

**UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA
SEDE QUITO**

CARRERA: INGENIERÍA ELECTRÓNICA

Tesis previa a la obtención del título de: INGENIERO ELECTRÓNICO

TEMA:

**DISEÑO DE UN PROYECTO PILOTO DE TELEFONÍA IP BASADO EN
ASTERISK E INTEGRACIÓN AL CISCO UNIFIED COMMUNICATIONS
MANAGER “CUCM” DE LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA
SEDE QUITO.**

AUTOR:

HENRY DARÍO SUNTAXI LLUMIQUINGA

DIRECTOR:

JOSÉ LUIS AGUAYO MORALES

Quito, octubre de 2013

DECLARATORIA DE RESPONSABILIDAD Y AUTORIZACIÓN DE USO DEL TRABAJO DE GRADO

Yo, Henry Darío Sntaxi LLumiquinga autorizo a la Universidad Politécnica Salesiana la publicación total o parcial de este trabajo de grado y su reproducción sin fines de lucro.

Además declaro que los conceptos y análisis desarrollados y las conclusiones del presente trabajo son de exclusiva responsabilidad del autor.

Henry Darío Sntaxi LLumiquinga

CI. 1718977992

DEDICATORIA

El presente trabajo va dedicado a mis padres, José Suntaxi y Sarita LLumiquinga, a mi hermana Andrea Michelle, por el apoyo brindado durante esta etapa de mi vida.

Así también a toda mi familia que de una u otra manera me respaldaron durante todo este tiempo.

AGREDICIMIENTOS

Expreso mi sincero agradecimiento a todas las personas que hicieron posible la realización del presente trabajo. En especial a mi director José Luis Aguayo por la guía y conocimientos brindados para la culminación de este proyecto, así como también al Departamento de Tecnologías de la Información de la Universidad Politécnica Salesiana sede Quito, por las facilidades prestadas para el desarrollo de este proyecto y a los docentes de carrera que han aportado para mi formación profesional.

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO 1	3
OBJETIVOS	3
1.1. Hipótesis	3
1.2. Objetivo General.....	3
1.3. Objetivos Específicos	3
CAPÍTULO 2	4
CONCEPTOS GENERALES	4
2.1. Telefonía IP	4
2.1.1. Telefonía IP y VoIP	4
2.1.2. Características de la telefonía IP.....	6
2.1.2.1. Ventajas de la telefonía IP	7
2.1.2.2. Desventajas de la telefonía IP	8
2.1.3. Elementos de una red de telefonía IP	9
2.1.4. Protocolo de transporte	12
2.1.4.1. Protocolo RTP (Real Time Protocol).....	12
2.1.4.2. Protocolo RTCP (Real Time Control Protocol).....	14
2.1.5. Protocolos de Señalización	15
2.1.5.1. Protocolo SIP	15
2.1.5.2. Protocolo H323	18
2.1.5.3. Protocolo IAX.....	19
2.1.5.4. Protocolo SCCP	20
2.1.6. Codec	22
2.1.7. Calidad de Servicio QoS.....	24
2.1.8. Ancho de Banda requerido para la transmisión de voz sobre IP	26
2.2. Asterisk.....	28
2.2.1. ¿Qué es Asterisk?	28
2.2.2. Arquitectura	28
2.2.3. Características principales de Asterisk	30
2.2.3.1. Codec	30
2.2.3.2. Protocolos	31
2.2.3.3. Funciones como central telefónica.....	31

2.2.4. Ventajas de Asterisk	32
2.2.5. Desventajas de Asterisk	32
2.2.6. Configuraciones en Asterisk	33
2.3. Cisco Unified Communications Manager “CUCM”	34
2.3.1. ¿Qué es el CUCM?	34
2.3.2. Funciones de un CUCM	34
2.3.3. Arquitectura Del Cisco Unified Communications Manager	36
2.3.3.1. Cisco Unified Communications	36
2.3.3.2. Componentes de un Cisco Unified Communications	36
2.3.3.3. Señalización y rutas de acceso a medios del CUCM	38
2.3.4. Características del Cisco Unified Communications Manager	40
2.3.5. Ventajas del CUCM	40
2.3.6. Desventajas del CUCM	41
2.3.7. Licencias del Cisco Unified Communications Manager	41
2.4. Comparación entre Asterisk y CUCM	43
CAPÍTULO 3	44
SITUACIÓN ACTUAL DE LA RED DE TELEFONÍA IP Y EL CISCO UNIFIED COMMUNICATIONS MANAGER DE LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA SEDE QUITO	44
3.1. Situación actual de la red de telefonía IP	44
3.1.1. Descripción de la situación actual	44
3.1.2. Interconexión de campus de la UPS sede Quito	47
3.1.3. Infraestructura de red de los campus de la UPS sede Quito	47
3.1.3.1. Infraestructura de red del campus El Girón	47
3.1.3.2. Infraestructura de red campus Sur	50
3.1.3.3. Infraestructura de red campus Kennedy	52
3.1.4. Infraestructura lógica de los campus de la UPSQ	52
3.1.5. Calidad de servicio para la telefonía IP en la UPSQ	54
3.1.6. Características de equipos networking activos en la UPS sede Quito	57
3.1.6.1. Switch Cisco Catalyst 3750	57
3.1.6.2. Switch Cisco Catalyst 4507R	58
3.1.7. Características de teléfonos y terminales IP en la UPS sede Quito	59
3.1.7.1. Teléfono Cisco 7960G	59
3.1.7.2. Teléfono Cisco 7940G	59

3.1.7.3. Teléfono Cisco 7911G	60
3.1.7.4. Cisco IP Communicator (SoftPhone de Cisco).....	61
3.2. Configuraciones básicas del CUCM de la UPSQ.....	62
3.2.1. Configuración IP del servidor.....	62
3.2.2. Configuración de fecha y hora en el CUCM	65
3.2.3. Configuración de los Device Pool	66
3.2.4. Configuración Route / Hunt para enrutamiento de llamadas.....	70
3.2.4.1. Route Group.....	70
3.2.4.2. Route List.....	71
3.2.4.3. Route Patterns	72
3.2.5. Configuración de extensiones.....	75
3.2.5.1. Configuración de teléfonos IP Cisco	75
3.2.6. Configuración Directory Number	79
3.2.7. End User	82
CAPÍTULO 4	84
DESARROLLO DEL PROYECTO PILOTO	84
4.1. Descripción del proyecto piloto.....	84
4.2. Selección del software basado en GNU/Linux para telefonía IP	85
4.2.1. Elastix	85
4.2.2. Trixbox	86
4.3. Plataforma de virtualización	87
4.3.1. Configuración de la Plataforma de virtualización en VMware	89
4.4. Instalación de Trixbox	94
4.5. Configuraciones en el servidor Asterisk.....	98
4.5.1. Configuración del archivo Sip.conf.....	98
4.5.2. Configuración del archivo extensions.conf	103
4.5.3. Configuración de VoiceMail	105
4.5.3.1. Configuración del archivo voicemail.conf.....	105
4.5.4. Configuración de Meetme	107
4.5.5. Capturas de llamadas (Call-pickup).....	109
4.5.6. Tránsito de llamadas	109
4.5.6.1. Tránsito a ciegas (blind transfer).....	109
4.5.6.2. Tránsito asistida.....	110
4.5.7. Parqueo de llamadas	110

4.5.8. Configuración del archivo features.conf.....	111
4.5.9. Configuración de parqueo de llamadas en el archivo extensions.conf.....	114
4.6. Configuración troncal entre Asterisk y el CUCM de la UPS sede Quito...	115
4.6.1. Configuración de la troncal SIP en Asterisk.....	116
4.6.1.1. Configuración del archivo extensions.conf para llamadas hacia el CUCM de la UPS sede Quito	117
4.6.1.2. Configuración para llamadas del servidor Asterisk hacia la PSTN.....	119
4.6.2. Configuración Troncal en el CUCM de la UPS sede Quito	120
4.6.3. Configuración de Route Patterns en el CUCM de la UPS sede Quito	122
4.6.3.1. Configuración para llamadas a Asterisk	122
4.6.3.2. Configuración para salida a la PSTN del servidor Asterisk	123
4.7. Configuración de terminales IP para el servidor Asterisk	125
4.7.1. Configuración de softphone.....	125
4.7.2. Configuración de teléfono Grandstream GXP1405.....	126
4.7.3. Softphone en Smartphone.....	130
CAPÍTULO 5	133
PRESENTACIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS	133
5.1. Presentación de resultados.....	133
5.1.1. Pruebas de Llamadas	133
5.1.2. Llamadas entre teléfonos IP y Softphones con usuarios Asterisk y usuarios del CUCM de la UPS sede Quito.....	135
5.1.2.1. Campus El Girón.....	135
5.1.2.2. Campus Sur.....	138
5.1.2.3. Campus Kennedy	139
5.1.3. Llamadas desde y hacia la PSTN con usuarios Asterisk	140
5.1.3.1. Campus El Girón.....	140
5.1.3.2. Campus Sur.....	140
5.1.3.3. Campus Kennedy	142
5.1.4. Pruebas de servicios.....	143
5.1.4.1. Buzón de voz.....	143
5.1.4.2. Transferencia de llamadas.....	144
5.1.4.3. Parqueo de llamadas	144
5.1.5. Pruebas de conectividad de los campus de la UPSQ al servidor Asterisk..	145
5.2. Análisis técnico.....	148

5.3. Análisis de costos	150
5.3.1. Estimación de costos.....	150
5.3.1.1. Servidores	150
5.3.1.2. Teléfonos IP	152
5.3.1.3. Gateway	153
5.3.2. Análisis de los costos para implementación de una central Asterisk	154
5.3.3. Análisis de rentabilidad del proyecto	156
5.3.3.1. Cálculo del VAN (Valor Actual Neto)	156
5.3.3.2. Tasa interna de retorno (TIR)	158
CONCLUSIONES	160
RECOMENDACIONES	162
LISTA DE REFERENCIAS	163
Anexo. CALL MANAGER Y TELEFONÍA IP DE LA UPSQ.....	167
Anexo. COTIZACIONES PARA EQUIPOS DE TELEFONÍA IP	168
Anexo. COTIZACIÓN PARA LICENCIAS DEL CUCM 6.0	176
Anexo. GRÁFICA DE RENDIMIENTO DE RED DEL SERVIDOR	177
Anexo. GRÁFICA DE RENDIMIENTO DEL CPU DEL SERVIDOR.....	177
Anexo. GRÁFICA DE RENDIMIENTO DE MEMORIA RAM DEL SERVIDOR.....	178
Anexo. GRÁFICA DE LA INTERFAZ WEB DE TRIKBOX, RENDIMIENTO Y ESTADO DEL SERVIDOR.....	178
GLOSARIO	179

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Red Telefónica Pública Conmutada	5
Figura 2 Ejemplo de un diagrama de telefonía IP	6
Figura 3 Esquema de enrutamiento en un entorno SIP	10
Figura 4 Teléfono IP Cisco 7911G	11
Figura 5 Teléfono IP Cisco SPA 525G	11
Figura 6 Softphone X-lite de Counterpath.	12
Figura 7 Teléfono IP GXP 1450	12
Figura 8 Formato de cabecera fija paquete RTP	13
Figura 9 Ejemplo de una llamada entre dos teléfonos IP usando el protocolo SIP	18
Figura 10 Modelo H323	19
Figura 11 Tráfico de flujo SCCP y RTP/RTCP	22
Figura 12 Encapsulamiento de voz sobre IP	27
Figura 13 Arquitectura de Asterisk	29
Figura 14 Infraestructura de un Cisco Unified Communications	37
Figura 15 Control de llamadas de un Cisco Unified Communications.....	37
Figura 16 Capa Aplicación de un Cisco Unified Communications	38
Figura 17 Dispositivos finales de un Cisco Unified Communications	38
Figura 18 CUCM señalización y rutas de acceso a medios	39
Figura 19 Uso de licencias y versión del CUCM de la UPS sede Quito	44
Figura 20 Cisco MCS 7800.....	45
Figura 21 Cisco MCS 7800 de la UPSQ implementados en el campus El Girón	45
Figura 22 Sistema de telefonía IP de la UPS sede Quito	46
Figura 23 Infraestructura Cluster Call Manager versión 6.0.....	46
Figura 24 Interconexión de los campus de la UPS sede Quito	47
Figura 25 Infraestructura de red del campus El Girón.....	48
Figura 26 Infraestructura switching de la UPSQ campus El Girón	50
Figura 27 Infraestructura de red del campus Sur	51
Figura 28 Infraestructura switching UPS Quito campus Kennedy	52
Figura 29 Switch Catalyst 3750	57
Figura 30 Switch Catalyst 4507R	58

Figura 31 Teléfono IP Cisco 7960G	59
Figura 32 Teléfono IP Cisco 7940G	60
Figura 33 Teléfono IP Cisco 7911G	60
Figura 34 Cisco IP Communicator	61
Figura 35 CUCM de la UPSQ.....	62
Figura 36 Configuración IP del CUCM	63
Figura 37 CUCM principal y backup de la UPSQ	63
Figura 38 Configuración del CUCM principal de la UPSQ	65
Figura 39 Configuración de Hora y Fecha del CUCM de la UPSQ	66
Figura 40 Device Pool configurados en CUCM de la UPSQ	66
Figura 41 Device Pool para el campus Girón configurado en CUCM de la UPSQ	67
Figura 42 Codec utilizados en cada Campus de la UPSQ	68
Figura 43 Configuración del SRST del CUCM de la UPSQ	69
Figura 44 Esquema del enrutamiento de llamadas del CUCM	70
Figura 45 Route Lists configurados en el CUCM de la UPSQ.....	71
Figura 46 Configuración del Route List para llamadas a la PSTN del CUCM de la UPSQ.....	72
Figura 47 Ejemplo de algunos Route Patterns configurados en el CUCM de la UPSQ.....	73
Figura 48 Ejemplo de un Route Pattern configurado en el CUCM de la UPSQ	74
Figura 49 Configuración de un nuevo teléfono en el CUCM	76
Figura 50 Configuración de un teléfono IP Cisco 7960 en el CUCM de la UPSQ	78
Figura 51 Ejemplos de teléfonos configurados en el CUCM de la UPSQ.....	79
Figura 52 Ejemplo de directorios telefónicos configurados en el CUCM de la UPSQ.....	80
Figura 53 Directorio telefónico configurado en el CUCM de la UPSQ	81
Figura 54 End User configurado en el CUCM de la UPSQ.....	83
Figura 55 Esquema simplificado del diseño del proyecto piloto	85
Figura 56 Servidor Blade HS22 de IBM.....	88
Figura 57 VMware vSphere Client	89
Figura 58 VMware ESXi 4.1.0 a través de vSphere Client	90
Figura 59 Crear una nueva máquina virtual	91

Figura 60 Selección del Datastore para la máquina virtual.....	91
Figura 61 Selección del sistema operativo.....	92
Figura 62 Configuración de memoria RAM para la máquina virtual	92
Figura 63 Configuración de Network para la máquina virtual	93
Figura 64 Configuración del tamaño del disco virtual.....	93
Figura 65 Pantalla de inicio para instalación de Trixbox.....	94
Figura 66 Selección del idioma del teclado para la máquina virtual con Trixbox.....	95
Figura 67 Selección de la zona de Tiempo para Trixbox.....	95
Figura 68 Configuración de la contraseña para “root”.....	96
Figura 69 Instalación de Trixbox	96
Figura 70 Commando system-config-network en Trixbox 2.6.....	97
Figura 71 Configuración de una dirección IP fija para Trixbox	97
Figura 72 Inicio del servidor Trixbox con la dirección IP seleccionada.....	98
Figura 73 Configuración de la sección General en el archivo sip.conf	99
Figura 74 Configuración de usuarios en el archivo sip.conf.....	100
Figura 75 CLI de Asterisk en Trixbox	102
Figura 76 Usuarios SIP configurados	102
Figura 77 Opción “include” y aplicación de “Macro” a las extensiones SIP	104
Figura 78 Configuración del macro “extensiones”	104
Figura 79 Configuración del archivo Voicemail.conf.....	106
Figura 80 Configuración de la extensión 5000 para acceder al buzón de voz.....	107
Figura 81 Configuración del archivo Meetme.conf	108
Figura 82 Configuraciones realizadas en el archivo extensions.conf para la aplicación Meetme	108
Figura 84 Aplicación de comando “show features”.....	114
Figura 85 Configuración de las extensiones para el parqueo de llamadas.....	115
Figura 86 Acceso al parqueo de llamadas.....	115
Figura 87 Configuración del Trunk SIP en Asterisk.....	116
Figura 88 Configuración del plan de marcado en Asterisk para llamadas al CUCM de la UPS	118
Figura 89 Configuración del plan de marcado en el servidor Asterisk para llamadas a la PSTN mediante el CUCM de la UPSQ.....	119
Figura 90 Configuración del “Trunk SIP” en el CUCM de la UPS sede Quito.....	121

Figura 91 Configuración del Route Pattern en el CUCM de la UPS sede Quito para llamadas al servidor Asterisk	122
Figura 92 Configuración del Route Pattern en el CUCM de la UPS sede Quito para llamadas a la PSTN del servidor Asterisk.....	124
Figura 93 Configuración de Softphone X-Lite 5.0	125
Figura 94 Configuración de extensión Asterisk en Softphone X-Lite 5.0.....	126
Figura 95 Teléfono IP Grandstream GXP1405.....	127
Figura 96 Página de inicio para configuración de Teléfono IP GXP1405.....	128
Figura 97 Configuración del teléfono IP GXP 1405.....	129
Figura 98 Configuración de la primera cuenta SIP en teléfono IP GXP1405	129
Figura 99 Configuración de la segunda cuenta SIP en teléfono IP GXP1405	130
Figura 100 Softphone CSipSimple	131
Figura 101 Configuración de cuenta SIP en Softphone CSipSimple.....	131
Figura 102 Softphone Sipdroid	132
Figura 103 Configuración de cuenta SIP en Softphone Sipdroid	132
Figura 104 Diagrama de flujo de un proceso de llamada en Asterisk	133
Figura 105 Llamada de la extensión 5001 a la 2133.....	135
Figura 106 Llamada de la extensión 5001 Teléfono IP GXP1405 a la 2133 Cisco IP 7960	136
Figura 107 Llamada de la extensión 2141 a la 5001.....	137
Figura 108 Llamada de la extensión 5002 a la 2324.....	137
Figura 109 Llamada de la extensión 5001 a la 5005.....	137
Figura 110 Llamada de la extensión 5001 a la 1238.....	138
Figura 111 Llamada de la extensión 5004 a la 5001.....	138
Figura 112 Llamada de la extensión 5003 a la 2141.....	138
Figura 113 Llamada de la extensión 2324 a la 5002.....	139
Figura 114 Llamada de la extensión 5006 a la 2141.....	139
Figura 115 Llamada de la extensión 2141 a la 5006.....	139
Figura 116 Llamada desde la extensión 5001 a un número convencional local	140
Figura 117 Llamada realizada a un número convencional desde el Teléfono IP GXP1405	140
Figura 118 Llamada desde la extensión 5003 a un número convencional local	141
Figura 119 Establecimiento de llamada desde la PSTN a la extensión 5005	141

Figura 120 Llamada desde la PSTN a la extensión 5005.....	142
Figura 121 Establecimiento de llamada desde la extensión 5006 a un número convencional local	142
Figura 122 Llamada desde la extensión 5006 a un número convencional local	143
Figura 123 Prueba de llamada para el funcionamiento del buzón de voz y grabación del mensaje	143
Figura 124 Prueba de transferencia de llamadas.....	144
Figura 125 Prueba de parqueo de llamadas.....	145
Figura 126 Prueba de ping de una PC del campus El Girón al servidor Asterisk	145
Figura 127 Prueba de ping de una PC del campus Sur al servidor Asterisk	146
Figura 128 Prueba de ping de una PC del campus Kennedy al servidor Asterisk	146
Figura 129 Trafico RTP de un computador donde se instaló un Softphone (bits/seg).....	147
Figura 130 Ventana RTP Streams.....	148
Figura 131 Servidor HP ProLiant ML 150 G6.....	150
Figura 132 Servidor HP ProLiant ML 350 G6.....	151
Figura 133 Teléfono IP Grandstream GXP 1405.....	152
Figura 134 Gateway GXW-4108	153
Figura 135 Costos comparativos entre Asterisk y Cisco según el número de usuarios	155
Figura 136 Costos comparativos entre Asterisk y Cisco en un tiempo de un año	156

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Tipo de paquetes RTCP	15
Tabla 2 Ejemplos de direcciones SIP	16
Tabla 3 Comparación de algunos codecs de audio	24
Tabla 4 Comparaciones entre Astersik y CUCM.....	43
Tabla 5 VLANs utilizadas en el campus El Girón para este proyecto.....	53
Tabla 6 VLANs utilizadas en el campus Sur para este proyecto	54
Tabla 7 VLANs utilizadas en el campus Kennedy para este proyecto	54
Tabla 8 Descripción de las configuraciones en una interfaz de un switch de la UPSQ.....	56
Tabla 9 Codecs utilizados en cada campus con el CUCM de la UPSQ.....	68
Tabla 10 Comparación entre Elastix y Trixbox	87
Tabla 11 Descripción de los parámetros configurados en la sección “general” del archivo sip.conf.....	99
Tabla 12 Descripción de los parámetros configurados en un cliente SIP	101
Tabla 13 Descripción de parámetros utilizados en la configuración de “macro”	105
Tabla 14 Descripción de parámetros para el archivo voicemail.conf	106
Tabla 15 Descripción de parámetros en el archivo voicemail.conf	107
Tabla 16 Descripción de las opciones para la aplicación MeetMe	109
Tabla 17 Descripción de parámetros configurados en contexto general del archivo features.conf	111
Tabla 18 Descripción de los parámetros configurados en el contexto featuremap del archivo features.conf	112
Tabla 19 Descripción de los parámetros utilizados en el Trunk SIP en Asterisk	117
Tabla 20 Descripción de los parámetros utilizados en la configuración del Trunk SIP en el CUCM de la UPS sede Quito	120
Tabla 21 Parámetros de red configurados en teléfonos IP Grandstream GXP1405.....	128
Tabla 22 Extensiones configuradas en cada campus	134
Tabla 23 Descripción de los procesos de llamadas en la consola de Asterisk.....	136
Tabla 24 Resultados del funcionamiento en unas pruebas de llamadas con el Softphone X-Lite.....	148

Tabla 25 Recomendaciones de requerimientos de memoria y procesamiento de sistemas Asterisk	149
Tabla 25 Estimación de costo para implementar una central telefónica IP basada en Asterisk.....	154

RESUMEN

Este trabajo de tesis tiene como objetivo diseñar un proyecto piloto de telefonía IP basado en Asterisk e integrarlo al Cisco Unified Communications Manager “CUCM” de la Universidad Politécnica Salesiana Sede Quito para la escalabilidad de nuevas extensiones. Por lo que se realizó las configuraciones de una central telefónica basada en Asterisk para realizar y recibir llamadas, para comunicaciones internas es decir con usuarios del CUCM de la UPS de los diferentes campus y comunicaciones externas a la PSTN, se configuraron algunos servicios avanzados como: transferencia de llamadas, parqueo de llamadas, buzón de voz, colas de llamadas, captura de llamadas, conferencias, etc. Para esto se utilizó el protocolo SIP como protocolo de señalización para todos los dispositivos que se conecten al servidor Asterisk y también es el protocolo utilizado para la troncal entre Asterisk y el CUCM de la UPSQ. Los resultados obtenidos en este proyecto en el aspecto técnico fueron aceptables las pruebas de llamadas que se realizaron fueron exitosas y no presentaron inconvenientes, en el aspecto económico los costos estimados para la implementación de Asterisk en la UPSQ representan un ahorro muy significativo para la Universidad. Por lo que este proyecto piloto demostró que la integración de una central telefónica basada en Asterisk con el CUCM de la UPSQ es totalmente factible.

ABSTRACT

The objective of this thesis work is design a pilot project of IP telephony based on Asterisk and integrates to Cisco Unified Communications Manager "CUCM" of the Salesian Polytechnic University Quito for the scalability of new extensions. Were performed the configurations of a central telephone based in Asterisk to make and receive calls, for internal communications that is with users of the UPS CUCM of different campus and external communications to the PSTN, some advanced services were configured as: call transfer, call parking, voicemail, call queues, call pickup, conferences. This was done using SIP as the signaling protocol for all devices that connect to the Asterisk server, and is the protocol used for the trunk between Asterisk and the UPSQ CUCM. The results obtained in this project on the technical aspect were acceptable calls test made were successful and had no problems, in economic terms the estimated costs for implementing Asterisk in the UPSQ represent a very significant saving for the university. So this pilot project demonstrated that the integration of PBX based in Asterisk with the UPSQ CUCM is entirely feasible.

INTRODUCCIÓN

La tecnología de telefonía IP en la actualidad es una solución imprescindible en las empresas por los beneficios económicos que representa y por los servicios que otorga a los usuarios. En la Universidad Politécnica Salesiana sede Quito actualmente el sistema de telefonía IP se basa en un Cisco Unified Communications Manager “CUCM” propietario de Cisco Systems, al ser propietaria representa altos costos de implementación y licencias. Por lo cual el Departamento de Tecnologías de la Información de la UPSQ requiere de una solución para la expansión de nuevas extensiones telefónicas con reducción de costos y de esta manera poder evitar los costos en licencias de Cisco.

Para este proyecto piloto se realizará una investigación del funcionamiento y la configuración de una central telefónica Asterisk, de tal manera que preste los mismos servicios que poseen en la actualidad los usuarios con el CUCM, de igual manera para el CUCM debido a que la integración con esta central permitirá que estos usuarios puedan comunicarse entre sí y además que los usuarios de Asterisk puedan realizar llamadas externas.

En el primer capítulo se presentará una breve descripción del problema y planteamiento de la solución, así como el objetivo principal y específicos del presente proyecto.

En el segundo capítulo se recoge información acerca de conceptos relacionados a la telefonía IP y tecnología VoIP, también se describe temas referentes a las dos centrales telefónicas Asterisk y CUCM.

En el tercer capítulo se analizará la situación actual de la red de telefonía IP y el CUCM de la Universidad Politécnica Salesiana sede Quito, se realiza un análisis de la infraestructura tanto para la red de datos como para la telefonía, se detalla las principales configuraciones del CUCM que se encuentra implementado en la UPSQ.

El cuarto capítulo trata del desarrollo del proyecto piloto, esta es una propuesta basada en los requerimientos del Departamento de Tecnologías de la Información de la UPSQ, contiene información acerca de la instalación del software y configuraciones realizadas para la central Asterisk, así como las configuraciones necesarias para la integración de esta central con el CUCM de la UPSQ.

En el quinto capítulo se presentarán los resultados obtenidos con Asterisk y la integración con el CUCM, se describe el análisis técnico y económico para determinar si es factible o no la implementación de Asterisk en la UPSQ. Finalmente se presentarán las conclusiones y recomendaciones acerca del proyecto.

CAPÍTULO 1

OBJETIVOS

1.1. Hipótesis

Debido al crecimiento de usuarios en la Universidad Politécnica Salesiana sede Quito, el Departamento de Tecnologías de la Información requiere de una solución para la expansión de nuevas líneas telefónicas con reducción de costos, evitar costos de licencias de Cisco, ya que actualmente el sistema de telefonía IP se basa en un Cisco Unified Communications Manager “CUCM” propietario de Cisco.

Por lo que se plantea como un proyecto piloto configurar una central telefónica implementada con Asterisk de software libre, e integrarlo al Cisco Unified Communications Manager para la escalabilidad de nuevas extensiones telefónicas, específicamente el problema es la integración de estas dos centrales de telefonía IP.

1.2. Objetivo General

Diseño de un proyecto piloto de telefonía IP basado en Asterisk e integración al Cisco Unified Communications Manager “CUCM” de la Universidad Politécnica Salesiana sede Quito para la escalabilidad de nuevas extensiones.

1.3. Objetivos Específicos

- Analizar la red actual de telefonía IP y el Cisco Unified Communications Manager “CUCM” de la Universidad Politécnica Salesiana sede Quito.
- Investigar el funcionamiento y configuración de Asterisk.
- Analizar la factibilidad de implementar Asterisk en la red de la Universidad Politécnica Salesiana sede Quito.
- Desarrollar un proyecto piloto que consiste en integrar una central telefónica con Asterisk al Cisco Unified Communications Manager “CUCM” de la red de la Universidad Politécnica Salesiana sede Quito.
- Analizar los resultados de la integración.

CAPÍTULO 2

CONCEPTOS GENERALES

2.1. Telefonía IP

2.1.1. Telefonía IP y VoIP

La Telefonía IP y VoIP son dos términos diferentes (Huidrobo & Pastor, 2006, pág. 269). Consideran que se puede diferenciar la telefonía IP y VoIP de la siguiente manera: La telefonía IP se refiere a la utilización de una red privada o pública como el internet para la transmisión de servicios de voz, fax y mensajería. Esta red puede ser utilizada para realizar llamadas internas así como para llamadas externas por ejemplo por internet o la PSTN. La telefonía IP es toda la infraestructura que permite la transmisión de los servicios mencionados.

La VoIP es la tecnología usada para el funcionamiento de la telefonía IP. VoIP gestiona el envío de la información de voz utilizando IP. La señal de la voz es analógica y se transforma en paquetes digitales diferenciados que se envía por la red IP. Realiza el trabajo de codificación, decodificación, comprensión, encapsula y envía la voz en paquetes de datos a través de una red IP.

Para (Emmerson, *Convergence: The Business Case for IP Telephony*) VoIP indica que una señal de voz analógica se ha digitalizado y convertido en paquetes utilizando IP. Esto se hace con el fin de permitir que la telefonía y otra señal de audio puedan ser transportadas sobre la misma red de datos. Por lo tanto, VoIP se refiere a un proceso de conversión y transporte.

La telefonía IP es una aplicación inmediata de VoIP que permite realizar llamadas telefónicas sobre redes IP. Es una tecnología que permite la transmisión de señales de voz y datos a través de las redes IP (Protocolo de Internet) este protocolo se usa como medio de transporte para crear un sistema telefónico con todas las funciones de una telefonía tradicional pero con más aplicaciones, la forma en que se transmite es en paquete de datos es decir que se envía la señal de voz en forma digital.

Esta tecnología utiliza la conmutación de paquetes a diferencia de la telefonía tradicional que utiliza la conmutación por circuitos, en este tipo de conmutación se establece un canal o circuito dedicado entre dos usuarios o abonados que quieren establecer una comunicación, una vez terminada la comunicación el canal es liberado y podrá ser usado por otro par de abonados es así como trabaja la PSTN (Red Telefónica Pública Conmutada). Las centrales de conmutación son las que provee el servicio de telefonía pública.

Figura 1 Red Telefónica Pública Conmutada



Elaborado por: Henry Sntaxi

En la conmutación por paquetes toda la información que se va a transmitir a través de la red es empaquetada, cada paquete es transmitido individualmente y puede tener varias rutas hasta llegar a su destino donde son desempaquetados. En la telefonía IP la voz es transportada o enviada en las redes IP en paquetes de datos, para una comunicación con un teléfono analógico se usan tarjetas de interfaces analógicas que realizan una conversión de las señales de voz, de señal analógica a señal digital o viceversa según sea el caso, estas tarjetas son:

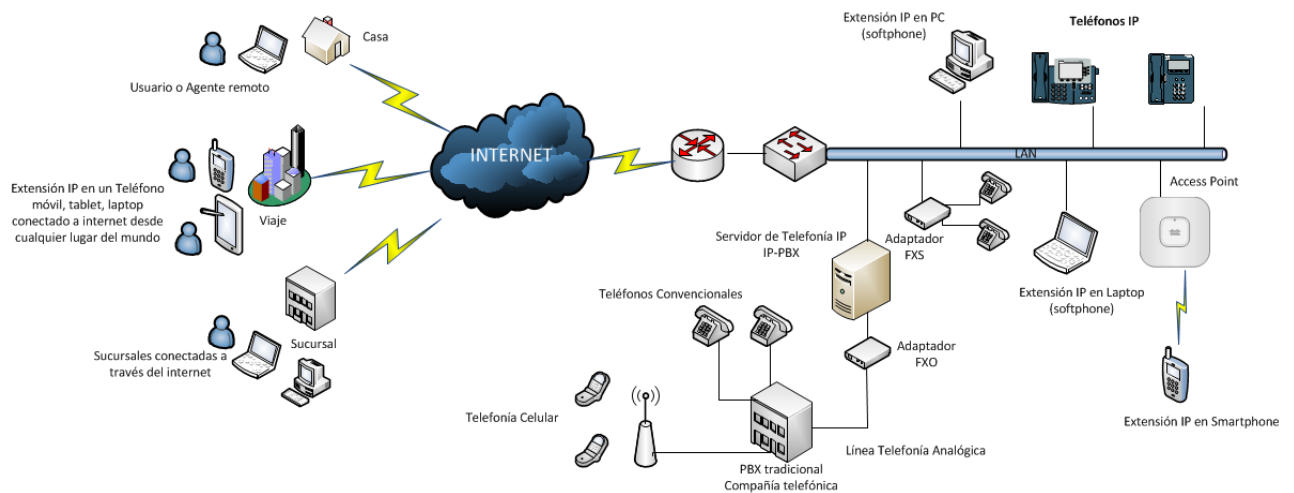
FXO (Foreign Exchange Office): Estos dispositivos son el puerto que recibe o envía la señal analógica a la PSTN, es decir este dispositivo permite conectarse con líneas analógicas de la PSTN.

FXS (Foreign Exchange Station): Estos dispositivos permiten conectar un teléfono analógico dentro de la red IP donde se encuentra la central de telefonía IP.

La telefonía IP provee nuevos servicios a los usuarios y beneficios económicos a comparación de la telefonía tradicional además se puede mencionar como principal característica la integración de la telefonía tradicional o convencional con la red de

datos. Esto debido a que permite utilizar la red de datos para realizar llamadas telefónicas, transmisión de voz y datos a puntos distantes geográficamente. Con esto se puede utilizar el término de redes convergentes, donde en una misma red con diferentes medios de transmisión se puede realizar comunicaciones de voz, datos, video, etc.

Figura 2 Ejemplo de un diagrama de telefonía IP



Elaborado por: Henry Suntaxi

2.1.2. Características de la telefonía IP

La telefonía IP puede realizar las mismas funciones y tiene las mismas características de la telefonía tradicional, pero de una manera diferente ya que posee más servicios y beneficios a los usuarios, entre las funciones o servicios más comunes que se puede mencionar son:

- Transferencia, recuperación y monitoreo de llamadas.
- Grabación de llamadas e identificación de usuarios.
- Videoconferencia.
- Mensajería instantánea.
- Mensajes de Voz.
- Música en espera.
- Llamadas en espera.

- Contestador automático de llamadas.
- Bloqueo de llamadas por números o usuarios.
- Interfaz web para monitoreo y administración, etc.

2.1.2.1. Ventajas de la telefonía IP

Las ventajas con la telefonía IP son muchas y superan a las desventajas que son muy pocas, a continuación se describen algunas de las ventajas y beneficios asociados al uso de la telefonía IP. (Gómez & Gil 2008, pág. 20)

- **Ahorrar dinero.** La primera y principal ventaja son los costos. Como VoIP emplea el internet como su medio de transporte, una de las mayores ventajas es las llamadas a larga distancia, el único costo que se tiene que facturar mensualmente es el internet proporcionado por un ISP (Proveedor de Servicio de Internet), una llamada mediante VoIP es mucho más barata que la telefonía tradicional esto debido a que se utiliza la misma red para la transmisión de datos y voz, la telefonía tradicional tiene costos fijos por llamadas cosa que la telefonía IP no tiene es por eso que es más barata.
- **Movilidad.** La telefonía IP facilita la movilidad, ya que se puede disponer de una extensión en cualquier parte del mundo, siempre que tenga una conexión a internet. Dado que los teléfonos IP transmiten su información a través de internet estos pueden ser administrados por el proveedor desde cualquier lugar donde exista una conexión.
- **Llamadas a teléfonos fijos o celulares.** Con la telefonía IP se puede llamar a un teléfono fijo o móvil de la red PSTN, además permite la comunicación en cualquier lugar del mundo para transmitir fax, voz, vídeo, correo electrónico por teléfono, mensajería, etc.
- **Escalabilidad.** La telefonía IP posee una arquitectura que es escalable y muy flexible. La instalación de una central telefónica no es complicada, ya que se puede utilizar una infraestructura de red ya estructurada, la configuración y

reconfiguración de la central se la realizaría conforme el crecimiento de usuarios.

- **Múltiples usuarios.** Con la telefonía tradicional se puede únicamente hablar entre dos personas al mismo tiempo, con la telefonía IP se puede realizar una configuración para que un grupo de personas realicen una conferencia con una comunicación en tiempo real.
- **Compatibilidad.** Es compatible con hardware y software de diferentes fabricantes o proveedores al estar basado en estándares.
- **Calidad de Servicio (QoS).** La calidad de servicio consiste en poder asignar prioridades a los servicios o a los paquetes que son transmitidos por la red IP. Por ejemplo, se puede asignar una prioridad más alta a los paquetes de voz que son sensibles al tiempo durante su transmisión, una prioridad menor podría ser a datos y otras prioridades para aplicaciones que no requieran mayor ancho de banda.

2.1.2.2. Desventajas de la telefonía IP

- Telefonía IP se usa en una conexión de red de datos por lo que la calidad del servicio se podría ver afectado por la calidad de la red, puede existir problemas como latencia o la pérdida de paquetes ya sea en un enlace LAN o WAN. Las conversaciones telefónicas se pueden ver distorsionadas o incluso cortadas por este tipo de problemas. Los problemas más frecuente pueden ser en los enlaces WAN ya que la comunicación de voz sobre IP entre las sedes de una empresa o institución pueden estar afectados por problemas del proveedor, por esto es importante la contratación de enlaces de contingencia con calidad de servicio.
- En los casos en que se utilice un softphone (Software que se puede descargar gratuitamente o con costo del internet y que posee las mismas características de un teléfono IP común) la calidad de la comunicación se

puede ver afectada por el computador donde se encuentre instalado, es decir que la calidad de la transmisión dependerá del rendimiento que tenga el computador.

- La VoIP puede ser vulnerable o susceptible a ataques de virus y hackers. Las llamadas de voz sobre IP poseen riesgos de privacidad y seguridad. Por ejemplo se pueden ver degradadas por el efecto de algún virus, gusano o por el más que conocido SPAM.

Entre las potenciales vulnerabilidades, que se indican en el artículo (The Vulnerabilities of VoIP: Norton by Symantec, 2009), están:

Spam: VoIP está sujeto a su propio tipo de marketing no deseado, conocido como "Spam" por telefonía de internet" o SPIT.

Virus y Gusanos: Los ataques de red como gusanos y virus pueden interrumpir el servicio o incluso desconectar el servicio de VoIP.

Pérdida de privacidad: La mayor parte del tráfico de VoIP no está cifrado, lo que facilita a que intrusos escuchen conversaciones de VoIP.

Hackers: Pueden obtener acceso a una conexión de VoIP y utilizar la línea para hacer llamadas. También pueden vender datos de conexión en el mercado negro. Una vez que ingresan en una red, los hackers pueden atacar para descubrir información confidencial guardada en un dispositivo.

2.1.3. Elementos de una red de telefonía IP

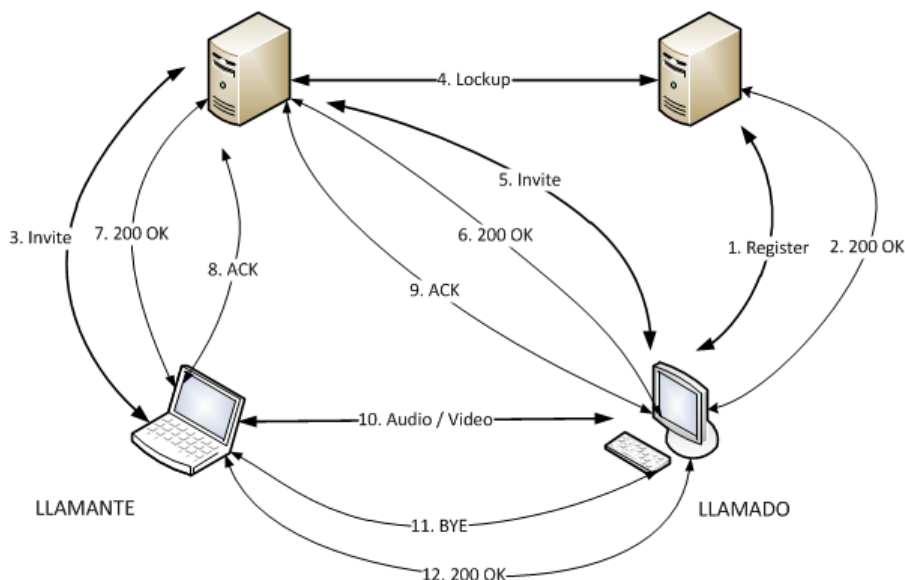
En la telefonía IP existen elementos que son fundamentales:

Gateway.- Este dispositivo sirve como un enlace con la red de telefonía tradicional, es decir permite realizar la comunicación de la red de telefonía IP a la telefonía convencional, actúa como un conversor de señales analógicas a digitales o paquetes

IP y viceversa. Un claro ejemplo de esto son los dispositivos FXO, que actúan como gateway de VoIP.

Proxys y Enrutadores.- Para (Gómez & Gil 2008, pág. 31). En una arquitectura de telefonía IP es necesario elementos que permiten ordenar el tráfico telefónico y además poner en contacto a los diferentes usuarios de las redes implicadas. En un sistema de telefonía IP es necesario que algo encamine las peticiones hacia los usuarios finales para poder establecer una conversación. Esta tarea la realizan los proxys o enrutadores, se encargan de enrutar la señalización hacia los sitios adecuados en función de las indicaciones pertinentes que cada protocolo implementa.

Figura 3 Esquema de enrutamiento en un entorno SIP



Fuente: Gómez & Gil, 2008.

Terminales.- Estos son los teléfonos IP que pueden ser hardware o softphone, que son teléfonos IP basados en software que se tienen que instalar en un ordenador para que funcionen. Existen algunos softphones gratuitos, para su uso es necesario auriculares y micrófonos separados (headsets) para que la calidad del sonido sea aceptable.

Se tiene mucha variedad de fabricantes además se puede utilizar los teléfonos comunes de la telefonía tradicional, esto se lo puede realizar utilizando un adaptador VoIP como son los dispositivos FXS este adaptador permite utilizar un teléfono

analógico para realizar llamadas IP ya que convierte la señal analógica en paquete de datos para que puedan ser transmitidos por la red IP, realiza la conexión física del teléfono analógico hacia la red. Ejemplos de terminales para telefonía IP:

Figura 4 Teléfono IP Cisco 7911G



Fuente: CISCO Unified IP Phones 7900 Series Hardware View, 2012

Figura 5 Teléfono IP Cisco SPA 525G



Fuente: Cisco SPA525G, 2012

Figura 6 Softphone X-lite de Counterpath.



Fuente: Bria for Windows, 2013

Figura 7 Teléfono IP GXP 1450



Fuente: GXP1450, Teléfono IP, 2011

2.1.4. Protocolo de transporte

2.1.4.1. Protocolo RTP (Real Time Protocol)

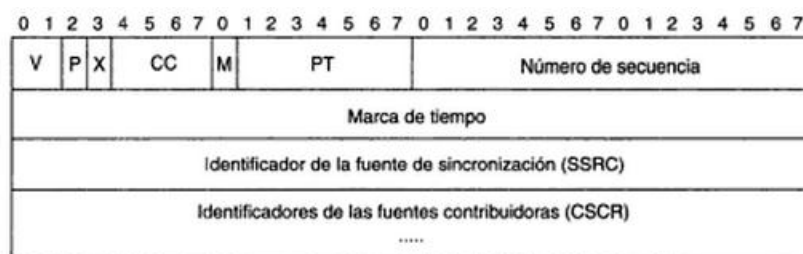
Es un protocolo definido en RFC 3550 para el transporte de audio y video en tiempo real RTP casi siempre utiliza UDP (User Datagram Protocol es un protocolo de transporte basado en el intercambio de datagramas sin conexión que funciona en

redes IP), para el transporte ya que es el método más eficiente para el transporte de datos en streaming, UDP no intenta retransmitir o reordenar los paquetes como lo hace TCP (Protocolo de Control de Transmisión orientado a conexión). Una vez que un paquete de voz se pierde en la transmisión, no hay ninguna razón para tratar de retransmitir, porque una vez que el paquete llega a su destino la onda sonora que figura en el paquete no tendría sentido para el usuario final si se entrega fuera de orden. UDP tampoco proporciona ningún tipo de control de flujo o corrección de errores. Esto reduce la sobrecarga de cada datagrama y por lo tanto es mucho más eficiente.

El protocolo RTP hace uso de: un número de secuencia asignado a cada paquete, un número mayor que el anterior con esto se logra detectar si algún paquete falla en la transmisión, marcas de tiempo, envíos de paquetes sin retransmisión, etc.

La cabecera RTP ofrece cierta información importante acerca de la carga útil de cada paquete encapsulado y se encuentra formado de la siguiente manera:

Figura 8 Formato de cabecera fija paquete RTP



Fuente: España 2003, Pág. 371

De acuerdo con la RFC (Request for Comments, son una serie de notas sobre internet y sobre sistemas que se conectan a internet), RTP puede utilizar cualquier puerto UDP, siempre y cuando sea de número par. Es responsabilidad de la aplicación determinar que puerto se utiliza, aunque el tráfico de voz está típicamente en el rango de 16384 a 32767. El puerto UDP que utiliza para una práctica común de RTP es elegido al azar. Una vez que uno de los teléfonos IP cuelga, ese período de sesiones RTP se termina y el puerto se libera.

2.1.4.2. Protocolo RTCP (Real Time Control Protocol)

RTCP trabaja directamente con RTP para proporcionar control del ancho de banda para la transmisión de RTP y datos encapsulados. Los paquetes RTCP se enviarán a los participantes de un determinado flujo RTP.

RTCP es el encargado de monitoreo del flujo de paquetes RTP, obtiene estadísticas sobre la pérdidas de paquetes, latencia y jitter que son conceptos que están relacionados con la calidad de servicio y que serán definidos más adelante en este capítulo. Una aplicación de tiempo real puede utilizar esta información para adaptar la configuración de codificación si el protocolo detecta congestión. Esto significa que si la congestión es descubierta, el receptor puede informar al remitente que utilice un codec (El codec hace referencia a la conversión de una señal analógica a una señal de audio digital para que pueda ser transmitido por la red IP), de menor calidad y por lo tanto ayudar con cualquier cuello de botella.

Las funciones desempeñadas por RTCP son:

Proporcionar una realimentación sobre la calidad de la distribución de los datos esto lo hace enviando informes de emisor y receptor.

Transporta un identificador para cada fuente RTP denominado nombre canónico CNAME permitiendo a los receptores seguir el rastreo a un participante en una sesión RTP.

En una sesión se requiere que los participantes envíen paquetes RTCP, cuando las sesiones crecen en participantes se requiere limitar la tasa de envío de dichos paquetes de control con el fin de no quitar la capacidad de transporte a la información de usuario en la red y evitar la saturación del sistema.

Para el cumplimiento de estas funciones entre los extremos de la comunicación se intercambia periódicamente paquetes de control que son de los siguientes tipos:

Tabla 1 Tipo de paquetes RTCP

Paquete	Descripción
SR (Sender Report)	Informe de emisor, son generados por participantes que no son emisores en una sesión.
RR (Receiver Report)	Informe del receptor, son los paquetes generados por los receptores en una sesión.
SDE (Source Description)	Descripción de la fuente, este es el paquete que contiene el nombre canónico CNAME.
BYE	Indica el fin de la participación en la sesión.
APP	Indica funciones específicas de la aplicación.

Elaborado por: Henry Sntaxi

2.1.5. Protocolos de Señalización

La función de VoIP es transmitir flujos de audio en paquetes para ser transportados sobre la red IP. Los protocolos son un conjunto de reglas para la gestión de la transmisión de los paquetes de datos sobre la red, específicamente un protocolo de señalización gestiona los mensajes y procedimientos para establecer una comunicación. Para que una terminal IP pueda recibir una indicación de una llamada entrante, una llamada saliente, que una línea está ocupada o que el teléfono del otro extremo está sonando necesita de un protocolo de señalización.

Entre los protocolos de señalización más importantes están: SIP, H323, IAX, SCCP.

2.1.5.1. Protocolo SIP

El protocolo SIP (Session Initiation Protocol) se diseñó para que fuera muy simple, es un protocolo de señalización para iniciar, modificar y terminar sesiones entre uno o más dispositivos, o usuarios participantes, con esto se puede decir que su propósito es el de establecer comunicaciones entre dispositivos multimedia.

Es un protocolo de capa aplicación, séptimo nivel del modelo OSI, que usa el puerto 5060 con UDP o TCP, está basado en cliente-servidor o en un esquema petición - respuesta. Los clientes SIP envían peticiones a un servidor, el cual recibe una

respuesta y así se establece las comunicaciones entre las terminales SIP, permitiendo establecer llamadas de voz directamente sin la intervención de elementos intermedios.

Entre sus principales características están:

- La mayor parte de fabricantes de teléfonos IP soportan este protocolo.
- Posee la capacidad de saber en todo momento en donde se encuentra y el estado del usuario, la movilidad de los usuarios no se ve limitada.
- El protocolo SIP es capaz de conocer si un usuario está disponible o no para poder establecer una comunicación.
- Posee una gestión de la comunicación, realiza un informe de las comunicaciones que se encuentran en progreso, modificaciones, transferencias y finalización de sesiones.

El protocolo SIP es muy similar a HTTP (Protocolo de transferencia de hipertexto, protocolo web) y SMTP (Protocolo para la transferencia simple de correo electrónico), a HTTP porque es un protocolo basado en texto y a SMTP en la forma en que se especifica las direcciones ya que SIP identifica a un usuario por el dominio, ejemplo:

Tabla 2 Ejemplos de direcciones SIP

Usuario	Descripción	Dirección SIP
6001	Perteneciente al dominio "ups.edu.ec"	6001@ups.edu.ec
6001	Perteneciente al dominio con dirección IP 172.17.3.250	6001@172.17.3.250

Elaborado por: Henry Suntaxi

En el protocolo SIP se distinguen tres elementos, (Castillo, y otros, 2010):

- **Cliente:** Estos son los teléfonos IP o softphones que soporten el protocolo SIP se denominan User Agent "UA" en un mismo dispositivo existen dos elementos: agente de usuario cliente "UAC" este es el que genera las

peticiones por ejemplo de llamadas y agente de usuario servidor “UAS” este es el que recibe las peticiones del UAC y responde en secuencia.

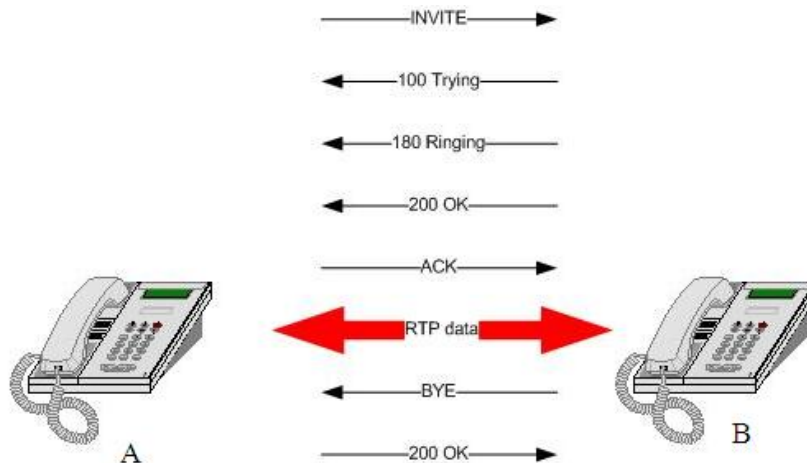
- **Proxy SIP:** También se lo puede denominar servidor SIP, es un elemento de la red cuyo trabajo es el de recibir peticiones de un teléfono y asegurarse que la petición sea enviada o redirigida ya sea al teléfono del destinatario o hacia otro servidor SIP. Los proxys SIP son los elementos que encaminan peticiones SIP a los UAS y respuestas SIP a los UAC, para esto pueden atravesar varios proxys o servidores.
- **Registro SIP:** Normalmente se sitúa en el mismo servidor proxy SIP este registra la ubicación de los UA que está gestionando el proxy SIP, los dispositivo tendrán que primero registrarse para poder establecer una comunicación. Esto lo hace enviando una petición de registro al servidor Proxy SIP quien consulta si el usuario puede ser autenticado y envía un mensaje de OK si la petición es positiva.

A continuación se presenta un ejemplo con un esquema sencillo del proceso de una llamada directa entre dos teléfonos IP como se muestra en la figura 9, el usuario del teléfono A está llamando al usuario del teléfono B, la secuencia o el proceso para el establecimiento de la comunicación es la siguiente:

El teléfono del usuario A llama al usuario del teléfono B, para esto enviará una petición “invite”, en esta petición no solo se encuentra el destino del usuario sino también los codecs que soporta el teléfono, inmediatamente el teléfono B envía una respuesta informativa “100 trying” o tratando. Si el teléfono B está activo indica al teléfono A que la llamada está en curso, es decir que el teléfono B está sonando, para esto envía un “ringing 180” esto es un código de respuesta provisional porque no se sabe si el usuario va a contestar o no. Cuando el receptor en este caso el usuario B contesta se envía un mensaje de respuesta “200 OK” y el usuario A responde con una confirmación “ACK”. En este momento la llamada está establecida y pasa a funcionar el protocolo de transporte RTP, que se emplea para transmitir información de audio y video en tiempo real.

Si el usuario del teléfono A o B cuelga la llamada se envía una solicitud “BYE” al otro usuario y este responde con una confirmación ACK, con esto la llamada o la comunicación es terminada.

Figura 9 Ejemplo de una llamada entre dos teléfonos IP usando el protocolo SIP



Fuente: Centralita IP, SIP & VOIP, 2013

2.1.5.2. Protocolo H323

H.323 es un protocolo estandarizado por la ITU (Unión Internacional de Telecomunicaciones), como un estándar para la transmisión de audio, video y datos a través de las redes IP en tiempo real es totalmente compatible con los sistemas de telefonía tradicional es una alternativa para SIP. El protocolo H323 es un conjunto de normas ITU además está definido para que las empresas fabricantes de equipos para telefonía IP puedan agregar sus propias especificaciones al protocolo, permitiendo que los equipos adquiera nuevas características o capacidades. Es un protocolo para comunicaciones multimedia que hacen referencia a los terminales, equipos y servicios estableciendo una señalización en redes IP, ofrece control y señalización de las llamadas. Es muy rápida comparada con SIP esto debido a que los mensajes de H.323 son binarios mientras que en SIP son de texto.

En un sistema de señalización H323 existen cuatro elementos, (Carballar, 2007, pag. 105):

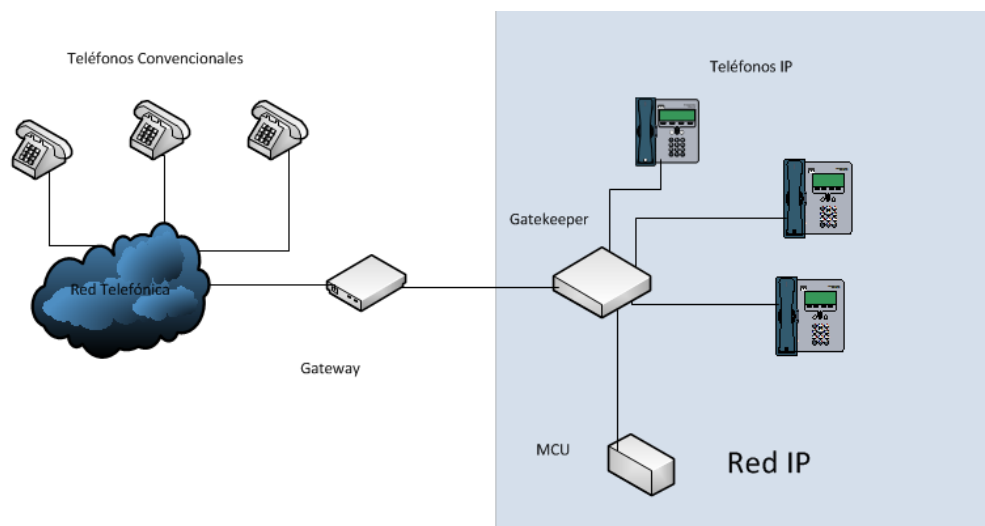
Terminal: Son los dispositivos multimedia con los cuales el usuario establece la comunicación puede ser un software por computadora (Softphone) o un teléfono IP.

Gateway: Es un dispositivo que sirve para conectar equipos que estén en una red diferente, este dispositivo o equipo hace posible que interconecten una red de telefonía IP corporativa con una red de voz como la red de telefonía tradicional.

Gatekeeper: Es un elemento opcional de una red H323, es el punto central de una red de este tipo que controla y gestiona todas la llamadas, se lo puede comparar con el proxy SIP.

Unidad de Control Multipunto (MCU): Es un equipo utilizado para gestión de conferencia entre tres o más usuarios, este dispositivo se encarga de negociar las sesiones con los clientes además de controlar la comunicación y distribuir la información de voz y video, es un dispositivo en la red al cual se conectan los usuarios que van a participar en una video conferencia.

Figura 10 Modelo H323



Elaborado por: Henry Sntaxi

2.1.5.3. Protocolo IAX

El protocolo IAX (Inter-Asterisk exchange protocol) fue diseñado inicialmente como un protocolo de conexiones VoIP entre servidores Asterisk pero hoy en día también

sirve para conexiones entre clientes y servidores que soporten el protocolo ya que se trata de un protocolo de código abierto creado por la empresa Digium que también es la creadora de Asterisk.

IAX implementa su propio mecanismo de transmisión de voz, para evitar los problemas de NAT (Network Address Translation) el protocolo IAX usa como protocolo de transporte UDP normalmente sobre el puerto 4569, todo el tráfico de datos se realiza a través de este único puerto tanto la señalización como el tráfico de voz, es menos propenso a problemas de NAT y le permite pasar los routers y firewalls de manera más sencilla. En un mismo flujo de datos puede contener información de varias conversaciones al mismo tiempo esto es lo que se denomina trunking o un enlace troncal para esto lo que se hace es enviar en un solo paquete de UDP información de señalización y de voz de una o más llamadas, todo este tráfico de señalización y voz pasa siempre por el servidor a diferencia de otros protocolos como el SIP en donde dos teléfonos pueden comunicarse enviando señalización por el servidor pero el tráfico de voz puede ir de un teléfono a otro sin necesidad de pasar por el servidor, esto puede significar mucho ahorro del ancho de banda.

El protocolo IAX ahora se refiere generalmente al IAX2, la segunda versión del protocolo IAX2 que fue creado y estandarizado en el 2004 por la empresa Digium. Un inconveniente con este protocolo es que no está extendido entre los proveedores o fabricantes de hardware o software.

2.1.5.4. Protocolo SCCP

El protocolo SCCP (Skinny Client Control Protocol), es un protocolo propietario de Cisco Systems es el que realiza la señalización entre el Call Manager Cisco y el teléfono IP o un Cisco IP communicator que es el Softphone Cisco, un cliente skinny utiliza TCP/IP para conectarse a los Call Managers y así poder transmitir las llamadas. Para transportar el audio utiliza RTP, UDP e IP. El término "skinny" refleja que SCCP es un protocolo sencillo y sin complicaciones que requiere un pequeño procesamiento de computadora. Con skinny los terminales pueden ser teléfonos IP o softphones instalados en un computador.

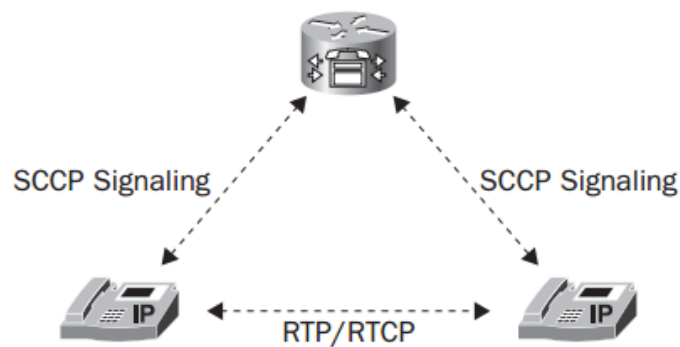
En una arquitectura SCCP todos los clientes deben comunicarse con el CUCM, para poder realizar la comunicación o llamadas el CUCM maneja el control y establecimiento de la llamada, el teléfono sólo es responsable de la transmisión de los paquetes RTP/RTCP. Los mensajes SCCP se transportan a través del puerto TCP 2000. SCCP utiliza TCP para el transporte, los mensajes pueden utilizar funcionalidades tales como la corrección de errores y la entrega garantizada de paquetes.

Cuando un teléfono este habilitado puede registrarse en el CUCM y este pide cierta información al teléfono como: la dirección IP, el ID de estación, tipos de dispositivos y los codecs. El CUCM utiliza mensajes SCCP para conexiones abiertas a los teléfonos del cliente. Keepalive es un mensaje enviado por un dispositivo a otro en intervalos específicos para verificar que la comunicación entre los dos está funcionando. Si el CUCM recibe un cierto número de respuestas “no conexión” durante un período de tiempo, la información almacenada se borra de la memoria del CUCM hasta que el dispositivo se vuelve a conectar, momento en el que el teléfono tendrá que volver a enviar la información al CUCM.

Una vez que la información del teléfono está registrada en el CUCM, SCCP se vuelve a utilizar para enviar toda la información que el teléfono necesita, incluyendo su número de teléfono, plantillas de botones, la hora y fecha de sincronización, así como otras opciones de configuración y pantallas.

Los mensajes se envían continuamente entre el teléfono y el CUCM así como todo lo que un usuario realiza en un teléfono. Por ejemplo, cuando un usuario levanta el auricular se envía un mensaje de notificación “off – hook” desde el teléfono a través de SCCP para el CUCM. El CUCM envía todo lo que el teléfono debe hacer en respuesta al mensaje “off – hook”. Esto incluye el mensaje que se muestra en la pantalla LCD del teléfono, las teclas programables que se van a mostrar, y la señal de tono de llamada. SCCP es una tecnología de cliente-servidor, ya que el control del teléfono se mantiene estrictamente por el Communications Manager. Es importante tener en cuenta que el modelo cliente-servidor entre el terminal o dispositivo y el CUCM es sólo para señalización, los paquetes de voz encapsulados en RTP y los datos de control RTCP se transportan directamente desde un extremo al otro.

Figura 11 Tráfico de flujo SCCP y RTP/RTCP



Fuente: CCNA Voice Study Guide, Andrew Froehlich, 2010, Pág. 93

2.1.6. Codec

El codec hace referencia a la conversión de una señal analógica a una señal de audio digital para que pueda ser transmitido por la red IP, por lo que se trata de un codificador-decodificador, según el codec que se utilice se puede saber aproximadamente cual es el consumo del ancho de banda, en la transmisión por la red IP.

Los codecs que se utiliza en VoIP son:

- **G.711**

Este codec es el que requiere mayor ancho de banda pero es el codec de mayor calidad ya que la calidad de audio es óptima y el consumo es moderado. Proporciona un flujo de datos de 64 Kbps. Este codec requiere un procesamiento muy lento, necesita un mínimo de 128 Kbps para una comunicación bidireccional. Es un estándar de la ITU y está disponible casi en cualquier teléfono IP.

- **G.729**

Se utiliza en aplicaciones de voz sobre IP ya que optimiza el ancho de banda, requiere de 8 Kbps para alcanzar una calidad parecida pero algo inferior a

G.711, tiene una carga computacional elevada ya que el consumo del CPU es mayor debido a las tareas de compresión. También pueden suministrar tasas de 6,4 Kbps y 11,8 Kbps para peor o mejor calidad respectivamente, para este codec también es necesaria una licencia para su uso ya que está sujeto a patentes, si se utiliza este codec se debe pagar una por cada uso simultáneo que se haga del codec.

- **G.726**

Es un estándar de la ITU –T es un codec de voz que opera a velocidades de 16 - 40 kbps el modo comúnmente utilizado es en 32 Kbps, se utiliza en troncales internacionales en la red de telefonía y es el codec estándar utilizado en sistemas de teléfonos inalámbricos.

- **G.723**

Permite comprimir más la señal de audio, por este motivo permite tener más llamadas simultáneas, pero a razón de perder un poco más la calidad de audio, existe también el codec G.723.1 que es muy diferente de este se usa generalmente en aplicaciones para grabación de voz, este codec ofrece una alta compresión con audio de alta calidad, pero para su uso es necesario una licencia.

- **GSM**

Su nombre original es Regular Pulse Excitation-Long Term Prediction, pero es más conocido como GSM por su uso en este tipo de redes. Este codec codifica a 13 Kbps con un consumo de CPU medio y no requiere el pago de licencia y es soportado por gran cantidad de plataformas de hardware y software.

- **ILBC**

Se trata de un codec gratuito, desarrollado por Global IP Solutions, que es utilizado en aplicaciones de voz sobre IP, streaming de audio y mensajería. El codec está diseñado para banda estrecha y opera a velocidades de 13,33 Kbps con una longitud de trama de codificación de 30 ms y 15,20 Kbps con una longitud de codificación de 20 ms.

Tabla 3 Comparación de algunos codecs de audio

Nombre	Bit rate (Kbps)	Audio Útil (Bytes)	Ancho estimado (Kbps)	Latencia (ms)	Observaciones
G.711	64	240	85	30	PCM. Existen dos versiones “ulaw” (U.S, Japón) y “alaw” (Europa).
G.729	8	20	24	20	G729: Codec original.
G.726	32	80	48	20	ADPCM. Sustituye a los codecs G.721 y G.723.
G.723.1	6.4	24	17	30	Alta comprensión manteniendo una buena calidad de sonido.
GSM	13,2	33	29,2	20	Es soportado en gran cantidad de plataformas hardware y software.
ILBC	15,2	57	25,8	30	Su soporte en dispositivos es reducido. Requiere importante procesamiento de sonido.

Fuente: Gómez & Montoya, 2008. Pág. 58

2.1.7. Calidad de Servicio QoS

Con la telefonía IP y VoIP se debe tener en cuenta la calidad de servicio ya que IP es un sistema basado en conmutación de paquetes y por tanto la información no viaja siempre por el mismo camino. Esto produce efectos como la pérdida de paquetes, jitter y retardo o latencia.

Las comunicaciones VoIP son en tiempo real por lo que estos efectos son muy molestos y perjudiciales en este tipo de comunicaciones, deben ser reducidos o evitados. No hay una solución que se pueda implementar de manera sencilla para

evitar esto, muchas veces depende de los equipos por los que pasan los paquetes, es decir, de la red misma, Pero lo que se puede hacer es reservar el ancho de banda de la red para voz sobre IP.

Los principales problemas en cuanto a la calidad del servicio (QoS) de una red de VoIP son:

- **Latencia**

La latencia se define como el tiempo que tarda un paquete en llegar desde su origen hasta su destino también se lo conoce como retardo y es de mucha importancia en la calidad de VoIP, los retardos superiores a 400 ms son considerados como pausas que producirían la sensación de no estar en una comunicación de tiempo real. Según la recomendación ITU-T G.114 un retardo aceptable para VoIP es menor a 150 ms. (Huidrobo & Pastor, 2006, pág. 296).

- **Jitter**

El jitter es la variación del tiempo en la llegada de los paquetes, causada por congestión de tráfico en la red, pérdida de sincronización o por las diferentes rutas seguidas por los paquetes para llegar al destino, este es uno de los problemas que deben ser evitados ya que por ejemplo no sería adecuado que cuando se envíe el mensaje “Hola como estas”, lleguen en desorden por ejemplo primero “como” y luego “Hola”, esto sería perjudicial en una comunicación de VoIP.

- **Eco**

Las características anteriores (latencia y jitter), pueden producir eco sobre la señal telefónica, el escuchar la propia voz por el teléfono puede causar interrupciones e incluso finalizar una comunicación por lo cual es necesario el uso de canceladores de eco.

La cancelación de eco es el proceso de remover el eco de la comunicación de voz para mejorar la calidad de la llamada, para esto el dispositivo emisor recuerda la señal de audio que se ha transmitido, y si le llega la misma señal poco tiempo después, el dispositivo reconoce la señal como eco y la elimina.

2.1.8. Ancho de Banda requerido para la transmisión de voz sobre IP

Un punto fundamental en el diseño de redes para el transporte de voz sobre IP, es el cálculo del ancho de banda necesario para la prestación adecuada del servicio, para esto se debe calcular el ancho de banda que ocupa este tipo de transmisión.

Para encontrar el ancho de banda adecuado para la transmisión de voz sobre IP se debe tomar en cuenta dos parámetros: El número de llamadas simultáneas y el ancho de banda necesario en una llamada.

El cálculo del ancho de banda necesario en una llamada en un solo sentido se realiza de la siguiente manera:

Cálculo del tamaño de las tramas de voz, para esto se utiliza la fórmula:

$$\text{Tamaño de trama} = \text{Payload} + \text{Enc. 3} + \text{Enc. 2}$$

Dónde:

Payload: dependiendo del codec a utilizarse, en bytes

Enc 3: Tamaño de los encabezados de capa 3 y superiores, en bytes.

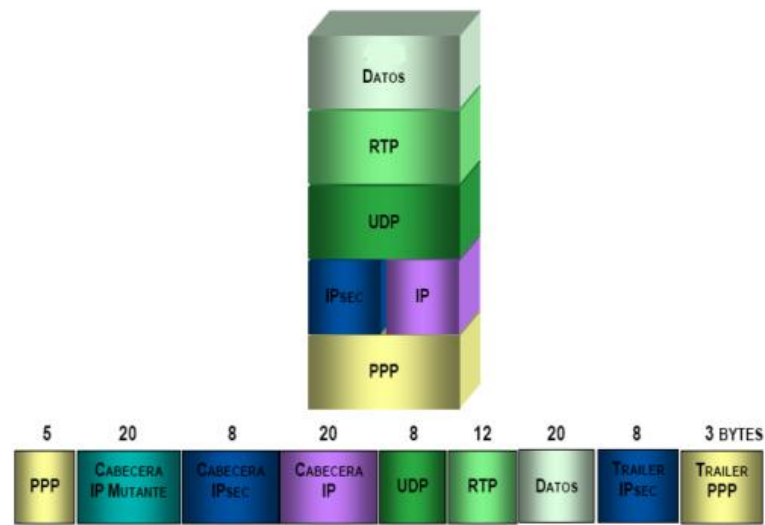
Enc 2: Tamaño del encabezados de capa 2, en bytes.

Como ejemplo para el cálculo se usa el codec G711, este codec es el que se usará para este proyecto piloto debido a la calidad de voz y características mencionadas en la sección 2.6, los parámetros principales de este codec son:

- Tamaño de Payload por paquete: 160 bytes.
- Tipo de tecnología en capa 2: Ethernet.
- Tamaño de la cabecera en capa 2: 14 bytes.

El encapsulamiento de la voz sobre IP se realiza de la siguiente manera:

Figura 12 Encapsulamiento de voz sobre IP



Fuente: Romero& Muñoz, 2012

El valor del tamaño de la cabecera de capa 3 es:

$$IP (20 \text{ bytes}) + UDP (8 \text{ bytes}) + RTP (12 \text{ bytes}) = 40 \text{ bytes}$$

Por lo que el valor del tamaño de la trama de voz es:

$$\text{Tamaño de trama} = 160 \text{ bytes} + 40 \text{ bytes} + 14 \text{ bytes} = 214 \text{ bytes}$$

Para continuar el cálculo, es necesario convertir el tamaño expresado en Bytes a bits (1 Byte = 8 bits).

$$\text{Tamaño de Trama (bits)} = 214 \text{ Bytes} * 8 \text{ bits/ Bytes} = 1712 \text{ bits / trama}$$

Para calcular el ancho de banda requerido para una llamada se debe multiplicar el tamaño de la trama por la cantidad de tramas que el codec genera por segundo. El codec G.711 para la digitalización de genera 50 tramas por segundo.

$$BW/llamada = \text{tamaño de la trama} * \text{tramas por segundo del codec}$$

$$BW/llamada = 1712 \text{ bits/tramas} * 50 \text{ tramas/segundo} = 85600 \text{ bps}$$

Por lo tanto una llamada utilizando el codec G.711 requiere 85,6 Kbps para la transmisión de voz. Las comunicaciones son bidireccionales por lo que el ancho de banda seria de aproximadamente 171,2 Kbps.

Para una implementación de este servicio el ancho de banda requerido es el resultado de la multiplicación del ancho de banda por llamada por el número de llamadas simultáneas, por lo que la fórmula para este cálculo es:

$$BW_{requerido} = BW_{llamada} \times \text{llamadas simultáneas}.$$

Por ejemplo suponiendo que se realicen 10 llamadas simultáneas el ancho de banda requerido utilizando el codec G.711 es:

$$BW_{requerido} = 171,2 \text{ Kbps} \times 10 = 1712 \text{ Kbps}.$$

2.2. Asterisk

2.2.1. ¿Qué es Asterisk?

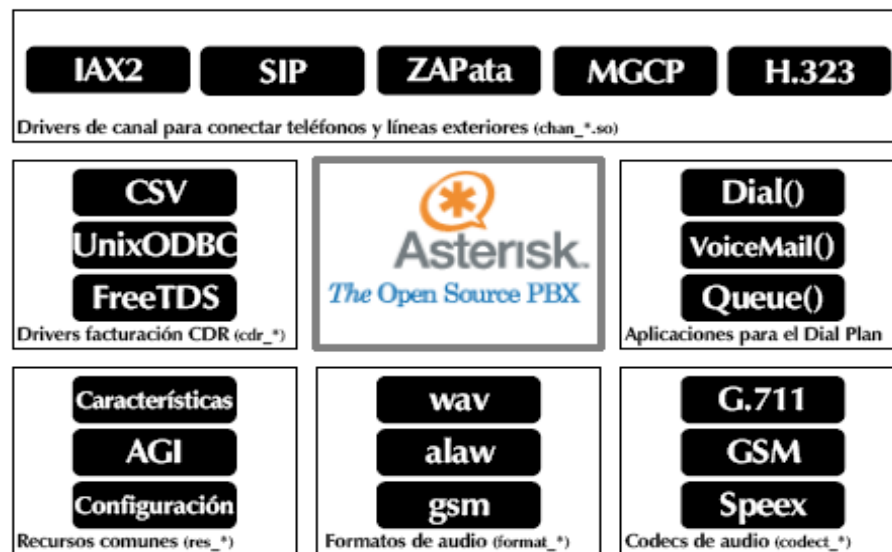
Asterisk es una completa central telefónica PBX por software que usa licencia de software libre (GPL) y fue desarrollado por la empresa Digium, es una aplicación de código abierto es decir que cualquier persona lo puede usar, modificar y redistribuir el código libremente ya que fue diseñada para plataformas GNU/Linux.

Permite diseñar un sistema de telefonía IP con muchas funcionalidades que van de acuerdo a los requerimientos de la empresa, institución u organización que requiera un sistema de telefonía IP basado en Asterisk, admite una variedad de protocolos y codecs y soporta diferentes tarjetas analógicas y digitales de cualquier fabricante de tarjetas genéricas.

2.2.2. Arquitectura

Asterisk está diseñado para que el usuario pueda decidir que partes o módulos quiere utilizar.

Figura 13 Arquitectura de Asterisk



Fuente: Proyecto fin de master: Instalación de un sistema VoIP corporativo basado en Asterisk, Sierra, 2008

Como se observa en la figura 13, estos módulos se dividen en siete categorías:

Core: Es el núcleo de Asterisk incluye las funciones básicas y la carga de módulos.

Recursos: Aportan funciones adicionales al core como la de leer ficheros de configuración, por ejemplo el fichero sip.conf que es en el que se configura los usuarios que utilizan el protocolo SIP.

Canales: Permite que Asterisk maneje dispositivos de una determinada tecnología, como el módulo chan_sip que maneja los dispositivos SIP.

Aplicaciones: Permite a varios módulos de tareas cumplir funciones como: conferencias, directorios telefónicos, correo de voz en la línea de transmisión de datos, aplicaciones personalizadas y cualquier otra tarea, es la caja de herramientas de Asterisk.

CDR: Estos módulos controlan la escritura de registro telefónico generado por Asterisk, almacena todo el tráfico de llamadas tanto entrantes como salientes en bases de datos. En esas bases de datos está identificado el teléfono o extensión que se ha visto involucrado en la llamada, duración de la llamada, hora de inicio y final, etc.

Codecs: Codifica y decodifica la información de audio y video usados en la telefonía IP. Asterisk dispone de distintos codecs.

Formato: Estos módulos permiten que Asterisk entienda y maneje distintos formatos como GSM, ulaw, alaw, mp3, wav etc.
(Gómez & Gil 2008, pág. 63-64).

2.2.3. Características principales de Asterisk

Asterisk proporciona algunas características, funcionalidades básicas y avanzadas para un sistema de telefonía IP, algunas de las funciones básicas que se dispone con Asterisk son: transferencia, música en espera, registro de llamadas, conferencia, transferencia de llamadas, buzón de voz por mail (Voice Mail), llamada en espera, identificador de llamadas, etc.

Entre las funciones avanzadas el más común es IVR (Respuesta Interactiva de Voz), es la gestión de llamadas con menús interactivos, permite a los usuarios interactuar con una base de datos a través de teclado del teléfono o comandos de voz, encaminamiento de llamadas por el proveedor de telefonía más económico, integración con todo tipo de aplicaciones externas, gestión y control remoto de Asterisk, base de datos, usuarios, llamadas, extensiones, proveedores.

2.2.3.1. Codec

Asterisk soporta los siguientes codecs:

- G.711
- G.723.1
- G.726
- G.729
- GSM
- ILBC
- Linear

- LPC-10
- Speex

2.2.3.2. Protocolos

Los protocolos de señalización de telefonía IP, que Asterisk soporta son los siguientes:

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

2.2.3.3. Funciones como central telefónica

- Se puede utilizar la virtualización (mediante VMWare o VirtualBox). La virtualización permite que múltiples máquinas virtuales con sistemas operativos heterogéneos puedan ejecutarse individualmente en la misma máquina. Cada máquina virtual tiene su propio hardware virtual como la memoria RAM, tarjetas de red, CPU, etc.
- Soporta líneas de telefonía analógica, líneas RDSI (Red Digital de Servicios Integrados).
- Transferencia de llamadas.
- Buzón de Voz, aquí se presentan otras funciones como el envío del mensaje al correo electrónico del usuario.
- Música en espera.
- Ruteo de llamadas entrantes y salientes.
- Registro y listados de llamadas entrantes y salientes, con gráficas de consumo.
- Grabación de llamadas entrantes y salientes y monitoreo de llamadas en curso.
- Soporta videoconferencia con protocolos SIP e IAX2.

- Entorno gráfico de configuración y administración vía web.
- Soporta teléfonos IP fijos, móviles Wi-Fi y softphone.
- Soporta redes Ethernet 10/100/1000 Mbits/s.

2.2.4. Ventajas de Asterisk

Asterisk es una solución de telefonía IP que se implementa ampliamente alrededor del mundo por muchas ventajas que provee, algunas de las ventajas son:

- Asterisk es un software gratuito y el código fuente puede ser modificado o mejorado por cualquier persona, y se la puede descargar desde el internet las diferentes versiones y actualizaciones del software.
- Existe una variedad de softphones que son gratuitos y también se los puede descargar del internet, se puede conseguir teléfonos IP físicos a precios cómodos que son compatibles con Asterisk aunque esto depende mucho del tipo de protocolo que se esté utilizando en el sistema de telefonía IP. Incluso es posible conectar teléfonos analógicos a la central mediante un adaptador ATA.
- Asterisk trabaja con cualquier tarjeta de telefonía compatible no necesariamente las creadas por Digium.
- No es necesario tener un conmutador PBX físico en la oficina, esto representa ahorro de energía y espacio.
- Ahorro de consumo en llamadas entre oficinas, sucursales y de larga distancia ya que se puede utilizar una infraestructura de la red ya establecida y el internet para comunicaciones a larga distancia.
- Asterisk dispone de todas las funcionalidades de un sistema de telefonía que proporciona las centrales de telefonía IP propietarias como: Cisco, Avaya, Alcatel, Siemens, etc.

2.2.5. Desventajas de Asterisk

- Una de las principales desventajas es que para su configuración y administración se requiere algo de práctica trabajando con sistemas operativos basados en GNU/Linux.

- Asterisk podría tener algunos problemas con la seguridad debido a su cierta complejidad que podría hacer un sistema telefónico menos confiable.

2.2.6. Configuraciones en Asterisk

La configuración y administración de Asterisk se puede realizar por interfaz web o por línea de comandos CLI (Interfaz de Línea de Comandos) en modo administrador.

Los principales archivos de configuración de Asterisk se encuentran ubicados en el directorio: `/etc/asterisk`, estos archivos son:

- **zaptel.conf / zapata.conf:** En este archivo se realizan las configuraciones de líneas y extensiones analógicas y digitales.
- **sip.conf:** Configuración de extensiones y conexiones o troncales con otras centrales de telefonía IP como Asterisk, Cisco, etc. Esto utilizando el protocolo de señalización SIP.
- **h323.conf / oh323.conf:** Configuración de extensiones y conexiones o troncales con otras centrales de telefonía IP como Asterisk, Cisco, etc. Utilizando el protocolo de señalización H323.
- **mgcp.conf:** Configuración de extensiones MGCP.
- **Iax.conf:** Configuración de extensiones y conexiones con otras centrales de telefonía IP basadas en Asterisk u otras centrales que soporten el protocolo.
- **voicemail.conf:** Configuración del sistema de mensajería de voz.
- **extensions.conf:** Configuración del plan de numeración interno y externo, enrutamiento de llamadas, etc. Se podría decir que es el fichero de configuración más importante.
- **musiconhold.conf:** Configuración de música en espera para el sistema de telefonía IP.

Existen otros archivos de configuración pero para un sistema de telefonía IP estos serían los más importantes.

2.3. Cisco Unified Communications Manager “CUCM”

2.3.1. ¿Qué es el CUCM?

El Cisco Unified Communications Manager es un software para el procesamiento de llamadas, servicios y aplicaciones para un completo sistema de telefonía IP desarrollado por Cisco Systems. En un sistema Cisco Unified Communications Manager se configuran las extensiones, su comportamiento y los permisos de llamada de cada usuario. Además de las características tradicionales de telefonía, proporciona capacidades avanzadas, como: vídeo, mensajería unificada, servicios de conferencia, sistemas interactivos de respuesta multimedia, etc. En un sistema de telefonía IP de clase empresarial se puede tener un sistema de procesamiento de hasta 40.000 usuarios. (Finke & Hartmann, 2012, pág. 1-2)

Entre las funciones principales están:

- Procesamiento de llamadas.
- Señalización y control de dispositivos.
- Administración del Dial Plan.
- Administración de las funciones del teléfono.
- Directorio de servicios.
- Las operaciones, administración, mantenimiento y aprovisionamiento (OAM & P).
- Cisco Unified IP Interactive Voice Response (IP IVR), para respuestas de voz interactivas.

2.3.2. Funciones de un CUCM

El CUCM provee características y funciones de telefonía empresarial a los dispositivos de red dentro de un sistema de telefonía IP. Estos dispositivos de red incluyen: teléfonos IP Cisco, dispositivos y aplicaciones multimedia, gateway VoIP, datos, voz y video, mensajería convergente, conferencias multimedia, call center con sistemas interactivos de respuesta multimedia.

El CUCM proporciona las siguientes funciones:

Procesamiento de llamadas: Esto se refiere al proceso de inicio, enrutamiento, y terminación de las llamadas, incluyendo facturación y los procesos estadísticos de llamadas.

Señalización y control del dispositivo: El CUCM establece todas las conexiones de señalización entre puntos finales y dirige a los dispositivos para establecer y terminar conexiones streaming. Señalización también se conoce como control de llamadas.

Administración del dial plan: El plan de marcado es un conjunto de listas configurables que el CUCM utiliza para realizar el enrutamiento de llamadas. CUCM es responsable de analizar los dígitos de todas las llamadas, es decir primero analiza los dígitos introducidos para saber a dónde direccionar la llamada. CUCM permite a los usuarios crear planes de marcado escalables.

Administración de teléfonos: CUCM dispone de servicios como: llamada en espera, transferencia, desvío de llamadas, conferencia, marcación rápida, rellamada, parqueo de llamadas, y muchas otras características para teléfonos IP y gateways.

Directorio de servicios: CUCM utiliza su propia base de datos para almacenar la información del usuario. La autenticación de usuarios se realiza de forma local o de un directorio externo. La sincronización de directorios permite la gestión centralizada de usuarios.

Interfaz de programación para aplicaciones externas: CUCM proporciona una interfaz de programación para aplicaciones externas como Cisco IP Softphone, Cisco Unified IP Interactive Voice Response (IVR IP), Asistente Personal Cisco, Cisco Unified Personal Communicator, etc.

Copia de seguridad y restauración de herramientas: CUCM ofrece un sistema de recuperación de desastres (DRS) para realizar copias de seguridad y restaurar la base de datos de configuración del CUCM. El sistema DRS también realiza copias de seguridad de los registros de detalles de las llamadas (CDR).

2.3.3. Arquitectura Del Cisco Unified Communications Manager

2.3.3.1. Cisco Unified Communications

Cisco Unified Communications (UC) es un sistema de comunicación IP para la integración de voz, video, datos y aplicaciones. Las comunicaciones unificadas eliminan las barreras geográficas con una comunicación efectiva a través del uso de la voz, el vídeo y la integración de datos.

Cisco Unified Communications es parte de una solución integrada que incluye la infraestructura de red, servicios de seguridad, movilidad, productos de administración de red, flexibilidad y opciones de gestión externa, etc.

2.3.3.2. Componentes de un Cisco Unified Communications

La estrategia de Cisco UC abarca el tráfico de voz, vídeo y datos en una única infraestructura de red. Los equipos para un sistema de Cisco UC es capaz de manejar los tres tipos de tráfico y la interconexión con todos los protocolos de red basados en estándares.

Cisco IP Communications representa una forma de entregar la funcionalidad de comunicaciones unificadas para los clientes empresariales. Cisco UC es un conjunto integrado de productos que han sido probados, documentados y apoyados como un sistema. Los componentes de un Cisco Unified Communications son:

Infraestructura: La infraestructura se compone de routers, switches y gateways de voz. La capa de infraestructura lleva datos, voz y vídeo entre todos los dispositivos de red y aplicaciones. Esta capa también proporciona alta disponibilidad, gestión, calidad de servicio (QoS), y seguridad.

Figura 14 Infraestructura de un Cisco Unified Communications



Fuente: Implementing Cisco Unified Communications Manager, Part 1 (CIPT 1), Finke & Hartmann, 2012, Pág. 3

Control de llamadas: La capa de control de llamadas proporciona el procesamiento de llamadas, control de dispositivos y la administración del plan de marcado. El control de llamada puede ser proporcionado por un: CUCM, Express CUCM, o CUCM Business Edition (CMBE). El procesamiento de llamadas es físicamente independiente de la infraestructura.

Figura 15 Control de llamadas de un Cisco Unified Communications



Fuente: Implementing Cisco Unified Communications Manager, Part 1 (CIPT 1), Finke & Hartmann, 2012, Pág. 3

Capa de aplicación: Las aplicaciones son independientes de las funciones de control de llamada y el procesamiento de voz de la capa infraestructura. Las solicitudes son integradas a través de IP, que permite a las aplicaciones estar en cualquier lugar dentro de la red, por ejemplo:

- Correo de voz, mensajería integrada y unificada, las aplicaciones de mensajería lo proporciona a través de Cisco Unity, Cisco Unity Express o Cisco Unity Connections products.
- El servidor Cisco Unified Presence recoge la información sobre la disponibilidad y capacidades de comunicación de un usuario y proporciona esta información para los otros usuarios disponibles como una indicación de estado. La información de estado incluye la disponibilidad del usuario, dispositivo de comunicaciones. Por ejemplo, un usuario podría estar disponible a través del teléfono para videoconferencia.

Figura 16 Capa Aplicación de un Cisco Unified Communications



Fuente: Implementing Cisco Unified Communications Manager, Part 1 (CIPT 1), Finke & Hartmann, 2012, Pág. 3

Dispositivos finales: La capa de dispositivos finales trae aplicaciones para el usuario, los dispositivos finales pueden ser: teléfonos IP de Cisco, una PC usando un teléfono basado en software, un cliente de comunicaciones o un terminal de vídeo. Cisco UC provee protocolos como SCCP, H.323, MGCP y SIP.

Figura 17 Dispositivos finales de un Cisco Unified Communications



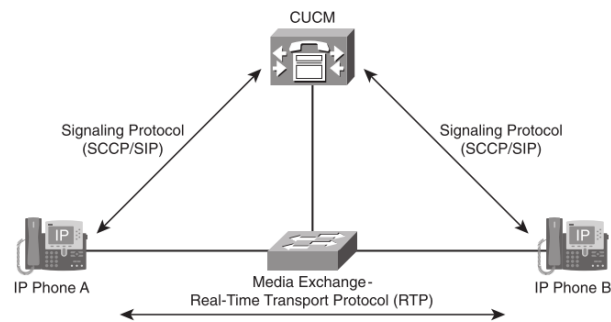
Fuente: Implementing Cisco Unified Communications Manager, Part 1 (CIPT 1), Finke & Hartmann, 2012, Pág. 3

2.3.3.3. Señalización y rutas de acceso a medios del CUCM

CUCM utiliza SIP o SCCP para comunicarse con los teléfonos IP de Cisco, para el establecimiento de la llamada y para tareas de servicios complementarios. Después de que una llamada se ha establecido, los medios de intercambio se produce directamente entre los teléfonos IP de Cisco a través de la red IP, utilizando Real Time Transport Protocol (RTP) para llevar el audio.

El servidor CUCM no interviene en una llamada después de que esta se ha establecido. Si el servidor CUCM se desconecta durante la llamada, los usuarios no notarían esta desconexión a menos que el teléfono este utilizando alguna aplicación. CUCM se ocupa solamente del establecimiento de llamadas, desmontaje y características. Si el servidor CUCM al momento de establecer una llamada se cae o desconecta durante una conversación, en los usuarios finales se mostrará un mensaje "CM Down, Features Disabled" en la pantalla LCD del teléfono IP.

Figura 18 CUCM señalización y rutas de acceso a medios



Fuente: Implementing Cisco Unified Communications Manager, Part 1 (CIPT 1),
Finke, Hartmann, 2012, Pág. 8

Al comienzo de una llamada un usuario en el teléfono IP al levantar el auricular, se envía un mensaje al servidor CUCM indicando que el dispositivo se encuentra descolgado “off-hook”. El servidor CUCM responde a este estímulo con un mensaje que indica al dispositivo reproducir un tono de marcación que se almacena en la memoria flash del teléfono. El usuario en el teléfono A escucha el tono de marcado y comienza a marcar el número telefónico del usuario B. Los teléfonos con SCCP envían estos dígitos que está marcando el teléfono A hacia el CUCM a medida que se presionan es decir dígito a dígito, mientras que los teléfonos SIP envían los dígitos marcados de forma predeterminada en un mensaje (bloque de señalización). El servidor CUCM realiza el análisis de los dígitos marcados, si se encuentra una coincidencia el CUCM enruta la llamada de acuerdo a la configuración que se encuentre establecida en el CUCM, si este no encuentra una coincidencia se enviará a la persona que llama un tono de ocupado o de congestión.

El CUCM envía una señal al usuario en el teléfono A con el cual escuchará un tono de llamada y con esto podrá comenzar a marcar los dígitos con el número de destino que requiera comunicarse. El CUCM también envía una señal de llamada en el teléfono de destino, que reproduce el tono del teléfono es decir el teléfono comienza a timbrar. Se proporciona cierta información adicional a los teléfonos para indicar el nombre del usuario que llama así como el número. (Teléfono A mostrará el nombre del dispositivo de destino y el número, el teléfono B mostrará el nombre y el número del usuario que está llamando.)

Cuando el usuario en el teléfono B acepte la llamada, el CUCM envía un mensaje a los dispositivos haciéndoles saber el socket IPv4 (dirección IPv4 y número de puerto) información en la que deben comunicarse por la duración de la llamada. La ruta de acceso a medios RTP se abre directamente entre los dos teléfonos.

Los teléfonos IP de Cisco no requieren ninguna otra comunicación con el CUCM, solo si uno de los teléfonos requiere una función adicional tales como transferencia de llamadas, conferencia, o la terminación de llamadas, se comunicará otra vez con el CUCM.

2.3.4. Características del Cisco Unified Communications Manager

Algunas de las características del Cisco Unified Communications Manager son:

- Desvío incondicional, si no contesta, si está ocupado.
- Llamada en espera.
- Aparcamiento de llamadas.
- Transferencias y conferencias.
- Música en espera.
- Bloqueos de llamada.
- Operadora automática.
- Monitorización de líneas.
- Red única de voz y datos.
- Buzón de voz / Mensajería Integrada con correo.
- Administración del plan de marcación.
- Administración de las características de los teléfonos.
- Creación y mantenimiento del directorio telefónico.

2.3.5. Ventajas del CUCM

- Las aplicaciones que vienen incluidas garantizan que la calidad de servicio se cumpla a través de los enlaces, además se proporciona una interfaz web para supervisar el sistema y para administrar los servicios, existe también una

interfaz de programación en la que el cliente puede agregar, eliminar, ejecutar comandos de la base de datos e incluye un componente que mejora la seguridad.

- Ampliar las capacidades de vídeo a través de una única infraestructura de comunicaciones unificadas.
- Simplificar los sistemas de voz con las comunicaciones unificadas para reducir costos.
- Mejorar la colaboración al iniciar una sesión de mensajería instantánea, iniciar una llamada telefónica, o iniciar fácilmente una llamada de videoconferencia.
- Escalable: soporta hasta 40.000 usuarios con cada grupo de Cisco Unified Communications Manager.
- Distribuible: obtener escalabilidad, redundancia y balanceo de carga.
- Tener conectividad a cualquier dispositivo, sin importar en donde estén ni el tipo de resolución o cámara que disponga.
- Un solo dispositivo de red proporciona facilidad de instalación y mantenimiento.

2.3.6.Desventajas del CUCM

- Costos elevados de hardware y dispositivos.
- Costos altos de licenciamiento.
- Soporte únicamente de Cisco.

2.3.7.Licencias del Cisco Unified Communications Manager

Las Licencias para el uso del CUCM se iniciaron desde la versión 5.0. El CUCM realiza un seguimiento preciso de los registros de dispositivos activos en comparación con las unidades de licencias que se han adquirido. La ejecución de la licencia se produce en el momento que se registra un teléfono IP al CUCM.

El editor es un servidor de licencias. El servidor de licencias es el componente lógico que realiza un seguimiento de las licencias adquiridas y utilizadas. Si el editor no

funciona los teléfonos nuevos no pueden registrarse, y ningún cambio en la configuración será permitido.

El CUCM realiza el seguimiento y cumplimiento de las licencias para dispositivos, aplicaciones y software, de la siguiente manera:

Licencias de dispositivos: Realiza un seguimiento y cumplimiento del número máximo de dispositivos que pueden registrarse en la base de datos del CUCM. Los puntos de ruta y puertos CTI no se aplican.

Licencias de aplicaciones: Licencias de aplicaciones se requiere para cada servidor de procesamiento de llamadas que ejecuta el servicio Call Manager. Están atadas a la dirección MAC de la tarjeta de interfaz de red (NIC) del servidor.

Licencias de software: Están ligadas a la versión principal del software. Las licencias de software son necesarias para la actualización de un CUCM.

Existen dos tipos de identificadores de producto (ID) que están disponibles y son:

Licencias de dispositivo Cisco: Unidades de licencia de dispositivo (DLU) Cisco, corresponden solamente a dispositivos Cisco.

Licencias de dispositivos terceros: Se refiere a otros fabricantes DLU se pueden convertir en unidades de Cisco, pero no al revés.

El número de DLU consumidos depende del tipo de dispositivo y la capacidad del teléfono. El número de unidades requeridas por dispositivo se puede ver en la interfaz de administración del CUCM. DLU es independiente del dispositivo. Los principales componentes del archivo de licencia es el siguiente:

- Dirección MAC del servidor de licencias.
- Versión principal del software CUCM.
- Número de licencias de nodo (número de servidores CUCM en clúster).
- Número de DLU.

2.4. Comparación entre Asterisk y CUCM

Una vez revisada las características, ventajas, desventajas y funcionamiento tanto de Asterisk como del CUCM, se presenta a continuación una tabla con una comparación entre ambas centrales telefónicas una basada en software libre como lo es Asterisk y otra propietaria como el Cisco Unified Communications Manager.

Tabla 4 Comparaciones entre Asterisk y CUCM

Características	Asterisk	CUCM
Disponibilidad	Si	Si
Sencillez	Si	Si
Movilidad	Si	Si
Video	Si	Si
Integración con aplicaciones ya desarrolladas	Si	Algunas aplicaciones
Capacidad	Depende del Hardware Servidor	30000
Funcionalidades		
Llamada en Espera	Si	Si
Conferencias	Si	Si
Transferencia de Llamadas	Si	Si
Colas de Llamadas	Si	Si
Call Center	Si	Si
Mensajería de Voz	Si	Si
Interfaz Web	Si	Si
Caller ID	Si	Si
Estacionamiento de llamadas	Si	Si
Seguridad	Depende de la configuración	Si
Escalable	Si	Si
Plataformas soportadas	Linux – Windows - MAC	Windows

Fuente: Piedra& Solórzano, 2011

CAPÍTULO 3

SITUACIÓN ACTUAL DE LA RED DE TELEFONÍA IP Y EL CISCO UNIFIED COMMUNICATIONS MANAGER DE LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA SEDE QUITO

3.1. Situación actual de la red de telefonía IP

3.1.1.Descripción de la situación actual

La Universidad Politécnica Salesiana sede Quito está constituida por tres campus: El Girón, Kennedy y Sur, los cuales usan un sistema de telefonía IP basado en un Cisco Unified Communications Manager “CUCM” versión 6.0, en el que actualmente de 1078 licencias para usuarios disponibles ya se encuentran utilizadas 1072 (el 99.44%).

Figura 19 Uso de licencias y versión del CUCM de la UPS sede Quito

Cisco Unified CM Administration			
Para soluciones de Cisco Unified Communications			
Navegación		Cisco Unified CM Administration	
CCHAdministrator		About Logout	
System Call Routing Media Resources Voice Mail Device Application User Management Bulk Administration Help			
License Unit Report			
License Unit Distribution			
Phone License Feature			
License Server	Units Authorized	Units Used	Units Remaining
172.17	1078	1072	6
Total Units for Feature	1078	1072	6
CCM Node License Feature			
License Server	Units Authorized	Units Used	Units Remaining
172.17	3	2	1
Total Units for Feature	3	2	1
Software License Version			
License Server	SW Version		
172.17	6.0		

Fuente: UPSQ campus El Girón, 2013

El CUCM se encuentra implementado en un Cisco MCS de la serie 7800, es un servidor utilizado para plataformas de Cisco Unified Communications Solutions. Provee una arquitectura completa y escalable para una nueva generación de soluciones de alta calidad de voz IP que se ejecutan en las redes de datos empresariales, el Cisco MCS serie 7800 es fácil de implementar y es una solución rentable que ofrece un alto rendimiento y disponibilidad requerida por las redes empresariales de hoy en día.

Figura 20 Cisco MCS 7800



Fuente: MCS7816I3-K9-CMC1, 2013

Especificaciones generales:

- Número de procesadores instalados: 1.
- Fabricante del procesador: Intel Pentium 4.
- Tipo de procesador: Dual-core (2 Core).
- Modelo del procesador: E8400.
- Velocidad del procesador: 3 GHz.
- Memoria: 2 GB DDR2 SDRAM (Max. 4 GB).
- Capacidad del disco duro: 80 GB.
- Tecnología Ethernet: Gigabit Ethernet.

En el campus El Girón de la UPSQ se encuentran instalados tres Cisco MCS 7815-I1 de los cuales uno se utiliza para el CUCM principal, el segundo para el CUCM de backup y el tercero se usa para IVR “respuesta de voz interactiva”, esto es un sistema automatizado de respuesta interactiva, orientado a capturar información a través del teléfono.

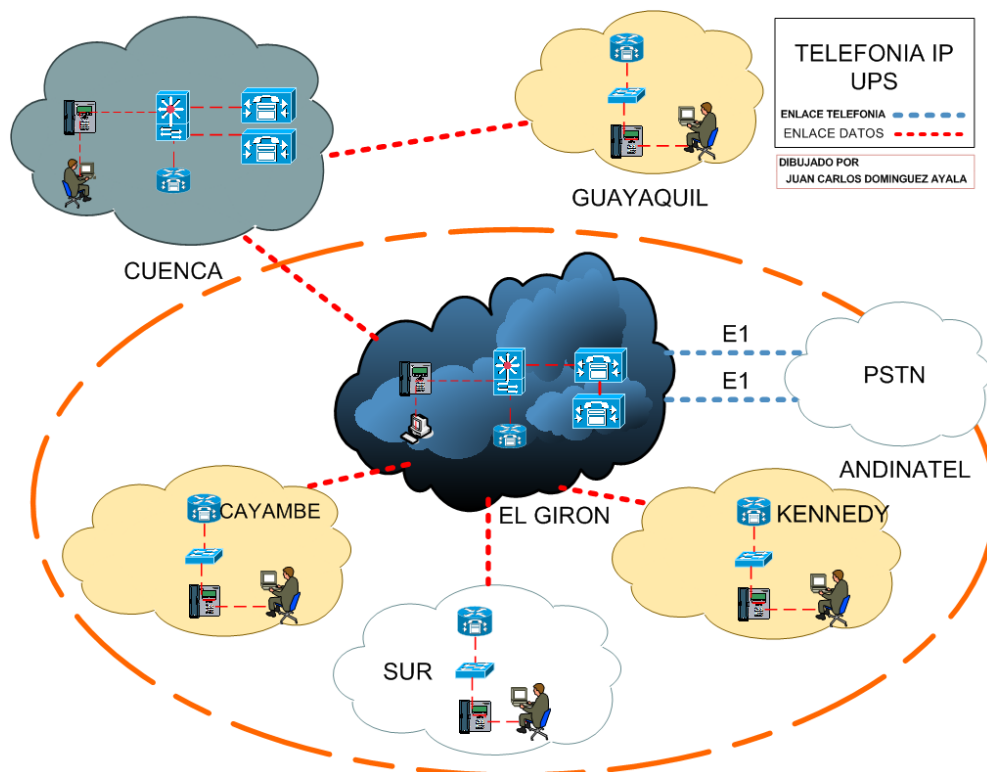
Figura 21 Cisco MCS 7800 de la UPSQ implementados en el campus El Girón



Fuente: Fotografía tomada en el cuarto de equipos del Campus El Girón de la UPSQ, 2103

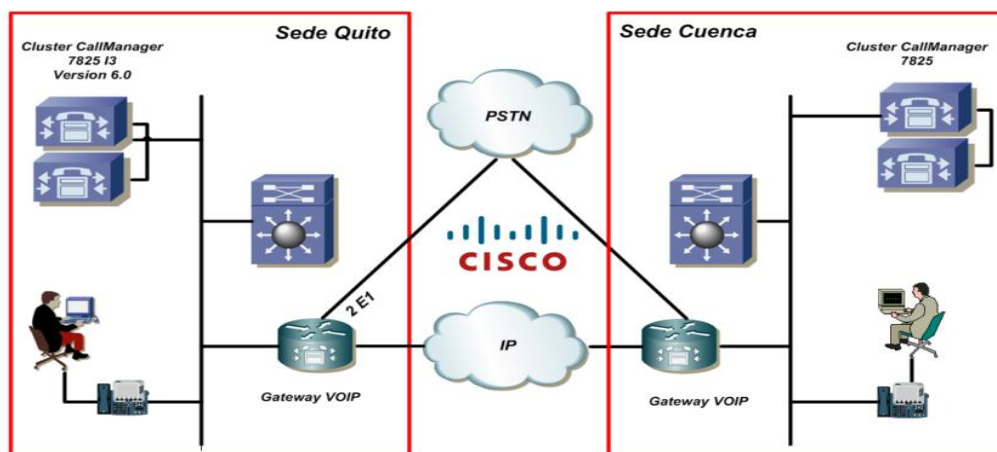
Para que los usuarios de los campus Kennedy, Sur y Cayambe puedan acceder al CUCM lo hacen a través de enlaces de datos que interconectan a todos los campus inclusive a sedes como Cuenca y Guayaquil como se muestra en la figura 22. Para llamadas a la PSTN lo realiza por dos enlaces E1.

Figura 22 Sistema de telefonía IP de la UPS sede Quito



Fuente: Gráfica proporcionada por el departamento de sistemas de la UPSQ campus El Girón, 2013

Figura 23 Infraestructura Cluster Call Manager versión 6.0

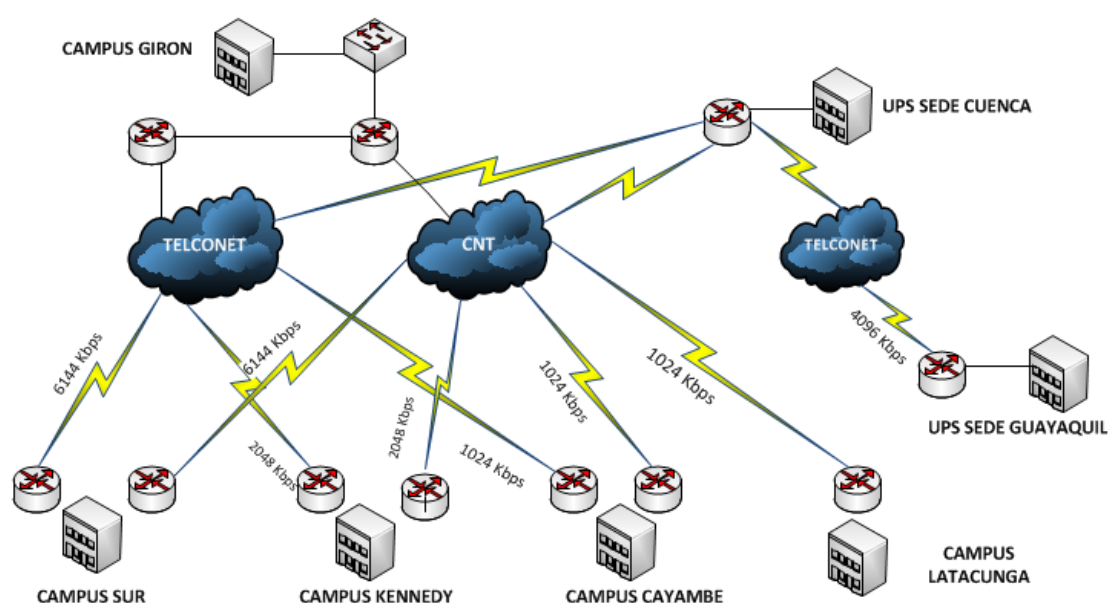


Fuente: Gráfica proporcionada por el departamento de sistemas de la UPSQ campus El Girón, 2103

3.1.2. Interconexión de campus de la UPS sede Quito

Actualmente los campus El Girón, Sur, Kennedy de la UPSQ se encuentran interconectados por enlaces de datos, que tienen como proveedor de estos enlaces a las empresas Telconet y CNT, siendo el campus El Girón el concentrador que une la red de los campus Sur, Kennedy y Cayambe. De esta manera los tres campus están comunicados ofreciendo una alta disponibilidad debido a enlaces de contingencia, en la figura 24 se muestra la interconexión no solo de los campus de la sede Quito sino también como están interconectados con las sedes de Cuenca y Guayaquil.

Figura 24 Interconexión de los campus de la UPS sede Quito



Fuente: Gráfica proporcionada por el departamento de sistemas de la UPSQ campus El Girón, 2013

3.1.3. Infraestructura de red de los campus de la UPS sede Quito

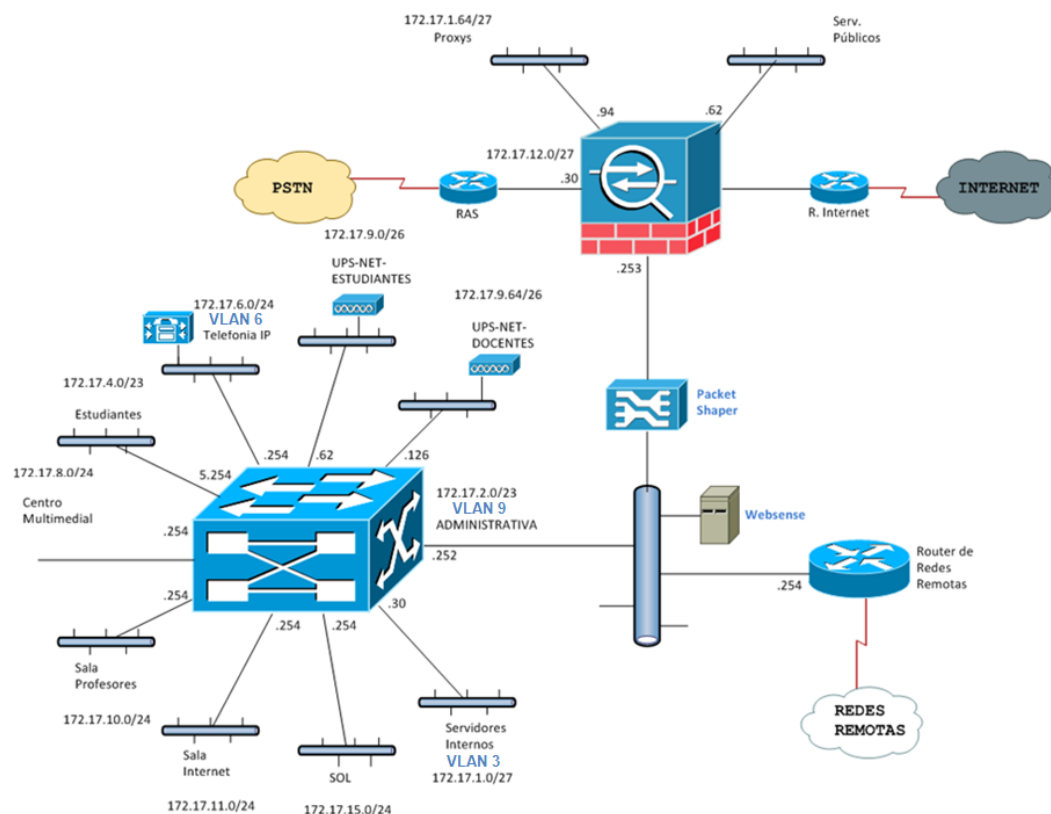
3.1.3.1. Infraestructura de red del campus El Girón

En el campus El Girón es donde actualmente se encuentra implementado el CUCM, se encuentra en la VLAN 6 correspondiente para el servicio de VoIP en esta VLAN también se encuentran todos los teléfonos IP que se tiene en el campus El Girón.

Para salida a la PSTN es decir para llamadas a números convencionales ya sean locales o regionales y llamadas a celulares, actualmente la UPSQ tiene como

proveedor a la Corporación Nacional de Telecomunicaciones “CNT” quien provee 2 E1 con un total de ancho de banda 4096 Kbps teniendo como medio físico de acceso fibra óptica. La salida para llamadas a números telefónicos de la PSTN se realiza por el campus El Girón.

Figura 25 Infraestructura de red del campus El Girón



Fuente: Gráfica proporcionada por el departamento de sistemas de la UPSQ campus El Girón, 2013

- **Switching**

La Universidad Politécnica Salesiana sede Quito campus El Girón se encuentra dividida en dos bloques, el bloque A y B.

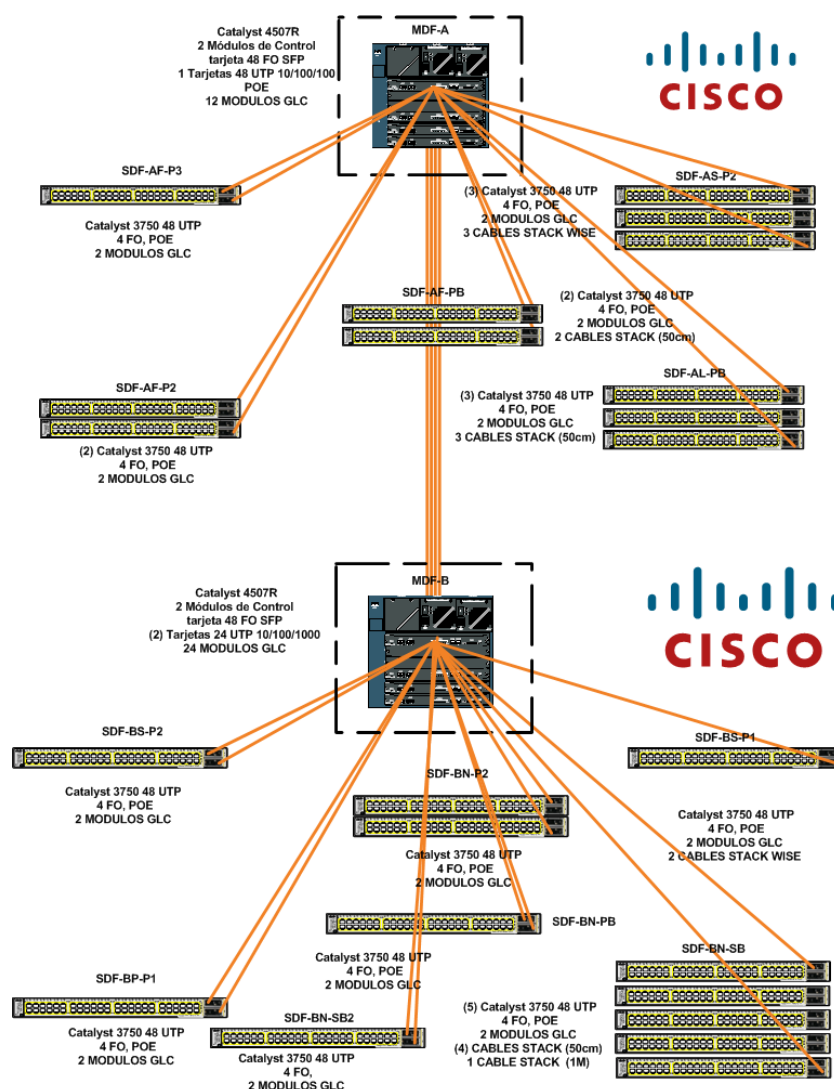
El bloque A ubicado en la avenida 12 de Octubre y Wilson dispone de un switch de core Catalyst 4507R de 48 puertos de fibra óptica SFP, 48 puertos UTP y 12 módulos GLC, que se encuentra ubicado en el MDF (Cuarto principal de distribución de cableado) del centro de cómputo del campus El Girón bloque A, y mediante enlaces troncales de fibra óptica permiten la conexión con 11 switch Catalyst 3750 de 4 puertos de FO y 48 puertos UTP con POE (Power Over

Ethernet, alimentación a través de Ethernet es una tecnología que permite la alimentación eléctrica para dispositivos de red ejemplo teléfonos IP) y 2 módulos GLC, estos switch trabajan en la capa de distribución ubicados en los SDF (Cuartos de distribución secundarios de cableado).

El bloque B ubicado en la Isabel La Católica y Mena Caamaño dispone de un switch de core Catalyst 4507R de 48 puertos de fibra óptica SFP, 48 puertos UTP y 12 módulos GLC, que se encuentra ubicado en el MDF del centro de cómputo del campus El Girón bloque B, y mediante enlaces troncales de fibra óptica permiten la conexión con 12 switch Catalyst 3750 de 4 puertos de FO y 48 puertos UTP con POE y 2 módulos GLC.

La conexión de los 2 switch de core de cada bloque A y B, se realiza mediante 4 enlaces de FO.

Figura 26 Infraestructura switching de la UPSQ campus El Girón



Fuente: Gráfica proporcionada por el departamento de sistemas de la UPSQ campus El Girón, 2013

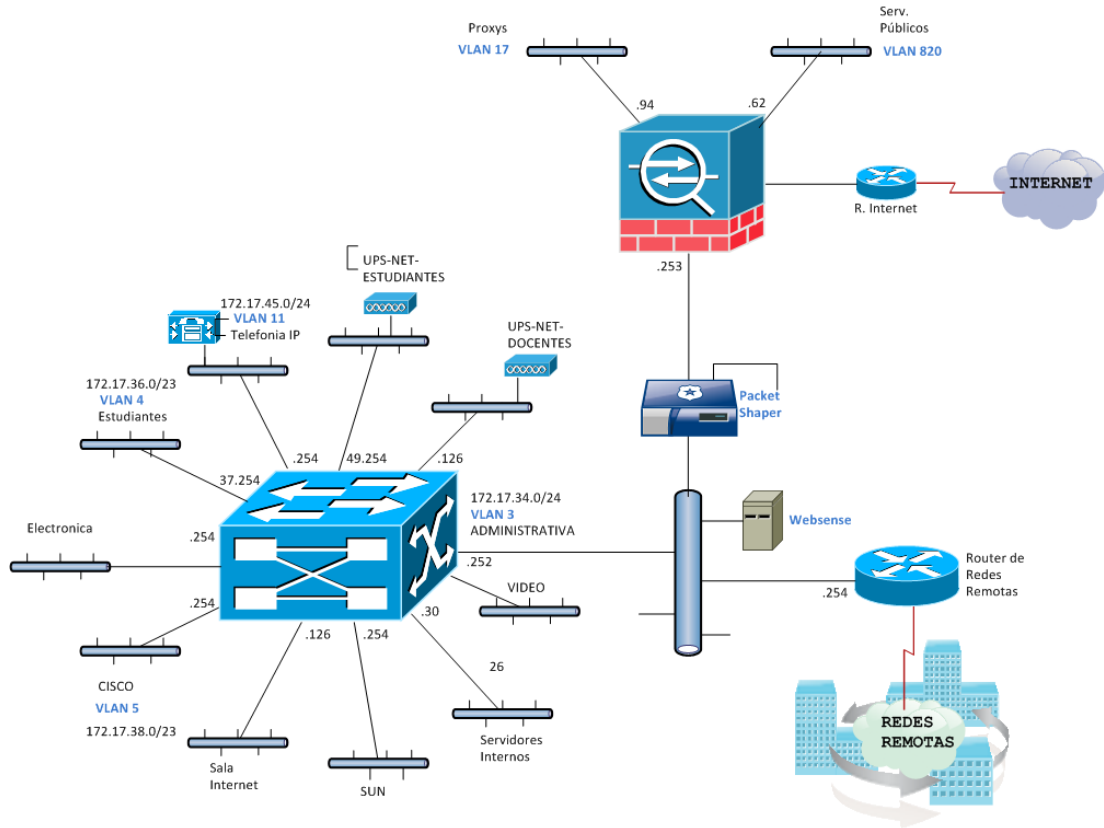
3.1.3.2. Infraestructura de red campus Sur

La infraestructura de red del campus Sur posee una estructura de distribución física de los equipos de acuerdo a su funcionalidad, organizados en cuartos de distribución, ubicados en distintas zonas a lo largo de la institución. (Chicaiza & Domínguez, 2008).

En el campus Sur la VLAN 11 es la asignada para el servicio de voz y mediante enlaces de datos pueden acceder al CUCM ubicado en el campus El Girón para el

servicio de telefonía IP. En la figura 27 se puede observar una topología de red del campus Sur.

Figura 27 Infraestructura de red del campus Sur



Fuente: Gráfica proporcionada por el departamento de sistemas de la UPSQ campus El Girón, 2013

- **Switching**

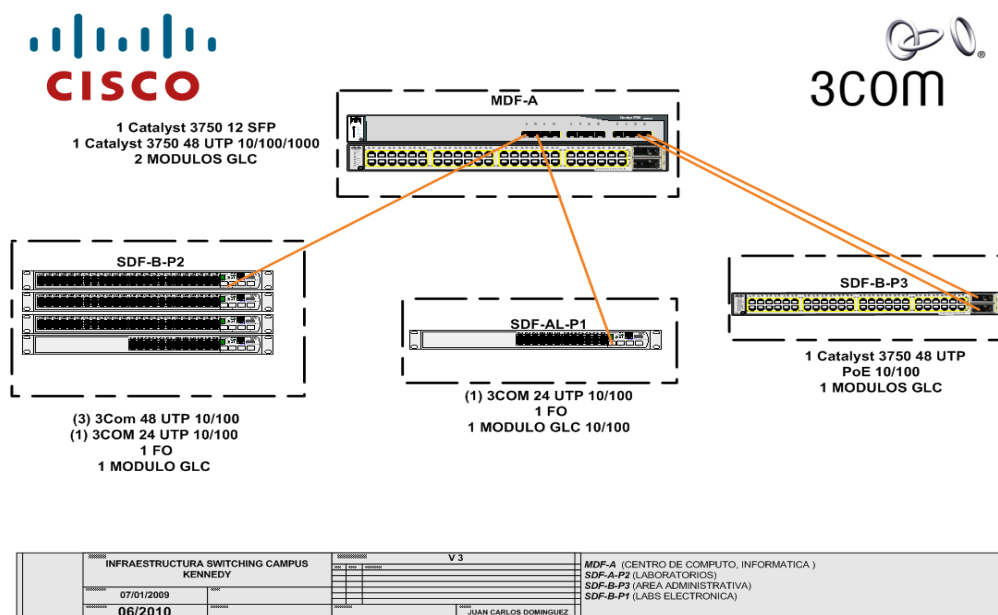
El campus Sur dispone de un switch de core, Catalyst 3750 con 12 puertos de fibra óptica SFP y un Catalyst 3750 que tiene 48 puertos UTP y 14 módulos GLC, este se encuentra ubicado en el MDF del centro de cómputo del campus Sur. Para la capa de distribución dispone de los siguientes switch:

- Switch Catalyst 3750 de 48 puertos UTP.
- 7 Switch 3Com de 48 puertos UTP.

Estos se encuentran ubicados en los SDF y la conexión con el switch de core es mediante enlaces de fibra óptica.

3.1.3.3. Infraestructura de red campus Kennedy

Figura 28 Infraestructura switching UPS Quito campus Kennedy



Fuente: Gráfica proporcionada por el departamento de sistemas de la UPSQ campus El Girón, 2013

El campus Kennedy dispone de un switch de core, Catalyst 3750 de 12 puertos de fibra óptica SFP y 48 puertos UTP ubicado en el MDF del centro de cómputo del campus Kennedy, mediante enlaces troncales de fibra óptica se realiza la conexión con los switch 3COM y con otro switch Catalyst 3750 ubicados en los SDF. En el campus Kennedy se dispone de los siguientes switch:

- Switch Catalyst 3750 de 12 puertos SFP (Para enlaces troncales de fibra óptica).
- 2 Switch Catalyst 3750 de 48 puertos.
- 2 Switch 3Com de 48 puertos.
- 2 Switch 3Com de 24 Puertos y un puerto para enlace de fibra óptica.

3.1.4. Infraestructura lógica de los campus de la UPSQ

Las redes LAN de los campus de la UPSQ utilizan Ethernet como el protocolo de comunicaciones y como protocolo de red TCP/IP. Una característica importante de la conmutación de Ethernet es la capacidad para crear redes de área local virtuales (VLAN). Una VLAN es un agrupamiento lógico de dispositivos de red. Las VLAN

se pueden agrupar por función laboral o departamento, sin importar la ubicación física de los usuarios. El tráfico entre las VLAN está restringido. Los switches y puentes envían tráfico unicast, multicast y broadcast sólo en segmentos de LAN que atienden a la VLAN a la que pertenece el tráfico. Las VLAN por si solas no pueden comunicarse entre sí, dentro de una misma red conmutada a nivel de capa 2, solo los hosts que pertenecen a una misma VLAN se van a poder comunicar entre sí. La única forma en la que dispositivos que pertenecen a diferentes VLANs pueden comunicarse entre sí es a través de un dispositivo que trabaje a nivel de capa 3 tal como un router o un switch de capa 3. Las VLAN pueden mejorar la escalabilidad, seguridad y gestión de red. Los routers en las topologías de VLAN proporcionan filtrado de broadcast, seguridad y gestión de flujo de tráfico.

- **Campus El Girón**

En el campus El Girón de la UPSQ se encuentran configuradas 12 VLANs como se muestra en la figura 25. Para este proyecto piloto es necesario solamente identificar las VLANs para:

- Telefonía IP es donde están todos los teléfonos IP cisco y el CUCM de la UPSQ.
- Administrativa es en la cual están conectados el personal administrativo de la UPSQ y es el rango de direcciones IP que utilizarán los teléfonos IPs con Asterisk.
- Servidores Internos es la VLAN donde estará el servidor Asterisk.

Tabla 5 VLANs utilizadas en el campus El Girón para este proyecto

VLAN	Nombre	Direccionamiento IP
6	Telefonía IP	172.17.6.0 /24
9	Administrativa	172.17.2.0 /23 172.17.112.0/23
3	Servidores internos	172.17.1.0 /27

Elaborado por: Henry Sntaxi

- **Campus Sur**

En el campus Sur de la UPSQ se encuentran configuradas 13 VLANs como se muestra en la figura 27. Las VLANs utilizadas en el campus Sur para este proyecto piloto son:

Tabla 6 VLANs utilizadas en el campus Sur para este proyecto

VLAN	Nombre	Direccionamiento IP
11	Telefonía IP	172.17.45.0 /24
3	Administrativa	172.17.34.0 /24
5	Cisco	172.17.38.0 /24

Elaborado por: Henry Suntaxi

- **Campus Kennedy**

En el campus Kennedy de la UPSQ las VLANs utilizadas para este proyecto piloto son:

Tabla 7 VLANs utilizadas en el campus Kennedy para este proyecto

VLAN	Nombre	Direccionamiento IP
7	Telefonía IP	172.17.23.0 /24
3	Administrativa	172.17.18.0 /24

Elaborado por: Henry Suntaxi

3.1.5. Calidad de servicio para la telefonía IP en la UPSQ

Los dispositivos de red LAN que utiliza la UPSQ son de la familia Catalyst 3750, 4507R, 3560, por lo que la calidad de servicio para telefonía IP se maneja bajo recomendaciones de Cisco Systems. La recomendación para el servicio de VoIP es utilizar AutoQoS en las interfaces donde esté conectado un teléfono IP sea de hardware o software con una VLAN de voz diferente a la VLAN de datos. (Chicaiza & Domínguez, 2008)

Actualmente la calidad de servicio aplicada a una interfaz en cada campus es la siguiente:

Campus El Girón:

```
interface GigabitEthernet1/0/3
switchport access vlan 9
switchport voice vlan 6
srr-queue bandwidth share 10 10 60 20
srr-queue bandwidth shape 10 0 0 0
mls qos trust device cisco-phone
mls qos trust cos
auto qos voip cisco-phone
spanning-tree portfast
```

Campus Sur:

```
interface GigabitEthernet2/0/16
description ##### INFORMATICA UIOS UP #####
switchport access vlan 3
switchport voice vlan 11
srr-queue bandwidth share 10 10 60 20
srr-queue bandwidth shape 10 0 0 0
queue-set 2
mls qos trust device cisco-phone
mls qos trust cos
auto qos voip cisco-phone
spanning-tree portfast
```

Campus Kennedy:

```
interface GigabitEthernet2/0/17
switchport access vlan 3
switchport voice vlan 7
srr-queue bandwidth share 10 10 60 20
srr-queue bandwidth shape 10 0 0 0
queue-set 2
mls qos trust device cisco-phone
mls qos trust cos
auto qos voip cisco-phone
spanning-tree portfast
```

Campus Cayambe:

```
interface GigabitEthernet2/0/7
switchport access vlan 3
switchport voice vlan 5
srr-queue bandwidth share 10 10 60 20
srr-queue bandwidth shape 10 0 0 0
```

```

queue-set 2
mls qos trust device cisco-phone
mls qos trust cos
auto qos voip cisco-phone
spanning-tree portfast

```

Dónde:

Tabla 8 Descripción de las configuraciones en una interfaz de un switch de la UPSQ

Parámetro	Descripción
switchport access vlan 9	Se configura a la interfaz como puerto de acceso y se selecciona la VLAN a la cual va a pertenecer en este caso la VLAN 9 (Administrativa).
switchport voice vlan 6	Sirve para indicarle a un teléfono conectado al switch enviar todo el tráfico de voz a través de la VLAN especificada.
srr-queue bandwidth share	Se utiliza para obtener la máxima eficiencia de un sistema de colas, los buffers de las colas no utilizadas pueden ser utilizados por las colas con exceso de tráfico.
srr-queue bandwidth shape	Se utiliza para garantizar el ancho de banda a una cola y establecer al mismo tiempo un límite de cuánto ancho de banda puede utilizar una cola.
mls qos trust device cisco-phone	Configurar el teléfono IP de Cisco como un dispositivo de confianza para la interfaz, es decir se le indica que el dispositivo es un teléfono IP Cisco.
mls qos trust cos	Al utilizar el comando en la interfaz, se configura al puerto del switch en el cual está conectado el teléfono IP a confiar todo el tráfico recibido en ese puerto en etiquetas de CoS (Clase de Servicios).
auto qos voip cisco-phone	Se configura “AutoQoS” para un teléfono IP de Cisco.
spanning-tree portfast	Se activa la función “PortFast” en el puerto. Esta función le indica al puerto entrar en un estado de envío inmediato, sin pasar por los estados de escuchar y aprendizaje.

Elaborado por: Henry Suntaxi

La configuración recomendada para un puerto con un teléfono IP es:

```

switchport access vlan 3
switchport voice vlan 11
auto qos voip cisco-phone
spanning-tree portfast

```

3.1.6. Características de equipos networking activos en la UPS sede Quito

3.1.6.1. Switch Cisco Catalyst 3750

En la Universidad Politécnica Salesiana sede Quito se utilizan switches marca Cisco modelo Catalyst 3750 como switches de capa de acceso (capa 2 del modelo OSI “Open Systems Interconnection”), ideales en organizaciones medianas y en sucursales empresariales.

Características:

- Ofrece velocidades de 32 Gbps a 128 Gbps (serie de switches Catalyst 3750-E).
- Admite la tecnología StackWise de Cisco, esta tecnología permite interconectar hasta nueve switches físicos Catalyst 3750 en un switch lógico con el uso de una conexión backplane, redundante, de alto rendimiento (32 Gbps).
- Conectividad Fast Ethernet y Gigabit Ethernet.
- Hasta 48 puertos de 10/100/1000 Mbps, más cuatro puertos SFP.
- Conectividad opcional de 10 Gigabit Ethernet en los modelos Catalyst 3750-E.
- PoE integrado, hasta 24 puertos con 15.4vatios o 48 puertos con 7.3 vatios.

Figura 29 Switch Catalyst 3750



Fuente: Ethernet-to-the-Factory 1.2 Designs and Implementation Guide, 2013

3.1.6.2. Switch Cisco Catalyst 4507R

En la Universidad Politécnica Salesiana sede Quito se utilizan switches marca Cisco modelo Catalyst 4507R como switches de core o núcleo que por lo general tienen puertos de fibra y cobre, que será el encargado de dar servicio a los switch secundarios y servidores.

Figura 30 Switch Catalyst 4507R



Fuente: Cisco Catalyst 4500 Series Switches, 2013

Entre sus principales características están:

- Trabaja en los niveles 2, 3 y 4 del modelo OSI, con velocidad de conmutación de 48 Mbps, una velocidad de backplane de 64 Gbps, maneja 4096 VLANs. Esto proporciona protección de la inversión y la capacidad para cumplir con los futuros requisitos de gran ancho de banda de la red.
- Fuentes de alimentación redundantes: El chasis del Cisco Catalyst 4507R tiene la capacidad de utilizar dos fuentes de alimentación para ayudar a maximizar el tiempo de actividad del sistema.
- Cumplimiento de normas: El Cisco Catalyst 4507R cumple con todas las normas de construcción de equipos de red (NEBS).
- Calidad de Servicio (QoS) y gestión de tráfico, que permiten clasificar y priorizar tráfico crítico y sensible al mismo tiempo.

3.1.7. Características de teléfonos y terminales IP en la UPS sede Quito

3.1.7.1. Teléfono Cisco 7960G

Teléfono IP de segunda generación con todo tipo de características orientado principalmente a satisfacer las necesidades de los usuarios corporativos.

Figura 31 Teléfono IP Cisco 7960G



Fuente: Cisco Unified IP Phone 7960G, 2012

Características:

- La característica configuración (settings) permite al usuario ajustar el contraste de la pantalla, seleccionar el tono del timbre y los parámetros de volumen para todo el audio.
- Directorio telefónico, llamadas en espera, transferencia de llamadas, conferencias.
- Soporta protocolos: SIP, MGCP, H323, SCCP.
- Compresión de sonido G.711 y G.729.
- Dispone de 2 puertos Ethernet (PoE).

3.1.7.2. Teléfono Cisco 7940G

Los teléfonos IP de segunda generación, es dinámico y está diseñado para crecer junto con las capacidades del sistema. Dispone de las mismas características que del teléfono IP 7960G.

Figura 32 Teléfono IP Cisco 7940G



Fuente: Cisco Unified IP Phone 7940G, 2012

3.1.7.3. Teléfono Cisco 7911G

Figura 33 Teléfono IP Cisco 7911G



Fuente: Fotografía tomada en Campus Girón de la UPSQ, 2013

Características:

- Dispone de 2 puertos Ethernet (PoE).
- Soporta protocolos: SIP, SCCP.
- Codecs de voz soportados: G.729, G.711.
- Llamadas en espera, transferencia de llamadas, realizar conferencias, etc.

3.1.7.4. Cisco IP Communicator (SoftPhone de Cisco)

Figura 34 Cisco IP Communicator



Fuente: Cisco IP Communicator 2.1, 2012

Cisco IP Communicator es una aplicación de escritorio que permite usar la computadora personal para realizar llamadas de voz. Ofreciendo lo último en tecnología de comunicaciones IP, es fácil de adquirir, implementar y utilizar.

Cisco IP Communicator permite realizar y recibir llamadas, poner llamadas en espera, realizar una marcación rápida de números, transferir llamadas, etc. También incluye funciones de telefonía especiales, como el aparcamiento de llamadas y conferencias MeetMe.

Además de las funciones de manejo de llamadas, el Cisco IP Communicator dispone de las siguientes funciones:

- Un asistente para ajuste de audio.
- Fácil acceso a las páginas web de opciones de usuario y a los servicios del teléfono.
- Marcación de cortar y pegar.
- Mensaje emergente de notificación de llamada entrante.
- Marcación alfanumérica.

- Interactuación de vídeo con Cisco Unified Video Advantage esta es otra aplicación de escritorio para comunicaciones con vídeo.

3.2. Configuraciones básicas del CUCM de la UPSQ

Para poder administrar un Call Manager Cisco se tiene que abrir un explorador web y a través de la dirección IP establecida para el CUCM, se muestra una pantalla en la cual se debe ingresar el usuario y contraseña para poder administrar y configurar esta central telefónica.

Figura 35 CUCM de la UPSQ

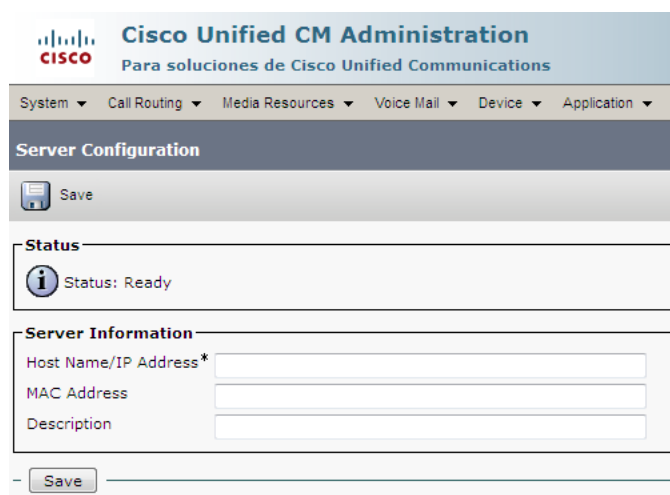


Fuente: CUCM de la UPSQ, 2013

3.2.1. Configuración IP del servidor

Para configurar la dirección IP de un CUCM se tiene que ir a la dirección: System > Server > Add New. Con esto aparecerá una pantalla donde se realiza la configuración del servidor:

Figura 36 Configuración IP del CUCM



The screenshot shows the Cisco Unified CM Administration web interface. At the top, there's a navigation bar with tabs like System, Call Routing, Media Resources, Voice Mail, Device, and Application. Below this, the 'Server Configuration' section is active. It contains a 'Status' box showing 'Status: Ready' and a 'Server Information' box with three input fields: 'Host Name/IP Address*', 'MAC Address', and 'Description'. A 'Save' button is located at the bottom of the form.

Fuente: CUCM de la UPSQ, 2013

Lo único que se tiene que hacer es establecer la dirección IP para el servidor, y alguna descripción.

En la UPSQ disponen de un CUCM principal y otro secundario o backup, ante cualquier falla que le pueda suceder al servidor principal entra en funcionamiento rápidamente el servidor secundario.

Figura 37 CUCM principal y backup de la UPSQ



The screenshot shows the 'Find and List Cisco Unified CMs' page. It includes a search bar and a table listing the CUCM instances. The table has columns for 'Name' and 'IP Address'. Two records are shown, both with IP addresses starting with 172.16.1.1 and 172.16.1.2. The second record is labeled 'CCMUPSUIO'.

Name	IP Address
172.16.1.1	172.16.1.1
172.16.1.2	172.16.1.2

Fuente: CUCM de la UPSQ, 2013

A continuación se explicará la configuración del CUCM principal ya que el de backup al ser de respaldo tiene la misma configuración.

La configuración del CUCM empieza con la asignación de una dirección IP al servidor, un nombre, alguna descripción y los puertos que utilizará. Los parámetros

de “Auto-registration Information” permite configurar extensiones de manera automática al momento de conectar un dispositivo en este caso el rango de extensiones es de 3000 a 3999, para esto la pestaña “Auto-registration Disabled on this Cisco Unified Communications Manager” debe estar desmarcada como se muestra en la figura 38.

En el campo “Cisco Unified Communications manager TCP Port Settings for this Server” los parámetros que están configurados son:

Ethernet Phone Port: El CUCM utiliza este puerto TCP para comunicarse con los teléfonos IP Cisco en la red. El valor de puerto predeterminado es 2000, la elección de 2000 identifica a este puerto como no seguro.

MGCP Listen Port: El CUCM utiliza este puerto TCP para detectar mensajes desde los gateways MGCP asociados. El puerto predeterminado es 2427.

MGCP Keep-alive Port: El CUCM utiliza este puerto TCP para el intercambio de mensajes de actividad, con gateways MGCP asociados. El puerto predeterminado es 2428.

SIP Phone Port: Este campo especifica el número de puerto que el CUCM utiliza para escuchar registros de líneas SIP sobre TCP y UDP.

Figura 38 Configuración del CUCM principal de la UPSQ

The screenshot displays the Cisco Unified CM Administration web interface. At the top, the Cisco logo and title 'Cisco Unified CM Administration' are visible, along with the subtitle 'Para soluciones de Cisco Unified Communications'. A navigation bar includes links for System, Call Routing, Media Resources, Voice Mail, Device, Application, User Management, and Bulk Administration. The main heading is 'Cisco Unified CM Configuration'. Below this, there are 'Save' and 'Reset' buttons. The 'Status' section shows 'Status: Ready'. The 'Cisco Unified Communications Manager Information' section indicates the manager is at 172.17.1.100 and is used by 383 devices. The 'Server Information' section lists the CTI ID as 1, the server IP as 172.17.1.100, the manager name as 172.17.1.100, and the description as CCMUPSUIO. The 'Auto-registration Information' section shows the starting directory number as 3000, ending as 3999, partition as internas, and an external phone number mask. There is a checkbox for 'Auto-registration Disabled on this Cisco Unified Communications Manager'. The 'Cisco Unified Communications Manager TCP Port Settings for this Server' section lists the Ethernet Phone Port as 2000, MGCP Listen Port as 2427, MGCP Keep-alive Port as 2428, and SIP Phone Port as 5060.

Cisco Unified CM Configuration	
Save Reset	
Status Status: Ready	
Cisco Unified Communications Manager Information Cisco Unified Communications Manager: 172.17.1.100 (used by 383 devices)	
Server Information CTI ID: 1 Cisco Unified Communications Manager Server*: 172.17.1.100 Cisco Unified Communications Manager Name*: 172.17.1.100 Description: CCMUPSUIO	
Auto-registration Information Starting Directory Number*: 3000 Ending Directory Number*: 3999 Partition: internas External Phone Number Mask: <input type="checkbox"/> Auto-registration Disabled on this Cisco Unified Communications Manager	
Cisco Unified Communications Manager TCP Port Settings for this Server Ethernet Phone Port*: 2000 MGCP Listen Port*: 2427 MGCP Keep-alive Port*: 2428 SIP Phone Port*: 5060	

Fuente: CUCM de la UPSQ, 2013

3.2.2. Configuración de fecha y hora en el CUCM

Esta configuración permite establecer una fecha y hora a los dispositivos que se registren al CUCM, en este caso el servidor se encuentra en Quito por lo que la configuración de fecha y hora tiene que ser acorde a esta zona.

Para realizar esta configuración se debe dirigir a: System > Date/Time Group > Add New.

La información que se debe ingresar es: un nombre de grupo, la zona horaria, el formato de la fecha y hora puede ser en 24 horas o 12 horas. Se puede añadir todas las referencias NTP (Network Time Protocol, es un protocolo de internet para sincronizar los relojes de los sistemas informáticos a través del ruteo de paquetes en

redes con latencia variable). En este caso la configuración de hora y fecha en el CUCM de la UPSQ se encuentra de la siguiente manera:

Figura 39 Configuración de Hora y Fecha del CUCM de la UPSQ

Date/Time Group Configuration

Save Delete Copy Reset Add New

Status
Status: Ready

Date/Time Group Information
Date/Time Group: CMQuito (used by 383 devices)
Group Name*: CMQuito
Time Zone*: SA Pacific Standard Time - (GMT-05:00) Bogota, Lim
Separator*: - (dash) (applies to Date Format only)
Date Format*: M-D-Y
Time Format*: 24-hour

Phone NTP References for this Date/Time Group
Selected Phone NTP References**
172.1
172.1
Add Phone NTP References Remove Phone NTP References

Save Delete Copy Reset Add New

*- indicates required item.
**Selected Phone NTP References are ordered by highest priority

Fuente: CUCM de la UPSQ, 2013

3.2.3. Configuración de los Device Pool

En el Device Pool se puede asociar dispositivos para que tengan características comunes, cada dispositivo está asociado a un grupo con una configuración común, actualmente el CUCM de la UPSQ consta de 5 Device Pool esto son para los campus: Cayambe, Cuenca, Kennedy, Girón y Sur:

Figura 40 Device Pool configurados en CUCM de la UPSQ

Find and List Device Pools

Add New Select All Clear All Delete Selected

Status
5 records found

Device Pool (1 - 5 de 5)

Buscar Device Pool donde Device Pool Name que empiece(n) por Buscar Borrar filtro

	Name ^	Cisco Unified CM Group	Region	Date/Time Group
<input type="checkbox"/>	DP-Cayambe	CM-Group-UPS-QUITO	Reg-Quito-Cayambe	CMQuito
<input type="checkbox"/>	DP-Cuenca	CM-Group-UPS-QUITO	Region-Cuenca	CMQuito
<input type="checkbox"/>	DP-Kenedy	CM-Group-UPS-QUITO	Reg-Quito-Kenedy	CMQuito
<input type="checkbox"/>	DP-Quito-Giron	CM-Group-UPS-QUITO	Reg-Quito-Giron	CMQuito
<input type="checkbox"/>	DP-Sur	CM-Group-UPS-QUITO	Reg-Quito-Sur	CMQuito

Add New Select All Clear All Delete Selected

Fuente: CUCM de la UPSQ, 2013

La configuración de los Device Pool se realiza de la siguiente manera, para crear uno nuevo se debe dirigir a: System > Device Pool > Add New.

En este caso como ejemplo se presenta el Device Pool del campus El Girón en Quito. El nombre que está asignado es “DP-Quito-Girón” el cual consta de 281 usuarios o dispositivos. Los parámetros que se encuentran configurados son los siguientes:

Figura 41 Device Pool para el campus Girón configurado en CUCM de la UPSQ

The screenshot displays the 'Device Pool Configuration' interface. At the top, there are icons for Save, Delete, Copy, Reset, and Add New. Below this is a 'Status' section showing 'Status: Ready'. The 'Device Pool Information' section shows 'Device Pool: DP-Quito-Giron (281 members***)'. The 'Device Pool Settings' section includes fields for 'Device Pool Name' (DP-Quito-Giron), 'Cisco Unified Communications Manager Group' (CM-Group-UPS-QUITO), 'Calling Search Space for Auto-registration' (< None >), and 'Reverted Call Focus Priority' (Predeterminado). The 'Roaming Sensitive Settings' section includes fields for 'Date/Time Group' (CMQuito), 'Region' (Reg-Quito-Giron), 'Media Resource Group List' (MRGL-GIRON), 'Location' (Loc-Quito-Giron), 'Network Locale' (< None >), 'SRST Reference' (Disable), 'Connection Monitor Duration' (empty), 'Physical Location' (Phys-loc-Giron), and 'Device Mobility Group' (< None >). The 'Device Mobility Related Information' section is partially visible at the bottom.

Fuente: CUCM de la UPSQ, 2103

Device Pool Name: En este campo se define el nombre para el Device Pool.

Cisco Unified Communications Manager Group: Especifica una lista priorizada de hasta tres Cisco Unified Communications Manager, el primer Cisco Unified Communications Manager en la lista sirve como primario para ese grupo, y los demás miembros del grupo pueden servir como secundarios y terciarios (backup). A cada Device Pool se le asigna un Cisco Unified Communications Manager Group. Cuando un dispositivo se registra lo hace por el primer CUCM del grupo que se le

asigne al Device Pool, si el primario no está disponible lo hace atreves del segundo en la lista del Cisco Unified Communications Manager Group y así sucesivamente.

Date/Time Group: Se selecciona según la zona geográfica donde se encuentre el Device Pool, se debe escoger un grupo de hora y fecha configurado anteriormente.

Región: La configuración Región especifica el codec de voz que puede ser usado para llamadas dentro de una región y entre otras regiones. En este caso como cada Device Pool pertenece a un campus de la UPSQ cada uno tiene una región diferente:

Figura 42 Codec utilizados en cada Campus de la UPSQ

Region	Audio Codec	Video Call Bandwidth	Link Loss Type
Region-Cuenca	G.729	384	Use System Default
Reg-Quito-Cayambe	G.729	384	Use System Default
Reg-Quito-Giron	G.711	384	Use System Default
Reg-Quito-Kenedy	G.729	384	Use System Default
Reg-Quito-Sur	G.729	384	Use System Default

NOTE: Region(s) not displayed

Regions	Audio Codec	Video Call Bandwidth	Link Loss Type
Default	Keep Current Setting	Keep Current Setting	Keep Current Setting
Reg-Quito-Cayambe	Use System Default	Use System Default	Use System Default
Reg-Quito-Giron	None	None	None
Reg-Quito-Kenedy	None	None	None
Reg-Quito-Sur	None	None	None

Buttons: Save, Delete, Reset, Add New

Fuente: CUCM de la UPSQ, 2013

Los codecs que se utiliza en cada campus o región son los siguientes:

Tabla 9 Codecs utilizados en cada campus con el CUCM de la UPSQ

Campus	Región	Audio Codec
Cayambe	Reg-Quito-Cayambe	G.729
Girón	Reg-Quito-Girón	G.711
Kennedy	Reg-Quito-Kenedy	G.729
Sur	Reg-Quito-Sur	G.729
Cuenca	Reg-Cuenca	G.729

Elaborado por: Henry Suntaxi

Media Resource Group List: Proporciona un mecanismo para la gestión de los recursos, para que todo Call Manager Cisco dentro de un grupo pueda compartirlo. Proporcionar recursos de conferencias, transferencia, música en espera etc.

SRST Reference: Un sitio de supervivencia (Survivable Remote Site Telephony) hace referencia a un gateway que provee funciones limitadas al CUCM cuando el servidor primario no se encuentre disponible. Proporciona el procesamiento de llamadas, copia de seguridad para los teléfonos IP y se asegura que las capacidades de telefonía se mantengan en funcionamiento. Tras la restauración de la conectividad, el sistema cambia automáticamente el procesamiento de llamadas al Cisco Call Manager principal. En este caso el SRST del Device Pool DP-Quito-Girón se encuentra deshabilitado. Como ejemplo se muestra el SRST del Campus Sur:

Figura 43 Configuración del SRST del CUCM de la UPSQ

The screenshot displays the 'Cisco Unified CM Administration' interface for 'SRST Reference Configuration'. The top navigation bar includes links for System, Call Routing, Media Resources, Voice Mail, Device, Application, and User Management. The main content area is titled 'SRST Reference Configuration' and features a toolbar with icons for Save, Delete, Copy, Reset, and Add New. Below this, the 'Status' section shows 'Status: Ready'. The 'SRST Reference Status' section indicates 'SRST Reference: SRST-SUR (used by 0 devices)'. The 'SRST Reference Information' section contains the following fields: Name* (SRST-SUR), Port* (2000), IP Address* (172.1.1.1), SIP Network/IP Address (empty), SIP Port* (5060), and SRST Certificate Provider Port* (2445). There is an unchecked checkbox for 'Is SRST Secure?'. At the bottom, there are buttons for Save, Delete, Copy, Reset, and Add New. A legend at the bottom left states '*- indicates required item.'

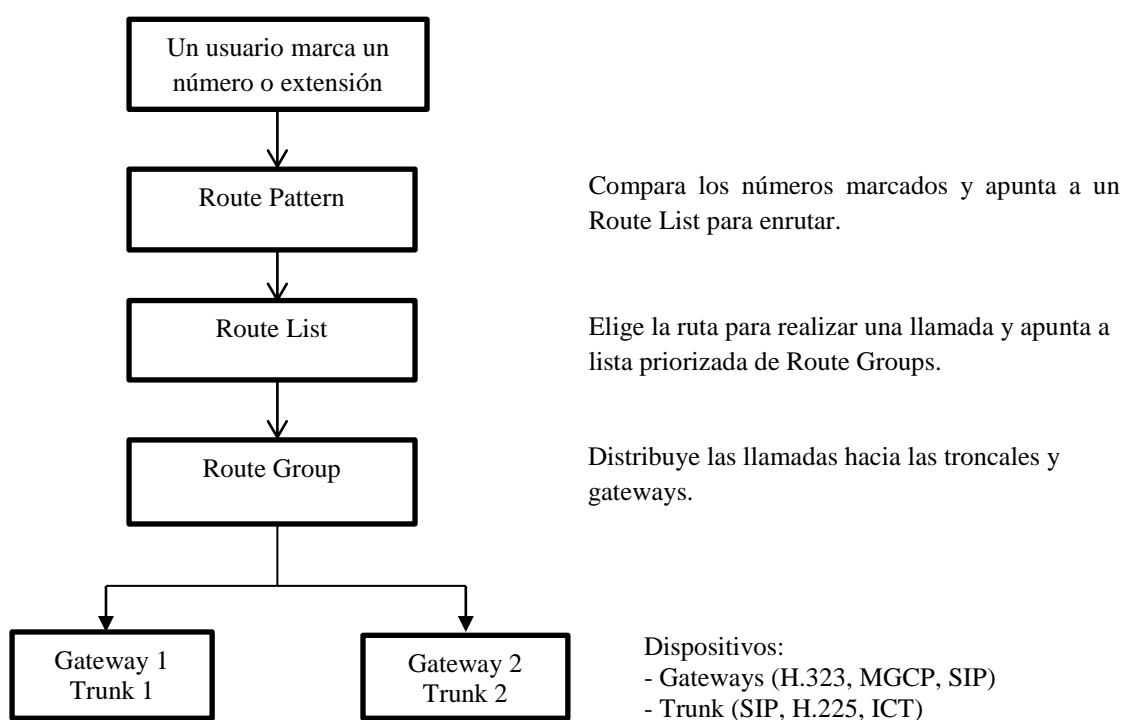
Fuente: CUCM de la UPSQ, 2013

En la primera sección indica el estado de la conexión, en este caso no está siendo utilizado por el status que indica 0 dispositivos. Las configuraciones que se realizan son: asignación de un nombre al SRST en este caso es el SRST-SUR, el puerto por donde se comunica es el 2000, la dirección IP del gateway, y el puerto SIP que por defecto es 5060.

3.2.4. Configuración Route / Hunt para enrutamiento de llamadas

El Cisco Unified Communications Manager conoce de forma automática como enrutar las llamadas a extensiones internas del CUCM. Pero para llamadas externas es decir, por ejemplo llamadas hacia la PSTN, llamadas a números convencionales, nacionales e internacionales, móviles, inclusive para llamadas hacia otro servidor de telefonía IP como Asterisk u otro CUCM, lo hace a través de una troncal. Para este tipo de llamadas externas se necesita que se configure o se especifique una ruta para que la llamada pueda realizarse hacia el destino requerido. Para entender mejor el funcionamiento se muestra a continuación un esquema de como enruta las llamadas el CUCM:

Figura 44 Esquema del enrutamiento de llamadas del CUCM



Elaborado por: Henry Suntaxi

3.2.4.1. Route Group

Permite decidir el orden en que los gateways y trunks son seleccionados, dar prioridad a una lista de gateways y los puertos troncales. Por ejemplo, si se dispone de dos compañías de servicio de telefonía para realizar llamadas de larga distancia es

decir dos enlaces troncales, se puede agregar un grupo de rutas para que las llamadas de larga distancia se le dé más prioridad a la compañía donde el costo de llamada sea menor y las llamadas por la compañía donde el costo sea mayor, solo se la utilice cuando la primera troncal o gateway no se encuentre disponible.

3.2.4.2. Route List

Una Route List asocia un conjunto de grupos de rutas en un orden de prioridad especificado, que están asociados con uno o más patrones de ruta y determina el orden en que estos grupos de rutas acceden a los dispositivos de llamadas salientes. Los Route List tienen las siguientes características:

- Múltiples Route Patterns pueden apuntar a una misma Route List.
- Una Route List es una lista priorizada de Route Groups que funcionan como caminos alternativos para un mismo destino.
- Múltiples Route List pueden pertenecer al mismo Route Group.

En el CUCM de la UPS sede Quito, se encuentran configurados cuatro Route List:

Figura 45 Route Lists configurados en el CUCM de la UPSQ

Name	Description	Enabled	Registered with
RL-Alegro	Cell Alegre	true	Registered with 172.
RL-E1Giron	Llamadas PSTN e1	true	Registered with 172.
RL-Movistar	Celular Movistar	true	Registered with 172.
RL-Porta	Celular porta	true	Registered with 172.

Fuente: CUCM de la UPSQ, 2013

RL-Alegro: Para llamadas a móviles de la operadora Alegro PCS (Actualmente perteneciente a la Corporación Nacional de Telecomunicaciones “CNT”).

RL-Movistar: Para llamadas a Móviles de la operadora Movistar Ecuador “OTECEL S.A”.

RL-Porta: Para llamadas a Móviles de la operadora Claro Ecuador “CONECEL S.A”.

RL-E1Giron: Llamadas hacia la PSTN a través de un E1 el proveedor de este servicio de Telefonía es la CNT. Ejemplo de su configuración:

Figura 46 Configuración del Route List para llamadas a la PSTN del CUCM de la UPSQ

The screenshot shows the configuration page for a Route List in CUCM. The page is divided into several sections:

- Status:** Shows "Status: Ready" with an information icon.
- Route List Information:** Contains fields for Name (RL-E1Giron), Description (Llamadas PSTN e1), and Cisco Unified Communications Manager Group (CM-Group-UPS-QUITO). There is a checkbox for "Enable this Route List (change effective on Save; no reset required)" which is checked.
- Route List Member Information:** Contains two lists: "Selected Groups**" (with RG-E1Giron) and "Removed Groups***" (empty). There are up/down arrows between the lists and an "Add Route Group" button.
- Route List Details:** Shows a link to "RG-E1Giron" with a small icon.

Fuente: CUCM de la UPSQ, 2013

3.2.4.3. Route Patterns

Un Route Pattern comprende una cadena de dígitos, una dirección, un conjunto de manipulaciones asociadas con dígitos que enrutan las llamadas a un Route List, gateway, trunk. Proporcionan flexibilidad en el diseño de la red.

Los Route Patterns se encuentran en la dirección: Call Routing > Route/Hunt > Route Pattern. Pulsando buscar se desplegará una lista con todo los Route Patterns configurados, en el CUCM de la UPSQ se tiene los siguientes Route Patterns:

Figura 47 Ejemplo de algunos Route Patterns configurados en el CUCM de la UPSQ

Pattern	Description	Partition	Route Filter	Associated Device
1XXX	Llamadas cuenca Cell	Redirect-Cell		CCMUPSSUB-1
1XXX	Llamadas cuenca	internas		CCMUPSSUB-1
1XXX	Llamadas cuenca	ConClave		CCMUPSSUB-1
1XXX	Llamadas cuenca Guardiania	Guardiania		CCMUPSSUB-1
35.00	LLAMADAS INTERNACIONALES	Local Giron		RL-E1Giron
35.091917-9XXXXXX	Llamada Movistar	Redirect-Cell		RL-Movistar
35.091917-9XXXXXX	Llamada Movistar	Local Giron		RL-Movistar
35.012-71XXXXXXX	Nacionales	ConClave		RL-E1Giron
35.012-71XXXXXXX	Nacionales	Guardiania		RL-E1Giron
35.012-71XXXXXXX	Nacionales	Local Giron		RL-E1Giron
35.012-71XXXXXXX	Nacionales	Redirect-Cell		RL-E1Giron
35.015619XXXXXX	CELULARES	Local Giron		RL-E1Giron
35.01891XXXXXXX	CELULARES	Local Giron		RL-E1Giron
35.01891XXXXXX	CELULARES	ConClave		RL-E1Giron
35.018101256891XXXXXX	Cellular porta	Redirect-Cell		RL-Porta
35.018101256891XXXXXX	CELLULAR	Guardiania		RL-E1Giron
35.018101256891XXXXXX	Cellular porta	ConClave		RL-Porta
35.018101256891XXXXXX	Cellular porta	Local Giron		RL-Porta
35.01813471XXXXXX	Llamada Movistar	Local Giron		RL-Movistar
35.01813471XXXXXX	Llamada Movistar	Redirect-Cell		RL-Movistar

Fuente: CUCM de la UPSQ, 2013

Como ejemplo se muestra un route pattern configurado en el CUCM de la UPSQ para observar su configuración básica:

Figura 48 Ejemplo de un Route Pattern configurado en el CUCM de la UPSQ

The screenshot displays the 'Route Pattern Configuration' page in the CUCM administration interface. The top navigation bar includes links for System, Call Routing, Media Resources, Voice Mail, Device, Application, User Management, Bulk Administration, and Help. Below the navigation bar, there are icons for Save, Delete, Copy, and Add New.

Status: The status is 'Ready'.

Pattern Definition:

- Route Pattern*: 35.[2-6]XXXXXX
- Route Partition: Local Giron
- Description: Locales
- Numbering Plan: -- Not Selected --
- Route Filter: < None >
- MLPP Precedence*: Predeterminado
- Gateway/Route List*: RL-E1Giron (Edit)
- Route Option:
 - ☒ Route this pattern
 - ☐ Block this pattern Sin errores
- Call Classification*: OffNet
- ☐ Allow Device Override ☒ Provide Outside Dial Tone ☐ Allow Overlap Sending ☐ Urgent Priority
- ☐ Require Forced Authorization Code
- Authorization Level*: 0
- ☐ Require Client Matter Code

Calling Party Transformations:

- ☐ Use Calling Party's External Phone Number Mask
- Calling Party Transform Mask:
- Prefix Digits (Outgoing Calls):
- Calling Line ID Presentation*: Default
- Calling Name Presentation*: Default

Connected Party Transformations:

- Connected Line ID Presentation*: Default
- Connected Name Presentation*: Default

Called Party Transformations:

- Discard Digits: PreDot
- Called Party Transform Mask:
- Prefix Digits (Outgoing Calls):

ISDN Network-Specific Facilities Information Element:

- Network Service Protocol: -- Not Selected --
- Carrier Identification Code:
- Network Service: -- Not Selected --
- Service Parameter Name: < Not Exist >
- Service Parameter Value:

At the bottom, there are buttons for Save, Delete, Copy, and Add New.

Fuente: CUCM de la UPSQ, 2013

Route pattern: En este campo se ingresa el patrón de llamada ejemplo: 5XXX, este patrón servirá para poder direccionar llamadas al servidor Asterisk que serán explicados en el siguiente capítulo.

Route partition: En este campo se selecciona una partición, esta partición puede tener restricción de llamadas o llamadas sin restricción todo depende de la configuración.

Description: Se puede colocar una descripción al route pattern.

Gateway/ Route List: En este campo se selecciona el gateway o servidor al cual se enviarán las llamadas.

Call Classification: Aquí se puede seleccionar “Offnet” si es para enrutar llamadas fuera de una red o “OnNet” para llamadas dentro de una propia red o llamadas internas.

Require Forced Authorization Code: Esta opción se utiliza para restringir llamadas y que solo se pueda hacer llamadas con un código personal.

3.2.5. Configuración de extensiones

3.2.5.1. Configuración de teléfonos IP Cisco

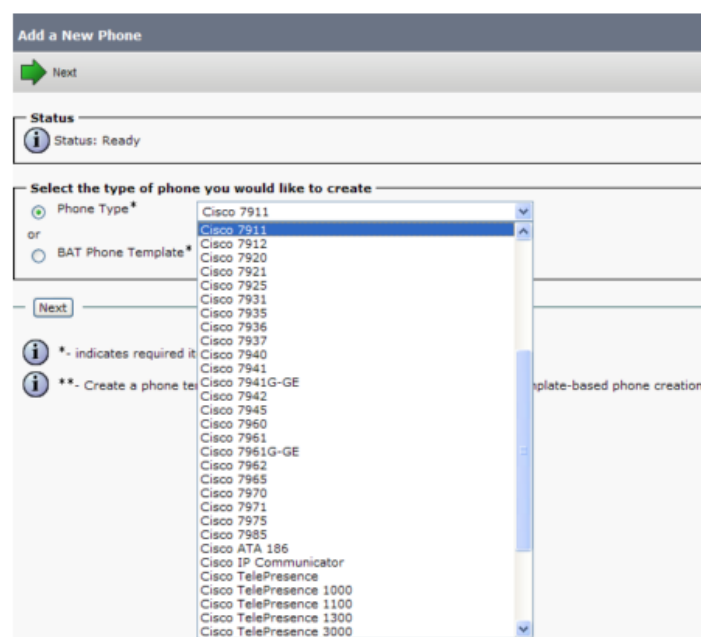
Algunos de los teléfonos IP Cisco y dispositivos que se puede configurar en el CUCM son:

- Cisco Unified IP Phone de la serie 7900
- Cisco IP Video Phone 7985.
- Cisco Unified IP SIP Phone 3951.
- Cisco IP Phone 30 VIP.
- Cisco IP Phone 12 S.
- Cisco IP Phone 12 SP.
- Cisco IP Phone 12 SP+.
- Cisco IP Phone 30 SP+.
- Clientes H.323.
- Computer Telephony Integration (CTI) ports.
- Cisco IP Communicator.
- Cisco Unified Personal Communicator.
- Dispositivos SIP.
- Cisco VG248 and VG224.

Los teléfonos IP Cisco pueden agregarse automáticamente a la base de datos del Call Manager Cisco mediante el uso de auto registro, en la configuración del CUCM se debe activar la opción de “Auto-registration Information” que permite configurar una extensión de manera automática al momento de conectar un dispositivo.

Si no se utiliza el registro automático se debe agregar manualmente los teléfonos a la base de datos del CUCM. Para esto se debe ir a la dirección: Device > Phone > Add New. Lo primero que se elige es el modelo de teléfono que se requiera configurar.

Figura 49 Configuración de un nuevo teléfono en el CUCM



Fuente: CUCM de la UPSQ, 2013

En la siguiente pantalla se elige el protocolo de señalización, esto depende del teléfono IP si es un teléfono Cisco se elige el protocolo de señalización de Cisco que es el SCCP. Las configuraciones básicas de un teléfono IP son:

MAC Address: Aquí se introduce la dirección MAC (Control de Acceso al Medio) que identifica al teléfono IP Cisco (Teléfonos de hardware solamente). Este valor consta de 12 caracteres hexadecimales.

Device Name: Se especifica un nombre para identificar a los teléfonos IP, softphones, clientes H.323 y puertos CTI. El valor se puede incluir de 1 a 15 caracteres, incluyendo caracteres alfanuméricos, puntos, guiones.

Description: La descripción del teléfono, normalmente se ingresa como descripción el nombre del usuario al cual pertenece la extensión o alguna otra descripción.

Device Pool: Se escoge el device pool al cual se desea que el teléfono este asignado. El device pool define conjuntos de características comunes a los dispositivos como grupo de regiones, fecha, hora, plantillas, teclas, etc.

Phone Button Template: Esta opción determina la configuración de los botones y características de cada uno.

Calling Search Space: Se elige el Calling Search Space adecuado a la extensión. Con el CSS se puede elegir las restricciones de cada extensión al momento de llamar a determinadas extensiones o números externos, puede controlar que no se permita llamar a móviles o internacionales.

Figura 50 Configuración de un teléfono IP Cisco 7960 en el CUCM de la UPSQ

Phone Configuration Related Links:

Save Delete Copy Reset Add New

Status
Status: Ready

Association Information

Modify Button Items

- Line [1] - 2133 in internas
- Line [2] - Add a new DN
- Add a new SD
- Add a new SD
- Add a new SD
- Add a new SD
- Add a new SD
- Add a new SD
- Add a new SD
- Add a new SD
- Add a new SD
- Privado
- Ninguno

----- Unassigned Associated Items -----

Phone Type

Product Type: Cisco 7960
Device Protocol: SCCP

Device Information

Registration: Registered with Cisco Unified Communications Manager 172.17.7.75
IP Address: 172.17.7.75
MAC Address: 001A2F44D6A6
Description: Cristian Acosta
Device Pool: DP-Quito-Giron [View Details](#)
Common Device Configuration: < None > [View Details](#)
Phone Button Template: Standard 7960 SCCP
Softkey Template: < None >
Common Phone Profile: Standard Common Phone Profile
Calling Search Space: css-internas
AAR Calling Search Space: css-internas
Media Resource Group List: MRGL-GIRON
User Hold MOH Audio Source: < None >
Network Hold MOH Audio Source: < None >
Location: Loc-Quito-Giron
AAR Group: < None >

User Locale: Español, República de Colombia
Network Locale: < None >
Built In Bridge: Predeterminado
Privacy: Predeterminado
Device Mobility Mode: Predeterminado [View Current Device](#)
Owner User ID: < None > [Find](#)
Phone Load Name:

☒ Retry Video Call as Audio
☐ Ignore Presentation Indicators (internal calls only)
☒ Allow Control of Device from CTI
☒ Logged Into Hunt Group
☐ Remote Device

Fuente: CUCM de la UPSQ, 2013

Antes de que un teléfono IP Cisco pueda ser utilizado, se debe asignar o configurar una extensión para poder llamar y un nombre de usuario para poder encontrar al usuario por el directorio telefónico.

También se puede utilizar este procedimiento para configurar teléfonos SIP, clientes H.323, puertos CTI, el Cisco ATA 186 adaptador de teléfono, o el Cisco IP Communicator.

Para poder observar los teléfonos configurados en el CUCM hay que dirigirse a: Device > Phone.

Donde se mostrará una lista con todos los teléfonos configurados, en la figura 51 se muestra un ejemplo de algunos teléfonos configurados en el CUCM de la Universidad Politécnica Salesiana sede Quito:

Figura 51 Ejemplos de teléfonos configurados en el CUCM de la UPSQ

Phone (1 - 50 de 348)					
Buscar Phone donde		Device Name	que empiece(n) por	Buscar	Borrar filtro
Select item or enter search text					
		Device Name(Line) ^	Description	Device Pool	Device Protocol
		AA_2002	Auto Attendant-1	DP-Quito-Giron	SCCP Registered with 172.
		AA_2003	Auto Attendant-2	DP-Quito-Giron	SCCP Registered with 172.
		AA_2004	Auto Attendant-3	DP-Quito-Giron	SCCP Registered with 172.
		AA_2005	Auto Attendant-5	DP-Quito-Giron	SCCP Registered with 172.
		AA_2006	Auto Attendant-6	DP-Quito-Giron	SCCP Registered with 172.
		AA_2008	AA_2008	DP-Quito-Giron	SCCP Registered with 172.
		ATA00070E1SD5F4	Fax Vicerrectorado	DP-Quito-Giron	SCCP Registered with 172.
		ATA00070E1SD675	Laboratorio Lacteos	DP-Cayambe	SCCP Registered with 172.
		ATA001D452CA922	Fax Financiero	DP-Quito-Giron	SCCP Unknown
		ATA001D452CE001	Fax Cayambe	DP-Cayambe	SCCP Unknown
		ATA00235E19A1C7	Alarmas03	DP-Quito-Giron	SCCP Registered with 172.
		ATA00235E19A264	FAX SECRETARIA	DP-Quito-Giron	SCCP Registered with 172.
		ATA0024C40DC4E1	Fax Posgrados	DP-Quito-Giron	SCCP Unknown
		ATA0024C40DC509	FAX SECUIO	DP-Sur	SCCP Unknown
		CBS_2019	Unified CM Telephony Group #1-1	DP-Quito-Giron	SCCP Registered with 172.
		SEP00070E57393A	Auto 3001	DP-Cuenca	SCCP Unknown
		SEP0016D31E6D60	CIPC JAIME PADILLA	DP-Quito-Giron	SCCP Unknown
		SEP0016D39AF286	Juan Carlos Dominguez	DP-Quito-Giron	SCCP Unknown
		SEP0018BACDEDC1	Alexandra Chavez CSRFP	DP-Quito-Giron	SCCP Registered with 172.
		SEP00192F77A088	Yadira Jerez	DP-Sur	SCCP Registered with 172.
		SEP00192F78AD0F	Practicas Preprofesionales	DP-Quito-Giron	SCCP Registered with 172.
		SEP00192F78AD12	Katia Hidrobo	DP-Kenedy	SCCP Registered with 172.
		SEP00192F78ADCE	Melvin Flores	DP-Sur	SCCP Registered with 172.
		SEP00192F78AR07	Esteban Inga	DP-Kenedy	SCCP Registered with 172.
		SEP00192F78AE0B	Christian Cepeda	DP-Sur	SCCP Registered with 172.
		SEP00192F78AF21	Martha Rios	DP-Sur	SCCP Registered with 172.
		SEP00192F9CS9B4	Bethy Zambrano	DP-Sur	SCCP Registered with 172.
		SEP00192FCB5FDA	Juan Jose Jara	DP-Quito-Giron	SCCP Registered with 172.
		SEP00192FE39D87	Mercedes Zapata	DP-Quito-Giron	SCCP Registered with 172.
		SEP00192FF6E1D1	Esteban Loachamin	DP-Quito-Giron	SCCP Registered with 172.
		SEP00192FF6E1D2	Maria del Carmen Bone	DP-Sur	SCCP Registered with 172.
		SEP00192FF6E202	Sala Video UIOS	DP-Sur	SCCP Registered with 172.
		SEP00192FF6E20C	Veronica Di Caudo	DP-Quito-Giron	SCCP Registered with 172.

Fuente: CUCM de la UPSO, 2013

3.2.6. Configuración Directory Number

La opción de Directory Number permite realizar las siguientes tareas:

- Configurar el desvío de llamadas, captura de llamadas, llamada en espera y servicio de precedencia multinivel.
- Modificar el texto de presentación que aparecerá en la pantalla del teléfono cuando se recibe o se realiza una llamada.
- Configurar las opciones de llamada.
- Configurar el buzón de voz.

Para buscar o acceder a los directorios telefónicos configurados se debe ir a la dirección: Call Routing > Directory Number, se desplegará una lista con todos directorios telefónicos configurados por ejemplo:

Figura 52 Ejemplo de directorios telefónicos configurados en el CUCM de la UPSQ

	Pattern/Directory Number ^	Partition	Description
<input type="checkbox"/>	2000	internas	
<input type="checkbox"/>	2001	internas	
<input type="checkbox"/>	2002	internas	Auto Attendant-1
<input type="checkbox"/>	2003	internas	Auto Attendant-1
<input type="checkbox"/>	2004	internas	Auto Attendant-4
<input type="checkbox"/>	2005	internas	Auto Attendant-5
<input type="checkbox"/>	2006	internas	Auto Attendant-6
<input type="checkbox"/>	2008	internas	
<input type="checkbox"/>	2010	internas	crs2010
<input type="checkbox"/>	2010	DID Giron	crs2010
<input type="checkbox"/>	2011	internas	crs2011
<input type="checkbox"/>	2012	internas	CRS Line description
<input type="checkbox"/>	2012		CRS Line description
<input type="checkbox"/>	2013		CRS Line description
<input type="checkbox"/>	2013	internas	CRS Line description

Fuente: CUCM de la UPSQ, 2013

También existe otra opción para acceder a configurar un directorio telefónico o la extensión ya configurada en un teléfono, para esto en la dirección: Device > Phone.

Seleccionando un teléfono ya configurado en la parte izquierda de la ventana se observará “Line [1] – Add a new DN” y “Line [2] – Add a new DN”, esto si todavía no se ha configurado una línea o extensión al teléfono por lo que se tiene que asignar una línea a dicho dispositivo para poder utilizarlo.

Por ejemplo se muestra la siguiente extensión ya configurada:

Figura 53 Directorio telefónico configurado en el CUCM de la UPSQ

Cisco Unified CM Administration
Para soluciones de Cisco Unified Communications

System | Call Routing | Media Resources | Voice Mail | Device | Application | User Management | Bulk Administration | Help

Directory Number Configuration

Save | Delete | Reset | Add New

Status
Status: Ready

Directory Number Information

Directory Number: 2133
Route Partition: internas
Description: Cristian Acosta
Alerting Name: Cristian Acosta
ASCII Alerting Name: Cristian Acosta
☒ Allow Control of Device from CTI
Associated Devices: SEP001A2F44D6A6
Buttons: Edit Device, Edit Line Appearance
Dissociate Devices: [Empty list]

Directory Number Settings

Voice Mail Profile: < None > (Choose <None> to use system default)
Calling Search Space: ccs-Local-Grp
Presence Group: Standard Presence group
User Hold MOH Audio Source: < None >
Network Hold MOH Audio Source: < None >
Auto Answer: Auto Answer Off

AAR Settings

AAR: ☐ or AAR Destination Mask: [Empty] AAR Group: < None >
☒ Retain this destination in the call forwarding history

Call Forward and Call Pickup Settings

	Voice Mail	Destination	Calling Search Space
Calling Search Space Activation Policy			Utilizar configuración predeterminada del sistema
Forward All	<input type="checkbox"/> or	[Empty]	< None >
Secondary Calling Search Space for Forward All			< None >
Forward Busy Internal	<input type="checkbox"/> or	[Empty]	< None >
Forward Busy External	<input type="checkbox"/> or	[Empty]	< None >
Forward No Answer Internal	<input type="checkbox"/> or	[Empty]	< None >

MLPP Alternate Party Settings

Target (Destination): [Empty]
MLPP Calling Search Space: < None >
MLPP No Answer Ring Duration (seconds): [Empty]

Line Settings for All Devices

Hold Reversion Ring Duration (seconds): [Empty] Setting the Hold Reversion Ring Duration to zero will disable the feature.
Hold Reversion Notification Interval (seconds): [Empty] Setting the Hold Reversion Notification Interval to zero will disable the feature.

Line 1 on Device SEP001A2F44D6A6

Display (Internal Caller ID): Cristian Acosta
ASCII Display (Internal Caller ID): Cristian Acosta
Line Text Label: Cristian Acosta
ASCII Line Text Label: Cristian Acosta
External Phone Number Mask: [Empty]
Visual Message Waiting Indicator Policy: Use System Policy
Ring Setting (Phone Idle): Ring
Ring Setting (Phone Active): Use System Default Applies to this line when any line on the phone has a call in progress.
Call Pickup Group Audio Alert Setting (Phone Idle): Use System Default
Call Pickup Group Audio Alert: Use System Default

Fuente: CUCM de la UPSQ, 2013

La configuración básica de un directorio telefónico es la siguiente:

Directory Number: El número de la extensión telefónica.

Route Partition: En esta opción se escoge la partición a la que pertenecerá la extensión, para que la extensión no tenga ninguna restricción se escoge <Ninguno>.

Description: Descripción de la extensión.

Alerting Name: Se digita el nombre que aparecerá en la pantalla del teléfono a la persona que llama a esta extensión.

ASCII Alerting Name: Este campo se proporciona la misma información que el campo Alerting Name.

Voice Mail Profile: En este campo se elige la lista de perfiles de correo de voz configurados. La opción <Ninguno> representa al perfil del correo de voz configurado por defecto.

Calling Search Space: En este campo se elige el Calling Search Space, como se explicó anteriormente según el perfil se podrá llamar a uno u otros sitios.

3.2.7. End User

La configuración de End User permite al administrador agregar, buscar, utilizar y mantener información acerca de los usuarios o dispositivos finales del Cisco Unified Communications Manager. Esto permite tener un directorio telefónico con todas las extensiones que aparecerán en el directorio de los teléfonos IP.

Para añadir o buscar una extensión que se encuentre en el directorio, se debe ir a la dirección: User Management > End User. Se mostrará una lista con todos los End User configurados. Como ejemplo se escoge un End User ya configurado:

Figura 54 End User configurado en el CUCM de la UPSQ

The screenshot shows the Cisco Unified CM Administration web interface. The browser address bar displays the URL: <https://172.17.6.253/ccmadmin/userEdit.do?key=4ce67a20-d2dd-a41d-cd52-41bd11dc4ff5>. The page title is "Cisco Unified CM Administration" with the subtitle "Para soluciones de Cisco Unified Communications". The navigation menu includes: System, Call Routing, Media Resources, Voice Mail, Device, Application, User Management, Bulk Administration, and Help. The main heading is "End User Configuration". Below this, there are buttons for "Save", "Delete", and "Add New". A status bar indicates "Status: Ready". The "User Information" section contains the following fields:

Field	Value
User ID*	12acosta
Password
Confirm Password
PIN
Confirm PIN
Last name*	Acosta
Middle name	
First name	Cristian
Telephone Number	
Mail ID	
Manager User ID	
Department	
User Locale	Español, República de Colombia
Associated PC	
Digest Credentials	
Confirm Digest Credentials	
Name Dialing	AcostaCristian

Fuente: CUCM de la UPSQ, 2013

Los campos necesarios para la configuración de un End User son los siguientes:

- User ID: el número de la extensión.
- Last Name: el apellido de la persona que tiene la extensión.
- First Name: primer nombre del usuario.

CAPÍTULO 4

DESARROLLO DEL PROYECTO PILOTO

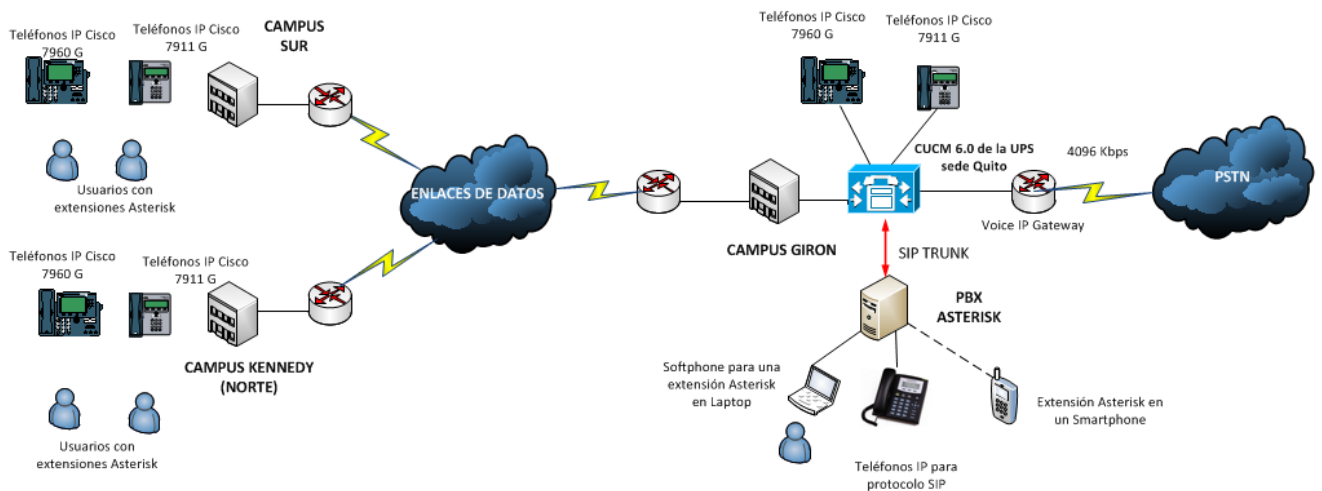
4.1. Descripción del proyecto piloto

El proyecto piloto de telefonía IP consiste en primer lugar en configurar una central telefónica IP basada en Asterisk, por lo que se debe escoger un sistema operativo de software libre que cumpla con los requerimientos necesarios, realizar una configuración por líneas de comando con todas las funciones y servicios básicos de un sistema de telefonía IP.

Una vez configurada las funciones de la central telefónica IP se debe realizar las configuraciones necesarias para la integración de esta central basada en Asterisk con el CUCM de la Universidad Politécnica Salesiana sede Quito, esto se realizará con una troncal utilizando el protocolo de señalización SIP. La UPS cuenta con enlaces de datos con cada campus por lo que un usuario de Asterisk puede estar en cualquier campus y realizar llamadas a cualquier extensión de la UPS sede Quito, inclusive llamadas a las sede de Cuenca y Guayaquil. Para llamadas a números locales, convencionales (PSTN) se utilizará como salida al CUCM para que enrute estas llamadas hacia la PSTN que tiene como proveedor a la Corporación Nacional de Telecomunicaciones “CNT”, esto para aprovechar la infraestructura que tiene ya establecida la UPS sede Quito para llamadas a números convencionales.

Cabe mencionar que esta tesis se limita a integrar la solución Asterisk con la CUCM y mostrar que los usuarios Asterisk pueden estar situados en cualquiera de los campus de la sede Quito. En este piloto solo se ha configurado una central Asterisk que reside en el Campus Girón, disponible a 10 usuarios creados solo para pruebas.

Figura 55 Esquema simplificado del diseño del proyecto piloto



Elaborado por: Henry Suntaxi

4.2. Selección del software basado en GNU/Linux para telefonía IP

El proyecto piloto de telefonía IP está basado en Asterisk, por esto debe correr en un servidor con sistema operativo GNU/Linux de software libre. Existen varias opciones para telefonía IP, por ejemplo:

- Elastix
- Trixbox

4.2.1. Elastix

Elastix es una distribución libre basada en Asterisk desarrollado por “Palo Santo Solutions” una compañía establecida en Ecuador.

Es un software que provee servicios de telefonía IP, correo, fax, conferencias, mensajería instantánea, video llamada, entre otros, con una interfaz fácil y simple de usar. Permite la creación de módulos para mejoras de este software de código libre para telefonía IP.

Elastix al estar basado en software libre se la puede descargar gratuitamente de la dirección web: <http://www.elastix.org/index.php/es/descargas/distro-principal.htm>.

Entre las características más importantes son:

- Interfaz para configuración y administración web
- Grabación de llamadas y correo de voz vía web
- Interfaz para tarifas y reporte de llamadas
- Troncalización
- IVR configurable y flexible
- Servidor DHCP para asignación dinámica de Ips, entre otros.

4.2.2. Trixbox

Trixbox es una distribución GNU/Linux del sistema operativo CentOS y es una central telefónica (PBX) por software basada en Asterisk con un interfaz simple y fácil de usar, para una administración simplificada de la central telefónica Trixbox proporciona una interfaz gráfica denominada FreePBX.

Trixbox al estar basado en software libre se la puede descargar gratuitamente de la dirección web: <http://fonality.com/trixbox/downloads>.

Entre las principales funciones y características están:

- Permite construir módulos propios y características.
- Los protocolos con los cuales trabaja son SIP, H.323, IAX, IAX2 y MGCP.
- Contestador Automático (IVR).
- Interfaz para tarifas y reporte de llamadas.
- Buzón de voz y mensajes de voz por email.
- Conferencias y video llamadas.
- Reportes y monitorización, entre otros.

Tabla 10 Comparación entre Elastix y Trixbox

Características	Trixbox	Elastix
Licencia	Software libre	Software libre
Codecs	ADPCM, G.711, G.722, G.723.1, G.726, G.729, GSM, iLBC.	ADPCM, G.711, G.722, G.723.1, G.726, G.729, GSM, iLBC.
Protocolos	IAX, IAX2, H.323, SIP, SCCP.	IAX, IAX2, H.323, SIP, SCCP.
Interfaz Web	Si	Si
Buzón de voz y Mensajes de voz por email	Si	Si
Conferencias y Video llamadas	Si	Si

Elaborado por: Henry Suntaxi

Trixbox es el software seleccionado para este proyecto piloto de telefonía IP, aunque las características y funcionalidades de ambas centrales telefónicas descritas anteriormente no tienen mucha diferencia, se escogió Trixbox porque ya se estaba habituado con el manejo y configuración de esta solución de telefonía IP.

4.3. Plataforma de virtualización

La virtualización permite que múltiples máquinas virtuales con sistemas operativos diferentes puedan ejecutarse individualmente en una sola máquina con su respectivo hardware como memoria RAM, CPU, NIC etc. Cada máquina virtual tiene su propio hardware virtual que dependerá de la máquina donde se realice la virtualización a través del cual se cargan el sistema operativo y las aplicaciones. (González, 2010)

La Universidad Politécnica Salesiana dispone de un servidor Blade HS22 de IBM, este servidor ofrece un excelente rendimiento con una gran capacidad de memoria y procesadores de alta velocidad que incluye además aplicaciones de virtualización, entre sus principales características están:

- Rendimiento y eficiencia energética.
- Dos procesadores de la serie Intel® Xeon® 5600, de hasta 3,46 GHz.

- Hasta 192 GB de memoria RAM.
- Hasta 1,2 TeraBytes (TB) de almacenamiento interno total.
- Tarjeta de interfaz de red (NIC) en la placa Broadcom 5709S con dos puertos Gigabit Ethernet.
- Compatible con sistemas operativos: Microsoft Windows, Red Hat Enterprise Linux (RHEL), SUSE Linux Enterprise, Oracle Solaris, etc.

Figura 56 Servidor Blade HS22 de IBM



Fuente: IBM BladeCenter HS22, 2012

El servidor Blade HS22 que se encuentra en la Universidad Politécnica Salesiana sede Quito tiene instalado VMware ESXi 4.1.0, el VMware ESXi es un hipervisor que permite a varias máquinas virtuales ejecutar sistemas operativos diferentes y compartan recursos, memoria, almacenamiento, procesador, red, etc. Entre sus principales características están:

- Rendimiento de hasta 8.900 transacciones de base de datos por segundo, 200.000 operaciones de entrada y salida E/S por segundo.
- Disminuye costos de hardware, energía y refrigeración ejecutando varios sistemas operativos en el mismo servidor físico.

- Compatibilidad con muchos sistemas operativos, permite virtualizar varias versiones o distribuciones de Windows, Linux, NetWare y otros sistemas operativos.
- Hasta 64 núcleos de procesamiento lógicos, 256 CPUs virtuales y 1 TB de RAM por host.
- Funcionalidades de seguridad avanzadas de VMware, protegen los datos almacenados en entornos virtuales.

4.3.1. Configuración de la Plataforma de virtualización en VMware

La máquina virtual donde correrá Trixbox estará virtualizada en VMware ESXi 4.1.0 que se encuentra instalado en el servidor Blade HS22 de la UPS sede Quito, la máquina virtual tendrá las siguientes características:

- 2 Gb de Memoria RAM.
- Disco Duro IDE: De 15 Gb.
- Un CD-ROM para cargar la imagen .iso de trixbox, previamente descargada.
- Una tarjeta de Red.

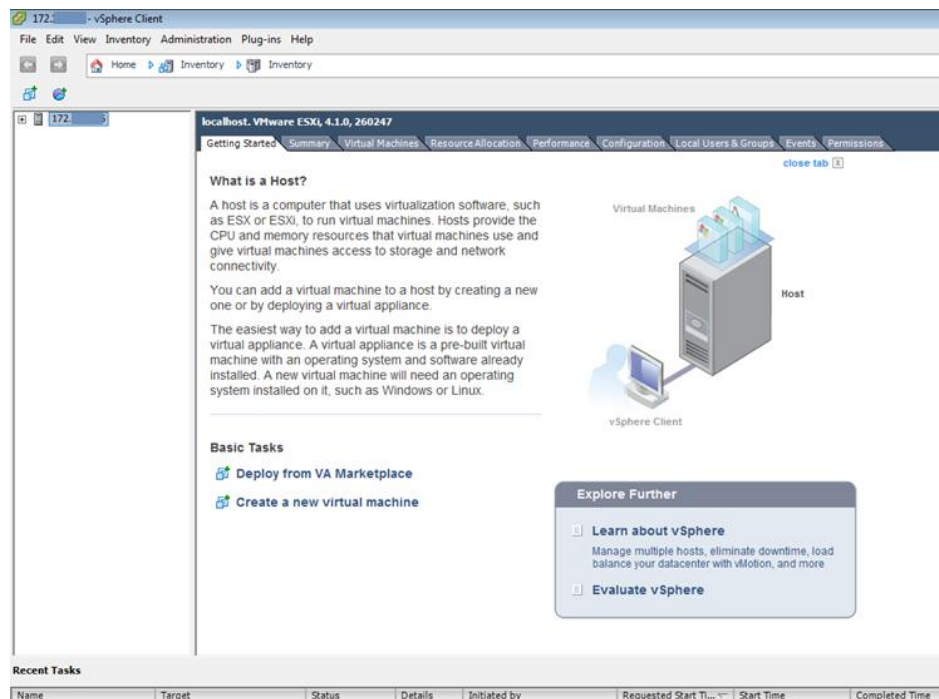
Para ingresar al servidor y crear la máquina virtual se utilizó el VMware vSphere Client que permite conectarse al servidor VMware ESXi y poder gestionarlo. Previamente se debe ingresar el usuario y la contraseña.

Figura 57 VMware vSphere Client



Fuente: VMware vSphere Client de la UPSQ, 2013

Figura 58 VMware ESXi 4.1.0 a través de vSphere Client



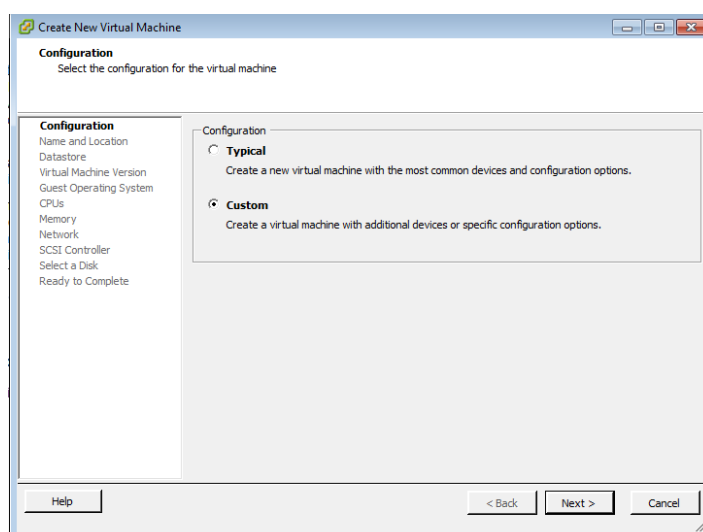
Fuente: VMware ESXi 4.1.0 de la UPSQ, 2013

Para crear una máquina virtual se debe ir a: File > New Virtual Machine. Aparecerá un ventana donde se procederá con la creación de una nueva máquina virtual, existe dos opciones de configuración Typical y Custom.

- Typical permite crear una máquina virtual con dispositivos y opciones de configuración más comunes.
- Custom permite crear una máquina virtual con dispositivos adicionales u opciones de configuración específicas.

La opción que se escogió es Custom y se configuró lo necesario para la máquina virtual.

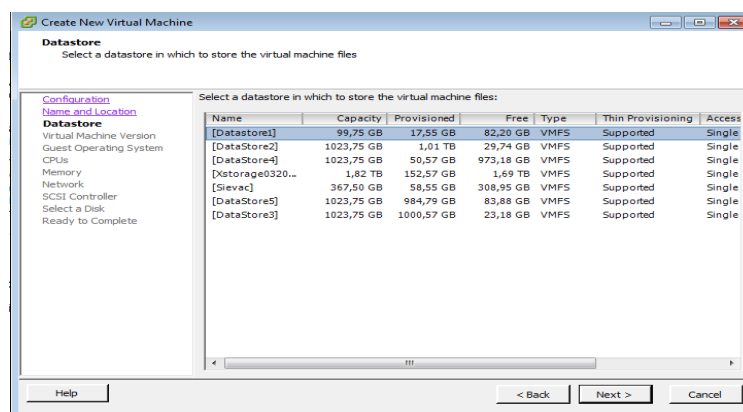
Figura 59 Crear una nueva máquina virtual



Fuente: VMware ESXi 4.1.0 de la UPSQ, 2013

Como primer paso se debe asignar un nombre a la máquina virtual, en este caso se la nombró “ASTERISK”, luego en Datastore que es el almacenamiento de datos y la ubicación donde se guardarán los archivos de la máquina virtual, se eligió el Datastore con más capacidad en este caso se seleccionó el Datastore1.

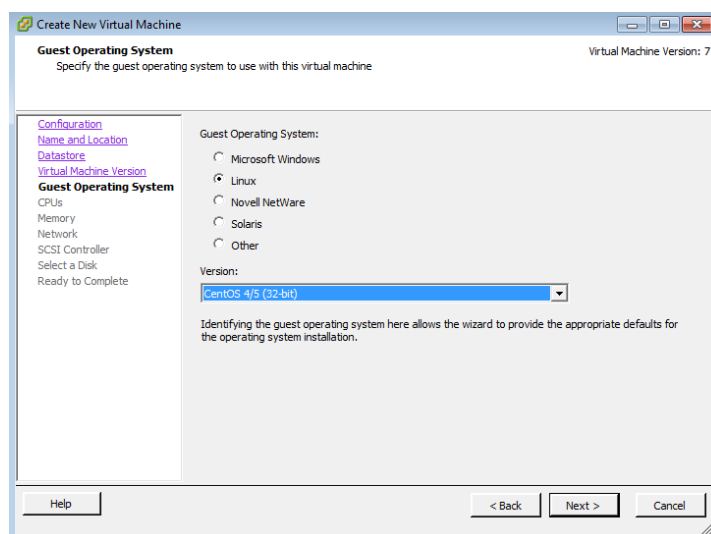
Figura 60 Selección del Datastore para la máquina virtual



Fuente: VMware ESXi 4.1.0 de la UPSQ, 2013

También se tiene que seleccionar el Sistema Operativo de la máquina virtual, el software utilizado para este proyecto piloto es Trixbox y al ser una distribución de Centos, se eligió la versión Centos 4/5 (32 bits):

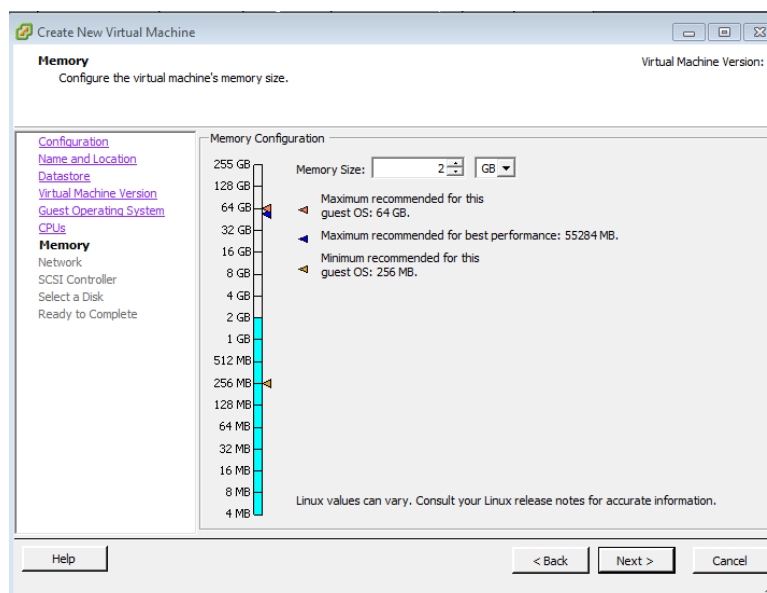
Figura 61 Selección del sistema operativo



Fuente: VMware ESXi 4.1.0 de la UPSQ, 2013

Otro aspecto importante que se configuró es la memoria RAM, para esta máquina virtual se seleccionó 2 GB de memoria RAM, su justificación se muestra en la tabla 24 que está en el siguiente capítulo.

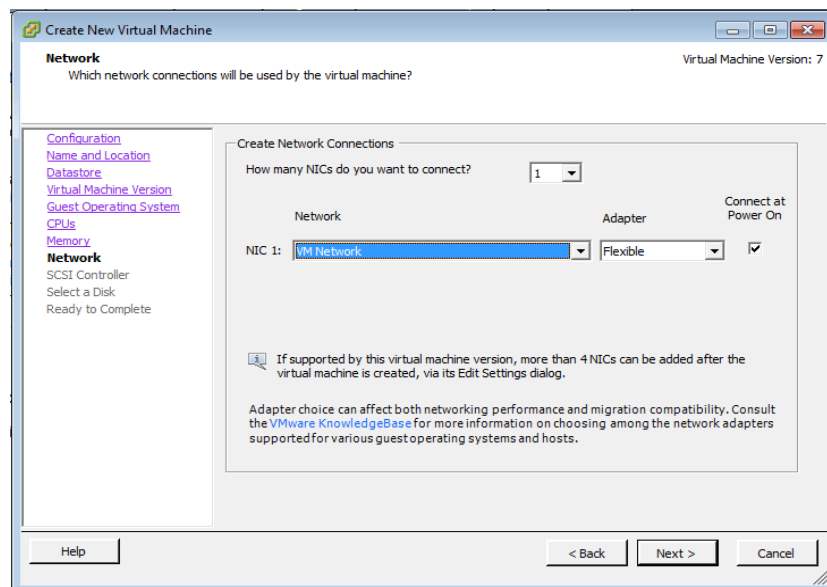
Figura 62 Configuración de memoria RAM para la máquina virtual



Fuente: VMware ESXi 4.1.0 de la UPSQ, 2013

En “Network” se configura el dispositivo de red para la máquina virtual, esta es la tarjeta de red con la cual trabajará el servidor virtual.

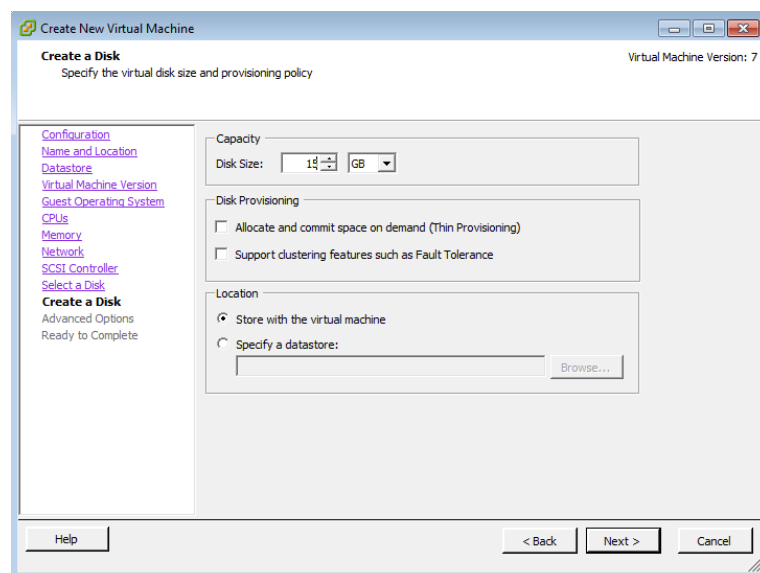
Figura 63 Configuración de Network para la máquina virtual



Fuente: VMware ESXi 4.1.0 de la UPSQ, 2013

En la opción “Create Disk” se configura el tamaño del disco virtual, para esta máquina virtual se proporcionó un disco virtual con un espacio de 30 GB del Datastore1 seleccionado anteriormente.

Figura 64 Configuración del tamaño del disco virtual



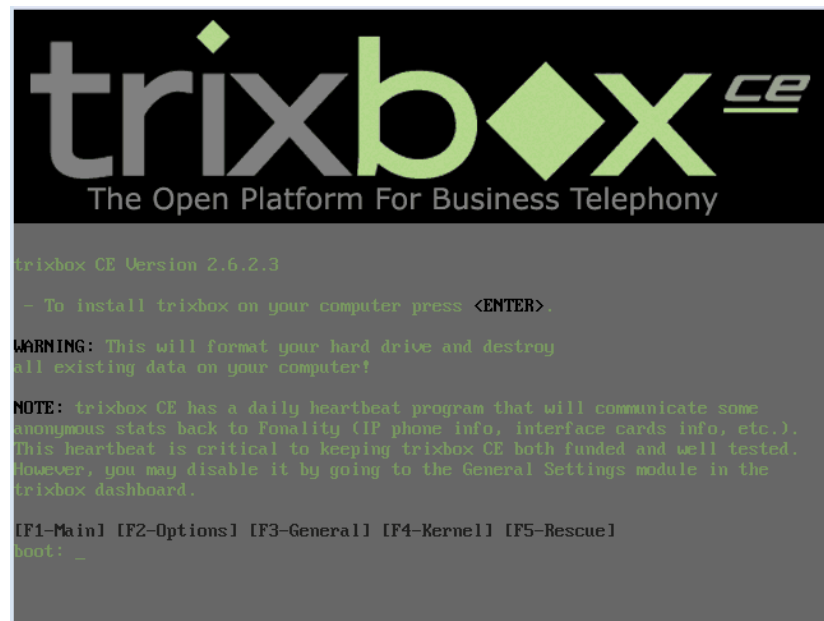
Fuente: VMware ESXi 4.1.0 de la UPSQ, 2013

Como un último paso se cargó el archivo .iso de Trixbox. Con esto se finaliza la creación de la máquina virtual.

4.4. Instalación de Trixbox

Una vez creada la máquina virtual se debe iniciar la misma. En la Universidad Politécnica Salesiana sede Quito se instaló la versión 2.6 de Trixbox. Cuando el sistema arranque, se muestra la pantalla de inicio y pulsando “ENTER” se procede a instalar Trixbox.

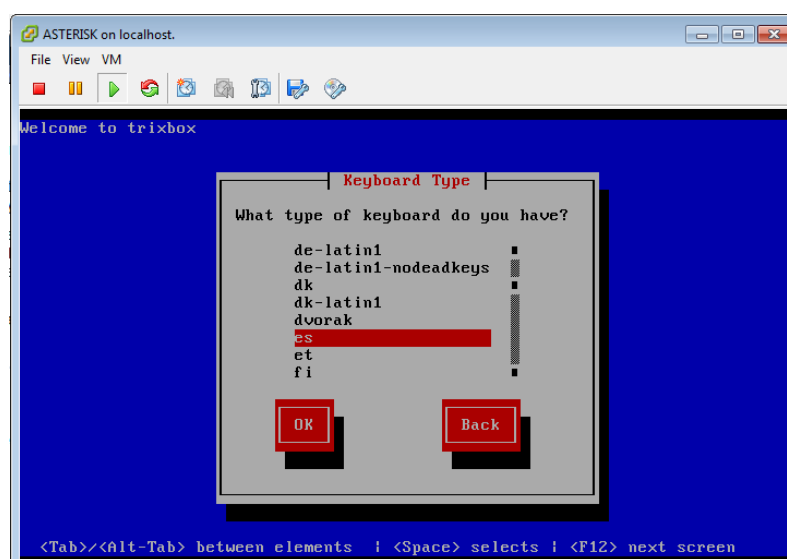
Figura 65 Pantalla de inicio para instalación de Trixbox



Elaborado por: Henry Suntaxi

A continuación se selecciona el idioma del teclado, en este caso se seleccionó el idioma español “es”.

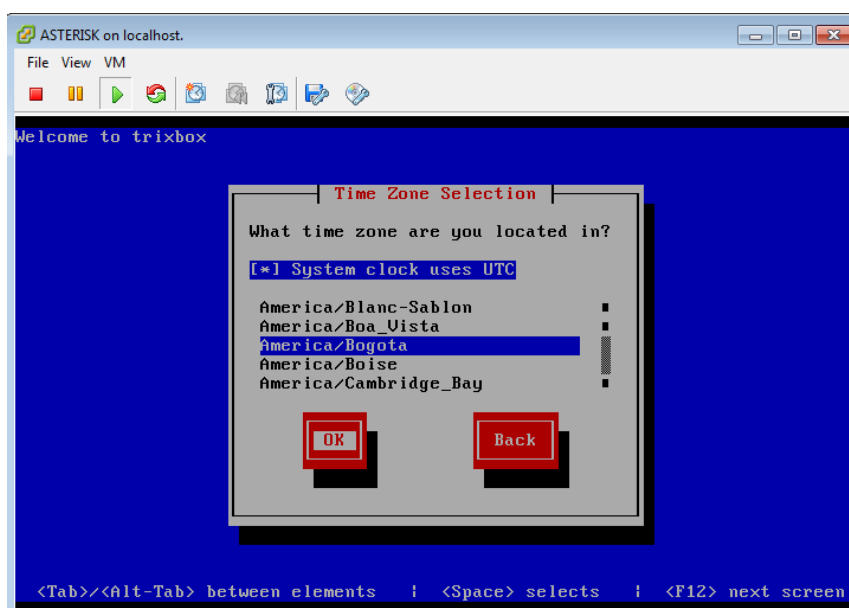
Figura 66 Selección del idioma del teclado para la máquina virtual con Trixbbox



Elaborado por: Henry Suntaxi

Después se tiene que seleccionar la zona de tiempo para Trixbbox. Se seleccionó América/Bogotá ya que se encuentra en la misma zona horaria que Quito – Ecuador.

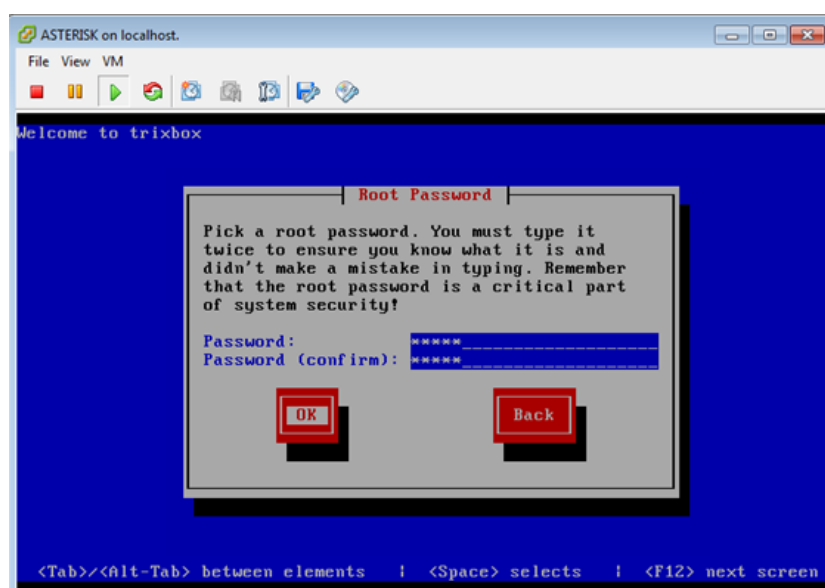
Figura 67 Selección de la zona de Tiempo para Trixbbox



Elaborado por: Henry Suntaxi

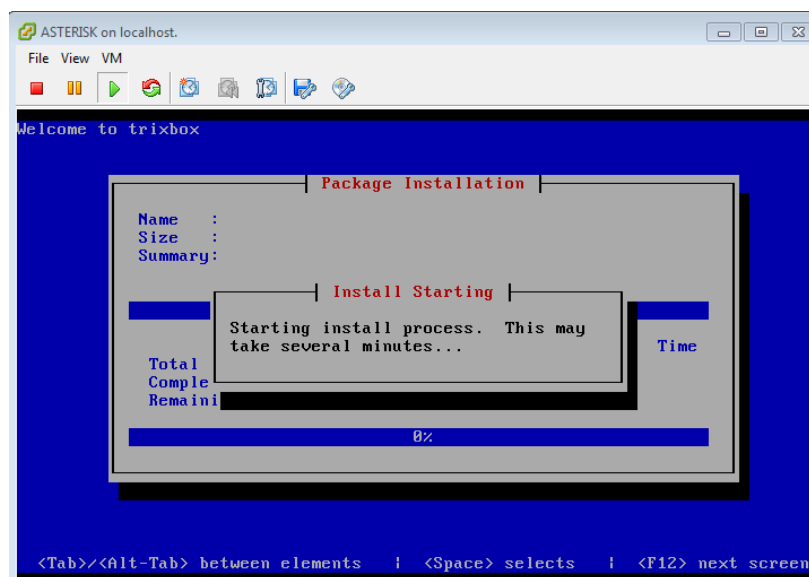
Por último se estableció la contraseña de súper usuario "root" con la que se ingresará al sistema operativo Trixbbox para poder administrarlo.

Figura 68 Configuración de la contraseña para “root”



Elaborado por: Henry Suntaxi

Figura 69 Instalación de Trixbox



Elaborado por: Henry Suntaxi

Una vez que ha arrancado el sistema previo a un reinicio, se inició una sesión con el usuario root y la contraseña que se estableció en la instalación.

La primera configuración fue asignar una dirección IP fija al servidor, para una mejor administración que permitirá acceder a todos los servicios que ofrece Trixbox como una PBX de telefonía IP, con esto también se podría configurar la central telefónica a través de la interfaz web que ofrece Trixbox.

Una de las maneras de configurar la dirección IP en la versión 2.6 de Trixbox es mediante el comando “system-config-network”.

Figura 70 Commando system-config-network en Trixbox 2.6

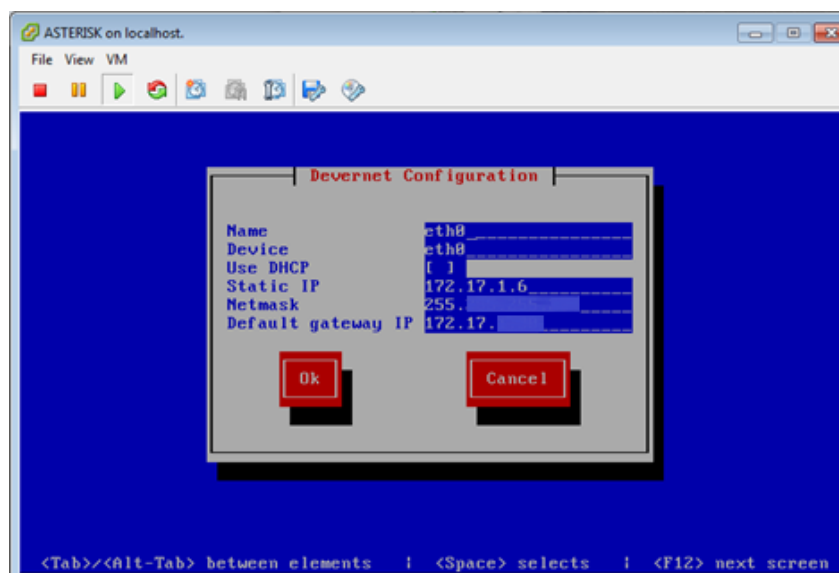
```
trixbox1 login: root
Password:
Last login: Wed Oct 18 18:32:52 from 172.17.113.187
(trixbox1.localdomain ~)# syst
system-config-network          system-config-securitylevel-tui
system-config-network-cmd      system-control-network
system-config-network-gui      systool
system-config-network-tui
(trixbox1.localdomain ~)# system-config-network_
```

Elaborado por: Henry Sntaxi

Cuando se ingresa el comando mencionado se tiene que seleccionar el dispositivo de red, eth0 hace referencia a la tarjeta de red que se seleccionó anteriormente en la máquina virtual de VMware ESXi 4.1.0.

Con esto se ingresó a la configuración del dispositivo o tarjeta de red, la dirección IP proporcionada dentro de la red de la UPSQ campus El Girón es la 172.17.1.6 con su respectiva máscara de red y dirección IP del Gateway.

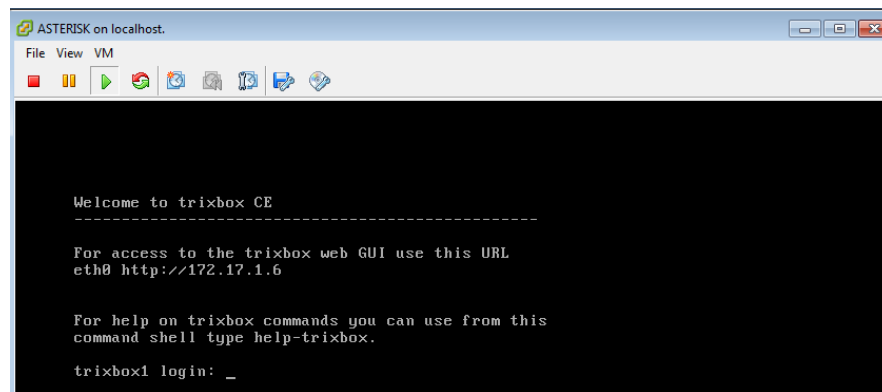
Figura 71 Configuración de una dirección IP fija para Trixbox



Elaborado por: Henry Sntaxi

Una vez guardada la configuración del dispositivo eth0 y luego de reiniciar el sistema con el comando “reboot”, el servidor ya contó con una dirección IP fija y estuvo listo para su configuración como central telefónica.

Figura 72 Inicio del servidor Trixbox con la dirección IP seleccionada



Elaborado por: Henry Sntaxi

Con esto se finaliza la instalación básica de Trixbox. La configuración de la central telefónica Asterisk se realizó por ficheros o archivos de configuración. Es posible también realizar la configuración a través de la interfaz Web, pero se seleccionó una configuración por ficheros para tener una mejor administración del sistema.

4.5. Configuraciones en el servidor Asterisk

4.5.1. Configuración del archivo Sip.conf

Las extensiones que se utilizó en Asterisk se basan en el protocolo SIP para esto se configuró el archivo sip.conf, este archivo se encuentra en el siguiente directorio: /etc/asterisk/sip.conf.

El rango de extensiones que se configuró es la 5XXX, debido a que actualmente la Universidad Politécnica Salesiana utiliza los siguientes rangos de extensiones:

- 1XXX UPS sede Cuenca.
- 2XXX, 3XXX UPS sede Quito.
- 4XXX UPS sede Guayaquil.

En casi todos los archivos de configuración de Asterisk existe una sección [General] y es la que se aplica a todos los dispositivos definidos en el fichero. En este caso la configuración realizada es la siguiente:

Figura 73 Configuración de la sección General en el archivo sip.conf

```
[general]
context=internas
bindport=5060
bindaddr=0.0.0.0
tos=0x18
videosupport=yes
disallow=all
allow=ulaw
allow=gsm
allow=all
rtptimeout=60
encryption=no
```

Elaborado por: Henry Sntaxi

Los parámetros configurados en esta sección son:

Tabla 11 Descripción de los parámetros configurados en la sección “general” del archivo sip.conf

Parámetro	Descripción
Context	Contexto donde entrarán las llamadas generadas, es una agrupación lógica de las extensiones, el usuario solo podrá marcar a las extensiones incluidas en su contexto. En este caso se la nombró internas.
Bindport	Puerto UDP en el que responderá Asterisk. Puerto 5060.
Bindaddr	Sirve para especificar que Asterisk se encuentre en una IP (si un equipo tiene 3 IPs por ej.) 0.0.0.0 funciona para cualquier dirección IP que tenga el equipo.
Tos= 0x18	Se indica el valor de QoS para priorizar el tráfico.
Videosupport	Con “yes” se habilita la opción para video llamadas.
Disallow	Permite deshabilitar un codec, con “all” se desactivan todos.
Allow	Se habilita un codec en orden de preferencia en este caso primero se utiliza el codec ulaw o G711 seguido el codec GSM.
Rtptimeout	Termina la llamada cuando llega a ese timeout si no se tiene tráfico RTP.

Elaborado por: Henry Sntaxi

En sip.conf se definen los usuarios SIP que se conectarán al servidor Asterisk, el nombre del usuario o cliente se define de la siguiente manera: [usuario].

Existen tres tipos de usuarios en Asterisk:

- **User:** Puede realizar llamadas desde el servidor.
- **Peer:** Puede recibir llamadas del servidor.
- **Friend:** Puede recibir e enviar llamadas del servidor.

Como ejemplo se muestra la configuración del usuario 5001:

Figura 74 Configuración de usuarios en el archivo sip.conf

```
[5001]
username=5001
type=friend
host=dynamic
context=internas
secret=pass
dtmfmode=rfc2833
mailbox=5001@default
callgroup=1
pickupgroup=1
canreinvite=no
qualify=yes
callerid=Tahanya Herrera <5001>
```

Elaborado por: Henry Sntaxi

Los parámetros más importantes que deben ser configurados inicialmente a un usuario SIP son:

Tabla 12 Descripción de los parámetros configurados en un cliente SIP

Parámetro	Descripción
Username	Nombre de usuario.
Type	Peer, Friend o User anteriormente definidos.
Host	Indica la dirección IP del usuario puede ser dinámica o estática. Lo habitual es configurarlo en “dynamic” con esto cualquier dispositivo puede pasar la autenticación SIP para poder realizar y recibir llamadas.
Context	Contexto donde entrarán las llamadas generadas es una agrupación lógica de las extensiones, el usuario solo podrá marcar a las extensiones incluidas en su contexto en este caso se usó el contexto “internas”.
Secret	Contraseña que se utilizará para la autenticación.
Dtmfmode	El modo en el que se transmiten los tonos. Pueden ser "RFC2833" o "INFO".
Mailbox	Buzón de voz del usuario (según la configuración del archivo voicemail.conf).
Canreinvite	Con "no" se fuerza a Asterisk a no permitir que los puntos finales intercambien mensajes RTP directamente.
Callerid	Se define el nombre de usuario y extensión, este es el nombre que se mostrará en la pantalla del teléfono.

Elaborado por: Henry Suntaxi

Se puede monitorear la latencia entre Asterisk y el dispositivo mediante el parámetro “qualify=YES” para determinar si el dispositivo está disponible, para este caso Asterisk determina que un dispositivo se considera operativo si tiene una latencia inferior a 200 ms.

Para poder comprobar que los usuarios SIP estén creados correctamente y que las cuentas SIP se encuentren registradas, primero se debe ingresar a la interfaz de línea de comando (CLI) de Asterisk con el comando “asterisk -r”.

Figura 75 CLI de Asterisk en Trixbox

```
[trixbox1.localdomain ~]# asterisk -r
Asterisk 1.4.42, Copyright (C) 1999 - 2010 Digium, Inc. and others.
Created by Mark Spencer <markster@digium.com>
Asterisk comes with ABSOLUTELY NO WARRANTY; type 'core show warranty' for details.
This is free software, with components licensed under the GNU General Public
License version 2 and other licenses; you are welcome to redistribute it under
certain conditions. Type 'core show license' for details.
=====
Connected to Asterisk 1.4.42 currently running on trixbox1 (pid = 2213)
Verbosity is at least 3
trixbox1*CLI> _
```

Elaborado por: Henry Suntaxi

Una vez dentro de la consola de Asterisk y digitando el comando “sip show peers”. Se podrá visualizar todos los usuarios SIP configurados, el estado de la extensión y si se encuentra registrado mostrará la dirección IP del teléfono o del computador si se está utilizando un softphone y además muestra la latencia de cada dispositivo (los tiempos son menores a 150 ms por lo que se encuentran en el rango admisible para la transmisión de voz).

Figura 76 Usuarios SIP configurados

```
trixbox1*CLI> sip show peers
Name/username      Host                Dyn Nat ACL Port      Status
TrunkCisco         172.17.38.300      A   5060     OK (1 ms)
5009/509           (Unspecified)     D   0        UNKNOWN
5008/5008          (Unspecified)     D   0        UNKNOWN
5007/5007          (Unspecified)     D   0        UNKNOWN
5006/5006          (Unspecified)     D   0        UNKNOWN
5005/5005          172.17.38.176     D   5060     OK (21 ms)
5004/5004          172.17.38.177     D   5062     OK (15 ms)
5003/5003          172.17.38.177     D   5060     OK (17 ms)
5002/5002          172.17.113.200    D   5062     OK (12 ms)
5001/5001          172.17.113.200    D   5060     OK (11 ms)
10 sip peers [Monitored: 6 online, 4 offline Unmonitored: 0 online, 0 offline]
trixbox1*CLI> _
```

Elaborado por: Henry Suntaxi

Se puede observar que también está configurada la troncal SIP “TrunkCisco” para el CUCM de la UPS sede Quito, su configuración será explicada más adelante en este capítulo.

4.5.2. Configuración del archivo extensions.conf

Una vez configurados los usuarios se procedió a configurar algo muy importante y es el qué sucederá cuando uno de estos usuarios marque alguna extensión o dígitos. Esto se configura en el archivo extensions.conf. Este fichero de configuración es el más importante de Asterisk, se encuentra el plan de numeración de la central telefónica para cada contexto y usuario.

Cada contexto puede tener un grupo de extensiones y se los define colocando un nombre entre corchetes ([ejemplo]), un usuario solo podrá acceder a los usuarios o extensiones configurados bajo el mismo contexto pero con la opción “include” se puede acceder a otras extensiones configuradas bajo otro contexto.

Una extensión tiene el siguiente formato:

exten => número, prioridad, aplicación

- **Número:** Este campo es el número de la extensión (Ej. 5001).
- **Prioridad:** Este campo permite ordenar la ejecución de las aplicaciones, comienza con 1 y se ejecutan en orden numérico.
- **Aplicaciones:** Realizan una acción determinada en una llamada, por ejemplo:

Dial(): Realiza una llamada saliente.

Answer(): Contesta una llamada.

Hangup(): Cuelga una llamada.

Playback(): Reproduce un archivo de sonido.

Voicemail(): Buzón de voz.

Goto(): Permite mandar una llamada a otro contexto, extensión y prioridad.

Para el plan de marcado se utilizó “macro” esto permite que un conjunto de líneas de comando se aplique para todo un grupo de extensiones con esto se evita tener que configurar las extensiones una por una.

El formato que se utilizó para la macro es la siguiente:

exten=> extensión, prioridad (nombre del macro, argumento 1, argumento 2,...)

Un ejemplo es la extensión 5001:

exten=> 5001,1,Macro(extensiones, SIP/5001)

En este caso la macro se llama “extensiones” y es donde estarán todos los usuarios SIP que tengan como contexto “internas”, se configuró esta aplicación para poder acceder al buzón de voz cada vez que una extensión no esté disponible o este ocupada.

Figura 77 Opción “include” y aplicación de “Macro” a las extensiones SIP

```
[internas]
include=> meetme
include=> CallCisco
include=> VoiceMail
include=> parkedcalls
include=> music-on-hold
include=> llamadas_locales
include=> pickup
include=> recepcion

exten=> 5001,1,Macro(extensiones,SIP/5001)
exten=> 5002,1,Macro(extensiones,SIP/5002)
exten=> 5003,1,Macro(extensiones,SIP/5003)
exten=> 5004,1,Macro(extensiones,SIP/5004)
exten=> 5005,1,Macro(extensiones,SIP/5005)
exten=> 5006,1,Macro(extensiones,SIP/5006)
exten=> 5007,1,Macro(extensiones,SIP/5007)
exten=> 5008,1,Macro(extensiones,SIP/5008)
exten=> 5009,1,Macro(extensiones,SIP/5009)
exten=> 2390,1,Macro(extensiones,SIP/2390)
exten=> 5050,1,Macro(extensiones,SIP/6050)
```

Elaborado por: Henry Suntaxi

Figura 78 Configuración del macro “extensiones”

```
[macro-extensiones]

exten=> s,1,Dial(${ARG1},30,Ttm)
exten=> s,2,VoiceMail(${MACRO_EXTEN}@default,u)
exten=> s,3,Hangup
exten=> s,102,VoiceMail(${MACRO_EXTEN}@default,b)
exten=> s,103,Hangup
```

Elaborado por: Henry Suntaxi

Tabla 13 Descripción de parámetros utilizados en la configuración de “macro”

Parámetro	Descripción
ARG1	Es el argumento 1, son los usuarios SIP es decir son: SIP/6001, SIP/6002, etc. Estos ya fueron definidos anteriormente.
T	Permite al usuario transferir la llamada pulsando #.
M	Esta opción permite escuchar una música especial mientras se espera que el usuario conteste.
<code>\${MACRO_EXTEN}</code>	Es una variable general de las macro y son el número de extensiones de donde proviene la macro, es decir con esto se utiliza todas las extensiones del contexto donde se esté configurando la macro. La variable <code>\${MACRO_EXTEN}</code> contiene el número de la extensión original donde fue ejecutada la macro. El símbolo de dólar \$ es lo que se denomina el prompt, lo que indica es que está a la espera de órdenes.
U	El parámetro “u” (unavailable) significa que el usuario no está disponible.
B	El parámetro “b” (busy) significa que el usuario está ocupado.

Elaborado por: Henry Suntaxi

4.5.3. Configuración de VoiceMail

Es una de las características más populares de los sistemas de telefonía actual, esta aplicación permite enviar a un contestador automático para poder dejar un mensaje de voz cada vez que la llamada no sea atendida o este ocupada.

Para este servicio se configuró el archivo voicemail.conf que se encuentra en el siguiente directorio: /etc/asterisk/voicemail.conf.

4.5.3.1. Configuración del archivo voicemail.conf

En este archivo se configuraron dos secciones importantes la sección general y default.

Figura 79 Configuración del archivo Voicemail.conf

```
[general]
#include vm_general.inc
#include vm_email.inc

format=gsmiwav

[default]

5001=> 1234,Sheila Serrano
5002=> 4321,UPS Giron Asterik
5003=> 1234,Asterik User 2703
5004=> 1234,Asterik User 2704
5005=> 1234,Asterik User 2705
5006=> 1234,Asterik User 2706
5007=> 1234,Asterik User 2707
5008=> 1234,Asterik User 2708
5009=> 1234,Asterik User 2709
2133=> 1234,Cristian Acosta
2141=> 1234,Milton Ruiz
```

Elaborado por: Henry Sntaxi

La sección general se aplica para todos los usuarios, los parámetros importantes que se pueden configurar son:

Tabla 14 Descripción de parámetros para el archivo voicemail.conf

Parámetro	Descripción
Format	<p>Permite seleccionar el formato de audio usado para almacenar los mensajes de voz. Estos pueden ser: WAV, WAV49 y GSM.</p> <p>WAV49: El tamaño de archivo es pequeño y de buena calidad, es una buena opción para poder enviar mensajes de notificación por mail.</p> <p>GSM: El tamaño de archivo es pequeño y de buena calidad pero menos soportado por clientes para su reproducción.</p> <p>WAV: Es un formato no compacto con tamaños de archivos grandes.</p>
Attach	Permite que Asterisk envíe adjunto un archivo de audio con un mensaje de voz en un mail de notificación.
Serveremail	Puede ser usada para identificar la fuente de una notificación de un mensaje de voz.

Elaborado por: Henry Sntaxi

En la segunda sección se configuró el contexto “default”, aquí los parámetros importantes son: extensión, nombre, clave de acceso y correo electrónico de los usuarios.

Esta configuración tiene el siguiente formato:

extension_number => voicemail_password, user_name, user_mail

Tabla 15 Descripción de parámetros en el archivo voicemail.conf

Parámetro	Descripción
extension_number	Es el número de la extensión que será designada para la casilla del buzón de voz.
Voicemail_password	Es la contraseña numérica para poder acceder al buzón de voz.
User_name	Es un campo alfanumérico que puede tener el primer y último nombre del usuario.
User_mail	Es la dirección de e-mail al cual se enviará las notificaciones de mensajes de voz. (Opcional)

Elaborado por: Henry Sntaxi

Para acceder al buzón de voz se debe configurar también en el archivo extensions.conf el número o extensión del buzón de voz, para esto se configuró la extensión 5000, la opción “VoicemailMain” lleva a un menú de opciones relacionados al buzón de voz.

Figura 80 Configuración de la extensión 5000 para acceder al buzón de voz

```
[VoiceMail]
exten=> 5000,1,Answer()
exten=> 5000,n,VoiceMailMain
exten=> 5000,n,Hangup()
```

Elaborado por: Henry Sntaxi

En este proyecto para que las extensiones puedan acceder al buzón de voz se especificó la línea de comando “include => VoiceMail” al contexto “internas” en el archivo extensions.conf. (Ver figura 77)

4.5.4. Configuración de Meetme

La aplicación Meetme sirve para realizar conferencias y es simple de usar. Para esta aplicación se debe configurar salas de conferencias que se lo realiza en el archivo meetme.conf, se encuentra en el directorio: /etc/asterisk/meetme.conf.

Figura 81 Configuración del archivo Meetme.conf

```
[rooms]
#include meetme_additional.conf
conf=> 5500
conf=> 5501,1234
conf=> 5502,1234,4321
```

Elaborado por: Henry Sntaxi

El formato de configuración es el siguiente:

conf => cuarto de conferencia, contraseña

Una vez configurados los cuartos de conferencia en el archivo Meetme.conf, se debe configurar en el archivo extensions.conf el número de extensión para acceder a los cuartos de conferencia.

Para que los usuarios puedan acceder a la extensión configurada para los cuartos de conferencia, se especificó la línea de comando “include => Meetme” al contexto “internas” en el archivo extensions.conf, ver figura 77.

Figura 82 Configuraciones realizadas en el archivo extensions.conf para la aplicación Meetme

```
[meetme]
exten=> 5501,1,MeetMe(6501,iMp)
exten=> 5501,2,Goto(default,s,1)
exten=> 5501,n,Hangup
```

Elaborado por: Henry Sntaxi

La aplicación MeetMe() se configura con tres parámetros:

- El nombre del cuarto de conferencia tal como fue definido en el archivo meetme.conf.
- Opciones como música en espera, anuncios en la conferencia, etc. (Ver tabla 16)
- El password para acceder a la conferencia.

Tabla 16 Descripción de las opciones para la aplicación MeetMe

Opción	Descripción
i	Anuncio de usuarios que entran y salen de la conferencia.
m	Música en espera si solo hay una persona en la conferencia.
p	Opción de presionar # para salir de la conferencia.

Elaborado por: Henry Sntaxi

4.5.5. Capturas de llamadas (Call-pickup)

Esta opción permite capturar llamadas dentro de un grupo de usuarios, por ejemplo se podría utilizar cuando un compañero de trabajo no se encuentre y para evitar levantarse y tomar el teléfono, se puede capturar la llamada desde cualquier otra extensión digitando *8 y el número de la extensión del usuario que se quiera capturar la llamada.

Para esto se debe especificar en el archivo sip.conf a los usuarios que pertenezcan ya sea a uno o varios grupos con la opción “callgroup” y “pickupgroup”.

4.5.6. Traslado de llamadas

Existen dos formas de transferencias de llamadas transferencia asistida y transferencia a ciegas (blind transfer).

4.5.6.1. Transferencia a ciegas (blind transfer)

En la transferencia de llamadas a ciegas o no atendida, si un usuario A que se encuentra en una comunicación con un usuario B y este quiere realizar una transferencia a un usuario C, marcando “#” (este es el dígito que se configuró en este proyecto para poder realizar una transferencia de llamada no asistida), el usuario A escuchará una voz que dirá “transfer” y posteriormente digitando la extensión del usuario C se realizará la transferencia y la comunicación entre el usuario A y B será terminada.

4.5.6.2. Transferencia asistida

En la transferencia de llamada asistida, si un usuario A que se encuentra en una comunicación con un usuario B y este quiere realizar una transferencia a un usuario C marcando “*2” (estos son los dígitos que se configuró en este proyecto para poder realizar una transferencia asistida), el usuario A escuchará una voz que dirá “transfer” y posteriormente digitando la extensión del usuario C se comunicará con este, es decir se establece una comunicación entre los usuarios A y C, con lo cual el usuario C decidirá si quiere o no atender la llamada.

Si el usuario C acepta la transferencia el usuario A quien realizó la transferencia tendrá que colgar y la comunicación entre el usuario B y C será establecida.

Si el usuario C no acepta la transferencia tendrá que colgar la comunicación con el usuario A y este volverá a ponerse en contacto con el usuario B.

4.5.7. Parqueo de llamadas

El parqueo de llamadas permite que los usuarios puedan estacionar una llamada enviándola a un cuarto de parqueo y así poder atenderlo desde otra extensión. Para enviar una llamada a un cuarto de parqueo se debe digitar una extensión establecida, la extensión por defecto es la 700 y es la que se configuró en este proyecto. Para realizar un parqueo de llamada dentro de una conversación se debe digitar “#” para iniciar una transferencia y posteriormente digitando la extensión 700, Asterisk anunciará el número de extensión donde ha sido parqueada la llamada que pueden ser por ejemplo la 701, 702, 703..., el rango de extensiones de parqueo que se configuraron en este proyecto son de la 701 a la 710.

Para poder continuar con la conversación desde otra extensión o teléfono que se encuentre configurado dentro del mismo servidor de telefonía IP, se debe digitar el número de la extensión en la cual quedo parqueada la llamada y podrá continuar con la conversación.

4.5.8. Configuración del archivo features.conf

En este archivo es donde se configuró el parqueo de llamadas, transferencia de llamadas asistida y no asistida así como la asignación de una función o servicio a una determinada combinación de teclas, esta configuración se realiza en el archivo features.conf que se encuentra en el siguiente directorio: /etc/asterisk/features.conf.

Los contextos configurados en este archivo son dos, contexto general y contexto featuremap:

Contexto General: En este contexto se especifica todas las características del parqueo de llamadas, transferencia de llamadas y captura de llamadas.

Tabla 17 Descripción de parámetros configurados en contexto general del archivo features.conf

Parámetro	Descripción
parkext	Es la extensión donde transferir la llamada para el parqueo.
parkpos	Se define el número o rango de extensiones donde parquear las llamadas.
context	Es el contexto usado para parquear las llamadas, que luego se define en el archivo extensions.conf.
parkinghints	Si se define “yes” se puede monitorear las extensiones donde se parquean las llamadas.
parkingtime	Número de segundos después de los cuales la llamada parqueada es transferida a una extensión definida.
comebacktoorigin	Si se define “yes” la llamada parqueada, después del parkingtime, vuelve a la extensión que realizó el parqueo.
parkedmusicclass	La música en espera que escuchará la extensión que ha sido parqueada.
transferdigittimeout	Número de segundos de espera entre cada dígito cuando se está transfiriendo una llamada.
pickupexten	Se especifica la combinación de teclas para la captura de llamadas “pickup”.
atxfernoanswertimeout	Tiempo máximo para contestar una llamada que se ha transferido con el método "asistido".

Elaborado por: Henry Sntaxi

Contexto featuremap: En este contexto se asigna la combinación de teclas a las diferentes funciones o servicios de la central de telefonía IP.

Tabla 18 Descripción de los parámetros configurados en el contexto featuremap del archivo features.conf

Parámetro	Descripción
blindxfer	Se especifica la secuencia de teclas que se tiene que marcar para iniciar una transferencia de llamada no asistida.
disconnect	Se especifica la secuencia de teclas que se tiene que marcar para terminar una llamada.
automon	Se especifica la secuencia de teclas que se tiene que marcar para grabar una llamada.
atxfer	Se especifica la secuencia de teclas que se tiene que marcar para iniciar una transferencia de llamada asistida.
parkcall	Se especifica la secuencia de teclas que se tiene que marcar para parquear la llamada.
automixmon	Se especifica la secuencia de teclas que se tiene que marcar para grabar la llamada en un único archivo mezclando las voces de los dos interlocutores.

Elaborado por: Henry Sntaxi

La configuración del archivo features.conf en este proyecto se realizó de la siguiente manera:

Figura 83 Configuraciones realizadas en el archivo features.conf

```
[general]
#include features_general_additional.conf
#include features_general_custom.conf

parkext => 700
parkpos => 701-720
context => parkedcalls

parkinghints=yes
parkingtime => 45

comebacktoorigin=yes
courtesytone=beep
parkedplay=caller
parkedcalltransfers=caller
parkedcallreparking=caller
parkedmusicclass=default
transferdigittimeout => 10
xfersound=beep
xferfailsound=beeperr
pickupexten = *8
featuredigittimeout=2000

atxfernoanswertimeout=15
atxferdropcall=no
atxferloopdelay=10
atxfercallbackretries=2

[featuremap]
#include features_featuremap_additional.conf
#include features_featuremap_custom.conf

bindxfer => #
disconnect => *
automon => *1
atxfer => *2
parkcall => *7
automixmon => *3
```

Elaborado por: Henry Sntaxi

Como un modo de comprobación de la configuración realizada, se ingresa al CLI (con el comando “asterisk -r”) y con el comando “features show” se puede verificar la configuración o cambios realizados en el archivo.

Figura 84 Aplicación de comando “show features”

```
trixbox1*CLI> show features
Builtin Feature          Default Current
-----
Pickup                   *8          *8
Blind Transfer           #           #
Attended Transfer       *2          *2
One Touch Monitor        *1          *1
Disconnect Call         *           *
Park Call                *7          *7

Dynamic Feature          Default Current
-----
test1                    no def     *9

Call parking
-----
Parking extension       : 700
Parking context         : parkedcalls
Parked call extensions: 701-720

The 'show features' command is deprecated and will be removed
e. Please use 'feature show' instead.
trixbox1*CLI> _
```

Elaborado por: Henry Sntaxi

En el archivo features.conf se configuró la transferencia de llamadas con las siguientes secuencias de teclas:

- Para una transferencia de llamada a ciegas o no asistida se debe presionar la tecla #.
- Para una transferencia de llamada asistida se debe presionar las teclas *2.

4.5.9. Configuración de parqueo de llamadas en el archivo extensions.conf

Una vez configurado en el archivo features.conf la forma para acceder al parqueo de llamadas, el cual se configuró de dos maneras diferentes:

- La primera forma de acceder al parqueo de llamadas es iniciado una transferencia de llamada marcando la tecla “#” y seguido la extensión definida para el parqueo de llamadas en este caso 700.
- La segunda forma de acceder al paqueo de llamadas es marcando la secuencia de teclas descrita en la opción “parkcall” (Ver tabla 18), en este caso se debe marcar “*7”.

En el archivo features.conf se especificó con la opción “parkpos” el rango o número de extensiones donde parquear las llamadas, para este proyecto se definieron las

extensiones de la 701 a la 710, estas extensiones tienen que ser definidas en el archivo extensions.conf:

Figura 85 Configuración de las extensiones para el parqueo de llamadas

```
[subscribe]
exten=> 701, hint, park:701@parkedcalls
exten=> 702, hint, park:702@parkedcalls
exten=> 703, hint, park:703@parkedcalls
exten=> 704, hint, park:704@parkedcalls
exten=> 705, hint, park:705@parkedcalls
exten=> 706, hint, park:706@parkedcalls
exten=> 707, hint, park:707@parkedcalls
exten=> 708, hint, park:708@parkedcalls
exten=> 709, hint, park:709@parkedcalls
```

Elaborado por: Henry Sntaxi

Con la línea de comando “include => parkedcalls” en el contexto *internas* del archivo extensions.conf, se especificó que todas las extensiones en este contexto puedan acceder al parqueo de llamadas.

Figura 86 Acceso al parqueo de llamadas

```
[internas]
include=> meetme
include=> CallCisco
include=> VoiceMail
include=> parkedcalls
include=> music-on-hold
```

Elaborado por: Henry Sntaxi

4.6. Configuración troncal entre Asterisk y el CUCM de la UPS sede Quito

Para la integración de la central de telefonía IP basada en Asterisk con el Cisco Unified Communications Manager de la Universidad Politécnica Salesiana sede Quito, se tiene que configurar un enlace troncal basado en el protocolo de señalización SIP “Trunk SIP”. Esta configuración se la realiza en las dos centrales de telefonía IP y así poder realizar llamadas entre las diferentes extensiones configuradas en cada una de las mismas, estas llamadas se realizarán a través de la troncal.

Para una llamada entre la central telefónica basada en Asterisk y un número externo (números convencionales de la PSTN), la conexión y permisos los llevará el CUCM

es decir aquí se configuran los permisos para que Asterisk pueda realizar y recibir llamadas de números convencionales de la PSTN y que también pueda comunicarse con cualquier extensión de los tres campus de la UPS sede Quito, inclusive con extensiones de la sede en Cuenca y Guayaquil.

4.6.1. Configuración de la troncal SIP en Asterisk

La configuración de la troncal SIP en Asterisk se realizó en el archivo sip.conf. Esta troncal se la nombró “[TrunkCisco]” y la configuración realizada es la siguiente:

Figura 87 Configuración del Trunk SIP en Asterisk

```
[TrunkCisco]
type=friend
insecure=very
host=172.17.6.253
permit=172.17.6.253
disallow=all
allow=ulaw
allow=alaw
context=internas
dtmfmode=rfc2833
nat=no
canreinvite=no
qualify=yes
```

Elaborado por: Henry Suntaxi

Los parámetros configurados en esta troncal se detallan a continuación:

Tabla 19 Descripción de los parámetros utilizados en el Trunk SIP en Asterisk

Parámetro	Descripción
type	Con “friend” se puede realizar y recibir llamadas del servidor.
insecure	En esta opción configurada con “very” se especifica que no exista autenticación de usuario/password para comunicarse en el trunk.
host	En esta opción se configura la dirección IP del Call Manager con el cual se requiera conectar el servidor Asterisk. En este caso se configuró la dirección IP del CUCM de la UPS sede Quito.
permit	Se configura la dirección IP del Call Manager con el que se requiera conectar y así permitir la conexión con este dispositivo. En este caso se configuró la dirección IP del CUCM de la UPS sede Quito.
disallow	Deshabilita todos los codecs que por defecto se encuentran permitidos.
allow	En esta opción se activan los codecs por separado. Para esta troncal se activaron dos codecs, ulaw y alaw.
context	Contexto donde entrarán las llamadas generadas es una agrupación lógica de las extensiones el usuario solo podrá marcar a las extensiones incluidas en su contexto en este caso se usó el contexto <i>internas</i> .
dtmfmode	Esta opción se especifica la señalización requerida entre ambas centralitas, en este caso se configuró RFC2833.
nat	Con “no” se desactiva el nat ya que no se requiere un nat para llegar de un lado a otro del enlace troncal.
canreinvite	Con "no" se fuerza a Asterisk a no permitir que los puntos finales intercambien mensajes RTP directamente.
qualify	Con “yes” permite el monitoreo de la latencia en el enlace troncal.

Elaborado por: Henry Suntaxi

4.6.1.1. Configuración del archivo extensions.conf para llamadas hacia el CUCM de la UPS sede Quito

Para llamadas internas es decir entre Asterisk y el CUCM, se configuró en el archivo extensions.conf el plan de marcado para poder realizar y recibir llamadas del CUCM del UPS sede Quito. Las reglas de marcado que existen son:

- X – coincide cualquier dígito entre 0-9.
- Z – coincide cualquier dígito entre 1-9.

- N – coincide cualquier dígito entre 2-9.
- [1237-9] - Equivale a cualquier dígito entre corchetes (en este ejemplo 1, 2, 3, 7, 8, 9).
- . – se utiliza para separar el prefijo.

En la Universidad Politécnica Salesiana sede Quito las extensiones de cada campus están en el rango de:

- 21XX, 22XX, 23XX al Campus Girón.
- 25XX al Campus Sur.
- 24XX al Campus Kennedy.

Por lo que en el plan de marcado se configuró la regla para que todas las extensiones del rango 2XXX puedan realizar y recibir llamadas por la troncal “[TrunkCisco]”. De esta forma una extensión del servidor Asterisk podrá realizar y recibir llamadas de las extensiones del CUCM de la UPS de cualquier campus de Quito y además también se configuró un plan de marcado para comunicarse con la UPS sede Cuenca que se encuentran en el rango de extensiones 1XXX.

Figura 88 Configuración del plan de marcado en Asterisk para llamadas al CUCM de la UPS

```
[CallCisco]

exten=> _2XXX,1,Dial(SIP/TrunkCisco/${EXTEN},30,Ttm)
exten=> _2XXX,2,Voicemail(${EXTEN}@default,u)
exten=> _2XXX,3,Hangup
exten=> _2XXX,102,Voicemail(${EXTEN}@default,b)
exten=> _2XXX,103,Hangup

exten=> _1XXX,1,Dial(SIP/TrunkCisco/${EXTEN},30,Ttm)
exten=> _1XXX,n,Playback(vm-theperson)
exten=> _1XXX,n,SayDigits(${EXTEN})
exten=> _1XXX,n,Playback(vm-isunavail)
exten=> _1XXX,n,Hangup

exten=> _3XXX,1,Dial(SIP/TrunkCisco/${EXTEN},30,Ttm)
exten=> _3XXX,n,Playback(vm-theperson)
exten=> _3XXX,n,SayDigits(${EXTEN})
exten=> _3XXX,n,Playback(vm-isunavail)
exten=> _3XXX,n,Hangup
```

Elaborado por: Henry Suntaxi

4.6.1.2. Configuración para llamadas del servidor Asterisk hacia la PSTN

Para que Asterisk pueda realizar llamadas a la PSTN se configuró para que se lo realice a través del CUCM de la UPSQ, esto para aprovechar la infraestructura que ya está establecida en el CUCM para llamadas a la PSTN, con esto se evita también costos extras para que Asterisk pueda salir a la PSTN.

En este proyecto cuando un usuario de la PBX Asterisk marque un número de teléfono convencional se enviará al CUCM a través de la troncal SIP, es por eso que también se tiene que configurar en el CUCM el enrutamiento para que envíe estas llamadas hacia la PSTN.

En el CUCM de la UPS sede Quito para poder realizar llamadas a números locales se tiene que marcar antes del número telefónico convencional los dígitos 35, al digitar dichos números se puede realizar llamadas a la PSTN. Por este motivo los usuarios del servidor Asterisk también tendrán que marcar primero los dígitos 35 y luego el número convencional para poder realizar llamadas locales, también se puede realizar llamadas a los números 1XX, 1800XXXXXXX, 1700XXXXXXX.

Por ejemplo para poder llamar a un número local de la provincia de Pichincha ejemplo: 3962900 se tiene que marcar desde una extensión de Asterisk los dígitos 35 3962900. En el archivo extensions.conf se configuró las siguientes reglas de marcado:

Figura 89 Configuración del plan de marcado en el servidor Asterisk para llamadas a la PSTN mediante el CUCM de la UPSQ

```
[llamadas_locales]

exten=> _35.[2-6]XXXXXX,1,Dial(SIP/TrunkCisco/${EXTEN},30,Ttm)
exten=> _35.[2-6]XXXXXX,n,Hangup

exten=> _35.1[78]00XXXXXX,1,Dial(SIP/TrunkCisco/${EXTEN},30,Ttm)
exten=> _35.1[78]00XXXXXX,n,Hangup

exten=> _35.1XX,Dial(SIP/TrunkCisco/${EXTEN},30,Ttm)
exten=> _35.1XX,Hangup
```

Elaborado por: Henry Suntaxi

4.6.2. Configuración Troncal en el CUCM de la UPS sede Quito

Para agregar una nueva troncal en el CUCM se debe ir a Device > Trunk > Add New. Una vez en esta dirección, se escoge el tipo de troncal que se desea agregar. Para este proyecto la troncal que se configuró fue “SIP Trunk” por lo que se escogió esta opción. Para la configuración de esta troncal existen diferentes campos, a continuación se detalla la descripción de los campos más importantes y los que se configuraron en este proyecto.

Tabla 20 Descripción de los parámetros utilizados en la configuración del Trunk SIP en el CUCM de la UPS sede Quito

Campo	Descripción
Device Name	Se asigna un nombre al trunk. (Este nombre es diferente del configurado en Asterisk)
Description	Una descripción del trunk para poder identificarlo mejor.
Device Pool	Se selecciona el Device Pool apropiado para el trunk.
Call Classification	Este parámetro determina si una llamada entrante a través del trunk se considera fuera de la red (OffNet) o dentro de la red (OnNet). Para este caso se seleccionó OnNet ya que se realiza llamadas a través del trunk por la red interna.
Media Termination Point Required	Se selecciona esta casilla para activar esta opción que permite al CUCM extender los servicios complementarios, como: transferencia de llamadas, llamada en espera, conferencia; A las llamadas enrutadas a través de esta troncal SIP.
Calling Search Space	Se seleccionó la opción “CSS-internas” para que no existan restricciones para las extensiones de Asterisk.
Destination Address	En esta sección se coloca la dirección IP del servidor Asterisk. Para este proyecto es la 172.17.1.6.
MTP Preferred Originating Codec	En esta opción se escogió el codec G711ulaw.
SIP Trunk Security Profile	Con la opción “Non Secure SIP Trunk Profile” no va a existir ningún tipo de autenticación.
SIP Profile	La opción que se escogió es “Standard SIP Profile”.

Elaborado por: Henry Suntaxi

Las configuraciones realizadas en el “SIP Trunk” del CUCM de la UPS sede Quito quedaron de la siguiente manera:

Figura 90 Configuración del “Trunk SIP” en el CUCM de la UPS sede Quito

Cisco Unified CM Administration
Para soluciones de Cisco Unified Communications

System ▾ Call Routing ▾ Media Resources ▾ Voice Mail ▾ Device ▾ Application ▾ User Management ▾

Trunk Configuration

Save X Delete Reset + Add New

Status
Status: Ready

Device Information

Product: SIP Trunk
 Device Protocol: SIP
 Device Name*: Trunk_Asterisk
 Description: Trunk Asterisk
 Device Pool*: DP-Quito-Giron
 Common Device Configuration: < None >
 Call Classification*: OnNet
 Media Resource Group List: < None >
 Location*: Loc-Quito-Giron
 AAR Group: < None >
 Packet Capture Mode*: None
 Packet Capture Duration: 0
☒ Media Termination Point Required
☒ Retry Video Call as Audio
☐ Transmit UTF-8 for Calling Party Name
☐ Unattended Port

Multilevel Precedence and Preemption (MLPP) Information
 MLPP Domain: < None >

Call Routing Information

Inbound Calls

Significant Digits*: All
 Connected Line ID Presentation*: Default
 Connected Name Presentation*: Default
 Calling Search Space: css-internas
 AAR Calling Search Space: < None >
 Prefix DN:
☐ Redirecting Diversion Header Delivery - Inbound

Outbound Calls

Calling Party Selection*: Originator
 Calling Line ID Presentation*: Default
 Calling Name Presentation*: Default
 Caller ID DN:
 Caller Name:
☐ Redirecting Diversion Header Delivery - Outbound

SIP Information

Destination Address*: 172.17.1.6
☐ Destination Address is an SRV
 Destination Port*: 5060
 MTP Preferred Originating Codec*: 711ulaw
 Presence Group*: Standard Presence group
 SIP Trunk Security Profile*: Non Secure SIP Trunk Profile
 Rerouting Calling Search Space: < None >
 Out-Of-Dialog Refer Calling Search Space: < None >
 SUBSCRIBE Calling Search Space: < None >
 SIP Profile*: Standard SIP Profile
 DTMF Signaling Method*: Sin preferencias

Save Delete Reset Add New

Elaborado por: Henry Suntaxi

4.6.3. Configuración de Route Patterns en el CUCM de la UPS sede Quito

4.6.3.1. Configuración para llamadas a Asterisk

La configuración para poder realizar y recibir llamadas del servidor Asterisk se realizó de la siguiente manera:

Figura 91 Configuración del Route Pattern en el CUCM de la UPS sede Quito para llamadas al servidor Asterisk

Cisco Unified CM Administration
Para soluciones de Cisco Unified Communications

System ▾ Call Routing ▾ Media Resources ▾ Voice Mail ▾ Device ▾ Application ▾ User Management ▾ Bulk Administration ▾

Route Pattern Configuration

Save Delete Copy Add New

Status
Status: Ready

Pattern Definition

Route Pattern*: SXXX
Route Partition: internas
Description: Llamadas a extensiones Asterisk
Numbering Plan: -- Not Selected --
Route Filter: < None >
MLPP Precedence*: Predeterminado
Gateway/Route List*: Trunk_Asterisk (Edit)
Route Option: ☒ Route this pattern ☐ Block this pattern Sin errores
Call Classification*: OnNet
☐ Allow Device Override ☐ Provide Outside Dial Tone ☐ Allow Overlap Sending ☐ Urgent Priority
☐ Require Forced Authorization Code
Authorization Level*: 0
☐ Require Client Matter Code

Calling Party Transformations

☐ Use Calling Party's External Phone Number Mask
Calling Party Transform Mask:
Prefix Digits (Outgoing Calls):
Calling Line ID Presentation*: Default
Calling Name Presentation*: Default

Connected Party Transformations

Connected Line ID Presentation*: Default
Connected Name Presentation*: Default

Called Party Transformations

Discard Digits: < None >
Called Party Transform Mask:
Prefix Digits (Outgoing Calls):

ISDN Network-Specific Facilities Information Element

Network Service Protocol: -- Not Selected --
Carrier Identification Code:
Network Service: -- Not Selected -- Service Parameter Name: < Not Exist > Service Pa:

Elaborado por: Henry Suntaxi

Los campos que se configuraron son:

- **Route pattern:** En este campo se ingresa el patrón de llamada 5XXX que pertenecen al rango de extensiones Asterisk.
- **Route Partition:** En este campo se selecciona la partición “internas” esta partición permite que todas las extensiones asociadas al CUCM del UPSQ puedan marcar este patrón 5XXX sin restricción.
- **Description:** Se proporciona la descripción, en este caso “Llamadas a extensiones Asterisk”, para este Route Pattern.
- **Gateway/ Route List:** En este campo se selecciona el gateway o servidor al cual se enviarán las llamadas. Se eligió la troncal SIP “Trunk_Asterisk” configurada en la sección anterior.
- **Call Classification:** Se seleccionó la opción “OnNet” ya que estas llamadas serán dentro de una red interna.

4.6.3.2. Configuración para salida a la PSTN del servidor Asterisk

Se realizó la configuración de un Route Pattern para que Asterisk pueda realizar llamadas locales, es decir llamadas a la PSTN, donde los campos configurados son:

- **Route pattern:** En este campo se ingresa la regla de marcado “35.[2-6]XXXXXX” esto servirá para que los usuarios de Asterisk puedan realizar llamadas locales.
- **Route Partition:** En este campo se selecciona la partición “internas”, esta partición no tiene restricciones.
- **Description:** Se proporciona la descripción “Locales Asterisk” a este Route Pattern para poder indentificarlo.
- **Gateway/ Route List:** En este caso al marcar los dígitos “35.[2-6]XXXXXX” se enviará la llamada al gateway RL-E1Girón esta es la salida para la PSTN.
- **Call Classification:** Se seleccionó la opción “OffNet” ya que estas llamadas se enrutan fuera de la red interna.

Figura 92 Configuración del Route Pattern en el CUCM de la UPS sede Quito para llamadas a la PSTN del servidor Asterisk

Cisco Unified CM Administration
Para soluciones de Cisco Unified Communications

System ▾ Call Routing ▾ Media Resources ▾ Voice Mail ▾ Device ▾ Application ▾ User Management ▾ Bulk Administration ▾

Route Pattern Configuration

Save Delete Copy Add New

Status
Status: Ready

Pattern Definition

Route Pattern* 35.[2-6]XXXXXX

Route Partition internas

Description Locales Asterisk

Numbering Plan -- Not Selected --

Route Filter < None >

MLPP Precedence* Predeterminado

Gateway/Route List* RL-E1Giron (Edit)

Route Option
☒ Route this pattern
☐ Block this pattern Sin errores

Call Classification* OffNet

☐ Allow Device Override ☒ Provide Outside Dial Tone ☐ Allow Overlap Sending ☐ Urgent Priority

☐ Require Forced Authorization Code

Authorization Level* 0

☐ Require Client Matter Code

Calling Party Transformations

☐ Use Calling Party's External Phone Number Mask

Calling Party Transform Mask

Prefix Digits (Outgoing Calls)

Calling Line ID Presentation* Default

Calling Name Presentation* Default

Connected Party Transformations

Connected Line ID Presentation* Default

Connected Name Presentation* Default

Called Party Transformations

Discard Digits PreDot

Called Party Transform Mask

Prefix Digits (Outgoing Calls)

ISDN Network-Specific Facilities Information Element

Network Service Protocol -- Not Selected --

Carrier Identification Code

Network Service	Service Parameter Name	Service Parameter Value
-- Not Selected --	< Not Exist >	

Save Delete Copy Add New

Elaborado por: Henry Suntaxi

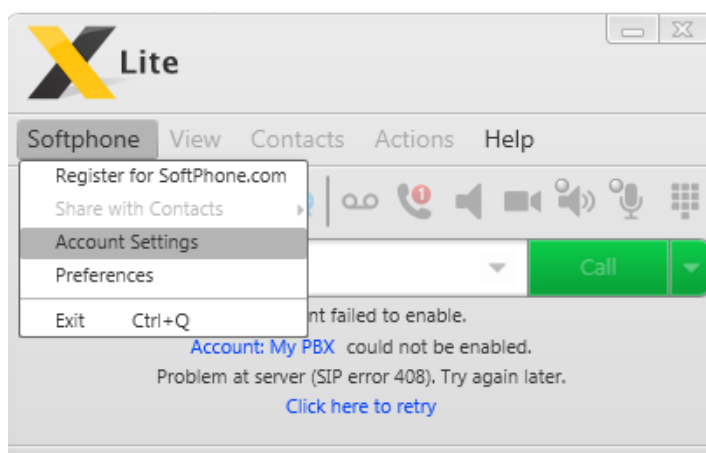
4.7. Configuración de terminales IP para el servidor Asterisk

4.7.1. Configuración de softphone

El softphone que se utilizó para poder realizar pruebas de llamadas fue el X-Lite. Este es un softphone gratuito que permite hacer y recibir llamadas en una PC o laptop, usa el protocolo SIP y es desarrollado por CounterPath Corporación.

Actualmente X-Lite se encuentra en la versión 5.0 y es la que se descargó e instaló en computadoras con sistema operativo Windows 7 y XP. Para la configuración se ingresa al menú y se selecciona “Account Settings”.

Figura 93 Configuración de Softphone X-Lite 5.0



Elaborado por: Henry Sntaxi

Con esto se desplegará una ventana en la cual se configura una cuenta SIP, se debe ingresar el ID, la dirección IP del servidor Asterisk, el usuario y contraseña.

Figura 94 Configuración de extensión Asterisk en Softphone X-Lite 5.0

SIP Account

Account Voicemail Topology Transport Advanced

Account name: Henry Suntaxi

Protocol: SIP

User Details

* User ID: 5005

* Domain: 172.17.1.6

Password:

Display name: Henry Suntaxi

Authorization name: 5005

Domain Proxy

☒ Register with domain and receive calls

Send outbound via:

☒ Domain

☐ Proxy Address:

OK Cancel

Elaborado por: Henry Suntaxi

Si todo está correcto y el registro también se mostrará el mensaje “Account enable, the phone is ready”. Con esto el softphone se encuentra con una extensión y listo para ser utilizado.

4.7.2. Configuración de teléfono Grandstream GXP1405

Para realizar pruebas se adquirió dos teléfonos IP de la marca Grandstream GXP1405. Los teléfonos se configuraron para el campus El Girón y Sur, ya que estos dos campus es donde más demanda de usuarios existe actualmente.

Figura 95 Teléfono IP Grandstream GXP1405



Elaborado por: Henry Suntaxi

Características:

- Pantalla LCD gráfica de 128x40.
- 2 Líneas (2 cuenta SIP).
- Dos puertos de red con PoE integrado y conferencia de 3 vías.
- HD “High Definition” de banda ancha portátil, manos libres con cancelación de eco acústica avanzada.
- Directorio telefónico de hasta 500 contactos e historial de llamadas con un máximo de 200 registros.

Para empezar la configuración primero se debe configurar una dirección IP al teléfono, para esto se presiona la tecla de menú y seleccionando la opción Network > IP Configuration, se puede escoger si se requiere utilizar DHCP, IP fija o PPPoE.

Los parámetros de red que se configuraron en los teléfonos fueron realizados por DHCP, como se describe en la tabla 21, la IP para el teléfono del campus El Girón pertenece a la VLAN administrativa. La IP para el teléfono del campus Sur pertenece a la VLAN Cisco, este teléfono se conectó en un punto de red de los laboratorios Cisco del campus Sur para poder realizar las pruebas de llamadas.

Tabla 21 Parámetros de red configurados en teléfonos IP Grandstream GXP1405

Campus	Teléfono IP	Dirección IP	Mascara	Gateway
El Girón	GXP 1405	172.17.113.200	255.255.254.0	172.17.133.254
Sur	GXP 1405	172.17.38.177	255.255.254.0	172.17.39.254

Elaborado por: Henry Sntaxi

Una vez realizado esto se procede a configurar la cuenta SIP, para esto mediante un explorador web y colocando la dirección IP que se asignó al teléfono, se mostrará una pantalla como la que se muestra en la figura 96. La contraseña por defecto de estos teléfonos es “admin”.

Figura 96 Página de inicio para configuración de Teléfono IP GXP1405



Elaborado por: Henry Sntaxi

Una vez ingresada la contraseña se mostrará una pantalla con el estado del teléfono, para realizar la configuración de la cuenta SIP se tiene que dar click en “Accounts”.

Figura 97 Configuración del teléfono IP GXP 1405



The screenshot shows the 'GXP1405 Executive IP Phone Device Configuration' interface. The 'STATUS' tab is selected, displaying the following information:

- MAC Address:** 00:0B:82:40:D1:29
- IPv4 Address:** 172.17.113.200
- IPv6 Address:** 0:0:0:0:0:0:0:0
- Product Model:** GXP1405
- Part Number:** 9620003116A

The top navigation bar includes 'Status', 'Settings', 'Contacts', and 'Accounts'. The software version is 1.0.4.13.

Elaborado por: Henry Suntaxi

En este teléfono se puede configurar dos cuentas o extensiones SIP. Los campos principales que se configuraron son:

- Nombre de la cuenta (Tahanya Herrera).
- Servidor SIP (172.17.1.6).
- ID del Usuario SIP (5001).
- Authenticate ID (5001).
- Authenticate Password (5001).

Figura 98 Configuración de la primera cuenta SIP en teléfono IP GXP1405



The screenshot shows the 'GXP1405 Executive IP Phone Device Configuration' interface with the 'ACCOUNTS' tab selected. The configuration for 'ACCOUNT 1' is displayed:

- Account Active:** ☒ No ☒ Yes
- Account Name:** Tahanya Herrera (e.g., MyCompany)
- SIP Server:** 172.17.1.6 (e.g., sip.mycompany.com, or IP address)
- Secondary SIP Server:** (e.g., sip.mycompany.com, or IP address)
- Outbound Proxy:** (e.g., proxy.myprovider.com, or IP address)
- SIP User ID:** 5001 (the user part of an SIP address)
- Authenticate ID:** 5001 (can be same or different from SIP UserID)
- Authenticate Password:** (not displayed for security protection)
- Name:** Tahanya Herrera (optional, e.g., John Doe)

On the right side, there are explanatory notes for 'SIP User ID', 'Authenticate ID', and 'Check Domain Certificates'.

Elaborado por: Henry Suntaxi

Figura 99 Configuración de la segunda cuenta SIP en teléfono IP GXP1405

ACCOUNT 1 | **ACCOUNT 2** Software Version 1.0.4.13

ACCOUNT 2

Account Active: ☐ No ☒ Yes

Account Name:
(e.g., MyCompany)

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

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

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

SIP User ID:
the user part of an SIP address

Authenticate ID:
can be same or different from SIP UserID

Authenticate Password:
(not displayed for security protection)

Name:
(optional, e.g., John Doe)

DNS Mode: ☒ A Record ☐ SRV ☐ NAPTR/SRV ☐ Use Configured IP

SIP User ID
the user part of an SIP address

Authenticate ID
can be same or different from SIP UserID

Check Domain Certificates:
When set to Yes/Enabled, we will check the domain certificate as defined in RFC5922

Elaborado por: Henry Suntaxi

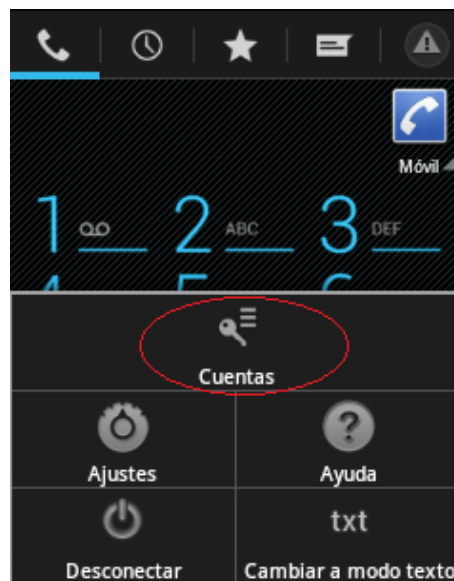
4.7.3. Softphone en Smartphone

Los Smartphone o teléfonos inteligentes son teléfonos móviles que poseen muchas más funciones y capacidades computacionales que los teléfonos normales. Para este proyecto piloto se utilizó un Smartphone con sistema operativo Android 2.3.6. Existen algunas aplicaciones para softphone:

- **CSipSimple**

Para configurar una nueva cuenta se ingresa al menú, cuentas y añadir una cuenta.

Figura 100 Softphone CSipSimple



Elaborado por: Henry Sntaxi

Se procede a ingresar los datos de la cuenta SIP en los campos requeridos.

Figura 101 Configuración de cuenta SIP en Softphone CSipSimple



Elaborado por: Henry Sntaxi

- **SipDroid**

Para configurar una nueva cuenta SIP en SipDroid se debe ingresar a menú, ajustes y cuentas SIP.

Figura 102 Softphone Sipdroid



Elaborado por: Henry Sntaxi

Se ingresan los datos de la cuenta SIP en los campos requeridos.

Figura 103 Configuración de cuenta SIP en Softphone Sipdroid



Elaborado por: Henry Sntaxi

CAPÍTULO 5

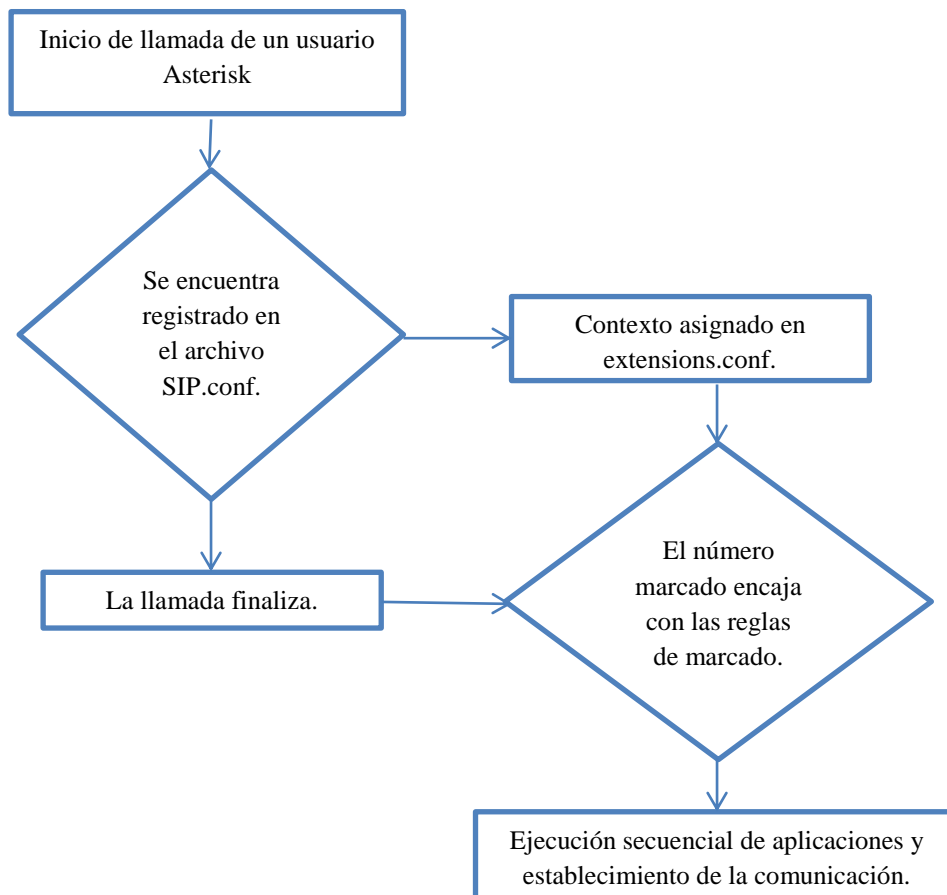
PRESENTACIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS

5.1. Presentación de resultados

5.1.1. Pruebas de Llamadas

Este sistema de telefonía IP con el servidor Asterisk, tiene como objetivo el poder realizar y recibir llamadas entre usuarios del Call Manager Cisco de la UPS sede Quito y Asterisk, así como permitir que los usuarios de Asterisk puedan realizar y recibir llamadas desde y hacia la PSTN.

Figura 104 Diagrama de flujo de un proceso de llamada en Asterisk



Elaborado por: Henry Suntaxi

Este es un diagrama de flujo donde se presenta básicamente lo que sucede en un proceso de llamada con un usuario Asterisk, en este caso cuando una extensión Asterisk realiza un llamada se verifica primeramente si se encuentra registrado en el archivo sip.conf, si es así dependerá del contexto donde este configurado para saber

si puede o no comunicarse con el usuario que requiera. Si el patrón marcado encaja con las reglas de marcado configurados en el archivo extensions.conf se ejecuta la secuencia de aplicaciones configuradas.

Para realizar las pruebas de llamadas se configuraron las siguientes extensiones en cada campus:

Tabla 22 Extensiones configuradas en cada campus

Campus	Extensión	Dirección IP
Girón (Teléfono IP GXP 1405)	Cuenta 1: 5001	172.17.113.200
Girón (Teléfono IP GXP 1405)	Cuenta 2: 5002	172.17.113.200
Sur (Teléfono IP GXP 1405)	Cuenta 1: 5003	172.17.38.177
Kennedy (Softphone)	Cuenta 1: 5006	172.17.18.121
Softphone	Cuenta: 5005	172.17.38.176

Elaborado por: Henry Suntaxi

El direccionamiento IP de los teléfonos fueron configurados por DHCP, como se detalló en la sección 3.1.4 las IPs proporcionadas a los teléfonos IP en el campus El Girón pertenecen a la VLAN 9 “Administrativa”.

Las IPs para el teléfono IP y softphone del campus Sur pertenecen a la VLAN 5 “Cisco”. Las pruebas de llamadas se realizaron desde los laboratorios de Cisco del campus Sur.

La IP que se configuró para el teléfono IP del campus Kennedy pertenecen a la VLAN 3 “Administrativa”.

Mediante el comando “Sip show peers” en el CLI de Asterisk se puede verificar el estado de cada extensión o usuario. Algunas de estas extensiones configuradas se la puede observar en la figura 76.

5.1.2. Llamadas entre teléfonos IP y Softphones con usuarios Asterisk y usuarios del CUCM de la UPS sede Quito.

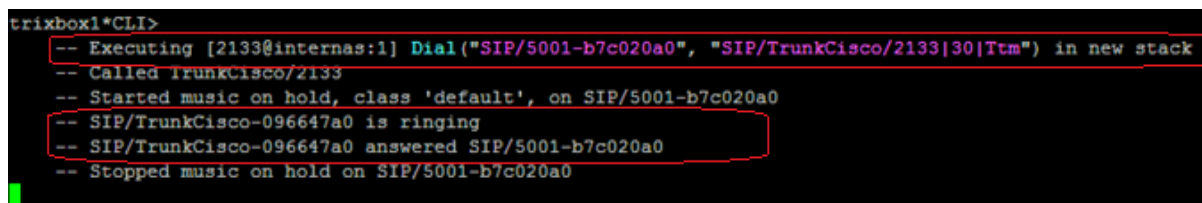
5.1.2.1. Campus El Girón

En el campus El Girón se configuró en el teléfono IP GXP 1405 la extensión 5001 y la extensión 5002 a un softphone, ambas cuentas registradas al servidor Asterisk. Se obtuvo como resultado el establecimiento de llamadas sin ningún inconveniente.

Se realizaron pruebas de llamadas desde la extensión 5001 (usuario Asterisk), con usuarios del CUCM de la UPS, obteniendo como resultado llamadas exitosas y el establecimiento de llamadas sin problemas:

Llamada de la extensión 5001 a un usuario del CUCM de la UPS sede Quito Campus El Girón en este caso se llamó a la extensión 2133.

Figura 105 Llamada de la extensión 5001 a la 2133



```
trixbox1*CLI>
-- Executing [2133@internas:1] Dial("SIP/5001-b7c020a0", "SIP/TrunkCisco/2133|30|Ttm") in new stack
-- Called TrunkCisco/2133
-- Started music on hold, class 'default', on SIP/5001-b7c020a0
-- SIP/TrunkCisco-096647a0 is ringing
-- SIP/TrunkCisco-096647a0 answered SIP/5001-b7c020a0
-- Stopped music on hold on SIP/5001-b7c020a0
```

Elaborado por: Henry Suntaxi

Mediante la consola de Asterisk se puede observar el proceso que se produce cuando se marca a la extensión 2133 desde el teléfono IP con extensión 5001. Los procesos que se observan en la figura 105, se detallan en la siguiente tabla:

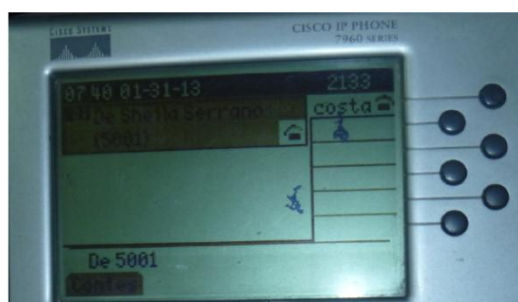
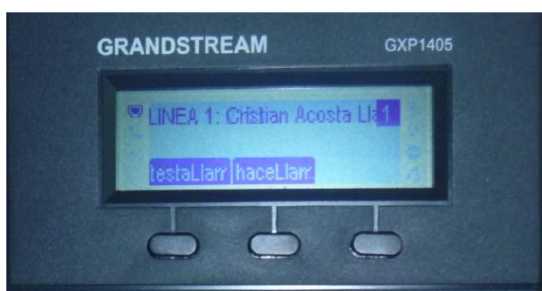
Tabla 23 Descripción de los procesos de llamadas en la consola de Asterisk

Proceso	Descripción
Executing [2133@internas:1] Dial(“SIP/5001-b7c020a0”, “SIP/TrunkCisco/2133 30 Ttm”)	Este proceso muestra que se inicia una llamada desde la extensión 5001 a la 2133 (esta llamada se la realizará por la troncal SIP configurada “TrunkCisco”).
Called TrunkCisco/2133	Llamando a la extensión 2133.
Started music on hold class ‘default’, on SIP/5001-b7c020a0	Empieza la reproducción de la música en espera en el teléfono llamante en este caso la extensión 5001.
SIP/TrunkCisco-096647a0 is ringing	El teléfono al cual se está llamando en este caso la extensión 2133 comienza a timbrar.
SIP/TrunkCisco-096647a0 answered SIP/5001-b7c020a0	Este mensaje indica que el usuario 2133 ha contestado la llamada de la extensión 5001 y la comunicación se estableció.
Stopped music on hold on SIP/TrunkCisco-096647a0	Esta línea de comando indica que la música en espera termino debido a que los usuarios 5001 y 2133 establecieron la comunicación.

Elaborado por: Henry Suntaxi

La tabla 23 servirá como explicación de las gráficas posteriores que se presentarán como resultados de llamadas.

Figura 106 Llamada de la extensión 5001 Teléfono IP GXP1405 a la 2133 Cisco IP 7960



Elaborado por: Henry Suntaxi

Llamada desde un usuario del CUCM del campus El Girón con extensión 2141 hacia el usuario Asterisk 5001.

Figura 107 Llamada de la extensión 2141 a la 5001

```
-- Executing [5001@internas:1] Macro("SIP/172.17.6.253-b7c020a0", "extensiones|SIP/5001") in new stack
-- Executing [s@macro-extensiones:1] Dial("SIP/172.17.6.253-b7c020a0", "SIP/5001|30|Ttm") in new stack
-- Called 5001
-- Started music on hold, class 'default', on SIP/172.17.6.253-b7c020a0
-- SIP/5001-096647a0 is ringing
-- SIP/5001-096647a0 answered SIP/172.17.6.253-b7c020a0
-- Stopped music on hold on SIP/172.17.6.253-b7c020a0
```

Elaborado por: Henry Sntaxi

Llamada desde la extensión 5002 a un usuario del CUCM de la UPS campus Sur, se utilizó la extensión 2324.

Figura 108 Llamada de la extensión 5002 a la 2324

```
trixbox1*CLI>
-- Executing [2324@internas:1] Dial("SIP/5002-09097c18", "SIP/TrunkCisco/2324|30|Ttm") in new stack
-- Called TrunkCisco/2324
-- Started music on hold, class 'default', on SIP/5002-09097c18
-- SIP/TrunkCisco-09093220 is ringing
-- SIP/TrunkCisco-09093220 answered SIP/5002-09097c18
-- Stopped music on hold on SIP/5002-09097c18
== Spawn extension (internas, 2324, 1) exited non-zero on 'SIP/5002-09097c18'
```

Elaborado por: Henry Sntaxi

Llamada de la extensión 5001 al usuario 5005 configurado en un softhphone en el campus Kennedy.

Figura 109 Llamada de la extensión 5001 a la 5005

```
trixbox1*CLI>
-- Executing [5005@internas:1] Macro("SIP/5003-09af83c8", "extensiones|SIP/5005") in new stack
-- Executing [s@macro-extensiones:1] Dial("SIP/5003-09af83c8", "SIP/5005|30|Ttm") in new stack
-- Called 5005
-- Started music on hold, class 'default', on SIP/5003-09af83c8
-- SIP/5005-09b0d518 is ringing
-- SIP/5005-09b0d518 answered SIP/5003-09af83c8
-- Stopped music on hold on SIP/5003-09af83c8
```

Elaborado por: Henry Sntaxi

Llamada de la extensión 5001 a un usuario del CUCM de la UPS sede Cuenca, se utilizó como prueba la extensión 1238 se obtiene el establecimiento de llamada sin problemas.

Figura 110 Llamada de la extensión 5001 a la 1238

```
-- Executing [1238@internas:1] Dial("SIP/5001-b7c020a0", "SIP/TrunkCisco/1238|30|Ttm") in new stack
-- Called TrunkCisco/1238
-- Started music on hold, class 'default', on SIP/5001-b7c020a0
-- SIP/TrunkCisco-096647a0 is ringing
-- SIP/TrunkCisco-096647a0 answered SIP/5001-b7c020a0
-- Stopped music on hold on SIP/5001-b7c020a0
-- Started music on hold, class 'default', on SIP/TrunkCisco-096647a0
```

Elaborado por: Henry Suntaxi

5.1.2.2. Campus Sur

Las extensiones 5003 y 5004 son las que se configuraron para otro teléfono IP GXP 1405, como primera prueba se realiza una llamada a una extensión Asterisk como la 5001 la cual está configurada en el campus El Girón.

Figura 111 Llamada de la extensión 5004 a la 5001

```
-- Executing [5001@internas:1] Macro("SIP/5003-0a16a448", "extensiones|SIP/5001") in new stack
-- Executing [s@macro-extensiones:1] Dial("SIP/5003-0a16a448", "SIP/5001|30|Ttm") in new stack
-- Called 5001
-- Started music on hold, class 'default', on SIP/5003-0a16a448
-- SIP/5001-0a1948a8 is ringing
-- SIP/5001-0a1948a8 answered SIP/5003-0a16a448
-- Stopped music on hold on SIP/5003-0a16a448
```

Elaborado por: Henry Suntaxi

Prueba de llamada desde la extensión 5003 a una extensión del CUCM ubicada en el campus El Girón. Al establecerse la llamada no existieron inconvenientes y fueron totalmente exitosas.

Figura 112 Llamada de la extensión 5003 a la 2141

```
-- Executing [2141@internas:1] Dial("SIP/5003-09af83c8", "SIP/TrunkCisco/2141|30|Ttm") in new stack
-- Called TrunkCisco/2141
-- Started music on hold, class 'default', on SIP/5003-09af83c8
-- SIP/TrunkCisco-09b0d518 is ringing
-- Nobody picked up in 30000 ms
-- Stopped music on hold on SIP/5003-09af83c8
-- Executing [2141@internas:2] VoiceMail("SIP/5003-09af83c8", "2141@default:u") in new stack
```

Elaborado por: Henry Suntaxi

Llamada desde una extensión 2324 de un teléfono Cisco del campus Sur, a la extensión 5002 (usuario Asterisk ubicado en el campus El Girón).

Figura 113 Llamada de la extensión 2324 a la 5002

```
trixbox1*CLI>
-- Executing [5002@internas:1] Macro("SIP/172.17.6.253-09097c18", "extensiones|SIP/5002") in new stack
-- Executing [s@macro-extensiones:1] Dial("SIP/172.17.6.253-09097c18", "SIP/5002|30|Ttm") in new stack
-- Called 5002
-- Started music on hold, class 'default', on SIP/172.17.6.253-09097c18
-- SIP/5002-09090838 is ringing
-- SIP/5002-09090838 answered SIP/172.17.6.253-09097c18
-- Stopped music on hold on SIP/172.17.6.253-09097c18
== Spawn extension (macro-extensiones, s, 1) exited non-zero on 'SIP/172.17.6.253-09097c18' in macro 'extensiones'
== Spawn extension (macro-extensiones, s, 1) exited non-zero on 'SIP/172.17.6.253-09097c18'
```

Elaborado por: Henry Sntaxi

5.1.2.3. Campus Kennedy

Para pruebas de llamadas del campus Kennedy se utilizó la extensión 5006 configurado en un softphone.

Prueba de llamada desde la extensión 5006 a una extensión del CUCM ubicada en el campus El Girón en este caso se utilizó la 2141. La comunicación se estableció sin ningún inconveniente.

Figura 114 Llamada de la extensión 5006 a la 2141

```
trixbox1*CLI>
-- Executing [2141@internas:1] Dial("SIP/5006-09544618", "SIP/TrunkCisco/2141:30|Ttm") in new stack
-- Called TrunkCisco/2141
-- Started music on hold, class 'default', on SIP/5006-09544618
-- SIP/TrunkCisco-09549f88 is ringing
-- SIP/TrunkCisco-09549f88 answered SIP/5006-09544618
-- Stopped music on hold on SIP/5006-09544618
```

Elaborado por: Henry Sntaxi

Prueba de llamada desde el campus El Girón con la extensión 2141 a la 5006, la llamada se establece sin problemas.

Figura 115 Llamada de la extensión 2141 a la 5006

```
trixbox1*CLI>
-- Executing [5006@internas:1] Macro("SIP/172.17.6.253-09558448", "extensiones|SIP/5006") in new stack
-- Executing [s@macro-extensiones:1] Dial("SIP/172.17.6.253-09558448", "SIP/5006|30|Ttm") in new stack
-- Called 5006
-- Started music on hold, class 'default', on SIP/172.17.6.253-09558448
-- SIP/5006-0955d4b0 is ringing
-- SIP/5006-0955d4b0 answered SIP/172.17.6.253-09558448
-- Stopped music on hold on SIP/172.17.6.253-09558448
```

Elaborado por: Henry Sntaxi

5.1.3. Llamadas desde y hacia la PSTN con usuarios Asterisk

5.1.3.1. Campus El Girón

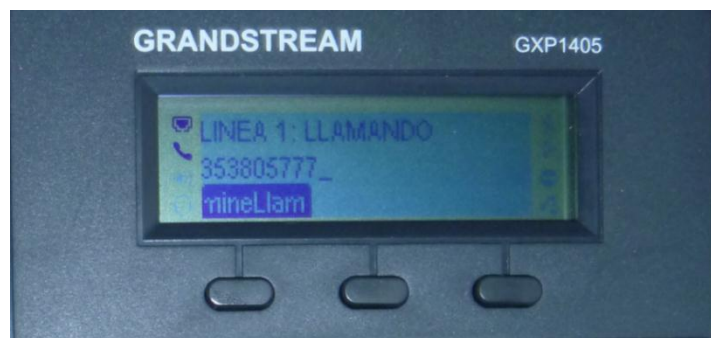
Para pruebas de llamadas hacia la PSTN desde un usuario Asterisk en el campus El Girón se utilizó la extensión 5001 configurada en el teléfono IP GXP 1405 y el número telefónico para realizar la llamada es el 3805777. Se obtuvo un resultado exitoso y la llamada se establece sin ningún problema ni interferencia.

Figura 116 Llamada desde la extensión 5001 a un número convencional local

```
-- Executing [353805777@internas:1] Dial("SIP/5001-09af83c8", "SIP/TrunkCisco/353805777@353805777") in new stack
-- Called TrunkCisco/353805777
-- Started music on hold, class 'default', on SIP/5001-09af83c8
-- SIP/TrunkCisco-09b0d518 is ringing
-- SIP/TrunkCisco-09b0d518 is making progress passing it to SIP/5001-09af83c8
-- SIP/TrunkCisco-09b0d518 answered SIP/5001-09af83c8
-- Stopped music on hold on SIP/5001-09af83c8
```

Elaborado por: Henry Sntaxi

Figura 117 Llamada realizada a un número convencional desde el Teléfono IP GXP1405



Elaborado por: Henry Sntaxi

5.1.3.2. Campus Sur

Para realizar llamadas hacia números locales se utilizó la extensión 5003 configurada en el teléfono IP GXP 1405 del campus Sur y el número telefónico que se utilizó para realizar la llamada es el 3805777, de igual manera la comunicación se estableció sin inconvenientes.

Figura 118 Llamada desde la extensión 5003 a un número convencional local

```
trixbox1*CLI>
-- Executing [353805777@internas:1] Dial("SIP/5003-09af83c8", "SIP/TrunkCisco/353805777:30!Ttm") in new stack
-- Called TrunkCisco/353805777
-- Started music on hold, class 'default', on SIP/5003-09af83c8
-- SIP/TrunkCisco-09b0d518 is ringing
-- SIP/TrunkCisco-09b0d518 is making progress passing it to SIP/5003-09af83c8
-- SIP/TrunkCisco-09b0d518 answered SIP/5003-09af83c8
-- Stopped music on hold on SIP/5003-09af83c8
```

Elaborado por: Henry Sntaxi

Para las pruebas de llamadas desde la PSTN se utilizó el número 3962900 correspondiente a la UPSQ, la cual se encuentra conectada al puerto FXO del servidor de telefonía en este caso el CUCM. Una vez que se marca el número indicado se reproduce la contestadora automática de la UPS y con la opción 1 se puede marcar cualquier extensión del servidor Asterisk, incluyendo la extensión para el buzón de voz la 5000.

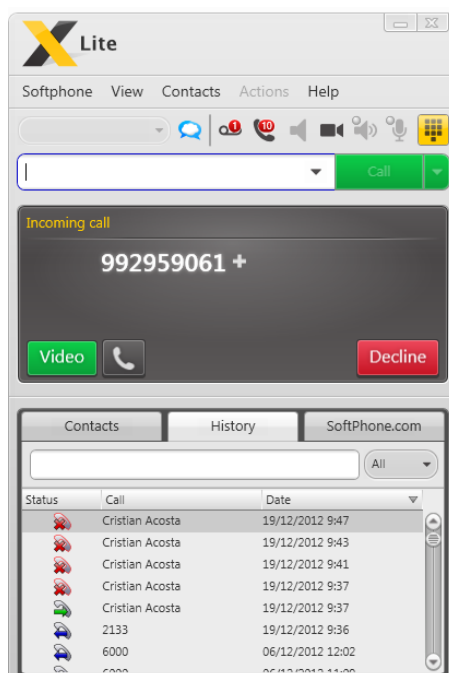
Por ejemplo se realiza una llamada desde un teléfono celular hacia el número 023962900 de la UPSQ y marcando la extensión 5005. Se establece la llamada sin problemas.

Figura 119 Establecimiento de llamada desde la PSTN a la extensión 5005

```
trixbox1*CLI>
-- Executing [5005@internas:1] Macro("SIP/172.17.6.253-09af83c8", "extensiones:SIP/5005") in new stack
-- Executing [s@macro-extensiones:1] Dial("SIP/172.17.6.253-09af83c8", "SIP/5005:30!Ttm") in new stack
-- Called 5005
-- Started music on hold, class 'default', on SIP/172.17.6.253-09af83c8
-- SIP/5005-09b0ab30 is ringing
trixbox1*CLI>
```

Elaborado por: Henry Sntaxi

Figura 120 Llamada desde la PSTN a la extensión 5005



Elaborado por: Henry Suntaxi

5.1.3.3. Campus Kennedy

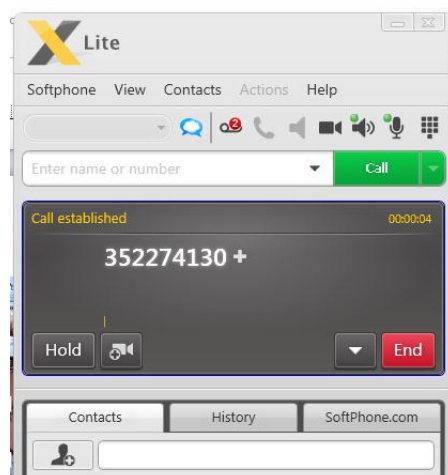
Se realiza pruebas de llamadas a números convencionales desde la extensión 5006 que fue configurada en el campus Kennedy, las pruebas fueron exitosas y se estableció la comunicación sin inconvenientes.

Figura 121 Establecimiento de llamada desde la extensión 5006 a un número convencional local

```
233-0954988
-- Executing [352274130@internas:1] Dial("SIP/5006-09546010", "SIP/TrunkCisco/352274130!Ttm") in new stack
-- Called TrunkCisco/352274130
-- Started music on hold, class 'default', on SIP/5006-09546010
-- SIP/TrunkCisco-09549f88 is ringing
-- SIP/TrunkCisco-09549f88 is making progress passing it to SIP/5006-09546010
-- SIP/TrunkCisco-09549f88 answered SIP/5006-09546010
-- Stopped music on hold on SIP/5006-09546010
```

Elaborado por: Henry Suntaxi

Figura 122 Llamada desde la extensión 5006 a un número convencional local



Elaborado por: Henry Suntaxi

5.1.4. Pruebas de servicios

5.1.4.1. Buzón de voz

Para las pruebas de la aplicación del buzón de voz se utilizó la extensión 5002 en donde se prueba que si al llamar a este usuario no está disponible o está ocupado, la llamada se desviará al buzón de voz donde la persona que lo esté llamando puede dejar un mensaje de voz y guardarlo hasta que el usuario de la extensión 5002 lo escuche.

Figura 123 Prueba de llamada para el funcionamiento del buzón de voz y grabación del mensaje

```
-- Called 5002
-- Started music on hold, class 'default', on SIP/172.17.6.253-09af83c8
-- SIP/5002-09b0ab30 is ringing
-- Nobody picked up in 30000 ms
-- Stopped music on hold on SIP/172.17.6.253-09af83c8
-- Executing [s@macro-extensiones:2] VoiceMail("SIP/172.17.6.253-09af83c8",
"5002@default") in new stack
-- <SIP/172.17.6.253-09af83c8> Playing 'vm-theperson' (language 'en')
-- <SIP/172.17.6.253-09af83c8> Playing 'digits/5' (language 'en')
-- <SIP/172.17.6.253-09af83c8> Playing 'digits/0' (language 'en')
-- <SIP/172.17.6.253-09af83c8> Playing 'digits/0' (language 'en')
-- <SIP/172.17.6.253-09af83c8> Playing 'digits/2' (language 'en')
-- <SIP/172.17.6.253-09af83c8> Playing 'vm-isunavail' (language 'en')
-- <SIP/172.17.6.253-09af83c8> Playing 'vm-intro' (language 'en')
-- <SIP/172.17.6.253-09af83c8> Playing 'beep' (language 'en')
-- Recording the message
-- x=0, open writing: /var/spool/asterisk/voicemail/default/5002/tmp/34SmRW
format: wav49, 0x9af49b8
-- x=1, open writing: /var/spool/asterisk/voicemail/default/5002/tmp/34SmRW
format: wav, 0x9b11a00
-- User ended message by pressing #
-- <SIP/172.17.6.253-09af83c8> Playing 'auth-thankyou' (language 'en')
-- <SIP/172.17.6.253-09af83c8> Playing 'vm-review' (language 'en')
-- <SIP/172.17.6.253-09af83c8> Playing 'vm-reachoper' (language 'en')
trixbox1*CLI> _
```

Elaborado por: Henry Suntaxi

5.1.4.2. Transferencia de llamadas

Para esta prueba se realizó una llamada desde la extensión 5001 a la extensión 2138 del campus Cuenca, primero la llamada se estable sin problemas, el usuario 5001 al digitar la tecla # (el cual se configuró para una transferencia a ciegas), escuchará un mensaje “transfer” con esto puede digitar la extensión a la cual desea transferir la llamada, en este caso la 2140 del Campus El Girón y se transfiere la llamada sin inconvenientes.

Figura 124 Prueba de transferencia de llamadas

```
-- Executing [1238@internas:1] Dial("SIP/5001-b7c020a0", "SIP/TrunkCisco/1238|30|Ttm") in new stack
-- Called TrunkCisco/1238
-- Started music on hold, class 'default', on SIP/5001-b7c020a0
-- SIP/TrunkCisco-096647a0 is ringing
-- SIP/TrunkCisco-096647a0 answered SIP/5001-b7c020a0
-- Stopped music on hold on SIP/5001-b7c020a0
-- Started music on hold, class 'default', on SIP/TrunkCisco-096647a0
-- <SIP/5001-b7c020a0> Playing 'pbx-transfer' (language 'en')
-- Stopped music on hold on SIP/TrunkCisco-096647a0
-- Transferring SIP/TrunkCisco-096647a0 to '2140' (context from-internal-xfer) priority 1
-- Spawn extension (internas, 1238, 1) exited non-zero on 'SIP/5001-b7c020a0'
-- Executing [2140@from-internal-xfer:1] Dial("SIP/TrunkCisco-096647a0", "SIP/TrunkCisco/2140|30|Ttm") in new stack
-- Called TrunkCisco/2140
-- Started music on hold, class 'default', on SIP/TrunkCisco-096647a0
-- SIP/TrunkCisco-09672c90 is ringing
```

Elaborado por: Henry Sntaxi

5.1.4.3. Parqueo de llamadas

Para la prueba de parqueo de llamadas, se realizó una llamada desde la extensión 5001 a la extensión 5004, una vez que se establece la llamada se digita el código #700, que fue la que se configuró para el parqueo de llamadas.

El servidor indica el número de extensión de parqueo en este caso la 701 y de esta manera el usuario puede digitar el código de parqueo desde cualquier otra extensión teléfono IP o softphone y recogerá la llamada sin ningún problema.

Figura 125 Prueba de parqueo de llamadas

```
-- Executing [5004@internas:1] Macro("SIP/5001-b7c020a0", "extensiones[SIP/5004]") in new stack
-- Executing [s@macro-extensiones:1] Dial("SIP/5001-b7c020a0", "SIP/5004|30|Tm") in new stack
-- Called 5004
-- Started music on hold, class 'default', on SIP/5001-b7c020a0
-- SIP/5004-096647a0 is ringing
-- SIP/5004-096647a0 answered SIP/5001-b7c020a0
-- Stopped music on hold on SIP/5001-b7c020a0
-- Started music on hold, class 'default', on SIP/5004-096647a0
-- <SIP/5001-b7c020a0> Playing 'pbx-transfer' (language 'en')
-- Stopped music on hold on SIP/5004-096647a0
-- Started music on hold, class 'default', on SIP/5004-096647a0
-- Parked SIP/5004-096647a0 on 701@parkedcalls. Will timeout back to extension [internas] , 1 in 45 second
-- <SIP/5001-b7c020a0> Playing 'digits/7' (language 'en')
-- <SIP/5001-b7c020a0> Playing 'digits/0' (language 'en')
-- <SIP/5001-b7c020a0> Playing 'digits/1' (language 'en')
-- Added extension '701' priority 1 to parkedcalls
-- Spawn extension (macro-extensiones, s, 1) exited non-zero on 'SIP/5001-b7c020a0' in macro 'extensiones'
-- Spawn extension (macro-extensiones, s, 1) exited non-zero on 'SIP/5001-b7c020a0'
-- Executing [701@internas:1] ParkedCall("SIP/5002-b7c020a0", "701") in new stack
-- Stopped music on hold on SIP/5004-096647a0
-- <SIP/5002-b7c020a0> Playing 'beep' (language 'en')
-- Channel SIP/5002-b7c020a0 connected to parked call 701
ixbox1*CLI> █
```

Elaborado por: Henry Suntaxi

5.1.5. Pruebas de conectividad de los campus de la UPSQ al servidor Asterisk

Para probar la conectividad de los campus de la UPSQ hacia el servidor Asterisk se utilizó el comando ping.

Con una prueba de ping desde una computadora del campus El Girón, donde se instaló un softphone, hacia la IP del servidor Asterisk el retardo máximo es de 1ms.

Figura 126 Prueba de ping de una PC del campus El Girón al servidor Asterisk

```
C:\Windows\system32\cmd.exe
Microsoft Windows [Versión 6.1.7600]
Copyright (c) 2009 Microsoft Corporation. Reservados todos los derechos.

C:\Users\cacostap>ping 172.17.1.6

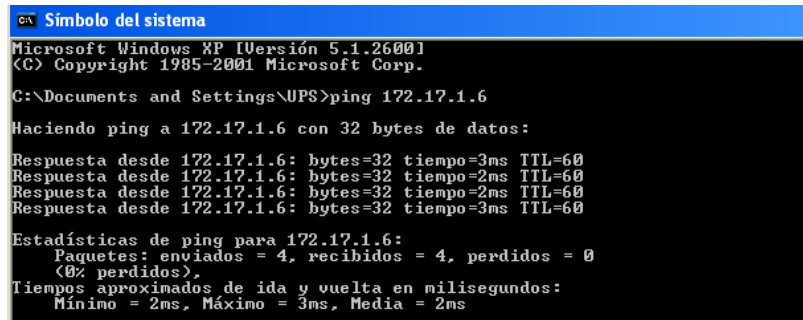
Haciendo ping a 172.17.1.6 con 32 bytes de datos:
Respuesta desde 172.17.1.6: bytes=32 tiempo=1ms TTL=63
Respuesta desde 172.17.1.6: bytes=32 tiempo<1m TTL=63
Respuesta desde 172.17.1.6: bytes=32 tiempo=1ms TTL=63
Respuesta desde 172.17.1.6: bytes=32 tiempo<1m TTL=63

Estadísticas de ping para 172.17.1.6:
    Paquetes: enviados = 4, recibidos = 4, perdidos = 0
    (0% perdidos).
    Tiempos aproximados de ida y vuelta en milisegundos:
        Mínimo = 0ms, Máximo = 1ms, Media = 0ms
```

Elaborado por: Henry Suntaxi

Con una prueba de ping desde una computadora del campus Sur, donde se instaló un softphone, hacia la IP del servidor Asterisk el retardo máximo es de 3ms.

Figura 127 Prueba de ping de una PC del campus Sur al servidor Asterisk



```
CA Símbolo del sistema
Microsoft Windows XP [Versión 5.1.2600]
(C) Copyright 1985-2001 Microsoft Corp.

C:\Documents and Settings\UPS>ping 172.17.1.6

Haciendo ping a 172.17.1.6 con 32 bytes de datos:

Respuesta desde 172.17.1.6: bytes=32 tiempo=3ms TTL=60
Respuesta desde 172.17.1.6: bytes=32 tiempo=2ms TTL=60
Respuesta desde 172.17.1.6: bytes=32 tiempo=2ms TTL=60
Respuesta desde 172.17.1.6: bytes=32 tiempo=3ms TTL=60

Estadísticas de ping para 172.17.1.6:
    Paquetes: enviados = 4, recibidos = 4, perdidos = 0
    (0% perdidos),
    Tiempos aproximados de ida y vuelta en milisegundos:
        Mínimo = 2ms, Máximo = 3ms, Media = 2ms
```

Elaborado por: Henry Suntaxi

Con una prueba de ping desde una computadora del campus Kennedy, donde se instaló un softphone, hacia la IP del servidor Asterisk el retardo máximo es de 1ms.

Figura 128 Prueba de ping de una PC del campus Kennedy al servidor Asterisk



```
C:\Users\DTI>ping 172.17.1.6

Haciendo ping a 172.17.1.6 con 32 bytes de datos:
Respuesta desde 172.17.1.6: bytes=32 tiempo<1m TTL=63
Respuesta desde 172.17.1.6: bytes=32 tiempo<1m TTL=63
Respuesta desde 172.17.1.6: bytes=32 tiempo<1m TTL=63
Respuesta desde 172.17.1.6: bytes=32 tiempo<1m TTL=63

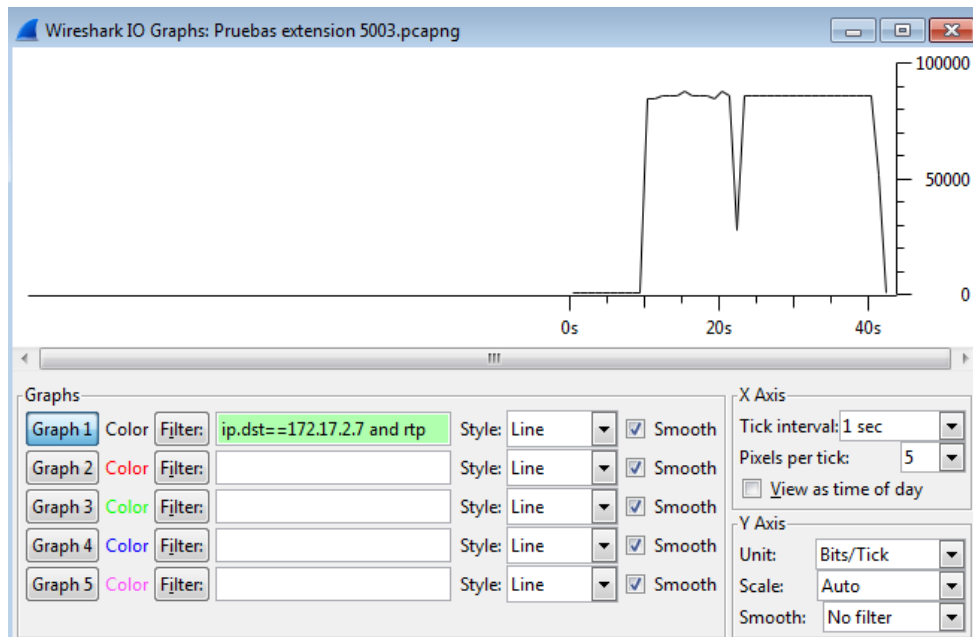
Estadísticas de ping para 172.17.1.6:
    Paquetes: enviados = 4, recibidos = 4, perdidos = 0
    (0% perdidos),
    Tiempos aproximados de ida y vuelta en milisegundos:
        Mínimo = 0ms, Máximo = 0ms, Media = 0ms
```

Elaborado por: Henry Suntaxi

Se realizó la captura de paquetes de voz sobre IP, utilizando el analizador de protocolos de red Wireshark, desde un computador del campus El Girón donde se encontraba instalado un softphone (X-Lite 5.0) con la extensión 5003 de Asterisk durante unas pruebas de llamadas a usuarios del CUCM y a números convencionales.

En la figura 129 se muestra una gráfica del tráfico de entrada al host (tráfico RTP). Para obtener esta gráfica en Wireshark se selecciona “Statistics” que se encuentra en la barra del menú principal y luego seleccionando “IO Graph” se mostrará una ventana donde se puede observar el tráfico de entrada y salida del host. Para obtener la gráfica del tráfico de entrada en el computador, se tiene que realizar un filtrado utilizando la dirección IP del host, para esto se utilizó el filtro “ip.dst==172.17.2.7 and rtp”. El ancho de banda aproximado es de 85 Kbps (G.711).

Figura 129 Trafico RTP de un computador donde se instaló un Softphone (bits/seg)



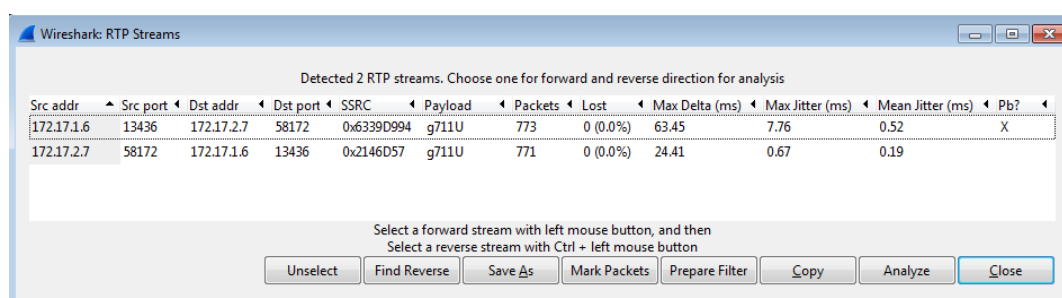
Fuente: Henry Sntaxi

Wireshark también proporciona la función del análisis de RTP, toma el flujo RTP seleccionado y genera una lista de estadísticas sobre el mismo. Muestra información del número de paquetes, el número de secuencia, retardo, jitter, tamaño del paquete, codec, paquetes perdidos.

En la figura 130 se presenta la captura de los RTP Streams, por cada llamada se generan dos streams, para poder obtener esta captura en el menú principal de Wireshark se selecciona "Telephony" y posteriormente se selecciona RTP y "Show all Streams". La IP 172.17.1.6 pertenece al servidor Asterisk y la 172.17.2.7 pertenece al computador del campus El Girón.

En la captura se puede verificar que no se tiene pérdidas de paquetes, se presentó un retardo máximo de 63,45 ms, el jitter máximo fue de 7,76 ms. Los parámetros se encuentran dentro de los rangos admisibles para la transmisión de voz.

Figura 130 Ventana RTP Streams



Fuente. Henry Sntaxi

Tabla 24 Resultados del funcionamiento en unas pruebas de llamadas con el Softphone X-Lite

Dirección IP		RTP Streams				
Origen	Destino	Paquetes	Perdidos	Max. Delta (ms)	Max. Jitter (ms)	Mean Jitter (ms)
172.17.1.6	172.17.2.7	1544	0 (0,0%)	63,45	7,76	0,52
172.17.2.7	172.17.1.6	1574	0 (0,0%)	21,39	0,67	0,19

Fuente. Henry Sntaxi

5.2. Análisis técnico

El piloto propuesto en este proyecto brindará un ahorro económico significativo a la Universidad Politécnica Salesiana debido a que se utilizará una infraestructura ya establecida de telefonía IP basada en un CUCM, la integración de Asterisk permitirá la expansión de nuevos usuarios con extensiones telefónicas de bajo costo.

Los resultados que se obtuvieron con la integración de un servidor Asterisk, configurado con los servicios o aplicaciones necesarios para un sistema de telefonía IP, al CUCM de la UPSQ fueron exitosos las llamadas se establecieron sin problemas entre usuarios Asterisk y Cisco, al igual que las llamadas desde y hacia la PSTN.

Por lo tanto la integración de estas dos centrales de telefonía IP es factible. Un aspecto muy importante que se tiene que tomar en cuenta es la selección del

hardware en donde se implementará Asterisk, ya que para sistemas de alta capacidad las deficiencias de rendimiento se manifestará con problemas de calidad de audio para los usuarios, a menudo pueden experimentar como eco, estática, y similares.

Según (Meggelen, Madsen, & Smith, 2007, pág. 12). El tamaño de un sistema Asterisk no está dictado por el número de los usuarios o grupos, sino por el número de llamadas simultáneas que se espera tener. La tabla 25 muestra una guía o recomendaciones por desarrolladores Asterisk sobre los requerimientos de memoria y procesamiento de sistemas Asterisk.

Tabla 25 Recomendaciones de requerimientos de memoria y procesamiento de sistemas Asterisk

Propósito	Número de Canales	Recomendación Mínima
Pruebas	No más de 5	400 MHz x86, 256 MB RAM
Sistemas SOHO (small office/home office)	5 a 10	1 GHz x86, 512 MB RAM
Sistemas pequeños	Hasta 25	3 GHz x86, 1 GB RAM
Sistemas Medianos - Grandes	Más de 25	CPUs duales, varios servidores en una arquitectura distribuida.

Fuente: Meggelen, Madsen, & Smith, "Asterisk: The Future of Telephony", 2007, page. 12

Es por este motivo que se seleccionó una capacidad de 2 GB de memoria RAM para el servidor Asterisk en este proyecto piloto ya que se trata de un sistema pequeño.

Para la integración se configuró una troncal SIP utilizando el codec G.711, en el capítulo 2 se mostró el procedimiento para calcular el ancho de banda requerido utilizando el codec G.711 (Para una comunicación bidireccional el ancho de banda aproximado es de 171,4 Kbps), esta fórmula se puede utilizar para calcular el ancho de banda aproximado que puede consumir la troncal.

Debido a que este proyecto es un piloto se realizó la configuración para 10 extensiones Asterisk. Por lo que se realizará el cálculo suponiendo que se realicen 10

llamadas simultáneas sobre la troncal SIP, por lo cual el ancho de banda requerido para la troncal SIP utilizando el codec G.711 es:

$$BW_{requerido} = 171,4 \text{ Kbps} * 10 = 1714 \text{ Kbps.}$$

$$BW_{requerido} = 1,71 \text{ Mbps}$$

5.3. Análisis de costos

Para realizar una estimación de costos para implementar una central telefónica basada en Asterisk se debe seleccionar los equipos que cumplan con los requerimientos necesarios. Los costos de los equipos detallados a continuación fueron consultados de cotizaciones solicitadas a empresas que disponen de equipos para telefonía IP, y también del internet.

5.3.1. Estimación de costos

5.3.1.1. Servidores

- **Servidor HP ML 150 G6**

Figura 131 Servidor HP ProLiant ML 150 G6



Fuente: Servers, 2013

Características del servidor HP ProLiant ML 150 G6:

- Procesador: Quad Core Intel Xeon E5504 2.00 GHz, 1 procesador.
- Memoria: 2 GB (Máximo 48 GB).
- Slots de Memoria: 12 ranuras DIMM.
- Puertos de Red: 2 puertos integrados NC326i PCI Express Gigabit.
- Controlador de Red: HP NC107i PCI Express Gigabit Server Adapter.

- Controlador de discos: HP Smart Array P410 controller.
- Fuente de Poder: 750 Watt Hot-Plug.
- Disco Duro: HP 500 GB 3G SATA 7.2K 3.5" MDL HDD.
- **Precio: 1.323,66 (incluye I.V.A).**

- **Servidor HP ML ProLiant 350 G6**

Figura 132 Servidor HP ProLiant ML 350 G6



Fuente: Servers, 2013

Características del servidor HP ProLiant ML 350 G6:

- Procesador: Intel Xeon E5620 de 2.4 GHz.
- Memoria: 6 GB.
- Slots de Memoria: 12 ranuras DIMM.
- Puertos de Red: 2 puertos integrados NC326i PCI Express Gigabit.
- Controlador de Red: HP NC107i PCI Express Gigabit Server Adapter.
- Controlador de discos: HP Smart Array P410i.
- Fuente de Poder: 750 Watt Hot-Plug.
- Disco Duro: HP 500 GB 6G SATA 7.2K 2.5" MDL HDD.
- **Precio: \$ 2.735,04 (incluye I.V.A).**

El servidor que se podría escoger es el HP ProLiant ML 150 G6 debido a que cumple con las características necesarias para una implementación de una central telefónica

basándose en la tabla 24, así como las características de procesamiento, memoria RAM (expandible), tarjeta de red y sobre todo el precio.

5.3.1.2. Teléfonos IP

Para teléfonos IP se seleccionó el teléfono IP GXP 1405:

Figura 133 Teléfono IP Grandstream GXP 1405



Fuente: GXP1400/1405 Small-Medium Business HD IP Phone, 2012

Se seleccionó este teléfono IP ya que cumple con las características necesarias para un usuario como son:

- Pantalla LCD gráfica de 128x40.
- Doble puerto de red 10/100Mbps con PoE integrado.
- 2 Cuentas SIP.
- Calidad superior de audio de alta definición.
- Altavoz, manos libres con cancelación de eco acústico.
- Agenda hasta 500 contactos e historial de llamadas de hasta 200 registros.
- Es una opción perfecta para pequeñas y medianas empresas (Pymes).
- **Precio: \$ 61** (No incluye I.V.A)

5.3.1.3. Gateway

Si para un futuro la UPSQ requiera que la central telefónica basada en Asterisk tenga su propia salida a la PSTN se puede utilizar el gateway GXW-4108 (con 8 FXO) es un dispositivo compatible con Asterisk que permite conectar líneas analógicas. (VoIP Soluciones, 2013)

Características:

- Detección y envío de identificador de llamada (caller ID).
- Fuente de alimentación externa.
- Puerto de vigilancia (VideoIN Analógico).
- Cancelación de eco (G.168).
- Múltiples cuentas SIP (opción de 3 perfiles por cuenta).
- Servidor Web para administración y configuración.
- Dos puertos RJ-45 10/100 Mbps.
- 8 puertos FXO para 8 líneas analógicas.

Figura 134 Gateway GXW-4108



Fuente: GXW4108, Gateway de 8 puertos FXO, 2013

El costo para implementar la central telefónica es decir diseño, instalación, configuración, son costos propuestos por el autor de la tesis. La tabla 25 muestra una estimación de costos con los equipos necesarios para implementar una central Asterisk, esta estimación se realizó con una proyección inicial de 10 usuarios, debido

a que se realizó la configuración de 10 extensiones en el servidor Asterisk y por lo cual se tomará valores para 10 teléfonos IP.

Tabla 25 Estimación de costo para implementar una central telefónica IP basada en Asterisk

Hardware	Cant.	Precio Unitario	Total	Iva 12%	Precio Total
Servidor HP ProLiant ML350	1	\$ 1.181,84	\$ 1.182	\$ 141,82	\$ 1.323,66
Gateway GXW-4108	1	\$ 370	\$ 370	\$ 44,40	\$ 414,40
Teléfonos IP para usuarios	10	\$ 61	\$ 610	\$ 73,20	\$ 683,20
Costo Total en Hardware			\$ 2.161,84	\$ 259,42	\$ 2.421,26
Software	Cant.	Precio Unitario	Total	Iva 12%	Precio Total
Licencia de la central (SO incluido)	1	\$ 0	\$ 0	\$ 0,00	\$ 0,00
Licencia para dispositivos		\$ 0	\$ 0	\$ 0,00	\$ 0,00
Licencia de Codecs		\$ 0	\$ 0	\$ 0,00	\$ 0,00
Costo Total en Software			\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00
Implementación	Cant.	Precio Unitario	Total	Iva 12%	Precio Total
Diseño		\$ 0	\$ 80,00	\$ 9,60	\$ 89,60
Instalación y Configuración		\$ 0	\$ 500,00	\$ 60,00	\$ 560,00
Costo Total de Implementación			\$ 580,00	\$ 69,60	\$ 649,60
Costo Total de implementación de una Central Asterisk			\$ 2.741,84	\$ 329,02	\$ 3.070,86

Elaborado por: Henry Sntaxi

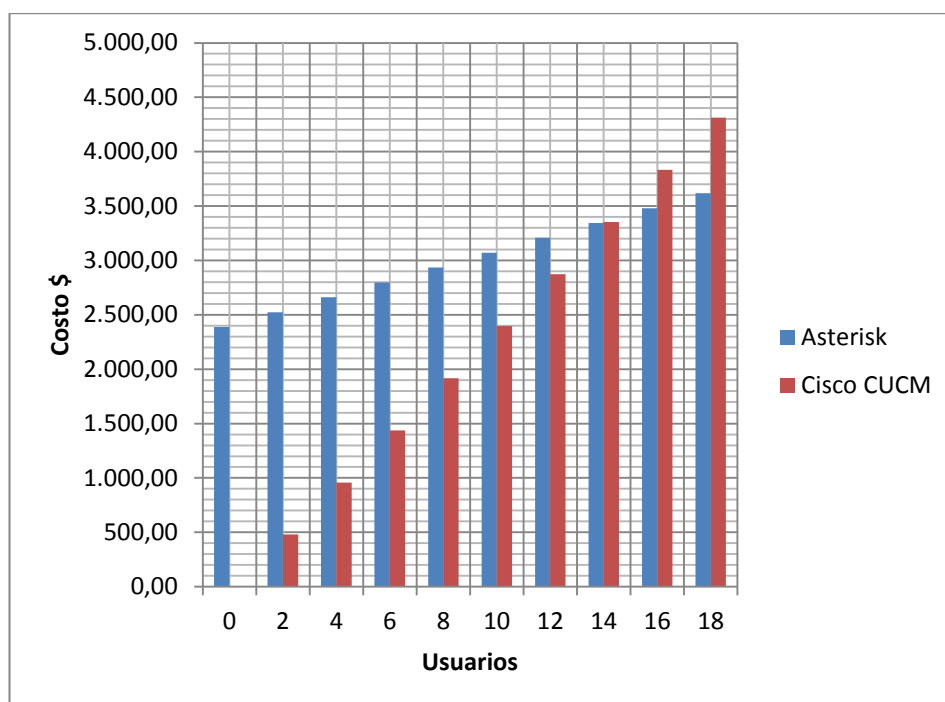
5.3.2. Análisis de los costos para implementación de una central Asterisk

El costo inicial estimado para una implementación de una central basada en Asterisk para 10 usuarios es de 3.070,86 \$.

Para poder realizar una comparación de costos entre Asterisk y Cisco, se realiza una estimación de costos para proporcionar telefonía a 10 usuarios con el CUCM de la UPSQ, para esto solo se tomarán dos valores el costo de licencias por usuario y el costo de un teléfono IP Cisco. El costo de un paquete de licencias para 10 usuarios es de 395,31\$ (ver anexos), por lo que el costo de licencia por usuario es de 39,53 \$. El costo de los teléfonos IP que se usan en la UPSQ cuesta alrededor de 200\$. El costo aproximado por usuario sería de aproximadamente 239,53 \$. En 10 usuarios el costo sería de 2.395,30 \$.

La recuperación del valor de la inversión inicial con Asterisk se verá reflejado según el incremento de usuarios como se puede observar en la figura 133 con el incremento de usuarios el ahorro con Asterisk será muy significativo.

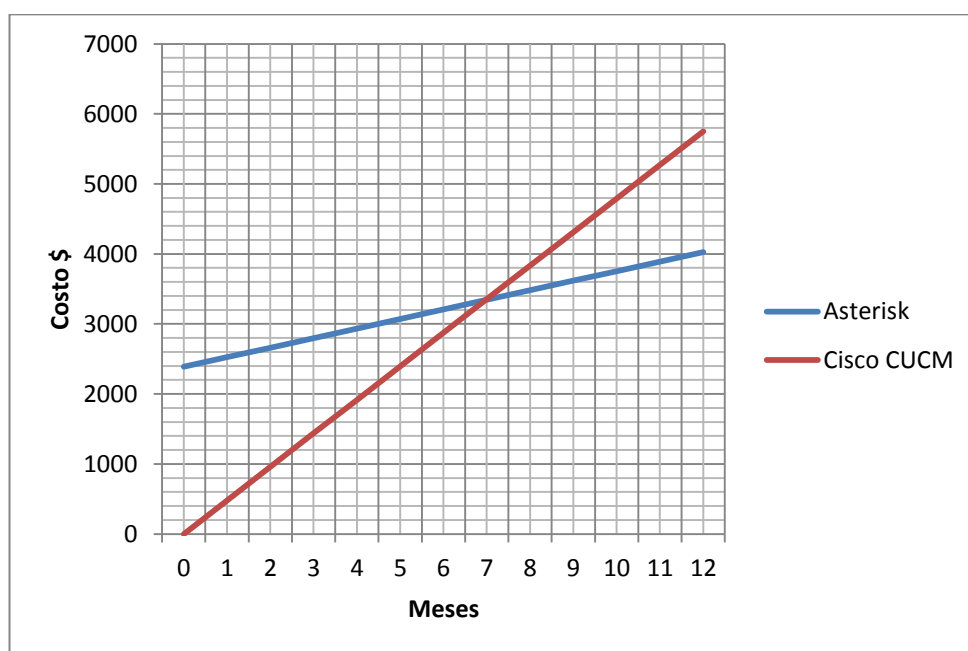
Figura 135 Costos comparativos entre Asterisk y Cisco según el número de usuarios



Elaborado por: Henry Sntaxi

Según los datos proporcionados por el departamento de tecnologías de la UPSQ el crecimiento de usuario mensuales es de aproximadamente 2 usuarios, por lo que al año el crecimiento de usuarios es de 24 aproximadamente.

Figura 136 Costos comparativos entre Asterisk y Cisco en un tiempo de un año



Elaborado por: Henry Sntaxi

En la figura 136 se muestra una gráfica donde se observa el costo en telefonía que se tendría con Asterisk y Cisco en un año. Según estos cálculos en 7 meses aproximadamente, se estima que se recuperaría el costo de una inversión en Asterisk y a partir de este tiempo se verá reflejado el ahorro en telefonía IP que se tiene con la implementación de una central Asterisk en la UPSQ. Utilizando esta gráfica solo en el primer año se estimaría tener un ahorro de 1721 \$ con una solución Asterisk.

5.3.3. Análisis de rentabilidad del proyecto

Este análisis de rentabilidad permite saber si el proyecto es rentable o no, para esto se utilizará dos herramientas de las matemáticas financieras como son el VAN (Valor Actual Neto) y el TIR (Tasa Interna de Retorno) esto permite conocer la rentabilidad de un proyecto.

5.3.3.1. Cálculo del VAN (Valor Actual Neto)

El VAN es un indicador financiero que mide los flujos de los futuros ingresos y egresos que tendrá un proyecto, para determinar, si luego de descontar la inversión

inicial quedaría alguna ganancia. Si el resultado es positivo, el proyecto es viable. (Crece Negocios, 2013)

La fórmula del VAN es:

$$VAN = -I + \sum_{n=1}^N \frac{Qn}{(1-r)^n}$$

Dónde:

- I es la Inversión.
- Qn es el flujo de caja del año.
- r es la tasa de oportunidad, rendimiento o rentabilidad mínima que se espera ganar.
- N es el número de años de la inversión.

El flujo de caja anual de la central Asterisk se considera como el ahorro anual que presenta Asterisk en comparación con Cisco.

El flujo de caja anual de la central Asterisk se considera como el ahorro anual que presenta Asterisk en comparación con Cisco.

El ahorro anual de Asterisk se obtiene de la figura 136 donde los valores que se tendrá en 12 meses con Asterisk y CUCM son:

Asterisk= 4027,34 \$

CUCM = 5748,72 \$

Por lo que le ahorro anual aproximado es:

$$5748,72 - 4027,34 = 1721,38$$

Los datos para el cálculo del VAN quedarían de la siguiente manera:

- I = 2387,66 (Inversión inicial de la solución Asterisk).
- Qn = 1721,38 (Flujo de caja anual).

- $r = 9,33\%$ (Tasa de interés efectiva referencial determinada por el Banco Central del Ecuador).
- $N = 5$ (Análisis proyectado 5 años).

$$VAN = -2387,66 + \sum_{n=1}^5 \frac{1721,38}{(1 - 0,093)^n}$$

$$VAN=4250,97$$

Del cálculo realizado se tiene como resultado un VAN superior a 0 por lo que el proyecto es totalmente rentable.

5.3.3.2. Tasa interna de retorno (TIR)

La tasa interna de retorno (TIR) es un identificador que cuantifica la eficiencia de una inversión determinada, al contrario del VAN que da como resultado una magnitud el TIR entrega como resultado un porcentaje. El TIR es la tasa anual que se puede ganar de una inversión y se calcula partiendo de la ecuación del VAN, igualándolo a cero y calculando r .

La fórmula del VAN es:

$$0 = -I + \sum_{n=1}^N \frac{Qn}{(1 - r)^n}$$

Dónde:

- $I = 2387,66$ (Inversión inicial de la solución Asterisk).
- $Qn = 1721,38$ (Flujo de caja anual).
- $N = 5$ (Análisis proyectado 5 años).

$$0 = -2387,66 + \sum_{n=1}^5 \frac{1721,38}{(1 - r)^n}$$

$$0 = -2387,66 + \left(\frac{1721,38}{(1-r)^1}\right) + \left(\frac{1721,38}{(1-r)^2}\right) + \left(\frac{1721,38}{(1-r)^3}\right) + \left(\frac{1721,38}{(1-r)^4}\right) + \left(\frac{1721,38}{(1-r)^5}\right)$$

$$\text{TIR} = 66,46\%$$

El valor del TIR dio como resultado un 66,46 % de los rendimientos futuros esperados en la inversión para una central Asterisk en comparación con Cisco. Los resultados demuestran que el proyecto es rentable.

CONCLUSIONES

- En esta tesis se ha mostrado que puede integrarse un sistema basado en Asterisk con el sistema de telefonía IP, Cisco Unified Communications Manager “CUCM”, que actualmente utiliza la UPSQ.
- Con la solución propietaria de Cisco (CUCM) se tiene que pagar un costo de licencia por cada dispositivo, donde actualmente en la UPSQ ya se ha utilizado el 99.44% de las mismas, pero con la integración de Asterisk ya se podría evitar los gastos en licencias.
- Las configuraciones realizadas en la central Asterisk al integrarla con el CUCM de la UPSQ, conserva su oferta de servicios comunes como: realizar y recibir llamadas, transferencia de llamadas, colas de llamadas, conferencias; y añade para los usuarios propios de Asterisk: buzón de voz, parqueo y captura de llamadas.
- Para este proyecto piloto se utilizó el codec G.711 debido a su gran calidad de audio, es un codec usado tanto por Asterisk como por el CUCM y que se puede utilizar libremente, hace uso de un ancho de banda de aproximadamente 171,2 kbps por cada comunicación bidireccional. En las pruebas realizadas de la integración no se tuvo problemas en las comunicaciones entre los usuarios del CUCM y Asterisk debido a que la troncal SIP que enlaza a las dos centrales consumiría aproximadamente 1.7 Mbps, sobre un enlace de 1000 Mbps (las dos centrales se encuentra en el mismo cuarto de equipos en el campus El Girón), suponiendo que los 10 usuarios Asterisk que se configuraron se encuentren cada uno en una comunicación con un usuario del CUCM.
- El análisis de costos y de rentabilidad del proyecto, expuesto en el capítulo 4 muestra que el ahorro con una solución Asterisk en la UPSQ, según los cálculos realizados: en 7 meses aproximadamente se estimaría recuperar el costo de una inversión en Asterisk y a partir de este tiempo se verá reflejado

el ahorro en telefonía IP. En el primer año se tendría un ahorro de 1.721 dólares aproximadamente.

- Las llamadas entre usuarios Asterisk y CUCM fueron exitosas y no se presentaron problemas de comunicaciones entre otros usuarios de los campus de la UPS. Asterisk puede realizar y recibir llamadas externas a través del CUCM, las comunicaciones con la PSTN no presentaron cortes ni interferencias. Mediante el analizador Wireshark se pudo verificar que durante unas pruebas de llamadas, con el softphone X-Lite, no se tenía pérdidas de paquetes y los tiempos de latencia y jitter se encontraban dentro del rango admisible para la transmisión de voz (latencia menor a 150 ms y jitter menor a 30 ms).
- Un aspecto importante a considerar es el hardware donde esté implementado la central Asterisk, ya que en algunas pruebas realizadas se presentaron problemas de cortes en las llamadas, esto se presentó debido a que el servidor donde se virtualizó Trixbox presentaba un alto consumo de recursos debido a un software de video que realizaba un consumo de más del 90% del servidor, esto se solucionó con el reinicio del servidor.
- El servidor Asterisk se encuentra en la VLAN para servidores internos del campus El Girón, la misma que está configurada con seguridades debido a que no todas las VLANs que se encuentran implementadas en la UPSQ pueden conectarse a este rango de direcciones, los teléfonos IP y softphones configurados en este proyecto estaban en VLANs administrativas y de telefonía las cuales pueden comunicarse con el servidor Asterisk.

RECOMENDACIONES

- Trixbox se virtualizó en un servidor que se encuentra ya implementado en la UPQS, esto reduce el costo significativamente, pero puede traer muchos problemas en las comunicaciones debido a que el servidor está siendo utilizado por algunas máquinas virtuales que podría llegar a saturarlo, por este motivo es recomendable que la implementación de la central Asterisk se realice en un servidor propio que cumpla con ciertas características mencionadas en el capítulo 4.
- Si la UPSQ decide incrementar el número de usuarios con Asterisk es recomendable implementar otra central telefónica, por ejemplo en el campus Sur donde existe un importante número de personal de la UPS, y realizar una troncal entre la central Asterisk del campus El Girón y el Sur utilizando un codec que reduzca el consumo del ancho de banda al ser un enlace WAN un codec que puede ser útil es el GSM. Con esto se tendría una infraestructura adecuada de telefonía IP.
- Es recomendable realizar una capacitación tanto a usuarios finales así como al personal de soporte técnico de la UPSQ, con el objetivo de que los usuarios tengan conocimiento del uso de los teléfonos IP, softphones, y de los diferentes servicios que disponen en telefonía IP con Asterisk, también es importante el conocimiento del mantenimiento y administración de la central telefónica así como el soporte a usuarios y configuración de las terminales finales.
- También es recomendable implementar otra central telefónica Asterisk que funcione como backup, ante cualquier inconveniente o problema que se pueda presentar con la central principal entre en funcionamiento la central de backup. Esto es recomendable para que el servicio de telefonía IP tenga una gran disponibilidad para los usuarios Asterisk.

LISTA DE REFERENCIAS

3CX. (2012). Preguntas frecuentes e información acerca de Centralita IP, SIP & VOIP. Recuperado el 21 julio de 2012, de <http://www.3cx.es/voip-sip/ip-pbx-faq/>.

Alomoto, L., (enero de 2012). Tesis de titulación pregrado: Análisis, diseño e implementación de entornos virtuales de escritorios, bajo la plataforma Solaris 10, en los laboratorios SUN de la Universidad Politécnica Salesiana. Recuperado el 16 octubre de 2012, de <http://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/1575?mode=full>.

Calero D., & Zuñiga, E. (noviembre de 2012). Tesis de titulación pregrado: Estudio y diseño del servicio integrado de redes de telefonía de nueva generación CENTREX IP. Recuperado el 15 de enero de 2013, de <http://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/3187>.

Calvo, G. (marzo de 2012). Tesis de titulación pregrado: Instalación de telefonía Cisco e integración y configuración de Asterisk dentro de la estructura telefónica de Labco. Recuperado el 12 de mayo de 2012, de <http://upcommons.upc.edu/pfc/bitstream/2099.1/14887/1/82193.pdf>.

Carballar J. (2007). VoIP: La telefonía de internet (Primera ed.). Madrid, España: Paraninfo. Pág. 101-111.

Castillo, F., Sánchez, G., Roper, J. R., Benjumea, J., Barbancho, J., Romero, y otros. (2010). Servicios en red (Primera ed.). Madrid, España: Paraninfo. Pág. 191-210

Chicaiza, O., & Dominguez, J. (diciembre de 2008). Tesis de titulación pregrado: Análisis y diseño técnico económico de la red de interconexión de las redes en los campus Girón, Sur, Kennedy y Cayambe de la Universidad Politécnica Salesiana

Sede Quito. Recuperado el 23 de noviembre de 2012, de <http://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/1685?mode=full>.

Cisco Systems, Inc. (s.f.). Ethernet-to-the-Factory 1.2 Design and Implementation Guide: Cisco Systems, Inc. Recuperado el 18 mayo de 2013, de http://www.cisco.com/en/US/docs/solutions/Verticals/EttF/ch2_EttF.html.

Contact Data 3 Systems LLC. (2012). IBM Blade Center HS22. Recuperado el 26 de Septiembre de 2012, de <http://www.data3systems.com/index.php/ibm-blade/intel-blade-servers/ibm-bladecenter-hs22/>.

Crece Negocios. (2013). El VAN y el TIR. Recuperado el 20 de abril de 2013, de <http://www.crecenegocios.com/el-van-y-el-tir/>.

Emmerson, B. (s.f.). Convergence: The Business Case for IP Telephony. Recuperado el 2012 de Octubre de 29, de Convergence: the Business Case for IP Telephony: <http://www.cisco.com/asiapac/ipc/files/wp/bcipt.pdf>.

España M. (2003). Servicios avanzados de telecomunicación (Primera ed.). Madrid, España: Díaz de Santos, S.A. Pág. 370-372.

Finke, J., & Hartmann, D. (2012). Implementing Cisco Unified Communications Manager, Part 1 (CIPT1) Foundation Learning Guide. Indianápolis, Estados Unidos: Cisco Press. Pág. 1-25.

Gerometta, O. (Abril de 2009). Método simplificado para el cálculo de ancho de banda para VoIP. Recuperado el 13 marzo de 2013, de <http://librosnetworking.blogspot.com/2009/04/metodo-simplificado-para-el-calculo-de.html>.

Gómez, J., & Gil, F. (2008). VoIP y Asterisk Redescubriendo la telefonía (Primera ed.). México: Alfaomega Grupo Editor. Pág. 17-95.

González, E., (diciembre 2010). Tesis de titulación pregrado: Gestor de máquinas virtuales. Recuperado el 16 de diciembre de 2012, de <http://www.um.edu.ar/web/documentos/UM-MTI-GonzalezE.pdf>

Huidobro, J., & Pastor, R. (2006). Sistemas de Telefonía (Quinta ed.). Madrid, España: Paraninfo. Pág. 267-308.

Meggelen, J., Madsen, L., & Smith, J. (2007). Asterisk: The Future of Telephony (Segunda ed.). (M. Loukides, Ed.) Estados Unidos: O'Reilly Media. Pág. 1-55.

PaloSanto Solutions. (2012). Características y Funcionalidades de Elastix. Recuperado el 25 de octubre de 2012, de <http://www.elastix.org/index.php/es/informacion-del-producto/caracterisiticas.html>.

Piedar, M., & Solorzano, L. (marzo de 2013). Tesis de titulación pregrado: Análisis comparativo entre alternativas libres y propietarias para la migración de telefonía tradicional a Telefonía IP, evaluación de las soluciones propuestas basada en la aplicación de un modelo ROI orientado a una pequeña y mediana institución financiera e implementación de un proyecto piloto en la Cooperativa COOPEARA LTDA. Recuperado el 15 de marzo de 2013, de <http://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/994>.

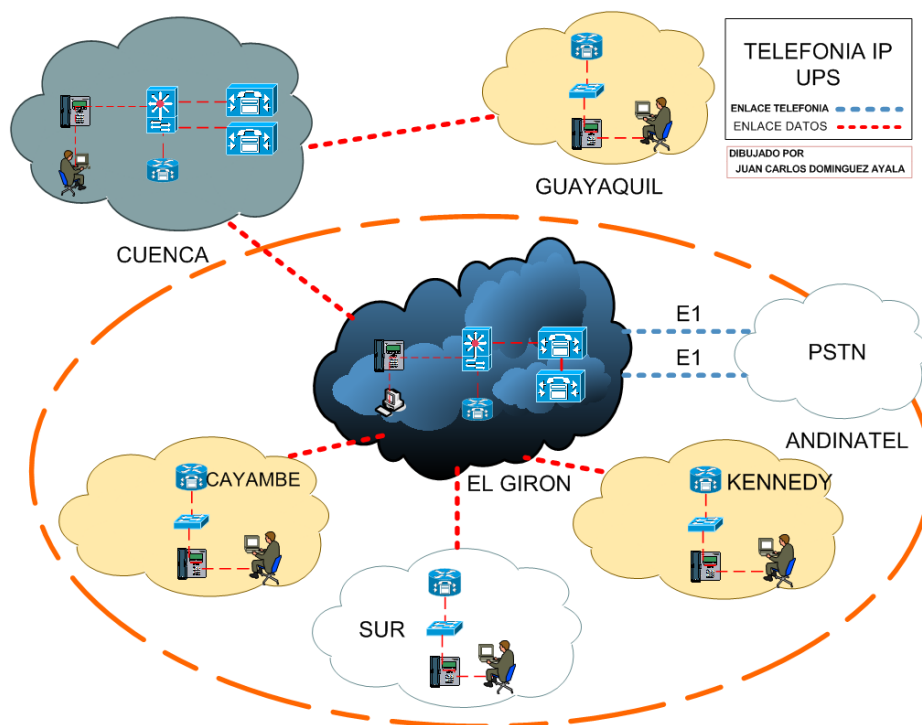
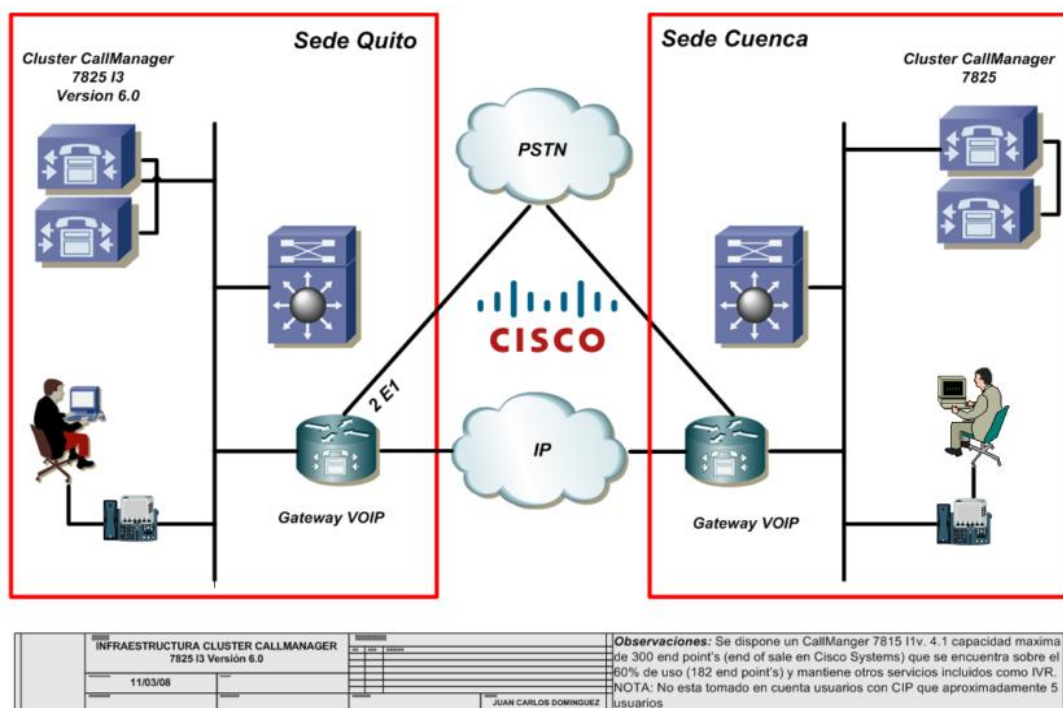
Romero, A., & Muñoz, C. (abril de 2012). Tesis de titulación pregrado: Diseño de una red de telefonía IP para la ciudad Comercial El Recreo. Recuperado el 04 de julio de 2012, de <http://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/4575>.

Sierra, A. (septiembre de 2008). Proyecto fin de master: Instalación de un sistema VoIP corporativo basado en Asterisk. Recuperado el 10 de junio de 2012, de <http://repositorio.bib.upct.es/dspace/bitstream/10317/737/1/pfm35.pdf>.

Symantec Corporation. (09 de junio de 2011). The Vulnerabilities of VoIP, Recuperado el 16 de junio de 2013, de <http://us.norton.com/voip-security-a-primer/article>

VoIP Soluciones (2013). Gateway GXW-4108 (8 FXO / WAN / LAN / Video, Recuperado el 08 enero de 2013, de: http://voipsoluciones.com.ar/ds_product_info.php?cPath=36&products_id=77

Anexo. CALL MANAGER Y TELEFONÍA IP DE LA UPSQ



Anexo. COTIZACIONES PARA EQUIPOS DE TELEFONÍA IP



Quito, 23 de Enero del 2013

Señor:

HENRY SUNTAXI

Presente.-

PROFORMA

CANTIDAD	DESCRIPCION	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL
10	Teléfono Grandstream GXP 1405	61.00	610.00
1	Gateway GXW-4108	370.00	370.00
1	HT503	65.00	65.00
			1,045.00

Condiciones Comerciales:

Los precios no incluyen IVA

Entrega: 24 horas previo stock

Forma de Pago: Contado

Validez de la oferta: 5 días

Garantía: 1 año contra defectos de fábrica

Saludos

Michelle Barriga

Asesora Comercial Ipdiseños

 ingeniería en redes servihelp		PROFORMA		
Teléfonos: • 022-909440 Ext. 27 • 022-221133 • E-mail: sac2@servihelp.net				
FECHA: 26 DE NOVIEMBRE DE 2012		PROFORMA 5883		
CLIENTE: UNIVERSIDA POLITÉCNICA SALESIANA		RUC/Ci:		
REFERENCIA: TELEFONÍA IP - OPCION 2				
CONTACTO TECNICO:		TELEFONO: 2 3962900		
CONTACTO COMERCIAL: Henry Suintaxi				
DIRECCION: CAMPUS EL GIRÓN: Av. 12 de Octubre 2422 y Wilson		TELEFONO: 2 3962800		
ITEM	DESCRIPCION	CANT.	P. UNIT	P. TOTAL
	EQUIPOS TELEFONO SMALL MEDIUM BUSINESS HD SIP GXP-1405 	2	\$85,18	\$170,35
<p><i>NOTA: No incluye costos de instalación.</i></p> <p><i>La proforma se encuentra sujeta a modificaciones de acuerdo a requerimiento del cliente.</i></p>				
* Validez de la proforma: 15 días * Forma de pago: INMEDIATA SUAN MACHADO VIP EXECUTIVE SALES OFFICER SERVIHELP S.A.		SUBTOTAL		\$ 170,35
		IVA		\$ 20,44
		TOTAL A PAGAR		\$ 190,80
 ingeniería en redes servihelp				
Ingeniería en redes & servicios inteligentes				



Edited by Foxit PDF Editor
Copyright (c) by Foxit Software Company, 2003 - 2009
For Evaluation Only.





LISTA DE PRECIOS



Teléfonos Empresariales

			P.V.D	P.V.P
	GXP-1405	GENERACION DE PEQUEÑAS Y MEDIANAS EMPRESAS. 2 LINEAS CON DOS CUENTAS SIP, 128x40 PANTALLA GRAFICA.	61.00	76.13
	OFERTA GXP-2110	GENERACION ENTERPRICE, TELEFONO IP DE ALTA DEFINICION, 4 LINEAS	130.00	156.00
	GXP-2120	GENERACION ENTERPRICE, TELEFONO IP DE ALTA DEFINICION, 6 LINEAS	143.00	171.00
	GXP-2100	GENERACION ENTERPRICE, TELEFONO DE ALTA DEFINICION 4 LINEAS CON 4 CUENTAS SIP, POE	104.00	124.80
	DP715	TECNOLOGIA DECT, PEQUEÑAS Y MEDIANAS EMPRESAS.	78.00	95.00

GATEWAYS

	GXW-4104	GATEWAY 4 PUERTOS FXO (RJ11), 2 PUERTOS RJ45 10/100 Mbps	266.00	296.00
	GXW-4108	GATEWAY 8 PUERTOS FXO (RJ11), 2 PUERTOS RJ45 10/100 Mbps	370.00	410.00

ADAPTADORES TELEFONICOS

			P.V.D	P.V.P
	HT-502	2 FXS, COMPATIBLE CON SIP 2.0, SEGURIDAD MEJORADA	51.00	64.00
OFERTA 	HT-503	1 FXO (RJ11) Y 1 FXS (RJ11). SEGURIDAD MEJORADA.	60.00	82.50



[Inicio](#) >> [Servidores](#) >> SERVIDOR HP ML150 G6 Quad Core Intel Xeon E5504 2.00 GHz 466132-001

SERVIDOR HP ML150 G6 QUAD CORE INTEL XEON E5504 2.00 GHZ 466132-001



ML150 G6 (1) Quad Core Intel Xeon E5504 (2.00 GHz, 4 MB (1x4 MB) L3 cache, 80W, DDR3-800) / soporta hasta 2 procesadores / 2GB (1 x 2 GB UDIMM) PC3-10600E DDR3 Unbuffered memory / HP Smart Array P410 controller w/ Zero Memory cache / RAID (0/1/0+1) / Embedded HP NC107i PCI Express Gigabit Server Adapter / iLO100i / Half-Height SATA DVD-ROM / Tower / Garantía 1-1-1 NBD

¡EN REBAJAS!
\$1,323.66 IVA incluido

~~\$1,392.16 IVA incluido~~

Referencia: 466132-001

Cantidad:

[Añadir a la carrito](#)

Al comprar este producto puede obtener hasta **132 puntos de fidelidad**. Su carrito totalizará **132 puntos** que se puede(n) transformar en un vale de descuento de \$13.20.

13 OTROS PRODUCTOS DE LA MISMA CATEGORÍA:

SERVIDOR HP...	SERVIDOR HP...	SERVIDOR HP...	SERVIDOR HP...	SERVIDOR HP...	SERVIDOR HP...	SERVIDOR HP...	SERVIDOR HP...	SERVIDOR HP...	SERVIDOR HP...
\$1,126.46	\$1,161.44	\$1,839.04	\$1,925.58	\$2,735.04	\$2,583.84	\$4,351.20	\$4,168.64	\$7,266.56	
Ver	Ver	Ver	Ver	Ver	Ver	Ver	Ver	Ver	

ML150 G6 (1) Quad Core Intel Xeon E5504 (2.00 GHz, 4 MB (1x4 MB) L3 cache, 80W, DDR3-800) / soporta hasta 2 procesadores / 2GB (1 x 2 GB UDIMM) PC3-10600E DDR3 Unbuffered memory / HP Smart Array P410 controller w/ Zero Memory cache / RAID (0/1/0+1) / Embedded HP NC107i PCI Express Gigabit Server Adapter / iLO100i / Half-Height SATA DVD-ROM / Tower / Garantía 1-1-1 NBD

Technical specifications	
Quickspecs	» PDF » HTML
Processor name	Intel® Xeon® E5504 (4 core, 2.00 GHz, 4MB L3, 80W)
Number of processors	1
Processor core available	Quad
Memory slots	12 DIMM slots
Memory type	PC3-10600E (UDIMM)
Slots	5
Network controller	(1) 1GbE NC107i 2 Ports
power supply type	(1) 460 Watt non-hot plug, non-redundant
Hard disk controller	Smart Array P410
Internal mass storage	SATA: 8.0 TB; SAS: 8.0 TB
Management software	N/A
Optical drive type	Half-Height SATA DVD-ROM
Form factor full configuration	5U
Remote management software	Lights-Out 100 Advanced
Warranty (Parts-Labour-Onsite)	1/1/1

comisariatodelcomputador.com/ecuador/es/304-servidor-hp-ml150-g6-quad-core-intel-xeon-e5504-200-ghz-466132-001.html



Quito 31 de mayo del 2013

Señores UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA

RUC 1791796780001

Sírvase en revisar la presente cotización

N PARTE	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	PRECIO POR UND.	VALOR
675421-001	HP Server DL320e Gen8 (1)Cpu4-core Intel® Xeon® E3-1220v2 (3.1GHz/4-core/8MB/69W, HT) Processor 8MB (1x8MB) Level3/ 4GB (1 x 4GB) UDIMM/ NO viene con disco SATA Hot Plug 3.5"/ 2 RedGigabit/ No: CD-Rom/ HP Dynamic Smart Array B120i Controlle (RAID 0/1/1+0) GARANTIA: 1-1-1	1	1.180,0000	1.180,00
658071-B21	HP 500GB 6G SATA 7.2k 3.5in SC MDL HDD	1	220,0000	220,00
658071-B21	HP 500GB 6G SATA 7.2k 3.5in SC MDL HDD	1	220,0000	220,00
				0,00
				0,00
				0,00
				0,00
				0,00
				0,00
				0,00
				0,00
				0,00
			SUB-TOTAL	1.620,00
			DESCUENTO	0,00
			I.V.A.	194,40
			TOTAL	1.814,40

FORMA DE PAGO:**TIEMPO DE ENTREGA:****VALIDEZ DE LA OFERTA:**

EFFECTIVO

48 HORAS

5 Días o hasta agotar stock

Atentamente,

Patricio Jacho

Asesor comercial

Datos:

La garantía de un año se aplica directamente de fábrica presentando nuestra factura e indicando el número de la misma.



Señores UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA
RUC 1791796780001
Sirvase en revisar la presente cotización

N PARTE	DESCRIPCION	CANTIDAD	PRECIO POR UND.	VALOR
689063-001	HP Servidor ML310e Gen8 Quad Core (1) Intel® Xeon® processor E3-1220v2– 3.1GHz/69w, memoria 4GB (1x4GB) UDIMM, disco1TB SATA fijo, Array Controller B120I/ doble Red Gigabit/DVD-WR/tower 4U, garantia 1 ,1-1.	1	915,0000	915,00
659337-B21	HP 1TB 6G SATA 7.2K rpm LFF (3.5-inch) Non-hot plug	1	285,0000	285,00
				0,00
				0,00
				0,00
				0,00
				0,00
				0,00
				0,00
				0,00
				0,00
				0,00
			SUB-TOTAL	1.200,00
			DESCUENTO	0,00
			I.V.A.	144,00
			TOTAL	1.344,00

FORMA DE PAGO:
TIEMPO DE ENTREGA:
VALIDEZ DE LA OFERTA:

EFFECTIVO
48 HORAS
5 Días o hasta agotar stock

Atentamente,


Patricio Jacho
Asesor comercial

Datos:

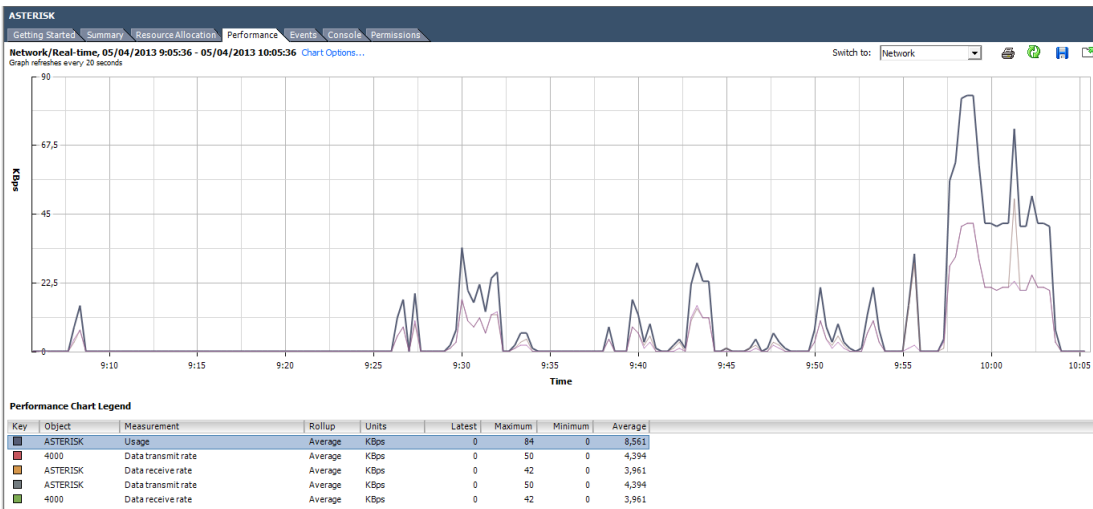
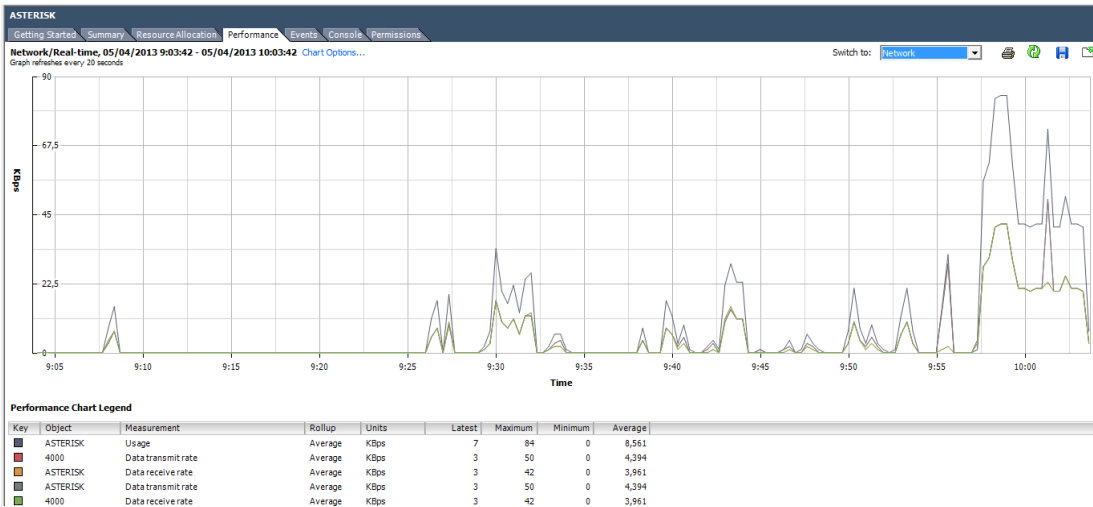
La garantía de un año se aplica directamente de fábrica presentando nuestra factura e indicando el número de la misma.

Anexo. COTIZACIÓN PARA LICENCIAS DEL CUCM 6.0

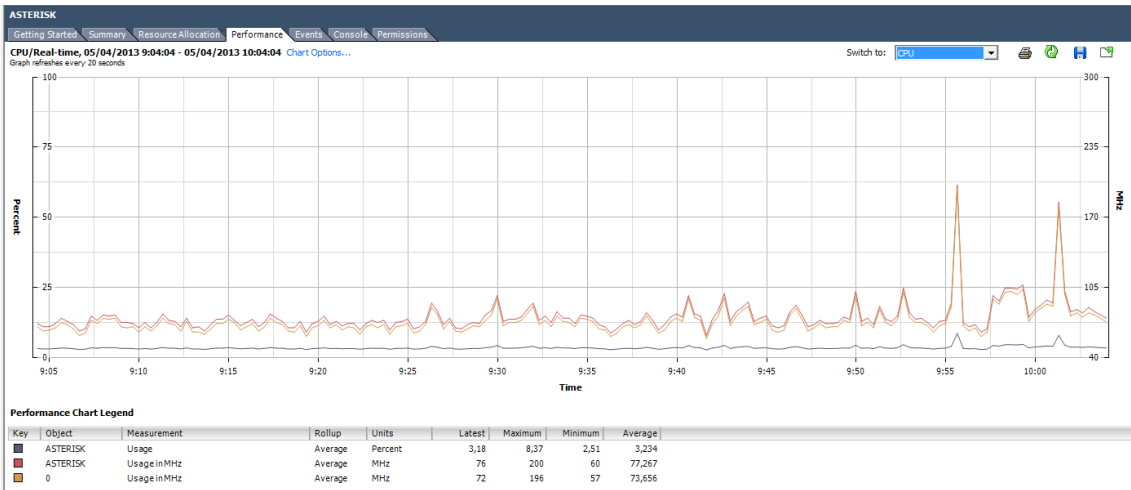


Cliente: _____ Atención: Henry Suintaxi		File: 101-DI-V1 Fecha: 18-mar-2013 Páginas: 2		
CODIGO	DESCRIPCIÓN	CANT.	PU	TOTAL
MARCA: CISCO				
	licencias			
	CallManager Device License - 10 units	1	S/ 395,31	S/ 395,31
	CallManager Device License - 100 units	1	S/ 3.953,13	S/ 3.953,13
			S/ -	S/ -
				4.348,44
Atentamente, <div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div> David Torres Responsable ANDEANTRADE S.A </div> <div>  </div> </div>				

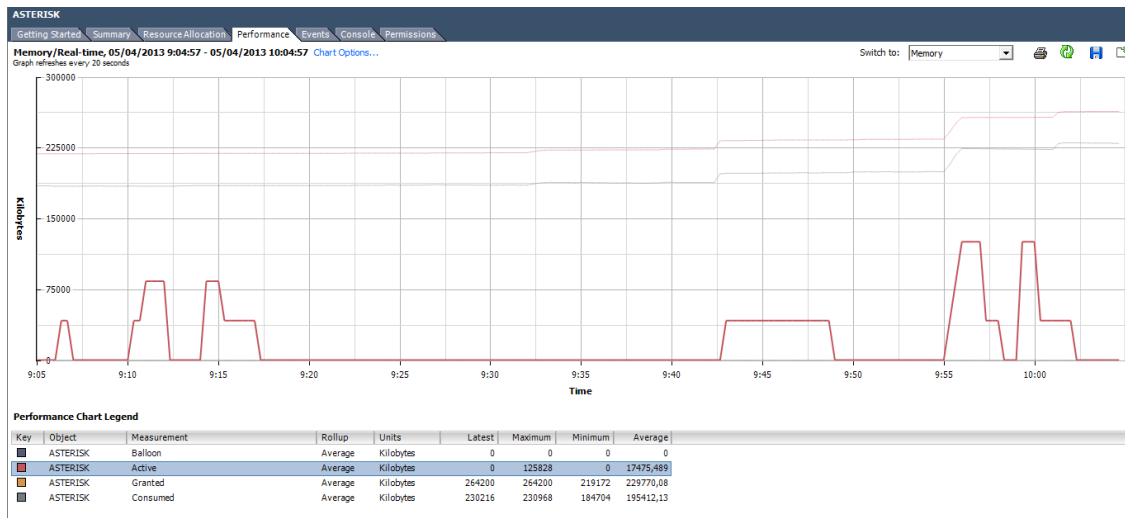
Anexo. GRÁFICA DE RENDIMIENTO DE RED DEL SERVIDOR



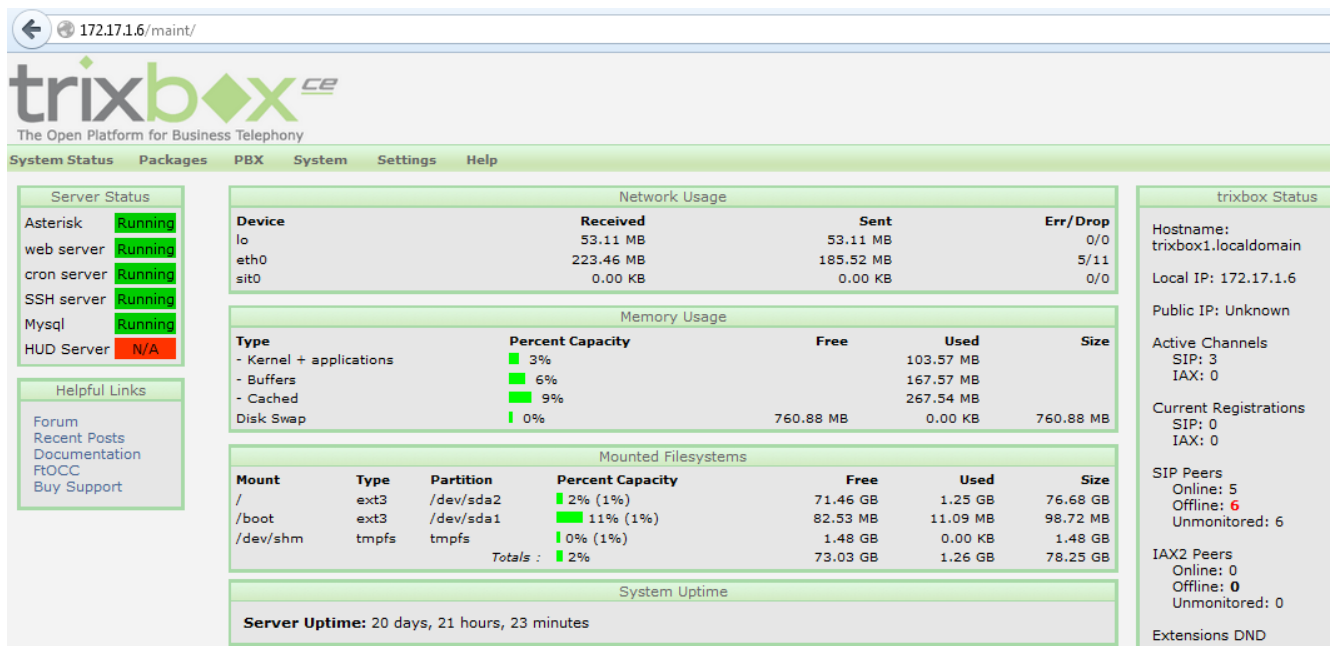
Anexo. GRÁFICA DE RENDIMIENTO DEL CPU DEL SERVIDOR



Anexo. GRÁFICA DE RENDIMIENTO DE MEMORIA RAM DEL SERVIDOR



Anexo. GRÁFICA DE LA INTERFAZ WEB DE TRIXBOX, RENDIMIENTO Y ESTADO DEL SERVIDOR



GLOSARIO

C

Caller ID: Identificador de llamada

Carriers: Operadores de telecomunicaciones propietarios de las redes troncales de internet y responsables del transporte de los datos. Proporciona una conexión a internet de alto nivel.

Codec: Conversión de una señal de analógica a una señal de audio digital para que pueda ser transmitido por la red IP.

E1

E1: Conexión por medio de la línea telefónica que puede transportar datos. Según la ITU - T está formado por 30 canales de datos de 64 kbps más 2 canales de señalización. E1: 30 canales, 2,048 Mbps.

F

FXO (Foreign Exchange Office): Estos dispositivos son el puerto que recibe o envía la señal analógica a la PSTN, es decir este dispositivo permite conectarse con líneas analógicas de la PSTN.

FXS (Foreign Exchange Station): Estos dispositivos permiten conectar un teléfono analógico dentro de la red IP donde se encuentra la central de telefonía IP.

H

HTTP (Protocolo de transferencia de hipertexto): Es el protocolo utilizado por la World Wide Web en la transferencia de información de un equipo a otro.

I

IP: Es la lengua de comunicación de datos, el idioma que hablan los sistemas informáticos. Su derivación es del internet (IP = Internet Protocol).

ISO: International Organization for Standardization. Organización Internacional para la Estandarización. Una amplia gama de estándares, incluyendo aquellos relevantes para las redes. ISO es responsable del modelo de referencia de redes más populares, el modelo de referencia OSI.

ISP: Proveedor de Servicio de Internet, es una compañía que ofrece acceso al internet a sus clientes.

M

MDF: Cuarto principal de distribución de cableado.

N

NIC: Tarjeta de interfaz de red.

NTP: Network Time Protocol es un protocolo de internet para sincronizar los relojes de los sistemas informáticos a través del ruteo de paquetes en redes con latencia variable.

O

OSI: Interconexión de Sistemas Abiertos. Es un modelo referente creado por ISO para la interconexión en un contexto de sistemas operativos. Se trata de un modelo de las comunicaciones estándar entre los diferentes terminales y host. Las comunicaciones siguen siete niveles que son Físico, Enlace, Red, Transporte, Sesión, Presentación y Aplicación.

P

Proxy: Un servido proxy es un programa o dispositivo utilizado para compartir con múltiples usuarios una misma línea de conexión a internet en una red, utilizado usualmente para control de accesos a los usuarios.

POE: Power over Ethernet, alimentación a través de Ethernet es una tecnología que permite la alimentación eléctrica para dispositivos de red ejemplo teléfonos IP.

R

RFC: Request for Comments son una serie de notas sobre internet, y sobre sistemas que se conectan a internet.

S

SDF: Cuartos de distribución secundarios de cableado.

SMTP (Protocolo Simple de Transferencia de Correo Electrónico): Es un protocolo que se usa para el envío de correo electrónico, transfiere los mensajes desde la máquina cliente al servidor, quedándose este último con el mensaje si se trata del destino final o enviándolo a otro servidor.

Softphone: Un software que se puede descargar gratuitamente o con costo del internet y que posee las mismas características de un teléfono IP común.

Streaming: Es el soporte principal para el transporte de contenidos multimedia en tiempo real (vídeo, audio y datos asociados, etc.) entre el cliente y los servidores de contenidos de internet.

T

TCP / IP: es un conjunto de protocolos que permiten la comunicación entre ordenadores.

U

UDP: User Datagram Protocol, es un protocolo de transporte basado en el intercambio de datagramas sin conexión que funciona en redes IP.

V

VoIP (Voz sobre IP): Indica que una señal de voz analógica se ha digitalizado y convertido en paquetes utilizando IP. Esto se hace con el fin de permitir que la telefonía y otra señal de audio puedan ser transportadas sobre la misma red de datos. VoIP se refiere a un proceso de conversión y transporte.