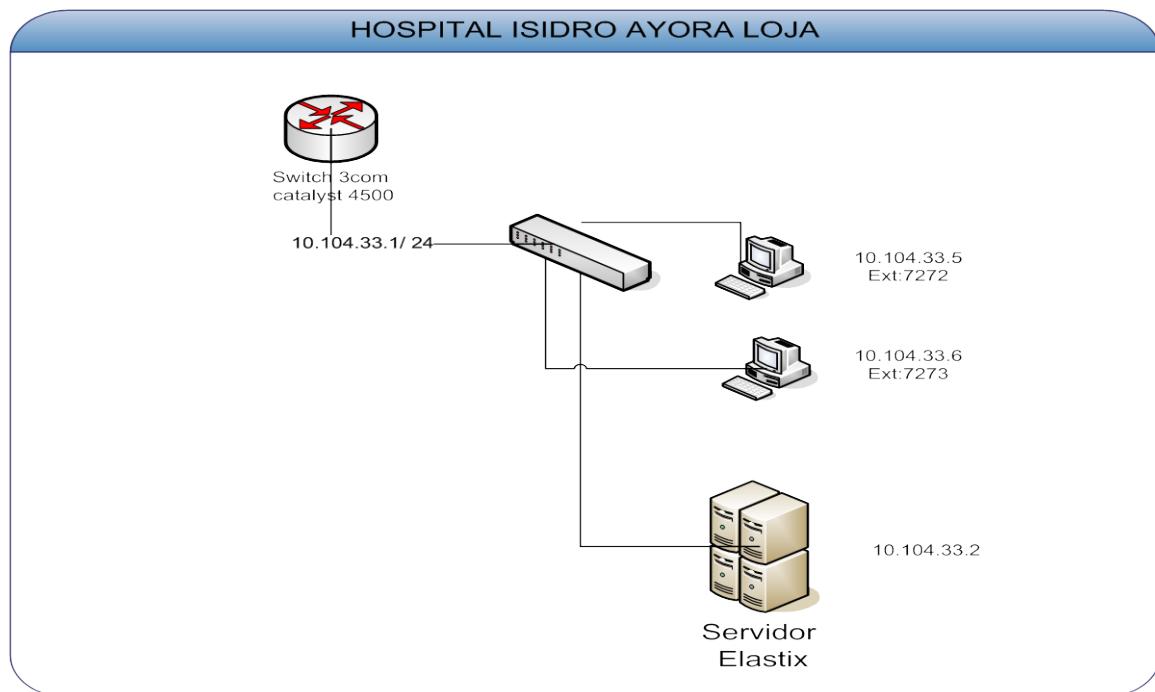


Figura 4.5: Esquema de prueba de establecimiento entre llamadas internas

Se realiza una petición de respuesta de eco, para verificar que exista conexión y este dentro de los valores normales es decir < 150ms.

```

Símbolo del sistema
Respueta desde 10.104.33.8: bytes=32 tiempo=1ms TTL=64
Respueta desde 10.104.33.8: bytes=32 tiempo=1ms TTL=64
Estadísticas de ping para 10.104.33.8:
  Paquetes: enviados = 13, recibidos = 13, perdidos = 0
    (0% perdidos),
  Tiempos aproximados de ida y vuelta en milisegundos:
    Mínimo = 0ms, Máximo = 2ms, Media = 0ms
Control-C
^C
C:\Users\CCS>ping 10.104.33.8

Haciendo ping a 10.104.33.8 con 32 bytes de datos:
Respueta desde 10.104.33.8: bytes=32 tiempo=1ms TTL=64

Estadísticas de ping para 10.104.33.8:
  Paquetes: enviados = 4, recibidos = 4, perdidos = 0
    (0% perdidos),
  Tiempos aproximados de ida y vuelta en milisegundos:
    Mínimo = 1ms, Máximo = 1ms, Media = 1ms
C:\Users\CCS>_

```

Figura 4.6: Ping entre los dos terminales

Cada terminal se registra en el servidor de comunicaciones unificadas Elastix, una vez registrado los terminales pueda realizar y recibir llamadas. Para verificar el correcto registro de los terminales se presenta la figura 4.6; la cual muestra los usuarios y las direcciones IP con las cuales se han registrados los terminales. Para ello ingresamos a la consola del Servidor Elastix ya sea por el programa Putty (ver anexo 5); y ejecutamos Asterisk –r(es la consola de administración de Elastix); y luego ejecutamos el comando `sip show peers` (muestra las extensiones SIP creadas y las registradas)

```
root@elastix:~  
elastix*CLI> sip show peers  
Name/username      Host      Dyn  Nat  ACL  Port  Status  
hial/hial          10.104.37.2      5060  Unmonitored  
9                  (Unspecified)  D   N   0    UNKNOWN  
7322               (Unspecified)  D   N   0    UNKNOWN  
7321               (Unspecified)  D   N   0    UNKNOWN  
7320               (Unspecified)  D   N   0    UNKNOWN  
7319               (Unspecified)  D   N   0    UNKNOWN  
7318               (Unspecified)  D   N   0    UNKNOWN  
7317               (Unspecified)  D   N   0    UNKNOWN  
7316               (Unspecified)  D   N   0    UNKNOWN  
7315               (Unspecified)  D   N   0    UNKNOWN  
7314               (Unspecified)  D   N   0    UNKNOWN  
7313               (Unspecified)  D   N   A   0    UNKNOWN  
7312               (Unspecified)  D   N   0    UNKNOWN  
7311               (Unspecified)  D   N   0    UNKNOWN  
7310               (Unspecified)  D   N   0    UNKNOWN  
7309               (Unspecified)  D   N   0    UNKNOWN  
7308               (Unspecified)  D   N   0    UNKNOWN  
7307               (Unspecified)  D   N   0    UNKNOWN  
7306               (Unspecified)  D   N   0    UNKNOWN  
7305               (Unspecified)  D   N   0    UNKNOWN  
7304               (Unspecified)  D   N   0    UNKNOWN  
7303               (Unspecified)  D   N   0    UNKNOWN  
7302               (Unspecified)  D   N   0    UNKNOWN  
7301               (Unspecified)  D   N   0    UNKNOWN  
7300               (Unspecified)  D   N   0    UNKNOWN  
7299               (Unspecified)  D   N   0    UNKNOWN  
7298               (Unspecified)  D   N   0    UNKNOWN  
7297               (Unspecified)  D   N   0    UNKNOWN  
7296               (Unspecified)  D   N   0    UNKNOWN  
7295               (Unspecified)  D   N   0    UNKNOWN  
7294               (Unspecified)  D   N   0    UNKNOWN  
7293               (Unspecified)  D   N   0    UNKNOWN  
7292               (Unspecified)  D   N   0    UNKNOWN  
7291               (Unspecified)  D   N   0    UNKNOWN  
7290               (Unspecified)  D   N   0    UNKNOWN  
7289               (Unspecified)  D   N   0    UNKNOWN  
7288               (Unspecified)  D   N   0    UNKNOWN  
7287               (Unspecified)  D   N   0    UNKNOWN  
7286               (Unspecified)  D   N   0    UNKNOWN  
7285               (Unspecified)  D   N   0    UNKNOWN  
7284               (Unspecified)  D   N   0    UNKNOWN  
7283               (Unspecified)  D   N   0    UNKNOWN  
7282               (Unspecified)  D   N   0    UNKNOWN  
7281               (Unspecified)  D   N   0    UNKNOWN  
7280               (Unspecified)  D   N   0    UNKNOWN  
7279               (Unspecified)  D   N   0    UNKNOWN
```

```
root@elastix:~#
7278          (Unspecified)  D  N  0  UNKNOWN
7277          (Unspecified)  D  N  0  UNKNOWN
7276          (Unspecified)  D  N  0  UNKNOWN
7275          (Unspecified)  D  N  0  UNKNOWN
7274/7274    10.104.33.9  D  N  A  5060  OK (5 ms)
7273/7273    10.104.32.227 D  N  A  5060  OK (4 ms)
7272/7272    10.104.33.5  D  N  A  5060  OK (5 ms)

53 sip peers [Monitored: 3 online, 49 offline Unmonitored: 1 online, 0 offline]
elastix*CLI> 
```

Figura 4.7: Registro de terminales en el servidor de Elastix

Como se puede observar en la figura los usuarios 7272, 7273, 7274 se encuentran registrados en el Servidor Elastix. La propuesta de nuestro diseño es la utilización del códec G.722 HD; con la función VAD (En el anexo 2 selecciona el uso del Códec G722 y la activación de la función V.A.D.). La figura 4.7 muestra el establecimiento de una llamada entre los teléfonos ATCOM AT-620 con extensiones 7273 y 7274.

```
root@elastix:~#
elastix*CLI>
-- Executing [7274@from-internal:1] Macro("SIP/7273-b6d063f0", "exten-vm|7274|7274") in new stack
-- Executing [s@macro-exten-vm:1] Macro("SIP/7273-b6d063f0", "user-callerid") in new stack
-- Executing [s@macro-user-callerid:1] Set("SIP/7273-b6d063f0", "AMPUSER=7273") in new stack
-- Executing [s@macro-user-callerid:2] GotoIf("SIP/7273-b6d063f0", "0?report") in new stack
-- Executing [s@macro-user-callerid:3] ExecIf("SIP/7273-b6d063f0", "1|Set|REALCALLERIDNUM=7273") in new stack
-- Executing [s@macro-user-callerid:4] Set("SIP/7273-b6d063f0", "AMPUSER=7273") in new stack
-- Executing [s@macro-user-callerid:5] Set("SIP/7273-b6d063f0", "AMPUSERCIDNAME=Daniel Astudillo") in new stack
-- Executing [s@macro-user-callerid:6] GotoIf("SIP/7273-b6d063f0", "0?report") in new stack
-- Executing [s@macro-user-callerid:7] Set("SIP/7273-b6d063f0", "AMPUSERCID=7273") in new stack
-- Executing [s@macro-user-callerid:8] Set("SIP/7273-b6d063f0", "CALLERID(all)='Daniel Astudillo' <7273>") in new stack
-- Executing [s@macro-user-callerid:9] ExecIf("SIP/7273-b6d063f0", "0|Set|CHANNEL(language)='') in new stack
-- Executing [s@macro-user-callerid:10] GotoIf("SIP/7273-b6d063f0", "0?continue") in new stack
-- Executing [s@macro-user-callerid:11] Set("SIP/7273-b6d063f0", "__TTL=64") in new stack
-- Executing [s@macro-user-callerid:12] GotoIf("SIP/7273-b6d063f0", "1?continue") in new stack
-- Goto (macro-user-callerid,s,19)
-- Executing [s@macro-user-callerid:19] NoOp("SIP/7273-b6d063f0", "Using CallerID 'Daniel Astudillo' <7273>") in new stack
-- Executing [s@macro-exten-vm:2] Set("SIP/7273-b6d063f0", "RingGroupMethod=none") in new stack
-- Executing [s@macro-exten-vm:3] Set("SIP/7273-b6d063f0", "VMBOX=7274") in new stack
-- Executing [s@macro-exten-vm:4] Set("SIP/7273-b6d063f0", "EXTTOCALL=7274") in new stack
-- Executing [s@macro-exten-vm:5] Set("SIP/7273-b6d063f0", "CFUEXT=") in new stack
-- Executing [s@macro-exten-vm:6] Set("SIP/7273-b6d063f0", "CFBEXT=") in new stack
-- Executing [s@macro-exten-vm:7] Set("SIP/7273-b6d063f0", "RT=15") in new stack
-- Executing [s@macro-exten-vm:8] Macro("SIP/7273-b6d063f0", "record-enable|7274|IN") in new stack
-- Executing [s@macro-record-enable:1] GotoIf("SIP/7273-b6d063f0", "1?check") in new stack
-- Goto (macro-record-enable,s,4)
-- Executing [s@macro-record-enable:4] AGI("SIP/7273-b6d063f0", "recordingcheck|20100710-220628|1278817588.21") in new stack
-- Launched AGI Script /var/lib/asterisk/agi-bin/recordingcheck
recordingcheck|20100710-220628|1278817588.21: Inbound recording not enabled
-- AGI Script recordingcheck completed, returning 0
-- Executing [s@macro-record-enable:5] MacroExit("SIP/7273-b6d063f0", "") in new stack
-- Executing [s@macro-exten-vm:9] Macro("SIP/7273-b6d063f0", "dial|15|tr|7274") in new stack
-- Executing [s@macro-dial:1] GotoIf("SIP/7273-b6d063f0", "1?dial") in new stack
-- Goto (macro-dial,s,3)
-- Executing [s@macro-dial:3] AGI("SIP/7273-b6d063f0", "dialparties.agi") in new stack
-- Launched AGI Script /var/lib/asterisk/agi-bin/dialparties.agi
dialparties.agi: Starting New Dialparties.agi
== Parsing '/etc/asterisk/manager.conf': Found
== Parsing '/etc/asterisk/manager_additional.conf': Found
== Parsing '/etc/asterisk/manager_custom.conf': Found
== Manager 'admin' logged on from 127.0.0.1
dialparties.agi: Caller ID name is 'Daniel Astudillo' number is '7273'
```

Figura 4.8: Teléfonos ATCOM AT-620 establecimiento de llamada

Como se puede observar el establecimiento de llamadas de estas dos extensiones de la red interna del hospital, con la VLAN 10, de la red 10.104.33.1; lo cual verifica, las configuraciones realizadas en los anexos 2, 3, 6, 6.1; permiten operar la red interna del Hospital en Forma correcta.

4.3.3. Prueba del escenario entre locales

Para ello se comprobará el establecimiento de la llamada entre las diferentes redes, entre el Hospital Isidro Ayora Loja y DPSL. Para lo cual se procederá a realizar el siguiente esquema figura 4.8.

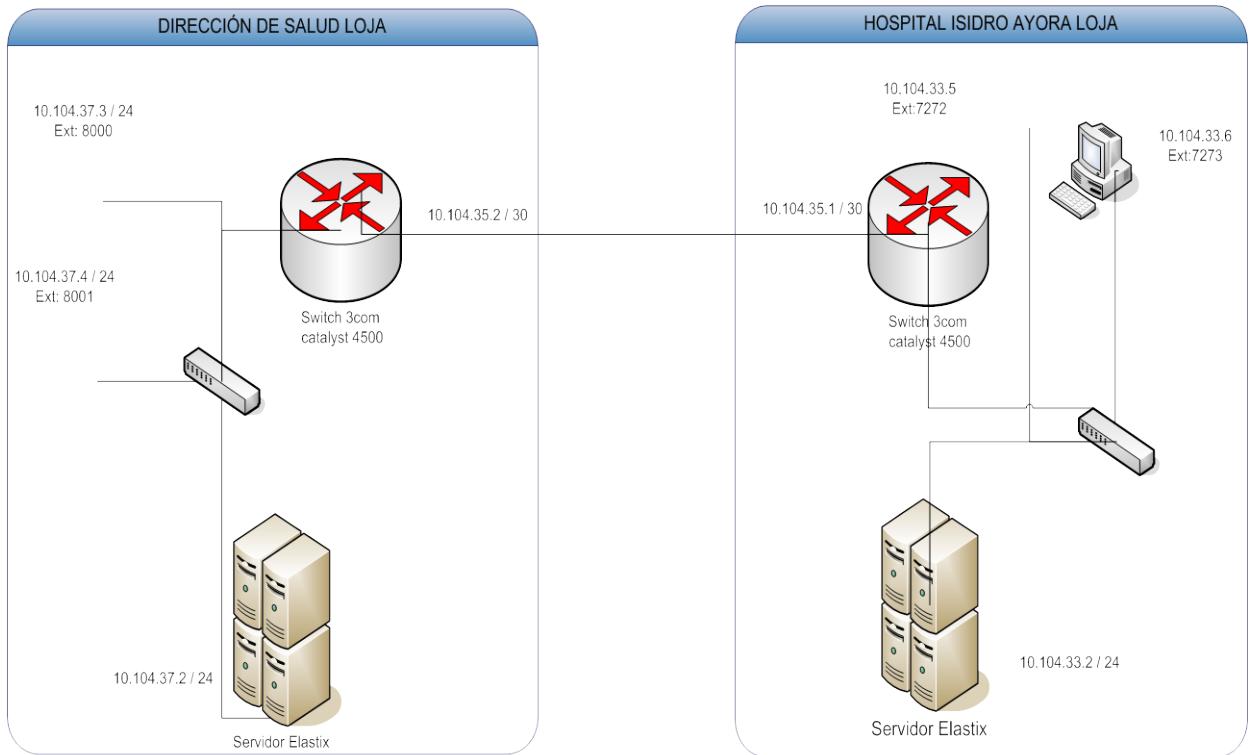
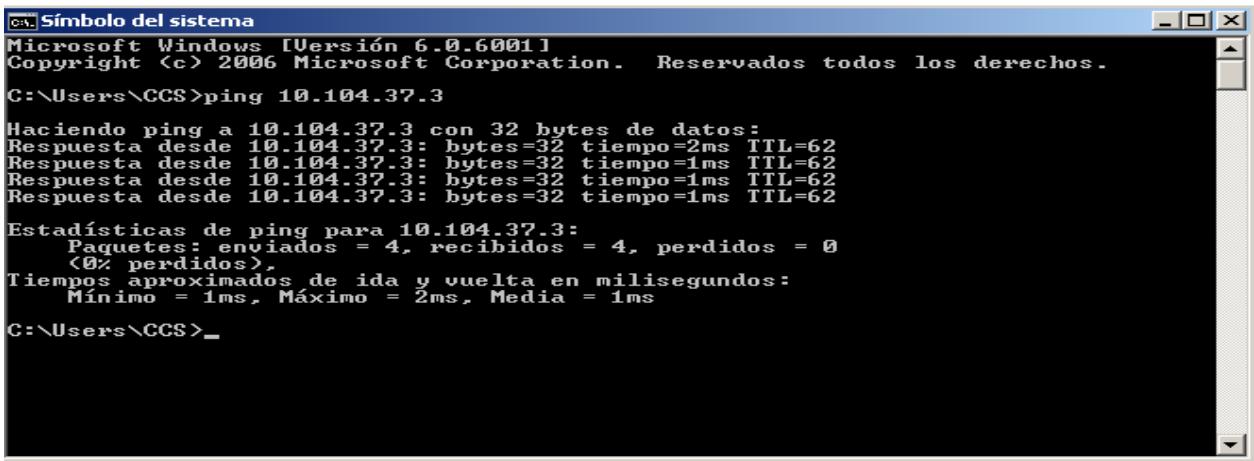


Figura 4.9: Esquema de prueba de establecimiento entre HIAL y la DPSL

Se realiza una petición de respuesta de eco, para verificar que exista conexión y este dentro de los valores normales es decir < 150ms.



```

Símbolo del sistema
Microsoft Windows [Versión 6.0.6001]
Copyright <c> 2006 Microsoft Corporation. Reservados todos los derechos.

C:\Users\CCS>ping 10.104.37.3

Haciendo ping a 10.104.37.3 con 32 bytes de datos:
Respuesta desde 10.104.37.3: bytes=32 tiempo=2ms TTL=62
Respuesta desde 10.104.37.3: bytes=32 tiempo=1ms TTL=62
Respuesta desde 10.104.37.3: bytes=32 tiempo=1ms TTL=62
Respuesta desde 10.104.37.3: bytes=32 tiempo=1ms TTL=62

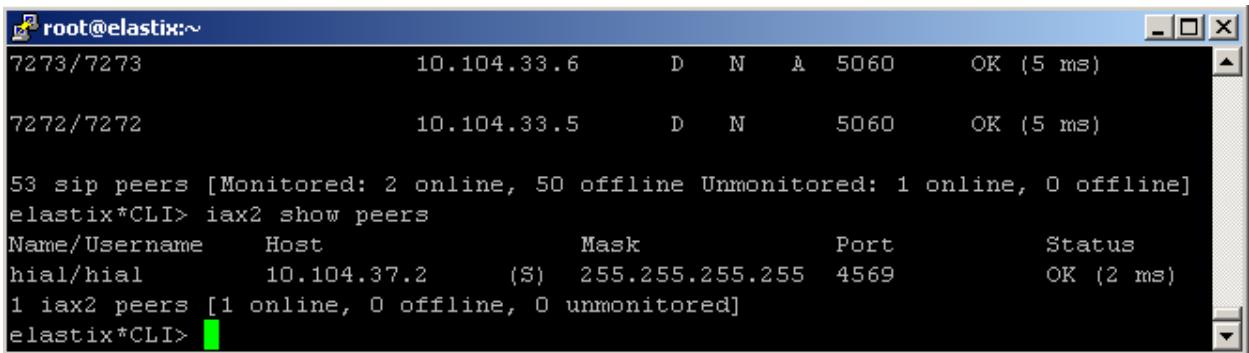
Estadísticas de ping para 10.104.37.3:
    Paquetes: enviados = 4, recibidos = 4, perdidos = 0
    <0% perdidos>
    Tiempos aproximados de ida y vuelta en milisegundos:
        Mínimo = 1ms, Máximo = 2ms, Media = 1ms

C:\Users\CCS>_

```

Figura 4.10: Ping entre los dos terminales

Cada terminal se registra en cada servidor de comunicaciones unificadas Elastix (Servidor DPSL y HIAL), una vez registrado los terminales pueda realizar y recibir llamadas. Para verificar el correcto registro de los terminales se presenta la figura 4.11; la cual muestra los usuarios y las direcciones IP con las cuales se han registrado los terminales.



```

root@elastix:~
7273/7273           10.104.33.6      D  N  A  5060      OK (5 ms)
7272/7272           10.104.33.5      D  N      5060      OK (5 ms)

53 sip peers [Monitored: 2 online, 50 offline Unmonitored: 1 online, 0 offline]
elastix*CLI> iax2 show peers
Name/Username      Host          Mask          Port          Status
hial/hial          10.104.37.2    (S) 255.255.255.255  4569      OK (2 ms)
1 iax2 peers [1 online, 0 offline, 0 unmonitored]
elastix*CLI> 

```

Figura 4.11: Registro de terminales en el servidor de Elastix

Como se puede observar existen 53 extensiones con protocolo SIP los cuales son los usuarios Internos. Y una

trunking IAX2 con dirección 10.104.37.2; que son los usuarios externos pertenecientes a la DPSL.

La propuesta de nuestro diseño es la utilización del códec G.722 HD; con la función (VAD), para lo cual se muestra la figura 4.12 en el que se indica las extensiones y los códec de voz utilizados.

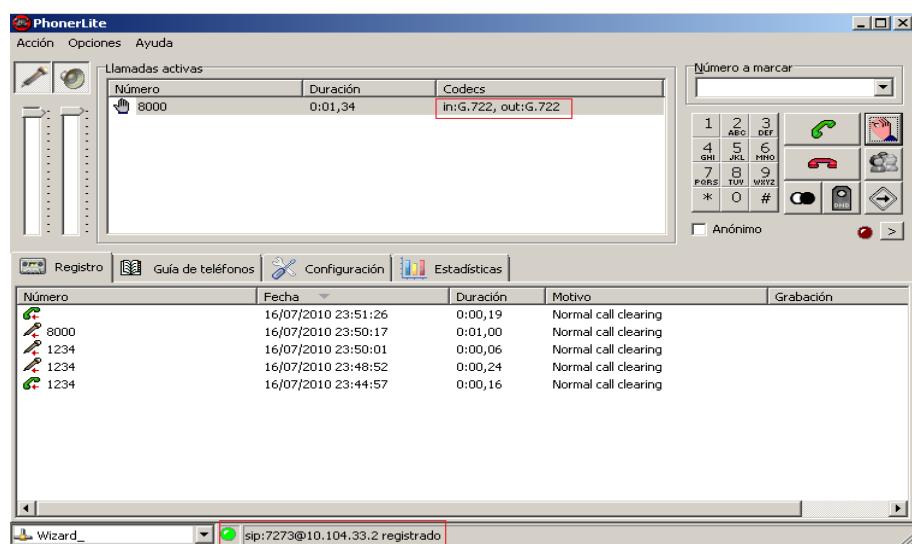


Figura 4.12: Softphone de establecimiento de llamada

Una de las principales características de este Softphone es que se puede elegir el códec; en el gráfico se puede observar el Códec G722, tanto de entrada como de salida, además del registro con el servidor (sip:7273@10.104.33.2).

Como se puede determinar se ha realizado la comunicación entre las dos centrales telefónicas DPSL y HIAL; verificando las configuraciones de las centrales PBX Elastix HIAL y DPSL.

4.3.4. Prueba de consumo de ancho de banda y capacidad del servidor

4.3.4.1. Prueba de consumo de ancho de banda

Se procederá a verificar el ancho de banda en la red de VoIP implementada es igual al calculado teóricamente en el capítulo 3.6.4. Para la toma de muestras del ancho de banda se instala un cliente SNMP. Se muestra el esquema de prueba en la figura 4.13

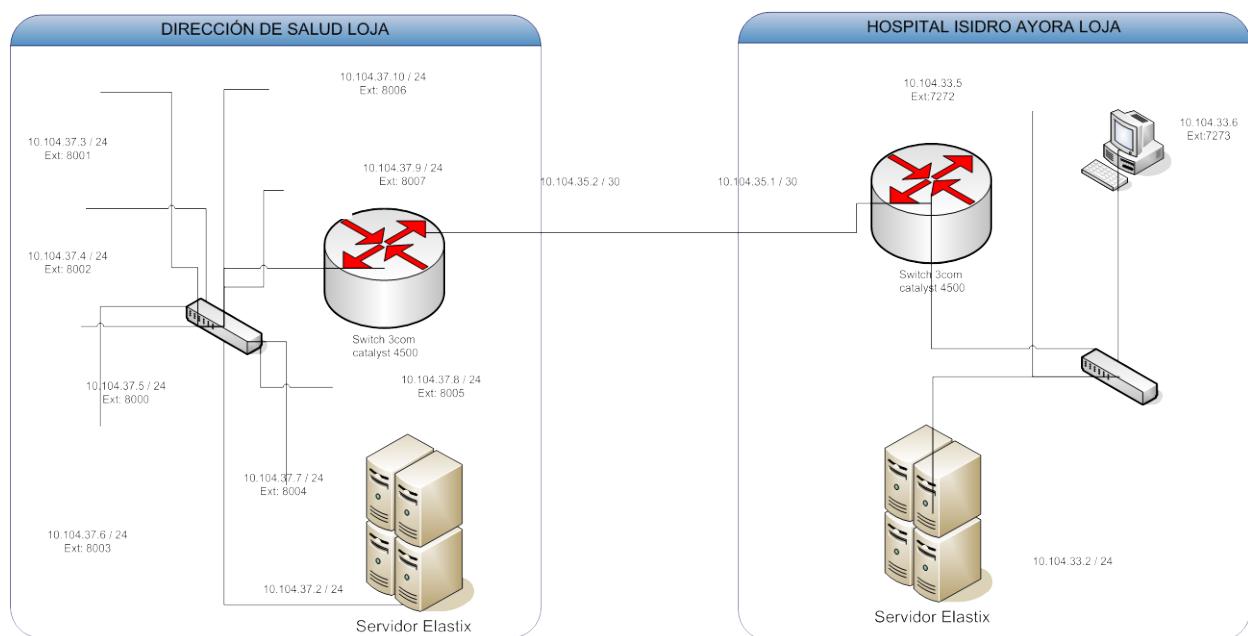
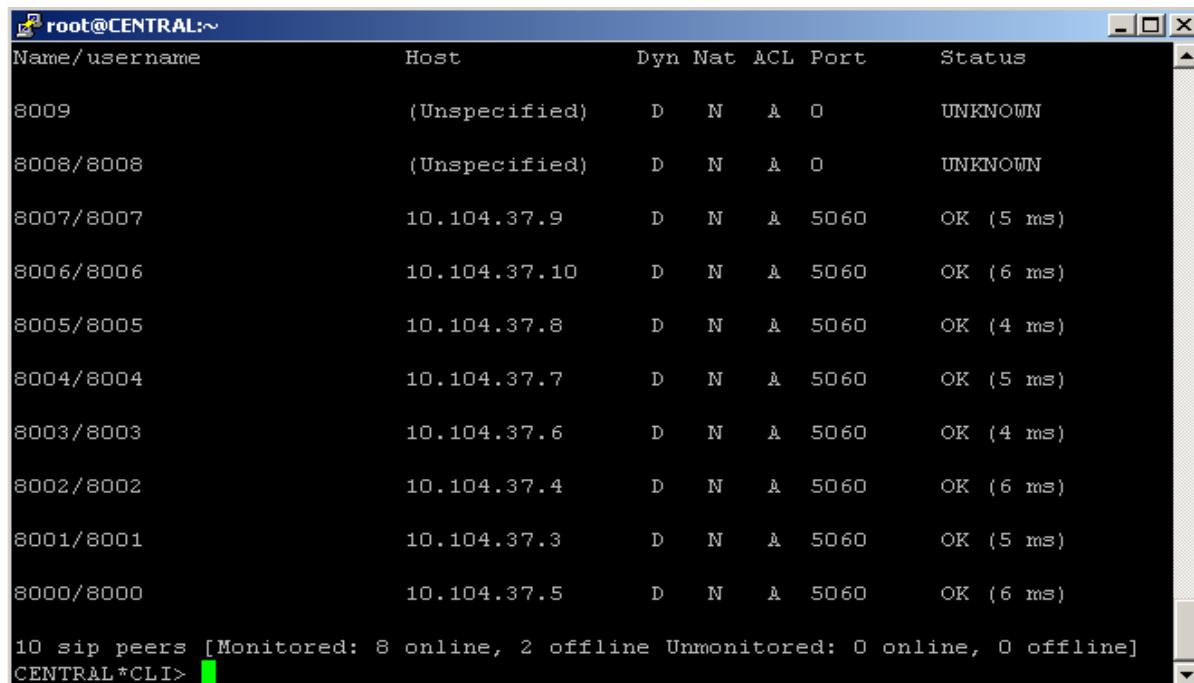


Figura 4.13: Escenario de pruebas para ancho de banda

Como se puede apreciar se utilizan 8 terminales externos y diferentes servidores de comunicaciones unificadas Elastix, del Hospital “Isidro Ayora Loja”, los mismos que se establecerán comunicación de manera simultánea para medir

el ancho de banda cuando se tiene la carga máxima, que es la que presenta en la hora de mayor tráfico.

A continuación se presenta la figura 4.14 de la consola del servidor Elastix, con el registro de las direcciones IP y la numeración asignada de los usuarios externos. También se observa la troncal tipo IAX2 del servidor HIAL, con su respectiva dirección IP.



```

root@CENTRAL:~#
Name/username          Host          Dyn  Nat  ACL  Port      Status
8009                   (Unspecified)  D    N    A    0          UNKNOWN
8008/8008               (Unspecified)  D    N    A    0          UNKNOWN
8007/8007               10.104.37.9   D    N    A    5060      OK (5 ms)
8006/8006               10.104.37.10  D    N    A    5060      OK (6 ms)
8005/8005               10.104.37.8   D    N    A    5060      OK (4 ms)
8004/8004               10.104.37.7   D    N    A    5060      OK (5 ms)
8003/8003               10.104.37.6   D    N    A    5060      OK (4 ms)
8002/8002               10.104.37.4   D    N    A    5060      OK (6 ms)
8001/8001               10.104.37.3   D    N    A    5060      OK (5 ms)
8000/8000               10.104.37.5   D    N    A    5060      OK (6 ms)

10 sip peers [Monitored: 8 online, 2 offline Unmonitored: 0 online, 0 offline]
CENTRAL*CLI>

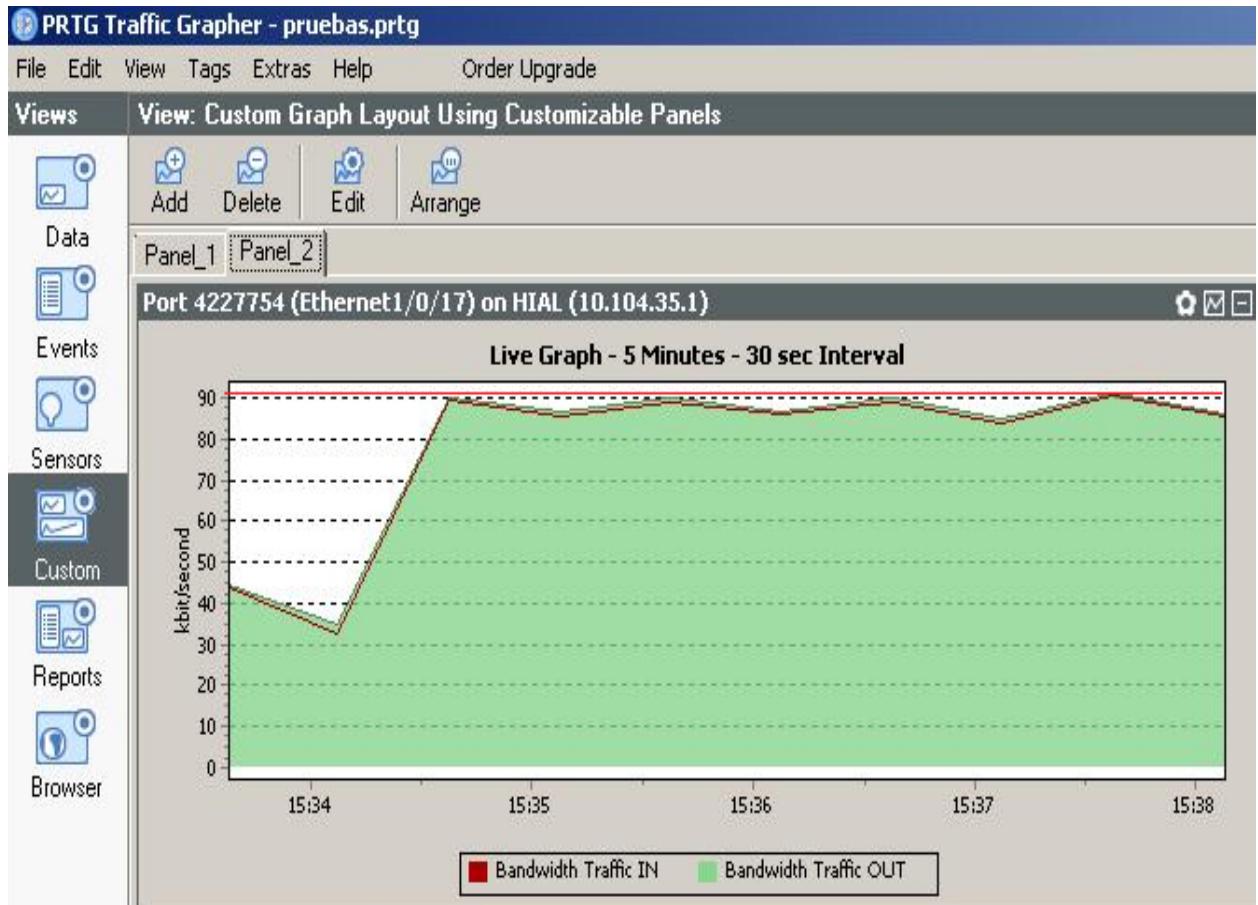
```

Figura 4.14: Consola del Servidor Elastix

Para que todas las llamadas accedan a la central Elastix del Servidor HIAL, se procede a configurar un mensaje de bienvenida y un Cola, la cual permitirá aceptar las llamadas (realizadas por las extensiones 8000, 8001, 8002, 8003,

8004, 8005, 8006, 8007 del servidor DPSL). Dentro de la cola las llamadas son atendidas por los agentes (Extensiones 7272, 7273) conforme llegaron a la misma. (Ver anexo 4.3 y anexo 4.4 para configuración de colas y grabaciones del sistema.

Procedemos a verificar el ancho de banda de una llamada para ello marcamos de la extensión 8000 del servidor de la DPSL a la extensión 7272 del Servidor HIAL, el cual por medio del programa PRTG Grafic Grapher capturamos el consumo de ancho de banda el cual se muestra la figura 4.15.



**Figura 4.15: Captura del ancho de banda del cliente
SNMP de 1 llamadas.**

Como se muestra en la figura el ancho de banda de una llamada sobrepasa los 90 kbps, verificando el cálculo realizado en la tabla 3.8 y en la figura 3.16 del capítulo 3.

A continuación se muestra una secuencia de llamadas, cada minuto y medio aproximadamente se llama de cada extensión de la DPSL (de la 8000 a la 8007) a la central telefónica HIAL hasta completar las 8 llamadas concurrentes, en la figura 4.16 y Figura 4.17 se muestra como aumenta el ancho de banda cada minuto y medio, conforme se atiende las

llamadas. Se toma muestras del puerto 22 del router donde está conectado la central telefónica HIAL.

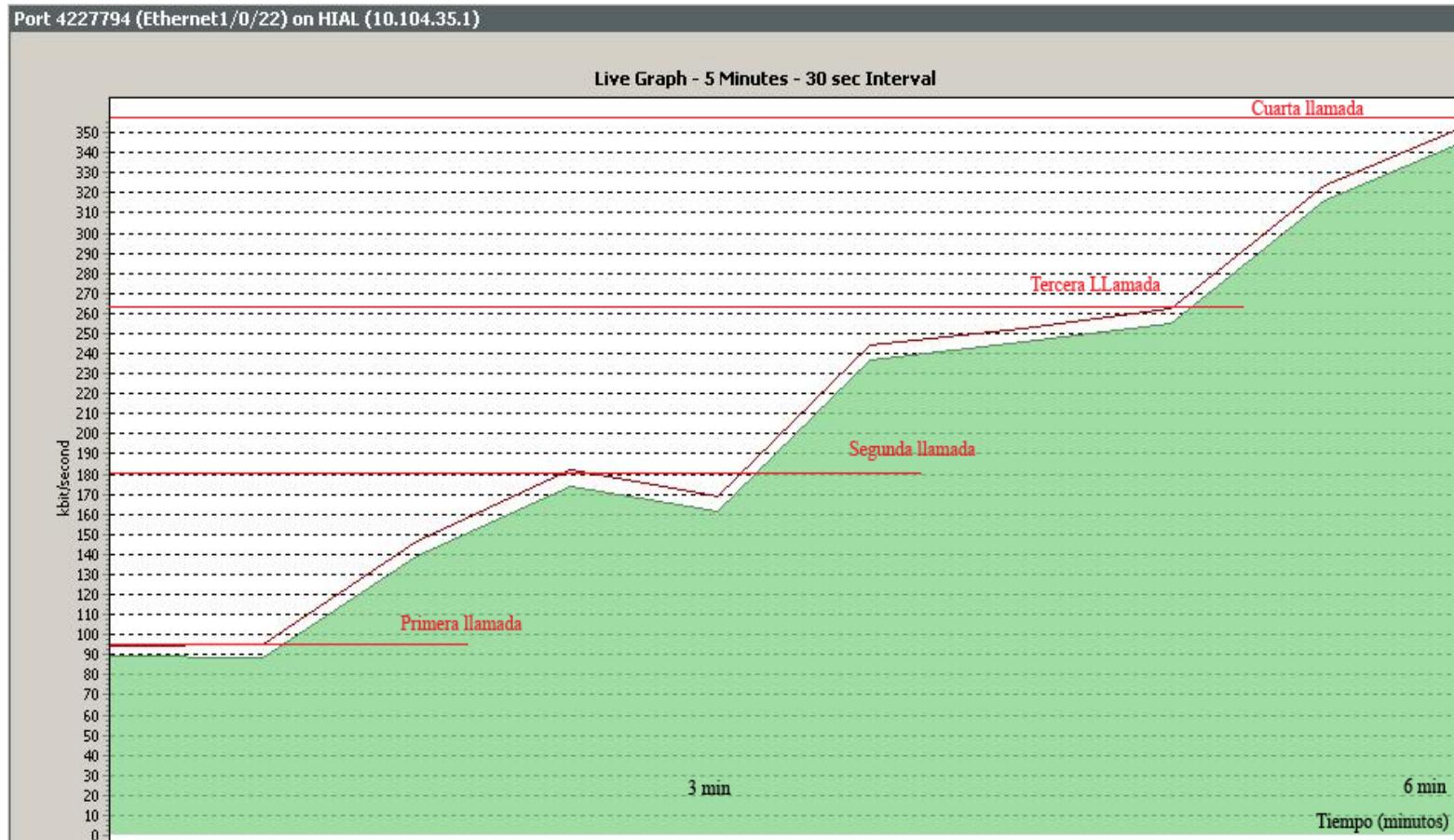


Figura 4.16: Captura de ancho de banda 4 llamadas consecutivas.

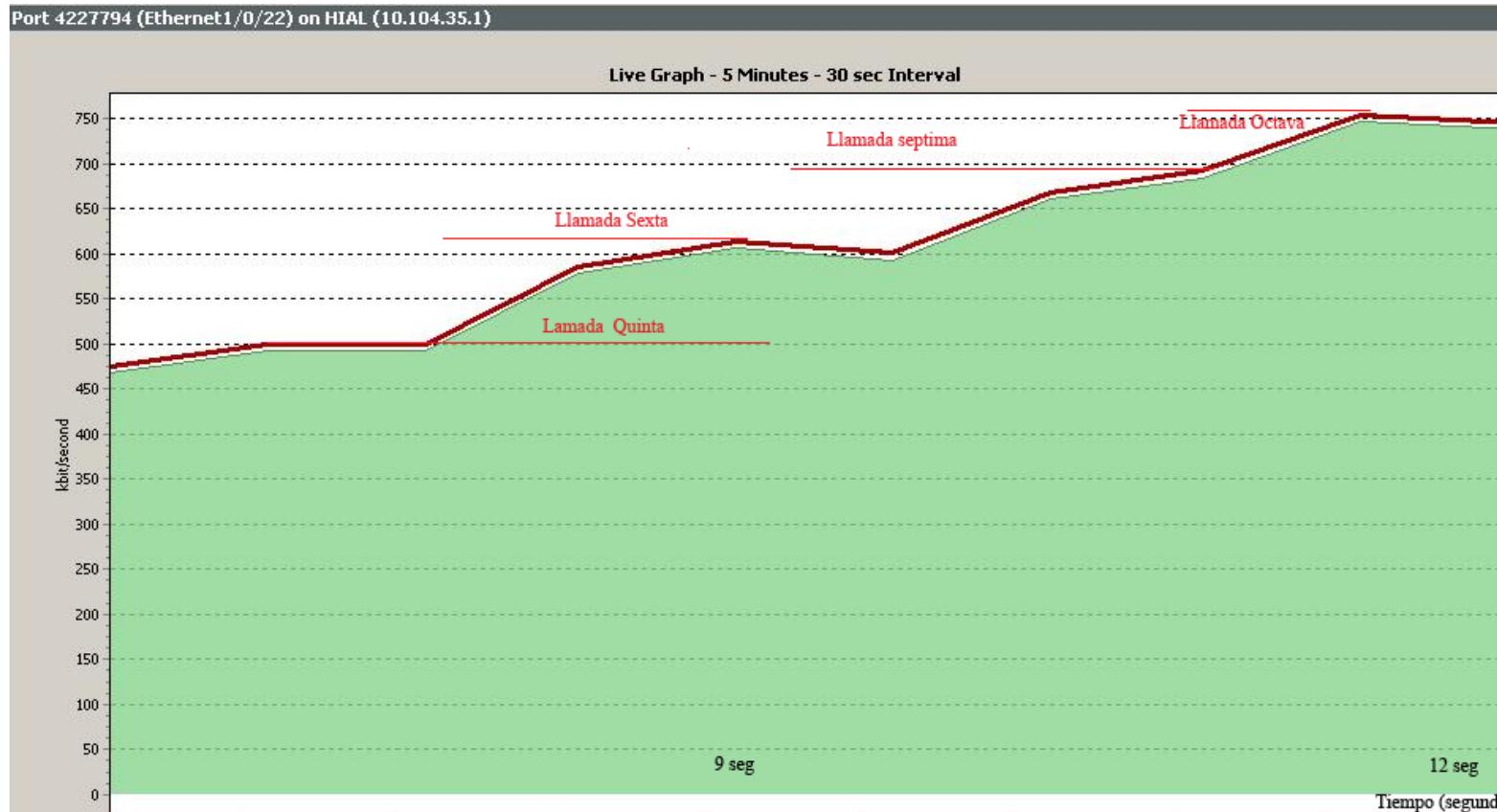


Figura 4.17: Captura de ancho de banda de 8 llamadas consecutivas.

Los valores del ancho de banda de consumo del servidor HIAL se muestran a continuación:

Port 4227794 (Ethernet1/0/22) on HIAL (10.104.35.1)							
	Bandwidth Traffic IN		Bandwidth Traffic OUT		Sum		Coverage
	kbyte	kbit/second	kbyte	kbit/second	kbyte	kbit/second	%
19/07/2010 17:51 - 17:52	5,568.301	760.512	5,513.820	753.071	11,082.121	1,513.583	100
19/07/2010 17:50 - 17:51	5,352.995	730.984	5,297.231	723.369	10,650.227	1,454.353	100
19/07/2010 17:49 - 17:50	4,737.503	646.935	4,681.317	639.262	9,418.820	1,286.197	100
19/07/2010 17:48 - 17:49	4,409.604	602.158	4,354.556	594.641	8,764.160	1,196.799	100
19/07/2010 17:47 - 17:48	3,749.949	512.078	3,695.648	504.663	7,445.598	1,016.742	100
19/07/2010 17:46 - 17:47	3,411.429	465.851	3,354.725	458.108	6,766.153	923.959	100
19/07/2010 17:45 - 17:46	3,014.019	411.583	2,957.299	403.837	5,971.317	815.420	100
19/07/2010 17:44 - 17:45	2,571.826	351.199	2,517.337	343.758	5,089.163	694.956	100
19/07/2010 17:43 - 17:44	2,250.374	307.251	2,192.136	299.300	4,442.510	606.551	100
19/07/2010 17:42 - 17:43	1,838.217	251.020	1,784.893	243.738	3,623.109	494.758	100
19/07/2010 17:41 - 17:42	1,352.252	184.627	1,299.221	177.387	2,651.473	362.014	100
19/07/2010 17:40 - 17:41	977.831	133.551	923.845	126.178	1,901.676	259.729	100
19/07/2010 17:39 - 17:40	627.995	85.757	584.518	79.819	1,212.513	165.576	100

Figura 4.18: Valores del consumo de ancho de banda

Como se observa en la figura el ancho de banda sube conforme se aumentan las llamadas simultáneas, ubicándose en promedio máximo de 760.512 cuando están las 8 llamadas simultáneas. En la figura 4.19, se muestra el ancho de banda ocupado por 8 llamadas simultáneas.

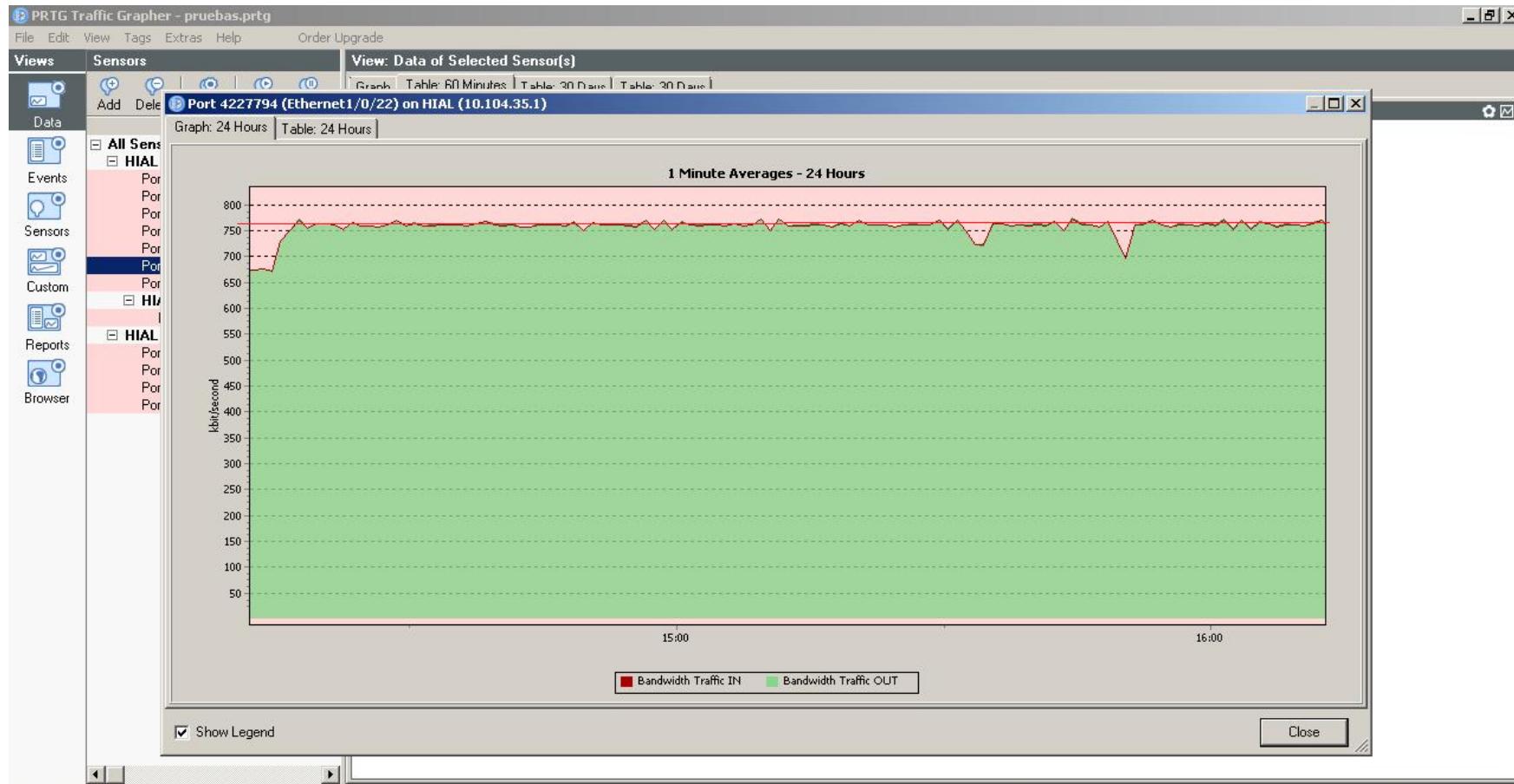


Figura 4.19: Captura del ancho de banda del cliente SNMP de 8 llamadas simultáneas

En el capítulo 3.6.4 se estableció matemáticamente el ancho de banda en la hora de mayor tráfico de voz es de 2.88 Erlangs, para lo cual se requieren 8 líneas telefónicas, que al utilizar un códec G.722, consumen un ancho de banda de 774.4 Kbps, lo cual se verifica de manera práctica (en el gráfico en la línea roja se observa 775 Kbps).

4.2.2. Prueba de capacidad del servidor de VoIP

Teniendo en consideración el escenario de pruebas de la figura 4.13 dentro del Servidor de comunicaciones Unificadas Elastix, utilizamos el comando de Linux top desde la consola el cual permite monitorear en tiempo real el consumo del CPU y memoria de cada proceso que se ejecuta en el servidor. Se ha ejecutado este comando en el momento que el Servidor soportaba la carga máxima del sistema. En la figura 4.20 se presenta los resultados de la ejecución de este comando.

```
root@elastix:~#
top - 16:43:54 up 2:47, 1 user, load average: 0.33, 0.35, 0.36
Tasks: 141 total, 1 running, 140 sleeping, 0 stopped, 0 zombie
Cpu(s): 4.8%us, 1.7%sy, 0.0%ni, 92.3%id, 0.8%wa, 0.3%hi, 0.1%si, 0.0%st
Mem: 2066944k total, 614244k used, 1452700k free, 43308k buffers
Swap: 4128760k total, 0k used, 4128760k free, 408484k cached

PID USER PR NI VIRT RES SHR S %CPU %MEM TIME+ COMMAND
2981 asterisk 16 0 74156 25m 10m S 6.3 1.2 7:37.13 asterisk
3210 asterisk 15 0 25888 21m 1988 S 5.0 1.1 5:44.62 op_server.pl
2002 root 15 0 1728 592 500 S 0.7 0.0 0:16.66 syslogd
6483 root 15 0 2200 1108 832 R 0.3 0.1 0:00.05 top
1 root 15 0 2072 664 572 S 0.0 0.0 0:00.71 init
2 root RT -5 0 0 0 S 0.0 0.0 0:00.00 migration/0
3 root 34 19 0 0 0 S 0.0 0.0 0:00.00 ksoftirqd/0
4 root RT -5 0 0 0 S 0.0 0.0 0:00.00 watchdog/0
5 root RT -5 0 0 0 S 0.0 0.0 0:00.00 migration/1
6 root 34 19 0 0 0 S 0.0 0.0 0:00.00 ksoftirqd/1
7 root RT -5 0 0 0 S 0.0 0.0 0:00.00 watchdog/1
8 root RT -5 0 0 0 S 0.0 0.0 0:00.00 migration/2
9 root 39 19 0 0 0 S 0.0 0.0 0:00.00 ksoftirqd/2
10 root RT -5 0 0 0 S 0.0 0.0 0:00.00 watchdog/2
11 root RT -5 0 0 0 S 0.0 0.0 0:00.00 migration/3
12 root 34 19 0 0 0 S 0.0 0.0 0:00.00 ksoftirqd/3
13 root RT -5 0 0 0 S 0.0 0.0 0:00.00 watchdog/3
```

Figura 4.20: Monitoreo en tiempo real de las aplicaciones del servidor Elastix a través del comando top

Para poder realizar un promedio del consumo de memoria y procesador del Servidor Elastix, procedemos a ejecutar el comando top en distintos tiempos mientras se esté ejecutando las aplicaciones del servidor Elastix, el cual se muestra en la figura 4.21.

```
top - 16:43:54 up 2:47, 1 user, load average: 0.33, 0.35, 0.36
Tasks: 141 total, 1 running, 140 sleeping, 0 stopped, 0 zombie
Cpu(s): 4.8%us, 1.7%sy, 0.0%ni, 92.3%id, 0.8%wa, 0.3%hi, 0.1%si, 0.0%st
Mem: 2066944k total, 614244k used, 1452700k free, 43308k buffers
Swap: 4128760k total, 0k used, 4128760k free, 408484k cached

PID USER PR NI VIRT RES SHR S %CPU %MEM TIME+ COMMAND
2981 asterisk 16 0 74156 25m 10m S 6.3 1.2 7:37.13 asterisk
2981 asterisk 15 0 74156 25m 10m S 5.3 1.2 7:42.48 asterisk
2981 asterisk 16 0 74156 25m 10m S 3.7 1.2 7:44.20 asterisk
2981 asterisk 15 0 74156 25m 10m S 5.7 1.2 7:47.83 asterisk
```

Figura 4.21: Muestras del consumo de procesamiento y memoria del Servidor Elastix

Como se puede apreciar el promedio de consumo de procesamiento es de 5.25 %; y de la memoria es de 1,2 % lo que se concluye que el servidor puede operar las 8 llamadas simultaneas que se realizan en la hora de mayor tráfico.

También el navegador Elastix nos entrega datos sobre el uso de los dispositivos del sistema como son: procesador, memoria, disco duro como lo muestra la figura 4.22.

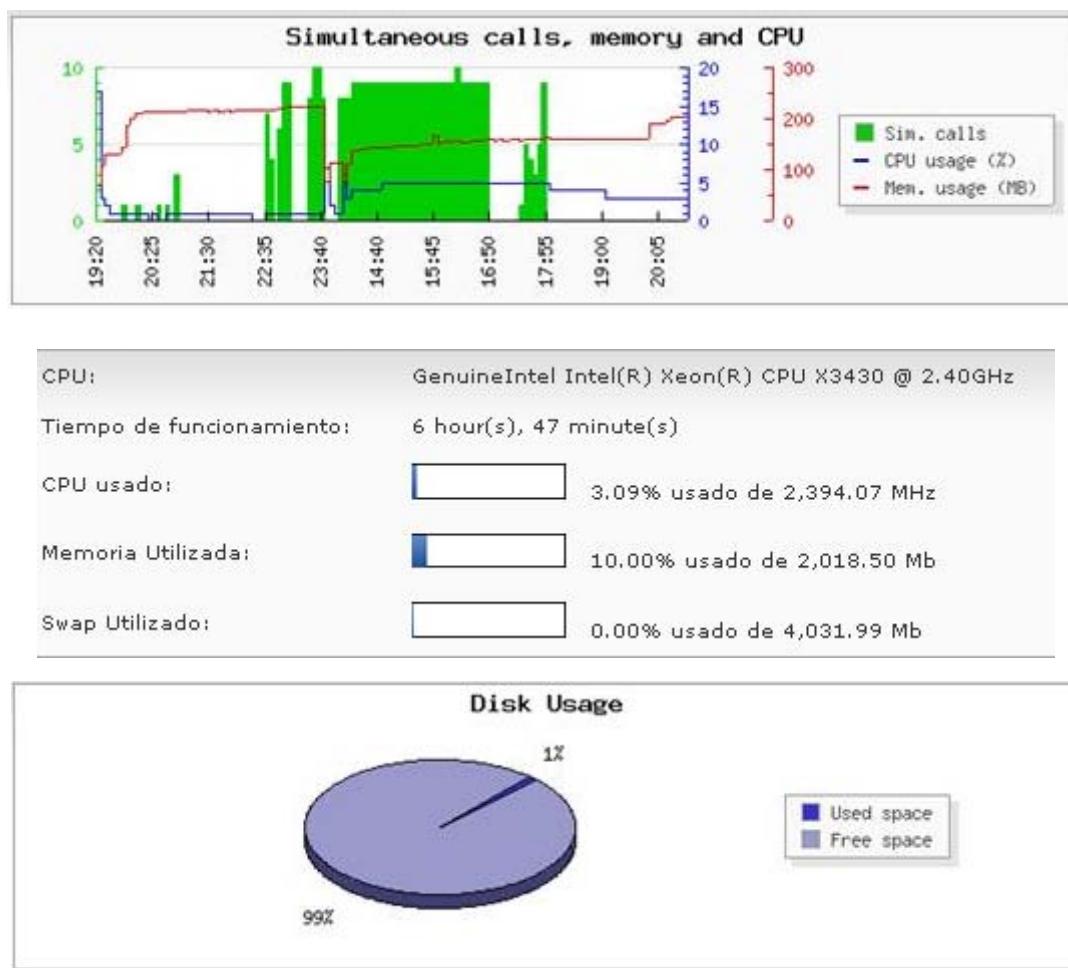


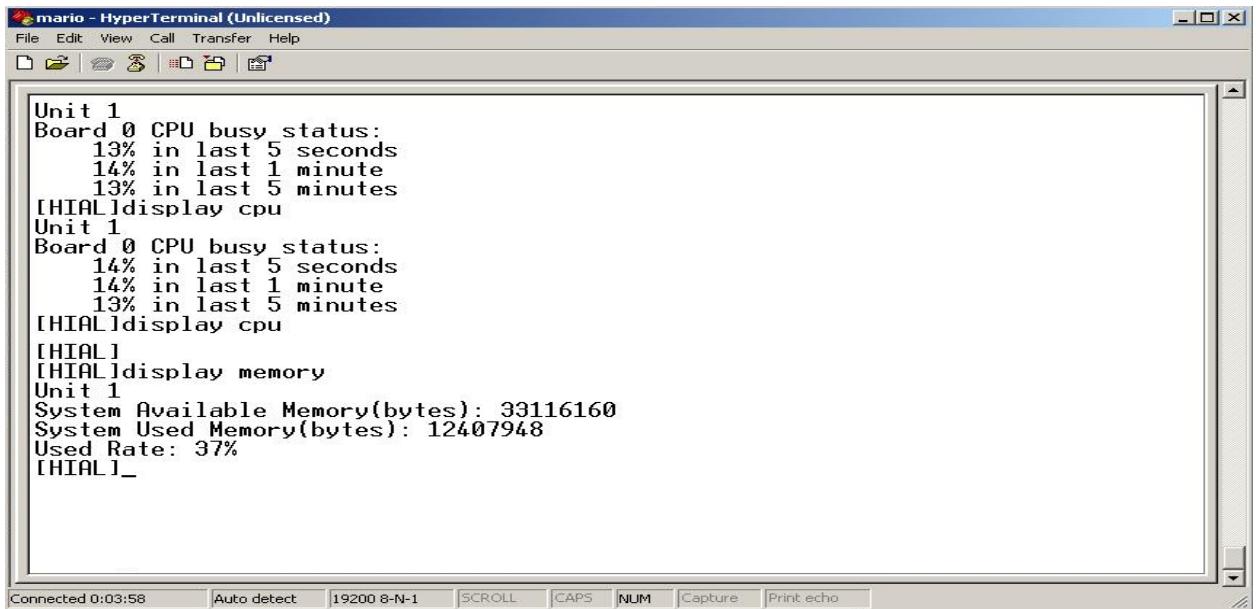
Figura 4.22: Muestras del consumo de procesamiento, memoria y disco duro de los procesos ejecutados en el Servidor Elastix

En la figura se muestra aproximadamente a las 17H55, existió 8 llamadas, y hubo un consumo de procesamiento del 5% (Línea Azul); un 10% de memoria RAM del mismo (línea roja), y un 1% de uso del disco duro; de todos los procesos que están corriendo en el servidor Elastix, lo que se concluye que el servidor soporta la carga máxima.

4.3.5. PRUEBA DE CAPACIDAD DE LOS EQUIPOS DE RED

En esta prueba se toma en consideración el esquema 4.13 y se verifica el consumo el procesamiento y memoria del ruteador, para lo cual utilizamos el comando display CPU, desde la consola del router, accediendo vía comando telnet.

El cual se presenta en la figura 4.23.



The screenshot shows a HyperTerminal window titled "mario - HyperTerminal (Unlicensed)". The window displays the following command-line output:

```
Unit 1
Board 0 CPU busy status:
 13% in last 5 seconds
 14% in last 1 minute
 13% in last 5 minutes
[HIAL]display cpu
Unit 1
Board 0 CPU busy status:
 14% in last 5 seconds
 14% in last 1 minute
 13% in last 5 minutes
[HIAL]display cpu
[HIAL]
[HIAL]display memory
Unit 1
System Available Memory(bytes): 39116160
System Used Memory(bytes): 12407948
Used Rate: 37%
[HIAL]
```

At the bottom of the window, the status bar shows: Connected 0:03:58, Auto detect, 19200 8-N-1, SCROLL, CAPS, NUM, Capture, Print echo.

Figura 4.23: Muestras del consumo de procesamiento y memoria del router vía telnet

Como se puede apreciar el consumo de procesamiento es del 13% y de memoria es 37%; lo que se puede concluir que no existe congestión en la CPU del router para commutar los paquetes de voz de la red de VoIP.

CAPITULO 5

COSTOS DEL PROYECTO

INTRODUCCIÓN

En el presente capítulo se realizará una estimación de la inversión necesaria que se deberá efectuar para la implementación del diseño de la red Voz sobre IP en el Hospital Isidro Ayora Loja.

Para los costos del presente proyecto no se consideraran los equipos y la infraestructura que posee el Hospital Isidro Ayora los mismos que se encuentran descritos en la tablas 3.2, además del cableado estructurado del Hospital Isidro Ayora Loja.

Se deja fuera del alcance del presente proyecto los costos de conexión e infraestructura de la Red de sobre VoIP de las Áreas de Salud.

El presupuesto realizado fue obtenido tomando en consideración las proformas entregadas por la empresa acorde a los equipos solicitados “Palo Santo Solutions” ver anexo 7

5.1. Costos de la PBX y teléfonos

El equipo necesario para implementar la PBX, está formado principalmente por la tarjeta de PCI OpenVox A800P, la cual está formada por 8 FXO, para cubrir el tráfico de voz generado por el Hospital. También se consideran 28 teléfonos ATCOM AT-530 y 24 Teléfonos ATCOM AT-630 ejecutivos.

CANTIDAD	DESCRIPCIÓN	COSTO \$ (U)	COSTO \$ (T)
1	Tarjeta PCI A800P OPENVOX con 8 puertos FXO	619.75	619.75
28	Teléfonos ATCOM AT-530	108	3024
24	Teléfonos ATCOM AT-630	146.77	3522.48
TOTAL			7166,23

Tabla 5.1: Costos de tarjetas de interconexión y teléfonos

5.2. Costos de equipos

CANTIDAD	DESCRIPCIÓN	COSTO \$ (U)	COSTO \$ (T)
1	SERVIDOR HP ML110G6	1000	1000

2	Switch 4500	625	625
1	Switch 4210	300	300
TOTAL			1925

Tabla 5.2: Costos de equipos

5.3. Costos recursos humanos

CANTIDAD	DESCRIPCIÓN	COSTO \$ (U)	COSTO \$ (T)
1	INGENIERÍA: DISEÑO, IMPLEMENTACIÓN Y CONFIGURACIÓN (6 MESES)	3000	3000
TOTAL			3000

Tabla 5.3: Costos de Recursos Humanos

5.4. Mantenimiento y operación

Debido a que existe el personal adecuado y capacitado en el Hospital Isidro Ayora, los costos de mantenimiento se lo realizará como una de las funciones del Departamento de Computo, por lo que no se considera en nuestro caso.

5.5. Costo total

RUBRO	COSTO \$ (T)
COSTO DE LA PBX Y TELÉFONOS	7166,23

COSTO EQUIPOS	1925
COSTO RECURSOS	3000
HUMANOS	
TOTAL	12091.23

Tabla 5.4: Costo total

5.6. Ahorro

Se tomará en consideración la proforma de la central telefónica ALCATEL OXO, cuyo costo es \$ 25557(Ver anexo 8). El costo de mantenimiento anual que se cobraba por la central Alcatel 4400 es de 500.

Teniendo en consideración inicialmente el ahorro de la compra de la central telefónica es de:

Ahorro= Costo Central Alcatel OXO – Costo Central VoIP

Ahorro=25557- 12091.23

Ahorro= 13465.7 + Mantenimiento Anual (\$500), es decir que al elegir este tipo de tecnología inicialmente se ahorraría 13465.7 dólares.

Además de los servicios que tiene la Red de VoIP (Fax, Mensajería Instantánea, Email).

CONCLUSIONES

Al finalizar la siguiente investigación se han llegado a las siguientes conclusiones:

- ✓ Se compara los dos protocolos más usados en la señalización de VoIP; así como los códecs de compresión de voz y se determina que el protocolo SIP, es más flexible y conveniente en una red LAN. Mientras que el protocolo IAX2 es más eficiente en troncales ya que la señalización y los datos viajan en el mismo bloque UDP, utilizando menos ancho de banda, y además permite el paso a través de NAT. Se determina el códec G.722 para implementar en nuestra red ya que proporciona una mejor calidad de sonido (HD) es también usado en videoconferencia, y el muestreo lo realiza a 16 KHz, por lo que transporta el doble de información por unidad de tiempo.
- ✓ La hora de mayor volumen de tráfico en el Hospital Isidro Ayora Loja es de 9:00 a 10:00 con un tiempo medio de ocupación de 0,04 horas, equivalente a 2.8 Erlangs y mediante el modelo Erlangs B se determina que para atender el flujo de llamadas que genera el Hospital Isidro Ayora de Loja en la hora de mayor tráfico se necesitan 8 líneas analógicas, el cual requiere un ancho de banda de

774,4 kbps, sin utilizar la función de VAD y 387,2 kbps utilizando la función VAD.

- ✓ Se realiza el diseño de la red con calidad de servicios determinando los equipos, creación de VLANs, plan de direccionamiento, tarjetas de interconexión y se verifica mediante un prototipo en el cual se realiza las pruebas de medición de ancho de banda; pruebas de capacidad del servidor y pruebas de capacidad de los equipos de red; y se determina que el hardware para el servidor propuesto en el diseño es capaz de procesar el máximo número de llamadas en la hora de mayor de tráfico. Los valores obtenidos experimentalmente son de 5,25 % del uso del CPU y 1,2 % de uso de la memoria RAM del servidor. El router soporta sin congestión la conmutación de los paquetes de voz, dejando libre un alto porcentaje del uso de CPU para la conmutación de paquetes de datos. Los valores obtenidos experimentalmente varían entre 13% del uso del CPU del router para los paquetes de voz.
- ✓ El servidor de comunicaciones unificadas Elastix, permite optimizar recursos integrando Fax, Mail, PBX, Mensajería instantánea, siendo una herramienta fundamental en el avance de la tecnología, la cual no tiene límites en aumento de funcionalidades, dejando a un lado

tecnologías cerradas y obsoletas, cuyo monopolio cada día queda más quebrantado. Además proporciona menos cantidad de espacio (La central ALCATEL 4400 usaba como UPS baterías de auto, uso de un retificador de voltaje a 48 Voltios, tarjetas para cada funcionalidad fax, operadora, mail), y optimiza el uso de puntos de Voz y datos.

- ✓ El ahorro del hospital en la implementación del servidor de comunicaciones unificadas es de 13465.7 al cual se le suma el mantenimiento preventivo anual de \$500.

RECOMENDACIONES

- ✓ Utilizar el Protocolo SIP en las redes Locales LAN, debido a que es un protocolo extendido y soportado por las empresas de VoIP. y el protocolo IAX2 para troncalización, es decir para interconectar dos servidores Elastix entre sí.
- ✓ En una red de datos y voz sobre IP, siempre separar el tráfico de las mismas mediante la creación de VLANs, para evitar que un ataque o fallas de las PC, alteren la calidad de la red de VoIP. En lo posible utilizar switches que soporten el estándar IEEE 802.3af (PoE) siempre y cuando el presupuesto lo permita.
- ✓ Utilizar claves robustas para acceso de equipos de networking con claves y usuarios con más de 7 dígitos que incluya letras mayúsculas y números mezclados y con símbolos especiales.
- ✓ Si suponemos que el retardo en la red no supera los 40ms, el retardo de procesamiento es del orden de 10 ms, y el jitter buffer de 20ms, deberíamos sumar 70 ms más a los valores indicados en la tabla 3.8. A partir de los 100-150ms la percepción de la calidad de la voz en comunicaciones interactivas empieza a disminuir notablemente con lo que no se recomendaría en este caso, elegir un valor de N superior a 640.

- ✓ Se debe adquirir 3 Switch de 24 puertos de soporte el estándar IEEE 802.1 p/q y que maneje QoS; en lo posible si se tiene teléfonos con PoE que soporte el estándar IEEE 802.3af.

TRABAJOS FUTUROS

- ✓ Uno de los mayores logros para nuestra institución es desarrollar una aplicación que interactúe entre los clientes y el servidor de Servicios Unificados Elastix, que permita consultas de turnos asignados, horario de atención de médicos, consulta de número de historia clínica entre otras. Se lo conoce como IVR (Interactive Voice Response) y síntesis de voz (TTS, Text To Speech Synthesis). Un IVR es un Sistema Automatizado de Respuesta de voz. TTS, en cambio, es la conversión de texto a voz, usado en IVR.
- ✓ Configurar la integración del Servidor de comunicaciones Elastix, con una dispositivo de audio (Radio, Equipo de sonido)
- ✓ Implementar la solución del Diseño de VoIP en las distintas Ares de Salud y Provincia de Loja así como su integración de las mismas, el cual es un proyecto piloto originado en Loja mediante esta investigación

BIBLIOGRAFÍA

LIBROS

[1] GANZÁBAL, Julián María

2008 Cálculo de ancho de Banda en VoIP

[2] LANDÍVAR Edgar

2009 Comunicaciones unificadas con Elastix

[3] FERNÁNDEZ, Juan Carlos

2008 Tesis “DISEÑO DE UNA RED DE VOIP PARA UNA EMPRESA QUE DESARROLLA PROYECTOS DE INGENIERÍA DE COMUNICACIONES”

[4] ÁVILA, Diego

2008 Enrutamiento de Redes

[5] SIGÜENZA, Lorena

2008 Direccionamiento IP

[6] QUINTANA, Diego

2007 TESIS “DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE RED DE TELEFONÍA IP CON SOFTWARE LIBRE EN LA RAAP”

[7] MUÑOZ, Alfio

2010 Elastix al ritmo de Merengue

[8] ESCUDERO Alberto, BERTHILSON Louise

2007 VoIP para el desarrollo

[9] BEN, Sharif

2008 Elastix Whithout Tears

[10] ELASTIX:
Elastix 0.0 ALPHA

[11] SANTA CRUZ, Oscar:
2008 Conceptos básicos Plantel exterior
telefónico

[12] 3Com
2008 Switch 4500 Family Command Reference
Guide

[13] 3Com
2008 Switch 4500 Family Configuration Guide

[14] 3Com
2008 Stackable Switch Family Advanced
Configuration Guide

DIRECCIONES DE INTERNET:

[15] Documentación de Elastix:
<http://www.elastix.org/> ;
<http://www.elastix.org/index.php?lang=es>

[16] Blog Elastix:
<http://blogs.elastix.org/es/>

[17] Comunicaciones Elastix:
<http://www.larent.com.ar>

[18] Softphone:
<http://asteriskguru.com> (Zoiper);
<http://xten.com/index.php?menu=download> (XtenLite)
<http://ekiga.org/ekiga-softphone-features> (Ekiga)

[19] Voz Sobre IP

http://es.wikipedia.org/wiki/Voz_sobre_IP#Ventajas

[20] Voz Sobre IP

<http://www.voipforo.com/protocolosvoip.php>

[21] Voz Sobre IP

http://wapedia.mobi/es/Voz_sobre_IP#1.

[22] OUI

<http://standards.ieee.org/regauth/oui/>

[23] Calculo de Ancho de Banda:

<http://www.erlang.com/bandwidth.html#Algorithms>

[24] Calculadora de Erlang B:

<http://www.erlang.com/calculator/erlb/>

[25] Calculadora Ancho de Banda Larent:

<http://www.idris.com.ar/BWCalc/index.html>

[26] Calculadora Packetizer:

<http://www.bandcalc.com/es/>

[27] Tarjetas PCI Sangoma Precios:

<http://voip-warehouse.com.au/sangoma-a20004-analogue-telephone-card-8-fxo-p-6076.html>

[28] Características técnicas de los dispositivos 3com

<http://www.3com.com>

[29] Tarjetas PCI Precios:

http://www.sangoma.com/products/hardware_products/analog_telephony/

[30] Precios de Teléfonos VoIP:

<http://www.tiendaip.net/ubicacion-de-tienda-ip.html>

[31] Voz IP para el desarrollo:

http://www.itrainonline.org/itrainonline/mmtk/wireless_es/files/16_es_voip_guia_v02.pdf

[32] Como enviar un fax:

<http://www.asterisk-peru.com/files/Elastix-FAX2.pdf>

[33] Asterisk Peru:

<http://www.asterisk-peru.com/>

[33] Configurando Dumdi en Elastix

<http://elajonjoli.org/book/export/html/11>

[34] Softphone Phonerlite

<http://www.phonerlite.de/>

[34] Putty

<http://www.chiark.greenend.org.uk/~sgtatham/putty/download.html>

GLOSARIO DE TÉRMINOS Y ABREVIATURAS

- ATA** Adaptador de Teléfono Analógico
- ACELP** CELP Algebraico
- ADPCM** Codec de Modulación por impulsos codificados diferencial y adaptable, codec de voz de forma de onda, el cual construye una señal de entrada sin modelar el proceso que creó la señal de entrada.
- CELP** Predicción Lineal de código estimulado, técnica de predicción lineal utilizada por los codecs híbridos para modular la señal de la voz.
- CS-ACELP** Estructura conjugada ACELP.
- DNS** Servidor de Resolución de Nombre.
- DPSL** Siglas de la Dirección Provincial de Salud de Loja.
- DTMF** Dual-Tone Multi-Frequency.- Sistema Multifrecuencia
- E164** Plan de numeración internacional.
- ELASTIX** Es una distribución libre de Servidor de Comunicaciones Unificadas que integra en un solo paquete (VoIP PBX, Fax, Mensajería Instantánea, Correo electrónico)
- FTP** Protocolo de Transferencia de Archivos.
- GK** Gatekepeers.- Es el centro de control para el procesamiento de la llamada en H.323. Es un

software que funciona sobre Windows-NT, Solaris o Unix.

HIAL	Siglas del Hospital Provincial General Isidro Ayora Loja.
H.323	Protocolo de señalización entre terminales VoIP.
HTTP	Protocolo de transferencia de Hipertextos
IAX	Protocolo de señalización creado por Asterisk (<i>Inter-Asterisk eXchange</i>)
IEEE	IEEE (Institute of Electrical and Electronics Engineers) una asociación técnico-profesional mundial dedicada a la estandarización.
IP	Protocolo de Internet.
IVR	Interacción de Respuesta de Voz. Responsable de todos los servicios que tienen que ser ofrecidos sin el soporte de ningún operador.
ITU	Unión Internacional de Telecomunicaciones.
LAN	Red de Área Local.
LPAS	Predicción Lineal de análisis por síntesis.
MIPS	Millones de instrucciones por segundo: es la medida del retraso de procesado de un codec.
MOS	Parámetro de evaluación de calidad de la voz. Puntuación media de Opinión que se obtienen a

partir de la valoración subjetiva de un conjunto de personas.

- MPE** Estimulo impulso, técnica de predicción lineal utilizada por los codecs híbridos para modular la señal de la voz.
- MP-MLQ** Multi-Pulse Maximum Likelihood Quantization.- Cuantificación de probabilidad máxima de multiimpulso
- OSI** modelo de referencia de interconexión de sistemas abiertos.
- PoE** Power over Ethernet.- permite conectar la alimentación eléctrica a los equipos, utilizándolos hilos de cable UTP, los cuales no intervienen en la transmisión y recepción de datos.
- PuTTY** Es un software cliente SSH, Telnet, rlogin, y TCP raw con licencia libre.
- PBX** Central Telefónica Conmutada.
- PSTN** Red Telefónica Pública Conmutada.
- PCM** Códec de modulación por impulsos codificados, códec de voz de forma de onda, el cual construye una señal de entrada sin modelar el proceso que creó la señal de entrada, codecs especificado en la recomendación G.711 de la ITU-T.

- QoS** Calidad de servicio.
- RDSI** Red Digital de Servicio Integrado.
- RTP** Protocolo de Transporte en Tiempo Real, protocolo de tiempo real para la transmisión de audio y vídeo por Internet, regula el intercambio de información en diferentes formatos (audio y video).
- RTCP** Protocolo de control en Tiempo Real, protocolo de tiempo real para la transmisión de audio y vídeo por Internet, regula la comunicación de control que se establece entre los extremos.
- RPE** Estímulo de impulso regular, técnica de predicción lineal utilizada por los códec híbridos para modular la señal de la voz.
- SIP** Protocolo de Inicio de Sesión.
- SMTP** Protocolo simple de transferencia de correo.
- STP** Protocolo de Árbol Extensible, proporciona topografía de árbol para cualquier disposición de puentes entre switch (Impide que se creen bucles en el tráfico de red)
- TCP** Protocolo de Control de Transmisión.
- Tla** Tiempo de funcionamiento de los algoritmos que utilizan para realizar cálculos

Tt	Tiempo de trama
UAC	Cliente de Agente de Usuario
UAS	Servidor de Agente de Usuario
SDP	Protocolo de descripción de sesión
URL	Uniform Resource Identifiers
UDP	Protocolo de Datagrama de Usuario
VAD	Detección de Actividad de voz
VoIP	Voz sobre protocolo IP (Protocolo Internet).
VLAN	Virtual LAN
WAN	Red de Área Amplia.

ANEXO 1

HOJAS TÉCNICAS

SERVIDOR HP PROLIANT ML 110 G6

Technical specifications

HP Proliant ML110 G6 server



Processor and memory

Processor family	Intel® Xeon® 3400 series, Intel® Core™ i3, Pentium®, or Celeron® processor
Number of processors	1
Maximum number of cores	4
Processors supported	x3460, x3450, x3440, <u>x3430</u> , i3-540, i3-530, G6950, G1101
Processor cores	<u>Quad-core</u> , Dual-core
Cache	Up to 8 MB Intel Smart Cache
Maximum processor speed	3.06 GHz
Memory type	PC3-10600E DDR3
Memory slots	4 DIMM slots
Standard memory	<u>2 GB</u> or 4 GB, depending on model
Maximum memory	16 GB (4 x 4 GB) UDIMM DDR3
Advanced memory protection	Unbuffered ECC

Storage

Storage type	<ul style="list-style-type: none"> Non-hot-plug 3.5-inch SAS Non-hot-plug 3.5-inch SATA
Drives supported	SAS, <u>SATA</u>
Maximum internal storage	SAS: 1.8 TB (4 x 450 GB 3.5" SAS drives) SATA: 4.0 TB (4 x 1 TB 3.5" SATA drives)
Maximum internal drives	4
Removable media bays	2
Expansion slots	4 slots: <ul style="list-style-type: none"> Slot 1: PCI-e Gen 1, x1 (x4 connector), full-height and half-length Slot 2: PCI 32-bit/33 MHz at 3.3V, full-height and full-length Slot 3: PCI-e Gen 1, x4 (x8 connector), full-height and full-length Slot 4: PCI-e Gen 2, x16 (x16 connector), full-height and full-length
Storage controller	Integrated 6-port SATA controller (4 ports available for hard disks) Embedded HP Smart Array B110i SATA Controller RAID 0/1/10

Operating system (OS)

OS choices	<ul style="list-style-type: none"> Microsoft® Windows® Server Red Hat Enterprise Linux SUSE Linux Enterprise Server
For additional information, please visit: http://www.hp.com/support/ML110G6	

Deployment

Form factor	Tower with rack mount option kit
Rack height	4U
System fans	Standard
Power supply	Standard 300-watt non-hot-plug, non-redundant power supply (80% efficiency)
Graphics card (tested)	NVIDIA Quadro FX 580 NVIDIA Quadro FX 380
Networking	Embedded NC107i Express Gigabit Ethernet Server Adapter
Remote management	<ul style="list-style-type: none"> Standard IPMI 2.0 reporting Integrated HP ProLiant 100 G6 Lights-Out 100i Remote Management Standard HP ProLiant ML110 G6 Easy Setup CD
Warranty (parts/labor/onsite)	<ul style="list-style-type: none"> Worldwide, except Brazil: 1-year/1-year/1-year Brazil only: 3-year/1-year/1-year

TELÉFONO ATCOM AT-530



**Enterprise, small office
and residential applications**



AT-530



KEY FEATURES:

Running two SIP lines and one IAX2 line
 Support IAX2 protocol
 Redundancy sip server capable.
 NAT, Firewall.
 DHCP client and server.
 Support G711a,G711u,G723.1,G729,G.722 CODEC.
 E.164 dial plan and customized dial rules
 Hotline, flexible dial plan
 Call Forward, Call Transfer, 3-way conference calls
 Eight different ring tones selectable
 DND(Do Not Disturb),Black List, Limit List
 L2TP VPN
 VLAN
 Support RJ9 headset
 Page and intercom

DHCP - Dynamic Host Configuration Protocol
 PPPoE - PPP Protocol over Ethernet
 STUN - Simple Traversal of User Datagram ...
 MD5 - Message-Digest Algorithm
 DNS A Record (RFC1706) SRV Record (RFC2782)
 RTP - Real-time Transport Protocol
 RTCP - Real-time Control Protocol
 TELNET- Internet's remote login protocol
 HTTP - Hyper Text Transfer protocol
 FTP - File Transfer protocol
 TFTP - Trivial File Transfer Protocol

DATA FEATURES:

Static/Dynamic WAN-IP-Addressing
 PPPoE

CALL CONTROL /VOIP FEATURES

SIP RFC3261,3262,3263,3264, RFC 2543
 IAX2 protocol
 Tone generation and local DTMF re-generation according with ITU-T G.711(A-law or u-law)
 G.723.1(6.3kbps,5.3 kbps)
 G729, G.722
 AGC(Auto Gain Control)
 G.168/185 compliant 16ms echo cancellation
 AEC(Auto Echo Cancellation)
 VAD (Voice Activity Detection)
 CNG(Comfort Noise Generation)
 Frame loss concealment
 Adaptive jitter buffer
 Anonymous Call Rejection Support (RFC3323)

MANAGEMENT:

Web, telnet and keypad management
 Adjustable user password and super password
 Upgrade firmware through HTTP, FTP or TFTP.
 Telnet remote management.
 Upload/download setting file
 Auto-provisioning
 Safe mode provide reliability
 Phone book, maximum 100 entries.

ENVIRONMENTAL ELECTRIC REQUIREMENT

Voltage: 9V ~ 24V
 Power adapter: output DC 12V/450 mA

INTERFACES:

Two RJ45 ports, one for WAN, one LAN
 Power port

OPERATING REQUIREMENT

Operation temperature: 0 to 40 °C (32 ° to 104 ° F)
 Storage temperature: -30 ° to 65 ° C (-22 ° to 149 ° F)
 Humidity: 10 to 90% no dew

SUPPORTED SPECIFICATION AND APPLICATIONS:

DATA NETWORKING:

MAC Address
 TCP - Transmission Control Protocol

REGULATORY COMPLIANCE

CE, FCC part 15, RoHS

WWW.ATCOM.CN

TELÉFONO ATCOM AT-620





Business IP Phone

AT-620

Features

- Sip 2.0 (RFC3261)
- STUN
- Two lines SIP and one line IAX2
Support multi language (LCD support Latin language system , web support all languages) and easy dynamic switch between different laguages
- softkey * 4
- RJ9 headset jack
- Jitter Buffer(200ms),VAD,CNG
- G.711A/u, G722, G.723, G.729 Codec
- G. 168 compliant 96ms echo cancellation
- Support SIP domain, SIP authentication (none, basic, MD5) .
- Support inbound audio, RFC2833 and SIP info , DTMF transmission way
- SIP Call Forward, Call transfer, Call hold, Call waiting, 3-way Talking, Pickup, Join call, Redial, Unredial, Call Park, vport, click to dial
- Dial without register
- Suppot Hotline, DND, BlackList, Call Limitation, Incoming list
- Dial-peer calling, IP to IP call
- SIP server conference
- Phone book 500 records; answered call, missed call 100 for each
- Support configuration and firmware updating by HTTP, FTP TFTP
- Encrypted configuration file decryption in auto provision
- Support SIP signal and media(RTP) encryption
- Answering machine
- Support SNTP client
- Telnet, WEB visit terminal
- Support different level user management

Network

- WAN/LAN: Support bridge or route mode
- Support base of NAT and NAPT
- Support PPPoE, (ADSL, cable modem use for internet connecting)
- Support VLAN (DATA VLAN and VOICE VLAN)
- Support DMZ
- Support L2TP VPN (OpenVPN option)
- WAN support Primary and Alter DNS function
- WAN support DHCP Client
- LAN support DHCP Server
- Qos support Diffserv
- Support Network command tool: include ping, trace route, telnet

Management and Maintenance

- Support firmware updating under safe mode
- Support different level user management
- Configuration via web , keyboard and command
- Firmware and configuration updating via http , ftp and tftp
- Support system log and calling record
- Firmware and configuration auto provision

Protocol

- IEEE 802.3 / 802.3 u 10 Base T / 100Base TX
- PPPoE: PPP over Ethernet
- SIP RFC3261, RFC 2543
- TCP/IP: Transfer Control Protocol/Internet Protocol
- RTP: Real-time Transport Protocol
- RTCP: RTP Control Protocol
- VAD/CNG
- Telnet: remote host access protocol
- DNS: Domain Name Server
- TFTP: Trivial File Transfer Protocol
- HTTP: Hypertext Transfer Protocol
- FTP: File Transfer Protocol

Compliant Standard

- CE: EN55024,EN55022
- FCC part15
- comply with ROHS in EU
- comply with ROHS in China

WWW.ATCOM.CN

TARJETA PCI OPENVOX 8 PUERTOS FXO

OpenVox

Product Specification



A800P Datasheet

Modular Analog Telephony Interface Product

Document Rev 0.02, written by:James.zhu@openvox.cn

A800P is an eight-port analog card and works with PSTN line. It can be used to build a PBX system based on Asterisk® Open Source platform.

Key Benefits:

- ◆ Modular Design: Up to 8 FXS, FXO or mixed FXS/FXO ports per card. Each port can be setup as FXO or FXS via plugging different modules in it.
- ◆ Firmware accelerate I/O access achieve high stability and highly decreased CPU payload (1 pcs of A800P with 8 modules installed use less CPU cycle than 1 pcs of TDM400P with 4 modules installed).
- ◆ Scalable: Just add additional cards to extend system.
- ◆ Mixable with Digium™ daughter cards: the Digium™ X100M and S100M and OpenVox FXO-100/ FXS-100 can be mixed to support analog cards.
- ◆ World Wide Usable: Configurable line interface to meet global telephone line interface requirements.
- ◆ High quality with low price.
- ◆ Application ready: use Asterisk® to build your IP-PBX/Voicemail system.

Features:

- ◆ Support PCI 2.2 with both 3.3 V and 5 V PCI slots.
- ◆ Power consuming: <= 37W (with full eight FXS modules). <=7W (with full eight FXO modules).
- ◆ Industry standard full size length PCI card.
- ◆ Opens source driver working with zaptel.

Special Suggestion:

- ◆ Suggest using at least 300 Watt power supply for you pc, and increased by 30W/eight FXO ports.

Hardware and Software Requirements: Physical Information:

	Name	Net weight (g)	Size (cm)
● RAM 128 + MB	A800P	133	24.8*10.7*1.8

Digium™ is a trademark of Digium, Inc

Asterisk® is a registered trademark of Digium, Inc

ANEXO 2

CONFIGURACIÓN BÁSICA DE TELÉFONOS ATCOM AT-620

Para configurar los teléfonos VoIP, se utilizará la interfaz Web para ello se realizan los siguientes pasos:

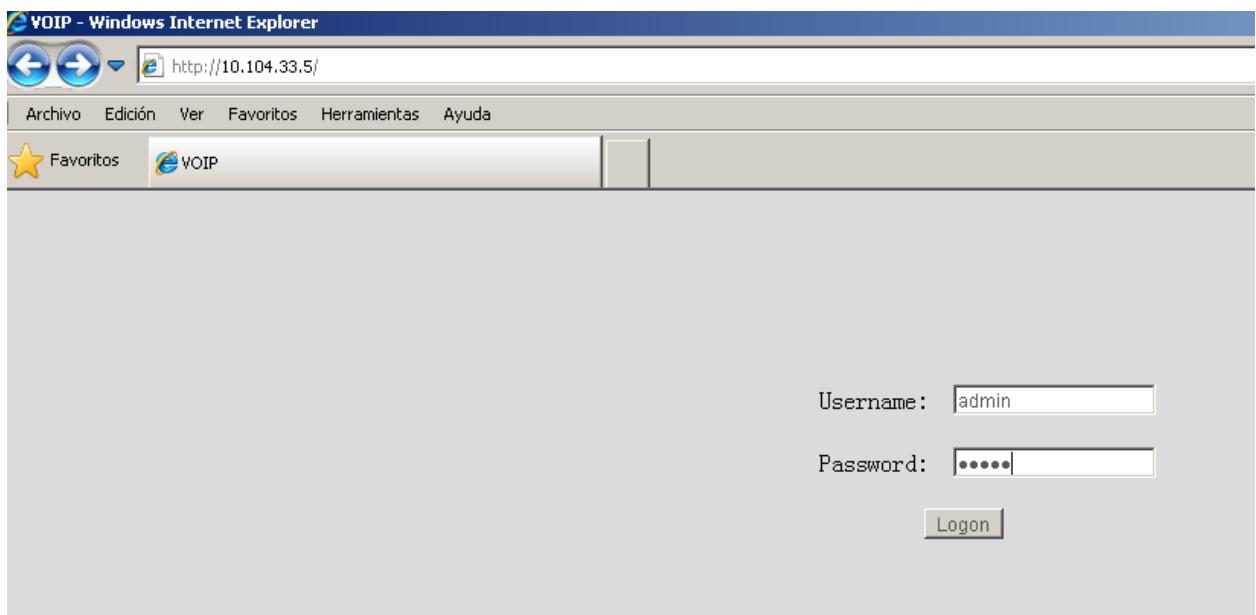
1. Configuramos la IP del teléfono. Dentro de teclado del teléfono seleccionamos la tecla menú



2. Ingresamos el password, por defecto es 123; y nos aparece un menú con las teclas alrededor del menú seleccionamos la opción preferencias “Network” , pulsamos menú y seleccionamos el modo de red (static); luego nos desplazamos a la opción Static Set, pulsamos menú; y seleccionamos la opción IP e

ingresamos la dirección IP (en nuestro caso se ingresará las direcciones IP de la 10.104.33.5 a la 10.104.33.114); luego pulsamos exit y seleccionamos la opción máscara y la opción Gateway e ingresamos la máscara 255.255.255.0 y Gateway 10.104.33.1

3. Luego abrimos el navegador e ingresamos cada dirección IP de cada teléfono (<http://10.104.33.5>). Se presenta una interfaz e ingresamos el usuario: admin y password: admin



4. Dentro de la interfaz seleccionamos Network e ingresamos la dirección estática IP, la máscara y el Gateway. Y seleccionamos aplicar.

IP Phone

ATCOM

Current Status | Network | **VOIP** | Advanced | Dial-peer | Config Manage | Update | System Manage

- [WAN Config](#)
- [LAN Config](#)

WAN Configuration

WAN Status		
Active IP	10.104.33.5	
Current Netmask	255.255.255.0	
Current Gateway	10.104.33.1	
MAC Address	00:09:45:57:86:68	
Get MAC Time	20091212	
WAN Setting		
Static <input checked="" type="radio"/>	DHCP <input type="radio"/>	PPPOE <input type="radio"/>
Auto DNS <input checked="" type="checkbox"/>		
Static IP Address	10.104.33.5	
Netmask	255.255.255.0	
Gateway	10.104.33.1	
DNS Domain		

5. Luego seleccionamos la pestaña VoIP e ingresamos los datos como se explica a continuación:

Server Address: colocamos la dirección 10.104.33.2
 (Dirección del Servidor Elastix)

Server Port: por defecto viene el 5060

Account Name: es el número de la extensión (7274)

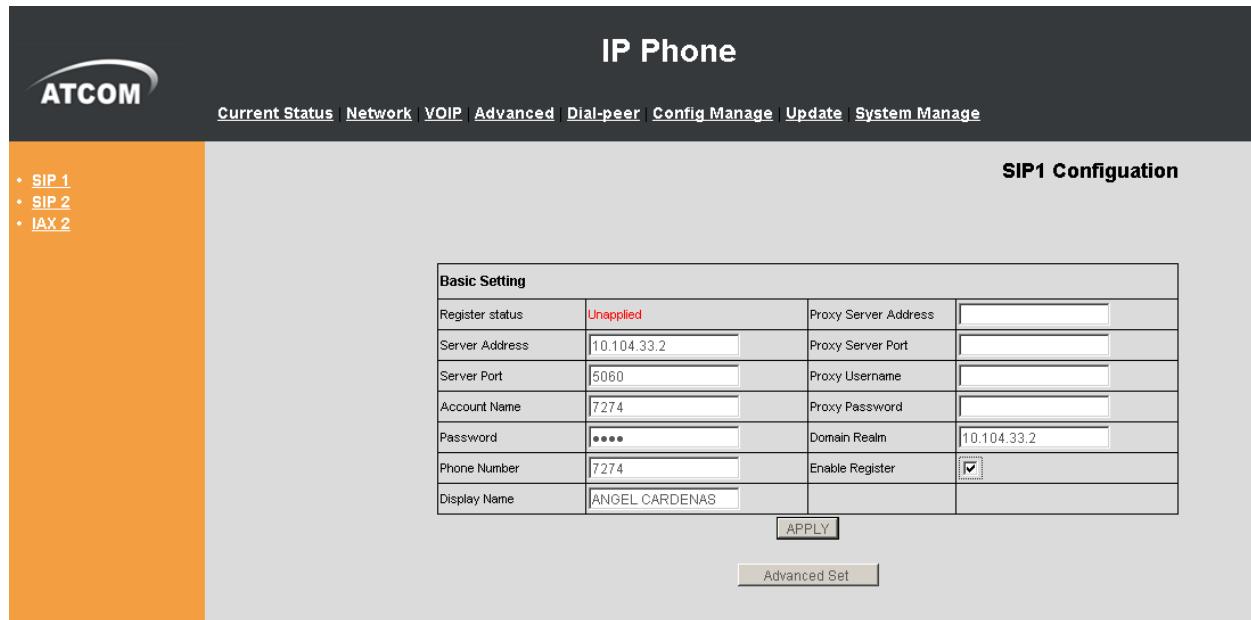
Password: El password que creamos en el Servidor Elastix (9222)

Phone Number: Ingresamos la extensión (7274)

Display Name: Ingresamos el nombre del directorio (Ángel Cárdenas).

Domain Realm: Ingresamos 10.104.33.2

La primera vez para registrar en el servidor Elastix se selecciona Enable Register



6. Seleccionamos la ventada Advanced e ingresamos en el menú izquierdo a la opción Audio Settings y seleccionamos como primer códec G722 y realizamos clic en aplicar.
7. También se puede selecciona VAD, de cada teléfono ATCOM AT-620

IP Phone

ATCOM

[Current Status](#) | [Network](#) | [VOIP](#) | [Advanced](#) | [Dial-peer](#) | [Config Manage](#) | [Update](#) | [System Manage](#)

[DHCP Server](#)
[NAT](#)
[Net Service](#)
[Firewall](#)
[QoS](#)
[Digital Map](#)
[STUN](#)
[Call Service](#)
[MMI Filter](#)
[Audio Settings](#)
[VPN](#)

Audio Settings

DSP Configuration

First Codec	<input type="button" value="g722"/>	Second Codec	<input type="button" value="g711Alaw64k"/>
Third Codec	<input type="button" value="g729"/>	Fourth Codec	<input type="button" value="g723"/>
Fifth Codec	<input type="button" value="g711Alaw64k"/>	Handdown Time	<input type="button" value="200 ms"/>
Input Volume	<input type="button" value="3 (1-9)"/>	Output Volume	<input type="button" value="5 (1-9)"/>
Handfree Volume	<input type="button" value="5 (1-9)"/>	Ring Volume	<input type="button" value="5 (1-9)"/>
G729 Payload Length	<input type="button" value="20ms"/>	Signal Standard	<input type="button" value="China"/>
G722 Timestamps	<input type="button" value="160/20ms"/>	G723 Bit Rate	<input type="button" value="6.3kb/s"/>
Default Ring Type	<input type="button" value="Type 1"/>	VAD	<input type="checkbox"/>

Nota: Para los teléfonos ATCOM AT-520 se sigue el mismo procedimiento.

Se observa el timestamps es de 160 tramas por cada 20 ms, esto fue utilizado para calcular el ancho de banda en la tabla 3.8 y en la figura 3.16 del capítulo 3.

ANEXO 2.1

CONFIGURACIÓN DE SOFTPHONE PHONERLITE

Primero bajamos el Softphone de la página <http://www.phonerlite.de/>; Una vez instalado en nuestro sistema ejecutamos el programa y seleccionamos el menú opciones configuración; seguidamente creamos nuevo y seleccionamos configuración manual como lo demuestra la pantalla.

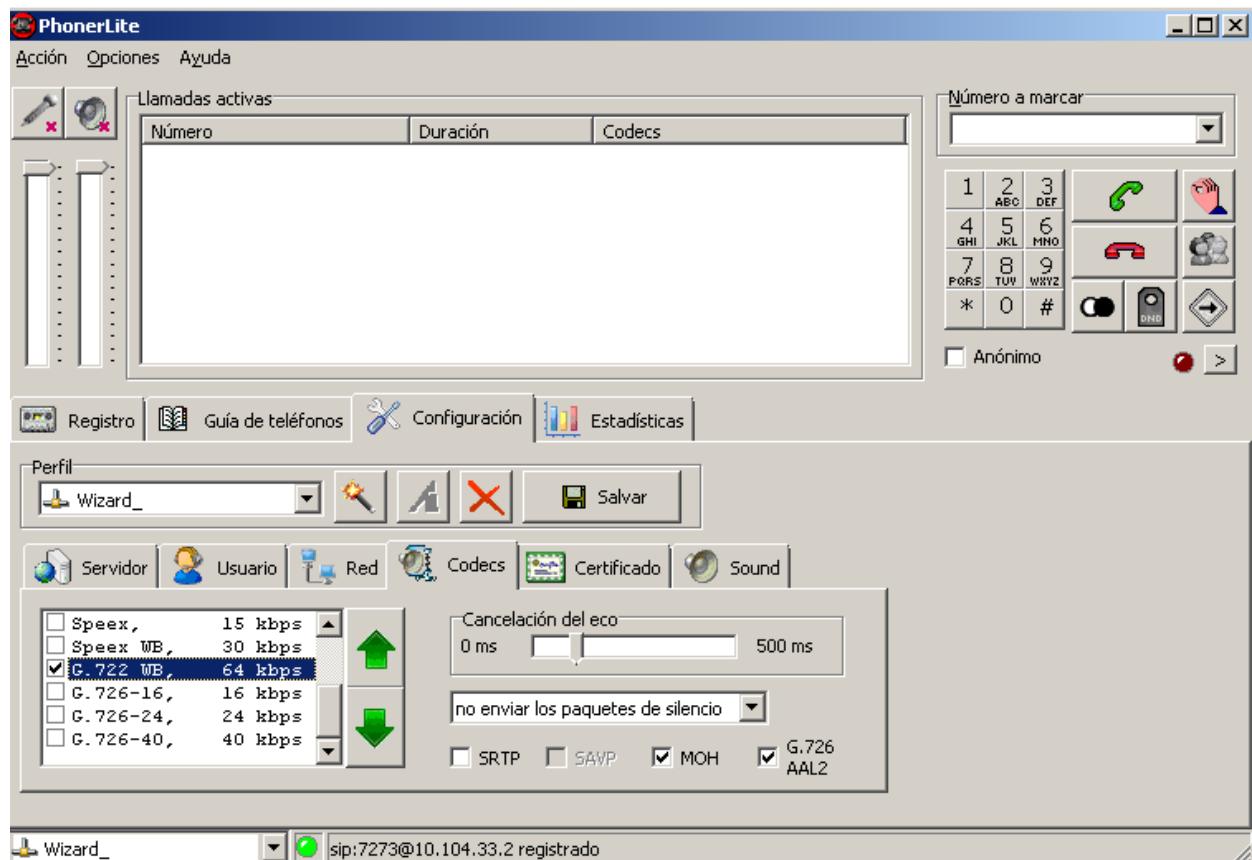


Ingresamos el dominio en nuestro caso lo registraremos en el servidor Elastix del HIAL, luego realizamos clic en la flecha verde, en ingresamos los campos nombre de usuario

(Extensión); Nombre de autentificación (Descripción del usuario); y la contraseña conforme lo indica la pantalla.



Realizamos clic en la flecha verde y finalizamos la configuración, en este momento se registrará nuestra central. Este Softphone es muy especial ya que nos permite seleccionar el códec con el cual queremos trabajar en nuestro caso solo seleccionaremos el códec G722.



ANEXO 3

INSTALACIÓN DE ELASTIX

Verificamos que nuestro computador en el BIOS tenga en el orden de arranque el CD-ROM o DVD-ROM en primer lugar. Luego, introducimos el CD (es ir a la web de Elastix www.elastix.org y descargar la versión que sea la adecuada Elastix 1.6 ISO de 32 bits) / Elastix 1.6 ISO de 64 bits) y comenzamos nuestra instalación. Lo primero que veremos en la pantalla será el logo de Elastix damos ENTER.



- To install or upgrade in graphical mode, press the <ENTER> key.
- To install or upgrade in text mode, type: linux text <ENTER>.
- Use the function keys listed below for more information.

[F1-Main] [F2-Options] [F3-General] [F4-Kernel] [F5-Rescue]
boot: _

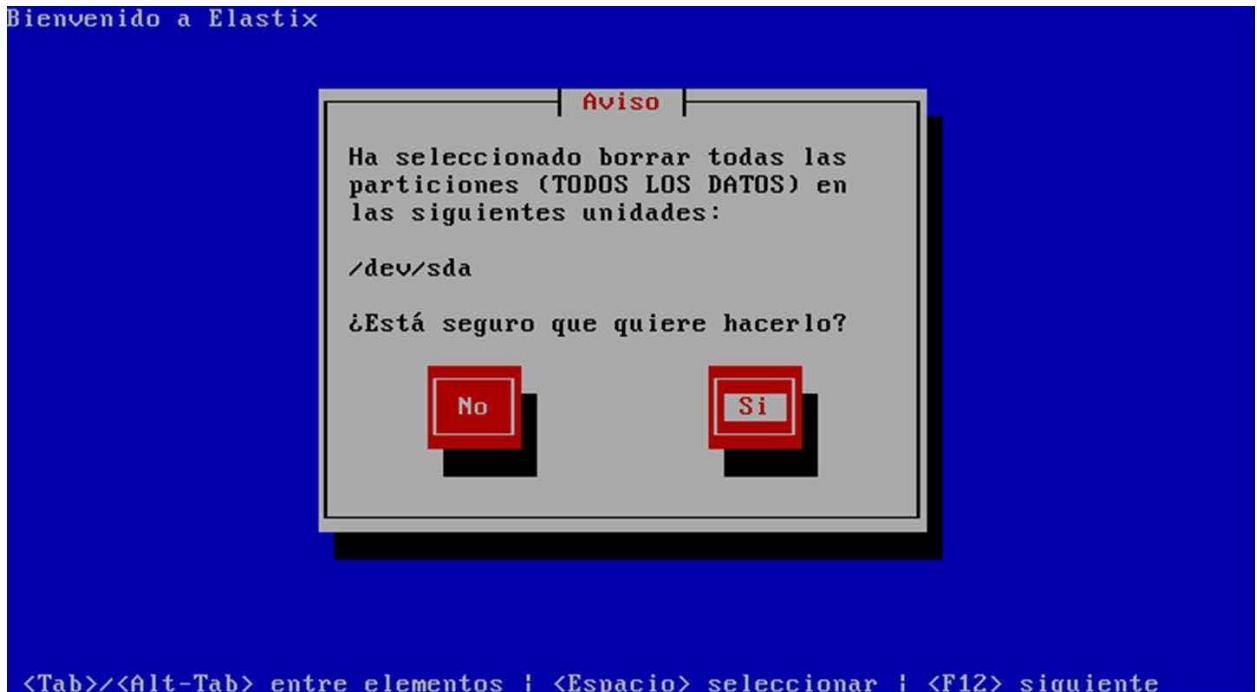
Luego de esto, el sistema irá mostrando una serie de datos y parámetros hasta que llega a una pantalla donde nos pide seleccionar el lenguaje de nuestra instalación. Seleccionamos español y le damos a la tecla TAB hasta que nos coloquemos sobre el Ok., luego nos va a pedir la configuración para nuestro teclado y seleccionamos el que más nos haga sentir mejor.

Posteriormente, entramos a una pantalla de recibimiento, donde se nos da la bienvenida a Elastix; realizamos clic en aceptar y luego nos lleva a una opción donde debemos seleccionar el tipo de partición que queremos del disco duro y cómo queremos distribuir dichas particiones.

Lo recomendable es dejar que el sistema haga sus particiones automáticamente ya que viene optimizado para ello. Se recomienda seleccionar la primera opción que es “remover particiones en dispositivos seleccionados y crear disposición”.



Cuando seleccionemos “Aceptar” y presionemos “ENTER”, nos saldrá un cuadro de aviso donde nos advierte sobre si estamos seguros que queremos borrar toda la información de todas las particiones, y seleccionamos OK.



Finalizado esto, nos saldrá un mensaje preguntándonos si queremos revisar cómo han quedado las tablas de particiones y eso, le respondemos que no y seguiremos con la siguiente pantalla que es donde nos pide el gestor de arranque. Por defecto sale en la primera opción que es el GRUB, le damos “TAB” y luego “Aceptar”.

En las siguientes dos pantallas que vienen a continuación se deben seleccionar las primeras opciones, las cuales son las que vienen por defecto.

Cuando terminemos de esas dos pantallas, nos saldrá la opción de seleccionar en el huso horario el país correspondiente, en nuestro caso seleccionaremos “América/Guayaquil” y seguimos adelante.

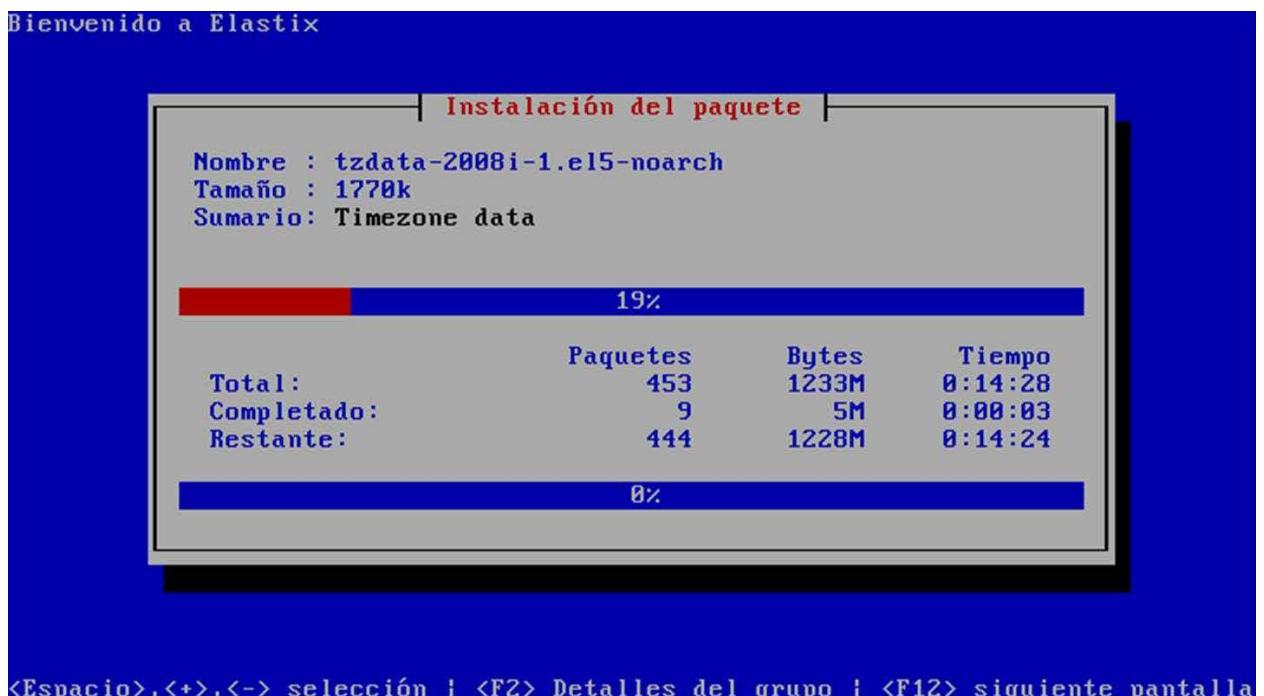
Luego se presenta un cuadro donde nos pide el ingreso de una contraseña al usuario root, que es el administrador del sistema. Es muy importante que no pierda esta contraseña ya que podría terminar con una reinstalación de todo el sistema si esto ocurre. Finalizado ese cuadro, entonces llegaremos a uno donde se nos pide que paquetes queremos instalar; este cuadro lo dejaremos intacto y solamente nos vamos a “Aceptar”.

Nota: no seleccionar ninguna opción de ese cuadro porque de ello depende el buen funcionamiento de nuestra PBX Elastix.



El sistema comenzara a hacer unas rutinas de preparación, verificando dependencias, paquetes, etc. Cuando esto

finalice nos llevara a una ventana donde se nos dirá que todas las actividades del proceso de instalación estarán disponibles en un archivo de log cuando el sistema lo hayamos puesto a arrancar. Luego comenzara con el formateo de las particiones ya creadas y los sistemas de archivos. Al término de esto, veremos una pantalla donde se mostraran las instalaciones de cada uno de los paquetes que componen a Elastix.



<Espacio>,<+>,<-> selección | <F2> Detalles del grupo | <F12> siguiente pantalla

Cuando la barra de progresión de la parte de abajo llegue al 100%, entonces ya tendremos nuestro sistema instalado completamente. El sistema se reiniciara y cuando vuelva a subir nos mostrara una pantalla similar a la pantalla inicial que vimos cuando introdujimos el CD de instalación. En esta

fase del proceso de instalación, lo único que se nos mostrara son dos opciones para el arranque. Debemos siempre entrar en la opción que viene por defecto que es la “Elastix-base”.



Luego de haber entrado en la opción “Elastix-base” (nota: el siempre arrancara en esta versión sin que sea necesaria nuestra intervención, por lo cual deberá sentirse tranquilo), nuestra PBX ejecutara una serie de procesos de arranque y scripts de inicio hasta que finalmente arribemos a la pantalla de bienvenida. No se preocupe si se le aparece la palabra “Fallo” en algunos procesos del momento de arranque, ya que hay servicios y componentes que no tenemos instalados que provocan dicho estatus, como es el caso del Wanpipe, el cual es el driver de las tarjetas Sangoma.

Al finalizar la instalación del Elastix, nos espera una ventana de la consola de la PBX, donde se nos pedirá un usuario

(Elastix login:), ingresamos “root” y en el password que se ingresó en el proceso de instalación.

Luego de haber entrado a nuestro sistema saldrá un mensaje en inglés que dice: “For access to the Elastix web GUI use this URL <http://10.104.33.2>.”

```
CentOS release 5.2 (Final)
Kernel 2.6.18-92.1.22.el5 on an i686

elastix login: root
Password:

Welcome to Elastix
-----
For access to the Elastix web GUI use this URL
http://192.168.1.5

[root@elastix ~]# _
```

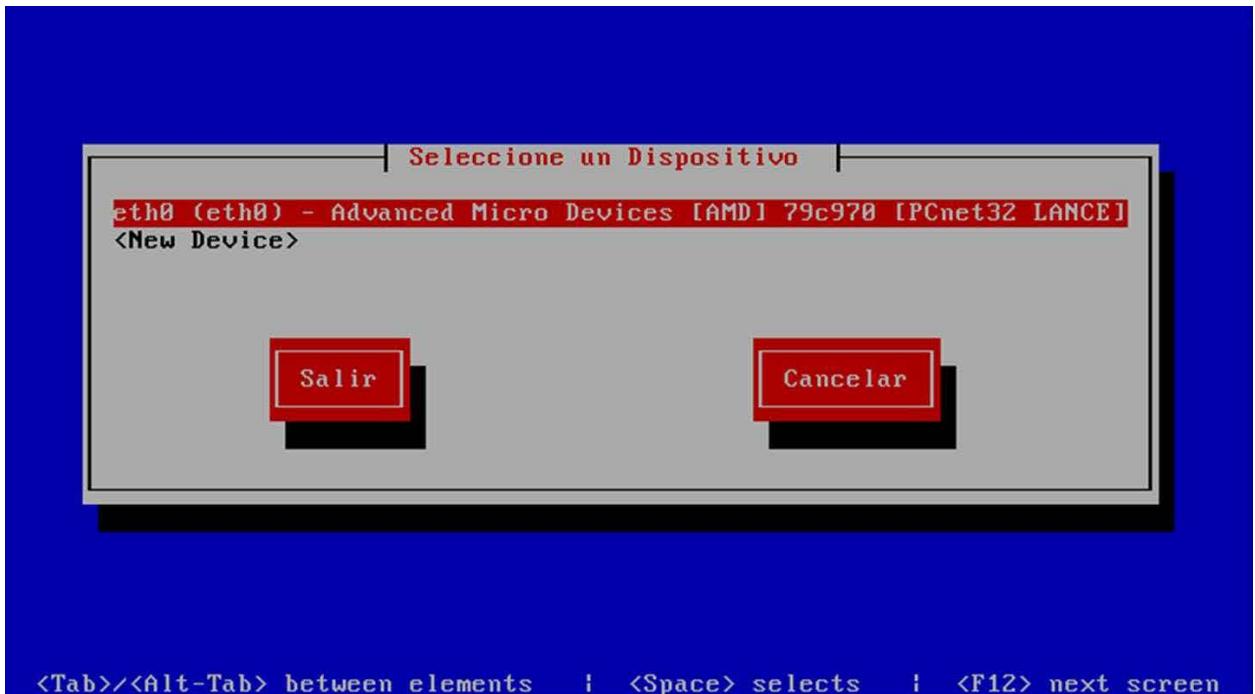
Si no aparece ese mensaje mostrando alguna dirección IP, y por el contrario sale algo como “For access to the Elastix web GUI” use this URL <http://YOURSERVERIPADDRESS>, quiere decir que no tiene un servidor DHCP del cual obtener una dirección y que debe asignarle una manual a su central.

Lo primero que debemos hacer es escribir el comando “setup” en la consola de la PBX. Con este comando estamos llamando a la utilidad de configuración en modo texto que

utiliza el sistema operativo Centos, el cual es el que se instala con Elastix por defecto. Luego, accionando las flechas del teclado nos vamos desplazando hasta la opción de configuración de la red; después que estemos situados en esa opción le damos a la tecla Tab (Tabulación) para que vaya al menú, a la parte donde dice “Ejecutar una Herramienta” y ahí presionamos la tecla ENTER de nuestro teclado.



Entonces nos aparecerá una segunda ventana donde saldrá(n) desplegada(s) la(s) tarjeta(s) de red que tenemos instalada(s) en nuestra PBX. Nuevamente nos colocaremos sobre la tarjeta que queremos configurar en ese momento y nuevamente presionaremos ENTER.



Luego vamos a ser llevados a una ventana donde podremos editar parámetros como nombre, dispositivo, uso de DHCP, etc. Lo primero que haremos es desplazarnos hasta la opción que dice “Use DHCP”, donde aparecerá entre corchetes un símbolo de asterisco [*]. Esto quiere decir que la opción de obtener una dirección IP desde un servidor DHCP está habilitada (es la que viene siempre seleccionada por defecto en las instalaciones nuevas de Elastix). Una vez sobre la opción antes mencionada, presionamos la barra espaciadora para deseleccionar el símbolo de * y procederemos a la siguiente línea donde podremos introducir de forma manual la dirección IP, la máscara de red y la puerta de enlace que deseemos.

Los parámetros del servidor DNS se configuran si necesitamos tener internet en esta PBX. Se utiliza en la opción Web. Luego usaremos el teclado nuevamente y nos desplazaremos hasta donde dice Ok., presionaremos ENTER. Con esto iremos a la ventana anterior en donde nos saldrá la opción de la(s) tarjeta(s) de red. Presionaremos la tecla Tab hasta que estemos en la opción “Salir”. Luego presionaremos ENTER nuevamente. Entonces, ya estaremos colocados en la ventana inicial correspondiente a cuando presionamos “setup”. Aquí solamente utilizaremos “Tab” nuevamente y nos colocaremos en la opción “Salir”, presionaremos ENTER.

Con estas instrucciones deberemos haber avanzado a una altura del proceso que nos coloca nuevamente en la consola de nuestra PBX. Al agotar estos pasos ya le habremos asignado una dirección IP a nuestra central, pero aun no podremos acceder a la misma porque para que estos cambios sean aplicados deberemos reiniciar el servicio de red de nuestra PBX. Para esto ejecutaremos el siguiente comando: “service network restart” Y entonces observaremos unas secuencias de instrucciones como las que aparecen en el siguiente grafico:

```
[root@elastix ~]# service network restart
Interrupción de la interfaz eth0: [ OK ]
Interrupción de la interfaz de loopback: [ OK ]
Activación de la interfaz de loopback: [ OK ]
Activando interfaz eth0: [ OK ]
[root@elastix ~]# _
```

Una vez realizado este paso, se puede acceder al servidor Elastix a través de la red.

```
root@elastix:~
login as: root
root@10.104.33.2's password:
Last login: Wed Jul 28 09:37:23 2010 from 10.104.32.227
Welcome to Elastix
-----
To access your Elastix System, using a separate workstation (PC/MAC/Linux)
Open the Internet Browser using the following URL:
http://10.104.33.2

[root@elastix ~]#
```

ANEXO 4

Elementos del sistema

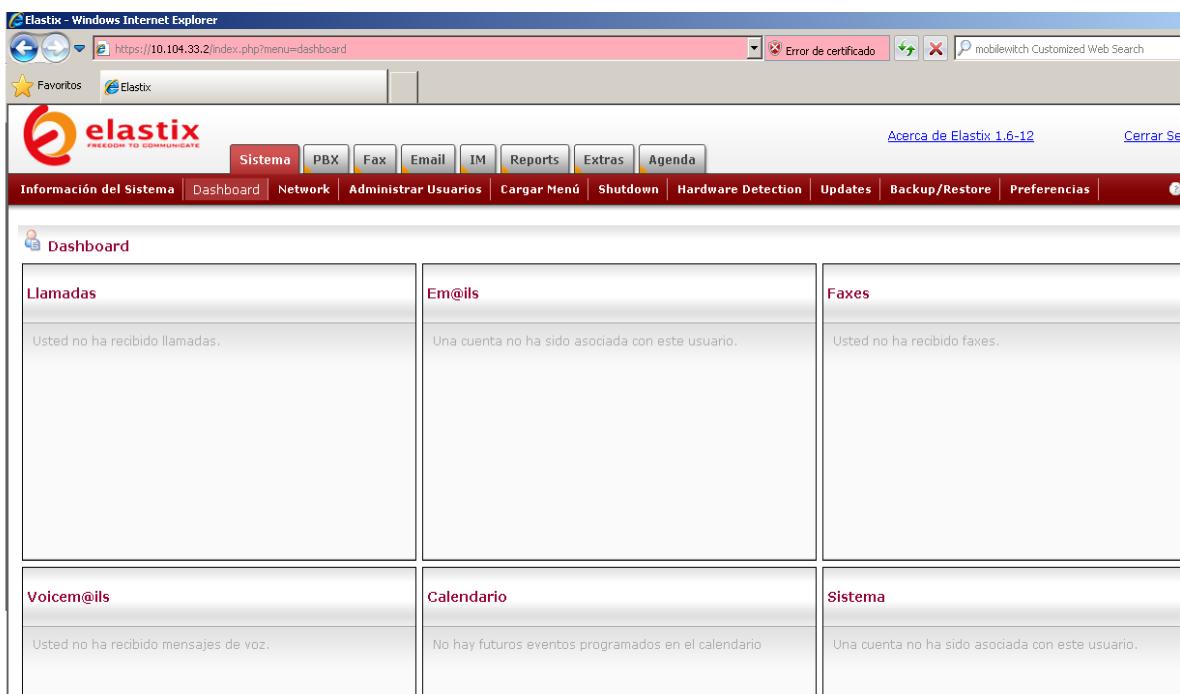
Dashboard

Introducimos el username “admin” y el password “palosanto”. Luego de esto, aparece la ventana Dashboard. En este dashboard podemos tener un resumen de las actividades principales de nuestra PBX, como lo son Llamadas, Emails, Faxes, Voicemails, Eventos del calendario y Emails del sistema.

Preferences

Para cambiar la interfaz a español bajo el menú de System y seleccionamos el idioma español del listado de Idiomas. En esta misma pestaña, podemos hacer varios cambios importantes como son: Fecha y Hora, apariencia del sistema, y Currency, el cual se refiere al tipo de moneda que queremos que el sistema utilice.

Nota: el tipo de moneda se utiliza para asignarle costo a las llamadas en los troncales, este tema lo veremos más adelante. La fecha y la hora es importante que estén bien ajustadas y configuradas ya que hay muchos eventos que la



The screenshot shows the Elastix 1.6-12 dashboard. The top navigation bar includes links for Acerca de Elastix 1.6-12 and Cerrar Sesión. The main menu at the top has tabs for Sistema, PBX, Fax, Email, IM, Reports, Extras, and Agenda. Below the menu, a sub-menu for Sistema includes Dashboard, Network, Administrar Usuarios, Cargar Menú, Shutdown, Hardware Detection, Updates, Backup/Restore, and Preferencias. The dashboard itself is divided into six sections: Llamadas (Calls), Em@ils (Email), Faxes, Voicem@ils (Voicemail), Calendario (Calendar), and Sistema. Each section contains a message indicating no activity or association.

PBX utiliza basándose en la disponibilidad de esa información.

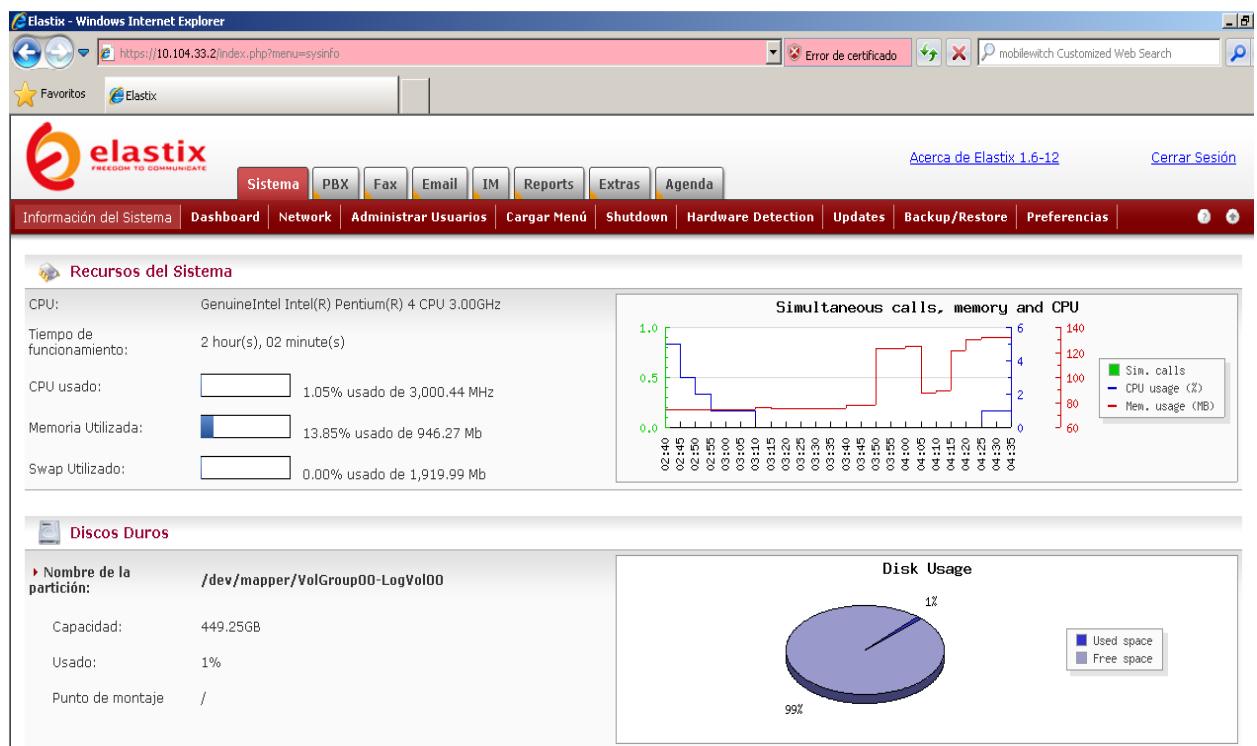
Información del sistema

Se encuentra informaciones sobre la PBX, como son los “Recursos del sistema” y “Discos Duros”.

En “Recursos del sistema”, se muestra el tipo de procesador, tiempo de funcionamiento (que es el tiempo que tiene nuestra PBX funcionando sin reiniciarse o apagarse); memoria utilizada, swap utilizado (ésta última es la memoria virtual que se le asigna durante la instalación de Elastix).

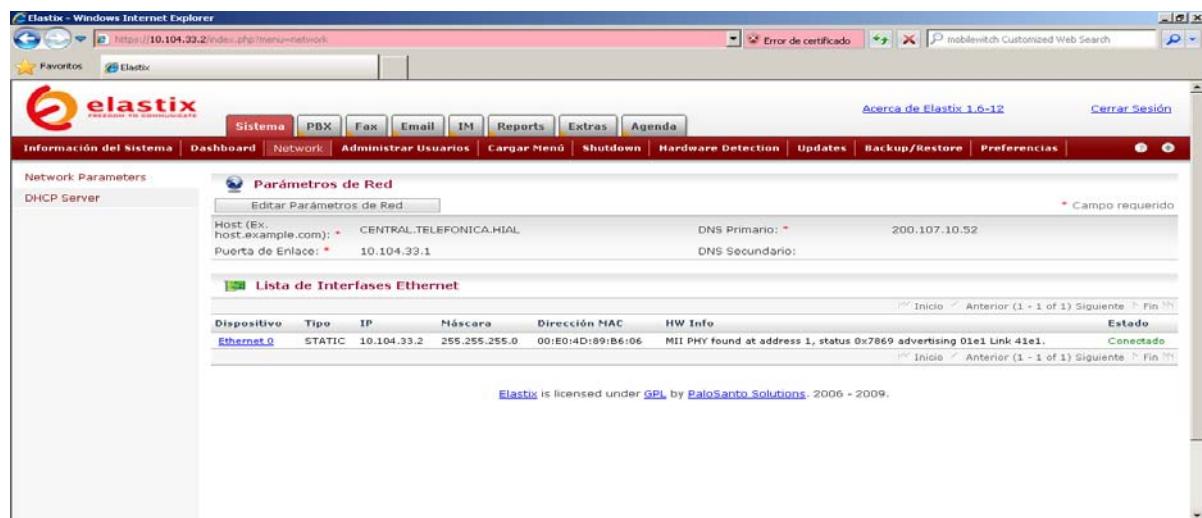
También, en la parte derecha de dicha información podremos ver un gráfico que nos despliega datos acerca de las llamadas simultáneas del sistema (Por lo general sale como un error en la gráfica debido a que no hemos realizado ninguna llamada).

En “Discos Duros” se muestra cantidad de espacio libre del servidor. Esto es de mucha importancia al grabar todas las llamadas, entrantes y salientes, como en el caso de los callcenters, aquí se muestra el espacio disponible.



Red

Se configura parámetros de red por medio de la interfaz gráfica, si queremos cambiar los valores de nombre de equipo (hostname), servidores DNS, puerta de enlace, sólo debemos dar clic al botón de “Editar parámetros de Red”. Para cambiar parámetros como dirección IP y máscara de red, se debe dar clic sobre “Ethernet 0”, el cual está debajo de “Lista de Interfaces Ethernet”.



Servidor DHCP

Este servicio es de suma importancia si queremos asignar de forma automática direcciones a los demás equipos de nuestra red como son: Teléfonos IP, ATAs, etc. Sólo debemos ver qué rango es que queremos asignar, el tiempo que deseamos que los clientes mantengan esas IP antes de hacer una nueva petición al servidor, servidores DNS

externos o de nuestra propia red, servidores WINS, y la puerta de enlace predeterminada.

Una vez hayamos llenado todos estos valores, sólo es cuestión de presionar el botón de “iniciar servicio”.

Apagar

Esta es una forma fácil de apagar y reiniciar el sistema, debemos tener cuidado con esta parte cuando estemos trabajando con sistemas en producción.

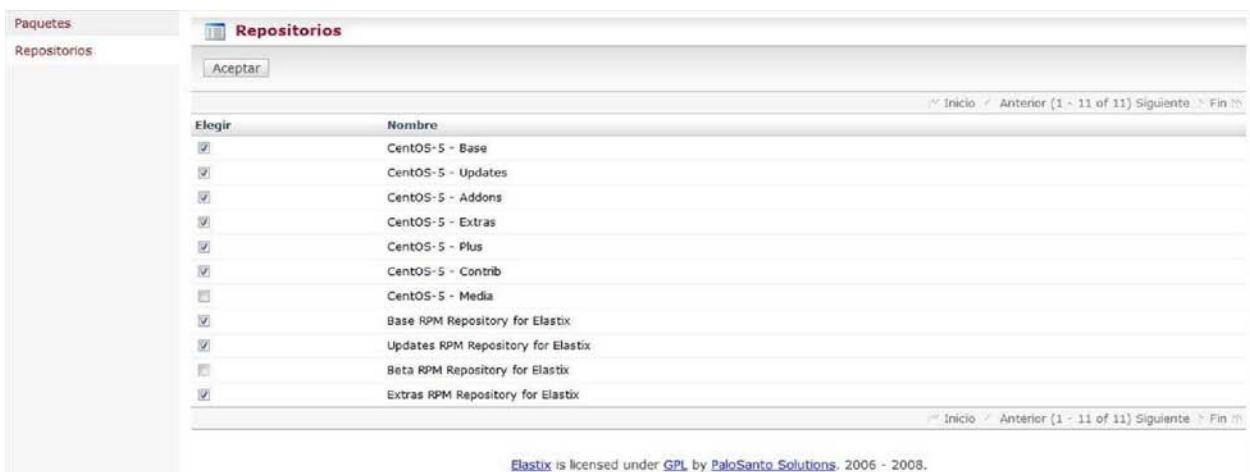
Detección de hardware

Hablaremos de esto en detalle en la parte de creación de troncos Zap (actualmente Dahdi).

Actualizaciones

Esta parte es muy importante ya que nos presenta todos los paquetes instalados del sistema.

En otra de las opciones figuran los “repositorios”, los cuales son muy importantes ya que si queremos instalar algún nuevo paquete que hayan liberado o algo similar, solamente tenemos que entrar a “repositorios” y habilitar los “Beta RPM Repository for Elastix” (si el paquete liberado es un beta). O si deseamos instalar un paquete propio de la distribución de Centos, habilitaremos los repositorios necesarios de Centos. Nota: no se recomienda hacer actualizaciones del sistema a menos que ya hayan sido probadas y recomendadas por el personal de Elastix en su página web. Cualquier actualización podría terminar en la ruptura de algunos componentes de nuestro sistema. Recuerde que la grandeza de Elastix radica en el buen funcionamiento de todos sus componentes y muchas veces esto se basa en componentes y paquetes específicos.



Elegir	Nombre
<input checked="" type="checkbox"/>	CentOS-5 - Base
<input checked="" type="checkbox"/>	CentOS-5 - Updates
<input checked="" type="checkbox"/>	CentOS-5 - Addons
<input checked="" type="checkbox"/>	CentOS-5 - Extras
<input checked="" type="checkbox"/>	CentOS-5 - Plus
<input checked="" type="checkbox"/>	CentOS-5 - Contrib
<input type="checkbox"/>	CentOS-5 - Media
<input checked="" type="checkbox"/>	Base RPM Repository for Elastix
<input checked="" type="checkbox"/>	Updates RPM Repository for Elastix
<input type="checkbox"/>	Beta RPM Repository for Elastix
<input checked="" type="checkbox"/>	Extras RPM Repository for Elastix

Respaldar/Restaurar

Permite respaldar y restaurar las configuraciones del Servidor.

PBX

Se encuentra con un amplio e intimidante menú que estaremos detallando para configuraciones de la PBX.



The screenshot shows the Elastix PBX configuration interface. The top navigation bar includes links for Sistema, PBX, Fax, Email, IM, Reportes, Extras, and Agenda. The PBX tab is selected. The main content area is titled 'Add an Extension' and contains the message 'Please select your Device below then click Submit'. A dropdown menu labeled 'Device' is set to 'Generic SIP Device'. On the left, a sidebar menu lists various configuration options: freePBX Sin embeber, Básico, Extensiones, Códigos de funcionalidades, Configuración General, Rutas Salientes, Troncales, Control de Llamadas entrantes, Rutas Entrantes, Anuncios, Sígueme, IVR, Otros Destinos, and Colas. The 'Extensiones' option is currently selected.

La primera opción es freePBX Sin embeber, esta es el alma de Elastix, mientras Freepbx es el motor de gestión de la central completa. El personal de Palosanto, que son los creadores de Elastix, desarrolló una versión resumida de Freepbx. Aunque a la vez, nos dejaron una versión normal y sin modificar para que podamos hacer cosas que no se pueden hacer con la versión de Elastix.

ANEXO 4.1

CREACIÓN DE EXTENSIONES SIP EN LA PBX ELASTIX

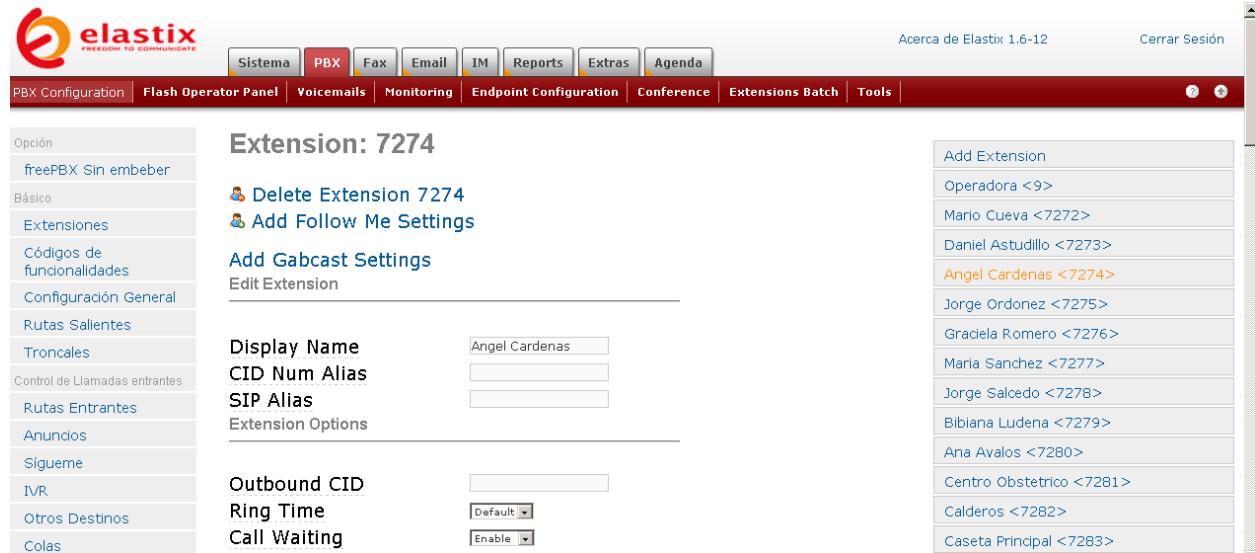
En la parte de extensiones clic en la opción de crear "Generic Sip Device", luego presionaremos el botón "submit" y nos presentará una serie de campos para ser llenados. (Para ver detalles de los campos que tiene una extensión ver apéndice 1)

Los Campos más importantes para la creación de una extensión son: User Extensions, "Display name" y "Secret" solo llenando estos campos se tiene creada la extensión. En este caso Explicaremos la creación de la extensión SIP 7274, perteneciente al Ing. Ángel Cárdenas.

Primero vamos a crear la extensión SIP 2500, para esto sólo debemos agregar este número en el campo "User Extensions", luego en el "Display name" ponemos Ángel Cárdenas.

Después de esto, nos vamos al "secret" y colocamos 9622 como clave. Seguimos hacia abajo y habilitamos la opción de buzón de voz y le agregamos como clave el número 9622.

Vamos a la parte del fondo y le damos a "Submit".



The screenshot shows the Elastix PBX Configuration interface. The main title is "Extension: 7274". The left sidebar has a tree structure with "Opción" selected, showing "freePBX Sin embeber" as the root node. Other nodes include "Básico", "Extensiones", "Códigos de funcionalidades", "Configuración General", "Rutas Salientes", "Troncales", "Control de Llamadas entrantes", "Rutas Entrantes", "Anuncios", "Sigueme", "IVR", "Otros Destinos", and "Colas". The main content area has sections for "Display Name" (Angel Cardenas), "CID Num Alias" (empty), "SIP Alias" (empty), and "Extension Options" with dropdowns for "Outbound CID" (empty), "Ring Time" (Default), and "Call Waiting" (Enable). The right sidebar lists "Add Extension" and a list of extensions: Operadora <9>, Mario Cueva <7272>, Daniel Astudillo <7273>, Angel Cardenas <7274>, Jorge Ordonez <7275>, Graciela Romero <7276>, Maria Sanchez <7277>, Jorge Salcedo <7278>, Bibiana Ludena <7279>, Ana Avalos <7280>, Centro Obstetrico <7281>, Calderos <7282>, and Casetas Principales <7283>.

Luego de esto, nos aparece en la parte superior de la página un cintillo o banda de color rosado claro que dice: "Apply Configuration Changes Here", damos clic sobre dicha banda (la cual debe desaparecer después de haber dado clic)

Si tenemos que crear varias extensiones en nuestro caso 52 se utiliza la pestaña "Extensions Batch", en la cual nos señala un formato para la creación de extensiones por lotes, (Seleccionamos Clic en descargar Extensiones), para ello es conveniente haber creado una extensión, con todos los campo requeridos y luego ir ingresando acorde a este formato; en nuestro caso se presenta el siguiente esquema:

Display Name	User Extension	Direct DID	Outbound CID	Call Waiting	Secret	Voice mail Status	Voice mail Password	VM Email Address	VM Pager Address	VM Options	VM Email Attachment	VM Play CLI	VM Play ID	VM Delete Envelope	VM Vmail	Context
Mario Cueva	7272			ENABLED	1103	enabled	1103				no	yes	yes	no	from-internal	
Daniel Astudillo	7273			ENABLED	9621	enabled	9621				no	yes	yes	no	from-internal	
Angel Cardenas	7274			ENABLED	9622	enabled	9622				no	yes	yes	no	from-internal	

Jorge Ordonez	7275			ENA BLED	9623	enabl ed	9623				no	ye s	yes	no	from - internal
Graciela Romero	7276			ENA BLED	9624	enabl ed	9624				no	ye s	yes	no	from - internal
Maria Sanchez	7277			ENA BLED	9625	enabl ed	9625				no	ye s	yes	no	from - internal
Jorge Salcedo	7278			ENA BLED	9626	enabl ed	9626				no	ye s	yes	no	from - internal
Bibiana Ludena	7279			ENA BLED	9627	enabl ed	9627				no	ye s	yes	no	from - internal
Ana	7280			ENA	962	enabl	9628				no	ye	yes	no	from

Avalos				BLED	8	ed						s				- internal
Centro Obstetrico	7281			ENA BLED	9629	enabled	9629					no	yes	yes	no	from - internal
Calderos	7282			ENA BLED	9630	enabled	9630					no	yes	yes	no	from - internal
Caseta Principal	7283			ENA BLED	9631	enabled	9631					no	yes	yes	no	from - internal
Caseta Emergencia	7284			ENA BLED	9632	enabled	9632					no	yes	yes	no	from - internal
Central Esteriliz	7285			ENA BLED	9633	enabled	9633					no	yes	yes	no	from -

acción															internal
Centro Quirúrgico	7286			ENA BLED	9634	enabled	9634				no	yes	yes	no	from - internal
Gestión Financiera Coordinador	7287			ENA BLED	9635	enabled	9635				no	yes	yes	no	from - internal
Estados Financieros	7288			ENA BLED	9636	enabled	9636				no	yes	yes	no	from - internal
Gestión Financiera Secretaría	7289			ENA BLED	9637	enabled	9637				no	yes	yes	no	from - internal
Comuni	7290			ENA	963	enabl	9638				no	ye	yes	no	from

cacon Social				BLED	8	ed						s				- internal
Cirugia Est Enf	7291			ENA BLED	9639	enabled	9639					no	yes	yes	no	from - internal
Clinica Est Enf	7292			ENA BLED	9640	enabled	9640					no	yes	yes	no	from - internal
Dispensario IESS	7293			ENA BLED	9641	enabled	9641					no	yes	yes	no	from - internal
Daniel Leon	7294			ENA BLED	9642	enabled	9642					no	yes	yes	no	from - internal
Patricia Rivera	7295			ENA BLED	9643	enabled	9643					no	yes	yes	no	from -

															internal
Fisiatria	7296			ENA BLED	964 4	enabl ed	9644				no	ye s	yes	no	from - internal
Gineco Obstetri a Est Enf	7297			ENA BLED	964 5	enabl ed	9645				no	ye s	yes	no	from - internal
Laborat orio Exame nes	7298			ENA BLED	964 6	enabl ed	9646				no	ye s	yes	no	from - internal
Compras Publicas	7299			ENA BLED	964 7	enabl ed	9647				no	ye s	yes	no	from - internal
Thues man Montan	7300			ENA BLED	964 8	enabl ed	9648				no	ye s	yes	no	from - internal

Pediatria Est Enf	7306			ENA BLED	9654	enabled	9654				no	yes	yes	no	from - internal
Alba Pena	7307			ENA BLED	9655	enabled	9655				no	yes	yes	no	from - internal
Demanda y Oferta	7308			ENA BLED	9656	enabled	9656				no	yes	yes	no	from - internal
Rayos X	7309			ENA BLED	9657	enabled	9657				no	yes	yes	no	from - internal
Salud Mental	7310			ENA BLED	9658	enabled	9658				no	yes	yes	no	from - internal
Fausto	7311			ENA	9659	enabled	9659				no	yes	yes	no	from

Fuertes				BLED	9	ed						s				- internal
Trabajo Social	7312			ENA BLED	9660	enabled	9660					no	yes	yes	no	from - internal
UCI. Est Enf	7313			ENA BLED	9661	enabled						no	no	no	no	from - internal
Priscila Coronel	7314			ENA BLED	9662	enabled	9662					no	yes	yes	no	from - internal
Unidad Quemados Est Enf	7315			ENA BLED	9663	enabled	9663					no	yes	yes	no	from - internal
Hemodialisis	7316			ENA BLED	9664	enabled	9664					no	yes	yes	no	from -

															internal
Laboratorio Secretaría	7317			ENA BLED	9665	enabled	9665			no	yes	yes	no		from - internal
Martha González	7318			ENA BLED	9666	enabled	9666			no	yes	yes	no		from - internal
Jenny Leon	7319			ENA BLED	9667	enabled	9667			no	yes	yes	no		from - internal
Emergencia Est Enf	7320			ENA BLED	9668	enabled	9668			no	yes	yes	no		from - internal
Operadora	9			ENA BLED	9669	enabled	9669			no	yes	yes	no		from - internal

Una vez realizado se lo guarda con la extensión .csv, seguidamente se realiza clic en examinar, se selecciona el archivo y se realiza clic en guardar.



The screenshot shows the Elastix PBX Configuration interface. The top navigation bar includes links for Acerca de Elastix 1.6-12, Cerrar Sesión, Sistemas, PBX, Fax, Email, IM, Reports, Extras, and Agenda. Below the navigation is a sub-menu with links for PBX Configuration, Flash Operator Panel, Voicemails, Monitoring, Endpoint Configuration, Conference, Extensions Batch, and Tools. A message at the top states 'Total de extensiones actualizadas: 52'. The main content area is titled 'Batch of Extensions' and contains a form with fields for 'Archivo:' (required), 'Guardar', 'Examinar...', 'Descargar Extensiones', and 'Eliminar todas las extensiones'. A note below the form specifies: 'La cabecera del archivo debe estar en la primera linea y debe tener como mínimo 3 columnas: Display Name, User Extension, Secret. Si carga un archivo con extensiones ya creadas, estas extensiones serán actualizadas.' At the bottom of the page, a footer note states: 'Elastix is licensed under [GPL](#) by [PaloSanto Solutions](#). 2006 - 2009'.

Nota: En cada extensión dentro de device Option se debe ingresar en el campo disallow: all y allow: g722; para trabajar con el códec G722.

En cada creación de extensión se habilita el correo de voz y se ingresa un password para el mismo.

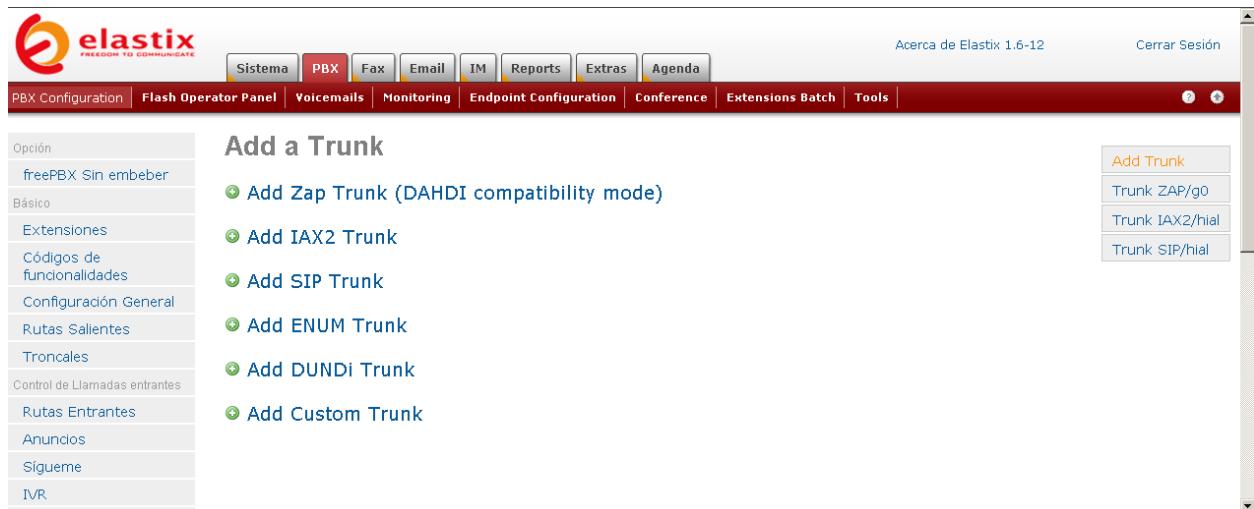
ANEXO 4.2

CONFIGURACIÓN DE TRONCALES IAX2 ENTRE LOS DOS SERVIDORES ELASTIX (DPSL Y HIAL)

Se denomina Troncal al envío y recepción de llamadas por un medio, permitiendo interactuar con la Red PSTN o Redes de VoIP.

Para la conexión de las dos centrales Elastix a través del protocolo IAX2 se lo realiza de la siguiente manera:

Dentro del menú PBX de la Interfaz Web; en la parte derecha seleccionamos clic en troncales; dentro de este seleccionamos Add IAX2 Trunk.



Los campos más importantes son Maximum Channels; Dial Rules (Reglas de Marcado); dentro de salidas de llamadas (Outgoing Settings) están Trunk name (Nombre de la troncal); Peer details (detalles del Punto); dentro de configuración de salidas de llamadas (Incoming Settings)

están User Context y User Details. Los cuales se los ingresa conforme lo indica la imagen que se muestra a continuación para el servidor HIAL:

- Conferencias
- Otras Aplicaciones
- Música en Espera
- Conjuntos de PIN
- Paginación e Intercomunicación
- Estacionamiento
- Grabaciones del Sistema
- Acceso Remoto
- Devolver Llamada
- DISA

Outgoing Settings

Trunk Name:

PEER Details:

```
allow=g722
host=10.104.37.2
qualify=yes
secret=dpshial123
type=peer
username=hial
```

Incoming Settings

USER Context:

USER Details:

```
context=from-trunk
secret=dpshial123
type=user
```

Para el servidor DPSL se muestra la siguiente pantalla:

- [Otras Aplicaciones](#)
- [Música en Espera](#)
- [Conjuntos de PIN](#)
- [Paginación e Intercomunicación](#)
- [Estacionamiento](#)
- [Grabaciones del Sistema](#)
- [Acceso Remoto](#)
- [Devolver Llamada](#)
- [DISA](#)

Trunk Name:

PEER Details:

```
allow=g722
host=10.104.33.2
qualify=yes
secret=dpshial123
type=peer
username=dps1
```

Incoming Settings

USER Context:

USER Details:

```
context=from-trunk
secret=dpshial123
type=user
```

Para las reglas de marcado o Dial Rules, permiten conectar llamadas al exterior. Para ello se crea patrones utilizando reglas os simboles que a continuación se indican:

- X Puede ser cualquier número del 0 al 9
- Z Puede ser cualquier número del 1 al 9
- N Puede ser cualquier número del 2 al 9

Con esta expresión puede machar con los números 1, 2, 3, 5, 7, 8, 9, [1235-79] también se pueden poner letras dentro. Siempre entre corchetes.

- . Es un comodín, puede ser uno o más números
- | Separa los prefijos de marcación de los números marcados.

Un pequeño ejemplo es:

9|NXXXXXX Coincide con "95551234" pero solamente pasa al proveedor "5551234"

[2-7]XX Coincide con los números del 200-799. En esta parte de los troncales se recomienda no asignar ningún patrón de marcado; ya que se lo realiza en las rutas salientes. Los patrones de marcado en los troncales son efectivos para enviar números adicionales siempre a nuestro marcado.

ANEXO 4.3

CREACIÓN DE RUTAS SALIENTES

Las rutas salientes son sumamente importantes en conjunto con los patrones de marcado a la hora de tomar decisiones para utilizar los diferentes troncos.

Lo primero que haremos es ir al menú donde dice “Rutas Salientes” y le daremos clic, los campos más importantes son: “Route Name” pondremos un nombre descriptivo, Route Password, código para acceder a esta ruta saliente, Emergency Dialing: Sirve para definir si el tronco se va utilizar para llamadas de emergencias, como es el caso del 911 en nuestro país. Dial Patterns: se ingresa patrones de marcado (para llamadas locales, nacionales, internacionales. Trunk Secuence: nos permite seleccionar varios troncales en caso de un fallo o esté ocupado el troncal. En nuestro caso, seleccionamos la troncal IAX2 creadas anteriormente. Para finalizar damos clic en submit changes. A continuación se muestran las pantallas del HIAL y la DPSL respectivamente.

Extensões
Códigos de funcionalidades
Configuración General
Rutas Salientes
Troncales
Control de Llamadas entrantes
Rutas Entrantes
Anuncios
Sígueme
IVR
Otros Destinos
Colas
Grupos de Timbrado
Condiciones de Tiempo
Opciones Internas & Configuración
Conferencias
Extensões
Códigos de funcionalidades
Configuración General
Rutas Salientes
Troncales
Control de Llamadas entrantes
Rutas Entrantes
Anuncios
Sígueme
IVR
Otros Destinos
Colas
Grupos de Timbrado
Condiciones de Tiempo
Opciones Internas & Configuración
Conferencias
Otras Aplicaciones

Route Name: dpsl [Rename](#)

Route Password:

PIN Set:

Emergency Dialing:

Intra Company Route:

Music On Hold?

Dial Patterns

8XXX

Dial patterns wizards:

Trunk Sequence

0	<input type="button" value="IAX2/hial"/>	<input type="button" value="Delete"/>
<input type="button" value="Add"/>		

Route Name: hial [Rename](#)

Route Password:

PIN Set:

Emergency Dialing:

Intra Company Route:

Music On Hold?

Dial Patterns

7XXX

Dial patterns wizards:

Trunk Sequence

0	<input type="button" value="IAX2/dpsl"/>	<input type="button" value="Delete"/>
<input type="button" value="Add"/>		

Obsérvese que en el patrón de marcado está 7XXX es decir que todo marcado que sea de 4 dígitos y empiece 7 (las X significa un número del 0 al 9), tomará la troncal IAX2.

Creación de Rutas Entrantes

Se crean rutas entrantes para poder manejar las llamadas realizadas por el mundo exterior, hacia nuestra central, y darles un destino determinado a las mismas, (una extensión directamente, una recepcionista física, una recepcionista digital, un IVR, una cola, un grupo de timbrado, una condición de tiempo, etc.)

Para nuestro caso procederemos a realizar el destino hacia una extensión y a una cola.

A continuación se muestra una pantalla de la configuración de llamadas entrantes en el servidor HIAL y la DPSL cuyo destino es una extensión.



Source:

Set Destination

IVR:

 Terminate Call:

 Extensions:

 Voicemail:

 Phonebook Directory:

Para los dos servidores es la misma configuración,
 Finalmente seleccionamos Submit.

Para la creación de cola realizamos los siguientes pasos:

Dentro de la pestaña PBX, realizamos clic en colas; e ingresamos los valores de los atributos de la siguiente manera:

Queue Number: 3000

Queue Name: CENTRAL

Static Agentes: Ingresamos las extensiones 7272 a la 7279.

Agent Announcement: (Seleccionamos un mensaje o grabación. Ver anexo 4.4)

Join Announcement: Colocamos el mensaje de bienvenida creado en grabaciones del sistema (Ver anexo 4.4)

Max Wait Time: Seleccionamos ilimitado, esto nos permitirá medir el ancho de banda

Join Empty: Yes

Ring Strategy: Ringall

Agent Timeout: 15 seg

Retry: 5 seg

CALLER POSITION ANNOUNCEMENTS

Frequency: 1 min

Announce Position: Yes

PERIODIC ANNOUNCEMENTS

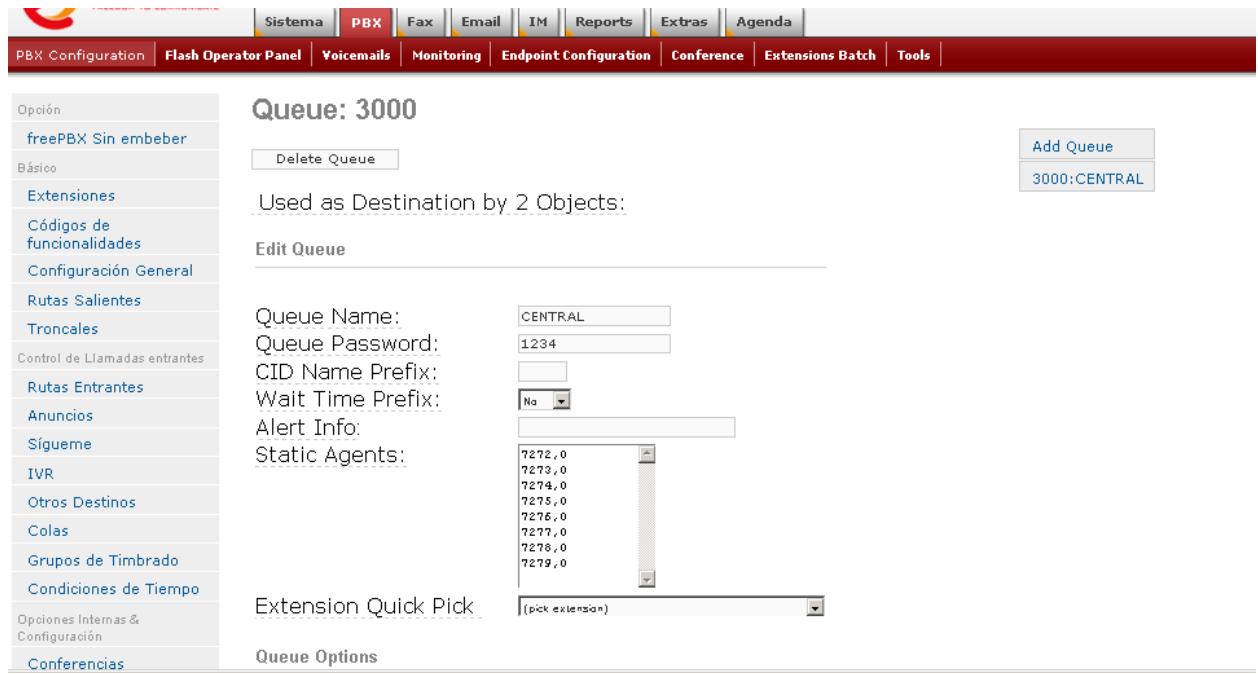
IVR Break Out Menu: none

Repeat Frequency: 2 min

FAIL OVER DESTINATION

QUEUE: CENTRAL<3000>

Luego enviamos Submit Changes y guardarmos la configuración.



Nota: Para poder llamar desde el servidor DPSL al servidor HIAL; como llamadas externas debemos agregar un patrón de marcado en rutas salientes 3XXX (significa que cuando marque cualquier extensión de la DPSL cuatro dígitos que empiece por el 3 será enviado a través de la troncal IAX2 DPSL, que conecta con la troncal HIAL), a continuación de captura la pantalla de rutas salientes de la DPSL.

Para mas informa de colas ver Apéndice 2.

Delete Route hial

Route Name: hial [Rename](#)

Route Password:

PIN Set: [None](#)

Emergency Dialing:

Intra Company Route:

Music On Hold? [default](#)

Dial Patterns

3XXX
7XXX

[Clear & Remove duplicates](#)

Dial patterns wizards: [\(pick one\)](#)

Trunk Sequence

0	TAX2/dpsl	
	<input type="text"/>	
	Add	

[Submit Changes](#)

0 dpshial
1 hial

ANEXO 4.4

GRABACIONES DEL SISTEMA

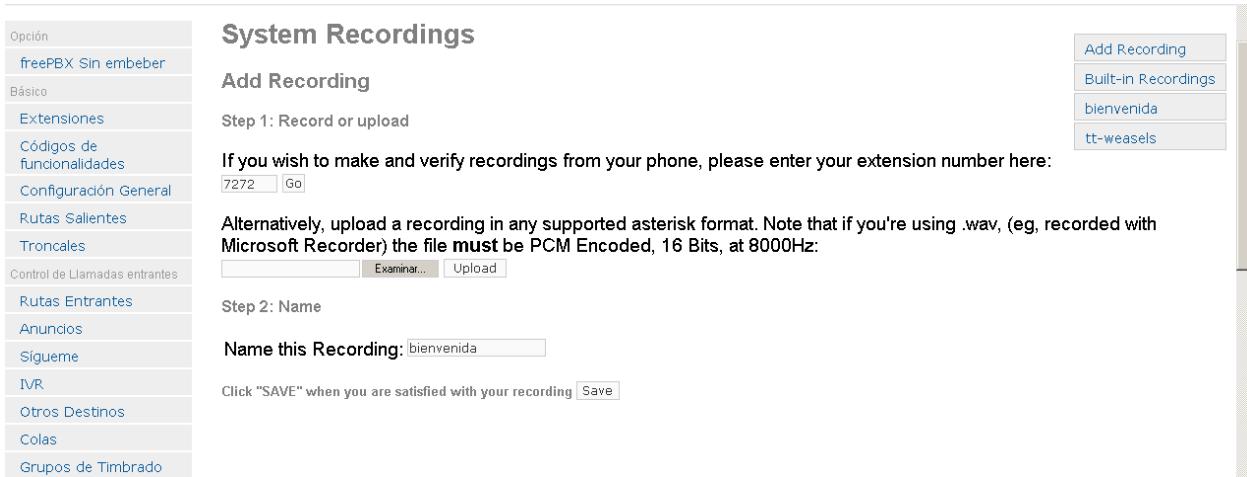
Personalizado

Para realizar las grabaciones del sistema se debe de tomar en cuenta si se realiza una grabación personalizada o si se utiliza las ya existentes.

Para realizar una grabación personalizada seleccionamos la pestaña PBX luego realizamos clic en grabaciones del sistema; Para ello se lo realiza en dos pasos:

- En el primer lugar en el cuadro donde dice “If you wish to make and verify recordings from your phone, please enter your extension number here:” ingresamos una extensión donde se grabará el mensaje, y realizamos clic en GO; inmediatamente se despliega nuevas opciones en donde indica marcar *77 desde la extensión que se eligió en la parte anterior. Una vez marcado aparecerá un tono “beep” y comenzamos a grabar, para terminar la grabación presionamos #. Seguidamente
- El segundo paso es poner el nombre de la grabación en el cuadro donde dice Name this recording en nuestro caso lo grabamos como bienvenida, este es utilizado en la cola indicada en el anexo 4.3.

Una vez realizados estos dos pasos realizamos clic en **sabe** y realizamos clic en **aplicar cambios** en el sistema. Se observa debajo de **add Recording** aparece la grabación que hemos creado.



USO DE GRABACIÓN EXISTENTE

Para utilizar mensajes grabados de la central Asterisk seleccionamos “**Built-in Recordings**” y realizamos clic sobre este, luego se despliega una opción donde dice “**Select System Recording**”. Aquí aparecen todas las grabaciones del sistema, seleccionaremos “**tt-weasels**” y presionamos “**Go**”. En este momento se despliega un menú donde le podemos cambiar el nombre y ponerle una descripción al mismo. Cabe indicar que este archivo no puede ser modificado por lo se presenta el mensaje “**Direct Access Feature Code Not Available**”

Opción
freePBX Sin embeber
Básico
Extensiones
Códigos de funcionalidades
Configuración General
Rutas Salientes
Troncales
Control de Llamadas entrantes
Rutas Entrantes
Anuncios
Sígueme
IVR
Otros Destinos
Colas
Grupos de Timbrado

System Recordings

Edit Recording

 [Remove Recording](#) (Note, does not delete file from computer)

Change Name

virginia-beach

Descriptive Name

No long description available

Direct Access Feature Code Not Available:

Files:

virginia-beach			
			
<input type="button" value="Save"/>			

Add Recording
Built-in Recordings
bienvenida
tt-weasels
virginia-beach
yesterday

Nota: Se puede cambiar los mensajes con otros en la opción FILE.

Es conveniente en poner un password en las grabaciones ya que puede ser modificada por cualquier usuario al marca *77.

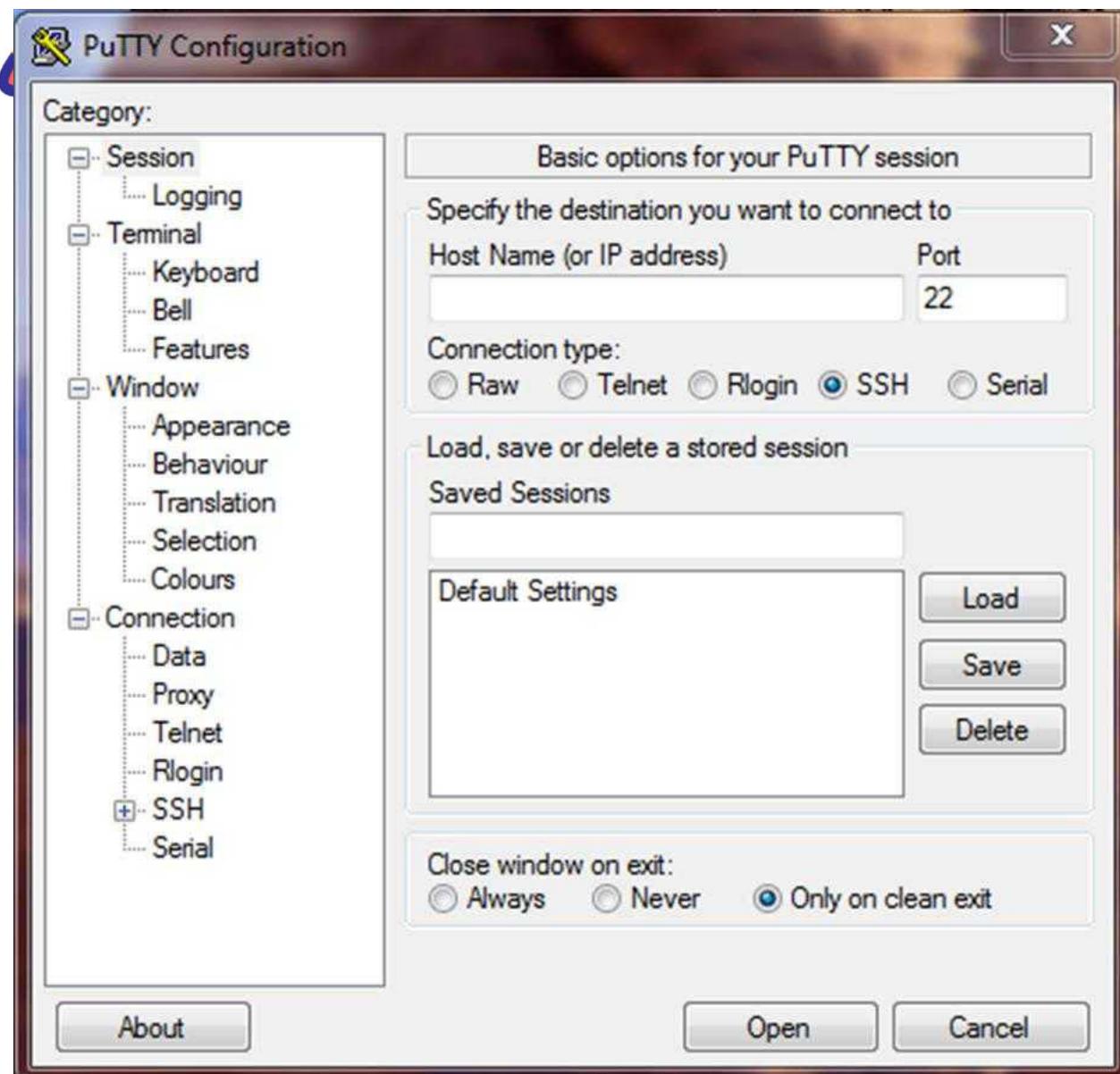
ANEXO 5

INSTALACIÓN Y UTILIZACIÓN DE PUTTY

Para poder administrar nuestra PBX a través de otro computador (Sistema Operativo Windows) mediante la línea de comandos, se utiliza “Putty”, que es una herramienta remota que utiliza el protocolo SSH (Este se lo puede descargar de la siguiente dirección: <http://www.chiark.greenend.org.uk/~sgtatham/putty/download.html>).

Una vez lo hayamos descargado, procederemos a ejecutarlo dando doble clic sobre el programa, luego saldrá una opción donde dice “Host name (or IP address).” Colocaremos el IP de nuestro servidor Elastix. Si queremos grabar esta conexión de forma tal que no tengamos que digitar otra vez la dirección IP, vamos a “Saved Sessions”.

Aquí escribiremos un nombre descriptivo como “mi central IP”, “Elastix”, etc., y le damos al botón de “Save”.



Realizamos clic al botón de “Open” y se presenta una ventana donde se nos preguntara “login as:” escribiremos “root” y en el password escribiremos nuestra contraseña. Si todo lo introdujimos de forma correcta, estaremos dentro de nuestra PBX Elastix de forma remota.

```
root@CENTRAL:~  
login as: root  
root@10.104.33.2's password:  
Last login: Sun Jun 27 05:52:20 2010 from 10.104.33.227  
  
Welcome to Elastix  
-----  
  
To access your Elastix System, using a separate workstation (PC/MAC/Linux)  
Open the Internet Browser using the following URL:  
http://10.104.33.2  
  
[root@CENTRAL ~]#
```

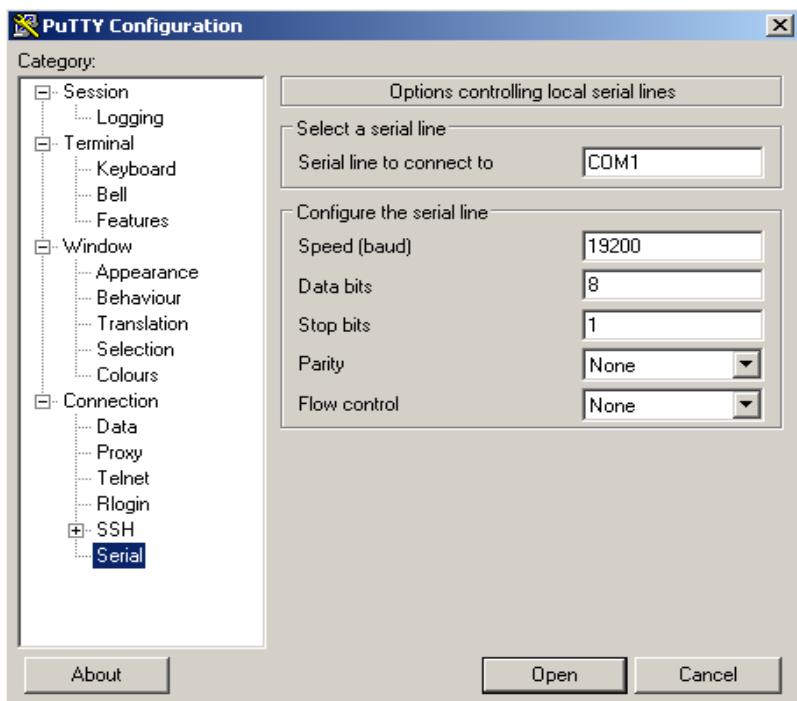
ANEXO 6

CONFIGURACIÓN DE LOS SWITCHES 3COM 4500

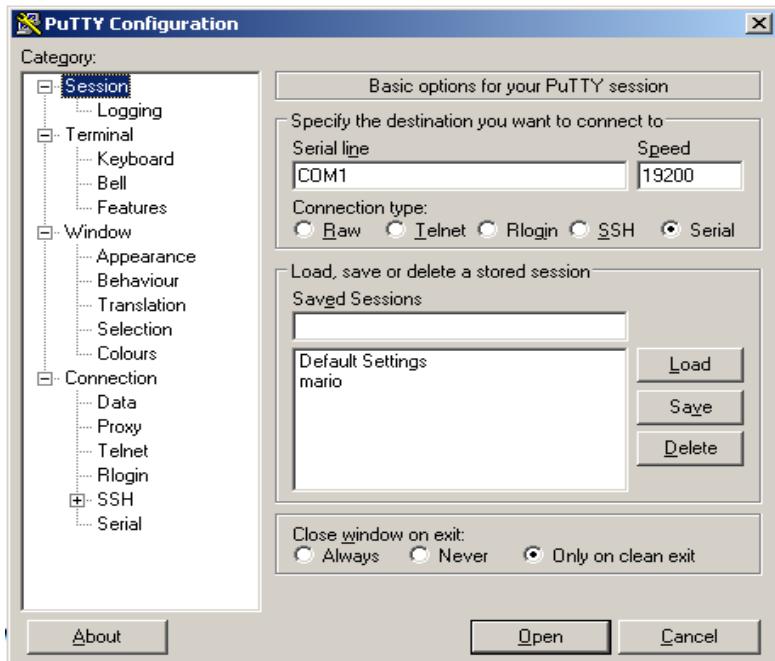
Primero configuramos el Switch acorde a la siguiente figura



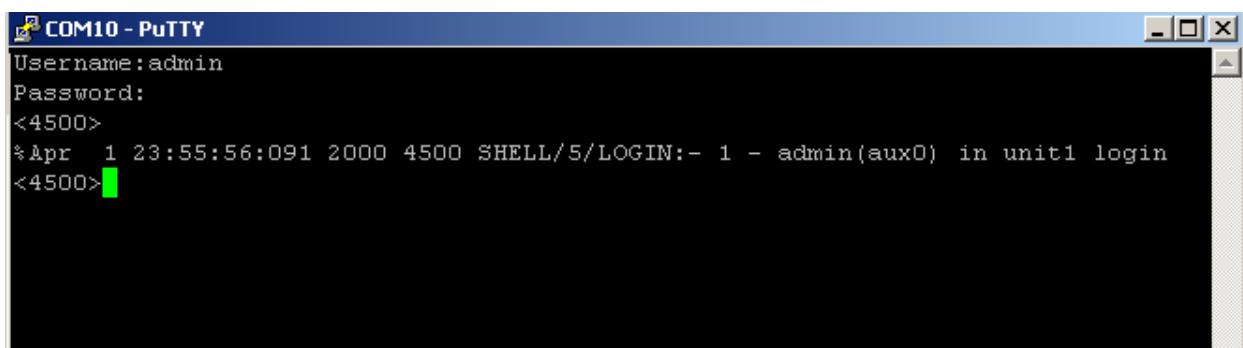
Luego a través del programa Putty(o cualquier programa de HyperTerminal), configuramos el puerto como lo indica la figura:



Luego realizamos clic en “Session” y seleccionamos serial, ponemos un nombre de sesión.



Realizamos clic en Open y aparecerá la consola como se indica y realizamos clic en Open.



Para nuestro caso utilizaremos vía administración de la web y consola; para administrar a través de la red realizamos la configuración de la IP de equipo 3com a través de la consola:

1. Una vez ingresado el usuario (usuario de nivel 3 “manage”) y password digitamos en la consola la siguiente:

system-view

interface Vlan-interface

ip address 10.104.32.225 255.255.255.224

2. Para mostrar nuestro configuración realizada ejecutamos el siguiente comando

Como lo indica la figura:

```
[HIAL]
[HIAL]display interface vla
[HIAL]display interface Vlan-interface 1
Vlan-interface1 current state :UP
Line protocol current state :UP
IP Sending Frames' Format is PKTFMT_ETHNT_2, Hardware address is 0024-738a-ad41
Internet Address is 10.104.32.225/27 Primary
Description : Vlan-interface1 Interface
The Maximum Transmit Unit is 1500

[HIAL]_
```

Connected 14:45:55 Auto detect 19200 8-N-1 SCROLL CAPS NUM Capture Print echo

3. Ingresamos la dirección <http://10.104.32.225> y aparece la siguiente figura una vez ingresado el usuario (admin) y password:

HIAL

Device Summary [Device View]

Device View Polling Interval Display Filter Color Key

Device Summary Save Configuration

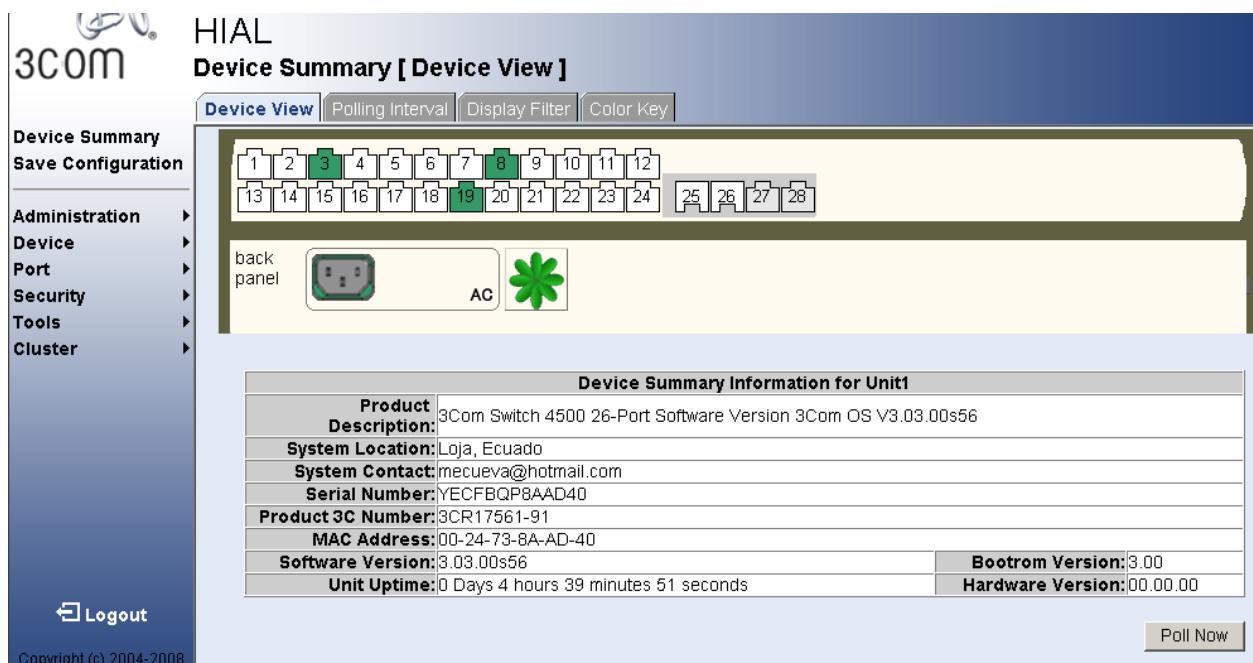
Administration Device Port Security Tools Cluster

Logout Copyright (c) 2004-2008

Device Summary Information for Unit1

Product Description:	3Com Switch 4500 26-Port Software Version 3Com OS V3.03.00s56	
System Location:	Loja, Ecuador	
System Contact:	mecueva@hotmail.com	
Serial Number:	YECFBQP8AAD40	
Product 3C Number:	3CR17561-91	
MAC Address:	00-24-73-8A-AD-40	
Software Version:	3.03.00s56	Bootrom Version: 3.00
Unit Uptime:	0 Days 4 hours 39 minutes 51 seconds	Hardware Version: 00.00.00

Poll Now



4. Para darle en nombre al Switch seleccionamos el menú
Administrador > IP Setup

HIAL

Administration > IP Setup [IP Setup]

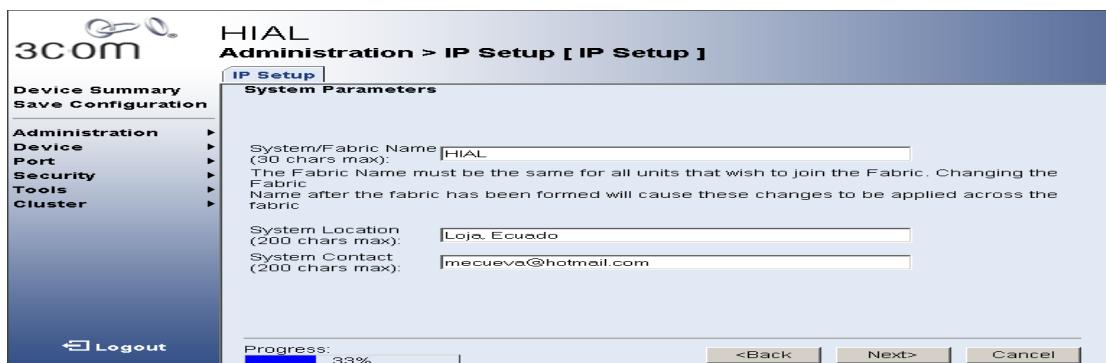
IP Setup System Parameters

System/Fabric Name: (30 chars max)
 The Fabric Name must be the same for all units that wish to join the Fabric. Changing the Fabric Name after the fabric has been formed will cause these changes to be applied across the fabric.

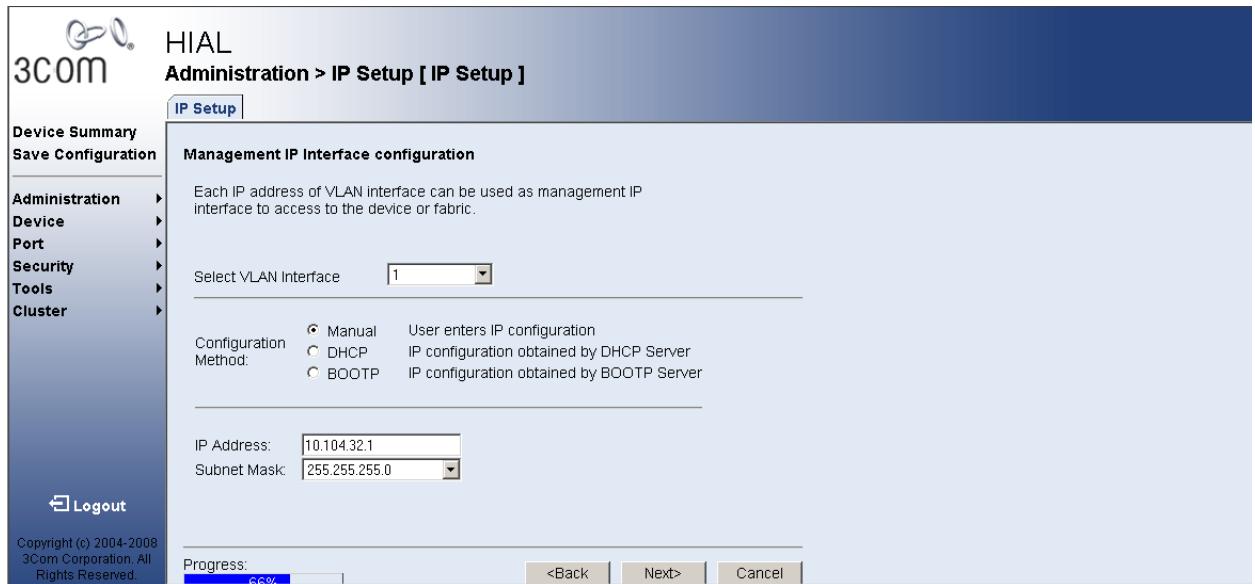
System Location: (200 chars max)
 System Contact: (200 chars max)

Progress:

<Back Next> Cancel



5. Ingresamos la dirección del Switch que será el Gateway de la subred equipos



3COM HIAL
Administration > IP Setup [IP Setup]

IP Setup

Management IP Interface configuration

Each IP address of VLAN interface can be used as management IP interface to access to the device or fabric.

Select VLAN Interface: **1**

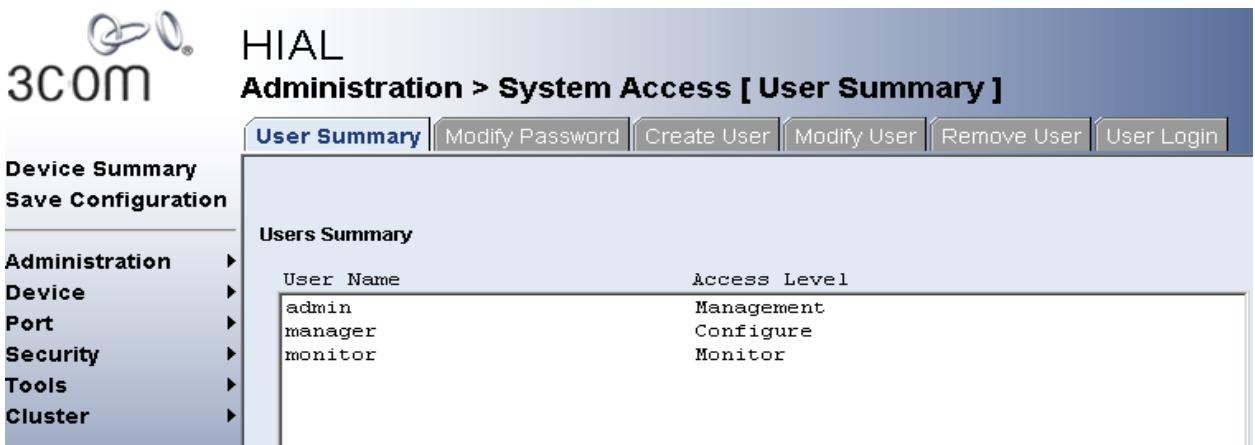
Configuration Method:

- Manual User enters IP configuration
- DHCP IP configuration obtained by DHCP Server
- BOOTP IP configuration obtained by BOOTP Server

IP Address: **10.104.32.1**
Subnet Mask: **255.255.255.0**

Progress: **66%** | <Back | Next> | Cancel |

6. Para configurar usuarios realizamos clic en el menú Administración System Access y modificamos los usuarios.



3COM HIAL
Administration > System Access [User Summary]

User Summary | Modify Password | Create User | Modify User | Remove User | User Login

Users Summary

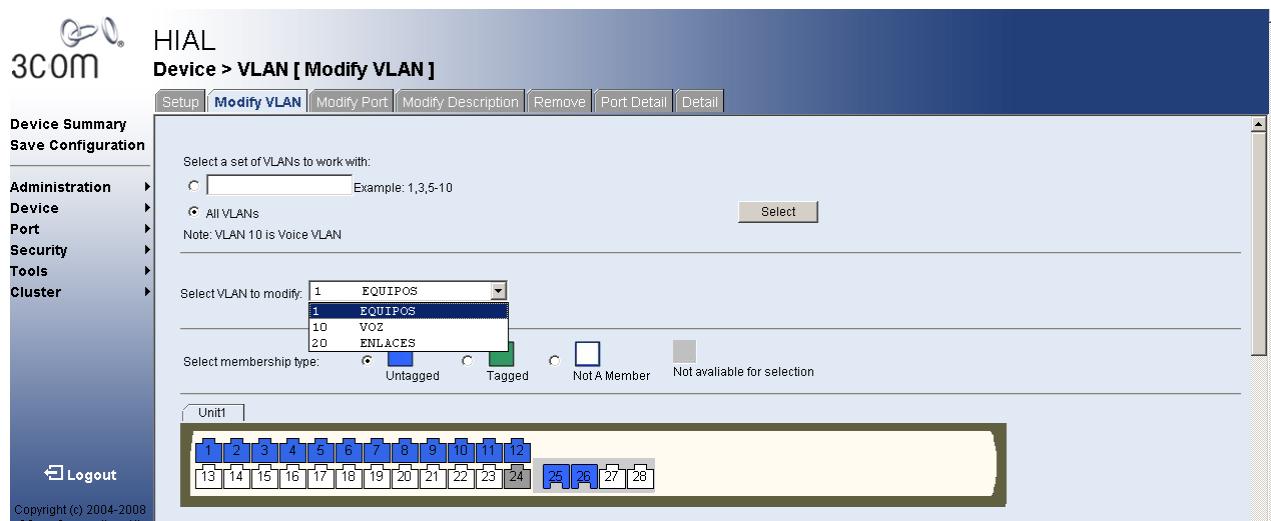
User Name	Access Level
admin	Management
manager	Configure
monitor	Monitor

7. Colocamos finalizar y guardamos la configuración en el Switch, realizando clic en el menú save configuración.

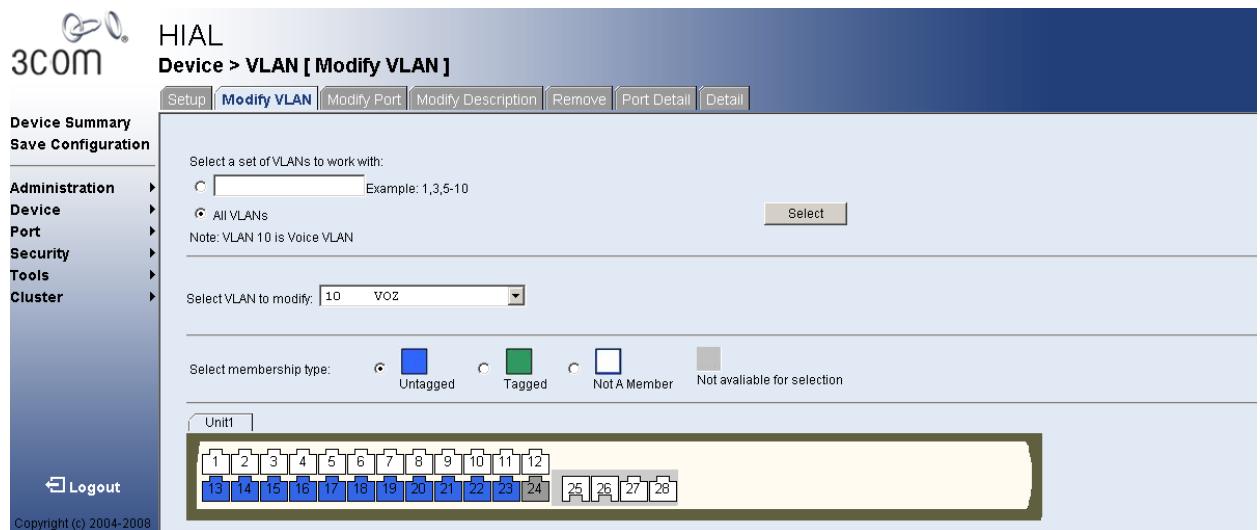
ANEXO 6.1

CONFIGURACIÓN DE SWITCH 3 COM PARA ESTABLECIMIENTO ENTRE LLAMADAS INTERNAS SWITCH 3COM HIAL

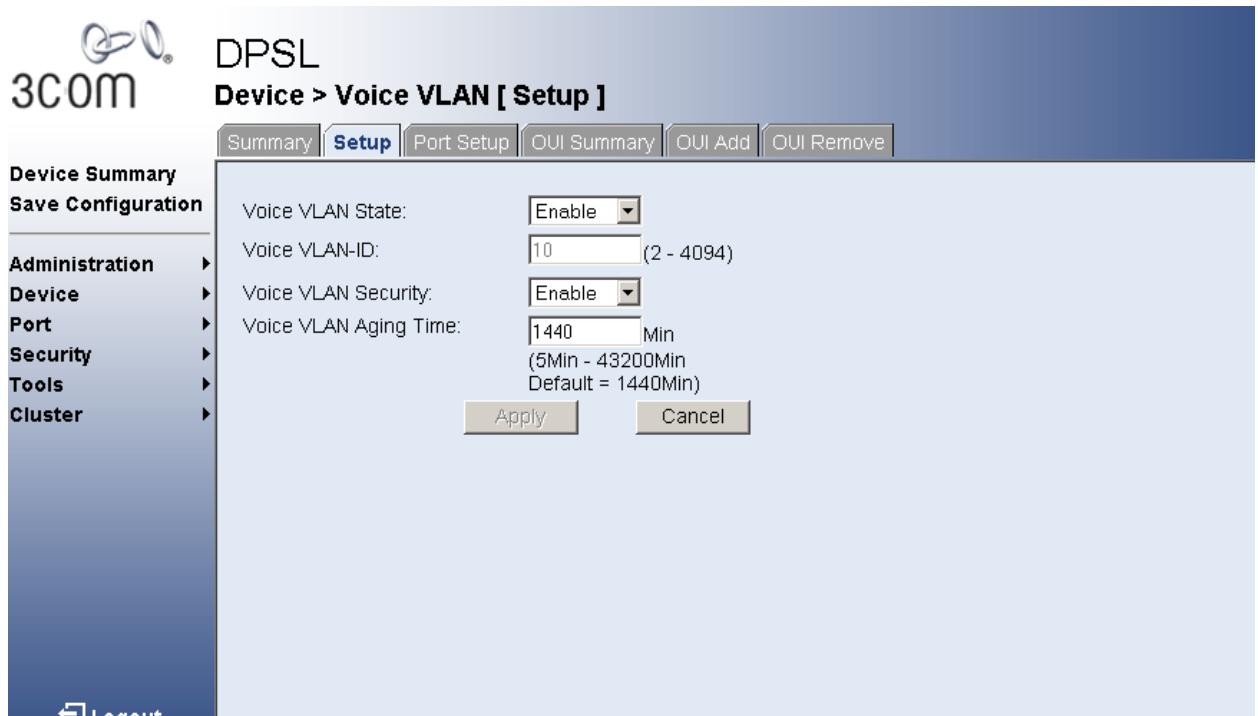
1. Seleccionamos el menú Device y luego VLAN y creamos las VLANs; para nuestro de caso de pruebas se crearán tres VLANs de datos y la Voice VLAN; las mismas que se describe a continuación de acuerdo a la tabla 3.15 y 3.16:
 VLAN 1 EQUIPOS; VLAN 2 Consulta Externa, VLAN 10 Voice, VLAN 20 Enlaces.
2. Luego dentro de Device > VLAN Seleccionamos la pestaña Modify VLAN



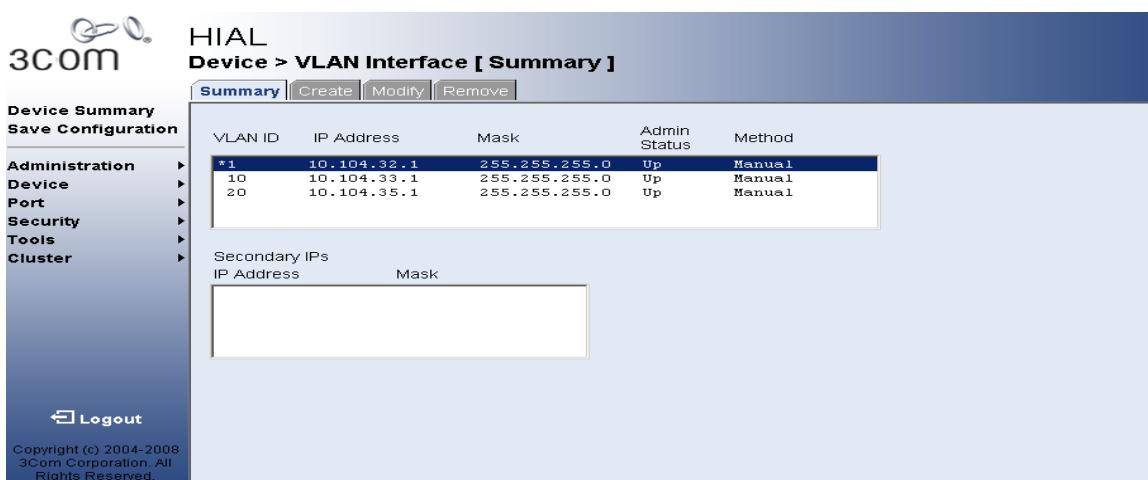
3. Se seleccionan la VLAN y los puertos que pertenecerán a la misma en nuestro caso se configura los puertos 1-12 para la VLAN Equipos; la VLAN de Voz del 13- 23 y la VLAN Enlaces 24.



4. Activamos la VLAN Voice, seleccionando el menú Device > Voice VLAN, habilitamos el estado, e ingresamos el ID de la VLAN.

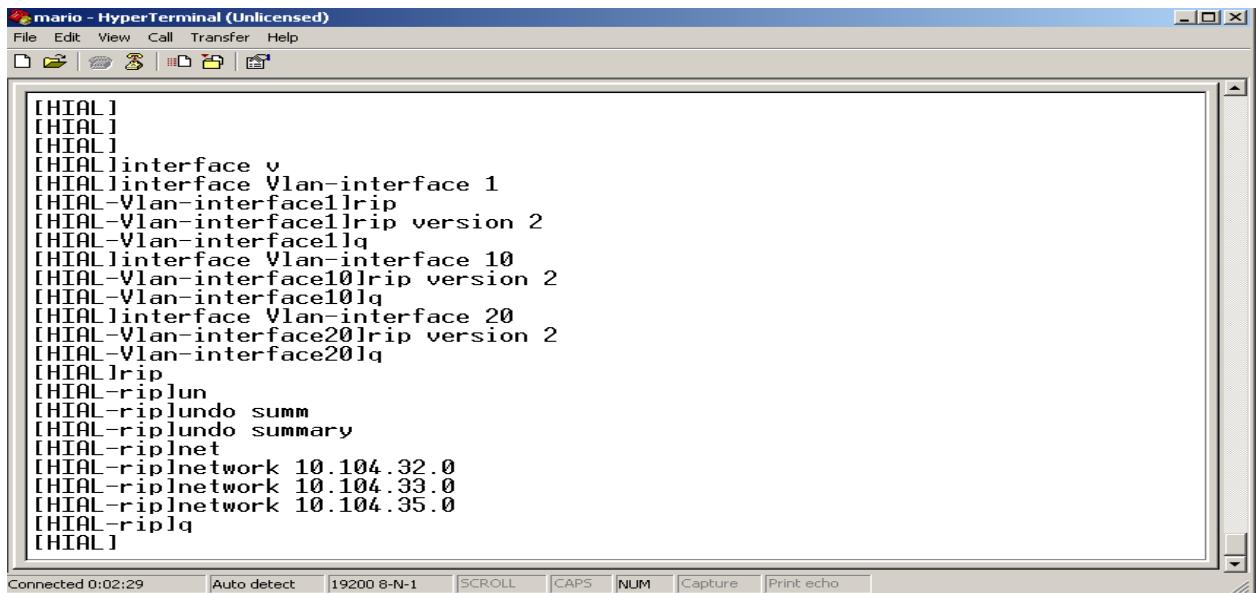


5. Seleccionamos el menú Device > VLAN interface y creamos las interfaces conforme lo indica la figura.



La interfaz 10.104.35.1 son la conexión para la DPSL; las otras dos interfaces es para Datos (10.104.32.1) y para Voz (10.104.33.1).

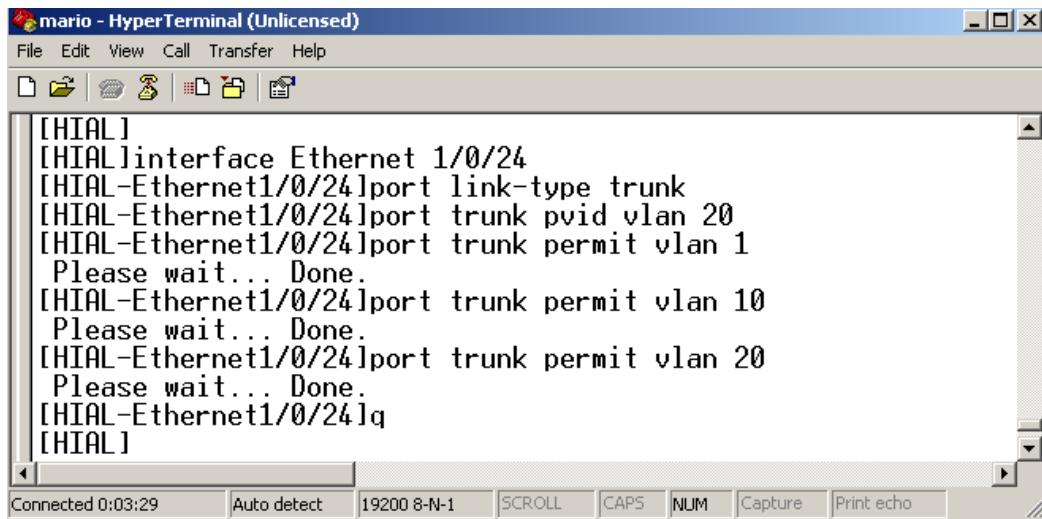
6. Ingresamos a la consola del Ruteador 3com del Hospital (HIAL) y procedemos a configurar el protocolo de ruteo (capa 3), para ello configuramos cada interfaz y el protocolo de ruteo (Se ha utilizado RIP versión 2)



```
mario - HyperTerminal (Unlicensed)
File Edit View Call Transfer Help
[ HIAL ]
[ HIAL ]
[ HIAL ]
[ HIAL ]interface v
[ HIAL ]interface Vlan-interface 1
[ HIAL -Vlan-interface1]rip
[ HIAL -Vlan-interface1]rip version 2
[ HIAL -Vlan-interface1]q
[ HIAL ]interface Vlan-interface 10
[ HIAL -Vlan-interface10]rip version 2
[ HIAL -Vlan-interface10]q
[ HIAL ]interface Vlan-interface 20
[ HIAL -Vlan-interface20]rip version 2
[ HIAL -Vlan-interface20]q
[ HIAL ]rip
[ HIAL -riplun
[ HIAL -riplundo summ
[ HIAL -riplundo summary
[ HIAL -riplnet
[ HIAL -riplnetwork 10.104.32.0
[ HIAL -riplnetwork 10.104.33.0
[ HIAL -riplnetwork 10.104.35.0
[ HIAL -riplq
[ HIAL ]
```

Connected 0:02:29 Auto detect 19200 8-N-1 SCROLL CAPS NUM Capture Print echo

7. Para nuestro ejemplo utilizaremos en puerto 24 como Trunk, y le permitimos que acepte cada VLAN creada en el ruteador 3COM, para ello seguimos los siguientes pasos:



```

mario - HyperTerminal (Unlicensed)
File Edit View Call Transfer Help
[ ] [ ] [ ] [ ] [ ] [ ] [ ]
[HIAL]
[HIAL]interface Ethernet 1/0/24
[HIAL-Ethernet1/0/24]port link-type trunk
[HIAL-Ethernet1/0/24]port trunk pvid vlan 20
[HIAL-Ethernet1/0/24]port trunk permit vlan 1
    Please wait... Done.
[HIAL-Ethernet1/0/24]port trunk permit vlan 10
    Please wait... Done.
[HIAL-Ethernet1/0/24]port trunk permit vlan 20
    Please wait... Done.
[HIAL-Ethernet1/0/24]q
[HIAL]

Connected 0:03:29 Auto detect 19200 8-N-1 SCROLL CAPS NUM Capture Print echo

```

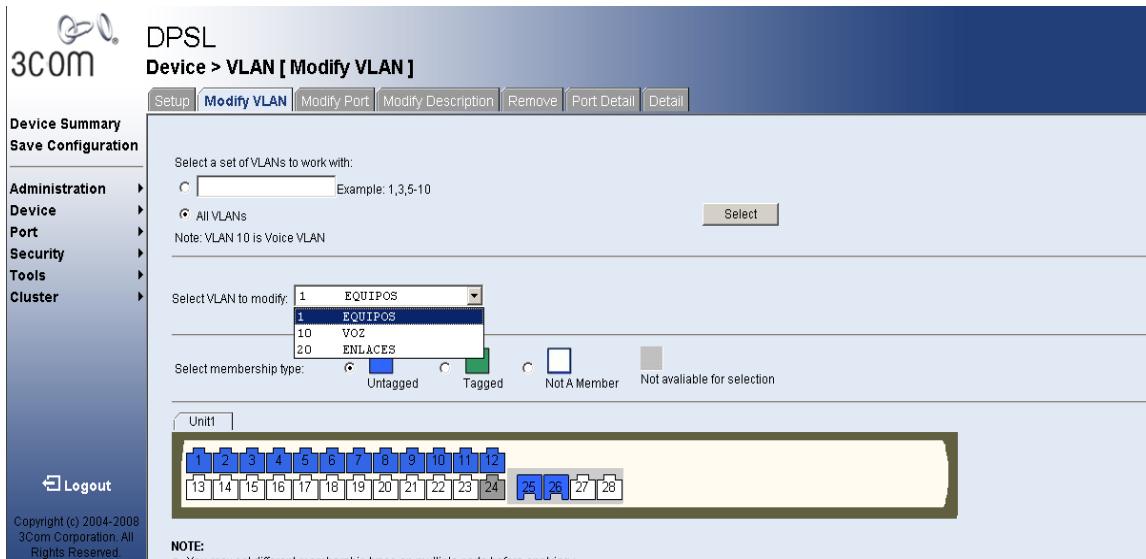
8. Salvamos la configuración en el Switch realizando clic en el Save Configuration (o usar el comando save main).

SWITCH 3COM DPSL

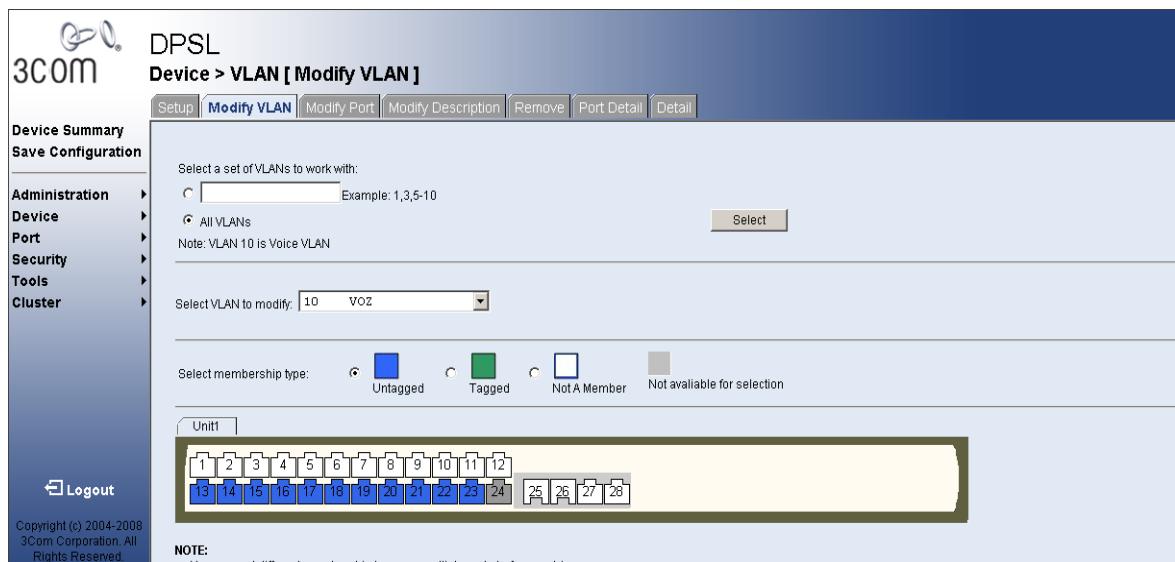
1. Ingresamos a la consola del Ruteador 3com de la dirección (DPSL) y procedemos a configurar las VLAN, para ello, seleccionamos el menú Device y luego VLAN y creamos las VLANS; para nuestro de caso de pruebas se crearán tres VLANs de datos, Voice VLAN; y Enlaces las mismas que se describe a continuación de acuerdo a la tabla 3.19

VLAN 1 EQUIPOS; VLAN 10 Voice, VLAN Enlaces.

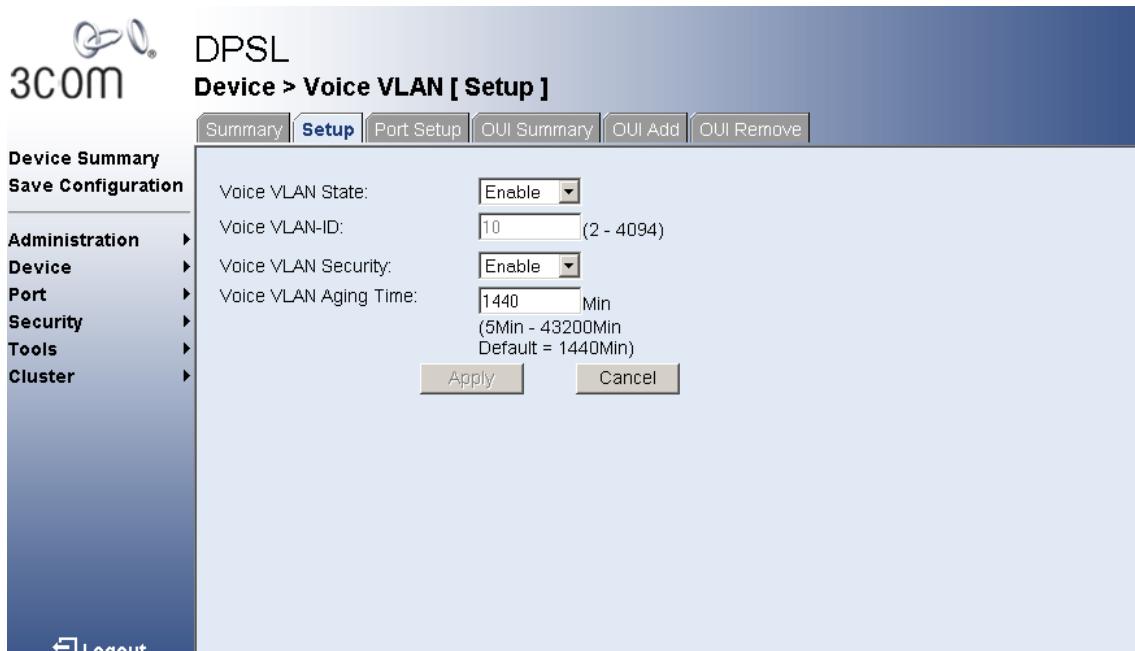
2. Luego dentro de Device > VLAN Seleccionamos la pestaña Modify VLAN



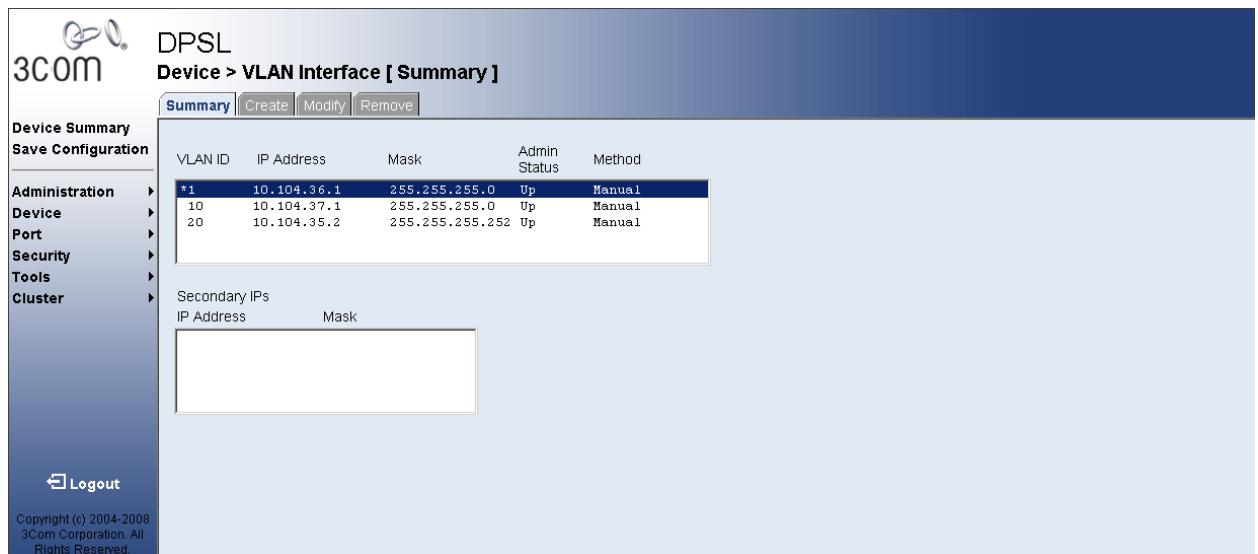
3. Se seleccionan la Vlan y los puertos que pertenecerán a la misma en nuestro caso se configura los puertos 1 -12 para la Vlan Equipos; la Vlan de Voz del 13- 23 y el 24 a la VLAN Enlaces.



4. Activamos la Vlan Voice, seleccionando el menú Device > Voice Vlan, habilitamos el estado, e ingresamos el ID de la Vlan.

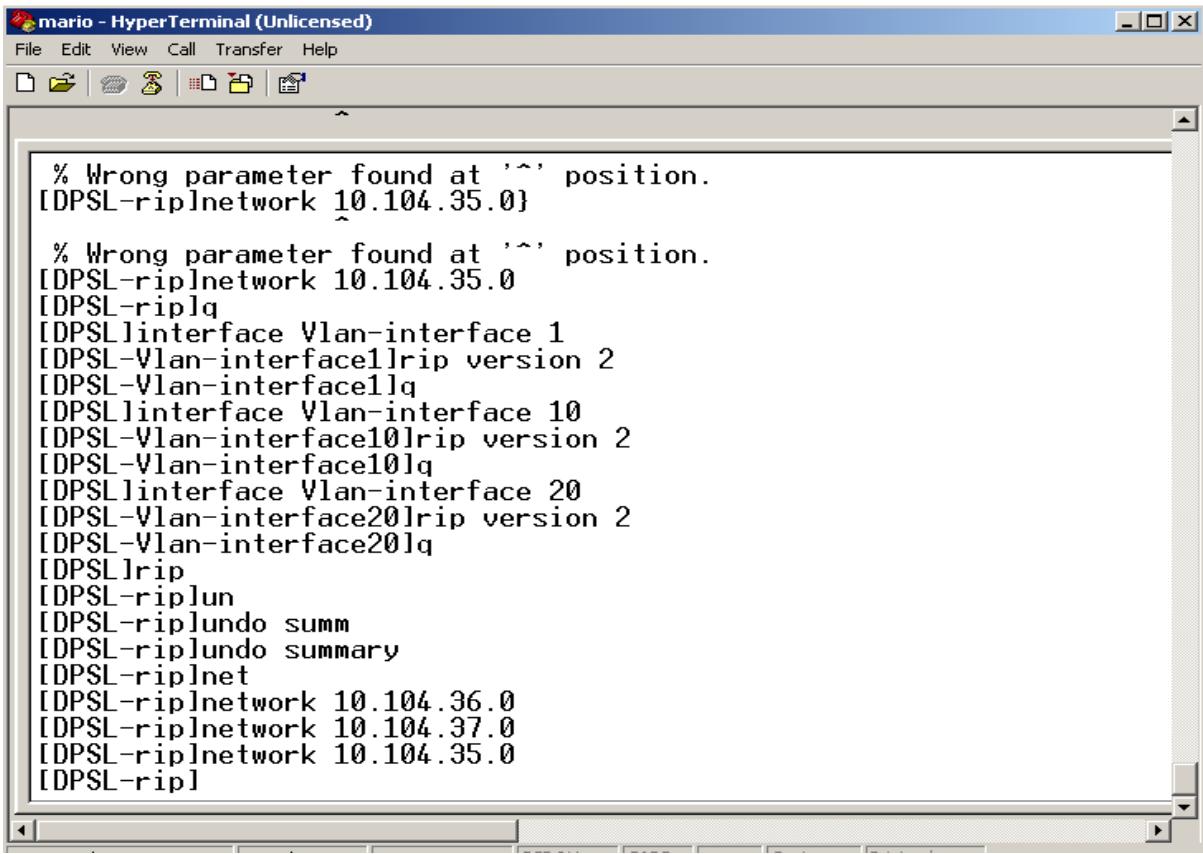


5. Seleccionamos el menú Device > VLAN interface y creamos las interfaces conforme lo indica la figura.



La interfaz 10.104.35.2 / 30 son la conexión para la DPSL; las otras dos interfaces es para Datos (10.104.36.1) y para Voz (10.104.37.1).

6. Ingresamos a la consola del Ruteador 3com de la Dirección Provincial (DPSL) y procedemos a configurar el protocolo de ruteo (capa 3), para ello configuramos cada interfaz y el protocolo de ruteo (Se ha utilizado RIP versión 2)



```

mario - HyperTerminal (Unlicensed)
File Edit View Call Transfer Help
File Open Save Exit
[ DPSL-riplnetwork 10.104.35.0]
[DPSL-riplnetwork 10.104.35.0]
[DPSL-riplq
[DPSL]interface Vlan-interface 1
[DPSL-Vlan-interface1]rip version 2
[DPSL-Vlan-interface1]q
[DPSL]interface Vlan-interface 10
[DPSL-Vlan-interface10]rip version 2
[DPSL-Vlan-interface10]q
[DPSL]interface Vlan-interface 20
[DPSL-Vlan-interface20]rip version 2
[DPSL-Vlan-interface20]q
[DPSL]rip
[DPSL-riplun
[DPSL-riplundo summ
[DPSL-riplundo summary
[DPSL-riplnet
[DPSL-riplnetwork 10.104.36.0
[DPSL-riplnetwork 10.104.37.0
[DPSL-riplnetwork 10.104.35.0
[DPSL-rip]

```

7. Para nuestro ejemplo utilizaremos en puerto 24 como Trunk, y le permitimos que acepte cada VLAN creada en el ruteador 3COM, para ello seguimos los siguientes pasos:



8. Salvamos la configuración en el Switch realizando clic en el Save Configuration (o usar el comando save main).

mario - HyperTerminal (Unlicensed)

File Edit View Call Transfer Help

[HIAL]
[HIAL]interface Ethernet 1/0/24
[HIAL-Ethernet1/0/24]port link-type trunk
[HIAL-Ethernet1/0/24]port trunk pvid vlan 20
[HIAL-Ethernet1/0/24]port trunk permit vlan 1
Please wait... Done.
[HIAL-Ethernet1/0/24]port trunk permit vlan 10
Please wait... Done.
[HIAL-Ethernet1/0/24]port trunk permit vlan 20
Please wait... Done.
[HIAL-Ethernet1/0/24]q
[HIAL]

9. Salvamos la configuración en el Switch realizando clic en el Save Configuration (o usar el comando save main).

ANEXO 7

PROFORMAS DE ELEMENTOS DE CENTRAL TELEFÓNICA

CLIENTE: HOSPITAL PROVINCIAL ISIDRO AYORA LOJA

RUC: 1160004660001

FECHA: 2010-04-26

PaloSanto Solutions – OpenSource Innovation

Tarjetería Telefónica

ITEM	P. Unit
Tarjeta OpenVox 4 Puertos FXO	\$365.91
Tarjeta OpenVox 8 Puertos FXO	\$619.75
Tarjeta OpenVox 12 Puertos FXO	\$907.68
Tarjeta Digium 4 Puertos FXO	\$750.00
Tarjeta Digium 8 Puertos FXO	\$1,300.00
Tarjeta Digium 12 Puertos FXO – Expandible a 24 Pts	\$1,800.00
Tarjeta Digium 12 Puertos FXO – Expandible a 24 Pts (Echo Cancelation)	\$2,220.00
Tarjeta Digium 16 Puertos FXO – Expandible a 24 Pts	\$2,200.00
Tarjeta Digium 16 Puertos FXO – Expandible a 24 Pts (Echo Cancelation)	\$2,600.00
Tarjeta Digium 24 Puertos FXO	\$2,800.00
Tarjeta Digium 24 Puertos FXO (Echo Cancelation)	\$3,350.00
Tarjeta OpenVox 1 puerto E1 (ISDN/PRI)	\$700.00
Tarjeta Digium 1 puerto E1 (ISDN/PRI)	\$1,250.00
Media Kit – Patch Panel 24 Pts y Cable Amphenol	\$250.00

Teléfonos VoIP y Gateways VoIP (ATA's)

ITEM	P. Unit
Teléfono VoIP Básico ATCOM AT530 – Soporte 1 línea	\$108.00
Teléfono VoIP Básico ATCOM AT530P – Soporte 1 línea y POE	\$126.15
Teléfono VoIP Ejecutivo ATCOM AT620P – Soporte 2 líneas y POE	\$146.77
Teléfono VoIP Ejecutivo ATCOM AT620 – Soporte 2 líneas	\$152.31
Teléfono VoIP Básico Yealink SIPT20 – Soporte 2 líneas	\$107.00
Teléfono VoIP Básico Yealink SIPT20P – Soporte 2 líneas y POE	\$126.90
Teléfono VoIP Ejecutivo Yealink SIPT22P – Soporte 3 líneas y POE	\$156.60
Teléfono VoIP Operadora Yealink SIPT28P – Soporte 6 líneas y POE	\$253.80
Modulo de Expansión (Consola) Teléfono de Operadora Yealink SIPT28P (38 extensiones)	\$140.40
Teléfono VoIP Básico Aastra 6731i – Soporte 6 líneas y POE	\$210.00
Teléfono VoIP Ejecutivo Aastra 6755i – Soporte 9 línea y POE	\$334.70
Teléfono VoIP Operadora Aastra 6757i – Soporte 9 líneas y POE	\$374.85
Modulo de Expansión Teléfono de Operadora Aastra 57i (60 extensiones)	\$267.75
Gateway de Voz (ATA) – 2 FXS o 2 FXO – D-Link	\$115.00
Gateway de Voz (ATA) – 4 FXS o 2 FXO – D-Link	\$350.00

*** Los precios no incluyen IVA**

**** Forma de pago 70% de anticipo saldo contra entrega**

*** Tiempo de entrega según disponibilidad del hardware
(Confirmar)

ANEXO 8

PROFORMAS ALCATEL CENTRAL TELEFÓNICA OXO



Alcatel-Lucent 

CQ-75037-4
24/JUL/09

RESUMEN DE PRECIOS

ITEM	DESCRIPCION	CANT.	CONFIGURACION Y PRECIO
A. MIGRACION DEL SERVIDOR DE COMUNICACIONES A OXO			
1	Servidor de comunicaciones	1	Incluye
2	Interfaces y servicios		Incluye
	Líneas troncales	32	Incluye
	Extensiones digitales	144	Incluye
	Extensiones análogas	32	Incluye
3	Sistema de procesamiento de voz: Operadora Automática y Correo de Voz	1	Incluye
TOTAL SERVIDOR DE COMUNICACIONES		(USD)	19,353.00
B. SOFTWARE DE GESTION, CONTROL Y ADMINISTRACION			
4	Licencias para servicios de Softphone	25	Gratis
5	Software de control y tarificación	1	Incluye
6	Software de administración	1	Incluye
TOTAL SOFTWARE DE GESTION, CONTROL Y ADMINISTRACION		(USD)	1,510.00
C. RESPALDO DE ENERGIA			
7	Banco de baterías para que el sistema telefónico siga funcionando en caso de falla de la energía eléctrica.	1	Incluye
TOTAL RESPALDO DE ENERGIA		(USD)	1,522.00
E. INSTALACION			
8	Mano de obra de instalación	1	Incluye
9	Capacitación	1	Incluye
TOTAL INSTALACION		(USD)	1,150.00

Telalca S.A. Calle San Francisco N42-219 y Mariano Echeverría - Quito Tenis Bajo
 Telf.: (593-2) 2988 900 - Fax: 2988 960 - E-mail: contacto@telalca.com
 Quito - Ecuador

F. MATERIALES PARA MONTAJE

10	Rack abierto de 42 HU	1	Incluye
	Paneles de 50 puertos RJ45	5	Incluye
	Patchcord categoría 5e, 1.5 metros	150	Incluye
	Patchcord categoría 5e, 3 metros	60	Incluye
	Organizadores de patchcord de 2 HU	6	Incluye
TOTAL MATERIALES PARA MONTAJE		(USD)	2,022.00
TOTAL SIN IVA		(USD)	25,557.00
*DESCUENTO ESPECIAL		(USD)	4,346.00
TOTAL SIN IVA - DESCUENTO ESPECIAL		(USD)	21,211.00

Notas.- En los precios mostrados no se incluye el IVA.
 Se reutilizan todos los teléfonos digitales ALCATEL y analógicos que estén funcionando en óptimas condiciones.
 Descuento Especial: se recibe como parte de la negociación hardware no utilizado.

Telalca S.A. Calle San Francisco N42-219 y Mariano Echeverría - Quito Términos Bajo
 Telf. (593-2) 2988 900 · Fax: 2988 960 · E-mail: contacto@telalca.com
 Quito - Ecuador

APÉNDICES

APÉNDICE 1: EXPLICACIÓN DE CAMPOS DE CREACIÓN DE EXTENSIONES

User Extensions: es el número de la extensión que vamos a asignar, por ejemplo: 7271, 7274, etc.

Display Name: es el nombre que aparece en una extensión vecina cuando marcamos hacia ella, por ejemplo: Alfio Muñoz.

CID Num Alias: este es una máscara para el número que tenemos, por ejemplo: si tenemos un grupo de Timbrado o el departamento técnico tiene 5 usuarios, pero cada vez que alguien llama al departamento de soporte nos interesa que se marque la extensión 2020, procederemos a colocarles a los cinco usuarios de nuestro departamento el número 2020 en este campo y las personas que reciban las llamadas creerán que todas vienen de esa extensión.

SIP Alias: si usted desea asignar un nombre a una extensión para que otras extensiones SIP puedan marcarle de esta forma, aquí es que debe ser colocado. SIP soporta el marcado por nombre, además de la marcación numérica, es decir, que en vez de SIP/2500 podemos utilizar SIP/Alfio y funciona de la misma manera.

Outbound CID: en este campo podemos colocar un caller-id (identificador de número) diferente al de nuestra central cuando estemos marcando fuera de nuestra central. Es decir, que aquí puedo sobreescibir el caller id de mi central con el que tenga puesto aquí. Nota: el proveedor debe soportar este procedimiento para que funcione correctamente.

Ring Time: tiempo que debe timbrar una extensión antes de entrar al buzón de voz, por lo general, esta opción no se configura sino que se toma del valor que ya está expresado en general settings.

Call Waiting: se usa para llamadas en espera. Es de suma importancia que esta opción esté habilitada (enable), porque de aquí depende que nuestro teléfono pueda recibir otra llamada cuando tengamos la línea ocupada.

Call Screening: esta función permite que cuando un usuario nos llama desde fuera a nuestra extensión, se le requiera grabar su nombre para luego la central transferirnos dicha grabación, dandonos la opción de aceptar o rechazar la llamada.

Existe también el Call Screening con memoria (Memory). Lo que este último hace es, poner al sistema a requerir la grabación del nombre de la persona que nos llama por primera vez. Ya con su nombre y número registrados, cuando

aquella vuelva a marcar desde ese mismo número, la PBX simplemente verificará su caller id y no le requerirá que grabe su nombre sino que a nosotros nos pondrá la última grabación que se haya hecho desde ese número.

Emergency CID: este es un Caller Id que se utilizará solamente cuando hagamos una llamada de emergencia como al 911, por ejemplo. Aquí podemos especificar otro número diferente.

DID Description: este es un campo solamente descriptivo, se utiliza para hacer una descripción del DID.

Hagamos un paréntesis para definir lo que es DID.

DID: Direct Inward Dialing (también llamado DDI en Europa), es un servicio ofrecido por las compañías telefónicas para ser usado con los sistemas de central telefónica de los clientes, en donde la compañía telefónica (telco) asigna un rango de números asociados con una o más líneas telefónicas.

Su propósito es permitir a una empresa asignar un número personal a cada empleado, sin requerir una línea telefónica separada por cada empleado. De esta manera, el tráfico telefónico puede ser segmentado y administrado más fácilmente.

DID requiere que se compre una línea RDSI (ISDN) o Digital y que se pida a la compañía telefónica que asigne un rango

de números. Luego se necesitará en sus instalaciones el equipo respectivo, el cual consiste de tarjetas BRI, T1 o E1.

Add Inbound DID: este campo sirve para agregar un DID directamente a esta extensión cuando estemos marcando hacia afuera.

Add Inbound CID: se usa en conjunto con "Add Inbound CID".

This device uses sip technology: aquí es que se define el tipo de tecnología que estamos usando, esto es de vital importancia, ya que más adelante veremos que este es el único campo que cambia cuando estemos creando otro tipo de extensión.

Secret: esta es la contraseña que debemos asignar a la extensión que creemos. Debe ser una clave recordable ya que la utilizaremos posteriormente cuando configuremos una extensión. Por lo general, caemos en el error de asignar el mismo número de extensión como clave. Para un entorno de pruebas esto no sería problemas, pero debemos tener cuidado de incurrir en esta práctica en sistemas en producción.

Dtmfmode: (Dual Tone Multifrecuency) Multifrecuencia de doble tono. Tonos en diferentes hertz que utilizan una telefonía para marcar números. Cada número u opción del

teléfono tiene un tono propio que es identificado en la telefonía.

Este campo puede tener cuatro opciones: inband, rfc2833, info y auto.

Le recomendamos que utilice la opción que viene por defecto. Si quiere investigar acerca de la utilidad y función particular cada método, le dejamos todas las opciones abiertas. Sólo le diremos que, cuando esté configurando un proveedor de Voz Sobre IP con troncos SIP, este modo debe estar preferiblemente en info (dtmfmode=info).

Language Code: con esta opción, si tenemos las voces instaladas en español e inglés al mismo tiempo, cuando especifiquemos "es" todos los avisos o anuncios se escucharán en español, como son los de buzón de voz, etc.

Record Incoming: esta opción sirve para grabar todas las conversaciones salientes si seleccionamos "always", o no grabar nunca si seleccionamos "never". Por defecto viene "On Demand", o sea, que podemos decidir cuándo grabar, inclusive si estamos en medio de una conversación.

Record Outgoing: aplica igual que para Record Incoming, pero ésta es para llamadas entrantes.

Status: está dentro de Voicemail & Directory, sirve para habilitar el uso de buzón de voz a la extensión, por defecto viene deshabilitado.

Voicemail Password: se trata de la contraseña del buzón de voz, la que el usuario debe utilizar para recoger sus mensajes. Esta clave sólo puede ser numérica y el usuario puede cambiarla cuando entra al menú de su buzón de voz.

Email Address: es el correo donde los mensajes de voz serán enviados una vez recibidos, los mensajes son anexados en formato WAV.

Pager Email Address: este correo sólo sirve para recibir notificaciones cortas acerca de que tiene un mensaje de voz en su buzón. Esto es ideal para cuando queremos recibir sólo una notificación en un celular o un Blackberry.

Email Attachment: esta es la opción que nos permite anexar o no el mensaje que recibamos en el buzón de voz.

Play CID: se trata de la opción que nos anuncia el teléfono o la extensión de la persona que nos dejó el mensaje de voz.

Play Envelope: tener esta opción habilitada nos permite escuchar la fecha y la hora en la que la persona nos dejó el mensaje de voz.

Delete Voicemail: si esta opción está habilitada, todos los mensajes de voz serán enviados por correo y después serán

automáticamente borrados. Debe tener cuidado porque una vez que han sido enviados ya no se pueden recuperar ni desde la interfaz web ni marcando desde una extensión.

VM Options: sirve para pasar parámetros a las opciones de buzón de voz como cantidad máxima de mensajes, zona horaria, etc., por ejemplo: maxmessage=60|maxlogins=3. etc.

VM Context: es el contexto por defecto donde están todos los buzones. Es mejor no cambiarlo si no se sabe las implicaciones de estos cambios.

VmX Locater™: cuando esta opción es habilitada el usuario tiene control sobre sus mensajes de voz y de su buzón, mediante el portal Web ARI (Asterisk Recording Interface). Con este portal el usuario puede ver sus grabaciones de voz, reenviar sus mensajes de voz, etc. Para esto necesita tener creado un usuario, cosa que veremos más adelante.

Use When: se usa cuando se va a utilizar el ARI, si no se selecciona ninguna opción, siempre será utilizado por defecto cuando esté habilitado.

Voicemail Instructions: cuando no está habilitada, la persona que nos va a dejar un mensaje de voz sólo escuchará un pito (beep). Cuando está seleccionada utilizamos los avisos o anuncios por defecto que trae el sistema.

Press 0: esta opción se usa para cuando la persona que nos llama, mientras está escuchando el saludo de bienvenida de nuestro buzón de voz, pueda presionar el cero y ser redirigida a la recepción. Esto se puede costumizar con la extensión que queramos.

Opción Alfio®:

Press 0: esta opción se usa para que la persona que llama pueda presionar el cero y ser redirigida a la recepción, sin tener que escuchar completo el saludo de bienvenida de nuestro buzón de voz. Esto se puede costumizar con la extensión que queramos.

Press 1: hace la misma función, pero por lo general, podemos colocar aquí nuestro celular u otro número externo.

Press 2: se refiere a lo mismo que las anteriores opciones.

APÉNDICE 2. EXPLICACIÓN DE CAMPOS DE CREACIÓN DE COLAS

Queue Number: número de la cola, éste se asigna igual que una extensión, podemos poner cualquier valor numérico siempre y cuando no se solape con nuestras extensiones del sistema ni con las ya creadas.

Queue Name: sirve para asignarle un nombre a la cola e identificarla. Ejemplo: ventas.

Queue Password: usted puede requerirle a los agentes que se van a registrar en la cola que introduzcan una clave (Opcional, no obligatorio).

CID Name Prefix: es un prefijo que se le agrega a la llamada cuando el agente la va a recibir. Imagíñese que usted tenga un agente registrado en varias colas, por este prefijo él puede darse cuenta de cuál cola es que procede la llamada.

Wait Time Prefix: además del prefijo, cuando esta opción está habilitada, el agente recibe el tiempo total que la persona tiene en espera en la cola.

Alert Info: se utiliza para timbres distintivos en dispositivos SIP que lo soporten.

Static Agents: aquí se agregan agentes estáticos de forma manual. Veremos esto más minuciosamente en la parte del módulo de call center.

Extension Quick Pick: extensión que se coloca para que sea el último recurso después de probar todos los agentes asignados estáticamente.

QUEUE OPTIONS

Agent Announcement: esta es una opción que le permite al agente la reproducción de un mensaje antes de que la cola le pase una llamada. Por ejemplo, en el caso de que el agente esté registrado en dos colas, el anuncio puede decir: “esta llamada es de la cola de ventas”.

Join Announcement: anuncio reproducido a las personas que llaman antes de ser puestos en la cola.

Music on Hold Class: tipo de música en espera o anuncio comercial que va a escuchar la persona que llama mientras esté esperando en la cola para ser atendido.

Ringing Instead of MoH: se usa para cuando usted desea que la persona que llama escuche el teléfono timbrando en vez de una música en espera.

Max Wait Time: tiempo que una persona puede estar esperando en la cola antes de ser removido de la misma. Con el tiempo en “0” significa tiempo ilimitado.

Max Callers: número máximo de personas que puede soportar esta cola.

Join Empty: esta opción nos permite determinar si queremos o no que una persona entre a la cola aun cuando no haya ningún agente registrado en la misma.

Leave When Empty: si desea que cuando el último salga de la cola también la cola remueva a todas las personas en fila.

Ring Strategy: esta es una estrategia de marcado que se utiliza para atender las llamadas de la cola, ¿se recuerdan la opción de “Sígueme”? , pues ésta es similar pero varía en algunas cosas, veamos:

- Ringall: timbra a todos los agentes registrados en la cola hasta que alguno conteste.
- Roundrobin: toma turnos para llamar a los agentes de forma secuencial.
- Fewestcalls: selecciona a los agentes por el que menos haya completado llamadas de la cola..
- Random: timbra a cualquier agente de la cola.
- Rrmemory: es un Roundrobin pero guarda en memoria al último agente al que se marcó para no repetirle.

Agent Timeout: tiempo que se le timbrará a un agente antes de considerarlo no disponible.

Retry: número de segundos que se esperará antes de volver a repetirle a todos los agentes, si no se especifica un tiempo, la

llamada entonces será desviada a nuestro destino, en caso de fallas.

Wrap-Up-Time: tiempo que la cola debe esperar para enviarle otra llamada a un agente que ha finalizado una llamada de forma exitosa.

Call Recording: opción para grabar todas las llamadas de la cola.

Event When Called: dejarlo como viene por defecto

Member Status: dejarlo como viene por defecto

Skip Busy Agents: esta opción se aplica para cuando un agente está con una llamada, la cola no le pase otra llamada debido a que su teléfono puede tener varias líneas.

Queue Weight: este es una métrica que se le asigna a las llamadas en la cola para asegurar, por ejemplo, que si un agente esté registrado en varias colas, la llamada que tenga la prioridad más alta sea la primera en ser atendida, sin importar la cola.

CALLER POSITION ANNOUNCEMENTS

Frequency: determina con qué frecuencia se va a anunciar a la persona que llama su posición en la cola.

Announce Position: aquí decidimos si les anunciamos o no la posición en la cola de las personas que están llamando.

Announce Hold Time: este valor le anuncia a la persona que está en la cola un tiempo estimado en que será atendido.

PERIODIC ANNOUNCEMENTS

IVR Break Out Menu: este es un IVR que se puede ir reproduciendo periódicamente en la cola en donde se les den otras opciones a las personas que están esperando, en caso de que quieran salir de la misma.

Repeat Frequency: frecuencia con que se repite en la cola el IVR Break Out Menu.

FAIL OVER DESTINATION

Si en el Queue Options, en el parámetro “Retry” está seleccionado “No Retry”, entonces aquí se debe especificar un destino para que las personas que estén en la cola sean redireccionados.