



**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL**  
**Facultad de Ingeniería en Electricidad y Computación**

**“Análisis comparativo para la implementación de una red de servicios convergentes (Red nacional SERVIENTREGA).”**

**TESIS DE GRADO**

Previa la obtención del Título de:

**INGENIERO EN ELECTRÓNICA Y TELECOMUNICACIONES**

Presentado por:

**EVELYN MERCEDES ARMIJOS SALDAÑA**

**MERCY YANINA PINTO CASTRO**

Director de Tesis:

**Ing. Cesar Yépez Flores**

**Guayaquil – Ecuador**

**2009**

# DEDICATORIA

Dedico ésta Tesis a mis seres más queridos: Mi hermosa familia por su sacrificio y muestras de amor diario, y a Richitard por su apoyo y presencia incondicional.

Evelyn Mercedes Armijos Saldaña

Esta Tesis está dedicada a mis padres y amigos que siempre me han apoyado a lo largo de mi vida universitaria.

Mercy Yanina Pinto Castro.

# AGRADECIMIENTO

A Dios por la Bendición de guiarnos, fortalecernos en el diario vivir y darnos la oportunidad de culminar nuestras metas.

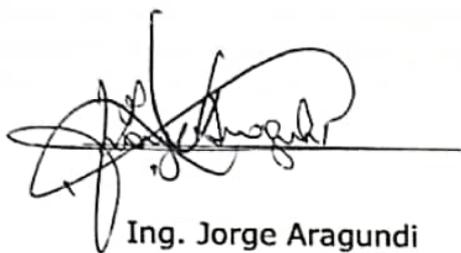
A nuestros padres y familiares por toda la comprensión y apoyo incondicional.

A nuestro director de tesis por su confianza, y ayuda invaluable y por su tiempo brindado

A los ingenieros que aportaron con su conocimiento para el Desarrollo de ésta Tesis.

A nuestros compañeros que fueron apoyo durante nuestra vida universitaria.

## TRIBUNAL DE GRADUACIÓN

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Jorge Aragundi', written over a horizontal line.

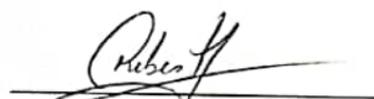
Ing. Jorge Aragundi  
SUB-DECANO DE LAFIEC

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'César Yépez', written over a horizontal line.

Ing. César Yépez  
DIRECTOR DE TESIS

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Albert Espinal', written over a horizontal line.

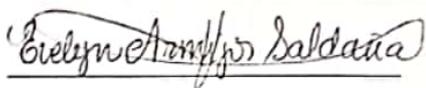
Ing. Albert Espinal  
VOCAL

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Rebeca Estrada', written over a horizontal line.

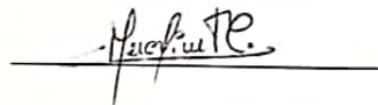
Ing. Rebeca Estrada  
VOCAL

## DECLARACIÓN EXPRESA

"La responsabilidad del contenido de este proyecto de graduación nos corresponden exclusivamente, y el patrimonio intelectual de la misma a la ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL"



Evelyn M. Armijos Saldaña



Mercy Y. Pinto Castro

## INDICE GENERAL

ÍNDICE GENERAL .....	I
ÍNDICE DE FIGURAS.....	II
ÍNDICE DE TABLAS.....	III
INTRODUCCIÓN .....	IV
RESUMEN .....	V
<b>CAPITULO 1.....</b>	<b>1</b>
<b>1. FUNDAMENTOS TEORICOS.....</b>	<b>1</b>
<b>1.1. ASPECTOS GENERALES DE LA TELEFONIA IP.....</b>	<b>1</b>
1.1.1. VOZ SOBRE IP.....	2
1.1.2. CODIFICACION DE LA VOZ.....	3
1.1.2.1. CLASIFICACION DE LOS CODIFICADORES DE VOZ.....	4
1.1.3. CARACTERISTICAS DE LAS REDES ACTUALES PARA LA TRANSMISION DE VOZ .....	9
1.1.4. ARQUITECTURA DE RED IP .....	10
1.1.5. ESTANDARES DE VoIP .....	12
1.1.5.1. PROTOCOLOS DE SEÑALIZACION .....	13
1.1.5.1.1. H.323.....	15
1.1.5.1.2. SIP .....	22
1.1.5.1.3. MGCP .....	27
1.1.5.2. PROTOCOLOS DE TRANSPORTE .....	30
1.1.5.2.1. RTP.....	31
1.1.5.2.2. RTCP.....	34
1.1.5.2.3. RTSP .....	35
1.1.6. TIPOS DE COMUNICACIÓN EN LA TELEFONIA IP .....	38
1.1.7. APLICACIONES .....	42
1.1.8. VENTAJAS DE LA TELEFONIA IP .....	44

1.2.	QoS EN REDES INTEGRADAS .....	46
1.2.1.	LIMITACIONES DE LA VOZ SOBRE PAQUETES.....	47
1.2.1.1.	ANCHO DE BANDA.....	47
1.2.1.2.	PERDIDA DE PAQUETES.....	47
1.2.1.3.	RETARDO .....	49
1.2.1.4.	ECO .....	51
1.2.1.5.	JITTER .....	51
1.2.2.	CLASIFICACION DEL TRAFICO PARA LA IMPLEMENTACION DE TECNICAS DE QoS...	52
1.2.2.1.	IEEE 802.1p .....	53
1.2.2.2.	IEEE 802.1Q.....	55
1.2.2.3.	ATM QoS.....	56
1.2.2.4.	IP ToS.....	57
1.2.2.5.	DIFFSERV.....	58
1.2.3.	CONTROL DE GESTION.....	61
1.2.4.	OTRAS TECNICAS DE GESTION DEL ANCHO DE BANDA.....	63
1.2.4.1.	RSVP.....	63
1.2.4.2.	MPLS .....	65
1.2.4.3.	QoSR.....	65
1.2.4.4.	SBM.....	66
CAPITULO 2.....		68
2.	ANALISIS DE LAS INFRAESTRUCTURAS PRESENTES EN LA EMPRESA .....	68
2.1.	DESCRIPCION DE LA EMPRESA.....	68
2.2.	INFRAESTRUCTURA DE LA RED DE DATOS.....	69
2.3.	INFRAESTRUCTURA TELEFONICA.....	77
2.4.	INFRAESTRUCTURA DE CABLEADO Y SUMINISTROS DE ENERGIA.....	83

CAPITULO 3.....	88
3. ESTUDIO DEL DISEÑO DE LE NUEVA RED DE SERVICIOS CONVERGENTES EN SERVIENTREGA. ....	88
3.1. DESCRIPCIÓN DE LA SOLUCIÓN.....	88
3.2. DISEÑO DE LA RED CONVERGENTE.....	90
3.3. EQUIPAMIENTO DE LA SOLUCION.....	108
3.4. ARQUITECTURA DEFINITIVA.....	120
CAPITULO 4.....	167
4. ANALISIS ECONÓMICO.....	167
4.1. DETALLE DE COSTOS.....	167
4.1.1. COSTOS OPERACIONALES DE LA RED DE DATOS ACTUAL.....	168
4.1.2. COSTOS OPERACIONALES DE LA RED TELEFÓNICA ACTUAL.....	170
4.1.3. COSTOS ESTIMADOS DE LA SOLUCIÓN.....	172
4.1.3.1. COSTOS DE EQUIPAMIENTO.....	173
4.1.3.2. COSTOS DE OPERACIONES.....	180
4.2. ANALISIS DE COSTOS – BENEFICIOS.....	182
4.3. EVALUACION FINAL.....	184

CONCLUSIONES

RECOMENDACIONES

ANEXOS

BIBLIOGRAFÍA

## INDICE DE FIGURAS

CAPITULO 1.....	1
Figura 1.1 Arquitectura General de una Red IP.....	12
Figura 1.2 Llamada con H.323 .....	20
Figura 1.3 Protocolos de H.323 .....	22
Figura 1.4 Componentes en una Red MGCP.....	28
Figura 1.5 Esquema: Llamada entre teléfonos IP.....	39
Figura 1.6 Esquema: Llamada entre PC's .....	40
Figura 1.7 Esquema: Llamada PC a Teléfono.....	41
Figura 1.8 Analog Telephony Adapter VoIP Grandstream HT486 .....	41
Figura 1.9 Campos del IP ToS.....	58
Figura 1.10 Campos del Diffserv.....	59
Figura 1.11 Protocolo RSVP .....	64
CAPITULO 2.....	68
Figura 2.1 Logo de la Empresa .....	68
Figura 2.2 Red de Datos de Servientrega .....	70
Figura 2.3 Red Telefónica de Servientrega.....	79
CAPITULO 3.....	88
Figura 3.1 Trunking IP de Matriz-Sucursal.....	106
Figura 3.2 Asignación de Anchos de Banda de la Red de Datos de Servientrega .....	107
Figura 3.3 Adaptador PAP2-NA.....	109
Figura 3.4 Topología usando el OmniPCX.....	109
Figura 3.5 OmniPCX - Datos Físicos.....	110
Figura 3.6 Topología completa usando el OmniPCX.....	111
Figura 3.7 Módulos Disponibles del OmniPCX.....	112

Figura 3.8 Pantalla principal PIMphony .....	117
Figura 3.9 Placas CPU y VoIP.....	120
Figura 3.10 Ventana de bienvenida del programa de configuración PM5.....	121
Figura 3.11 Fichero Cliente -Conectar.....	122
Figura 3.12 Dirección IP de la CPU para acceder.....	122
Figura 3.13. Nombre de usuario y contraseña.....	123
Figura 3.14 Selección de parámetros de reset.....	123
Figura 3.15 Ventana de confirmación de Reset fuerte. ....	124
Figura 3.16 Ventana Fichero – cerrar.....	124
Figura 3.17 Ventana Fichero confirmación de Reset fuerte.....	124
Figura 3.18 Captura de la pantalla con PING a la dirección de acceso al PCX.....	125
Figura 3.19 Ventana de Configuración LAN/IP de las tarjetas CPU y VoIP.....	127
Figura 3.20 Ventana de dirección del router predeterminado.....	127
Figura 3.21 Ventana de confirmación de cambios de parámetros de red.....	128
Figura 3.22 Plan de numeración de 3 cifras.....	130
Figura 3.23 Ventana de confirmación de cambios del plan de numeración avanzado. ....	131
Figura 3.24 Configuración del plan de numeración principal para extensiones locales.....	134
Figura 3.25 Parámetros de extensiones remotas en plan de numeración principal.....	135
Figura 3.26 Extensiones locales y remotas en plan de numeración público.....	136
Figura 3.27 Extensiones locales en plan de numeración privado. ....	136
Figura 3.29 Ventana de configuración de parámetros de VoIP. ....	139

Figura 3.30 Configuración en la pestaña General.....	140
Figura 3.31 Configuración en la pestaña Gateway.....	140
Figura 3.32 Configuración en la pestaña DSP. ....	141
Figura 3.33 Configuración en la pestaña DHCP.....	141
Figura 3.34 Configuración en la pestaña SIP.....	142
Figura 3.35 Nombre asignado al grupo de enlace.....	143
Figura 3.36 Ventana de selección del grupo de enlace creado.....	144
Figura 3.37 Selección de categoría de conexión en parámetros de grupo de enlace.....	144
Figura 3.38 Valores de Normal y Restringido de la categoría de conexión.....	145
Figura 3.39 Pantalla Principal de Configuración.....	146
Figura 3.40 Ventana con la pestaña System,.....	148
Figura 3.41 Ventana con la pestaña SIP. ....	150
Figura 3.42 Ventana con la pestaña REGIONAL. ....	154
Figura 3.43 Ventana con la pestaña LINE. ....	158
Figura 3.44 Capacidades de los Equipos OMNIPCX en las matrices.....	162
Figura 3.45 Estructura de la convergencia .....	164
CAPITULO 4.....	167
Figura 4.1 Análisis Costo – Beneficio .....	182

## INDICE DE TABLAS

CAPITULO 1.....	1
TABLA 1.1 LISTADO DE CODECS .....	7
TABLA 1.2 ESTADOS DEL PROTOCOLO SIP.....	25
TABLA 1.3 RESUMEN DE LAS CARACTERÍSTICAS DE LOS PROTOCOLOS .....	30
CAPITULO 2.....	68
TABLA 2.1 ANCHO DE BANDA DE PROVEEDORES. ....	69
TABLA 2.2 PUNTOS DE SERVICIO DE SERVIENTREGA.....	71
TABLA 2.3 PRIVILEGIOS DE NAVEGACIÓN .....	76
TABLA 2.4 CANTIDAD DE LÍNEAS TELEFÓNICAS EN PUNTOS DE SERVICIO .....	80
TABLA 2.5 CLASIFICACIONES EQUIVALENTES DE LAS NORMAS TIA E ISO.....	83
TABLA 2.6 NORMAS DE CABLEADO TIA.....	84
TABLA 2.7 NORMAS DE CABLEADO ISO .....	84
TABLA 2.8 ESPECIFICACIONES DE ATENUACIÓN .....	86
TABLA 2.9 ESPECIFICACIONES FÍSICAS .....	87
CAPITULO 3.....	88
TABLA 3.1 DESCRIPCION DE CODEC.....	98
TABLA 3.2 ANCHO DE BANDA DE PROVEEDORES DE LA SOLUCIÓN.....	100
TABLA 3.3 DISTRIBUCIÓN DE LOS PUNTOS DE SERVICIOS DE LA SOLUCIÓN.....	102
TABLA 3.4 TARJETAS DISPONIBLES PARA EL OMNIPCX.....	113
TABLA 3.5 CARACTERÍSTICAS DE LOS MODELOS DE TELÉFONOS IP Y TDM. ....	115
TABLA 3.6 CARACTERÍSTICAS DE LOS MODELOS DE PIMPHONY .....	119
TABLA 3.7 DIRECCIONES DE LAS TARJETAS.....	128
TABLA 3.8 CANTIDAD DE LINEAS REQUERIDAS.....	133
TABLA 3.9 RANGO DE EXTENSIONES PARA LAS MATRICES.....	133
TABLA 3.10 RANGO DE EXTENSIONES PARA LA MATRIZ QUITO.....	137

TABLA 3.11 RANGO DE EXTENSIONES PARA LA MATRIZ GUAYAQUIL.....	137
TABLA 3.12 RANGO DE EXTENSIONES PARA LA MATRIZ CUENCA .....	137
TABLA 3.13 RANGO DE EXTENSIONES PARA LA MATRIZ AMBATO .....	138
TABLA 3.14 RANGO DE EXTENSIONES PARA LA MATRIZ BODEGA.....	138
TABLA 3.15 CANALES DE ENLACE Y ABONADOS VOIP .....	139
TABLA 3.16 CONFIGURACIÓN DE PASSWORDS.....	147
TABLA 3.17 CONFIGURACIÓN DEL INTERCONNECTION TYPE.....	147
TABLA 3.18 CONFIGURACIÓN DEL SIP TIMER VALUES.....	149
TABLA 3.19 CONFIGURACIÓN DEL RTP PARAMETERS .....	149
TABLA 3.20 CONFIGURACIÓN DEL CONTROL TIMER VALUES.....	151
TABLA 3.21 CONFIGURACIÓN DEL MISCELLANEOUS.....	151
TABLA 3.22 CONFIGURACIÓN DEL LINE .....	155
TABLA 3.23 CONFIGURACIÓN DEL PROXY AND REGISTRATION.....	155
TABLA 3.24 CONFIGURACIÓN DEL SUSCRIBER INFORMATION.....	155
TABLA 3.25 CONFIGURACIÓN DEL AUDIO CONFIGURATION.....	156
TABLA 3.26 CONFIGURACIÓN DEL DIAL PLAN .....	156
TABLA 3.27 CONFIGURACION DEL FXS PORT POLARITY CONFIGURATION .....	156
TABLA 3.28 CONFIGURACIÓN VÍA IVR.....	159
TABLA 3.29 DISTRIBUCIÓN DE TELÉFONOS IP EN STOCK.....	160
TABLA 3.30 DISTRIBUCIÓN DE LÍNEAS ANALÓGICAS Y DIGITALES EN MATRICES.....	161
TABLA 3.31 USO DE EQUIPOS TERMINALES EN SUCURSALES .....	163
CAPITULO 4.....	167
TABLA 4.1 COSTOS DE ENLACES DE DATOS ACTUALES.....	168
TABLA 4.2 COSTOS ANUALES DE ENLACES DE DATOS ACTUALES.....	169
TABLA 4.3 COSTOS MENSUALES DE TARIFAS DE CONSUMO TELEFÓNICO .....	170

TABLA 4.4 COSTOS OPERATIVOS MENSUALES.....	171
TABLA 4.5 COSTOS OPERATIVOS DEL LUSTRO 2009 – 2013.....	172
TABLA 4.4 EQUIPAMIENTO EN LA ZONA GUAYAQUIL.....	174
TABLA 4.5 EQUIPAMIENTO EN LA ZONA QUITO.....	174
TABLA 4.6 EQUIPAMIENTO EN LA ZONA CUENCA.....	175
TABLA 4.7 EQUIPAMIENTO EN LA ZONA AMBATO.....	176
TABLA 4.8 EQUIPAMIENTO EN BODEGA.....	177
TABLA 4.9 EQUIPAMIENTO TOTAL.....	177
TABLA 4.10 DESCRIPCIÓN DEL PRÉSTAMO.....	178
TABLA 4.11 TABLA DE AMORTIZACIÓN.....	179
TABLA 4.12 COSTOS DE ENLACE DE DATOS.....	180
TABLA 4.13 COSTOS OPERATIVOS MENSUALES (SOLUCIÓN).....	181
TABLA 4.14 COSTOS OPERATIVOS DEL LUSTRO 2009 - 2013 (SOLUCIÓN).....	182

# INTRODUCCIÓN

En la actualidad las comunicaciones telefónicas son herramientas fundamentales para el desarrollo de una empresa independientemente del tipo de negocio al que ésta se dedique.

Dichas comunicaciones permiten cerrar negocios, tomar decisiones de forma más rápida y eficiente; o simplemente contactar a un colaborador que se encuentra en una ubicación geográfica bastante lejana. Sin embargo, el rubro por consumo telefónico también constituye uno de los egresos mensuales más importantes para las compañías por lo que es de vital importancia la búsqueda de alternativas más económicas que permitan mantener el mismo nivel de comunicación tanto en tiempo de uso como en calidad del servicio.

La tecnología Voz sobre IP presenta muchos beneficios para cualquier empresa, ya que se puede utilizar la red de datos existente para la transmisión de voz. No siempre las telecomunicaciones han estado en

convergencia; en principio las redes solo eran capaces de transmitir datos pero al incorporar calidad de servicio en las mismas y robustecer los medios de transmisión, hoy en día podemos transportar en conjunto datos, voz, video o la combinación de estos últimos, dentro de un solo flujo de información.

El principal beneficio del empleo de las redes convergentes es la utilización de una sola infraestructura, que conlleva a un ahorro económico para la implementación de esta tecnología.

## **RESUMEN**

Debido a que en un corto período de tiempo, la Voz basada en IP ha llegado a ser la forma cotidiana de transportar vía redes LAN y WAN, las comunicaciones de voz, se han desarrollado tecnologías capaces de cumplir los estándares requeridos para su implementación. Esto no sólo es prometedor desde el punto de vista de ahorro de gastos por llamadas de larga distancia nacional e internacional y por los servicios que esta integración facilita, sino también por la reducción considerable de gastos de gestión y operación, al utilizar una sola infraestructura de red para los servicios de voz y datos; así como la reducción del equipamiento a emplearse.

El alcance de este proyecto de tesis es realizar una comparación entre la red de datos ya existente y operativa en Servientrega; y la red modificada que sería necesaria para la aplicación de la tecnología VoIP en la empresa.

De ésta manera el desarrollo de este proyecto presenta en el capítulo inicial los conceptos básicos de la Voz sobre IP; así como también las características esenciales de la calidad de servicio indispensable para

su desarrollo. En el capítulo dos se muestra la infraestructura presente en la empresa Servientrega, que comprende las redes operativas de datos y de telefonía.

En el tercer capítulo se realiza un cálculo del ancho de banda requerido para realizar el transporte del tráfico de telefonía sobre los enlaces de datos considerando las necesidades actuales de la empresa en cuanto al número de extensiones empleadas y el tráfico que estas generarían. También se realiza la descripción, selección y configuración de los equipos que se utilizarían en la implementación; con lo cual se procede al diseño de la red convergente física y lógica de la solución planteada.

# DEDICATORIA

Dedico ésta Tesis a mis seres más queridos: Mi hermosa familia por su sacrificio y muestras de amor diario, y a Richitard por su apoyo y presencia incondicional.

Evelyn Mercedes Armijos Saldaña

Esta Tesis está dedicada a mis padres y amigos que siempre me han apoyado a lo largo de mi vida universitaria.

Mercy Yanina Pinto Castro.

# AGRADECIMIENTO

A Dios por la Bendición de guiarnos, fortalecernos en el diario vivir y darnos la oportunidad de culminar nuestras metas.

A nuestros padres y familiares por toda la comprensión y apoyo incondicional.

A nuestro director de tesis por su confianza, y ayuda invaluable y por su tiempo brindado

A los ingenieros que aportaron con su conocimiento para el Desarrollo de ésta Tesis.

A nuestros compañeros que fueron apoyo durante nuestra vida universitaria.

# TRIBUNAL DE GRADUACIÓN

---

Ing. Jorge Aragundi  
SUB-DECANO DE LAFIEC

---

Ing. César Yépez  
DIRECTOR DE TESIS

---

Ing. Albert Espinal  
VOCAL

---

Ing. Rebeca Estrada  
VOCAL

# DECLARACIÓN EXPRESA

“La responsabilidad del contenido de este proyecto de graduación nos corresponden exclusivamente, y el patrimonio intelectual de la misma a la ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL”

---

Evelyn M. Armijos Saldaña

---

Mercy Y. Pinto Castro

# **CAPITULO 1**

## **1. FUNDAMENTOS TEORICOS**

### **1.1. ASPECTOS GENERALES DE LA TELEFONIA IP**

La telefonía IP conjuga dos mundos históricamente separados: la transmisión de voz y la de datos. Esto posibilitaría utilizar las redes de datos para efectuar las llamadas telefónicas, y por ende desarrollar una única red convergente que se encargue de cursar todo tipo de comunicación, ya sea voz, datos, video o cualquier tipo de información.

En su origen, el Protocolo Internet se utilizó para el envío de datos, pero en la actualidad, y debido al importante desarrollo tecnológico que está experimentando este campo, se permite la integración de nuevas tecnologías que logran comprimir la voz humana y la digitalizan en paquetes de datos mucho más pequeños y manejables, que son enviados a través de cualquier sistema moderno de transmisión de datos para ser reconvertidos de nuevo en voz en el punto de destino. Permitiendo así minimizar el ancho de banda consumido, por lo que se optimizan los recursos disponibles. De esta manera se puede realizar una conversación

de telefonía IP que ocupa aproximadamente la octava parte que una conversación telefónica tradicional.

La voz sobre IP es la tecnología que permite la transmisión de voz sobre el protocolo de Internet, y la telefonía IP es una aplicación inmediata de esta tecnología.

Como se puede observar, no existe una marcada diferencia en el concepto, por esta razón se considera en el presente trabajo el término VoIP y Telefonía IP equivalentes, es decir transmisión de voz en redes IP.

### **1.1.1. VOZ SOBRE IP**

VoIP (Voice Over Internet Protocol) permite que la voz viaje en paquetes IP a través de la red de datos.

La VoIP por lo tanto, no es en sí mismo un servicio sino una tecnología que permite encapsular la voz en paquetes para poder ser transportados sobre redes de datos sin necesidad de disponer de los circuitos conmutados convencionales conocida como la PSTN, que son redes desarrolladas a lo largo de los años para transmitir las señales vocales. La PSTN se basaba en el concepto de conmutación de circuitos, es decir,

la realización de una comunicación requería el establecimiento de un circuito físico durante el tiempo que dura ésta, lo que significa que los recursos que intervienen en la realización de una llamada no pueden ser utilizados en otra hasta que la primera no finalice, incluso durante los silencios que se suceden dentro de una conversación típica.

En cambio, la telefonía IP no utiliza circuitos físicos para la conversación, sino que envía múltiples conversaciones a través del mismo canal (circuito virtual) codificadas en paquetes y en flujos independientes. Cuando se produce un silencio en una conversación, los paquetes de datos de otras conversaciones pueden ser transmitidos por la red, lo que implica un uso más eficiente de la misma.

### **1.1.2. CODIFICACION DE LA VOZ**

La comunicación de voz es analógica, mientras que la red de datos es digital. El proceso de convertir ondas analógicas a información digital se hace con un codificador-decodificador (*CODEC*). El proceso de la conversión es complejo, y suficiente decir que la mayoría de las conversiones se basan en la modulación codificada mediante pulsos (*PCM*) o variaciones.

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

La codificación de la voz se realiza por medio de programas que corren en procesadores de señal. Los algoritmos de codificación normalizados para la técnica de voz sobre IP se encuentran en las Recomendaciones G.723.1, G.279a y G.711.

#### **1.1.2.1. CLASIFICACION DE LOS CODIFICADORES DE VOZ**

Los codificadores de voz se clasifican por la forma de codificar la señal en tres tipos:

- FORMA DE ONDA: Reproducen la forma de onda de la voz lo más exactamente posible, incluyendo el ruido de fondo y todo tipo de señal que llegue a la entrada, es un procedimiento de alta calidad en el muestreo; sin embargo, este tipo de codificador opera con una razón de muestreo muy alta, por ejemplo 64 Kbps para PCM.
  
- PARAMÉTRICOS "VOCODER": No reproducen la forma original de la señal de voz, es un algoritmo de codificación especialmente diseñado para su utilización con voz. Se basa en utilizar características específicas de las señales vocales, consiguiendo unos buenos resultados en la codificación. Se utiliza el método LPC (Linear Prediction Coding) para derivar los parámetros del filtro digital, transmitiendo los parámetros del modelo de análisis que mejor se ajusten a la señal original. En el receptor, el decodificador generará una voz sintética muy similar a la original. La calidad de los "vocoder" no es suficiente para su uso en los sistemas de telefonía.
  
- HÍBRIDOS: Los codec's híbridos son los que más se usan, ya que combinan las características atractivas de los codificadores de forma de onda con las de los vocoder; tienen una razón de muestreo pequeña (de 4-16 Kbps) por lo que tienen mucha aceptación. Estos codec utilizan

técnicas de predicción lineal y análisis por síntesis, LPAS (Linear Prediction Analysis by Síntesis).

A continuación se muestra una tabla resumen con los codecs más utilizados actualmente:

TABLA 1.1 LISTADO DE CODECS

Nombre	Estandarizado	Descripción	Razón de bit(kbps)	Razón de muestreo (kHz)	Tamaño de la trama (ms)	Observaciones	MOS
G.711	ITU-T	Modulación de impulso codificado (PCM)	64	8	Muestreada	Tiene dos versiones ley u (US, Japón) y ley a (Europa) para muestrear la señal	4.1
G.721	ITU-T	Modulación de Impulso Codificado Diferencial Adaptativa (ADPCM)	32	8	Muestreada	Obsoleta. Se ha transformado en la G.726.	
G.722	ITU-T	7 kHz de AB sin codificación de audio a 64 kbps	64	16	Muestreada	Divide los 16 Khz en dos bandas cada una usando ADPCM	
G.722.1	ITU-T	Codificación a 24 y 32 kbps para sistemas sin manos con baja pérdida de paquetes	24/32	16	20		
G.723	ITU-T	Extensión de la norma G.721 a 24 y 40 kbps para aplicaciones en circuitos digitales.	24/40	8	Muestreada	Obsoleta por G.726. Es totalmente diferente de G.723.1.	
G.723.1	ITU-T	El codificador dual en comunicaciones de conferencia transmite entre 5.3 y 6.3 kbps	5.6/6.3	8	30	Parte de H.324 videoconferencia. Codifica la señal usando predicción lineal por análisis de codificación de sintaxis. Para el codificador de alta razón se utiliza la Cuantificación de Probabilidad Máxima de Pulso (MP-MLQ) y para el de baja razón usa predictor lineal por excitación de código algebraico (ACELP).	3.8-3.9

<b>G.726</b>	ITU-T	40, 32, 24, 16 kbps (ADPCM)	16/24/32/40	8	Muestreada	ADPCM; reemplaza a G.721 y G.723.	3.85
<b>G.727</b>	ITU-T	5-, 4-, 3- y 2-bit de prueba de Modulación de Impulso Diferencial Adaptativa recibida.	variable		Muestreada	ADPCM. Relacionada con G.726.	
<b>G.728</b>	ITU-T	Codificación de la voz a 16 kbps usando poca demora al LPC.	16	8		CELP.	3.61
<b>G.729</b>	ITU-T	Codificación de voz a 8 Kbps usando una estructura algebraica conjugada con LPC excitado (CS-ACELP)	8	8	10	Bajo retardo (15 ms)	3.92
<b>GSM 06.10</b>	ETSI	Predictor por excitación de pulsos regulares de larga duración (RPE-LTP)	13	8	22.5	Usado por la tecnología celular GSM	
<b>LPC10</b>	Gobierno de USA	Codificación de Predicción Linear	2.4	8	22.5	10 coeficientes. La voz suena un poco "robótica"	
<b>Speex</b>			8, 16, 32	2.15-24.6 (NB) 4-44.2 (WB)	30 (NB) 34 (WB)		
<b>iLBC</b>			8	13.3	30		
<b>DoD CELP</b>	Departamento de Defensa de E.U.A		4.8		30		

### **1.1.3. CARACTERISTICAS DE LAS REDES ACTUALES PARA LA TRANSMISION DE VOZ**

Podemos encontrarnos con tres tipos de redes IP, las que definimos a continuación con sus características:

➤ INTERNET: Las llamadas telefónicas locales pueden ser automáticamente enrutadas a un teléfono VoIP, sin importar dónde se esté conectado a la red. Uno podría llevar consigo un teléfono VoIP en un viaje, y en cualquier sitio conectado a Internet, se podría recibir llamadas.

Números telefónicos gratuitos para usar con VoIP están disponibles en Estados Unidos de América, Reino Unido y otros países de organizaciones como Usuario VoIP.

➤ RED IP PÚBLICA: Los operadores ofrecen a las empresas la conectividad necesaria para interconectar sus redes de área local en lo que al tráfico IP se refiere. Se puede considerar como algo similar a Internet, pero con una mayor calidad de servicio y con importantes mejoras en seguridad. Hay operadores que incluso ofrecen garantías de bajo retardo y/o ancho de banda, lo que las hace muy interesante para el tráfico de voz.

➤ INTRANET: La red IP implementada por la propia empresa. Suele constar de varias redes LAN (Ethernet conmutada, ATM, etc.) que se interconectan mediante redes WAN tipo Frame-Relay/ATM, líneas punto a punto, RDSI para el acceso

remoto, etc. En este caso la empresa tiene bajo su control prácticamente todos los parámetros de la red, por lo que resulta ideal para su uso en el transporte de la voz.

#### **1.1.4. ARQUITECTURA DE RED IP**

En la arquitectura de la telefonía IP se encuentran los siguientes componentes:

- TERMINALES: Son los sustitutos de los actuales teléfonos. Se pueden implementar tanto en software como en hardware.
  
- GATEKEEPERS: Es un elemento opcional en la red en forma física, normalmente implementado en software pero cuando está presente, todos los demás elementos que contacten dicha red deben hacer uso de él. Su función es la de gestión y control de los recursos de la red, de manera que no se produzcan situaciones de saturación de la misma.

Realizan funciones equivalentes a las actuales centralitas en la red PSTN, siendo el centro de toda la organización de Voz sobre IP.

En un sistema basado en H.323, el servidor es conocido como un Gatekeeper. En un sistema SIP, el servidor es un servidor SIP. En un sistema basado en MGCP o MEGACO, el servidor es un Call Agent (Agente de llamadas).

➤ GATEWAYS: Es un elemento esencial en la mayoría de las redes pues su misión es la de enlazar la red VoIP con la red telefónica analógica (POTS, T1/E1, ISDN, E&M trunks). Podemos considerar al gateway como una caja que por un lado tiene una interfase LAN y por el otro dispone de uno o varios de las siguientes interfaces:

- FXO. Para conexión a extensiones de centralitas ó a la red telefónica básica.
- FXS. Para conexión a enlaces de centralitas o a teléfonos analógicos.
- E&M. Para conexión específica a centralitas.
- BRI. Acceso básico RDSI (2B+D).
- PRI. Acceso primario RDSI (30B+D).
- G703/G.704. (E&M digital) Conexión específica a centralitas a 2 Mbps.

Los distintos elementos pueden residir en plataformas físicas separadas, o nos podemos encontrar con varios elementos conviviendo en la misma plataforma. De este modo es bastante habitual encontrar juntos Gatekeeper y Gateway.

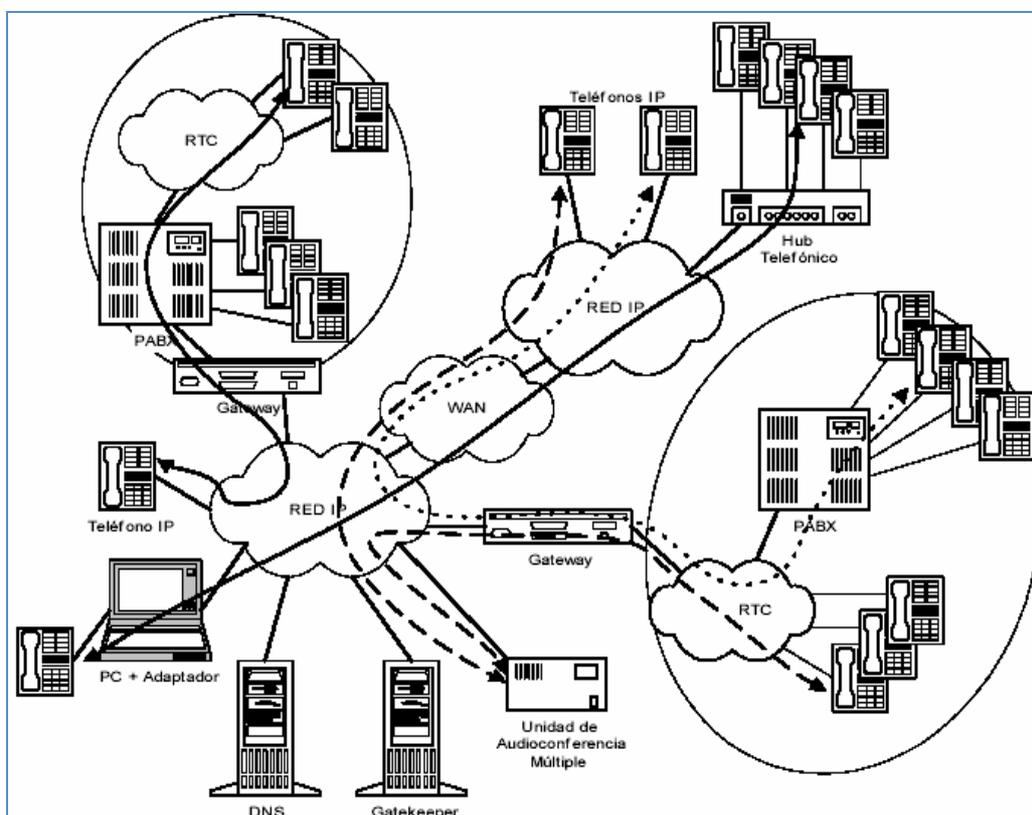


Figura 1.1 Arquitectura General de una Red IP

### 1.1.5. ESTANDARES DE VoIP

El soporte de una llamada telefónica sobre una red de paquetes, que en la mayoría de los casos es una red IP, consta de dos fases: por una parte el establecimiento de la llamada, es decir el equivalente a la obtención del tono de invitación a marcar, la marcación del número destino, la

obtención del timbre de llamada o de la señal de ocupado y el descolgado del receptor para contestar la llamada y, por otra parte, la propia conversación. En cualquiera de estas dos fases es necesaria una serie de estándares que las regulen y permitan la interconexión de equipos de distintos fabricantes. Así pues, podemos distinguir entre protocolos de señalización, que son los encargados del establecimiento de la llamada, y protocolos de transporte, cuya misión es asegurar la comunicación de voz.

#### **1.1.5.1. PROTOCOLOS DE SEÑALIZACION**

La arquitectura de señalización debe soportar tanto los servicios tradicionales como los nuevos servicios ofrecidos por puntos finales inteligentes.

Por otra parte, las expectativas de calidad del usuario exigen una red de señalización de altas prestaciones. Esta es la razón de que la fiabilidad no sólo deba residir en los elementos de la red sino también en la arquitectura de señalización empleada. En este sentido, los requerimientos de calidad que se persiguen están enfocados a obtener:

- BAJO RETARDO: el retardo extremo a extremo de los paquetes debe ser lo suficientemente pequeño como para no interferir en la comunicación normal.
- BAJA TASA DE PÉRDIDAS: las pérdidas de paquetes no deben ser perceptibles en la calidad de la señal recibida.
- RETARDO POSTERIOR DE MARCADO REDUCIDO: el retardo existente entre el marcado del último dígito por parte del usuario y la recepción de la confirmación de la red de que es posible cursar la llamada no debe ser mayor que su equivalente en la PSTN.
- RETARDO POSTERIOR AL DESCOLGADO PEQUEÑO: el intervalo temporal que transcurre entre que el usuario descuelga el teléfono y la llegada de la primera información debe ser suficientemente corto para que ésta no aparezca recortada.

Los protocolos de señalización son el corazón de la voz sobre paquetes y la distinguen de otros tipos de servicios. Las funciones que realizan son las siguientes:

- Localización de usuarios.
- Establecimiento de sesión.

- Negociación de sesión.
- Gestión de los participantes

Para cumplir con todos estos requerimientos existen, fundamentalmente tres protocolos: H.323, SIP, MGCP.

#### **1.1.5.1.1. H.323**

Estándar creado por la Unión Internacional de Telecomunicaciones (ITU), que especifica los componentes, protocolos y procedimientos que proporcionan servicios de comunicación multimedia sobre redes de paquetes no orientadas a la conexión y que no garanticen calidad de servicio. En su origen fue desarrollado para conferencias multimedia en LAN, pero después se extendió para que pudiera cubrir el tema de Voz sobre IP.

#### ***COMPONENTES DE UNA RED H.323***

Aunque estrictamente hablando, los componentes de una red H.323 son los terminales, los gateways, los gatekeepers y las MCU, se hará mención especial a

los codecs (tanto de audio y video) y a la conferencia de datos, dada su importancia por formar parte de varios de los componentes de la red.

➤ CODEC DE AUDIO: Un codec de audio codifica la señal de audio procedente del micrófono del Terminal transmisor y, en el otro extremo, decodifica el audio enviado al hablante del Terminal H.323 receptor.

➤ CODEC DE VIDEO: Las comunicaciones de video requieren de un mayor ancho de banda que las comunicaciones de voz y, además, su carácter es mucho más aleatorio. Por lo tanto, resulta fundamental llevar a cabo una compresión eficiente para conseguir una buena calidad de la señal.

➤ CONFERENCIAS DE DATOS: Aplicaciones tales como la transferencia de ficheros, la transmisión de fax y la mensajería instantánea, requieren de la capacidad opcional de H.323 definida en la recomendación T.120. T.120 es un protocolo de comunicación en tiempo real diseñado específicamente para las conferencias. Al igual que H.323, T.120 consiste en un conjunto de estándares que permiten la comparación en tiempo real de datos entre varios clientes de redes distintas.

➤ TERMINAL: son los clientes finales que soportan una comunicación bidireccional en tiempo real de audio, video y datos y deben cumplir los siguientes estándares:

- H.245 para la negociación del uso del canal y sus prestaciones.
  - H.225 para la señalización y el establecimiento de llamadas.
  - RAS para el registro y el control de admisión entre el gatekeeper.
  - RTC/RTCP para la secuenciación de los paquetes de audio y video.
- GATEWAY: una pasarela o gateway se encarga de traducir los protocolos de establecimiento y liberación de llamadas y de la conversión de formatos de la información entre diferentes tipos de redes, así como de transferir la información entre redes H.323 y redes no H.323.
- GATEKEEPER: los servicios que ofrece el gatekeeper están definidos por el Ras e incluyen la traducción de direcciones, el control de admisión, el control de ancho de banda y la gestión de zona. Un gatekeeper es un componente lógico H.323 independiente, pero puede implementarse como parte de una pasarela o una MCU.
- MCU: se encarga del intercambio de capacidades entre terminales H.323 para el establecimiento de comunicaciones de audio y video, para ello debe soportar los siguientes estándares:
- G.711 y/o G.728 para la digitalización y compresión de la señal de audio
  - H.261 y/o H.263 para el tratamiento de la señal de video.

- T.120 para las comunicaciones de datos punto a punto y punto a multipunto

### ***MECANISMOS DE CONTROL Y SEÑALIZACIÓN***

H.323 proporciona tres protocolos de control, que son:

➤ SEÑALIZACIÓN DE LLAMADA H.225/Q.931: el canal de señalización se emplea para transportar mensajes de control. Existen dos tipos de señalización:

- **SEÑALIZACIÓN DIRECTA**: los mensajes de señalización se intercambian directamente (sin la intervención de un gatekeeper) entre los puntos finales utilizando las direcciones de transporte de señalización CSTA.
- **SEÑALIZACIÓN INDIRECTA**: inicialmente se envía un mensaje al gatekeeper utilizando la dirección de transporte del canal RAS.

La señalización H.225 se emplea para establecer conexiones entre puntos finales H.323 sobre las que pueden implementarse datos en tiempo real.

- RAS H.225.0 (Registro, Administración y Estado): es el protocolo que se establece entre extremos finales y gatekeepers previamente al establecimiento de cualquier otro tipo de canal. Los mensajes RAS viajan a través de un canal no fiable (UDP).
  
- H.245: el protocolo H.245 se emplea en el intercambio de mensajes de control extremo a extremo. Estos mensajes de control se utilizan para gestionar el funcionamiento del punto final H.323 y llevan información relacionada con las capacidades de intercambio, la apertura y el cierre de canales lógicos para el transporte de flujo de datos, mensajes de control de flujo e indicaciones y comandos de índole general.

Después de estas tres fases, se abren los canales lógicos entre los dos terminales de acuerdo con las capacidades intercambiadas y la comunicación multimedia comienza. En la Figura 1.2 se analizará detalladamente una llamada H.323.

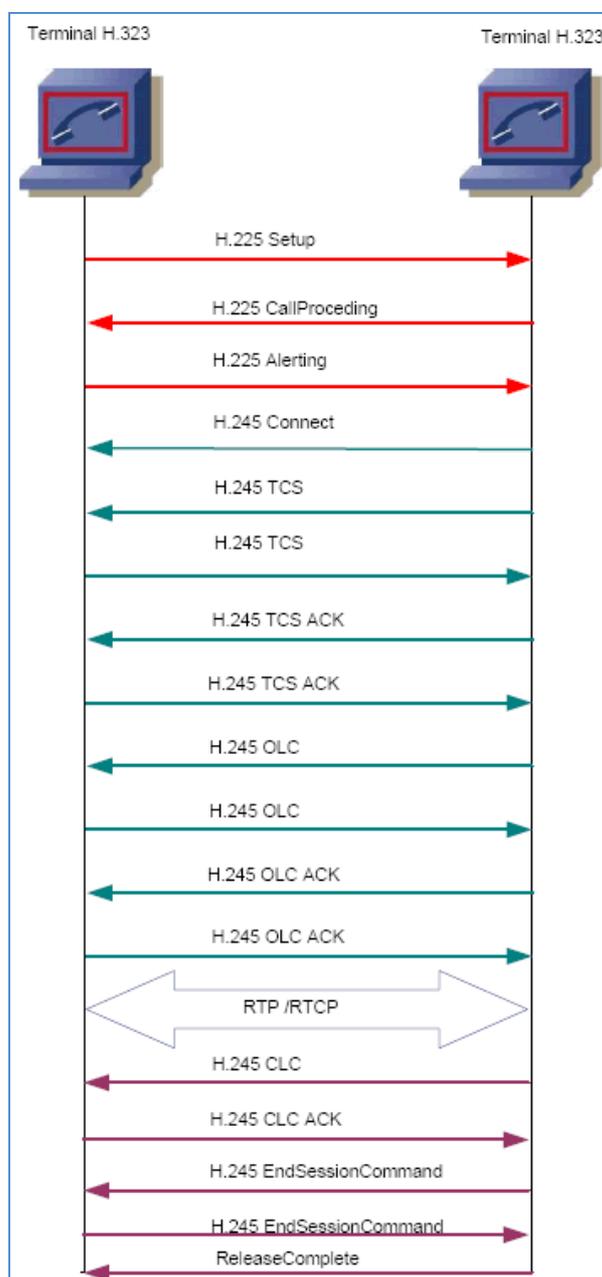


Figura 1.2 Llamada con H.323

A continuación se describirá el procedimiento de una llamada con H.323:

- ESTABLECIMIENTO DE LA COMUNICACIÓN: El usuario que desea establecer la comunicación envía un mensaje de "SETUP", el remitente contesta con un mensaje de "CallProceeding" y "Alerting" indicando el inicio de establecimiento de la comunicación. Cuando el usuario descuelga el teléfono, se envía un mensaje: "Connect".
- NEGOCIACIÓN DE LOS PARÁMETROS: En esta fase se abre una negociación mediante el protocolo H.245 (control de conferencia), el intercambio de los mensajes (petición y respuesta) entre los dos terminales establecen quién será maestro y quién esclavo, las capacidades de los participantes y "codec" de audio y video. Como punto final de esta negociación se abre el canal de comunicación (direcciones IP, puerto).
- COMUNICACIÓN: Los terminales inician la comunicación mediante el protocolo RTP/RTCP.
- FINALIZACIÓN DE UNA LLAMADA: Por último, cualquiera de los participantes activos en la comunicación puede iniciar el proceso de finalización de llamada mediante mensajes "CloseLogicalChannel" y "EndSessionCommand" para indicar la finalización de ésta.

El H.323 es una colección de protocolos como lo indica la Figura 1.3.

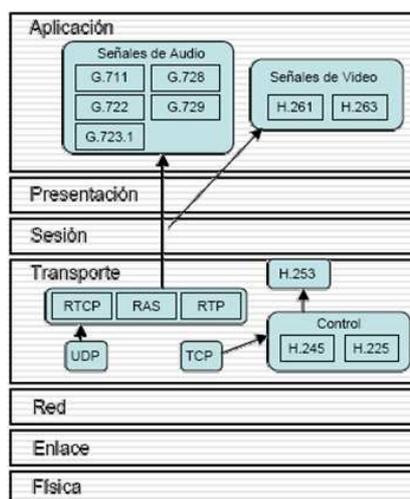


Figura 1.3 Protocolos de H.323

### 1.1.5.1.2. SIP

SIP (Protocolo de Inicio de Sesión), se trata de un protocolo de control de nivel de aplicación empleado para establecer, modificar, o finalizar sesiones entre dos o más participantes. El propio protocolo dispone de mecanismos que garantizan la fiabilidad de las comunicaciones, además SIP depende del protocolo SDP para llevar a cabo la negociación del codec empleado.

## ***MENSAJES SIP***

El protocolo define dos tipos de mensajes: las peticiones (empleadas por el cliente) y las respuestas (utilizadas por los servidores). Ambos tipos incluyen cabeceras diferentes para describir los detalles de la comunicación.

➤ CABECERAS: Los mensajes emplean los campos de la cabecera para especificar información como: el origen, el destino, el camino, el tipo y la longitud del cuerpo del mensaje, etc.

Existen campos que se utilizan en todos los mensajes y otros que se utilizan únicamente en situaciones muy concretas. Los campos más importantes son To y From que indican, respectivamente, la dirección del abonado llamado y del abonado que realiza la llamada. El cuerpo del mensaje contiene información sobre el tipo de sesión que se va a establecer.

➤ MENSAJES DE PETICIÓN: El mensaje de petición empieza por una línea llamada Request-Line, que contiene el nombre del método, el

identificador del destinatario de la petición Request-URI y la versión del protocolo SIP. Existen seis métodos básicos SIP (definidos en RFC 254) que describen las peticiones de los clientes:

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

➤ MENSAJES DE RESPUESTA: El mensaje de respuesta empieza por una línea de llamada Status-Line, seguida de las cabeceras y el cuerpo del mensaje.

La Status-Line tiene el siguiente formato:

- SIP VERSION: versión del protocolo SIP asociado al mensaje.
- STATUS-CODE: es un entero de tres dígitos que indica el resultado del intento de servir la petición. En SIP existen seis tipos de estado, como lo muestra la tabla 1.2.
- REASON-PHRASE: se trata de una descripción textual del código de estado.

TABLA 1.2 ESTADOS DEL PROTOCOLO SIP.

CODIGO DE ESTADO	CATEGORIA
1XX	INFORMACION
2XX	ÉXITO
3XX	DESVIO
4XX	ERROR EN EL CLIENTE
5XX	ERROR EN EL SERVIDOR
6XX	FALLO GENERAL

### **COMPONENTES DE UNA RED SIP**

Una red SIP está compuesta de dos tipos de entidades: agentes de usuario y servidores de red.

Un agente usuario es un sistema final que modela el comportamiento de un usuario. Está formado por dos partes, cliente y servidora; la parte cliente del agente de usuario se emplea para iniciar peticiones SIP,

mientas que la parte servidora del agente usuario recibe peticiones y envía las respuestas. Agentes usuarios pueden ser, entre otros, teléfonos conectados a la LAN, aplicaciones destinadas al usuario final que se ejecutan en un PC (softphone) o pasarelas que hagan de interfaz con la PSTN.

En cuanto a la red, se distinguen cuatro tipos de servidores:

- SERVIDORES DE LOCALIZACIÓN: es empleado por un servidor Proxy o un servidor de desvío para obtener información sobre la posible localización del usuario llamado.
- SERVIDOR DE REGISTRO: recibe las actualizaciones de la ubicación de los usuarios.
- SERVIDOR PROXY: reenvía las peticiones al siguiente servidor después de decidir cuál debe ser; este siguiente servidor puede ser cualquier tipo de servidor SIP. Un servidor Proxy maneja peticiones y respuestas, actuando como cliente o servidor, según el caso.
- SERVIDOR DE DESVÍO: devuelve al cliente la dirección NHS.

### **1.1.5.1.3. MGCP**

El protocolo MGCP (*Media Gateway Control Protocol*) define la comunicación entre los elementos de control de llamadas (agente de llamada) y las pasarelas de telefonía. Un agente de llamada es un dispositivo o sistema de dispositivos que implementan alguna aplicación de telefonía, tales como un conmutador, una PBX o un servidor CTI.

Se trata de un protocolo de control que permite a un coordinador central monitorizar los eventos que acontecen en los teléfonos IP y las pasarelas así como dar a estas últimas instrucciones para que envíen datos a determinadas direcciones. La inteligencia del control de llamada se concentra en las pasarelas externas y es gestionada por elementos de control externos.

MGCP asume que estos elementos de control se sincronizarán con otros controladores para enviar comandos coherentes a las pasarelas que tienen bajo su control. Es un protocolo del tipo maestro/esclavo, en el que se espera que las pasarelas ejecuten los comandos enviados por agentes de llamada.

### **COMPONENTES DE UNA RED MGCP**

Un sistema MGCP básico está formado por una o más pasarelas y, al menos, un agente. Este agente será notificado de cualquier evento que ocurra en las pasarelas que controla y además, enviará comandos a dichas pasarelas.

Cada pasarela tiene conectado un teléfono. Cuando el llamante descuelga el receptor, la pasarela envía la señal correspondiente al agente, genera el tono de invitación a marcar y recoge los dígitos marcados por el usuario. Estos dígitos son enviados al agente que determina, a partir de esta información, la pasarela destino y le envía los comandos adecuados para que genere tonos de llamada en el teléfono destino. Cuando este último descuelgue el receptor, se establecerá una sesión RTP/RTCP entre las dos pasarelas que permitirá el intercambio de datos.

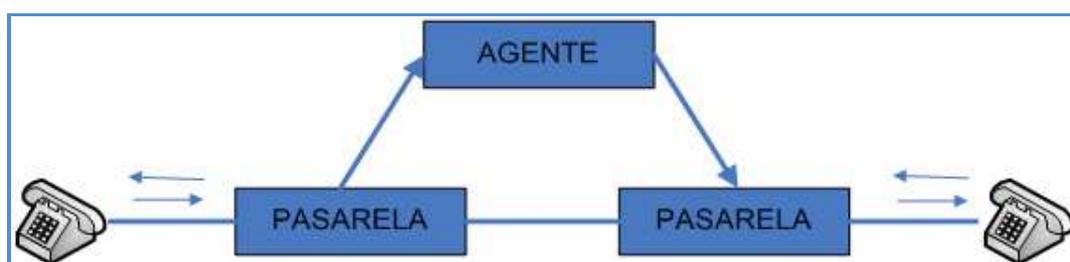


Figura 1.4 Componentes en una Red MGCP

➤ CREACIÓN DE CONEXIONES: las conexiones se crean en el agente de llamada de cada punto final implicado en la llamada. Cuando los dos puntos finales pertenecen a pasarelas gestionadas por el mismo agente, el establecimiento de la conexión se lleva a cabo a través de los siguientes pasos:

PASO 1.- El agente solicita a la primera pasarela crear una conexión con el primer punto final. Esta responde enviando una descripción de la sesión que contiene información requerida por terceras partes para poder enviar paquetes una vez que la nueva conexión haya sido establecida.

PASO 2.- El agente envía la descripción de la sesión de la primera pasarela a la segunda pasarela y le solicita una conexión con el segundo punto final. La segunda pasarela contesta enviando la descripción de una sesión.

PASO 3.- El agente emplea un comando de modificación de la conexión para proporcionar esta segunda descripción de sesión al primer punto final. Una vez hecho esto, ya es posible comunicarse bidireccionalmente.

A continuación se muestra una tabla comparativa de los protocolos de señalización:

TABLA 1.3 RESUMEN DE LAS CARACTERÍSTICAS DE LOS PROTOCOLOS

	H. 323	SIP	MGCP
<b>Organismo de estandarización</b>	ITU	IETF	IETF (MGCP / MEGACO) ITU (H.248)
<b>Arquitectura</b>	Distribuida	Distribuida	Centralizada
<b>Versión Actual</b>	H.323 V.4	RFC2543-bis 07	MGCP 1.0
<b>Responsable del control de llamadas</b>	Gatekeeper	Servidor Proxy o Servidor de desvío	Controlador de Pasarela
<b>Puntos Finales</b>	Pasarela, Terminal	Agentes de usuario	Media Gateway
<b>Señalización</b>	TCP o UDP	TCP o UDP	TCP (H.248) o UDP (H.248) y MGCP
<b>Soporte Multimedia</b>	Si	Si	Si
<b>DTMF-Relay</b>	H.245 (Señalización) ORFC2833 (Datos)	Info (Señalización) ORFC2833 (Datos)	Señalización ORFC2833 (Datos)
<b>Fax-Relay</b>	T.38	T.38	T.38
<b>Servicios Suplementarios</b>	Proporcionados por los puntos finales o el responsable del control de llamadas	Proporcionados por los puntos finales o el responsable del control de llamadas	Proporcionados por el agente de llamadas

### 1.1.5.2. PROTOCOLOS DE TRANSPORTE

Los protocolos de transporte tienen la misión de trasladar la información útil del origen al destino cumpliendo los requerimientos exigidos por las aplicaciones multimedia en general y por la voz en particular. Los protocolos de transporte más empleados en la integración de voz y datos

son RTP su protocolo de control, RTCP. Además en sistemas de video bajo demanda, resulta muy útil el RTSP.

### **1.1.5.2.1. RTP**

El protocolo de transporte en tiempo real (RTP), proporciona servicios de audio y video en tiempo real extremo a extremo sobre una red de paquetes. El proceso de transporte implica dividir en paquetes el flujo de bits que proporciona el codificador de señal, enviar dichos paquetes por la red y re ensamblar el flujo de bits original en el destino.

El mismo protocolo RTP define:

- EL FORMATO DE LOS PAQUETES, que se divide en dos partes: la cabecera y la carga útil. La primera proporciona al receptor la información necesaria para reconstruir el flujo de bits mientras que la segunda constituye el propio flujo de bits.
  
- MECANISMO empleado para fragmentar el flujo de información en paquetes.

## ***FUNCIONES DE RTP***

Las funciones del protocolo RTP, se resumen en:

- INDICACIÓN DE LA SECUENCIA: Para detectar paquetes perdidos y reordenarlos.
- SINCRONISMO ENTRE LOS MEDIOS: Los paquetes dentro de un mismo flujo, pueden sufrir demoras diferentes por lo que es necesario llevar información de tiempo que permita sincronizar estos.
- IDENTIFICACIÓN DE LA CARGA: Durante una sesión las condiciones de la red pueden variar lo que obliga a cambiar el tipo de codificación pues los "codec" difieren en su habilidad de trabajar en dependencia de estas condiciones.
- IDENTIFICACIÓN DE LA TRAMA: Es necesario entregar a los niveles superiores las tramas en una secuencia correcta por lo que se debe conocer el inicio y fin de las tramas, lo que se hace enviando un bit de marca de trama.
- IDENTIFICACIÓN DE LA FUENTE: Durante una sesión de multidifusión hay que enviar un identificador único para cada uno de los usuarios que

participan en esta y así conocer la procedencia de cada uno de los paquetes.

Las funciones anteriores se soportan gracias a la cabecera de RTP. Por lo general RTP se ejecuta sobre UDP para hacer uso de sus funciones de multiplexación, control de errores y flexibilidad; ya que para los datos en tiempo real, la llegada a tiempo de los datos es más importante que la fiabilidad de los mismos. Por esta razón los paquetes de RTP y RTCP se transmiten normalmente sobre UDP.

Para preparar una sesión de RTP, la aplicación define dos direcciones de transporte formadas por una dirección de red y un par de puertos, uno para RTP y otro para RTCP. En una sesión multimedia, cada flujo de datos es transportado en una sesión RTP separada, con sus propios paquetes de RTCP que informan sobre QoS de la recepción para dicha sesión. Es decir, que el audio y video viajarían en sesiones separadas e independientes y habilitarían a un receptor a elegir si recibe o no un flujo particular.

RTP no garantiza reserva de recursos a fin de evitar la pérdida de paquetes y el jitter, ni da garantía de calidad de servicio, sino que, por el

contrario, necesita del apoyo de capas más bajas como el empleo de RSVP.

#### **1.1.5.2.2. RTCP**

El protocolo de control en tiempo real (RTCP) es la parte del RTP que proporciona servicios de control, además de otra serie de funcionalidades adicionales relacionadas, tales como las siguientes:

- REALIMENTACIÓN SOBRE LA QOS: los receptores de una sesión emplean RTCP para informar al emisor sobre la calidad de su recepción. Esta información comprende el número de paquetes perdidos jitter y el RTT (Round trip Time).
- SINCRONIZACIÓN INTERMEDIA: el audio y el video suelen transportarse en flujos diferentes que deben sincronizarse en el receptor. Esta capacidad de sincronización es proporcionada por el RTCP incluso en el caso de que los flujos procedan de fuentes distintas.
- IDENTIFICACIÓN: los paquetes RTCP contienen información de identificación de cada participante en la sesión, tal como correo electrónico, número de teléfono o el nombre completo del participante.

➤ CONTROL DE LA SESIÓN: RTCP permite a un participante indicar que deja la sesión (envío del paquete BYE) así como el intercambio de mensajes cortos entre participantes.

Periódicamente, todos los participantes en una sesión (tanto los que envían como los que únicamente se dedican a escuchar) transmiten un paquete con la información citada arriba. Estos paquetes se envían a la misma dirección (multicast o unicast) como un flujo RTP pero a un puerto diferente. Esta periodicidad en el envío tiene su justificación en que dichos paquetes proporcionan información sensible temporal, como la calidad de la recepción, que queda obsoleta tras cierto tiempo. El periodo de envío de estos paquetes está determinado por un algoritmo que lo adapta al tamaño del grupo que participa en la sesión ya que, de este modo, se evitan problemas de congestión en el caso de una sesión con centenares o miles de participantes.

#### **1.1.5.2.3. RTSP**

RTSP (Real Time Streaming Protocol) es un nuevo protocolo de nivel aplicación usado para la entrega de flujos de datos multimedia, en forma

controlada y en tiempo real. Empleando RTSP como base, se pueden desarrollar aplicaciones capaces de controlar remotamente el servidor.

RTSP se basa en dos conceptos fundamentales:

- STREAMING: consiste en la división de los datos en paquetes dimensionándolos adecuadamente en función del ancho de banda disponible entre el cliente y servidor. Una vez que la aplicación cliente ha recibido muchos paquetes, el software del cliente puede estar reproduciendo un paquete, descomprimiendo otro, y recibiendo un tercero. De esta manera es posible reproducir un fichero de datos casi inmediatamente, sin necesidad de disponer del fichero completo.
- IP MULTICASTING: las redes multicast se caracterizan por permitir el envío de datos desde un servidor a un grupo determinado de clientes en un solo paso.

RTSP es similar a HTTP 1.1 en sintaxis y funcionamiento. Se diseñó de esta manera: para hacer uso de la tecnología ya desarrollada para HTTP, como seguridad web y el uso de servidores proxy. Entre las ventajas de RTSP se encuentran las siguientes:

- INTEROPERABILIDAD: permite operar entre las aplicaciones cliente-servidor de diferentes proveedores. Esto les da más flexibilidad y opción a diseñadores de aplicaciones multimedia.
- PORTABILIDAD: debido que RTSP está orientado al entorno web, es imprescindible que una aplicación RTSP pueda implementarse sobre cualquier plataforma.
- FIABILIDAD: RTSP se ha construido sobre técnicas suficientemente probadas, tales como RTP, UDP y TCP, haciéndolo fiable y robusto.

Un servidor de RTSP mantiene información de estado de cada cliente que está conectado a él. Se distinguen cuatro estados diferentes para el cliente:

- ESTADO INIT: es el estado inicial, donde todavía no se ha recibido ningún SETUP.
- ESTADO READY: el último SETUP tuvo éxito, o bien, el último PAUSE recibido tras la reproducción se llevo a cabo satisfactoriamente. En ambos casos, la respuesta ha sido enviada.
- ESTADO PLAYING: el dato está enviándose.

- ESTADO RECORDING: el servidor está grabando datos.

### **1.1.6. TIPOS DE COMUNICACIÓN EN LA TELEFONIA IP**

Utilizando VoIP no existe solo una sola forma de realizar una llamada, vamos a analizar las distintas opciones que nos presenta esta tecnología:

#### ***LLAMADA ENTRE TELÉFONOS IP:***

Los teléfonos IP vienen con una ficha RJ-45 para conectar directamente al router de la red y tienen todo el hardware y software necesario para manejar correctamente las llamadas VoIP.

La telefonía IP, necesita un elemento que se encargue de transformar las ondas de voz en datos digitales y que además los divida en paquetes susceptibles de ser transmitidos haciendo uso del protocolo IP. Este elemento es conocido como Procesador de Señal Digital (DSP), el cual está ya disponible y utilizan las Teléfonos IP o los propios gateways o pasarelas encargadas de transmitir los paquetes IP una vez paquetizada la voz. Cuando los paquetes alcanzan el gateway de destino se produce el mismo proceso a través del DSP pero a la inversa con lo cual el

receptor podrá recibir la señal analógica correspondiente a la voz del emisor.

- NO SE UTILIZA DSP para llamada simple entre 2 teléfonos IP
- 1 DSP por IP Phone para conferencia
- 1 DSP por llamada entre un teléfono IP y un teléfono no IP o un enlace PSTN.

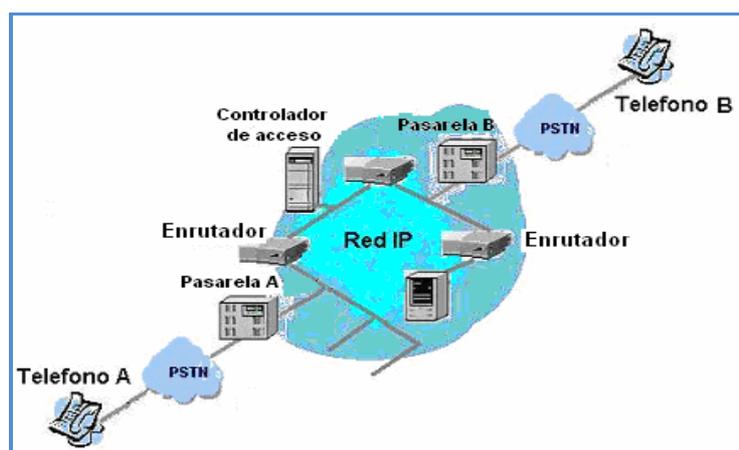


Figura 1.5 Esquema: Llamada entre teléfonos IP

### **LLAMADA PC A PC:**

Ambas computadoras sólo necesitan tener instalada la misma aplicación encargada de gestionar la llamada telefónica y estar conectados a la Red

IP, internet generalmente de banda ancha, para poder efectuar una llamada IP. Al fin y al cabo es como cualquier otra aplicación Internet, por ejemplo una conversación de PC a PC o Chat.

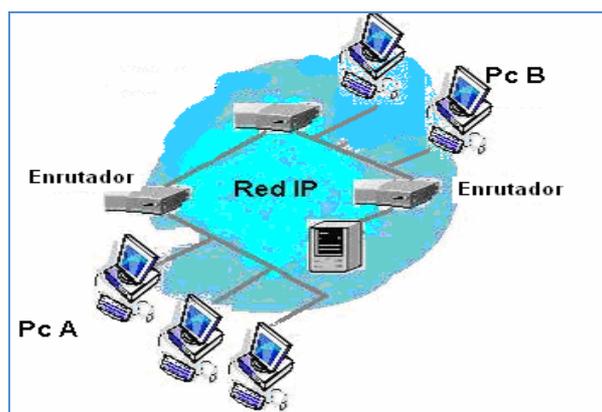


Figura 1.6 Esquema: Llamada entre PC's

### **LLAMADA PC A TELÉFONO:**

En este caso sólo un extremo necesita ponerse en contacto con un Gateway. La PC debe contar con una aplicación que sea capaz de establecer y mantener una llamada telefónica.

Por tanto se tiene una comunicación de datos a través de una red IP, entre la PcA y el Gateway B y una comunicación telefónica convencional entre el Gateway B y el teléfono B. Tal como se encuentra en la Figura 1.7.



Figura 1.7 Esquema: Llamada PC a Teléfono.

Para llamadas que utilizan al menos un teléfono analógico, es necesario incorporarle un dispositivo que permita realizar una comunicación utilizando una red IP ya sea mediante red de área local o a través de Internet. Este dispositivo es el Adaptador de Teléfonos Analógicos (ATA), que es el medio de conexión hacia la red, en reemplazo de un Gateway.



Figura 1.8 Analog Telephony Adapter VoIP Grandstream HT486

Los ATA disponen de un sistema de administración y gestión similar a los teléfonos IP por lo que disponen también de dirección IP, y las mismas ventajas que cualquier terminal IP.

### **1.1.7. APLICACIONES**

VoIP se podría aplicar a casi todos los requisitos de las comunicaciones de voz, desde un simple intercomunicador entre oficinas, a una compleja teleconferencia multipunto. Por lo tanto, el equipo de VoIP debe tener la flexibilidad de abastecer a una amplia gama de configuraciones y de ambientes y la capacidad de mezclar la telefonía tradicional con la telefonía IP.

Algunos ejemplos de las aplicaciones de VoIP son:

➤ PASARELA DE RED IP A PSTN: La interconexión de la red IP a la PSTN (Public Switching Telephone Network) se puede lograr usando una pasarela integrada en una PBX (Private Branch Exchange), el IPPBX o como un dispositivo separado. Por ejemplo un teléfono basado en PC, tendría acceso a la red pública llamando a una pasarela cercana al punto de destino (minimizando así los costos de las llamadas de larga distancia).

- TELÉFONOS CON ACCESO A INTERNET: Los teléfonos ordinarios pueden ser habilitados para servir como dispositivo de acceso a Internet así como para el abastecimiento de la telefonía normal. Los servicios de directorio, por ejemplo, se podrían acceder en Internet mostrando un nombre y recibiendo una contestación de voz o texto.
  
- ENLACE DE OFICINAS REMOTAS CON INTRANET CORPORATIVAS: El reemplazo de los enlaces entre compañías poseedoras de PBX usando una conexión a Intranet proporcionaría economías de escala y ayudaría a consolidar instalaciones de red.
  
- ACCESO REMOTO DESDE UNA OFICINA PEQUEÑA: Una oficina pequeña podría acceder a los servicios corporativos de voz, datos y fax usando la Intranet de las compañías (emulando una extensión remota para una PBX, por ejemplo). Esto puede ser útil para los teleoperadores que trabajan en un centro de asistencia telefónica al usuario.
  
- LLAMADAS TELEFÓNICAS DESDE UNA PC MÓVIL VÍA INTERNET: Las llamadas a la oficina se pueden realizar usando una PC multimedia que esté conectada vía Internet. Un ejemplo sería utilizar Internet para llamar desde un hotel en vez de usar los costosos teléfonos del hotel. Esto podría ser ideal para enviar o recibir mensajes de la voz.

➤ MENSAJERÍA UNIFICADA: Implica el abandono de los sistemas de mensajería vocal tradicionales y su sustitución por un sistema capaz de gestionar tanto mensajes de voz como faxes y correos electrónicos, de modo que el usuario dispone de una bandeja de entrada única desde la que puede acceder a todos los tipos de mensajes.

### **1.1.8. VENTAJAS DE LA TELEFONIA IP**

La telefonía IP al ser eficiente y funcional ofrece una gran cantidad de ventajas:

- La principal ventaja de este tipo de servicios es que evita los cargos altos de telefonía (principalmente de larga distancia) que son usuales de las compañías de la Red Pública Telefónica Conmutada (PSTN), llegando a eliminarlos para comunicaciones internas entre sucursales de una empresa o de un grupo de empresas.
- Las llamadas de VoIP a VoIP entre cualquier proveedor son generalmente gratis, en contraste con las llamadas de VoIP a PSTN que generalmente cuestan al usuario de VoIP.

- Algunos ahorros en el costo son debidos a utilizar una misma red para llevar voz y datos, especialmente cuando los usuarios tienen sin utilizar toda la capacidad de una red ya existente en la cual pueden usar para VoIP sin un costo adicional.
- El desarrollo de codecs para VoIP ha permitido que la voz se codifique en paquetes de datos de cada vez menor tamaño. Esto deriva en que las comunicaciones de voz sobre IP requieran anchos de banda muy reducidos.
- Junto con el avance permanente de las conexiones ADSL en el mercado residencial, éste tipo de comunicaciones, están siendo muy populares para llamadas internacionales.
- Los Números de acceso son usualmente cobrados como una llamada local para quien hizo la llamada desde la PSTN y gratis para el usuario de VoIP.
- Costos de gestión y mantenimiento bajos, debido a que se usa un solo administrador de gestión.
- Distribución de la inteligencia en le red, evitando puntos concentrados de fallas.

- Mayor número de aplicaciones.
- Fácil de usar.
- Expansión sencilla.
- Migración suave.

## **1.2. QoS EN REDES INTEGRADAS**

La calidad de servicio hace referencia a la capacidad de la red de proporcionar el nivel de servicio adecuado a cada tipo de tráfico, es decir, de asegurar cierto ancho de banda dentro del ancho de banda disponible. Este aspecto adquiere fundamental importancia cuando consideramos la integración de voz y datos en una única infraestructura.

En una red de paquetes las técnicas de QoS se aplican en los routers de la red. Las herramientas de que dispone a la hora de asegurar la calidad de la voz sobre paquetes son el aprovisionamiento del ancho de banda adecuado, la clasificación del tráfico y el control y la prevención de la congestión. Además, en situaciones en las que la WAN es de baja capacidad, habrá que considerar el empleo de técnicas de gestión de ancho de banda.

### **1.2.1. LIMITACIONES DE LA VOZ SOBRE PAQUETES**

Para tener una buena calidad en la voz son cinco los factores que debemos tener en cuenta.

#### **1.2.1.1. ANCHO DE BANDA**

El ancho de banda necesario para la transmisión de la señal de voz es función del algoritmo de codificación y compresión del codec utilizado. Como cualquier red, una red de conmutación de paquetes se va a caracterizar por un cierto ancho de banda disponible, que debe repartirse entre todas las aplicaciones de la red. La técnica empleada para gestionar el ancho de banda de la red es determinante en el retardo que sufrirán los paquetes y, por tanto, en la calidad de la señal de voz.

#### **1.2.1.2. PERDIDA DE PAQUETES**

Representa el porcentaje de paquetes transmitidos que se descartan en la red. Estos descartes pueden ser producto de alta tasa de error en alguno de los medios de enlace o por sobrepasarse la capacidad de un buffer de una interfaz en momentos de congestión.

La calidad en función de la pérdida de paquetes se define de la manera siguiente:

- Paquetes perdidos  $< 1 \%$  Muy buena calidad
- Paquetes perdidos  $< 3 \%$  Calidad aceptable
- Paquetes perdidos  $> 5\%$  Calidad inaceptable

La voz es bastante predictiva y si se pierden paquetes aislados se puede recomponer la voz de una manera bastante óptima. El problema es mayor cuando se producen pérdidas de paquetes en ráfagas.

Cuando la pérdida de paquetes es inferior al 5% los diferentes codecs utilizados pueden corregir el error, los métodos utilizados para corregir este error son básicamente dos:

- Interpolar, cuando falta un paquete el codec, toma el paquete anterior y el paquete siguiente y calcula el valor del paquete faltante.
- Sustitución, cuando el códec detecta un paquete faltante lo reemplaza por un paquete igual al paquete anterior.

### **1.2.1.3. RETARDO**

El retardo también conocido como latencia se define técnicamente en VoIP como el tiempo que tarda un paquete en llegar desde la fuente al destino.

La calidad de retardo se define de la manera siguiente:

- Retardo < 150 ms                      Muy buena calidad
- 150 ms < Retardo < 250 ms        Calidad aceptable
- Retardo > 400 ms                      Calidad inaceptable

El retardo puede tener dos tipos de fuentes las cuales son: Constante y Variante.

#### **1.2.1.3.1. RETARDO CONSTANTE**

Dentro de las fuentes de retardo constante están todas aquellas que siempre generaran la misma cantidad de retardo, las más importantes son:

- CODIFICACIÓN, es el retardo generado al tomar el audio y procesarlo por un codec específico.
- PAQUETIZACIÓN, es el retardo generado al tomar el audio y convertirlo en paquetes IP.
- SERIALIZACIÓN, es el retardo generado al colocar los paquetes de voz, desde las capas de aplicación hasta la interfaz por la cual será transmitido.

#### **1.2.1.3.2. RETARDO VARIABLE**

Las fuentes de retardo variable son todas aquellas que generan diferentes cantidades de retardo según las condiciones del medio, las más importantes son:

- ENCOLAMIENTO, el retardo por encolamiento es el que se genera cuando los paquetes de voz tienen que esperar en las colas de los equipos activos a ser transmitidos.
- PROPAGACIÓN, el retardo por propagación es el retardo que se genera al pasar los paquetes por los diferentes cables hasta llegar a su destino.

#### **1.2.1.4. ECO**

En una llamada telefónica, el eco ocurre cuando el hablante escucha su propia voz repetida. Un factor determinante en el análisis del eco es el retardo del eco, que se define como el tiempo empleado por la señal de eco en recorrer el camino de ida y vuelta, es decir, en llegar del origen al destino, reflejarse y volver del destino al origen de nuevo. Cuanto mayor sea este retardo, más importante es el efecto del retardo.

Las características anteriores (latencia y jitter) pueden producir eco sobre la señal telefónica, lo cual hace necesario el uso de canceladores de eco (ITU G.168). El cancelador consiste en usar una parte de la señal de transmisión para cancelar el eco producido por la desadaptación de impedancias en el circuito híbrido que convierte de 4 a 2 hilos.

#### **1.2.1.5. JITTER**

El jitter se define técnicamente como la variación en el tiempo en la llegada de los paquetes, causada por congestión de red, pérdida de sincronización o por las diferentes rutas seguidas por los paquetes para llegar al destino.

La calidad del jitter se define de la manera siguiente:

- Jitter < 20 ms                      Muy buena calidad
- Jitter < 50 ms                      Calidad aceptable
- Jitter > 75 ms                      Calidad inaceptable

Para minimizar los efectos del jitter las pasarelas disponen de unos buffers que almacenan el flujo de paquetes antes de recuperar la forma de onda de la señal de voz, pero tienen el inconveniente de que aumentan el retardo total sufrido por la comunicación.

### **1.2.2.            CLASIFICACION DEL TRAFICO PARA LA IMPLEMENTACION DE TECNICAS DE QoS**

Si las técnicas de QoS tienen como objetivo proporcionar el nivel de servicio adecuado a cada tipo de tráfico, los mecanismos de clasificación adquieren una importancia fundamental, pues constituyen el primer paso de cualquiera del resto de técnicas de QoS.

Es el propio operador de la red quien va a determinar si la clasificación se va a llevar a cabo analizando las características del tráfico de cada

paquete dependiendo de una sesión, es decir, en función de lo que se establezca en la fase de negociación de parámetros extremo a extremo que tiene lugar antes de la transmisión. En cuanto a la clasificación existen criterios muy variados: tipo de tráfico contenido en el paquete, dirección IP, puerto, etc.

#### **1.2.2.1. IEEE 802.1P**

IEEE 802.1p ahora integrado en el estándar IEEE 802.1D. IEEE 802.1p define como los puentes deben discriminar la prioridad de las tramas que los atraviesan. Se trata de un proceso de nivel 2 y, por lo tanto, es independiente del protocolo de red (nivel 3).

El esquema IEEE 802.1p asigna a cada paquete un nivel de prioridad entre 0 y 7. Aunque es el método para priorizar más utilizado en el entorno LAN, cuenta con varios inconvenientes, como el aumento en el tamaño del paquete; debido al requerimiento de una etiqueta adicional de 4 bytes que indica un nivel de prioridad. Esta etiqueta viene definida en el estándar IEEE 802.1Q, pero es opcional en redes Ethernet. Además, sólo puede ser soportado en una LAN, ya que las etiquetas 802.1Q se eliminan cuando los paquetes pasan a través de un router

O sea añadir bytes adicionales de información a paquetes con niveles de prioridad diferentes. Los paquetes se etiquetan con cuatro bytes adicionales, que indican un nivel de prioridad. Las etiquetas también aumentan el tamaño del paquete. Cuando se envían estos paquetes a la red, los dispositivos preparados para IEEE 802.1p transfieren los paquetes con mayor prioridad. Paquete de prioridad, también conocido como Traffic Class Expediting (permite al adaptador trabajar con otros componentes de la red, tales como conmutadores, enrutadores) para entregar los paquetes según el nivel de prioridad. Mediante el uso de Priority Packet, el etiquetaje 802.1p le permite asignar niveles de prioridad específicos, desde 0 (bajo) hasta 7 (elevado).

Advertencia: etiquetaje IEEE 802.1p incrementa el tamaño de los paquetes. Algunos concentradores y conmutadores no reconocen los paquetes muy grandes debido a que exceden el tamaño máximo de la trama estándar de los paquetes Ethernet y los desactivan. Revise la documentación del concentrador o conmutador para ver si son compatibles con 802.1p. (Puede configurar el conmutador para separar las etiquetas de los paquetes y enviarlas al siguiente destino como tráfico normal). Si estos dispositivos no son compatibles con 802.1p, o no está seguro de ello, utilice High Priority Queue para asignar prioridades a tráfico de red.

### **1.2.2.2. IEEE 802.1Q**

El estándar 802.1Q define una arquitectura de puentes LAN virtuales en la que todos los tipos de tráfico tienen la capacidad de manejar señalización de la prioridad de usuario extremo a extremo independientemente de la información de usuario incluida en los protocolos de MAC y de proporcionar servicios VLAN, incluyendo la definición de formatos de trama para representar información de identificación VLAN.

802.1Q define información adicional que se añade a la trama de MAC en forma de etiqueta. Esta etiqueta constituye una cabecera adicional que se inserta en la trama de MAC inmediatamente después de los campos de dirección origen y destino, y detrás de la información de encaminamiento si está presente.

En función del etiquetado, las tramas 802.1Q se dividen en tramas sin etiquetar, tramas con prioridad y tramas etiquetadas.

Por otra parte, la prioridad de usuario de una trama recibida por un puente se determina basándose en las siguientes reglas:

- Si la trama recibida está etiquetada o incluye prioridad, se emplea el valor de prioridad indicada en la etiqueta de la cabecera.

- En caso contrario, la información de prioridad se corresponde con la prioridad de la trama de MAC, modificada o no por los valores de la tabla de regeneración de la prioridad.

Una vez hecho esto, la información de prioridad de usuario es empleada en el proceso de reenvío de la trama en el puente, suponiendo que soporte IEEE.

### **1.2.2.3. ATM QOS**

La tecnología ATM se diseñó, desde el primer momento, pensando en la QoS. Se definen cuatro clases de servicio, cada una de ellas caracterizada por una cierta QoS. Esta clasificación permite crear las políticas de prioridad de tráfico requeridas. Las clases de servicio son:

➤ TRÁFICO CBR (CONSTANT BIT RATE): se espera un ancho de banda fijo y unos valores de jitter reducidos, puesto que las celdas que se retarden por encima de un cierto valor serán descartadas. Es apropiado para soportar servicios de voz y vídeo.

- TRÁFICO RT-VBR (REAL TIME VARIABLE BIT RATE): la fuente varía su tasa de emisión con el tiempo. Requieren valores ajustados del jitter. Es apropiado para servicios de voz y vídeo comprimidos.
- TRÁFICO NRT-VBR (NON REAL TIME VARIABLE BIT RATE): se espera un valor bajo de las pérdidas de celdas y un valor acotado del jitter de las mismas.
- TRÁFICO UBR (UNESPECIFIED BIT RATE): no requieren valores específicos para el retardo o las pérdidas y, por tanto, la red no garantiza ningún tipo de QoS. Es apropiado para las aplicaciones tradicionales tales como la transferencia de ficheros o el correo electrónico.
- TRÁFICO ABR (AVAILABLE BIT RATE): las fuentes de datos realizan un control de flujo a partir de la información suministrada por la red. No está pensado para aplicaciones de tiempo real y proporciona un servicio del tipo best-effort.

#### **1.2.2.4. IP TOS**

En IP versión 4 se establece un campo de 8 bits en la cabecera denominado ToS (Type Of Service) y que se utiliza para indicar el tipo de

servicio. Este campo se divide en 2 partes (RFC 791, RFC 795 y RFC 1349), según se muestra a continuación:

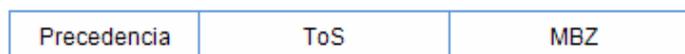


Figura 1.9 Campos del IP ToS

Los tres primeros bits de este campo (bits de precedencia) indican la prioridad relativa del paquete, estableciendo seis clases de servicios distintas. El resto se utiliza para solicitar a la red ciertas características del servicio (mínimo retardo, máximo throughput, máxima fiabilidad y mínimo coste) excepto el último que siempre es cero (MBZ, must be zero).

#### **1.2.2.5. DIFFSERV**

En IPv6 la interpretación del byte ToS se ha redefinido y actualmente se emplean los 6 bits" como DSCP (DiffServ Code Point), tal y como muestra a continuación:

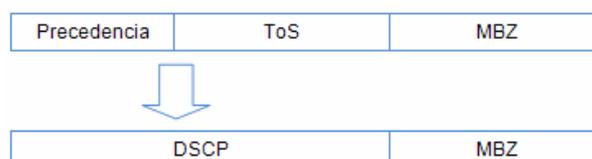


Figura 1.10 Campos del Diffserv

Con estos bits el flujo puede dividirse en 256 clases de servicio diferentes. El comportamiento que debe seguir la red para cada una de estas clases de servicio se establece en un PHB (Per Hop Behaviour). Un PHB es una descripción del procesamiento aplicado a un paquete por parte de un nodo de la red. Hasta ahora, se distinguen dos tipos de PHB:

- EXPEDITED FORWARDING (EF): minimiza el retardo y la variación en el retardo y provee el más alto nivel de QoS posible. El tráfico que excede esta política, es desechado.
- ASSURED FORWARDING (AF): provee reenvío de paquetes IP en N clases y dentro de cada clase a los paquetes se les asigna de 1 a M diferentes niveles de precedencia distintos.

Una red DiffServ está dividida en dominios, que son conjuntos de nodos que comparten una política común de PHB. En un dominio existen dos tipos de nodos:

➤ NODOS DE INTERCONEXIÓN: conectan dominios entre sí. Se encargan de clasificar el tráfico en dos grupos:

- BA (Behavior Aggregate): se clasifican los paquetes basándose únicamente en el valor del campo DSCP.
- MF (Multifield): los paquetes son clasificados según una combinación de dos o más campos de la cabecera (dirección IP origen y destino, puertos, etc.). Las reglas empleadas en la clasificación se definen en un acuerdo denominado TCA (Traffic Conditioning Agreement), que se aplica una vez que el tráfico ha sido clasificado.

➤ NODOS INTERIORES: son los nodos internos a un dominio. Solamente se conectan con otros nodos del mismo dominio.

En una red DSCP se deben cumplir las siguientes condiciones:

- Deben existir, al menos, dos PHB diferentes en los que mapear los ocho tipos distintos de DSCP.
- Los paquetes con valores más bajos de DSCP mapeados en distintos PHB serán descartados con mayor probabilidad.

### **1.2.3. CONTROL DE GESTION**

Para mantener la Calidad de Servicio en el Tráfico de una red de VoIP, se debe mantener el control de los siguientes parámetros:

#### ***CONTROL DE ADMISIÓN***

A contrario con lo que ocurre con el resto de las técnicas de QoS, el control de admisión es un concepto que se aplica únicamente al tráfico de voz, no al tráfico de datos.

Si el tráfico de datos sobrepasa los recursos asignados a un enlace concreto, se aplicarán las técnicas de control de la congestión, encolado, etc.

Las técnicas de control de admisión son, por tanto, un método determinista que se aplica con el fin de tomar una decisión previamente al establecimiento de llamada basándose en si los recursos requeridos por una nueva llamada están disponibles y si en sí se va a ser capaz de satisfacer las necesidades de QoS una vez aceptada dicha llamada.

## ***CONTROL DE LA CONGESTIÓN***

Si consideramos una red multiservicio en la que conviven varios tipos de tráfico, deberemos idear un tipo de mecanismo de priorización del tráfico, puesto que cada uno de estos tipos exige de la red niveles de servicio distintos. En concreto es necesario asignar mayor prioridad al tráfico de voz con el fin de minimizar el retardo de los paquetes.

Las técnicas de control de la congestión, por su parte, entran en funcionamiento una vez que la congestión ha tenido lugar y consiste, básicamente, en el establecimiento de una disciplina de servicio que gobierne el comportamiento de las colas de transmisión de los nodos de la red.

➤ FIFO (First In First Out) dispone de una única cola de salida en la que se van almacenando los paquetes a medida que llegan y de la que se van seleccionando en el mismo orden en el que se encolaron. Sin embargo, no distingue entre tipos de tráfico y maneja todos los paquetes de la misma manera, no resultando adecuado para aplicaciones de voz sobre paquetes.

➤ PQ (Priority Queueing): En esta disciplina de servicio, existen varias colas, cada una de las cuales se caracteriza por un valor de prioridad

diferente. El algoritmo de selección busca los paquetes en las colas por orden de prioridad: mientras haya paquetes de una determinada prioridad, no se transmitirán paquetes de prioridad menor.

➤ CQ (Custom Queueing) utiliza una cola para cada tipo de tráfico. El algoritmo de selección permite especificar el número de paquetes de cada cola que serán transmitidos en cada ciclo, es decir, que se asegura un ancho de banda mínimo para cada tipo de tráfico. El ancho de banda no utilizado por una cola puede ser utilizado por el resto.

#### **1.2.4. OTRAS TECNICAS DE GESTION DEL ANCHO DE BANDA**

A continuación se enlistarán otras técnicas importantes de gestión del ancho de Banda:

##### **1.2.4.1. RSVP**

RSVP es un protocolo de control de red que permite a las aplicaciones de una red de paquetes obtener una QoS determinada para sus flujos de datos. Incorpora una reserva de ancho de banda junto con una lista de

acceso dinámica extremo a extremo, de tal forma que si no es posible soportar la QoS requerida por un determinado flujo a través de la red, los routers recibirán un mensaje de error indicando que la comunicación no puede llevarse a cabo.

Se basa en dos conceptos fundamentales:

- Mensaje PATH: incluye un campo Tspec (Traffic Specification) en el que el origen establece una caracterización del tráfico que va a enviar en términos de ancho de banda, retardo y jitter así como de sus márgenes y variaciones. El mensaje path es lo primero que el origen enviará hacia el destino y cuya misión es solicitar la reserva de recursos en cada router de la red que atraviesa.
- Mensaje RESV: incluye los campos Rspec (Request Specification) y FilterSpec (Filter Specification) además del campo Tspec. La reserva de recursos se hará cuando el destino envíe el mensaje Resv.

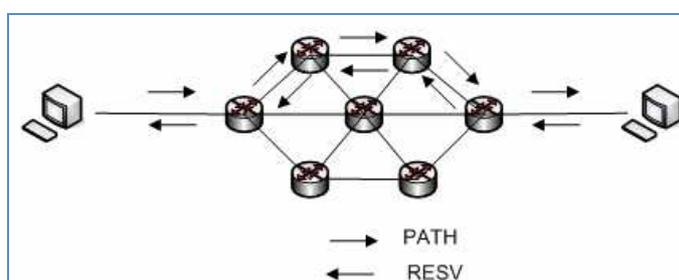


Figura 1.11 Protocolo RSVP

Cuando el router más cercano al origen recibe el mensaje de Resv, envía un mensaje de confirmación al destino y la reserva se da por finalizada.

#### **1.2.4.2. MPLS**

MPLS (*Multiprotocol Label Switching*) es un protocolo de encaminamiento de paquetes basado en la conmutación de etiquetas y que se ubica entre las capas 2 y 3 del modelo de referencia OSI.

Al igual que Diffserv, MPLS marca el tráfico con el objeto de diferenciar distintos flujos de datos, sin embargo mientras Diffserv emplea estas marcas como base para determinar la prioridad que el router debe asignar al tráfico de MPLS, su misión es obtener el siguiente router al que debe viajar dicho tráfico. El encaminamiento MPLS consiste, entonces, en el establecimiento de rutas de ancho de banda fijo, muy similar a los circuitos virtuales ATM O Frame Relay.

#### **1.2.4.3. QOSR**

Uno de los aspectos críticos para el buen funcionamiento de cualquier tipo de red de datos es el encaminamiento, ya que determina en gran

medida, la eficiencia del acceso a los recursos limitados de la red. Las técnicas de QoS se aplican a todos los aspectos del encaminamiento: algoritmos de optimización de rutas, algoritmos de encaminamiento, gestión del encaminamiento, etc.

La característica principal de los algoritmos es que deben ser suficientemente sencillos y eficientes, deben ser estables y robustos para reaccionar adecuadamente a las variaciones dinámicas de la carga de la red, pues no hay que perder de vista que el objetivo principal de las técnicas QoS es permitir a la red escoger un camino que soporte la QoS requerida por uno o varios flujos de datos.

Las aplicaciones de QoS, se suele emplear junto con arquitecturas Diffserv y MPLS.

#### **1.2.4.4. SBM**

SBM (*Subnet Bandwidth Management*) es un protocolo de señalización que permite la comunicación entre nodos de la red y conmutadores, lleva a cabo un mapeo a protocolos de QoS de capas superiores. Un requerimiento fundamental de un sistema SBM es que el tráfico debe

atravesar, al menos, un conmutador que soporte el protocolo. Los componentes principales de SBM son los siguientes:

- BA (Bandwidth Allocator): mantiene el estado de la reserva de recursos en la subred.
  
- RM (Requestor Module): reside en cada estación final de la red. El RM lleva a cabo el mapeo entre los niveles de prioridad de nivel 2 y los protocolos de QoS de capas más altas.

## CAPITULO 2

### 2. ANALISIS DE LAS INFRAESTRUCTURAS PRESENTES EN LA EMPRESA

#### 2.1. DESCRIPCION DE LA EMPRESA



Figura 2.1 Logo de la Empresa

Servientrega es una compañía orientada a ofrecer a sus clientes soluciones integrales de logística en recolección, transporte, almacenamiento, empaque y embalaje, logística promocional, y distribución de documentos y mercancías.

Fundada el 29 de noviembre de 1982, en el País de Colombia, y ha llegado a expandirse en más de 200 países como: Estados Unidos, Francia, Costa Rica, España, Perú y Ecuador, entre otros. En nuestro país tiene agencias distribuidas a nivel nacional.

## 2.2. INFRAESTRUCTURA DE LA RED DE DATOS

Servientrega posee proveedores de enlace de datos y de Internet. Entre los proveedores de enlace de datos está Global Crossing, Telconet y Punto Net; y entre los proveedores de Internet tenemos a Global Crossing y Porta.

En la tabla 2.1 se muestra el ancho de banda contratado por Servientrega para sus enlaces de datos.

TABLA 2.1 ANCHO DE BANDA DE PROVEEDORES.

Proveedor	Velocidad
Global Crossing	512 Kbps
Telconet	128 Kbps
Punto net	128 Kbps

A continuación en la Figura 2.2 se presenta la red de datos actual de la empresa, la que detalla los enlaces de datos y de Internet con los que cuentan los puntos principales y las sucursales de servientrega.



Los puntos de servicio se encuentran divididos por zonas según la matriz a la que se encuentran conectados directamente.

En la tabla N° 2.2 se muestran los diferentes puntos de servicio con que cuenta Servientrega y su respectivo proveedor del enlace de datos como también el número de computadores por punto de servicio con su dirección IP.

TABLA 2.2 PUNTOS DE SERVICIO DE SERVIENTREGA.

PROVEEDOR	ZONAS	PUNTO DE SERVICIO	No. Pcs	DIREC IP
<b>GLOBAL CROSSING</b>				
		MATRIZ QUITO	66	
		MATRIZ CUENCA	14	
		PS10 – GUAYAQUIL	3	
		MATRIZ AMBATO	11	
		BODEGA – GUAYAQUIL	65	
<b>PORTA</b>	ZONA GYE	PS02 – GUAYAQUIL	1	*
		PS03 – GUAYAQUIL	1	*
		PS04 – GUAYAQUIL	1	*
		PS05 – GUAYAQUIL	1	*
		PS07 – GUAYAQUIL	1	*
		PS09 – GUAYAQUIL	1	*
		PS11 – GUAYAQUIL	1	*
		PS12 – GUAYAQUIL	1	*
		PS14 – GUAYAQUIL	1	*

		PS15 – GUAYAQUIL	1	*
		PS21 – GUAYAQUIL	1	*
		PS29 – GUAYAQUIL	1	*
		PS01 – LIBERTAD	1	*
		PS01 – CHONE	1	*
		PS01 – BABAHOYO	1	*
		PS01 – MILAGRO	1	*
		PS02 – QUEVEDO	1	*
		PS02 – MACHALA	1	*
		PS01 – MANTA	1	*
		PS02 – MANTA	1	*
		PS01 – PORTOVIEJO	1	*
		PS02 – PORTOVIEJO	1	*
	ZONA UIO	PS04 – QUITO	1	*
		PS05 – QUITO	1	*
		PS06 – QUITO	1	*
		PS08 – QUITO	1	*
		PS09 – QUITO	1	*
		PS11 – QUITO	1	*
		PS12 – QUITO	1	*
		PS13 – QUITO	1	*
		PS14 – QUITO	1	*
		PS15 – QUITO	1	*
		PS16 – QUITO	1	*
		PS18- QUITO	1	*
		PS19 – QUITO	1	*
		PS20 – QUITO	1	*
		PS26 – QUITO	1	*
		PS29- QUITO	1	*
		PS30 – QUITO	1	*

		PS57 – QUITO	1	*
		PS01 – ATUNTAQUI	1	*
		PS01 – ESMERALDAS	1	*
		PS01 – GUARANDA	1	*
		PS02 – IBARRA	1	*
		PS03 – IBARRA	1	*
		PS02 – SANTO DOMINGO	1	*
		PS03 – SANTO DOMINGO	1	*
		PS01 – OTAVALO	1	*
		PS01 – LATACUNGA	1	*
		PS02 – LATACUNGA	1	*
	ZONA CUE	PS02 – CUENCA	1	*
		PS03 – CUENCA	1	*
		PS04 – CUENCA	1	*
		PS01 – LOJA	1	*
	ZONA AMBATO	PS02 – AMBATO	1	*
		PS03 – AMBATO	1	*
		PS04 – AMBATO	1	*
		PS01 – BAÑOS	1	*
		PS02 – RIOBAMBA	1	*
		PS03 – RIOBAMBA	1	*
<b>PUNTO NET</b>	ZONA GYE	PS06 – GUAYAQUIL	2	192.168.129.225
		PS13- GUAYAQUIL	2	192.168.130.225
		PS30 – GUAYAQUIL	1	192.168.131.225
		PS04 – DURAN	2	192.168.132.225
	ZONA UIO	PS2 – QUITO	2	192.168.163.225
		PS3 – QUITO	2	192.168.164.225
		PS7- QUITO	2	192.168.161.225
		PS10 – QUITO	2	192.168.165.225

		PS18 – QUITO	2	192.168.168.225	
		PS22 – QUITO	2	192.168.162.225	
		PS1 – SANTO DOMINGO	4	192.168.11.30	
		PS1 – IBARRA	2	192.168.40.30	
TELCONET	ZONA GYE	PS1 – BAHIA	2	192.168.67.225	
		PS1 – EL TRIUNFO	1	192.168.70.225	
		PS1 – HUAQUILLAS	2	192.168.72.225	
		PS1 – JIPIJAPA	1	192.168.73.225	
		PS1 – PASAJE	1	192.168.76.225	
		PS1 – VENTANAS	2	192.168.80.225	
		PS1 – QUEVEDO	5	192.168.81.225	
		PS1 – MACHALA	4	192.168.82.225	
		PS3 – MANTA	6	192.168.84.225	
		PS3 – PORTOVIEJO	5	192.168.85.225	
		PS8 – GUAYAQUIL	1	192.168.86.225	
		PS65 – GUAYAQUIL	2	192.168.87.225	
		ZONA UIO	PS1 – ALAUSI	1	192.168.65.225
			PS1 – EL PUYO	1	192.168.77.225
	PS1 – TULCAN		2	192.168.78.225	
	PS2 – TULCAN		2	192.168.79.225	
	PS1 – EL COCA		1	192.168.69.225	
	PS1 – LAGO AGRIO		1	192.168.74.225	
	PS1 – MACAS		1	192.168.75.225	
	ZONA CUE	PS1 – AZOGUEZ	2	192.168.66.225	
		PS1 – CAÑAR	2	192.168.68.225	
		PS1 – GUALACEO	1	192.168.71.225	
	ZONA AMBATO	PS1 – RIOBAMBA	4	192.168.43.25	

\* El proveedor PORTA asigna las direcciones IP a través de un servidor DHCP.

Las restricciones y permisos de Internet se administran desde la matriz Guayaquil según los privilegios de cada departamento o usuario en las respectivas sucursales, tal como se observa en la siguiente tabla.



## ***CARACTERÍSTICAS DE LA RED DE DATOS***

A continuación se presentan algunas importantes características de la red de datos:

- La tecnología usada por los proveedores de Servientrega para su red de datos a nivel nacional es la Tecnología LAN.
- Los proveedores de enlace de datos ofrecen QoS a los puntos de Servicio.
- QoS que ofrecen todos los proveedores de enlace de datos (Telconet, Punto Net)
- La última milla ofrecida por el proveedor de enlace de datos Global Crossing usa la técnica de gestión de ancho de banda MPLS.

### **2.3. INFRAESTRUCTURA TELEFONICA**

En la Figura 2.3, se muestra la infraestructura de la red telefónica que tiene Servientrega.

En sus puntos principales o Matrices tales como Guayaquil, Cuenca, Ambato poseen su propia central telefónica o PBX., exceptuando la matriz Quito quien ya posee un servidor de comunicaciones ALCATEL.

En el resto de puntos de servicios o sucursales se encuentran equipados con al menos un teléfono analógico.

Entre sus proveedores de telefonía tenemos a CNT y a Etapa Telecom, dependiendo de la zona a la que pertenezca la sucursal.

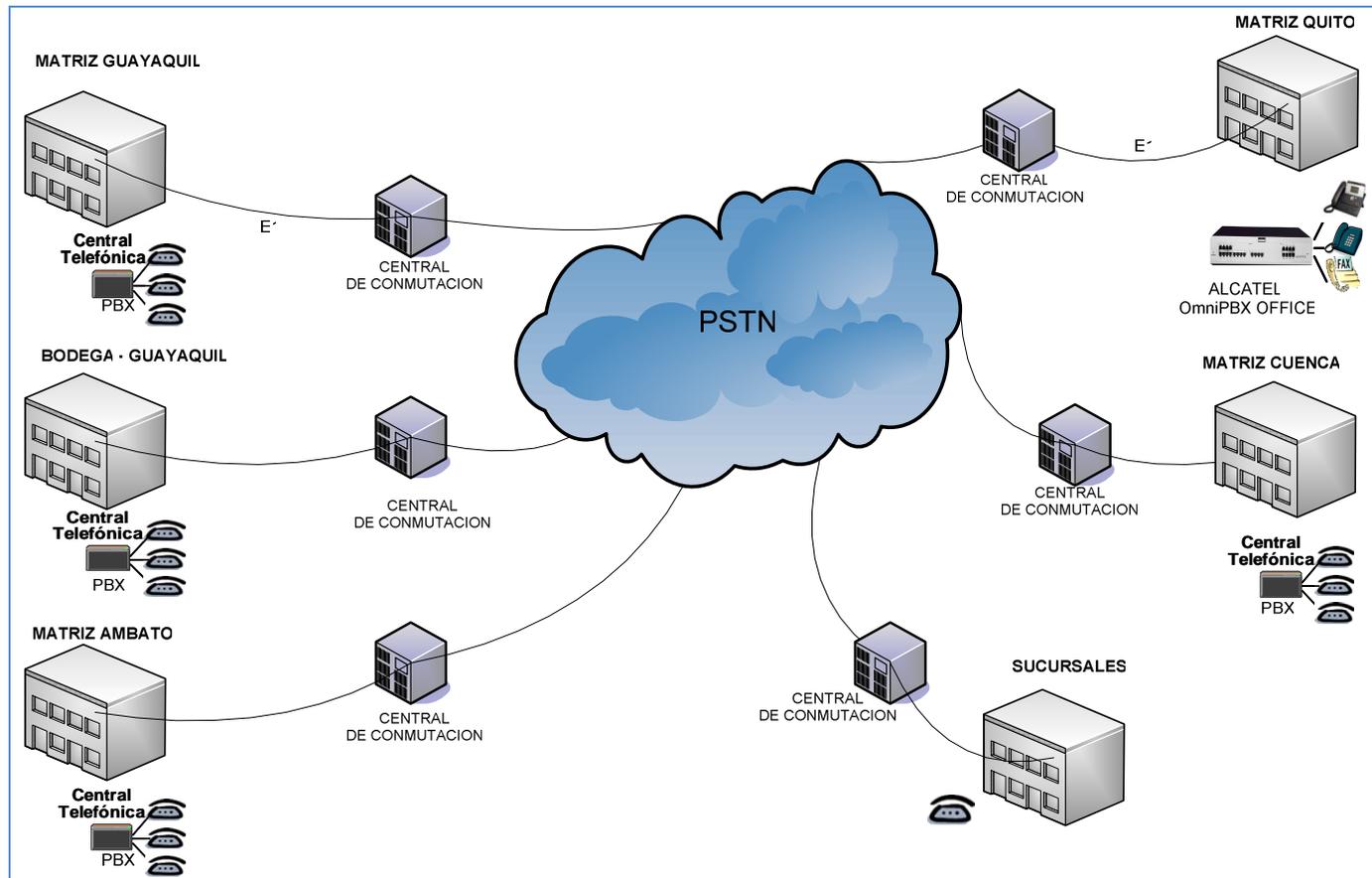


Figura 2.3 Red Telefónica de Servientrega

A Continuación se describe la cantidad de líneas telefónicas con las que cuenta cada una de los puntos de servicio de Servientrega.

TABLA 2.4 CANTIDAD DE LÍNEAS TELEFÓNICAS EN PUNTOS DE SERVICIO

SUCURSAL	CANTIDAD LÍNEAS ANALÓGICAS	CANTIDAD LÍNEAS DIGITALES
PS02 - AMBATO	1	0
PS03 - AMBATO	1	0
PS04 - AMBATO	1	0
PS01 - ATUNTAQUI	1	0
PS01 - AZOGUES	1	0
PS01 - BABAHOYO	1	0
PS01 - BAHIA	1	0
PS01 - BAÑOS	1	0
PS01 - CAÑAR	1	0
PS01 - CHONE	1	0
PS02 - CUENCA	1	0
PS03 - CUENCA	1	0
PS04 - CUENCA	1	0
PS04 - DURAN	1	0
PS01 - EL COCA	1	0
PS01 - EL TRIUNFO	1	0
PS01 - ESMERALDAS	1	0
PS01 - GUALACEO	1	0
PS01 - GUARANDA	1	0
PS02 - GUAYAQUIL	1	0
PS03 - GUAYAQUIL	1	0
PS04 - GUAYAQUIL	1	0
PS05 - GUAYAQUIL	1	0
PS06 - GUAYAQUIL	1	0
PS07 - GUAYAQUIL	1	0
PS08 - GUAYAQUIL	1	0

PS09 - GUAYAQUIL	1	0
PS11 - GUAYAQUIL	1	0
PS12 - GUAYAQUIL	1	0
PS13 - GUAYAQUIL	1	0
PS14 - GUAYAQUIL	1	0
PS15 - GUAYAQUIL	1	0
PS21 - GUAYAQUIL	1	0
PS29 - GUAYAQUIL	1	0
PS30 - GUAYAQUIL	1	0
PS65 - GUAYAQUIL	1	0
PS01 - HUAQUILLAS	1	0
PS01 - IBARRA	1	0
PS02 - IBARRA	1	0
PS03 - IBARRA	1	0
PS01 - JIPIJAPA	1	0
PS01 - LA LIBERTAD	1	0
PS01 - LATACUNGA	1	0
PS02 - LATACUNGA	1	0
PS01 - LAGO AGRIO	1	1
PS01 - LOJA	1	0
PS01 - MACHALA	1	0
PS02 - MACHALA	1	0
PS01 - MACAS	1	0
PS01 - MANTA	1	0
PS02 - MANTA	1	0
PS03 - MANTA	1	0
MATRIZ AMBATO	10	0
BODEGA - GUAYAQUIL	0	51
MATRIZ CUENCA	12	0
MATRIZ GUAYAQUIL	35	0
MATRIZ QUITO	48	8
PS01 - MILAGRO	1	0
PS01 - PASAJE	1	0
PS01 - PORTOVIEJO	1	0
PS02 - PORTOVIEJO	1	0
PS03 - PORTOVIEJO	1	0

PS02 - QUITO	1	0
PS03 - QUITO	1	0
PS04 - QUITO	1	0
PS05 - QUITO	1	0
PS07 - QUITO	1	0
PS08 - QUITO	1	0
PS09 - QUITO	1	0
PS10 - QUITO	1	0
PS11 - QUITO	1	0
PS12 - QUITO	1	0
PS13 - QUITO	1	0
PS14 - QUITO	1	0
PS15 - QUITO	1	0
PS16 - QUITO	1	0
PS18 - QUITO	1	0
PS19 - QUITO	1	0
PS20 - QUITO	1	0
PS22 - QUITO	1	0
PS26 - QUITO	1	0
PS29 - QUITO	1	0
PS30 - QUITO	1	0
PS57 - QUITO	1	0
PS01 - PUYO	1	0
PS01 - QUEVEDO	1	0
PS02 - QUEVEDO	1	0
PS01 - RIOBAMBA	1	0
PS02 - RIOBAMBA	1	0
PS03 - RIOBAMBA	1	0
PS01 - SANTO DOMINGO	1	0
PS02 - SANTO DOMINGO	1	0
PS03 - SANTO DOMINGO	1	0
PS01 - TULCÁN	1	0
PS02 - TULCÁN	1	0
PS01 - VENTANAS	1	0

## 2.4. INFRAESTRUCTURA DE CABLEADO Y SUMINISTROS DE ENERGIA

### ➤ CABLEADO ESTRUCTURADO

Para la convergencia del servicio de voz como de datos, es necesario que la empresa cumpla con las normas de cableado de red LAN, como las de cableado telefónico.

A continuación se presentan Tablas descriptivas de las clasificaciones y de las referencias de las normas.

En la Tabla N° 2.5 se comparan las normas TIA e ISO. En donde la norma ISO hace diferencia entre componentes y cableado, lo que no hace la norma TIA.

TABLA 2.5 CLASIFICACIONES EQUIVALENTES DE LAS NORMAS TIA E ISO.

Ancho de banda	TIA (componentes)	TIA (cableado)	ISO (componentes)	ISO (cableado)
1 - 100 MHz	Categoría 5e	Categoría 5e	Categoría 5e	Clase D
1 - 250 MHz	Categoría 6	Categoría 6	Categoría 6	Clase E
1 - 500 MHz	Categoría 6A	Categoría 6A	Categoría 6A	Clase EA
1 - 600 MHz	sin especificar	sin especificar	Categoría 7	Clase F
1 - 1,000 MHz	sin especificar	sin especificar	Categoría 7A	Clase FA

### **Referencia de las Normas TIA e ISO**

En la siguiente tabla se observa las referencias del cableado de la norma TIA.

TABLA 2.6 NORMAS DE CABLEADO TIA

CATEGORÍA	DESCRIPCIÓN
Categoría 5e	ANSI/TIA/EIA-568-B.2, Norma de telecomunicaciones para edificios comerciales. Parte 2: Componentes de cableado de par trenzado simétrico, 2001.
Categoría 6	ANSI/TIA/EIA-568-B.2-1, Norma de telecomunicaciones para edificios comerciales Parte 2: Apéndice 1: Especificaciones de desempeño de transmisión para cableado de 4 pares de 100 ohms, Categoría 6, 2002.
Categoría 6A	ANSI/TIA/EIA-568-B.2-10, Norma de telecomunicaciones para edificios comerciales. Parte 2: Apéndice 10: Especificaciones de desempeño de transmisión para cableado de 4 pares de 100 ohms, Categoría 6 superior, publicación pendiente.

En la tabla 2.7 se muestran las referencias del cableado de la norma ISO.

TABLA 2.7 NORMAS DE CABLEADO ISO

CLASE	DESCRIPCION
Clase D	ISO/IEC 11801, 2 Ed., Tecnología de la información – Cableado genérico para locales de usuarios, 2002.
Clase E	ISO/IEC 11801, 2 Ed., Tecnología de la información – Cableado genérico para locales de usuarios, 2002
Clase EA	Modificación 1 de ISO/IEC 11801, 2 Ed., Tecnología de la información – Cableado genérico para locales de usuarios, publicación pendiente.

Clase F	ISO/IEC 11801, 2 Ed., Tecnología de la información – Cableado genérico para locales de usuarios, 2002.
Clase FA	Modificación 1 de ISO/IEC 11801, 2 Ed., Tecnología de la información – Cableado genérico para locales de usuarios, publicación pendiente.

Por las normas referidas en las tablas 2.6 y 2.7 se puede concluir que el cableado estructurado de Servientrega cumple con las normas, por lo que la convergencia es posible, ya que la empresa cuenta con cableado UTP Cat 5e.

### ***Especificaciones técnicas del Cableado UTP CAT 5e***

Categoría 5e, o Cat 5: es una de las cinco clases de cableado UTP que se describen en el estándar TIA/EIA-568-B. El cableado de categoría 5 se usa para ejecutar CDDI y puede transmitir datos a velocidades de hasta 1000 Mbps.

Está diseñado para señales de alta integridad. Estos cables pueden ser blindados o sin blindar. Este tipo de cables se utiliza a menudo en redes de ordenadores como Ethernet, y también se usa para llevar muchas otras señales como servicios básicos de telefonía, Token Ring, y ATM.

A continuación se muestran características técnicas:

- 4 pares trenzados sección AWG24
- Aislamiento del conductor de polietileno de alta densidad, de 1,5 mm de diámetro.
- Cubierta de PVC gris
- Disponible en cajas de 305 m
- Las especificaciones de atenuación se muestran en la tabla 2.8

TABLA 2.8 ESPECIFICACIONES DE ATENUACIÓN

Frecuencia (Mhz)	RL	Atenuación (dB)	NEXT (dB)	PSNEXT (dB)	ELFEXT (dB)	PSELFEXT (dB)
0,772	-	1,8	67	64	-	-
1	20	2	65,3	62,3	63,8	60,8
4	23	4	56,3	53,3	51,7	48,7
8	25	5,8	51,8	48,8	45,7	42,7
10	25	6,5	50,3	47,3	43,8	40,8
16	25	8,2	47,3	44,3	39,7	36,7
20	25	9,3	45,8	42,8	37,7	34,7
25	24	10,4	44,3	41,3	35,8	32,8
31,25	24	11,7	42,9	39,9	33,9	30,9
62,5	22	17	38,4	35,4	27,8	24,8
100	20	22	35,3	32,3	23,8	20,8

Datos Técnicos son mostrados en la tabla 2.9

TABLA 2.9 ESPECIFICACIONES FÍSICAS

CARACTERÍSTICA	DATO
Resistencia máxima del conductor en temperatura de 20°C	9.38 Ohms/100m
Desequilibrio de la resistencia	5%
Capacidad de desequilibrio del par con relación a tierra	330 pF/100m
Resistencia en frecuencia de 0.772-100 MHz	85-115 Ohms
Capacidad de operación máxima	5,6 nF/m
Prueba por chispa	2,5 kV

➤ SUMINISTRO DE ENERGÍA

Las características principales de la empresa son:

- Ups 500va
- Generadores, NO
- PoE (no hay, solo en la matriz de Quito)

## **CAPITULO 3**

### **3. ESTUDIO DEL DISEÑO DE LE NUEVA RED DE SERVICIOS CONVERGENTES EN SERVIENTREGA.**

#### **3.1. DESCRIPCIÓN DE LA SOLUCIÓN**

La empresa Servientrega, posee actualmente una red de datos operativa sobre la cual se realizará el estudio correspondiente para poder tener tráfico de voz haciendo uso de dicha red para optimizar el empleo de los recursos aprovechando los enlaces de datos y cableado existente.

Como parte del análisis de ésta red se revisarán los anchos de banda de los enlaces de datos especialmente los pertenecientes a las matrices de las ciudades de Quito, Guayaquil, Cuenca, Ambato y la Bodega de Guayaquil pues como es de suponerse al incrementar el tráfico sobre estos enlaces transmitiendo voz por ellos y para tratar de que la comunicación sea de calidad se va a precisar modificar la velocidad de los enlaces operativos.

En la mayoría de las sucursales se conserva el actual ancho de banda que poseen del respectivo proveedor. Son muy pocas las sucursales que

por motivo de crecimiento de la empresa han migrado a un enlace de datos fijo.

Para el correcto desarrollo de la tecnología VoIP se usara los servidores de comunicación OmniPcxOffice de Alcatel Lucent. Actualmente este servidor de comunicaciones está instalado solo en la matriz Quito y por su variedad de aplicaciones se instalará en todas las matrices. De esta manera con un solo computador y en cualquier lugar que nos encontremos podremos hacer la gestión de la red al contar con un solo software de gestión de llamadas, y para esto debemos tener a la computadora en la misma red del OmniPCX.

En tanto para que las sucursales puedan también usar la tecnología VoIP, se equipará a las mismas con los Adaptadores Linksys PAP2 NA, que servirán de gateways y de esta manera podremos, al principio, reutilizar los teléfonos analógicos que poseen en cada una de las sucursales. Cabe indicar que seria mucho mejor la utilización de teléfonos IP pues poseen muchas características propias de esta tecnología y disminuiría los retardos generados por el gateway; pero por la inversión inicial en servidores de comunicación y aumento de anchos de banda se puede prescindir de su uso y aun así podremos obtener una calidad aceptable para la VoIP.

Finalmente con el uso de los servidores de comunicación y de los adaptadores linksys PAP2 NA, se realizará la conexión entre las matrices, entre la matriz y sucursales, y entre sucursales sin ningún costo. Mientras que el OmniPcxOffice permitirá la interconexión de las matrices y sucursales con la red PSTN a un costo de una llamada local.

### **3.2. DISEÑO DE LA RED CONVERGENTE**

Para elaborar un buen diseño de una red convergente es importante considerar los siguientes puntos que nos van a permitir que todos los objetivos planificados sean cumplidos a cabalidad:

#### ***SELECCIÓN DE TECNOLOGÍA DE INTEGRACIÓN DE VOZ Y DATOS A EMPLEARSE***

Debido al estado actual de la red, de enlaces de datos mayormente, es necesario considerar las diferentes tecnologías de integración de voz y datos; las cuales presentamos a continuación:

➤ **VOZ SOBRE ATM (VOATM):**

ATM es una arquitectura orientada a la conexión y diseñada originalmente para gestionar tráfico sensible al retardo (como la voz). Tanto su señalización, encaminamiento y direccionamiento permite construir una red que sigue el modelo de traducción que entre sus características presenta el análisis de la señalización, mecanismos de conmutación y liberación de llamadas, supresión de silencios y reservas de recursos de red.

La función de encaminamiento es particularmente robusta permitiendo el establecimiento de caminos considerando el retardo y jitter deseados.

Adicionalmente las características de ATM como red WAN, posibilitan el uso de un modelo de transporte encapsulando otra tecnología de voz sobre paquetes.

➤ **VOZ SOBRE FRAME-RELAY (VOFR):**

Los servicios Frame Relay ofrecen SVC (Circuitos virtuales conmutados) con QoS, pero la complejidad de la señalización, el direccionamiento y el

encaminamiento hace que sea más adecuado para el modelo de transporte.

➤ **VOZ SOBRE IP (VOIP):**

Al igual que ATM, IP es un protocolo no orientado a protección; dispone de una pila de protocolos de encaminamiento, señalización y direccionamiento muy robusta, por lo que puede implementarse un modelo de traducción.

Cualquiera que sea la tecnología seleccionada se debe tener en cuenta dos aspectos críticos: la señalización y el direccionamiento, los cuales son especialmente importantes en el modelo de traducción.

Es importante señalar que los equipos que manejan protocolo IP son más económicos que los equipos ATM, lo cual también involucra que tanto las actualizaciones de software como los desarrollos de hardware se efectúen de manera más periódica en la tecnología IP.

Considerando las características de las tres tecnologías de integración previamente señaladas, la relación de costos entre las mismas, y el hecho de que los enlaces de datos de servientrega actualmente son de

tipo Bridge se decidió seleccionar VoIP para la transmisión de voz sobre enlaces de datos.

### ***ASPECTOS TÉCNICOS***

Los requerimientos técnicos del equipo a emplearse como servidor de comunicaciones son:

#### **Voz:**

- mensajería de voz
- centralita automática
- servidor CTI (Tecnología Integrada al Computador)
- voz sobre IP (Voice Over IP)
- manejo de líneas troncales
- puertos para extensiones digitales
- puertos para extensiones analógicas

**Datos:**

- LANswitch
- enrutador y servidor de seguridad (firewall) integrado
- servidor DHCP y DNS

**Internet:**

- acceso compartido a Internet (conexión RDSI o xDSL)
- servidor Proxy
- servidor de caché
- servidor de correo
- VPN

Los requerimientos técnicos de los terminales

**Teléfonos IP**

- Bloquear y Desbloquear
- Rellamado
- Mensajería

- Desvío de llamadas
- Transferencia de llamadas
- Conferencias
- Marcación abreviada

### **Adaptadores Telefonía Convencional a IP**

- LAN switch (Ethernet100 BT)
- Compresión de voz G711 y G723.1
- Manejo de QoS, ToS, Diffserv.

### **Los requerimientos técnicos de los ordenadores (instalación Software)**

- Procesador Pentium 166 Mhz.
- RAM: 32 Mb para Windows 95, 98, 2000; 64 Mb para Windows NT.
- Disco duro.
- Pantalla: 800 x 600 píxeles.
- 1 ratón.

- 1 puerto serie (conexión con Servidor de Comunicaciones para la transferencia de datos).
- 1 tarjeta Ethernet (modo IP).
- Sistema de explotación: Windows 95, 98, 2000 o NT4, Pack 5 como mínimo.
- Módem RDSI compatible PPP 64K o módem V34 para el acceso remoto.

#### ➤ **SELECCIÓN DEL CODEC**

Actualmente existe una variedad considerable de CODEC los cuales tienen diferentes niveles de compresión para la voz; sin embargo si bien es cierto que con un nivel de compresión mayor se puede lograr tener más canales de voz sobre un mismo ancho de banda, la calidad de la voz se ve afectada notablemente. Así tenemos que a mayor calidad de voz mayor será el ancho de banda requerido y viceversa.

Debido a que Servientrega considera prioritario que las comunicaciones telefónicas sean claras y sin interrupciones se ha decidido emplear el

CODEC G.711 el cual no comprime la voz tal y como se puede apreciar en la tabla 3.1.

El uso de este CODEC también nos dará ciertas limitantes en cuanto al ancho de banda. Para las sucursales los enlaces de datos son de 256 Kbps lo que va a causar que al realizar una llamada telefónica aproximadamente el 50% del ancho de banda sea consumido para completar la llamada y el ancho de banda restante será empleado para la transmisión de datos lo cual no afectará mayormente a las operaciones de estas sucursales.

Por último es preciso mencionar que el cálculo del ancho de banda adicional requerido para las troncales de telefonía (enlaces de datos entre matrices) teniendo el número de canales de voz necesarios se deberá efectuar de la siguiente manera:

$$\mathbf{BW \ troncal \ de \ voz = \# \ canales \ de \ voz \times \ BW \ CODEC \ seleccionado} \quad (3.1)$$

En nuestro caso, utilizando el ancho de banda del CODEC G.711 provisto en la tabla 3.1 se tiene:

$$\mathbf{BW \ troncal \ de \ voz = \# \ canales \ de \ voz \times \ 84.7 \ Kbps} \quad (3.2)$$

TABLA 3.1 DESCRIPCION DE CODEC

Vocoder	Bit rate	Packetisation time	Payload	IP frame = payload +RTP(12) + UDP (8) + IP (20)	Bandwith at IP level	Bandwith at Ethernet level (*)	Bandwith at WAN level (**)	Bandwith at WAN level (**) with CRTP (***)
<b>G.723.1 (MP-MLQ)</b>	6.4 Kb/s	30 ms	24 Bytes	64 Bytes	17.1 Kb/s	27.2 Kb/s	19.2 Kb/s	9.1 Kb/s
<b>G.729a</b>	8 Kb/s	30 ms	30 Bytes	70 Bytes	18.7 Kb/s	28.8 Kb/s		10.7 Kb/s
<b>G.711</b>	64 Kb/s	30 ms	240 Bytes	280 Bytes	74.7 Kb/s	84.7 Kb/s	76.8 Kb/s	66.7 Kb/s

Para IP trunking, OmniPCX Office puede usar G711 ADPCM y para comprimir G723.1 y G 729a

(\*) IP frame + MAC (14) + CRC(4) + preámbulo (8)+ silencio entre-tramas (12), sin VAD

(\*\*) Cabecera de 8 bytes nivel 2 (=máximo para PPP, MLPPP, FRF.12, HDLC)

(\*\*\*) Algunos Switch/routers pueden comprimir cabeceras RTP/UDP/IP desde 40 bytes a 4bytes (o incluso 2 bytes en ciertas condiciones). Se llama Compressed Real-Time Transpor Protocol o CRTP. Da un ancho de banda en IP por debajo de 9 o 11Kb/s para transmisión de voz y OmniPCX Office se puede beneficiar de ello.

(\*\*\*\*) En la tabla no se ha tenido en cuenta el ancho de banda ahorrado con Voice Activity Detection (VAD). Se asume que con VAD el ancho de banda necesitado disminuye a un 65% del total.

## ➤ **SELECCIÓN DE LA PASARELA**

La función de una pasarela es convertir la información y la señalización de la red de conmutación de circuitos al formato adecuado para su manejo por una red de conmutación de paquetes.

A la hora de seleccionar una pasarela debemos evaluar los siguientes puntos:

- Soporte de Protocolos H.323, SIP, MCGP.
  
- Señalización DTMF fuera de banda.
  
- Servicios Suplementarios:
  - Funcionalidades ofrecidas por una PBX
  
  - Tipo de conexión con la RTPC.
  
  - DDI (Identificador de llamadas)
  
  - Identificador de llamadas
  
  - Interfaz de Gestión de red.

Debido a que el servidor de comunicaciones deberá hacer las funciones de pasarela, es necesario que cumpla con los requerimientos aquí mencionados.

### ➤ ASIGNACIÓN DEL ANCHO DE BANDA

Una vez realizado el análisis del ancho de banda, la tabla 2.1 queda modificada con los siguientes nuevos datos para las velocidades entregadas por los proveedores:

TABLA 3.2 ANCHO DE BANDA DE PROVEEDORES DE LA SOLUCIÓN

SITIO	# LINEAS MATRIZ	# LINEAS SUCURSALES	BHT (Erlang)	BLOCKING	LINEAS	BW Kbps		
						Troncal	Datos	Total
ZONA QUITO	56	43	9,9	0,01	18	1524.6	512	2036.6
ZONA GUAYAQUIL	35	39	7,4	0,01	15	1270.5	512	1782.5
ZONA CUENCA	12	7	1,9	0,01	6	508.2	512	1020.2
ZONA AMBATO	10	7	1,7	0,01	6	508.2	512	1020.2
BODEGA GYE	51	0	5,1	0,01	11	931.7	512	1443.7
PROVEEDOR				VELOCIDAD				
GLOBAL CROSSING				2Mbps, 1.5 Mbps, 1024 Kbps				
TELCONET				256 Kbps				
PUNTO NET				256 Kbps				

De acuerdo a lo que se aprecia en la tabla 3.2 los anchos de banda requeridos no son comercializados por el proveedor, por lo que se deberá contratar enlaces de 2048 Kbps (2 Mbps) para las zonas de Guayaquil y Quito, 1536 Kbps (1.5 Mbps) para la Bodega, mientras que se contratarán enlaces de 1024 Kbps para las zonas de Cuenca y Ambato.

Para la realización del cálculo del ancho de banda para los enlaces de las respectivas matrices se deberá realizar el siguiente procedimiento:

$$\mathbf{BW = (LINEAS * BW CODEC) + BW DEL ENLACE DE DATOS} \quad (3.3)$$

BHT: Busy hour traffic (tráfico en la hora de congestión)

$$\text{BHT} = \# \text{teléfonos} * 100 \text{ mili Erlang}$$

Blocking: Números de llamadas que no se completan de cada 100 llamadas efectuadas durante la hora de mayor congestión, 1 llamada se expresa como 0.01.

Líneas: El número de canales de voz necesarios para cumplir con el nivel de bloqueo propuesto según el tráfico.

A continuación se muestra el listado de las sucursales, en el mismo que se tiene como variante el cambio de proveedor de las localidades de

Latacunga y Loja debido a que se requiere disminuir costos y se necesita asigna una IP fija a dichas sucursales:

TABLA 3.3 DISTRIBUCIÓN DE LOS PUNTOS DE SERVICIOS DE LA SOLUCIÓN.

PROVEEDOR	ZONAS	PUNTO DE SERVICIO	No. Pcs	DIREC IP
GLOBAL CROSSING		MATRIZ QUITO	66	
		MATRIZ CUENCA	14	
		PS10 – GUAYAQUIL	3	
		MATRIZ AMBATO	11	
		BODEGA – GUAYAQUIL	65	
		PORTA	ZONA GYE	PS02 – GUAYAQUIL
PS03 – GUAYAQUIL	1			*
PS04 – GUAYAQUIL	1			*
PS05 – GUAYAQUIL	1			*
PS07 – GUAYAQUIL	1			*
PS09 – GUAYAQUIL	1			*
PS11 – GUAYAQUIL	1			*
PS12 – GUAYAQUIL	1			*
PS14 – GUAYAQUIL	1			*
PS15 – GUAYAQUIL	1			*
PS21 – GUAYAQUIL	1			*
PS29 – GUAYAQUIL	1			*
PS01 – CHONE	1			*
PS02 – QUEVEDO	1			*
PS02 – MACHALA	1			*
PS01 – MANTA	1			*
PS02 – MANTA	1			*
PS01 – PORTOVIEJO	1			*
PS02 – PORTOVIEJO	1			*
ZONA UIO	PS04 – QUITO		1	*

		PS05 – QUITO	1	*
		PS06 – QUITO	1	*
		PS08 – QUITO	1	*
		PS09 – QUITO	1	*
		PS11 – QUITO	1	*
		PS12 – QUITO	1	*
		PS13 – QUITO	1	*
		PS14 – QUITO	1	*
		PS15 – QUITO	1	*
		PS16 – QUITO	1	*
		PS18- QUITO	1	*
		PS19 – QUITO	1	*
		PS20 – QUITO	1	*
		PS26 – QUITO	1	*
		PS29- QUITO	1	*
		PS30 – QUITO	1	*
		PS57 – QUITO	1	*
		PS01 – ATUNTAQUI	1	*
		PS01 – ESMERALDAS	1	*
		PS01 – GUARANDA	1	*
		PS02 – IBARRA	1	*
		PS03 – IBARRA	1	*
		PS02 – SANTO DOMINGO	1	*
		PS03 – SANTO DOMINGO	1	*
		PS01 – OTAVALO	1	*
		PS02 – LATACUNGA	1	*
	ZONA CUE	PS02 – CUENCA	1	*
		PS03 – CUENCA	1	*
		PS04 – CUENCA	1	*
	ZONA AMBATO	PS02 – AMBATO	1	*
		PS03 – AMBATO	1	*
		PS04 – AMBATO	1	*
		PS01 – BAÑOS	1	*
		PS02 – RIOBAMBA	1	*
		PS03 – RIOBAMBA	1	*
<b>PUNTO NET</b>	ZONA GYE	PS06 – GUAYAQUIL	2	192.168.129.225

		PS13- GUAYAQUIL	2	192.168.130.225	
		PS30 – GUAYAQUIL	1	192.168.131.225	
		PS04 – DURAN	2	192.168.132.225	
	ZONA UIO		PS2 – QUITO	2	192.168.163.225
			PS3 – QUITO	2	192.168.164.225
			PS7- QUITO	2	192.168.161.225
			PS10 – QUITO	2	192.168.165.225
			PS18 – QUITO	2	192.168.168.225
			PS22 – QUITO	2	192.168.162.225
			PS1 – SANTO DOMINGO	4	192.168.11.30
			PS1 – IBARRA	2	192.168.40.30
			PS01 – LATACUNGA	1	192.168.41.30
		ZONA CUE	PS01 – LOJA	1	192.168.42.30
	TELCONET	ZONA GYE	PS1 – BAHIA	2	192.168.67.225
PS1 – EL TRIUNFO			1	192.168.70.225	
PS1 – HUAQUILLAS			2	192.168.72.225	
PS1 – JIPIJAPA			1	192.168.73.225	
PS1 – PASAJE			1	192.168.76.225	
PS1 – VENTANAS			2	192.168.80.225	
PS1 – QUEVEDO			5	192.168.81.225	
PS1 – MACHALA			4	192.168.82.225	
PS3 – MANTA			6	192.168.84.225	
PS3 – PORTOVIEJO			5	192.168.85.225	
PS8 – GUAYAQUIL			1	192.168.86.225	
PS65 – GUAYAQUIL			2	192.168.87.225	
PS1 – MILAGRO			1	192.168.88.225	
PS1 – LIBERTAD			1	192.168.89.225	
PS1 - BABAHOYO		1	192.168.90.225		
ZONA UIO		PS1 – ALAUSI	1	192.168.65.225	
		PS1 – EL PUYO	1	192.168.77.225	
		PS1 – TULCAN	2	192.168.78.225	
		PS2 – TULCAN	2	192.168.79.225	
		PS1 – EL COCA	1	192.168.69.225	

		PS1 – LAGO AGRIO	1	192.168.74.225
		PS1 – MACAS	1	192.168.75.225
	ZONA CUE	PS1 – AZOGUEZ	2	192.168.66.225
		PS1 – CAÑAR	2	192.168.68.225
		PS1 – GUALACEO	1	192.168.71.225
	ZONA AMBATO	PS1 – RIOBAMBA	4	192.168.43.25

De acuerdo a la nueva asignación de velocidades de los enlaces de datos, se debe tener presente que cada canal IP utilizará un ancho de banda de 84.7 Kbps. Cada llamada efectuada entre una sucursal que esté conectada localmente a un servidor de comunicaciones y una sucursal ubicada en una localidad remota conectada a un servidor de telecomunicaciones diferente, ocupará un Canal IP, el mismo que no podrá ser utilizado hasta que finalice la llamada que se está realizando. Esto quiere decir que el número de comunicaciones simultáneas entre sucursales conectadas a servidores diferentes estarán limitadas por la cantidad de Canales IP que se crean entre los servidores señalados según el cálculo realizado.

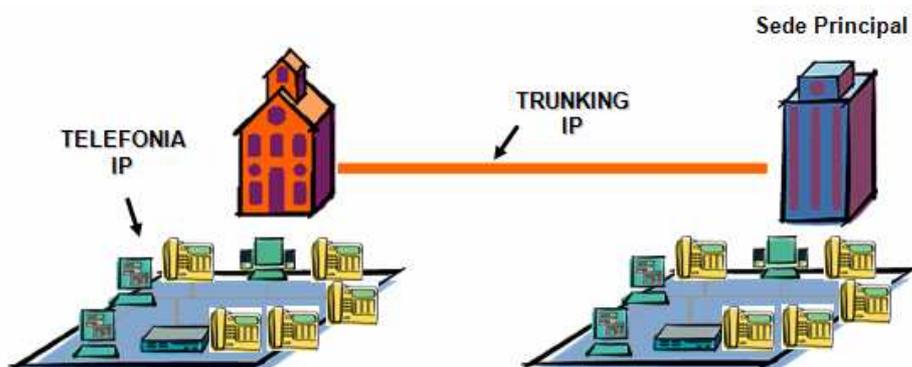


Figura 3.1 Trunking IP de Matriz-Sucursal

Por último el ancho de banda de las matrices de Guayaquil, Quito, Cuenca, Ambato, Bodega y la sucursal PS10, han sido dimensionados de acuerdo a la cantidad de sucursales, número de ordenadores o requerimientos de transacciones a efectuarse en el sistema. Estos anchos de banda varían entre los 512 Kbps, 1024 Kbps, 1.5 Mbps y 2 Mbps, especialmente en el caso de Guayaquil y Quito que manejan la mayor cantidad de sucursales; mientras que Bodega posee un gran número de estaciones de trabajo y constituye el centro de operaciones de la empresa.

Teniendo en cuenta el análisis previamente realizado, se presenta a continuación la red de Servientrega con la asignación de anchos de banda correspondiente:

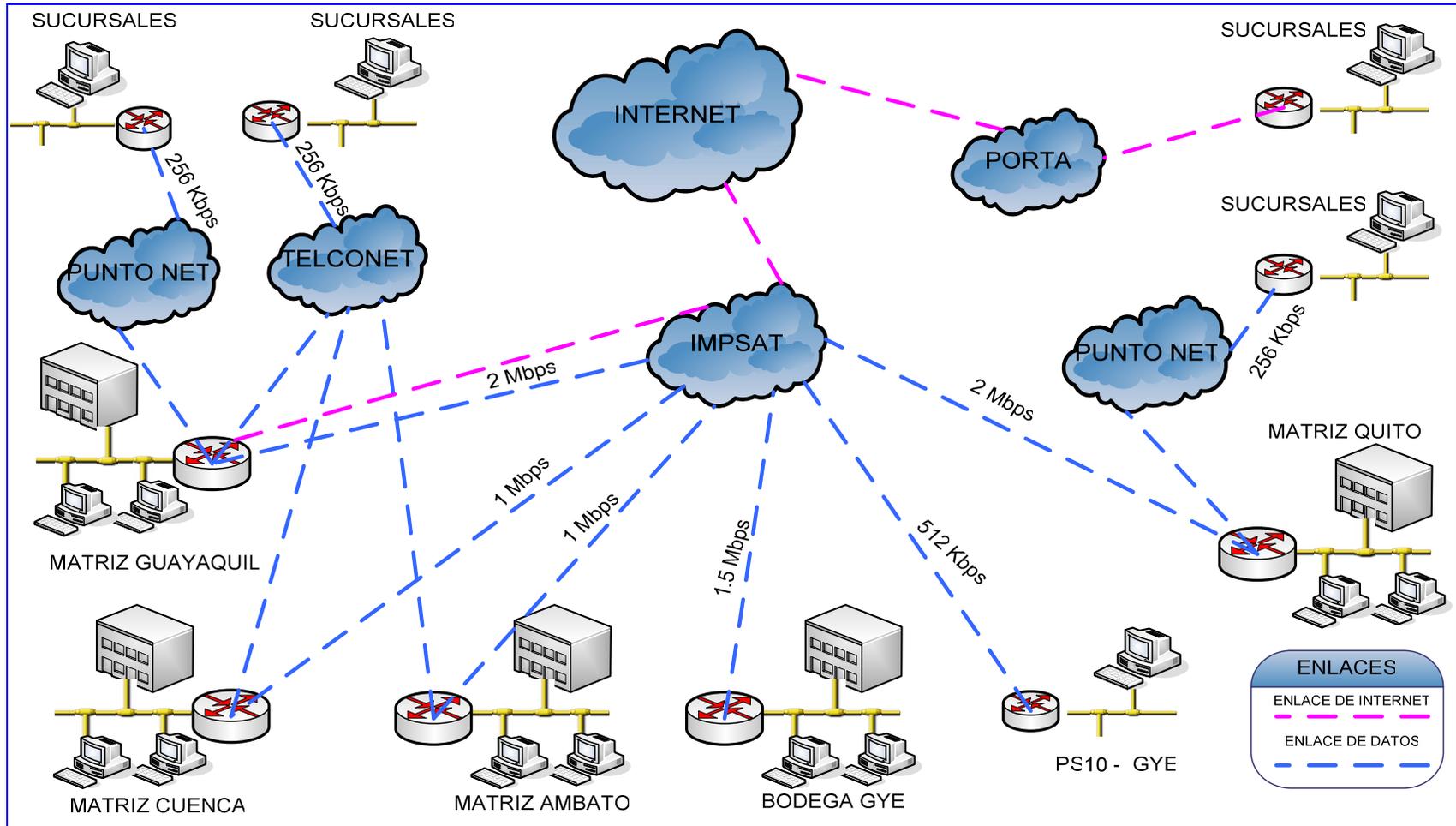


Figura 3.2 Asignación de Anchos de Banda de la Red de Datos de Servientrega

### **3.3. EQUIPAMIENTO DE LA SOLUCION**

A continuación se realizará una breve descripción de los equipos seleccionados para ser empleados en la red, los mismos que cumplen con todos los criterios técnicos necesarios para que la red presente un desempeño óptimo.

#### ***ADAPTADOR DE TELEFONOS ANALOGICOS***

Son equipos que permiten manejar protocolos de inicio de sesiones de usuario para administrar elementos multimedia, en este caso VOZ.

Las Características técnicas PAP2-NA:

- Protocolos SIP y SIPv2
- Compresión de voz G.729 A+B, G.711 a-law, G.711 $\mu$ -law, G.726
- Puertos Power, Ethernet, Phone 1, Phone 2
- Cableado categoría 5 RJ45 para puerto Ethernet y RJ11 para Puerto Telefónico



Figura 3.3 Adaptador PAP2-NA.

En la Figura 3.3 se mostró el adaptador SIP necesario para poder comunicar los teléfonos analógicos.

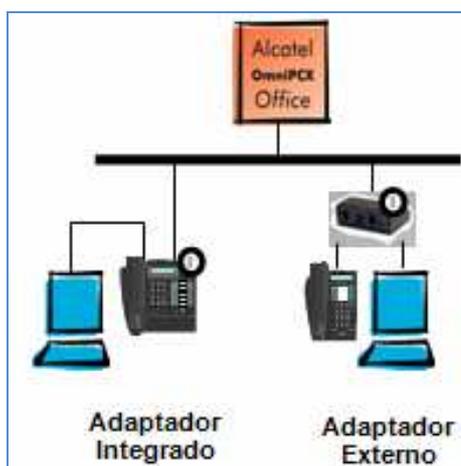


Figura 3.4 Topología usando el OmniPCX

En el gráfico de la parte superior se observa el modo de conexión del adaptador su analogía con el uso de un teléfono IP.

### ➤ OMNIPCX OFFICE

El Omnipcx Office es un servidor de comunicación que se enmarca en el concepto de todo en uno, esto es que puede combinar funciones de telefonía con gestión de datos y accesos a todos los recursos de Internet.

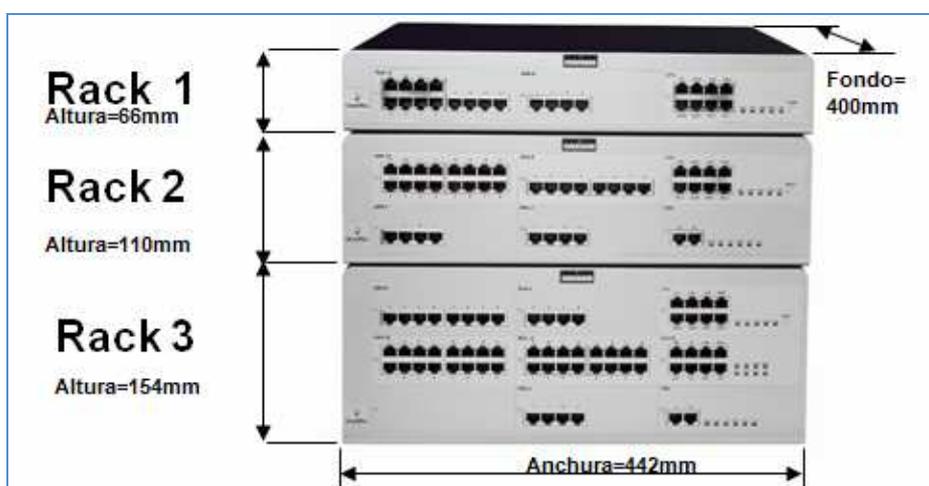


Figura 3.5 OmniPCX - Datos Físicos

Este equipo puede conectarse tal y como se muestra en el siguiente dibujo dando servicio e integrando a todos los dispositivos que se presentan; así como también conectarse con las diferentes redes.

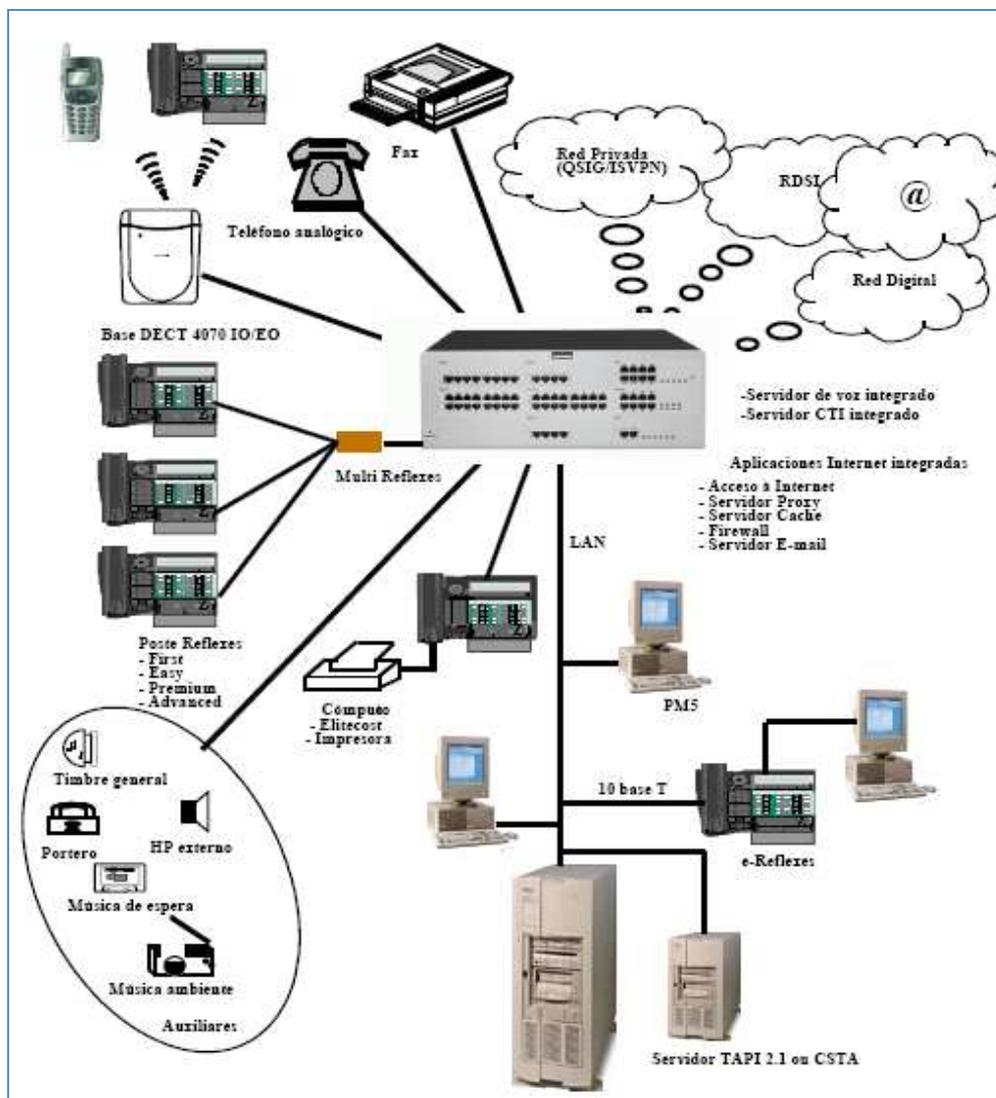


Figura 3.6 Topología completa usando el OmniPCX

Existen diversas soluciones en el equipo OmniPcx Office: S, M, L; por lo que podemos tener servidores de comunicaciones con capacidades de 3,

6 y 9 sockets respectivamente; dependiendo del nivel de servicio deseado.

El equipo permite la escalabilidad, ya que se pueden añadir tarjetas con mayor capacidad u otras tarjetas para nuevos requerimientos, en los respectivos sockets.

En la figura 3.7 se muestra un modelo del equipo OmniPcx Office M, con algunas tarjetas incluidas.

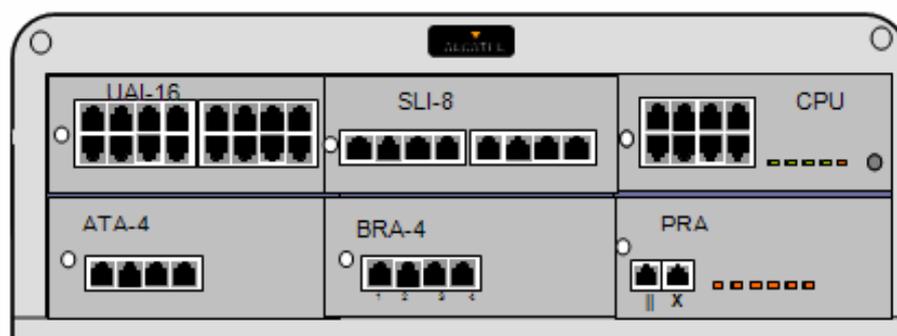


Figura 3.7 Módulos Disponibles del OmniPCX

A continuación se detallan las tarjetas que usan un OmniPcx Office, su función, tarjetas opcionales y conexiones.

TABLA 3.4 TARJETAS DISPONIBLES PARA EL OMNIPCX.

TARJETA	FUNCION	TARJETAS OPCIONALES	CONEXIONES
ATA2, ATA4	2 o 4 equipos de líneas de red analógicas	MET: receptor de impulsos	Línea de red analógica (LR), desvío LR-PS
BRA2, BRA4 BRA8	2, 4 u 8 accesos básicos T0		Red RDSI
CPU, CPUe	Unidad de tratamiento	HSL1, HSL2: interconexión con módulos de extensión XNEM: extensión memoria y/o interfaz IDE para el disco duro VoIP: voz sobre IP (voice over IP) para el modelo e-XS AFU: funciones auxiliares	Lanswitch o terminal Ethernet Dispositivo de mensaje en espera Sintonizador de música de fondo Alarma Gatekeeper Altavoz externo Señal sonora general Dispositivo de cómputo PC PM5
CoCPU, CoCPU@	CoProcessing Unit	VoIP: voz sobre IP SLANX: mini switch (conexión CPU/CPUe-CoCPU/CoCPU@) WAN: Enlace Ethernet adicional	Lanswitch o terminal Ethernet
LanX8, LanX16	8 o 16 puertos Ethernet 10/100 BT		Phones, Hub, Lanswitch, PC, etc.
MEX (dotado de tarjeta HSL1)	Controlador de cajas de extensión		
MIX244, MIX484 MIX448, MIX044 MIX084, MIX048	0, 2 o 4 accesos básicos T0 + 4 u 8 Equipos UA + 4 u 8 equipos Z		Red RDSI, terminales analógicos Z y teléfonos Reflexes de Alcatel
PRA-T2 PARA-T1 DASS2 DLT2	PARA-T2, DASS2, DLT2:30 canales B + 1 canal D; 2 048 kbits/s) PARA-T1: 23 canales B + 1 canal D; 1 544 kbits/s)		PARA-T2: red RDSI DASS2: red pública/privada UK DLT2: red privada QSIG PARA-T1: red RDSI Hong Kong
SLI4, SLI8, SLI16	4, 8 o 16 equipos Z		Terminales analógicos Z
UAI4, UAI8 UAI16	4, 8 o 16 equipos UA		Teléfonos Reflexes de Alcatel Multi Reflexes Estaciones básicas DECT 4070 IO/EO

Para todos los equipos el socket de CPU está siempre situado en la parte superior derecha; en el resto de los slots universales se puede poner cualquier placa en cualquier socket.

## ➤ **TELÉFONOS**

Los teléfonos a utilizarse dependerá de la función que realice el operador, existen algunas series que mencionaremos a continuación:

### **Principales ventajas**

Familia Reflexes (4004 - 4010 - 4020 - 4035), que son teléfonos sencillos utilizados en la telefonía estándar.

Familia 9 Series (4019 - 4029 - 4039), serie ergonómica con pantalla gráfica y calidad de audio excepcional. Trabajo cómodo para los equipos. Calidad de la relación con el cliente.

Familia 8 - IP Touch (4008 - 4018 - 4028 - 4038 - 4068), con todas las características de la Familia 9 más la compatibilidad de aplicaciones. Gran comodidad gracias a las pantallas en color y los auriculares Bluetooth Sencillez: red única para voz y datos.

TABLA 3.5 CARACTERÍSTICAS DE LOS MODELOS DE TELÉFONOS IP Y TDM.

CARACTERÍSTICAS	IP				TDM		
	4018	4028	4038	4068	4019	4029	4039
<b>Pantalla</b>							
Pantalla gráfica regulable de 4.096 colores, 1/4 VGA				✓			
Pantalla gráfica regulable con 4 tonos de gris			✓				✓
Pantalla gráfica ajustable en blanco y negro		✓				✓	
Pantalla de 1 x 20 caracteres	✓				✓		
Recibir mensajes escritos			✓	✓			
<b>Teclado</b>							
10 teclas de función de acceso directo			✓	✓		✓	✓
Teclado alfabético		✓	✓	✓		✓	✓
Navegador bidireccional	✓				✓		
Navegador tetradireccional		✓	✓	✓		✓	✓
40 teclas de función de acceso directo programables		✓	✓	✓		✓	✓
Acceso directo al buzón de correo	✓	✓	✓	✓			
6 teclas de función de acceso directo	✓	✓			✓		
Tecla de silencio	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Tecla de rellamada	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Captura (Individual o Grupo)							
Hacer voceo							
Desvios	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Conferencia (máx. 6 personas)	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Retención							
Transferencia	✓	✓			✓	✓	
Enviar mensajes escritos		✓	✓	✓		✓	✓
<b>Otras Características</b>							
Tecnología Bluetooth® integrada				✓			
Manos libres	✓	✓	✓	✓		✓	✓
Conector de auriculares con detección de presencia		✓	✓	✓			
Altavoz	✓				✓	✓	✓
Puerto adicional para PC		✓	✓	✓			
Alimentación remota con un solo cable	✓	✓	✓	✓			
Compatibilidad POE con estándar 802.3af	✓	✓	✓	✓			
Calidad de servicio (TOS DiffServ - 802.1pQ)	✓	✓	✓	✓			
Se puede integrar en cualquier PIMphony Softphone	✓	✓	✓	✓			
Calidad de servicio capa 2/capa 3	✓	✓	✓	✓			

### ➤ **OPERADORA PIMPHONY**

Servientrega posee 58 puntos de servicio enlazados con el proveedor CONECEL, Esta empresa no ofrece un enlace de datos fijo, por lo que para poder comunicar a estas sucursales con la red de la empresa utilizando la tecnología VoIP ofrecida por los servidores Alcatel OmniPCX Office se aplicará un software en las Pcs llamado Alcatel PIMphony.

PIMphony es una aplicación basada en Windows de Microsoft que proporciona un conjunto completo de facilidades de telefonía en un PC. Su ergonómica interface gráfica de usuario que hace que la gestión de llamadas sea fácil e intuitiva. Las funciones avanzadas tales como transferencias, conferencias y acceso a la mensajería vocal son ejecutadas por íconos, sustituyendo fácilmente a las secuencias de códigos en el terminal telefónico para activar las funciones. PIMphony estimula la eficacia personal y permite a los usuarios ahorrar tiempo. Evita errores de marcación con las facilidades de marcar por nombre, y arrastrar y pegar un número de teléfono desde cualquier aplicación de Windows.

Alcatel PIMphony se puede utilizar en cualquier tipo de terminal telefónico (terminales digitales, Alcatel Reflexes, analógicos, terminales inalámbricos DECT) proporcionando al usuario el mismo nivel de

facilidades. También puede funcionar sin ningún terminal telefónico cuando se configura como terminal IP.



Figura 3.8 Pantalla principal PIMphony

### Soluciones Básicas

- Pueden gestionarse hasta 15 entradas simultáneas
- Transferencia con un solo clic
- Mensajes de texto
- Desviación de transferencia a la mensajería vocal
- Pantalla emergente para tarjetas de contacto
- Pantalla de supervisión y gestión multisitio

- Completa información del estado de las extensiones
- Directorio centralizado para hasta 10 sitios

### **Principales ventajas**

- Sistema de bienvenida profesional para tráfico elevado
- Recepcionista única para administrar varias sitios
- Ergonomía y eficacia basada en PC
- Diadema de operadora vía USB
- Soporte con teléfono digital

Existen tres versiones del PIMphony, la tabla 3.6 que se muestra a continuación detalla las características de cada uno de ellos.

TABLA 3.6 CARACTERÍSTICAS DE LOS MODELOS DE PIMPHONY

CARACTERÍSTICAS	PIMphony Basic	PIMphony Pro	PIMphony Team
Conjunto completo de facilidades de telefonía	✓	✓	✓
Registro de llamadas centralizado	✓	✓	✓
Integración con gestor de contactos		✓	✓
Buzón de voz visualizado		✓	✓
Mensajería unificada		✓	✓
Funciones de supervisor			✓
Facilidades de asistente			✓
Telefonía IP	✓	✓	✓

<sup>1</sup> El registro de llamadas sólo está disponible si al menos un ordenador de la LAN está equipado con PIMphony PRO o Team. Si no se cumplen estas condiciones, el usuario tendrá un registro de llamadas local (activo sólo cuando PIMphony esté abierto en el PC).

<sup>2</sup> Con cualquier software de Gestión de Contactos soportado.

<sup>3</sup> Con Microsoft Outlook

### 3.4. ARQUITECTURA DEFINITIVA

#### **CONFIGURACION BASICA**

Para que la tecnología VoIP funcione se debe configurar las tarjetas CPU y VoIP del equipo OmniPCX Office.

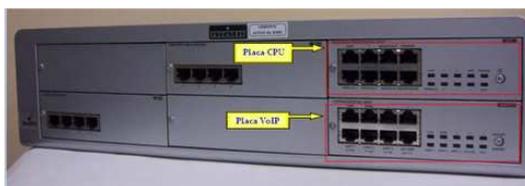


Figura 3.9 Placas CPU y VoIP.

Para la configuración del equipo se emplea la tarjeta CPU (en el modelo a utilizarse incluye las funcionalidades de VoIP). Esta tarjeta posee la IP por defecto 192.168.92.246 la cual se utiliza para acceder a su configuración a través del OMC. El computador con el cual se va a configurar el equipo, debe poseer una dirección IP que pertenezca a la misma red donde se encuentra el PCX. Por ejemplo, usted podrá asignarle al computador la dirección IP 192.168.92.1/24.

Una vez asignadas las direcciones IP se deberá comprobar la conectividad entre el equipo y el computador a través del comando ping.

Si el ping no es exitoso se procederá a realizar un reseteo del equipo, como se muestra a continuación:

**Paso1.-** Abrir el programa y en la ventana de bienvenida seleccione la opción Experto.



Figura 3.10 Ventana de bienvenida del programa de configuración PM5.

**Paso2.-** En la ventana principal del programa haga clic derecho donde dice *Cliente PCX* y seleccione la opción *Conectar*.



Figura 3.11 Fichero Cliente -Conectar.

**Paso3.-** En la ventana Path de Comunicación coloque la dirección IP de la placa CPU del PCX y presione el botón OK.



Figura 3.12 Dirección IP de la CPU para acceder

**Paso4.-** En la siguiente ventana coloque el usuario Instalador y digite la clave **pbxk1064**. Presione OK para continuar.



Figura 3.13. Nombre de usuario y contraseña

**Paso5.-** Ingrese a la ventana de Reinicio del sistema mediante la siguiente ruta:

Cliente PCX > Varios Sistemas > Reiniciar Sistema.

En la ventana de Reinicio del sistema, seleccione en el tipo de reset: Reset fuerte y en activación de reset: Automático. Luego presione Reset.



Figura 3.14 Selección de parámetros de reset.

**Paso6.-** Luego aparecerán tres ventanas para confirmar que desea hacer el reset. Siga los pasos mostrados en las siguientes figuras.

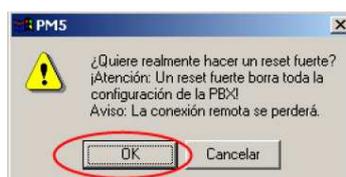


Figura 3.15 Ventana de confirmación de Reset fuerte.



Figura 3.16 Ventana Fichero – cerrar

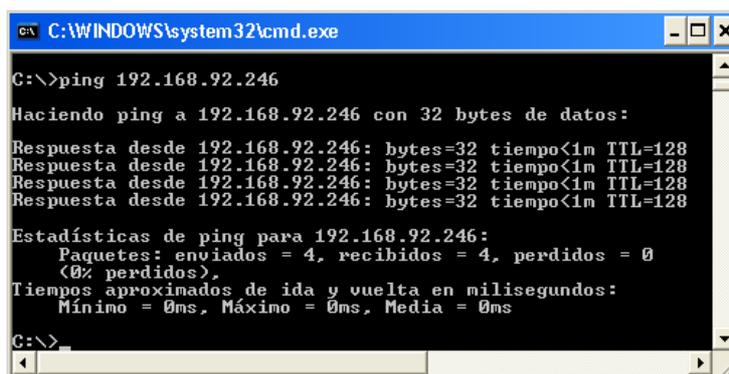


Figura 3.17 Ventana Fichero confirmación de Reset fuerte

Realizados todos estos pasos, el programa se cerrará automáticamente y el equipo procederá a formatearse. Se debe esperar de 4 a 5 minutos para que el reset tome efecto y el equipo vuelva a arrancar. Después del

reset el equipo no tendrá ninguna configuración y la dirección IP de la CPU será la dirección por defecto descrita anteriormente.

Para determinar cuando usted podrá ingresar nuevamente al equipo para configurarlo, debe colocar el computador de administración dentro de la red del equipo (asignar al computador dirección IP dentro de la red 192.168.92.0/24), y realizar un ping extendido a la dirección 192.168.92.246.



```
C:\WINDOWS\system32\cmd.exe
C:\>ping 192.168.92.246
Haciendo ping a 192.168.92.246 con 32 bytes de datos:
Respuesta desde 192.168.92.246: bytes=32 tiempo<1m TTL=128
Estadísticas de ping para 192.168.92.246:
    Paquetes: enviados = 4, recibidos = 4, perdidos = 0
              (0% perdidos),
    Tiempos aproximados de ida y vuelta en milisegundos:
        Mínimo = 0ms, Máximo = 0ms, Media = 0ms
C:\>
```

Figura 3.18 Captura de la pantalla con PING a la dirección de acceso al PCX

Luego de que la CPU responda al ping extendido se podrá acceder al PCX nuevamente para configurarlo, utilizando la dirección por defecto.

Antes de proceder a configurar, se debe conocer como conectar el PBX a una red junto con los teléfonos que administrará.

## **CONFIGURACION DE TARJETAS DEL OMNIPCX**

Teniendo en cuenta que la red donde se encuentra el OmniPCX es la 192.168.0.0/16; donde se le asignarán dos direcciones IP de dicha red a las placas CPU y VoIP, respectivamente. También se debe tener en cuenta la dirección de la puerta de enlace de la red.

Inicialmente se deben cambiar las direcciones IP de las placas CPU y VoIP escogidos.

Para esto debe acceder al equipo abrir la ventana de *Configuración LAN / IP*, para modificar los parámetros de red del PCX. Para entrar a dicha ventana siga la ruta:

Cliente PCX > Hardware y Limites > Configuración LAN / IP

En la ventana *Configuración LAN / IP* se modifica los valores de la CPU principal, la placa VoIP (Master), la puerta de enlace de la red (dirección IP del Router) y la máscara de red. Después de modificar todos estos parámetros presione el botón OK.

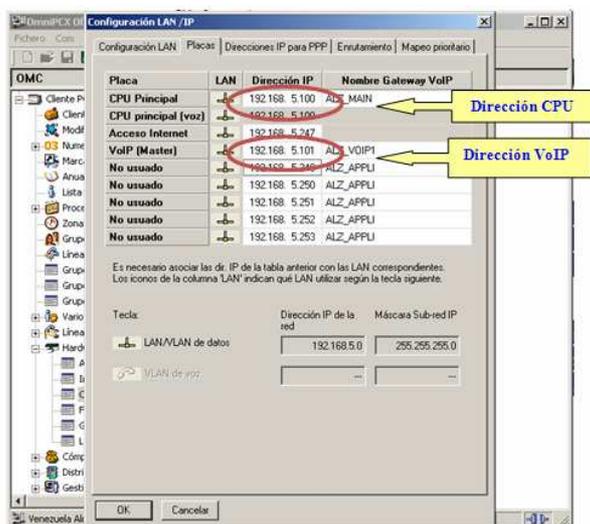


Figura 3.19 Ventana de Configuración LAN/IP de las tarjetas CPU y VoIP.

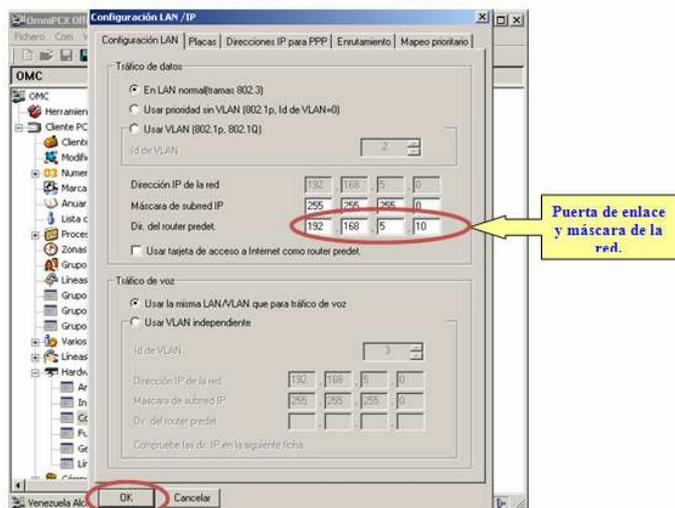


Figura 3.20 Ventana de dirección del router predeterminado.

Luego de configurar los parámetros de red, se le pedirá la confirmación de los cambios realizados. Presione Si para confirmar y realizar un *Reset suave*.

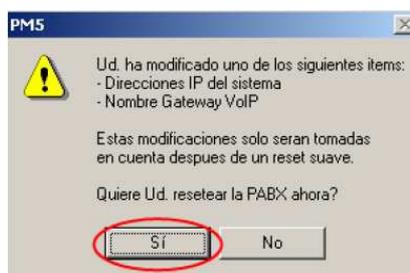


Figura 3.21 Ventana de confirmación de cambios de parámetros de red.

TABLA 3.7 DIRECCIONES DE LAS TARJETAS

Matriz	Dirección CPU	Dirección VoIP	Dirección del Gateway	Máscara
Quito	192.168.5.100	192.168.5.101	192.168.5.10	/24
Guayaquil	192.168.6.100	192.168.6.101	192.168.6.10	/24
Cuenca	192.168.7.100	192.168.7.101	192.168.7.10	/24
Ambato	192.168.8.100	192.168.8.101	192.168.8.10	/24
Bodega	192.168.9.100	192.168.9.101	192.168.9.10	/24

Como se le cambió la dirección de red al PCX, también se le debe cambiar la dirección IP al equipo con el que se están haciendo las configuraciones. La dirección IP del computador debe estar dentro de la red 192.168.0.0.

Para realizar los cambios de los parámetros de red del equipo, es necesario que este tome un Reset suave como se informó en la anterior ventana de confirmación.

Realice un ping extendido a las direcciones IP de la CPU y la placa VoIP, para determinar cuando están disponibles nuevamente para continuar con la configuración. Este proceso puede tardar entre cuatro y cinco minutos.

Ingrese nuevamente al software, pero esta vez utilice la nueva dirección IP de la CPU.

Utilice el mismo nombre de usuario y contraseña utilizados al iniciar la configuración.

La configuración general de VoIP del PCX se realiza en 4 pasos básicos:

**Paso 1.-** Para empezar se deben escoger el número de cifras que tendrán las extensiones. Como se mencionó anteriormente, las extensiones se encuentren dentro del rango 200-299. Por lo tanto se

escogerán tres cifras para las extensiones. Para esto, diríjase a la ventana de Configuración por defecto con la siguiente ruta:

Cliente PCX > Numeración > Configuración por defecto

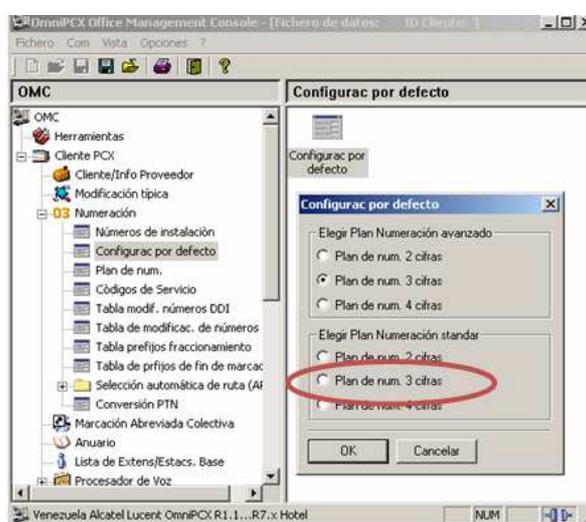


Figura 3.22 Plan de numeración de 3 cifras.

Cuando aparezca la ventana de confirmación, presione OK.

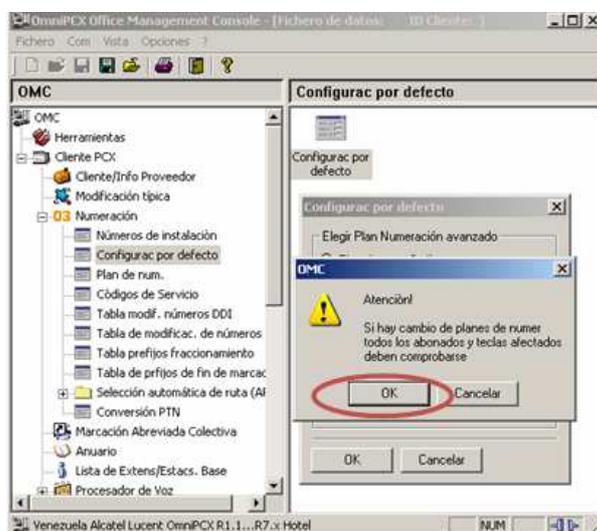


Figura 3.23 Ventana de confirmación de cambios del plan de numeración avanzado.

**Paso 2.-** Luego se configuran las extensiones locales y las extensiones del PCX remoto.

Esta configuración se realiza en la ventana Plan de numeración principal.

Para llegar a esta ventana siga la ruta:

Cliente PCX > Numeración > Plan de num. > Plan de numeración principal

En esta ventana se configuran el tipo de función, el rango de extensiones locales, la base, el valor del TMN y designar si las extensiones son privadas.

Para determinar el número de extensiones a emplearse en cada uno de los sitios en los que se va a emplear un Omnipcx, se realizó una proyección basada en la cantidad de líneas telefónicas que funcionan actualmente.

TABLA 3.8 CANTIDAD DE LINEAS REQUERIDAS

NÚMERO DE LÍNEAS REQUERIDAS		
UBICACIÓN	CANTIDAD	CANTIDAD EXTENSIONES
MATRIZ QUITO	56	100
MATRIZ GUAYAQUIL	35	100
MATRIZ CUENCA	12	50
MATRIZ AMBATO	10	50
BODEGA GYE	51	100
SUCURSALES QUITO	43	50
SUCURSALES GYE	39	50
SUCURSALES AMBATO	7	10
SUCURSALES CUENCA	7	20

Teniendo en cuenta que se instalarán equipos Omnipcx en las Matrices de Guayaquil, Quito, Cuenca, Ambato y en la Bodega de Guayaquil; y que dichos equipos concentrarán a las sucursales de las ciudades vecinas se asignaron los siguientes rangos de extensiones telefónicas:

TABLA 3.9 RANGO DE EXTENSIONES PARA LAS MATRICES

OMNIPCX	RANGO DE EXTENSIONES
QUITO	200 - 399
GUAYAQUIL	400 - 599
CUENCA	600 - 699
AMBATO	700 - 799
BODEGA	800 - 899

A continuación se presentan los pasos para realizar la configuración tanto de las extensiones locales como de las privadas.

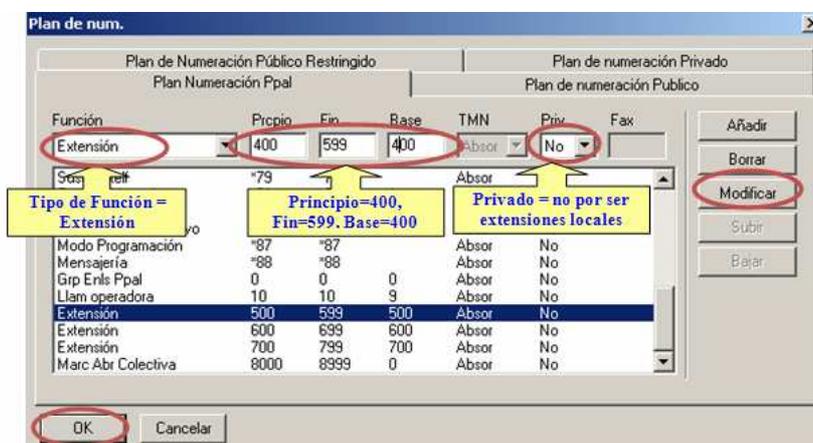


Figura 3.24 Configuración del plan de numeración principal para extensiones locales.

Después de cambiar las configuraciones, presione *Modificar* para realizarlas.

En la misma ventana debe configurar algunos parámetros de las extensiones remotas. Estos parámetros son el tipo de función, rango de extensiones, base, TMN y determinar que son privadas. Para esto observe la siguiente figura.

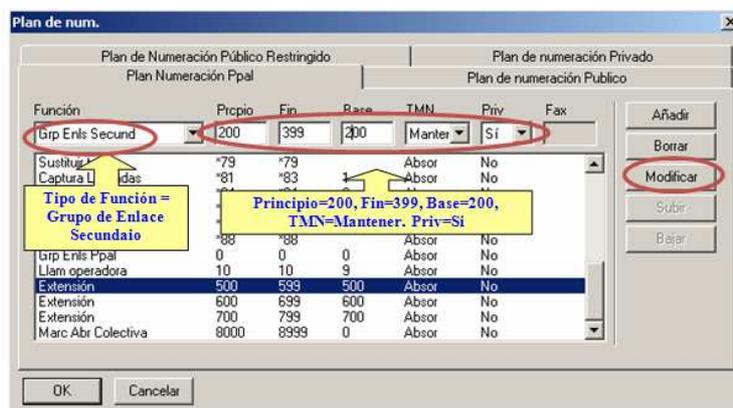


Figura 3.25 Parámetros de extensiones remotas en plan de numeración principal

Este tipo de función (Grupo de enlace secundario), es el grupo que designa las extensiones remotas. En este caso las extensiones remotas se describen como privadas, y la base corresponde al método de selección automática de ruta.

En la pestaña *Plan de numeración público*, sólo deben quedar las extensiones locales y remotas sin realizar ningún otro cambio. Observe la figura 3.26.

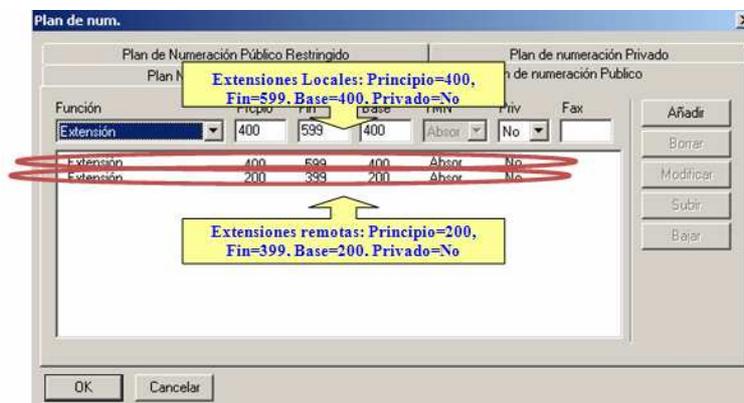


Figura 3.26 Extensiones locales y remotas en plan de numeración público.

En la pestaña *Plan de numeración privado*, sólo se colocan las extensiones locales como se muestra en la siguiente figura 3.27.

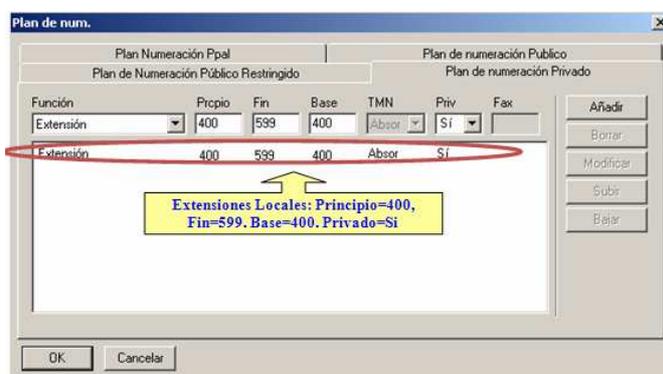


Figura 3.27 Extensiones locales en plan de numeración privado.

A continuación se muestran las tablas de acuerdo a las cuales se deberá realizar el proceso de configuración para todos los OmniPCX instalados.

TABLA 3.10 RANGO DE EXTENSIONES PARA LA MATRIZ QUITO

OMNIPCX MATRIZ UIO		
TIPO DE EXTENSIÓN	EXT. INICIAL	EXT. FINAL
LOCALES	200	399
PRIVADAS GYE	400	599
PRIVADAS CUENCA	600	699
PRIVADAS AMBATO	700	799
PRIVADAS BODEGA	800	899

TABLA 3.11 RANGO DE EXTENSIONES PARA LA MATRIZ GUAYAQUIL

OMNIPCX MATRIZ GYE		
TIPO DE EXTENSIÓN	EXT. INICIAL	EXT. FINAL
LOCALES	400	599
PRIVADAS UIO	200	399
PRIVADAS CUENCA	600	699
PRIVADAS AMBATO	700	799
PRIVADAS BODEGA	800	899

TABLA 3.12 RANGO DE EXTENSIONES PARA LA MATRIZ CUENCA

OMNIPCX MATRIZ CUENCA		
TIPO DE EXTENSIÓN	EXT. INICIAL	EXT. FINAL
LOCALES	600	699
PRIVADAS GYE	400	599
PRIVADAS UIO	200	399
PRIVADAS AMBATO	700	799
PRIVADAS BODEGA	800	899

TABLA 3.13 RANGO DE EXTENSIONES PARA LA MATRIZ AMBATO

OMNIPCX MATRIZ AMBATO		
TIPO DE EXTENSIÓN	EXT. INICIAL	EXT. FINAL
LOCALES	700	799
PRIVADAS GYE	400	599
PRIVADAS CUENCA	600	699
PRIVADAS UIO	200	399
PRIVADAS BODEGA	800	899

TABLA 3.14 RANGO DE EXTENSIONES PARA LA MATRIZ BODEGA

OMNIPCX MATRIZ BODEGA		
TIPO DE EXTENSIÓN	EXT. INICIAL	EXT. FINAL
LOCALES	800	899
PRIVADAS GYE	400	599
PRIVADAS CUENCA	600	699
PRIVADAS AMBATO	700	799
PRIVADAS UIO	200	399

**Paso 3.-** A continuación se configuran los parámetros de VoIP. Para ingresar a la ventana de configuración VoIP: Parámetros, siga la siguiente ruta:

*Cliente PCX > Voz sobre IP > VoIP: Parámetros*

Las configuraciones a realizar en esta ventana son las siguientes:

En la pestaña General: Se debe colocar los datos de acuerdo a lo señalado en la tabla 3.15 para cada zona:

- Número de canales de enlace de VoIP = Ver tabla 3.15

- Número de canales de abonados de VoIP = Ver tabla 3.15
- Calidad de servicio = 101110000 DIFSERV\_PHB\_EF

TABLA 3.15 CANALES DE ENLACE Y ABONADOS VOIP

SITIO	Canales Abonados	Canales de Enlace
ZONA QUITO	99	18
ZONA GUAYAQUIL	74	15
ZONA CUENCA	19	6
ZONA AMBATO	17	6
BODEGA GYE	51	11

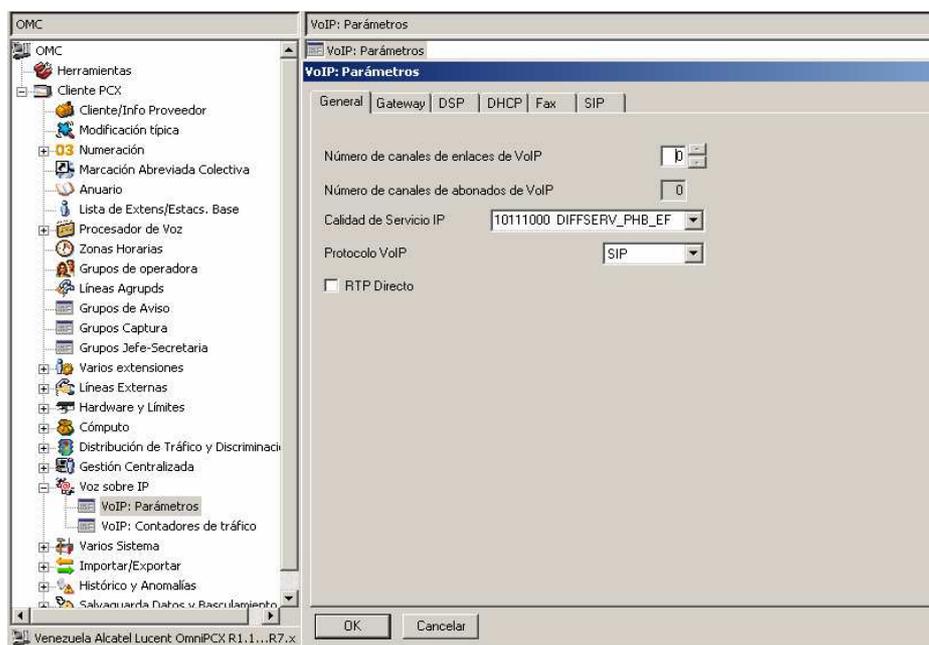


Figura 3.29 Ventana de configuración de parámetros de VoIP.

En las siguientes figuras se describen las configuraciones de los parámetros de VoIP.



Figura 3.30 Configuración en la pestaña General.

- En la pestaña Gateway:
  - Fin de tabla de marcación utilizada = Activada



Figura 3.31 Configuración en la pestaña Gateway.

- En la pestaña DSP:
  - Activar cancelación de ECO.
  - Activar detección de voz activa.

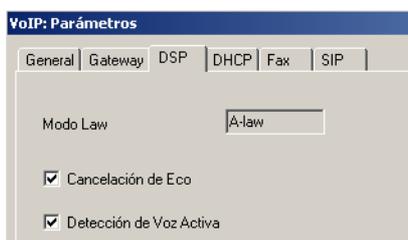


Figura 3.32 Configuración en la pestaña DSP.

- En la pestaña DHCP:
  - Deshabilitar la opción de Servidor Integrado DHCP, debido a que las direcciones IP de los equipos terminales serán asignadas estáticamente.



Figura 3.33 Configuración en la pestaña DHCP.

- En la pestaña SIP:
  - Dejar los valores asignados por defecto.

The screenshot shows the 'VoIP: Parámetros' configuration window with the 'SIP' tab selected. The window is divided into several sections:

- General Settings:** 'ms Tempor. T1' (1000), 'ms Tempor. T2' (4000), and 'Número de intentos' (6).
- Inscripción (Registration):**
  - Requerido
  - Nombre de usuario registrado: [ ]
  - Dirección IP del Registrar: [0][0].[0][0]
  - Puerto: 5060
  - DNS SRV
  - Nombre del Registrar: [ ]
  - Outbound Proxy: [ ]
  - Outbound Proxy IP: [0][0].[0][0]
- Autenticación (Authentication):**
  - Nombre de usuario: [ ]
  - Secreto compartido: [ ]
  - Ámbito registrado: [ ]
  - 3600 s Período caduc. (Expiration period)
- Comport. Lista negra (Blacklist Behavior):**
  - 90 Número pico mensajes (Peak message count)
  - 3 s Detección período pico (Peak detection period)
  - 360 min. Duración cuarent. (Quarantine duration)
  - 10 min. No se encuentra el temporizador de la (Timer not found)
- Nombre DNS local:** [ ]

Figura 3.34 Configuración en la pestaña SIP.

**Paso 4.-** Después de configurar los parámetros de VoIP, se procede a crear el grupo de enlace por donde salen las llamadas IP. En la ventana Lista de Grupos de Enlace se debe seleccionar el grupo 2, puesto que el grupo 1 se asocia las extensiones locales. En las siguientes figuras se muestran las configuraciones para la lista del grupo de enlace. Para acceder a la ventana de Lista de Grupos de Enlace, siga la siguiente ruta:

*Cliente PCX>Líneas Externas>Lista de Grps Enlcs*

En la ventana de *Lista de Grupo de enlace*, asígnele un nombre al grupo.

Por ejemplo: VoIP.

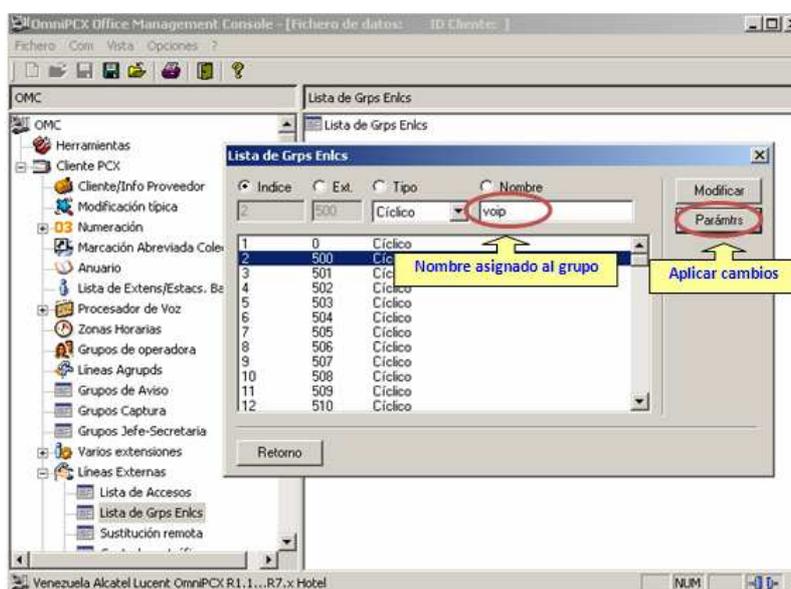


Figura 3.35 Nombre asignado al grupo de enlace.

Luego de seleccionar el nombre al grupo de enlace, presione el botón *Parámetros*, seleccione la opción *Añadir* y agregue de enlace que acabó de crear

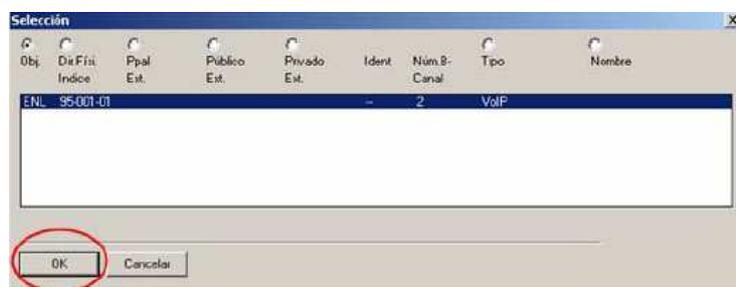


Figura 3.36 Ventana de selección del grupo de enlace creado.

Después de seleccionar el grupo creado, presione el botón *Categoría de Conexión* como se muestra en la figura.

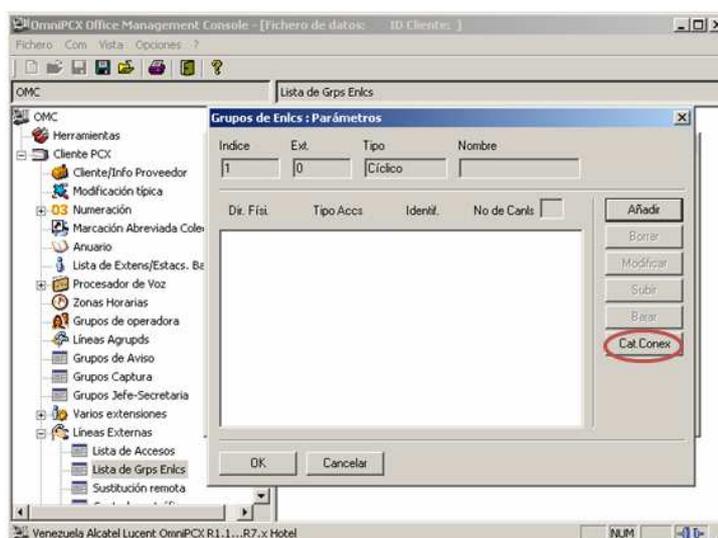


Figura 3.37 Selección de categoría de conexión en parámetros de grupo de enlace.

Cambie los valores de *Normal* y *Restringido* como se muestra en la figura.



Figura 3.38 Valores de Normal y Restringido de la categoría de conexión

En la siguiente ruta se cambian nuevamente los parámetros de Normal y Restringido colocando el mismo valor 2.

*Cliente PCX>Líneas Externas>Líneas de Accesos>VoIP>Detalles>Cát. Conexión.*

Es importante recalcar que el equipo OmniPCX tiene la capacidad de manejar puertos troncales para establecer la comunicación desde las sucursales que se concentran en cada localidad hacia las operadoras celulares y de telefonía convencional.

## CONFIGURACION DE ADAPTADOR LINKSYS PAP2 Vía WEB

Para la configuración del adaptador Linksys PAP2 vía WEB, se conecta dentro de la red el equipo, y vía web se ingresa a la siguiente dirección: 192.168.0.1 Configurada por IVR provisionalmente; y se ingresa de manera inmediata indicando la cuenta de usuario **administrador** sobre el equipo, y luego se observará la ventana de configuración, misma que se aprecia en la figura 3.39.



Figura 3.39 Pantalla Principal de Configuración

En la ventana que se muestra en la figura 3.39 se debe dar click en la opción Admin Login para tener acceso a todas las pestañas de configuración y preferentemente trabajar en vista avanzada.

## SYSTEM

A continuación se muestra la configuración de la pestaña SYSTEM en la que se colocan los parámetros para acceso al equipo, dirección IP y nombre del equipo. El resto de parámetros se mantienen con su configuración por defecto.

SYSTEM CONFIGURATION:

TABLA 3.16 CONFIGURACIÓN DE PASSWORDS

<b>User Password</b>	SERV1400
<b>Web Server Port</b>	59400
<b>Admin Pasword</b>	SERV1400

INTERNET CONNECTION TYPE:

TABLA 3.17 CONFIGURACIÓN DEL INTERCONNECTION TYPE

<b>DHCP</b>	No
<b>DNS 1:</b>	
<b>DNS 2.</b>	
<b>Static IP</b>	192.168.5.xxx
<b>Netmask</b>	255.255.255.0
<b>Gateway</b>	192.168.5.1

Optional Network Configuration: HOSTNAME

En la siguiente gráfica se observa la pestaña SIP con la configuración previamente señalada:

Voice		Phone Adapter with 2 Ports for Voice-Over-IP							
		Info	System	SIP	Regional	Line 1	Line 2	User 1	User 2
		Basic View (switch to advanced view)							
<b>System Configuration</b>		Enable Web Server:		no	User Password:		SERVI400		
<b>Internet Connection Type</b>		DHCP:		no	Static IP:		192.168.5.100		
		Gateway:		192.168.5.1			NetMask:		255.255.255.0
<b>Optional Network Configuration</b>		HostName:		ATA_SUCURSAL			Domain:		
		Primary DNS:					Secondary DNS:		
		DNS Query Mode:		Parallel			Syslog Server:		
		Debug Server:					Debug Level:		0
		Save Settings			Cancel Settings				

Figura 3.40 Ventana con la pestaña System,

Debemos recordar que una vez se presione el botón SAVE SETTINGS el equipo Linksys cambiará su dirección IP por la que se le configure por lo tanto se deberá cambiar la dirección IP de la PC con la que se lo esté configurando por una dirección de la nueva red seleccionada a fin de tener conectividad nuevamente. En ésta oportunidad el acceso se realizará de la siguiente manera: [http://192.168.5.X : 59400](http://192.168.5.X:59400)

## SIP

A continuación se muestra la configuración de la pestaña SIP, en la que se deben modificar los parámetros de tiempo de registro, esto es la cantidad de tiempo en segundos que tardará el equipo en intentar registrarse nuevamente con el servidor de comunicaciones. Adicionalmente se debe configurar los parámetros necesarios para un adecuado funcionamiento del protocolo RTP. El resto de parámetros permanecen con su configuración por defecto como se aprecia en la figura 3.41.

SIP Parameters (Default)

SIP Timer Values (Sec):

TABLA 3.18 CONFIGURACIÓN DEL SIP TIMER VALUES

Reg Retry Intvt:	20
------------------	----

Response Status Code Handling: (Default)

RTP Parameters:

TABLA 3.19 CONFIGURACIÓN DEL RTP PARAMETERS

RTP Port Min:	9000
RTP Packet Size	0.02
No UDP Checksum	Yes

Voice		Phone Adapter with 2 Ports for Voice-Over-IP									
		Info	System	SIP	Provisioning	Regional	Line 1	Line 2	User 1	User 2	
		Advanced View (switch to basic view)									
<b>SIP Parameters</b>		Max Forward:	<input type="text" value="70"/>	Max Redirection:	<input type="text" value="5"/>	SIP User Agent Name:	<input type="text" value="\$VERSION"/>	SIP Reg User Agent Name:	<input type="text"/>	DTMF Relay MIME Type:	<input type="text" value="application/dtmf-rel"/>
		Max Auth:	<input type="text" value="2"/>	Remove Last Reg:	<input type="text" value="no"/>	Hook Flash MIME Type:	<input type="text" value="application/hook-fla"/>	Escape Display Name:	<input type="text" value="no"/>		
		SIP Server Name:	<input type="text" value="\$VERSION"/>	Use Compact Header:	<input type="text" value="no"/>	SIP Accept Language:	<input type="text"/>				
<b>SIP Timer Values (sec)</b>		SIP T1:	<input type="text" value=".5"/>	SIP T2:	<input type="text" value="4"/>	SIP T4:	<input type="text" value="5"/>	SIP Timer B:	<input type="text" value="32"/>	SIP Timer F:	<input type="text" value="32"/>
		SIP Timer D:	<input type="text" value="32"/>	ReINVITE Expires:	<input type="text" value="30"/>	SIP Timer H:	<input type="text" value="32"/>	SIP Timer J:	<input type="text" value="32"/>	INVITE Expires:	<input type="text" value="240"/>
		Reg Min Expires:	<input type="text" value="1"/>	Reg Max Expires:	<input type="text" value="7200"/>	Reg Retry Intvl:	<input type="text" value="20"/>	Reg Retry Long Intvl:	<input type="text" value="1200"/>	Reg Min Expires:	<input type="text" value="1"/>
<b>Response Status Code Handling</b>		SIT1 RSC:	<input type="text"/>	SIT2 RSC:	<input type="text"/>	SIT3 RSC:	<input type="text"/>	SIT4 RSC:	<input type="text"/>	Try Backup RSC:	<input type="text"/>
<b>RTP Parameters</b>		RTP Port Min:	<input type="text" value="9000"/>	RTP Port Max:	<input type="text" value="16482"/>	RTP Packet Size:	<input type="text" value="0.02"/>	Max RTP ICMP Err:	<input type="text" value="0"/>	RTCP Tx Interval:	<input type="text" value="0"/>
		Stats In BYE:	<input type="text" value="no"/>	No UDP Checksum:	<input type="text" value="yes"/>						
<b>SDP Payload Types</b>		NSE Dynamic Payload:	<input type="text" value="100"/>	AVT Dynamic Payload:	<input type="text" value="101"/>	INFOREQ Dynamic Payload:	<input type="text"/>	G726r16 Dynamic Payload:	<input type="text" value="98"/>	G726r24 Dynamic Payload:	<input type="text" value="97"/>
		G729b Dynamic Payload:	<input type="text" value="99"/>	NSE Codec Name:	<input type="text" value="NSE"/>	G711u Codec Name:	<input type="text" value="PCMU"/>	G726r32 Codec Name:	<input type="text" value="G726-32"/>	G729a Codec Name:	<input type="text" value="G729a"/>
		AVT Codec Name:	<input type="text" value="telephone-event"/>	G711a Codec Name:	<input type="text" value="PCMA"/>	G726r40 Codec Name:	<input type="text" value="G726-40"/>	G723 Codec Name:	<input type="text" value="G723"/>	G729b Codec Name:	<input type="text" value="G729ab"/>
<b>NAT Support Parameters</b>		Handle VIA received:	<input type="text" value="no"/>	Handle VIA rport:	<input type="text" value="no"/>	STUN Server:	<input type="text"/>	EXT IP:	<input type="text"/>	Insert VIA received:	<input type="text" value="no"/>
		Substitute VIA Addr:	<input type="text" value="no"/>	Send Resp To Src Port:	<input type="text" value="no"/>	EXT RTP Port Min:	<input type="text"/>	NAT Keep Alive Intvl:	<input type="text" value="15"/>	STUN Test Enable:	<input type="text" value="no"/>

Figura 3.41 Ventana con la pestaña SIP.

**REGIONAL**

Pese al gran tamaño de ésta pestaña los únicos valores que se requiere modificar son los que se detallan en las tablas 3.20 y 3.21 y que se muestran en la figura 3.42.

Control Timer Values (sec):

TABLA 3.20 CONFIGURACIÓN DEL CONTROL TIMER VALUES

Interdigit Long Timer	17
Reorder Delay	1
Interdigit Short Timer	10

Miscellaneous:

TABLA 3.21 CONFIGURACIÓN DEL MISCELLANEOUS

Time Zone	GMT- 05:00
-----------	------------

Voice		Phone Adapter with 2 Ports for Voice-Over-IP							
		Info	System	SIP	Provisioning	Regional	Line 1	Line 2	User 1
Advanced View (switch to basic view)									
<b>Call Progress Tones</b>									
Dial Tone:	<input type="text" value="350@-19,440@-19;10(*0/1+2)"/>								
Second Dial Tone:	<input type="text" value="420@-19,520@-19;10(*0/1+2)"/>								
Outside Dial Tone:	<input type="text" value="420@-16;10(*0/1)"/>								
Prompt Tone:	<input type="text" value="520@-19,620@-19;10(*0/1+2)"/>								
Busy Tone:	<input type="text" value="480@-19,620@-19;10(5/5/1+2)"/>								
Reorder Tone:	<input type="text" value="480@-19,620@-19;10(25/25/1+2)"/>								
Off Hook Warning Tone:	<input type="text" value="480@-10,620@0;10(.125/.125/1+2)"/>								
Ring Back Tone:	<input type="text" value="440@-19,480@-19;*(2/4/1+2)"/>								
Confirm Tone:	<input type="text" value="600@-16;1(.25/.25/1)"/>								
SIT1 Tone:	<input type="text" value="985@-16,1428@-16,1777@-16;20(.380/0/1..380/0/2..3)"/>								
SIT2 Tone:	<input type="text" value="914@-16,1371@-16,1777@-16;20(.274/0/1..274/0/2..3)"/>								
SIT3 Tone:	<input type="text" value="914@-16,1371@-16,1777@-16;20(.380/0/1..380/0/2..3)"/>								
SIT4 Tone:	<input type="text" value="985@-16,1371@-16,1777@-16;20(.380/0/1..274/0/2..3)"/>								
MWI Dial Tone:	<input type="text" value="350@-19,440@-19;2(1/1/1+2);10(*0/1+2)"/>								
Cfwd Dial Tone:	<input type="text" value="350@-19,440@-19;2(2/2/1+2);10(*0/1+2)"/>								
Holding Tone:	<input type="text" value="600@-19;*(1/1/1..1/1/1..1/9.5/1)"/>								
Conference Tone:	<input type="text" value="350@-19;20(1/1/1..1/9.7/1)"/>								
Secure Call Indication Tone:	<input type="text" value="397@-19,507@-19;15(0/2/0..2/1/1..1/2.1/2)"/>								
Feature Invocation Tone:	<input type="text" value="350@-16;*(1/1/1)"/>								
<b>Distinctive Ring Patterns</b>									
Ring1 Cadence:	<input type="text" value="60(2/4)"/>	Ring2 Cadence:	<input type="text" value="60(3/2.1/2..3/4)"/>						
Ring3 Cadence:	<input type="text" value="60(8/4..8/4)"/>	Ring4 Cadence:	<input type="text" value="60(4/2..3/2..8/4)"/>						
Ring5 Cadence:	<input type="text" value="60(2/2..2/2..2/2)"/>	Ring6 Cadence:	<input type="text" value="60(2/4..2/4..2/4)"/>						
Ring7 Cadence:	<input type="text" value="60(4/2..4/2..4/4)"/>	Ring8 Cadence:	<input type="text" value="60(0.25/9.75)"/>						
<b>Distinctive Call Waiting Tone Patterns</b>									
CWT1 Cadence:	<input type="text" value="30(3/9.7)"/>	CWT2 Cadence:	<input type="text" value="30(1/1..1/9.7)"/>						
CWT3 Cadence:	<input type="text" value="30(1/1..3/1..1/9)"/>	CWT4 Cadence:	<input type="text" value="30(1/1..1/1..1/9.5)"/>						
CWT5 Cadence:	<input type="text" value="30(3/1..1/1..3/9)"/>	CWT6 Cadence:	<input type="text" value="30(1/1..3/2..3/9)"/>						
CWT7 Cadence:	<input type="text" value="30(3/1..3/1..1/9)"/>	CWT8 Cadence:	<input type="text" value="2.3(3/2)"/>						
<b>Distinctive Ring/CWT Pattern Names</b>									
Ring1 Name:	<input type="text" value="Bellcore-r1"/>	Ring2 Name:	<input type="text" value="Bellcore-r2"/>						
Ring3 Name:	<input type="text" value="Bellcore-r3"/>	Ring4 Name:	<input type="text" value="Bellcore-r4"/>						
Ring5 Name:	<input type="text" value="Bellcore-r5"/>	Ring6 Name:	<input type="text" value="Bellcore-r6"/>						
Ring7 Name:	<input type="text" value="Bellcore-r7"/>	Ring8 Name:	<input type="text" value="Bellcore-r8"/>						
<b>Ring and Call Waiting Tone Spec</b>									
Ring Waveform:	<input type="text" value="Sinusoid"/>	Ring Frequency:	<input type="text" value="25"/>						
Ring Voltage:	<input type="text" value="70"/>	CWT Frequency:	<input type="text" value="440@-10"/>						
Synchronized Ring:	<input type="text" value="no"/>								

Control Timer Values (sec)			
Hook Flash Timer Min:	<input type="text" value=".1"/>	Hook Flash Timer Max:	<input type="text" value=".9"/>
Callee On Hook Delay:	<input type="text" value="0"/>	Reorder Delay:	<input type="text" value="1"/>
Call Back Expires:	<input type="text" value="1800"/>	Call Back Retry Intvl:	<input type="text" value="30"/>
Call Back Delay:	<input type="text" value=".5"/>	VMWI Refresh Intvl:	<input type="text" value="0"/>
Interdigit Long Timer:	<input type="text" value="17"/>	Interdigit Short Timer:	<input type="text" value="10"/>
CPC Delay:	<input type="text" value="2"/>	CPC Duration:	<input type="text" value="0"/>
Vertical Service Activation Codes			
Call Return Code:	<input type="text" value="*69"/>	Blind Transfer Code:	<input type="text" value="*98"/>
Call Back Act Code:	<input type="text" value="*66"/>	Call Back Deact Code:	<input type="text" value="*86"/>
Cfwd All Act Code:	<input type="text" value="*72"/>	Cfwd All Deact Code:	<input type="text" value="*73"/>
Cfwd Busy Act Code:	<input type="text" value="*90"/>	Cfwd Busy Deact Code:	<input type="text" value="*91"/>
Cfwd No Ans Act Code:	<input type="text" value="*92"/>	Cfwd No Ans Deact Code:	<input type="text" value="*93"/>
Cfwd Last Act Code:	<input type="text" value="*63"/>	Cfwd Last Deact Code:	<input type="text" value="*83"/>
Block Last Act Code:	<input type="text" value="*60"/>	Block Last Deact Code:	<input type="text" value="*80"/>
Accept Last Act Code:	<input type="text" value="*64"/>	Accept Last Deact Code:	<input type="text" value="*84"/>
CW Act Code:	<input type="text" value="*56"/>	CW Deact Code:	<input type="text" value="*57"/>
CW Per Call Act Code:	<input type="text" value="*71"/>	CW Per Call Deact Code:	<input type="text" value="*70"/>
Block CID Act Code:	<input type="text" value="*67"/>	Block CID Deact Code:	<input type="text" value="*68"/>
Block CID Per Call Act Code:	<input type="text" value="*81"/>	Block CID Per Call Deact Code:	<input type="text" value="*82"/>
Block ANC Act Code:	<input type="text" value="*77"/>	Block ANC Deact Code:	<input type="text" value="*87"/>
DND Act Code:	<input type="text" value="*78"/>	DND Deact Code:	<input type="text" value="*79"/>
CID Act Code:	<input type="text" value="*65"/>	CID Deact Code:	<input type="text" value="*85"/>
CWCID Act Code:	<input type="text" value="*25"/>	CWCID Deact Code:	<input type="text" value="*45"/>
Dist Ring Act Code:	<input type="text" value="*26"/>	Dist Ring Deact Code:	<input type="text" value="*46"/>
Speed Dial Act Code:	<input type="text" value="*74"/>	Secure All Call Act Code:	<input type="text" value="*16"/>
Secure No Call Act Code:	<input type="text" value="*17"/>	Secure One Call Act Code:	<input type="text" value="*18"/>
Secure One Call Deact Code:	<input type="text" value="*19"/>	Conference Act Code:	<input type="text"/>
Attn-Xfer Act Code:	<input type="text"/>	Modem Line Toggle Code:	<input type="text" value="*99"/>

	Referral Services Codes:	<input type="text"/>	
	Feature Dial Services Codes:	<input type="text"/>	
<b>Vertical Service Announcement Codes</b>			
	Service Annc Base Number:	<input type="text"/>	
	Service Annc Extension Codes:	<input type="text"/>	
<b>Outbound Call Codec Selection Codes</b>			
	Prefer G711u Code:	<input type="text" value="*017110"/>	Force G711u Code: <input type="text" value="*027110"/>
	Prefer G711a Code:	<input type="text" value="*017111"/>	Force G711a Code: <input type="text" value="*027111"/>
	Prefer G723 Code:	<input type="text" value="*01723"/>	Force G723 Code: <input type="text" value="*02723"/>
	Prefer G726r16 Code:	<input type="text" value="*0172616"/>	Force G726r16 Code: <input type="text" value="*0272616"/>
	Prefer G726r24 Code:	<input type="text" value="*0172624"/>	Force G726r24 Code: <input type="text" value="*0272624"/>
	Prefer G726r32 Code:	<input type="text" value="*0172632"/>	Force G726r32 Code: <input type="text" value="*0272632"/>
	Prefer G726r40 Code:	<input type="text" value="*0172640"/>	Force G726r40 Code: <input type="text" value="*0272640"/>
	Prefer G729a Code:	<input type="text" value="*01729"/>	Force G729a Code: <input type="text" value="*02729"/>
<b>Miscellaneous</b>			
	Set Local Date (mm/dd):	<input type="text"/>	Set Local Time (HH/mm): <input type="text"/>
	Time Zone:	<input type="text" value="GMT-05:00"/>	FXS Port Impedance: <input type="text" value="600"/>
	Daylight Saving Time Rule:	<input type="text" value="start=4/-1/7;end=10/1/7;save=1"/>	
	FXS Port Input Gain:	<input type="text" value="-3"/>	FXS Port Output Gain: <input type="text" value="-3"/>
	DTMF Playback Level:	<input type="text" value="-16"/>	DTMF Playback Length: <input type="text" value=".1"/>
	Detect ABCD:	<input type="text" value="yes"/>	Playback ABCD: <input type="text" value="yes"/>
	Caller ID Method:	<input type="text" value="Bellcore(N.Amer.China)"/>	FXS Port Power Limit: <input type="text" value="3"/>
	Caller ID FSK Standard:	<input type="text" value="bell 202"/>	Feature Invocation Method: <input type="text" value="Default"/>

Figura 3.42 Ventana con la pestaña REGIONAL.

## LINE

En ésta pestaña se configuran los parámetros de la línea telefónica, el Proxy de registro del equipo, el uso o no de DNS, información del suscriptor y CODEC a usarse.

Streaming Audio Server (SAS):

TABLA 3.22 CONFIGURACIÓN DEL LINE

SAS DLG Refresh Intvt	20
-----------------------	----

Proxy and Registration:

- USE DNS SRV: NO
- USE OB PROXY IN DIALOG: NO

TABLA 3.23 CONFIGURACIÓN DEL PROXY AND REGISTRATION

Proxy:	192.168.5.101
--------	---------------

Expiration registry: 300 segundos.

Suscriber Information:

TABLA 3.24 CONFIGURACIÓN DEL SUSCRIBER INFORMATION

<b>Display Name:</b>	número
<b>User ID:</b>	número
<b>Password:</b>	STVC<SGT>
<b>Use Auth ID:</b>	NO
<b>Auth ID:</b>	

## Audio Configuration:

TABLA 3.25 CONFIGURACIÓN DEL AUDIO CONFIGURATION

<b>Preferred Codec</b>	G711a
<b>Use Pref. Codec Only</b>	Yes
<b>DTMF Tx Method</b>	Inband
<b>FAX Passthru Codec</b>	G711a

Se debe tener en cuenta que el CODEC empleado es el mismo que usa el servidor de comunicaciones y hace uso de la ley a.

## Dial Plan:

TABLA 3.26 CONFIGURACIÓN DEL DIAL PLAN

Dial Plan	(xxx 0[2-9]xxxxxxx 60[0-4]xxx [2-3]xxxxx *xx.T 1[0-5]x 911 00xxxxxxx.T *100T 1[7-9]00x.T)
-----------	---

## FXS Port Polarity Configuration:

TABLA 3.27 CONFIGURACION DEL FXS PORT POLARITY CONFIGURATION

Callee Conn Polarity	Reverse
----------------------	---------

Voice		Phone Adapter with 2 Ports for Voice-Over-IP							
		Info	System	SIP	Provisioning	Regional	Line 1	Line 2	User 1
		Advanced View <a href="#">(switch to basic view)</a>							
<b>Streaming Audio Server (SAS)</b>	Line Enable:	<input type="text" value="yes"/>							
	SAS Enable:	<input type="text" value="no"/>		SAS DLG Refresh Intvl:	<input type="text" value="20"/>				
	SAS Inbound RTP Sink:	<input type="text"/>							
<b>NAT Settings</b>	NAT Mapping Enable:	<input type="text" value="no"/>		NAT Keep Alive Enable:	<input type="text" value="no"/>				
	NAT Keep Alive Msg:	<input type="text" value="\$NOTIFY"/>		NAT Keep Alive Dest:	<input type="text" value="\$PROXY"/>				
<b>Network Settings</b>	SIP TOS/DiffServ Value:	<input type="text" value="Dx68"/>		Network Jitter Level:	<input type="text" value="high"/>				
	RTP TOS/DiffServ Value:	<input type="text" value="Dxb8"/>		Jitter Buffer Adjustment:	<input type="text" value="up and down"/>				
<b>SIP Settings</b>	SIP Port:	<input type="text" value="5060"/>		SIP 100REL Enable:	<input type="text" value="no"/>				
	EXT SIP Port:	<input type="text"/>		Auth Resync-Reboot:	<input type="text" value="yes"/>				
	SIP Proxy-Require:	<input type="text"/>		SIP Remote-Party-ID:	<input type="text" value="no"/>				
	SIP GUID:	<input type="text" value="no"/>		SIP Debug Option:	<input type="text" value="none"/>				
	RTP Log Intvl:	<input type="text" value="0"/>		Restrict Source IP:	<input type="text" value="no"/>				
	Referor Bye Delay:	<input type="text" value="4"/>		Refer Target Bye Delay:	<input type="text" value="0"/>				
	Referee Bye Delay:	<input type="text" value="0"/>		Refer-To Target Contact:	<input type="text" value="no"/>				
	Sticky 183:	<input type="text" value="no"/>							
<b>Call Feature Settings</b>	Blind Attn-Xfer Enable:	<input type="text" value="no"/>		MOH Server:	<input type="text"/>				
	Xfer When Hangup Conf:	<input type="text" value="yes"/>		Conference Bridge URL:	<input type="text"/>				
	Conference Bridge Ports:	<input type="text" value="3"/>							
<b>Proxy and Registration</b>	Proxy:	<input type="text" value="192.168.5.101"/>		Use Outbound Proxy:	<input type="text" value="no"/>				
	Outbound Proxy:	<input type="text"/>		Use OB Proxy In Dialog:	<input type="text" value="yes"/>				
	Register:	<input type="text" value="yes"/>		Make Call Without Reg:	<input type="text" value="no"/>				
	Register Expires:	<input type="text" value="300"/>		Ans Call Without Reg:	<input type="text" value="no"/>				
	Use DNS SRV:	<input type="text" value="no"/>		DNS SRV Auto Prefix:	<input type="text" value="no"/>				
	Proxy Fallback Intvl:	<input type="text" value="3600"/>		Proxy Redundancy Method:	<input type="text" value="Normal"/>				
	Voice Mail Server:	<input type="text"/>							
<b>Subscriber Information</b>	Display Name:	<input type="text" value="200"/>		User ID:	<input type="text" value="200"/>				
	Password:	<input type="text" value="SVT200"/>		Use Auth ID:	<input type="text" value="no"/>				
	Auth ID:	<input type="text"/>							
	Mini Certificate:	<input type="text"/>							
	SRTP Private Key:	<input type="text"/>							

Supplementary Service Subscription	
Call Waiting Serv:	yes
Block ANC Serv:	yes
Cfwd All Serv:	yes
Cfwd No Ans Serv:	yes
Cfwd Last Serv:	yes
Accept Last Serv:	yes
CID Serv:	yes
Call Return Serv:	yes
Three Way Call Serv:	yes
Attn Transfer Serv:	yes
MWI Serv:	yes
Speed Dial Serv:	yes
Referral Serv:	yes
Service Announcement Serv:	no
Block CID Serv:	yes
Dist Ring Serv:	yes
Cfwd Busy Serv:	yes
Cfwd Sel Serv:	yes
Block Last Serv:	yes
DND Serv:	yes
CW/CID Serv:	yes
Call Back Serv:	yes
Three Way Conf Serv:	yes
Unattn Transfer Serv:	yes
VMWI Serv:	yes
Secure Call Serv:	yes
Feature Dial Serv:	yes

Audio Configuration	
Preferred Codec:	G711a
Use Pref Codec Only:	yes
G729a Enable:	yes
G723 Enable:	yes
G726-16 Enable:	yes
G726-24 Enable:	yes
G726-32 Enable:	yes
G726-40 Enable:	yes
FAX Codec Symmetric:	yes
DTMF Tx Method:	InBand
Hook Flash Tx Method:	None
Release Unused Codec:	yes
Silence Supp Enable:	no
Silence Threshold:	medium
Echo Canc Enable:	yes
Echo Canc Adapt Enable:	yes
Echo Supp Enable:	yes
FAX CED Detect Enable:	yes
FAX CNG Detect Enable:	yes
FAX Passthru Codec:	G711a
FAX Passthru Method:	NSE
FAX Process NSE:	yes
FAX Disable ECAN:	no

Dial Plan	
Dial Plan:	{xxx}0{2-9}xxxxxxx{2-3}xxxxxx{60}0-4}xxxx{xx.T}1{0-5}x{911}
Enable IP Dialing:	no
Emergency Number:	

FXS Port Polarity Configuration	
Idle Polarity:	Forward
Caller Conn Polarity:	Reverse
Callee Conn Polarity:	Reverse

Figura 3.43 Ventana con la pestaña LINE.

En caso de que se requiera realizar algún cambio o revisión de la configuración básica del equipo se puede emplear los comandos listados en la siguiente tabla vía IVR haciendo uso de un teléfono convencional:

TABLA 3.28 CONFIGURACIÓN VÍA IVR

Ingresar a IVR	Marcar ****
Revisar DHCP	Marcar 100 + #
Habilitar/Deshabilitar DHCP	Marcar 101+ # + 1 (habilitar) ó 0 (deshabilitar) + # + 1 (grabar)
Revisar dirección IP	Marcar 110 + #
Configurar dirección IP estática	Marcar 111 + # + dirección IP (usando teclado del teléfono, para los puntos usa el *) + # +1 (grabar)
Revisar mascara de red	Marcar 120 + #
Configurar mascara de red	Marcar 121 + # + máscara de red (usando teclado del teléfono, para los puntos usa el *) + # +1 (grabar)
Revisar dirección IP estática de Gateway	Marcar 130 + #
Configurar dirección IP estática de Gateway	Marcar 131 + # + dirección IP (usando teclado del teléfono, para los puntos usa el *) + # +1 (grabar)
Revisar dirección MAC	Marcar 140 + #
Resetear equipo a modo de fabrica	73738 + # + 1

### ***ESTRUCTURA DE LA RED CONVERGENTE***

De acuerdo a lo analizado en la primera parte de este capítulo, se pudo calcular el número de canales requeridos para la comunicación interna entre las matrices de acuerdo al número de extensiones existentes en

cada zona. Así, se considera que el dimensionamiento de las troncales para interconexión con las operadoras de PSTN puede ser similar, por lo que sería necesario tener un E1 en cada localidad.

Considerando que en la actualidad la empresa Servientrega ya posee dicha cantidad de enlaces de interconexión, se estima que estos enlaces serían suficientes para la demanda actual por lo que no se debe ampliar su capacidad ni contratar enlaces nuevos.

En lo referente a la cantidad de los equipos terminales a emplearse se debe tener en cuenta que se puede utilizar teléfonos IP, adaptadores ATA o software Pimphony. En la matriz de Quito y en la Bodega ya se dispone de teléfonos IP por lo que los equipos disponibles en stock, un total de 25 ya adquiridos por Servientrega serán distribuidos como se muestra a continuación:

TABLA 3.29 DISTRIBUCIÓN DE TELÉFONOS IP EN STOCK

<b>Localidad</b>	<b>Teléfonos IP (Líneas Digitales)</b>
Matriz Guayaquil	10
Matriz Cuenca	5
Matriz Ambato	5
Backup	5
<b>Total</b>	<b>25</b>

De ésta manera se requerirá la siguiente cantidad de líneas analógicas y digitales (ver tabla 3.30) en las respectivas matrices, que poseerán un equipo OmniPCX, por lo que podrán hacer uso de los teléfonos analógicos conectándose directamente a dicho equipo.

TABLA 3.30 DISTRIBUCIÓN DE LÍNEAS ANALÓGICAS Y DIGITALES EN MATRICES

Localidad	Líneas Analógicas	Líneas Digitales	Total Líneas
Quito	48	8	56
Guayaquil	25	10	35
Cuenca	7	5	12
Ambato	5	5	10
Bodega	0	51	51

En la figura siguiente se observa las capacidades de los equipos OmniPCX de acuerdo a los requerimientos de telefonía de las matrices.

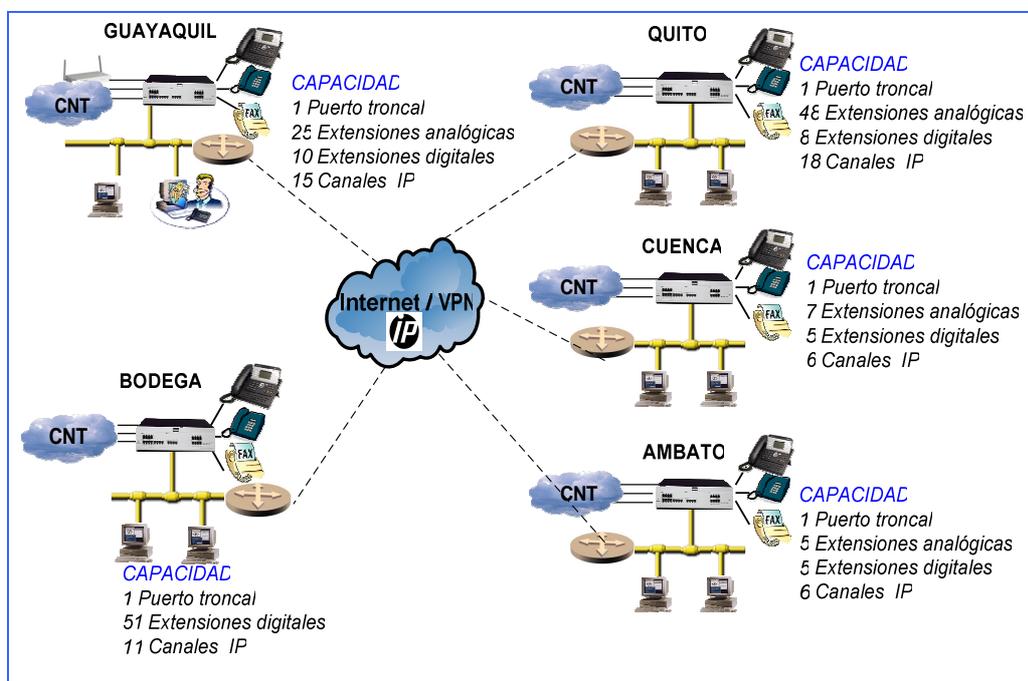


Figura 3.44 Capacidades de los Equipos OMNIPCX en las matrices.

En cuanto a las sucursales, éstas tendrán que emplear adaptadores ATA o software Pimphony de acuerdo al tipo de enlace con el que se comuniquen a la respectiva matriz en la que se concentre la sucursal deseada. En el caso de las sucursales que tengan un enlace de datos propiamente dicho se colocará un adaptador ATA; mientras que las sucursales que se conectan haciendo uso de una VPN sobre Internet tendrán instalado el software Pimphony.

En la siguiente tabla se muestra un resumen de la cantidad de adaptadores y licencias Pimphony requeridas para toda la red:

TABLA 3.31 USO DE EQUIPOS TERMINALES EN SUCURSALES

Localidad	Sucursales ATA	Sucursales Pimphony	Sucursales Totales
Quito	16	27	43
Guayaquil	20	19	39
Cuenca	4	3	7
Ambato	1	6	7
Bodega	0	0	0

A continuación en la figura 3.45 se detalla el diagrama lógico, que se aplicará entre la matriz y sus puntos de servicio, en cada una de las zonas establecidas, para la distribución del tráfico de voz y datos, debido a que se debe priorizar la calidad de servicio evitando colisiones en la matriz entre las comunicaciones de telefonía y datos provenientes de cada sucursal.

En ésta figura también se aprecia que no se hará división de servicios por VLAN en cada sucursal, pues en la mayoría de ellas existe tan sólo una PC y una línea telefónica por lo que el nivel de colisión sería mínimo como para hacer uso de un switch con mayores capacidades y costos.

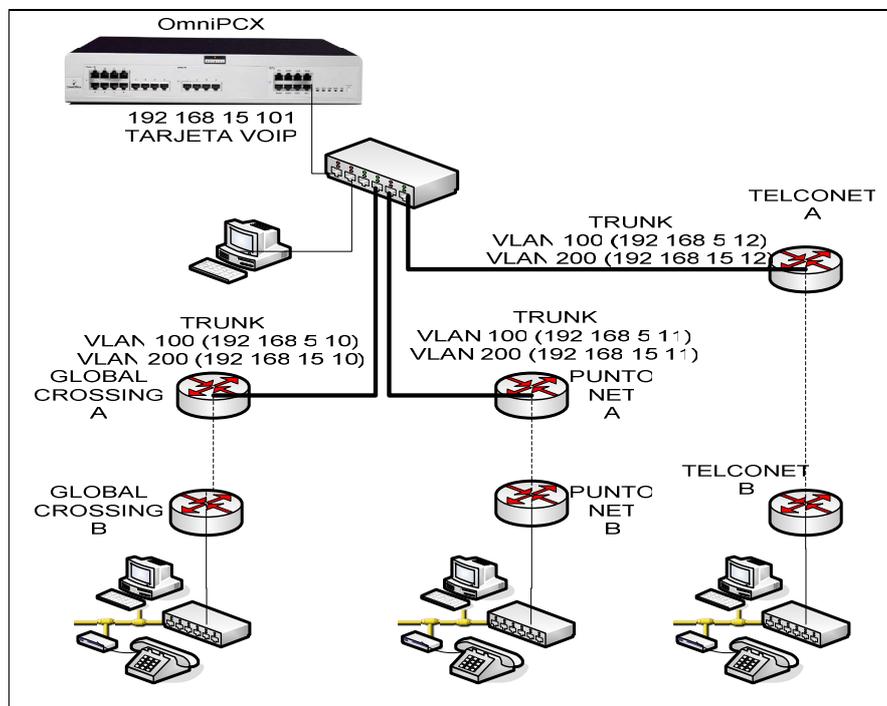


Figura 3.45 Estructura de la convergencia

De acuerdo a lo analizado, se tendría un esquema de red como el que se muestra a continuación con la respectiva distribución de equipos terminales:



Para culminar es importante señalar que si bien es necesario que exista calidad de servicio en los enlaces de datos, preferentemente G+E para los servicios de transmisión de datos y RT para telefonía, dicha calidad debe ser garantizada por los proveedores de los enlaces y verificadas por el personal de sistemas de Servientrega; sin embargo queda fuera del alcance de este proyecto el análisis de los métodos o tecnologías empleadas para el aprovisionamiento de enlaces de datos con la calidad de servicio solicitada.

## **CAPITULO 4**

### **4. ANALISIS ECONÓMICO**

Este capítulo está orientado a la descripción detallada de los costos de la inversión que se requiere para implementar la propuesta planteada; así como también un análisis y comparación de los gastos de operación actuales de la empresa con los que se podría llegar a tener, si se lleva a cabo la solución que se ofrece.

Finalmente se realizará un análisis costo – beneficio con el que se podrá concluir si la solución es económicamente factible o si es más conveniente permanecer con el servicio de telefonía tal y como se encuentra al momento.

#### **4.1. DETALLE DE COSTOS**

Con la finalidad de contar con los elementos suficientes para poder realizar posteriormente un análisis comparativo entre los costos existentes antes y después del proyecto se hace necesario recopilar la siguiente información relativa al funcionamiento actual de la red:

- ✓ Costos operacionales de la red de datos.
- ✓ Costos operacionales de la red telefónica.

#### 4.1.1. COSTOS OPERACIONALES DE LA RED DE DATOS ACTUAL

La red de datos actual de Servientrega cuenta con 101 enlaces los cuales tienen un costo diferente de acuerdo al proveedor de servicios, ancho de banda y si el servicio del enlace es de datos o internet. Los costos de estos enlaces se detallan en la tabla que se muestra a continuación:

TABLA 4.1 COSTOS DE ENLACES DE DATOS ACTUALES

Proveedor	BW (Kbps)	Costo mensual por cada enlace	Número total de enlaces	Costo Total por Proveedor
GLOBAL CROSSING	512	\$ 180	6	\$ 1.080
TELCONET	256	\$ 100	26	\$ 2.600
PUNTONET	256	\$ 100	14	\$ 1.400
PORTA	256	\$ 100	55	\$ 5.500
<b>TOTAL</b>		<b>\$ 380</b>	<b>101</b>	<b>\$ 10.580</b>

Como se puede apreciar en la tabla anterior los costos operacionales de la red de datos han sido calculados de acuerdo a los anchos de banda de

256 Kbps y 512 Kbps contratados para los diferentes enlaces operativos en la empresa.

En estos costos no se considerará el mantenimiento de los equipos de propiedad de Servientrega pues los mismos son efectuados por personal de sistemas de la empresa.

De ésta manera se tiene que se requieren \$10.580 mensuales para mantener operativa la red de datos, lo que implica que anualmente se tendrán los siguientes costos:

TABLA 4.2 COSTOS ANUALES DE ENLACES DE DATOS ACTUALES

Costos	Mes 1	Mes 2	Mes 3	Mes 4	Mes 5	Mes 6	Mes 7	Mes 8	Mes 9	Mes 10	Mes 11	Mes 12	Subtotal anual
Global Crossing	\$ 1.080	\$ 1.080	\$ 1.080	\$ 1.080	\$ 1.080	\$ 1.080	\$ 1.080	\$ 1.080	\$ 1.080	\$ 1.080	\$ 1.080	\$ 1.080	\$ 12.960
Telconet	\$ 2.600	\$ 2.600	\$ 2.600	\$ 2.600	\$ 2.600	\$ 2.600	\$ 2.600	\$ 2.600	\$ 2.600	\$ 2.600	\$ 2.600	\$ 2.600	\$ 31.200
Puntonet	\$ 1.400	\$ 1.400	\$ 1.400	\$ 1.400	\$ 1.400	\$ 1.400	\$ 1.400	\$ 1.400	\$ 1.400	\$ 1.400	\$ 1.400	\$ 1.400	\$ 16.800
Porta	\$ 5.500	\$ 5.500	\$ 5.500	\$ 5.500	\$ 5.500	\$ 5.500	\$ 5.500	\$ 5.500	\$ 5.500	\$ 5.500	\$ 5.500	\$ 5.500	\$ 66.000
<b>TOTAL</b>	<b>\$ 10.580</b>	<b>\$ 126.960</b>											

Es preciso mencionar que dentro de esta recopilación de los costos de operación de la red de datos actual no se consideran valores de energía eléctrica ni climatización pues dichos valores no se verán afectados significativamente por la implementación del proyecto que se plantea.

#### 4.1.2. COSTOS OPERACIONALES DE LA RED TELEFÓNICA ACTUAL

En cuanto a los costos operacionales de la red telefónica actual, se tiene un resumen de la tarificación mensual en la siguiente tabla:

TABLA 4.3 COSTOS MENSUALES DE TARIFAS DE CONSUMO TELEFÓNICO

Mes	Costo Mensual de Tarificación
Enero	\$ 16.540,00
Febrero	\$ 17.000,00
Marzo	\$ 15.890,00
Abril	\$ 14.500,00
Mayo	\$ 17.580,00
Junio	\$ 18.500,00
Julio	\$ 14.000,00
Agosto	\$ 17.000,00
Septiembre	\$ 16.500,00
Octubre	\$ 17.500,00
Noviembre	\$ 18.500,00
Diciembre	\$ 20.000,00
<b>PROMEDIO</b>	<b>\$ 16.959,00</b>

La tabla 4.4 muestra los costos de enlaces de datos y de servicio telefónico que la empresa emplea mensualmente durante un año. Debido

a que el consumo telefónico no es igual todos los meses; para nuestro análisis se utilizara el valor promedio calculado en la Tabla 4.3.

TABLA 4.4 COSTOS OPERATIVOS MENSUALES

ACTUALES	MES 1	MES 2	MES 3	MES 4	MES 5	MES 6	MES 7	MES 8	MES 9	MES 10	MES 11	MES 12	TOTAL
COSTOS DE DATOS	\$ 10.580	\$ 10.580	\$ 10.580	\$ 10.580	\$ 10.580	\$ 10.580	\$ 10.580	\$ 10.580	\$ 10.580	\$ 10.580	\$ 10.580	\$ 10.580	\$ 126.960
COSTOS TELEFONICOS	\$ 16.959	\$ 16.959	\$ 16.959	\$ 16.959	\$ 16.959	\$ 16.959	\$ 16.959	\$ 16.959	\$ 16.959	\$ 16.959	\$ 16.959	\$ 16.959	\$ 203.508
TOTAL	\$ 27.539	\$ 27.539	\$ 27.539	\$ 27.539	\$ 27.539	\$ 27.539	\$ 27.539	\$ 27.539	\$ 27.539	\$ 27.539	\$ 27.539	\$ 27.539	\$ 330.468

A continuación se muestra la Tabla 4.5 que contiene la proyección a 5 años tanto de los costos de los enlaces de Datos, como de los costos del servicio Telefónico para la red que se encuentra operativa al momento. Estos cálculos se efectuaron considerando una disminución del 5% en los costos de los enlaces de datos y 10% de los costos del servicio de telefonía; debido al incremento de las empresas proveedoras de estos servicios:

TABLA 4.5 COSTOS OPERATIVOS DEL LUSTRO 2009 – 2013.

	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5	TOTAL
<b>COSTOS DE DATOS</b>	\$ 126.960,00	\$ 120.612,00	\$ 114.581,40	\$ 108.852,33	\$ 103.409,71	\$ 574.415,44
<b>COSTOS TELEFONICOS</b>	\$ 203.508,00	\$ 183.157,20	\$ 164.841,48	\$ 148.357,33	\$ 133.521,60	\$ 833.385,61
<b>TOTAL</b>	\$ 330.468,00	\$ 303.769,20	\$ 279.422,88	\$ 257.209,66	\$ 236.931,31	<b>\$ 1.407.801,05</b>

Con estos valores se podrá efectuar más adelante una comparación respecto a la solución propuesta.

#### **4.1.3. COSTOS ESTIMADOS DE LA SOLUCIÓN**

La implementación de la solución implica la compra e instalación de los servidores de comunicaciones, de los equipos terminales y la adquisición de licencias para el uso del software Pimphony en el caso de los equipos OmniPCX.

De ésta manera se efectuará un análisis de los costos del equipamiento requerido en cada una de las zonas de interés y los costos de operación de la nueva red telefónica, con la finalidad de comparar los 2 esquemas y determinar cuál de ellos sería más beneficioso en términos financieros.

#### **4.1.3.1. COSTOS DE EQUIPAMIENTO**

Debido a que el equipamiento no será el mismo para todas las zonas a nivel nacional se realizará un análisis para cada una de ellas.

##### **ZONA GUAYAQUIL**

En ésta zona existe la mayor cantidad de sucursales conectadas a la matriz haciendo uso de enlaces de datos por lo que se van a requerir 20 adaptadores ATA y 19 licencias de Pimphony.

Al equipo OmniPCX a ubicarse en la matriz Guayaquil posee las características que suplen los requerimientos de líneas analógicas, digitales y troncales de dicha matriz. En esta matriz se ubicará el Software de Administración y Control de Llamadas centralizado (OmniVista)

TABLA 4.4 EQUIPAMIENTO EN LA ZONA GUAYAQUIL

EQUIPO	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	V. UNITARIO	V. TOTAL
ATA	Linksys PAP2	20	\$ 69,00	\$ 1.380,00
OMNIPCX	04 Líneas troncales con identificador de llamadas (CNT) 16 Puertos digitales 32 Puertos analógicos 15 Canales IP Servicios de guías vocales Incluye Software para Selección de Ruta Automática integrado Sistema Operativo LINUX de Alta confiabilidad, performance y seguridad Software de Administración y Control de Llamadas centralizado (OmniVista)	1	\$ 16.000,00	\$ 16.000,00
SOFTPHONE	Software PIMphony	19	\$ 436,67	\$ 8.296,67
	<b>TOTAL</b>			\$ 25.676,67

## ZONA QUITO

En la zona Quito, a diferencia de la zona Guayaquil se instalará una menor cantidad de adaptadores ATA, debido a que es mayor el número de sucursales conectadas a la matriz haciendo uso de enlaces de Internet.

TABLA 4.5 EQUIPAMIENTO EN LA ZONA QUITO

EQUIPO	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	V. UNITARIO	V. TOTAL
ATA	Linksys PAP2	16	\$ 69,00	\$ 1.104,00
OMNIPCX	04 Líneas troncales con identificador de llamadas (CNT) 16 Puertos digitales 32 Puertos analógicos 16 Puertos analógicos 18 Canales IP Servicios de guías vocales Incluye Software para Selección de Ruta Automática integrado Sistema Operativo LINUX de Alta confiabilidad, performance y seguridad	1	\$ 15.000,00	\$ 15.000,00
SOFTPHONE	Software PIMphony	27	\$ 436,67	\$ 11.790,00
	<b>TOTAL</b>			\$ 27.894,00

## ZONA CUENCA

Debido a que la zona Cuenca es de menor tamaño que Guayaquil y Quito, y el número de sucursales concentradas es también muy bajo, se requiere pocos adaptadores ATA y licencias para usar el software Pimphony lo que disminuye considerablemente los costos respecto a dichas zonas.

TABLA 4.6 EQUIPAMIENTO EN LA ZONA CUENCA

EQUIPO	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	V. UNITARIO	V. TOTAL
ATA	Linksys PAP2	4	\$ 69,00	\$ 276,00
OMNIPCX	04 Líneas troncales con identificador de llamadas (CNT) 16 Puertos digitales 16 Puertos analógicos 06 Canales IP Servicios de guías vocales Incluye Software para Selección de Ruta Automática integrado Sistema Operativo LINUX de Alta confiabilidad, performance y seguridad	1	\$ 15.000,00	\$ 15.000,00
SOFTPHONE	Software PIMphony	3	\$ 436,67	\$ 1.310,00
	<b>TOTAL</b>			\$ 16.586,00

## ZONA AMBATO

La zona de Ambato es similar a la Zona de Cuenca, debido a que es una zona pequeña, lo que hace que los costos sean similares.

TABLA 4.7 EQUIPAMIENTO EN LA ZONA AMBATO

EQUIPO	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	V. UNITARIO	V. TOTAL
ATA	Linksys PAP2	1	\$ 69,00	\$ 69,00
OMNIPCX	04 Lineas troncales con identificador de llamadas (CNT) 16 Puertos digitales 16 Puertos analógicos 06 Canales IP Servicios de guías vocales Incluye Software para Selección de Ruta Automática integrado Sistema Operativo LINUX de Alta confiabilidad, Performance y seguridad	1	\$ 15.000,00	\$ 15.000,00
SOFTPHONE	Software PIMphony	6	\$ 436,67	\$ 2.620,00
	<b>TOTAL</b>			\$ 17.689,00

### ZONA BODEGA

En el punto de servicio Bodega se utilizará el modelo ENTERPRISE, que es de mayor capacidad que los OmniPCX que se instalarán en las demás matrices, debido a que la totalidad de extensiones se encuentran dentro del punto de servicio y al incremento del número de extensiones previsto para un futuro.

En esta localidad no se harán uso de adaptadores, ni de licencias PIMphony ya que no existen sucursales concentradas en este equipo de esta zona.

TABLA 4.8 EQUIPAMIENTO EN BODEGA

EQUIPO	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	V. UNITARIO	V. TOTAL
ENTERPRISE	04 Líneas troncales con identificador de llamadas (CNT) 32 Puertos digitales 32 Puertos digitales 11 Canales IP Servicios de guías vocales Incluye Software para Selección de Ruta Automática integrado Sistema Operativo LINUX de Alta confiabilidad, Performance y seguridad	1	\$ 20.000,00	\$ 20.000,00
	<b>TOTAL</b>			\$ 20.000,00

El total del costo de los nuevos equipos que se van a adquirir se mostrarán en la siguiente tabla:

TABLA 4.9 EQUIPAMIENTO TOTAL

ZONA	COSTO
GUAYAQUIL	\$ 24.676,67
QUITO	\$ 27.894,00
CUENCA	\$ 16.586,00
AMBATO	\$ 17.689,00
BODEGA	\$ 20.000,00
<b>TOTAL</b>	<b>\$ 106.845,67</b>

El valor total de los equipos que se van a adquirir podría ser financiado con un crédito corporativo concedido por una entidad bancaria a un plazo de 2 años. A continuación se presenta una tabla de amortización considerando la tasa de interés promedio para este tipo de préstamos.

TABLA 4.10 DESCRIPCIÓN DEL PRÉSTAMO.

<b>Descripción</b>	<b>Valor</b>
Importe del préstamo	<b>106.845,67</b>
Interés anual	9,000%
Período del préstamo en años	2
Fecha inicial del préstamo	01/08/2009
Pago mensual	<b>\$ 4.881,22</b>
Número de pagos	<b>24</b>
Interés total	<b>\$ 10.303,54</b>
Costo total del préstamo	<b>\$ 117.149,21</b>

TABLA 4.11 TABLA DE AMORTIZACIÓN

Nº	Fecha de pago	Saldo inicial	Pago	Capital	Interés	Saldo final
1	01/09/2009	\$ 106.845,67	\$ 4.881,22	\$ 4.079,87	\$ 801,34	\$ 102.765,80
2	01/10/2009	\$ 102.765,80	\$ 4.881,22	\$ 4.110,47	\$ 770,74	\$ 98.655,32
3	01/11/2009	\$ 98.655,32	\$ 4.881,22	\$ 4.141,30	\$ 739,91	\$ 94.514,02
4	01/12/2009	\$ 94.514,02	\$ 4.881,22	\$ 4.172,36	\$ 708,86	\$ 90.341,66
5	01/01/2010	\$ 90.341,66	\$ 4.881,22	\$ 4.203,65	\$ 677,56	\$ 86.138,00
6	01/02/2010	\$ 86.138,00	\$ 4.881,22	\$ 4.235,18	\$ 646,04	\$ 81.902,82
7	01/03/2010	\$ 81.902,82	\$ 4.881,22	\$ 4.266,95	\$ 614,27	\$ 77.635,88
8	01/04/2010	\$ 77.635,88	\$ 4.881,22	\$ 4.298,95	\$ 582,27	\$ 73.336,93
9	01/05/2010	\$ 73.336,93	\$ 4.881,22	\$ 4.331,19	\$ 550,03	\$ 69.005,74
10	01/06/2010	\$ 69.005,74	\$ 4.881,22	\$ 4.363,67	\$ 517,54	\$ 64.642,06
11	01/07/2010	\$ 64.642,06	\$ 4.881,22	\$ 4.396,40	\$ 484,82	\$ 60.245,66
12	01/08/2010	\$ 60.245,66	\$ 4.881,22	\$ 4.429,37	\$ 451,84	\$ 55.816,29
13	01/09/2010	\$ 55.816,29	\$ 4.881,22	\$ 4.462,59	\$ 418,62	\$ 51.353,69
14	01/10/2010	\$ 51.353,69	\$ 4.881,22	\$ 4.496,06	\$ 385,15	\$ 46.857,63
15	01/11/2010	\$ 46.857,63	\$ 4.881,22	\$ 4.529,78	\$ 351,43	\$ 42.327,85
16	01/12/2010	\$ 42.327,85	\$ 4.881,22	\$ 4.563,76	\$ 317,46	\$ 37.764,09
17	01/01/2011	\$ 37.764,09	\$ 4.881,22	\$ 4.597,99	\$ 283,23	\$ 33.166,10
18	01/02/2011	\$ 33.166,10	\$ 4.881,22	\$ 4.632,47	\$ 248,75	\$ 28.533,63
19	01/03/2011	\$ 28.533,63	\$ 4.881,22	\$ 4.667,21	\$ 214,00	\$ 23.866,42
20	01/04/2011	\$ 23.866,42	\$ 4.881,22	\$ 4.702,22	\$ 179,00	\$ 19.164,20
21	01/05/2011	\$ 19.164,20	\$ 4.881,22	\$ 4.737,49	\$ 143,73	\$ 14.426,71
22	01/06/2011	\$ 14.426,71	\$ 4.881,22	\$ 4.773,02	\$ 108,20	\$ 9.653,69
23	01/07/2011	\$ 9.653,69	\$ 4.881,22	\$ 4.808,81	\$ 72,40	\$ 4.844,88
24	01/08/2011	\$ 4.844,88	\$ 4.881,22	\$ 4.844,88	\$ 36,34	\$ 0,00

#### 4.1.3.2. COSTOS DE OPERACIONES

Debido al incremento del ancho de banda de los enlaces de datos del proveedor Global Crossing para transportar el tráfico de voz, los costos totales de operación aumentan como se aprecian a continuación.

TABLA 4.12 COSTOS DE ENLACE DE DATOS

Proveedor	BW (Kbps)	Costo mensual por cada enlace	Número total de enlaces	Costo Total por Proveedor
GLOBAL CROSSING	512	\$ 180	1	\$ 180
GLOBAL CROSSING	1024	\$ 220	2	\$ 440
GLOBAL CROSSING	1536	\$ 260	1	\$ 260
GLOBAL CROSSING	2048	\$ 300	2	\$ 600
TELCONET	256	\$ 100	26	\$ 2.600
PUNTONET	256	\$ 100	14	\$ 1.400
PORTA	256	\$ 100	55	\$ 5.500
<b>TOTAL</b>		<b>\$ 380</b>	<b>101</b>	<b>\$ 10.980</b>

La tabla 4.13 muestra los costos de enlaces de datos y de servicio telefónico que la empresa empleará mensualmente durante un año, tomando en cuenta el aumento del ancho de banda, y la disminución del consumo telefónico hacia la red PSTN en aproximadamente un 70%. Esto quiere decir que el 80% de las llamadas serán internas por lo que la

comunicación será transmitida por los enlaces de datos y no tendrán costos; mientras que el 30% restante continuarán haciendo uso de la telefonía convencional para llamadas fuera de la empresa.

Debido a que el consumo telefónico no es igual todos los meses; para nuestro análisis se utilizara el 30% del valor promedio calculado en la Tabla 4.3.

TABLA 4.13 COSTOS OPERATIVOS MENSUALES (SOLUCIÓN)

	MES 1	MES 2	MES 3	MES 4	MES 5	MES 6	MES 7	MES 8	MES 9	MES 10	MES 11	MES 12	TOTAL
<b>COSTOS DE DATOS</b>	\$ 10.360,0	\$ 10.360,0	\$ 10.360,0	\$ 10.360,0	\$ 10.360,0	\$ 10.360,0	\$ 10.360,0	\$ 10.360,0	\$ 10.360,0	\$ 10.360,0	\$ 10.360,0	\$ 10.360,0	\$ 131.760,0
<b>COSTOS TELEFONICOS</b>	\$ 11.871,3	\$ 11.871,3	\$ 11.871,3	\$ 11.871,3	\$ 11.871,3	\$ 11.871,3	\$ 11.871,3	\$ 11.871,3	\$ 11.871,3	\$ 11.871,3	\$ 11.871,3	\$ 11.871,3	\$ 142.455,6
<b>TOTAL</b>	\$ 22.851,3	\$ 22.851,3	\$ 22.851,3	\$ 22.851,3	\$ 22.851,3	\$ 22.851,3	\$ 22.851,3	\$ 22.851,3	\$ 22.851,3	\$ 22.851,3	\$ 22.851,3	\$ 22.851,3	\$ 274.215,6

A continuación se muestra la Tabla 4.14 que contiene la proyección a 5 años tanto de los costos del total de los enlaces de Datos, como de los costos del servicio Telefónico para la red que se desea implementar. Estos cálculos se efectuaron considerando una disminución del 5% en los costos de los enlaces de datos y 10% de los costos del servicio de telefonía; debido al incremento de las empresas proveedoras de estos servicios. Además de los costos de los equipos que se adquirirán para la solución.

TABLA 4.14 COSTOS OPERATIVOS DEL LUSTRO 2009 - 2013 (SOLUCIÓN)

	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5	TOTAL
COSTOS EQUIPOS	\$ 58.574,64	\$ 58.574,64	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 117.149,28
COSTOS DE DATOS	\$ 131.760,00	\$ 125.172,00	\$ 118.913,40	\$ 112.967,73	\$ 107.319,34	\$ 596.132,47
COSTOS TELEFONICOS	\$ 142.455,60	\$ 91.578,60	\$ 49.452,44	\$ 44.507,20	\$ 40.056,48	\$ 368.050,32
<b>TOTAL</b>	<b>\$ 332.790,24</b>	<b>\$ 275.325,24</b>	<b>\$ 168.365,84</b>	<b>\$ 157.474,93</b>	<b>\$ 147.375,82</b>	<b>\$ 1.081.332,08</b>

## 4.2. ANALISIS DE COSTOS – BENEFICIOS

El análisis costos beneficios se realizará con los valores de los costos actuales de operación de la red de datos y telefonía y los costos de operación que tendría la red con la solución propuesta.

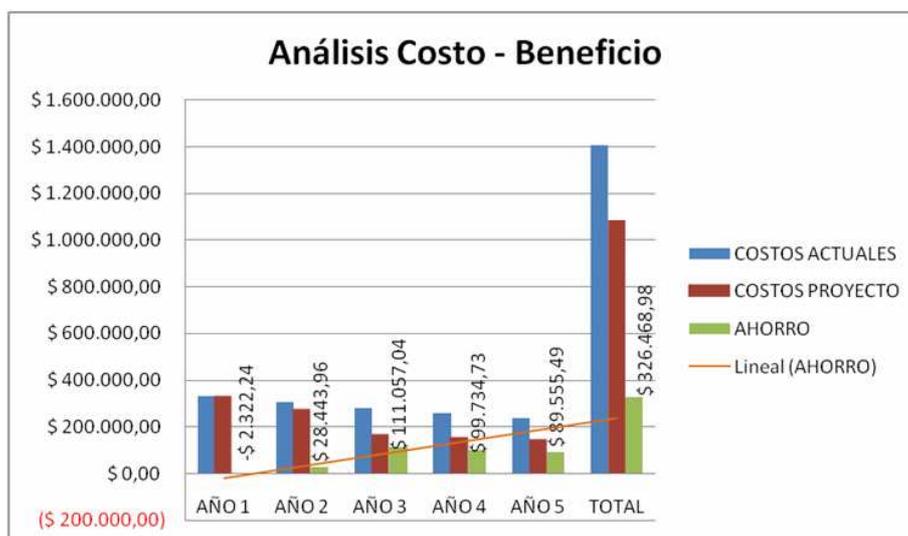


Figura 4.1 Análisis Costo – Beneficio

En la figura 4.1 se verifica que los costos actuales empleados por la empresa para sus redes de datos y de telefonía aunque tengan una reducción al pasar de los años no permiten lograr un nivel de ahorro significativo. Por otra parte al emplear la solución que se plantea en ésta tesis de la convergencia de voz y datos se llegará a obtener un ahorro considerable a partir del segundo año.

También se puede observar que al culminar el segundo año, en el cual se cancela el crédito solicitado, el ahorro aumenta y prácticamente permanece constante hasta el quinto año lo que permitirá que al final de este período se haya dejado de pagar aproximadamente \$ 330.000,00 lo cual es beneficioso para la compañía.

Es importante señalar que la línea de tendencia que se observa en la gráfica nos permite tener una idea de cómo seguirá el nivel de ahorro en el futuro, esto es que continuará incrementándose con el paso de los años.

Para culminar se debe recalcar que debido a la naturaleza del proyecto, este requiere que se realice una inversión sin embargo no hay ingresos como resultado de la ejecución del mismo; por lo tanto en el análisis efectuado no se presenta herramientas normalmente utilizadas en este tipo de estudios como lo serían un flujo de caja o la tasa de retorno de

inversión, pues en este caso la inversión que se efectúe no tendrá como resultado un retorno del capital aportado sino más bien un ahorro en los desembolsos de la empresa en los años futuros por concepto de consumo del servicio de telefonía en general.

#### **4.3. EVALUACION FINAL DEL PROYECTO**

Una vez efectuado el análisis de la situación actual de la empresa, realizado el diseño de una solución al problema planteado, se procede a evaluar el antes y después de la estructura de la red de comunicaciones de la Servientrega; dicha evaluación se basará en los criterios técnico y económico.

Técnicamente tal y como se demostró en los capítulos dos y tres, la solución que se propone incorpora nuevos equipos a la red los cuales tienen la capacidad de convertir la red de datos en una red convergente capaz de transportar tráfico de voz manteniendo los niveles de calidad en dicho tráfico. Adicionalmente se hará uso de equipos terminales cuyas características técnicas permiten la reutilización de los teléfonos análogos operativos; manteniendo de esta manera los elementos de la

infraestructura actual, pero potenciando la red para brindar nuevos servicios sobre la misma.

Económicamente, se puede calificar el desempeño actual de la red como ineficiente, ya que debido a la estructura que mantiene los costos del consumo telefónico son considerablemente elevados.

Por otro lado, la solución que se presenta es a nivel financiero muy viable tanto en lo que se refiere al financiamiento de los equipos para mejorar la estructura de la red, así como también en cuanto al nivel de ahorro que se presentará con la implementación de la misma. Esto se debe a que, si bien este proyecto no genera ninguna ganancia, e inclusive requiere de ciertos niveles de inversión para la adquisición de equipos; en un mediano plazo, representa una disminución en los valores mensuales de consumo telefónico, especialmente en los costos de las llamadas entre sucursales.

## **CONCLUSIONES**

Al finalizar este proyecto se han obtenido algunas importantes conclusiones las cuales se presentan a continuación:

1. El uso de tecnología VoIp no implica necesariamente la transmisión de voz sobre Internet; sino que encierra un grado de aplicación mucho más amplio del cual se puede sacar provecho para reducir costos como se lo demuestra en el análisis efectuado en ésta tesis, haciendo uso de una red de datos.
2. En una red convergente es necesaria la aplicación de calidad de servicio para lograr tener una comunicación libre de todo tipo de interferencias y retardos. El aprovisionamiento de las clases de servicio que nos permitan tener transmisión de voz y datos con calidad de servicio es responsabilidad del proveedor de los enlaces desde el punto de demarcación hacia la red de dicho proveedor, y del administrador de red desde el punto de demarcación hacia el interior de la empresa configurando los equipos con la capacidad de manejar estos parámetros.

3. Servientrega es una empresa dedicada al negocio del transporte y entrega de mercadería en el territorio nacional, sin embargo las comunicaciones telefónicas son parte fundamental para la buena operación del negocio. Actualmente las tarifas de consumo telefónico de la empresa son sumamente elevadas y es evidente que se requiere una solución tecnológica que permita disminuir costos manteniendo el índice de llamadas existentes al momento y capaz de soportar crecimiento futuro.

4. Actualmente los puntos de servicio cuentan con un ancho de banda suficiente para comunicarse con las matrices, pero para poder desarrollar la convergencia es necesario el incremento de ancho de banda en los enlaces de datos para lograr transportar el tráfico de voz. Para calcular la dimensión del incremento de este ancho de banda, se requiere computar el número de canales de voz mínimo para cumplir con un nivel de bloqueo y tráfico establecidos durante la hora de mayor congestión.

5. El equipo OmniPCX elegido para el diseño de la red tiene un costo elevado frente a otros servidores de comunicaciones que podrían ser utilizados, no obstante, esta solución presenta ventajas considerables, como que el equipo es: escalable, modular,

redundante y además posee aplicaciones de videoconferencia, que aunque no han sido aun planteadas podrán ser de utilidad posteriormente.

6. La capacidad del equipo dependerá de las características de las tarjetas que se le añadan al OmniPCX, en el proyecto se consideraron las necesidades actuales de la empresa para dimensionar el número de puertos analógicos y digitales requeridos; si con el paso de los años se necesita mayor cantidad de puertos, bastará con incrementar una tarjeta con el número de puertos adecuados o reemplazar una de las existentes por otra de mayor capacidad de puertos.

7. La estructura final de la solución añade equipos (ATA) que

8. permiten utilizar teléfonos analógicos como equipos terminales en cada punto de servicio, y software PIMphony en las sucursales que se comunican con la matriz con enlaces de Internet.

9. La migración hacia una red convergente tardará aproximadamente 2 años; en el primer año se disminuirá el consumo telefónico hacia la PSTN en un 30%, mientras que en el segundo año este consumo será del 50%. A partir del tercer año dicho consumo se reducirá hasta un 30% cuando la totalidad de equipos ALCATEL se

encuentren operativos. Ésta disminución de consumo telefónico compensa la inversión del equipamiento en el segundo año, lo que genera una tendencia de ahorro considerable.

10. Se concluye que el proyecto de Tesis presentado tiene resultados positivos, ya que es clara la disminución de los gastos que mantendría la empresa si se implementa la arquitectura propuesta, siendo de agrado para Servientrega.

## **RECOMENDACIONES**

1. Para un mejor aprovechamiento de los equipos adquiridos, se sugiere hacer uso de las aplicaciones aun no implementadas como por ejemplo video llamadas, lo que implica una inversión únicamente en los equipos terminales.
2. Se recomienda que previo a realizar el diseño y seleccionar los equipos a utilizar se consulte con el cliente, ya que de esta manera se puede hacer uso de lo que él tenga disponible en stock. En el caso de Servientrega se pudo desarrollar una solución menos costosa haciendo uso de equipos Asterisk; sin embargo se hubiesen desaprovechado recursos (equipos OmniPCX) adquiridos previamente por la empresa
3. Al igual que en todo proyecto, es recomendable realizar un análisis de Costos vs. Beneficios a fin de determinar que tan factible es la ejecución de un proyecto. Se debe recordar que en un proyecto existen costos que no son necesariamente económicos, como por ejemplo el tiempo de un empleado que colabore con el proyecto. En este caso puede ser bastante costoso dedicar el trabajo de un

empleado a realizar una labor dejando de hacer otra, cuando el beneficio de la primera va a ser mínimo para la empresa.

## **ANEXO 1: CODEC' s**

La comunicación de voz es analógica, mientras que la red de datos es digital. El proceso de convertir ondas analógicas a información digital se hace con un codificador-decodificador (el CODEC). Hay muchas maneras de transformar una señal de voz analógica, todas ellas gobernadas por varios estándares. El proceso de la conversión es complejo. Es suficiente decir que la mayoría de las conversiones se basan en la modulación codificada mediante pulsos (PCM) o variaciones.

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

A continuación se muestra una tabla resumen con los CODEC más utilizados actualmente:

- El Bit Rate indica la cantidad de información que se manda por segundo.
- El Sampling Rate indica la frecuencia de muestreo de la señal vocal (cada cuanto se toma una muestra de la señal analógica).
- El Frame size indica cada cuantos milisegundos se envía un paquete con la información sonora.
- El MOS indica la calidad general del CODEC (valor de 1 a 5).

Para entender mejor la formación de un CODEC y los parámetros expresados en la tabla recomendamos leer el apartado funcionamiento de un CODEC donde se puede aprender como funciona detalladamente el CODEC G.711 y que significan en su caso los parámetros de la tabla.

Nombre	Estandarizado	Descripción	Bit rate (kb/s)	Sampling rate (kHz)	Frame size (ms)	Observaciones	MOS (Mean Opinion Score)
G.711 *	ITU-T	Pulse code modulation (PCM)	64	8	Muestread a	Tiene dos versiones u-law (US, Japan) y a-law (Europa) para muestrear la señal	4.1

G.721	ITU-T	Adaptive differential pulse code modulation (ADPCM)	32	8	Muestreada	Obsoleta. Se ha transformado en la G.726.	
G.722	ITU-T	7 kHz audio-coding within 64 kbit/s	64	16	Muestreada	Divide los 16 KHz en dos bandas cada una usando ADPCM	
G.722.1	ITU-T	Codificación a 24 y 32 kbit/s para sistemas sin manos con baja perdida de paquetes	24/32	16	20		
G.723	ITU-T	Extensión de la norma G.721 a 24 y 40 kbit/s para aplicaciones en circuitos digitales.	24/40	8	Muestreada	Obsoleta por G.726. Es totalmente diferente de G.723.1.	
G.723.1	ITU-T	Dual rate speech coder for multimedia communications transmitting at 5.3 and 6.3 kbit/s	5.6/6.3	8	30	Parte de H.324 video conferencing. Codifica la señal usando linear predictive analysis-by-synthesis coding. Para el codificador de high rate utiliza Multipulse Maximum Likelihood Quantization (MP-MLQ) y para el de low-rate usa Algebraic-Code-Excited Linear-Prediction (ACELP).	3.8-3.9
G.726	ITU-T	40, 32, 24, 16 kbit/s adaptive differential pulse code modulation (ADPCM)	16/24/32/40	8	Muestreada	ADPCM; reemplaza a G.721 y G.723.	3.85
G.727	ITU-T	5-, 4-, 3- and 2-bit/sample embedded adaptive	var.		Muestreada	ADPCM. Relacionada con G.726.	

		differential pulse code modulation (ADPCM)					
G.728	ITU-T	Coding of speech at 16 kbit/s using low-delay code excited linear prediction	16	8	2.5	CELP.	3.61
G.729 **	ITU-T	Coding of speech at 8 kbit/s using conjugate-structure algebraic-code-excited linear-prediction (CS-ACELP)	8	8	10	Bajo retardo (15 ms)	3.92
GSM 06.10	ETSI	Regular Pulse Excitation Long-Term Predictor (RPE-LTP)	13	8	22.5	Usado por la tecnología celular GSM	
LPC10	Gobierno de USA	Linear-predictive codec	2.4	8	22.5	10 coeficientes. La voz suena un poco "robotica"	
Speex			8, 16, 32	2.15-24.6 (NB) 4-44.2 (WB)	30 ( NB ) 34 ( WB )		
iLBC			8	13.3	30		
DoD CELP	American Department of Defense (DoD) Gobierno de USA		4.8		30		
EVRC	3GPP2	Enhanced Variable Rate CODEC	9.6/4.8/1.2	8	20	Se usa en redes CDMA	
DVI	Interactive Multimedia	DVI4 uses an adaptive delta	32	Variable	Muestread		

	Association (IMA)	pulse code modulation (ADPCM)			a		
L16		Uncompressed audio data samples	128	Variable	Muestread a		

\* El CODEC g711 tiene dos versiones conocidas como ley a (usado en Europa) y ley U (usado en USA y Japón). Ley U se corresponde con el estándar T1 usado en Estados Unidos y ley A con el estándar E1 usado en el resto del mundo. La diferencia es el método que se utiliza para muestrear la señal. La señal no se muestrea de forma lineal sino de forma logarítmica. La ley A tiene un mayor rango.

\*\* Existen varias versiones del CODEC g729 que es interesante explicar por su extendido uso:

G729: es el CODEC original

G729A o anexo A: es una simplificación de G729 y es compatible con G729.

Es menos complejo pero tiene algo menos de calidad.

G729B o anexo B: Es G729 pero con supresión de silencios y no es compatible con las anteriores.

G729AB: Es G729A con supresión de silencios y sería compatible solo con G729B.

## **Estandares de Codecs de la Internacional Telecommunication Union**

### Recomendación G.711

La ITU ha estandarizado la Modulación de Código de Pulso Modulation como G.711, permite una señal de audio de calidad tarificada con un ancho de banda de 3.4 KHz que ha de ser codificado para la transmisión de índices de 56 Kbps o 64 Kbps. El G.711 utiliza A-law o Mu-law para una compresión simple de amplitud y es el requisito básico de la mayoría de los estándares de comunicación multimedia de la ITU.

PCM es un método de codificación de señal de audio analógica más popular y es ampliamente utilizado por la red telefónica pública. Sin embargo, el PCM no soporta compresión de ancho de banda, por lo que otras técnicas de codificación como el ADPCM utilizan estimaciones basándose en dos muestras cuantificadas consecutivas para reducir el ancho de banda.

- Recomendación G.728

G.728 codifica una señal de audio de calidad tarificada con un ancho de banda de 3.4 KHz para transmitir 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 cualidad del G.711 a un cuarto del índice de datos necesario.

- Recomendación G.723.1

G.723.1 define cómo puede codificarse una señal de audio con un ancho de banda de 3.4 KHz para transmitirse a 5.3 Kbps y 6.4 Kbps. G.723.1 requiere un índice de transmisión muy bajo ofreciendo una calidad de audio cercana a la tarifada. G.723.1 ha sido seleccionada por el VoIP Forum como el codec básico para aplicaciones de telefonía IP de bajo índice de bits.

- Recomendaciones G.729 y G.729A

Estas recomendaciones codifican señales de audio cerca de la calidad tarifada con un ancho de banda de 3.4 KHz para su transmisión a una velocidad de 8 Kbps. G.729A requiere una potencia de ordenador más baja que G.729 y G.723.1. Tanto G.729 como G.729A tienen una latencia (el tiempo que necesita para convertir de analógico a digital) más baja que G.723.1. Se espera que G.729A tenga un impacto mayor en la compresión de voz para su transmisión sobre redes inalámbricas.

.

# BIBLIOGRAFÍA

- [1] José Manuel Huidrovo Moya, David Roldán Martínez, Integración de Voz y Datos, McGraw-Hill,2003. Páginas 151- 208
- [2] Scott Keagy, Integración de Redes de Voz y Datos, Pearson Educación, S.A., Madrid, 2001. Pág 402-421
- [3] Daniel Collins, CARRIER GRADE VOICE OVER IP, McGraw-Hill, 2001 pág 97-107, 355-401
- [4] CODECS. Disponible en: <http://www.voipforo.com/codec/codecs.php>
- [5] TELEFONIA IP Disponible en: [http://www.euskalnet.net/apetxebari/nutecs/tele\\_ip.htm](http://www.euskalnet.net/apetxebari/nutecs/tele_ip.htm)
- [6] WIKIPEDIA.PROTOCOLOS IP Disponible en: [http://es.wikipedia.org/wiki/Protocolos de VoIP](http://es.wikipedia.org/wiki/Protocolos_de_VoIP)
- [7] TELEFONIA VOZ SOBRE IP. Disponible en: <http://www.telefoniavozip.com/voip/tipos-de-comunicacion-en-la-telefonía-ip.htm>
- [8] SERGIO ARVOLEDA tipos de comunicación en la telefonía. Disponible en: [http://www.usergioarboleda.edu.co/-telecomunicaciones/telefonía\\_ip.htm](http://www.usergioarboleda.edu.co/-telecomunicaciones/telefonía_ip.htm)
- [9] WIKIPEDIA CALIDAD DE SERVICIO. Disponible en: [http://es.wikipedia.org/wiki/Calidad de Servicio](http://es.wikipedia.org/wiki/Calidad_de_Servicio)
- [10] FORO LATENCIA. Disponible en: [http://www.voipforo.com/QoS/QoS\\_Latencia.php](http://www.voipforo.com/QoS/QoS_Latencia.php)
- [11] FOTO JITTER. Disponible en: [http://www.voipforo.com/QoS/QoS\\_Jitter.php](http://www.voipforo.com/QoS/QoS_Jitter.php)

- [12] FORO PERDIDA DE PAQUETES. Disponible en: [http://www.voipforo.com-/QoS/QoS\\_PacketLoss.php](http://www.voipforo.com-/QoS/QoS_PacketLoss.php)
- [13] FORO ECO. Disponible en: [http://www.voipforo.com/QoS/QoS\\_Eco.php](http://www.voipforo.com/QoS/QoS_Eco.php)
- [14] ERLANG. Erlang WebSite disponible en: <http://www.erlang.com>
- [15] LINKSYS. Linksys WebSite, disponible en: <http://www.linksys.com>
- [16] ALCATEL. Alcatel WebSite, disponible en; <http://www.alcatel.com>