

**DISEÑO Y MONTAJE DE UNA IP-PBX PARA LA INTERCONEXIÓN DEL  
COLEGIO BILINGÜE DE CARTAGENA Y EL INSTITUTO LÁMPARA  
MARAVILLOSA A TRAVÉS DE LA PLATAFORMA ASTERISK**



**Ing. KAREN DAYANA PACHECO RODRIGUEZ**  
**Ing. ALAN DAVID MANOTAS LLINÁS**

**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE BOLÍVAR**  
**FACULTAD DE INGENIERÍAS**  
**CARTAGENA**  
**2011**

**DISEÑO Y MONTAJE DE UNA IP-PBX PARA LA INTERCONEXIÓN DEL  
COLEGIO BILINGÜE DE CARTAGENA Y EL INSTITUTO LÁMPARA  
MARAVILLOSA A TRAVÉS DE LA PLATAFORMA ASTERISK**

**Ing. KAREN DAYANA PACHECO RODRIGUEZ**

**Ing. ALAN DAVID MANOTAS LLINÁS**

**MONOGRAFÍA PRESENTADA PARA OPTAR AL TÍTULO DE  
ESPECIALISTA EN TELECOMUNICACIONES**

**DIRECTOR  
GONZALO LOPEZ**

**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE BOLÍVAR**

**FACULTAD DE INGENIERÍAS**

**CARTAGENA**

**2011**

## **Artículo 107**

La universidad Tecnológica de Bolívar se reserva el derecho de propiedad de los trabajos de grado aprobado y no pueden ser explotados comercialmente sin autorización.

**NOTA DE ACEPTACIÓN**

---

---

---

---

**PRESIDENTE DEL JURADO**

---

**JURADO**

---

**JURADO**

---

**Cartagena de Indias D. T. Y C., Noviembre de 2011**

**Cartagena de Indias Octubre de 2011**

**Señores:**

**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE BOLÍVAR**

Comité de Evaluación de Proyectos

La ciudad.

Estimados señores:

Cordialmente me permito presentar a ustedes la monografía titulada: “ **DISEÑO Y MONTAJE DE UNA IP-PBX PARA LA INTERCONEXIÓN DEL COLEGIO BILINGÜE DE CARTAGENA Y EL INSTITUTO LÁMPARA MARAVILLOSA A TRAVÉS DE LA PLATAFORMA ASTERISK**”, desarrollada por los estudiantes de la Especialización de Telecomunicaciones, **KAREN DAYANA PACHECO RODRIGUEZ** y **ALAN DAVID MANOTAS LLINÁS**.

Con relación a dicho trabajo, el cual he dirigido, lo considero de gran valor por la aplicación de los conocimientos y el desarrollo de las competencias mostradas por los estudiantes y que servirán como guías a futuros estudiantes en la aplicación de estos conceptos.

Muy respetuosamente,

---

Gonzalo López  
Director de Posgrado de Telecomunicaciones

**Cartagena de Indias Octubre de 2011**

**Señores:**

**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE BOLÍVAR**

Comité de evaluación de proyectos

La ciudad.

Estimados señores:

Cordialmente nos permitimos presentar a ustedes la monografía titulada: **“DISEÑO Y MONTAJE DE UNA IP-PBX PARA LA INTERCONEXIÓN DEL COLEGIO BILINGÜE DE CARTAGENA Y EL INSTITUTO LÁMPARA MARAVILLOSA A TRAVÉS DE LA PLATAFORMA ASTERISK ”**, para su estudio, y aprobación, como requisito para obtener el título de Especialista en Telecomunicaciones.

Esperamos cumplir con las normas establecidas por la institución.

Muy respetuosamente,

---

Alan David Manotas Llinás

---

Karen Pacheco Rodríguez

## AUTORIZACIÓN

Yo KAREN DAYANA PACHECO RODRÍGUEZ, identificada con Cedula de Ciudadanía numero 60.265.881 de Cartagena, autorizo a la **Universidad Tecnológica de Bolívar** para hacer uso de mi trabajo y publicarlo en catalogo on-line de la biblioteca.

---

**KAREN DAYANA PACHECO**

## AUTORIZACIÓN

Yo ALAN DAVID MANOTAS LLINAS, identificada con Cedula de Ciudadanía numero 8.640.492 de Sabanalarga, autorizo a la **Universidad Tecnológica de Bolívar** para hacer uso de mi trabajo y publicarlo en catalogo on-line de la biblioteca.

---

**ALAN DAVID MANOTAS LLINÁS**



## **AGRADECIMIENTOS**

*Agradezco a Dios por las bendiciones y oportunidades que me ha dado.*

*A mis padres por su apoyo y consejo a cada momento de mi vida.*

*A mis hermanos Ronald Y Leonardo, por su apoyo y sacrificio para poder comenzar esta parte de mi formación.*

*A mi compañero Alan que con el apoyo mutuo sacamos este proyecto adelante.*

*A mis compañeros, amigos y profesores que contribuyeron en mi formación profesional.*

**KAREN DAYANA PACHECO RODRIGUEZ**

*Gracias a Dios por todas sus bendiciones y por estar siempre a mi lado, a mi querida madre que he extrañado con toda mi alma, a mi padre, por su apoyo incondicional y por redefinir nuestra relación, por sus observaciones y correcciones en este proyecto, a mis hermanos por todos sus consejos y respaldo, a mi esposa por soportar con grandeza mi ausencia y sobre todo, a mis dos hijas, que son el motor que impulsa mi vida cada día.*

**ALAN DAVID MANOTAS LLINAS**

## TABLA DE CONTENIDO

### GLOSARIO

### INTRODUCCIÓN

<b><u>1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA</u></b>	<b>21</b>
<b><u>2. METODOLOGÍA DE DESARROLLO</u></b>	<b>23</b>
2.1 Calculo del tráfico telefónico.	24
2.2 Análisis Grado de servicio	28
2.3 Aplicación del Modelo Erlang B para determinar el número de líneas Telefónicas necesarias.	28
2.4 Selección del codificador (Códec)	30
2.5 Enrutamiento IP	36
2.5.1 Direccionamiento IP y subnetting	36
2.5.2 Topología de la red LAN 172.16.0.0	38
2.5.3 Definición de las extensiones de la institución:	39
<b><u>3. IMPLEMENTACIÓN</u></b>	<b>42</b>
3.1 Selección del Hardware	43
3.2 Instalación de software PBX Asterisk	49
<b><u>4. CONFIGURACIÓN DE LA CENTRAL VOIP</u></b>	<b>60</b>
4.1 Ingreso al sistema	60
4.2 Configuración de las extensiones	61
4.3 Configuración de PAP2T	64
4.4 Configuración del teléfono IP	67
4.5 Configuración del softphone	69

4.6 Configuración de troncales	72
4.7 Configuración de los servicios	73
4.7.1 IVR (Interactive Voice Response systems)	74
4.7.2 Configuración de llamadas entrantes.	77
4.7.3 Configuración llamadas salientes:	78
4.7.4 Configuración Falow me:	79
4.7.5 Transferencia de llamada.	80
4.7.6 Configuración de conferencia	80
4.7.7 Parqueo de llamada:	82

**5. INTERCONEXIÓN ENTRE EL COLEGIO BILINGÜE DE CARTAGENA Y EL INSTITUTO LÁMPARA MARAVILLOSA** **85**

5.1 Tráfico entre sedes.	86
5.2 Calculo de ancho de banda entre sedes	86
5.3 Soluciones de interconexión	88
5.3.1 Conexión cableada	88
5.3.2 Conexión por Internet	91

**6. PRESUPUESTO DEL PROYECTO** **95**

**CONCLUSIONES**

**RECOMENDACIONES**

**BIBLIOGRAFÍA**

**ANEXOS**

## ÍNDICE DE DE FIGURAS

Figura 1. Diagrama general de la condición de la institución .....	22
Figura 2. Estadística del tráfico .....	27
Figura 3. Calculadora Erlang B.....	29
Figura 4. Diagrama del proceso de conversión análoga/digital .....	31
Figura 5. Encabezado de los protocolos de transmisión.....	33
Figura 6. Calculadora ancho de banda para G.729.....	35
Figura 7. Diagrama del sistema de telefonía IP .....	36
Figura 8. Topología de la red .....	38
Figura 9. Distribución de las extensiones.....	39
Figura 10. Esquema del Hardware.....	42
Figura 11. Imagen de entrada Asterisk.....	49
Figura 12. Selección del lenguaje.....	50
Figura 13. Tipo de teclado.....	50
Figura 14. Particionamiento del disco duro de 500 G. ....	51
Figura 15. Particinomainto de todo el disco .....	52
Figura 16. Configuración interface de red .....	53
Figura 17. Configuración de red para eth0 .....	53
Figura 18. Configuración IPv4 .....	54
Figura 19. Configuración de red miscelánes .....	54
Figura 20. Configuración del nombre del host .....	55
Figura 21. Selección uso de horario.....	55
Figura 22. Asignación de contraseña del root.....	56
Figura 23. Comprobación de dependencias .....	56
Figura 24. Instalación de paquetes.....	57
Figura 25. Reinicio del sistema.....	57
Figura 26. Selección de contraseña base de datos MySQL.....	58
Figura 27. Digitación contraseña del usuario root .....	58
Figura 28. Inicialización de la plataforma Elastix .....	59
Figura 29. Entrada al sistema Elastix por entorno web .....	60
Figura 30. Pantalla principal de Elastix entorno web .....	61
Figura 31. Configuración de extensiones .....	62
Figura 32. Aplicación de configuración .....	64
Figura 33. Entorno de configuración del PAP2T .....	65
Figura 34. Parámetros de configuración del PAP2T .....	65

<b>Figura 35. Configuración línea 1</b> .....	<b>66</b>
<b>Figura 36. Configuración línea 2</b> .....	<b>67</b>
<b>Figura 37. Ventana de configuración del teléfono iP Yealink</b> .....	<b>68</b>
<b>Figura 38. Configuración básica del teléfono IP Yealink</b> .....	<b>68</b>
<b>Figura 39. Selección del Codecs G729</b> .....	<b>69</b>
<b>Figura 40. Extensión Virtual ZoIPer</b> .....	<b>70</b>
<b>Figura 41. Configuración del ZoIPer (extensión virtual)</b> .....	<b>70</b>
<b>Figura 42. Llamado a una extensión desde el ZoIPer</b> .....	<b>71</b>
<b>Figura 43. Detección de tarjeta troncal 1 FXO</b> .....	<b>72</b>
<b>Figura 44. Grabación del sistema</b> .....	<b>74</b>
<b>Figura 45. Parámetros IVR</b> .....	<b>75</b>
<b>Figura 46. Configuración IVR</b> .....	<b>76</b>
<b>Figura 47. Ruta llamadas entrante</b> .....	<b>77</b>
<b>Figura 48. Configuración ruta saliente</b> .....	<b>78</b>
<b>Figura 49. Configuración del fallow me</b> .....	<b>79</b>
<b>Figura 50. Configuración de sala de conferencia</b> .....	<b>81</b>
<b>Figura 51. Configuración de parqueo de llamada</b> .....	<b>83</b>
<b>Figura 52. Paqueo de llamada</b> .....	<b>84</b>
<b>Figura 53. Calculo ancho de banda códecs G.729A</b> .....	<b>85</b>
<b>Figura 54. Diseño del enlace para la VPN</b> .....	<b>87</b>
<b>Figura 55. Túnel VPN</b> .....	<b>93</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1. Resumen del tráfico telefonico 8 meses .....</b>	<b>26</b>
<b>Tabla 2. Tráfico Mensual .....</b>	<b>27</b>
<b>Tabla 3. Calificación del grado de servicio .....</b>	<b>28</b>
<b>Tabla 4. Clases de Codificadores .....</b>	<b>32</b>
<b>Tabla 5. Direccionamiento IP de la red 172.16.0.0 .....</b>	<b>37</b>
<b>Tabla 6. Numeración Extensiones del colegió bilingüe de Cartagena.....</b>	<b>40</b>
<b>Tabla 7. Numeración Extensiones de la Institución Lámpara maravillosa .....</b>	<b>41</b>
<b>Tabla 8. Relación del tipo de particionamiento del disco duro .....</b>	<b>52</b>
<b>Tabla 9. Planes Telefónica Telecom de Voz y Datos .....</b>	<b>87</b>
<b>Tabla 10. Propuesta económica .....</b>	<b>95</b>
<b>Tabla 11. Comando de configuración de PAP2T .....</b>	<b>104</b>

## GLOSARIO

**PBX:** Son las siglas en inglés de “Private Branch Exchange”, la cual es la red telefónica privada que es utilizada dentro de una empresa. Los usuarios del sistema telefónico PBX comparten un número definido de líneas telefónicas para poder realizar llamadas externas.

**ASTERISK:** Es una aplicación de código abierto de una central telefónica (PBX). Como cualquier PBX, se puede conectar un número determinado de teléfonos para hacer llamadas entre sí e incluso conectar a un proveedor de VoIP o bien a una RDSI tanto básicos como primarios y muchos otros servicios.

**CÓDEC:** Es la abreviatura de codificador-decodificador. Describe una especificación desarrollada en software, hardware o una combinación de ambos, capaz de transformar un archivo con un flujo de datos (stream) o una señal. Los códecs pueden codificar el flujo o la señal (a menudo para la transmisión, el almacenaje o el cifrado) y recuperarlo o descifrarlo del mismo modo para la reproducción o la manipulación en un formato más apropiado para estas operaciones. Los códecs son usados a menudo en videoconferencias y emisiones de medios de comunicación.

**ATA:** siglas de *AnalogTelephoneAdapter*, también se conocen como **VoIPGateways**, o como adaptadores **FXS**. Permite conectar un teléfono análogo Convencional a una red VOIP.

**FXS:** es un puerto usado por las líneas de telefonía analógica (también denominados POTS), este puerto envía señales de timbre y tono para teléfonos analógicos. Es decir, que emulan a una línea telefónica analógica tradicional.

**FXO:** este puerto recibe las señales del puerto fxs. Un teléfono tiene un puerto fxo. Este puerto no envía señales de tono o timbrado, solo recibe las señales que envía los FXS. Funciona como terminal de línea.

**SIP:** (Session Initiation Protocol) es un protocolo de señalización para conferencia, telefonía, presencia, notificación de eventos y mensajería instantánea a través de Internet. Fue desarrollado inicialmente en el grupo de trabajo IETF MMUSIC (Multiparty Multimedia Session Control) y, a partir de Septiembre de 1999, pasó al grupo de trabajo IETF SIP.

**IVR:** Sistemas de Autoservicio Telefónico permiten a las empresas ampliar los horarios de servicio, mientras reduce el costo de proveer esos servicios. Adicionalmente, los sistemas IVR permiten a los clientes de una empresa, a través de una llamada telefónica, acceder a información específica, como saldos bancarios, realizar transacciones como transferencia de fondos, reservar un turno con el médico, inscribirse a un examen o consultar las notas de los mismos.

**TCP/IP:** Son las siglas de Protocolo de Control de Transmisión/Protocolo de Internet (en inglés *Transmission Control Protocol/Internet Protocol*), un sistema de protocolos que hacen posibles servicios Telnet, FTP, E-mail, y otros entre ordenadores que no pertenecen a la misma red.

**VOIP:** La Voz sobre IP, también conocida como VoIP, Telefonía IP o telefonía de Internet. Se trata de la tecnología que permite la conexión de conversaciones de voz sobre Internet o red de ordenadores. Se pueden realizar llamadas telefónicas



a cualquier lugar del mundo, tanto a números VoIP como a personas con números telefónicos fijos o móviles. Para realizar llamadas a través de VoIP, el usuario necesita de un software telefónico SIP, basado en aplicaciones web o un teléfono VoIP basado en hardware

**UDP:** es un protocolo de transporte de nivel 4 (OSI) no orientado a conexión. UDP es un protocolo de datagrama que no garantiza la entrega de los datos. Si una aplicación envía una petición en un datagrama de UDP y no llega una respuesta en un tiempo razonable, es responsabilidad de la aplicación el retransmitir la petición. UDP simplemente envía el datagrama y no se preocupa de si llega o no. Al no garantizar la entrega, hace que sea un protocolo mucho más rápido y ligero que TCP ofreciendo un transporte alternativo a aquellos procesos que no requieren una entrega fiable.

**SOFTPHONE:** (en inglés combinación de *software* y de *telephone*) es un software que hace una simulación de teléfono convencional por computadora. Es decir, permite usar la computadora para hacer llamadas a otros softphones o a otros teléfonos convencionales usando un VSP.

**VPN:** Es una red privada que se extiende, mediante un proceso de encapsulación y en su caso de encriptación, de los paquetes de datos a distintos puntos remotos mediante el uso de unas infraestructuras públicas de transporte.

## INTRODUCCIÓN

En la actualidad las telecomunicaciones han alcanzado un increíble desarrollo tecnológico que permiten el envío de datos, voz, y video a través de medios cableados, inalámbricos y satelitales, permitiendo la comunicación entre individuos e instituciones geográficamente distantes. La convergencia de estas tecnologías a creado la necesidad de agrupar las distintas formas de comunicación en una arquitectura común, por esta razón surge el concepto de redes de próxima generación NGN (Next Generation Network), que integran múltiples servicios que trabajan en distintas plataformas tales como redes de comunicación de datos, redes telefónicas convencionales y redes celulares.

Actualmente estos avances han desarrollado herramientas de software, que permiten implementar servicios de telefonía a través de una PBX virtual basado en el protocolo IP, mediante el uso de protocolos como H.323, SIP, IAX, UDP, TCP, MGCP, SCCP, RTP, etc. Hoy en día existen software que se apoyan en estos protocolos para brindarnos una plataforma de comunicaciones robusta tales como: Elastix, Trixbox basados en Asterisk, y Sipfoundry basado en SIP Xecs.

El propósito del presente trabajo, es solucionar el problema de comunicación entre el Colegio Bilingüe de Cartagena y el Instituto Lámpara Maravillosa que se encuentran separadas aproximadamente 500 metros de distancia, ofreciéndoles el diseño e implementación de un sistema de comunicación unificada utilizando la transmisión de la voz sobre el protocolo de internet VoIP y realizando un enlace

VPN por medio del servicio de internet que ofrece Telefónica Telecom, actualmente, en ambas sedes.

Para esto se implementará un servicio de voz sobre IP VoIP sobre la plataforma de código abierto llamado Asterisk, el cual es una herramienta con licencias GPL de software libre, donde el sistema operativo será una versión de Linux llamada CentOS, en la que se instalará una PBX basada en este software, llamado Elastix, que es una PBX con soporte para VoIP, que trae pre configurado Asterisk y se administra vía Web.

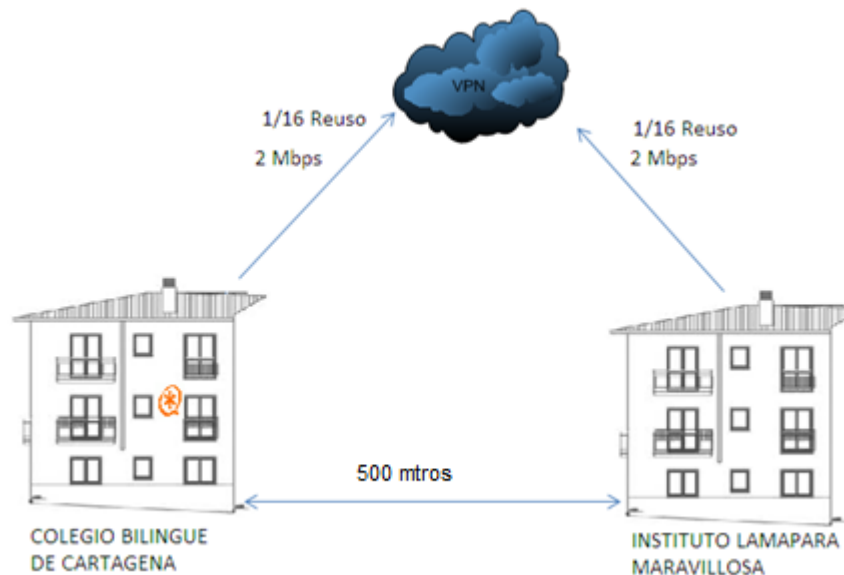
Los usuarios de este sistema se podrán comunicar entre ellos utilizando una variedad de dispositivos, como lo son computadores con teléfonos por software (softphone), teléfonos VoIP con puerto USB, teléfonos IP, teléfonos celulares como Iphone, teléfonos análogos con Gateway FXS.

## 1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

El Colegio Bilingüe de Cartagena e Instituto Lámpara Maravillosa son Instituciones Educativas dedicadas a la formación de jóvenes Bilingües de estratos 1, 2 y 3 desde los grados preescolar hasta la media académica, ubicado en la zona sur oriental del municipio de Cartagena de Indias. Estas dos instituciones forman una sola unidad y se encuentran separadas por 500 metros de distancia como se muestra en la **Figura 1**, el Instituto Lámpara Maravillosa cuenta con una sede de 240 m<sup>2</sup>, con una instalación física de dos pisos, donde se encuentran ubicados los estudiantes desde párvulos hasta 2º grado de primaria, también se encuentran ubicadas allí la Coordinación Académica de Primaria, el Departamento de Contabilidad, Departamento Financiero y la recepción de los dos establecimientos educativos, por otra parte el Colegio Bilingüe de Cartagena posee una sede mucho más amplia, con un bloque de cuatro pisos distribuidos cada uno con un área de 750 m<sup>2</sup> para un total de 3000 m<sup>2</sup> construidos donde se encuentran los estudiantes desde 03 de básica primaria hasta 11º grado de media académica, en esta sede se encuentran ubicadas las oficinas de Rectoría, Trabajo social, psicología, sistema, de calidad, Coordinación Académica, coordinación de convivencia y eventos. Además, se encuentran la Sala de profesores, biblioteca, Aula de Informática, Laboratorio de Ingles, Laboratorio de Química y Física.

Una de las problemáticas que se presenta en la actualidad es la falta de comunicaciones unificadas entre las dos Instituciones Educativas, y como se muestra en la distribución anteriormente mencionada, solo hay una recepcionista para los dos establecimientos educativos, lo que genera un verdadero caos en la

comunicación e innumerables pérdidas de llamadas de padres de familias, proveedores, profesores y demás interesados en comunicarse con la sede del Colegio Bilingüe de Cartagena, es por ello que constantemente los clientes se quejan por la falta de comunicación existente, por otra parte las instalaciones de los dos establecimientos educativos no tienen extensiones telefónicas que faciliten las comunicaciones internas entre las diferentes áreas de las instituciones, generando de esta manera malestar entre sus trabajadores ya que para dar y recibir una información determinada les toca subir y bajar cuatro pisos constantemente en muchas ocasiones durante la jornada escolar, también cabe anotar que no se maneja ninguna clase de estadísticas o reportes sobre el tráfico telefónico, uso de canales, registro de llamadas, etc.



**Figura 1. Diagrama general de la condición de la institución**

## 2. METODOLOGÍA DE DESARROLLO

Para realizar el diseño e implementación del sistema de comunicaciones de VoIP, se tendrá en cuenta el cálculo del tráfico telefónico para conocer con exactitud cuantas líneas troncales o circuitos telefónicos se requieren, con esto se determinará un dimensionamiento acorde a los requerimientos, que no genere un costo adicional por tener más líneas troncales de las que se necesitan, por otro lado al no solicitar las suficientes líneas se incurriría en que los clientes consigan constantemente un tono de ocupado con mucha frecuencia. El cálculo por tanto debe basarse en criterios técnicos, sin ser tomado a la ligera.

Para el dimensionamiento telefónico se utilizará la técnica de Agner Krarup Erlang. Un Erlang, es una unidad a-dimensional comúnmente utilizada para medir el tráfico telefónico por hora, también se puede decir, que un Erlang, representa la utilización continua de un circuito; es decir, que un Erlang equivaldría a la utilización de un circuito continuamente durante una hora en un lapso de una hora de tiempo o lo que es lo mismo, que el circuito estuvo siempre en uso<sup>1</sup>.

Se Aplicarán técnicas de subnetting, para realizar un direccionamiento IP nuevo, que esté acorde con la implementación del sistema de telefonía IP.

---

<sup>1</sup>Edgar Landívar. Comunicaciones Unificadas con Elastix. Volumen 2. 2ª Edición

## 2.1 Cálculo del tráfico telefónico.

Para realizar el cálculo del dimensionamiento telefónico lo primero que se realizó fue la obtención del tráfico pico (tráfico cursado en la hora de mayor ocurrencia u ocupación de un circuito telefónico), de esta manera se pudo calcular el número de líneas requeridas utilizando la calculadora Erlang B. Las mediciones de campo para determinar el tráfico pico se observó durante un periodo de 3 meses, donde se estableció que las horas de mayor ocupación de los circuitos telefónicos oscilaban desde las 7 am hasta las 10 am, posterior a esto se siguió tomando estas medidas hasta completar un lapso total de 8 meses de cálculos y mediciones. La **Tabla 1** relaciona los datos obtenidos.

Para calcular el tráfico en Erlang se realizó el siguiente procedimiento:

1. **Encontrar el tráfico total en horas:** consiste en sumar el tiempo de todas las llamadas durante un lapso de tiempo cualquiera y convertir este valor a hora.
2. **Encontrar el tráfico por unidad de tiempo (en horas):** se dividirá el tiempo total anterior para el lapso de tiempo en una hora o 60 minutos<sup>2</sup>.

---

<sup>2</sup> Edgar Landívar. Comunicaciones Unificadas con Elastix. Volumen 2. 2ª Edición

Parametros utilizados para la obtencion de los campos de la tabla de datos del tráfico telefonico :

**Numero de llamadas:** Total de las llamadas realizada durante el lapso de tiempo analizado.

**Promedio de llamadas:** Cociente entre el tiempo total de las llamadas y la cantidad de llamadas realizadas.

**Total de minutos hablados**= (número de llamadas) x ( promedio de llamadas )

**Total tráfico** = Total de minutos hablados x (1hora / 60 minutos)

**Tráfico Por hora (Erlang)** = 
$$\frac{\text{Total tráfico}}{\text{Lapso de tiempo (horas)}}$$



**Tabla 1. Resumen del tráfico telefonico 8 meses**

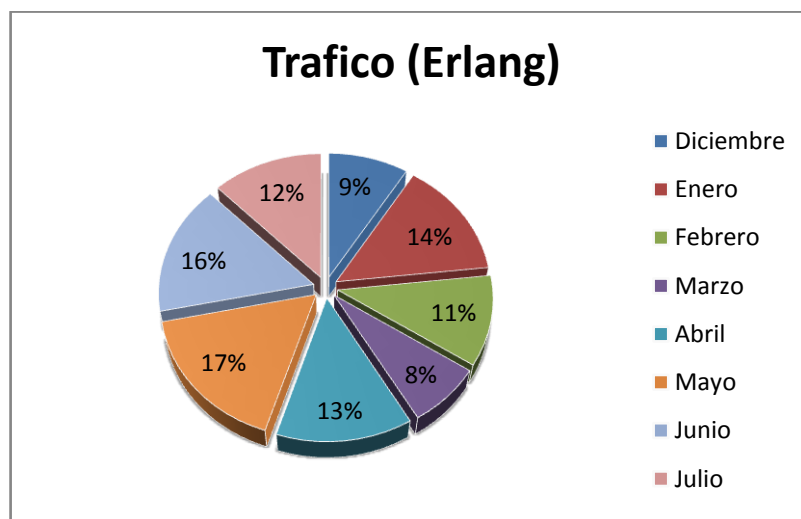
Tráfico Telefónico						
Ítem	Fecha	No. Llamadas	Promedio Llamadas	Total Tráfico	Lapso de Tiempo (Horas)	Tráfico por hora (Erlang)
1	01 Dic/2010	10	5,02	0,84	4	0,21
2	02 Dic/2010	11	2,67	0,49	3	0,16
3	02 Dic/2010	16	1,25	0,33	2	0,17
4	03 Dic/2010	17	1,18	0,34	3	0,11
5	14 Enero/2011	17	1,05	0,30	1	0,30
6	18 enero/2011	17	2,77	0,78	2	0,39
7	24 Enero/2011	17	1,57	0,45	2	0,23
8	26 enero/2011	17	1,84	0,52	2	0,26
9	16 Feb/2011	17	0,99	0,28	2	0,14
10	17 Feb/2011	13	1,74	0,38	3	0,13
11	22 Feb/2011	17	2,56	0,73	2	0,37
12	23 Feb/2011	13	3,46	0,75	3	0,25
13	15 Marzo/2011	17	1,23	0,35	3	0,12
14	23 Marzo/2011	8	2,81	0,38	3	0,13
15	24 Marzo/2011	13	2,03	0,44	3	0,15
16	25 Marzo/2011	17	2,02	0,57	3	0,19
17	12 Abril/2011	17	1,86	0,53	3	0,18
18	13 Abril//2011	15	1,76	0,44	2	0,22
19	26 Abril//2011	17	2,81	0,80	2	0,40
20	27 Abril//2011	17	2,11	0,60	2	0,30
21	14 Mayo/2011	17	3,04	0,86	2	0,43
22	15 Mayo/2011	17	2,21	0,63	2	0,32
23	23 Mayo/2011	17	2,73	0,77	2	0,39
24	24 Mayo/2011	15	2,92	0,73	3	0,24
25	14 Junio/2011	17	1,97	0,56	2	0,28
26	16 Junio/2011	17	2,59	0,73	2	0,37
27	20 Junio/2011	17	2,02	0,57	2	0,29
28	21 junio/2011	14	2,99	0,70	2	0,35
29	11 Julio/2011	17	2,02	0,57	2	0,29
30	12 Julio/2011	17	1,98	0,56	2	0,28
31	19 Julio/2011	17	1,25	0,35	3	0,12
32	26 Julio/2011	15	2,61	0,65	2	0,33
<b>Tráfico Promedio</b>		<b>15,63</b>	<b>2,22</b>	<b>0,56</b>	<b>2,38</b>	<b>0,25</b>

La **Tabla 2** muestra el tráfico de cada mes durante un periodo de 8 meses y especifica el total del tráfico (en Erlang) promedio para el diseño de la central PBX-IP.

**Tabla 2. Tráfico Mensual**

Ítem	Mes	Año	Tráfico (Erlang)
1	Diciembre	2010	0,18
2	Enero	2011	0,29
3	Febrero	2011	0,22
4	Marzo	2011	0,15
5	Abril	2011	0,27
6	Mayo	2011	0,34
7	Junio	2011	0,32
8	Julio	2011	0,25
<b>Total Tráfico Promedio</b>			<b>0,25</b>

La **Figura 2** detalla el tráfico total (en Erlang) mediante un diagrama estadístico, que determina que el mayor tráfico telefonico se presento en el mes de mayo, mes en el cual se realizaron la cantidad mas significativas de llamadas.



**Figura 2. Estadística del tráfico**

## 2.2 Análisis Grado de servicio

El grado de servicio representa la probabilidad de que una llamada sea rechazada y su valor oscila de cero a uno. Donde uno significa el 100% de rechazo del total de las llamadas. El grado de servicio (GoS) está relacionado con la importancia de perder una llamada y esto muchas veces está directamente ligado con la función y actividad del negocio. La **Tabla 3** muestra los criterios utilizados para determinar el grado de servicio:

**Tabla 3. Calificación del grado de servicio**

Grado de servicio (GoS)	Percepción del servicio por parte del usuario
De 0 a 0.02	De excelente a muy bueno, casi no se rechazan llamadas, el valor cero no es posible.
De 0.03 a 0.06	<b><i>De normal a aceptable. Un valor de 0.03 a 0.04 es el más comúnmente usado</i></b>
De 0.07 a 0.10	malo
De 0.10 en adelante	Pésimo, terrible. Quiere decir que el 10% o más de las llamadas obtendrán un tono de ocupado.

Para el caso se utilizará un GoS del 3%, que va acorde al tipo de negocio donde se implementará la solución del sistema de telefonía IP.

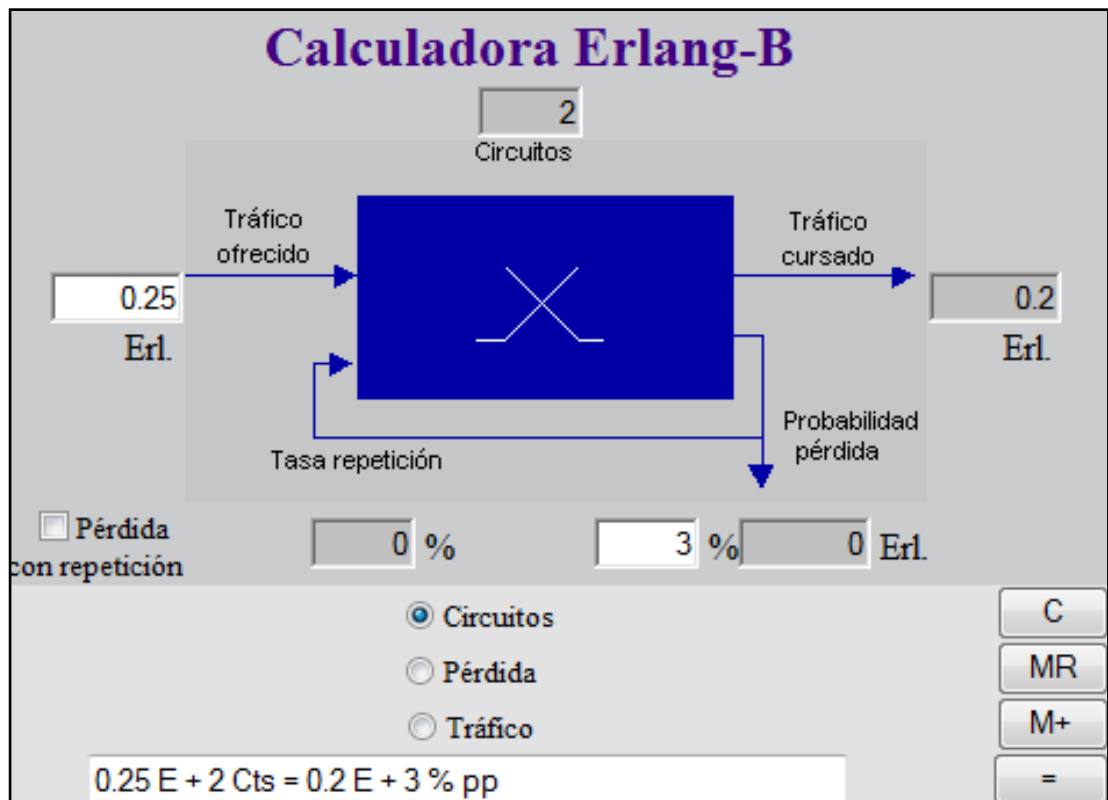
## 2.3 Aplicación del Modelo Erlang B para determinar el número de líneas Telefónicas necesarias.

Obtenido los datos del tráfico total (en Erlang) y determinado el grado de servicio, se procede a calcular el número de líneas necesaria. Para realizar este cálculo se utilizó las herramientas disponibles online que se encuentran en la web<sup>3</sup>:

---

<sup>3</sup><http://personal.telefonica.terra.es/web/vr/erlang>

Los resultados obtenidos de la calculadora Erlang B se muestran en la **Figura 3**.



**Figura 3.** Calculadora Erlang B

Erlang B evalúa el tráfico, la pérdida y el número de circuitos necesarios para poder garantizar un tráfico ofrecido cualquiera, ahora bien, obsérvese como el resultado arrojado por la Calculadora Erlang B en la **Figura 3** es de 2 Circuitos, que para el caso serán dos (2) líneas troncales para contratar con la empresa de telecomunicaciones que suministra el servicio de telefonía para el Colegio Bilingüe

de Cartagena, con estos dos circuitos se garantiza una pérdida mínima y un tráfico cursado óptimo para poder soportar un tráfico de 0.25 Erlang. En la actualidad la Institución cuenta con una sola línea troncal, por lo que se hace necesario hacer el requerimiento para un circuito adicional.

## **2.4 Selección del codificador (Códec)**

Para poder transmitir la voz análoga sobre una red IP es necesario realizar un proceso de conversión de la forma análoga a digital, los cuales son muestreo/cuantificación, codificación y paquetización, para ello se emplean algoritmos de compresión/descompresión de audio llamados códec.

En general se asume que a mayor compresión se obtiene una mayor distorsión (peor calidad), por lo tanto un códec se considera mejor que otro, cuando es capaz de ofrecer mejor calidad de voz usando la misma cantidad de ancho de banda.

La **Figura 4** muestra un diagrama de bloques para el proceso de conversión de una señal análoga a una señal digital, utilizando una tasa de muestreo de 8000 muestras por segundo con 8 bits por cada muestra, dando como resultado una tasa de datos de entradas al codificador de 64 kbps.

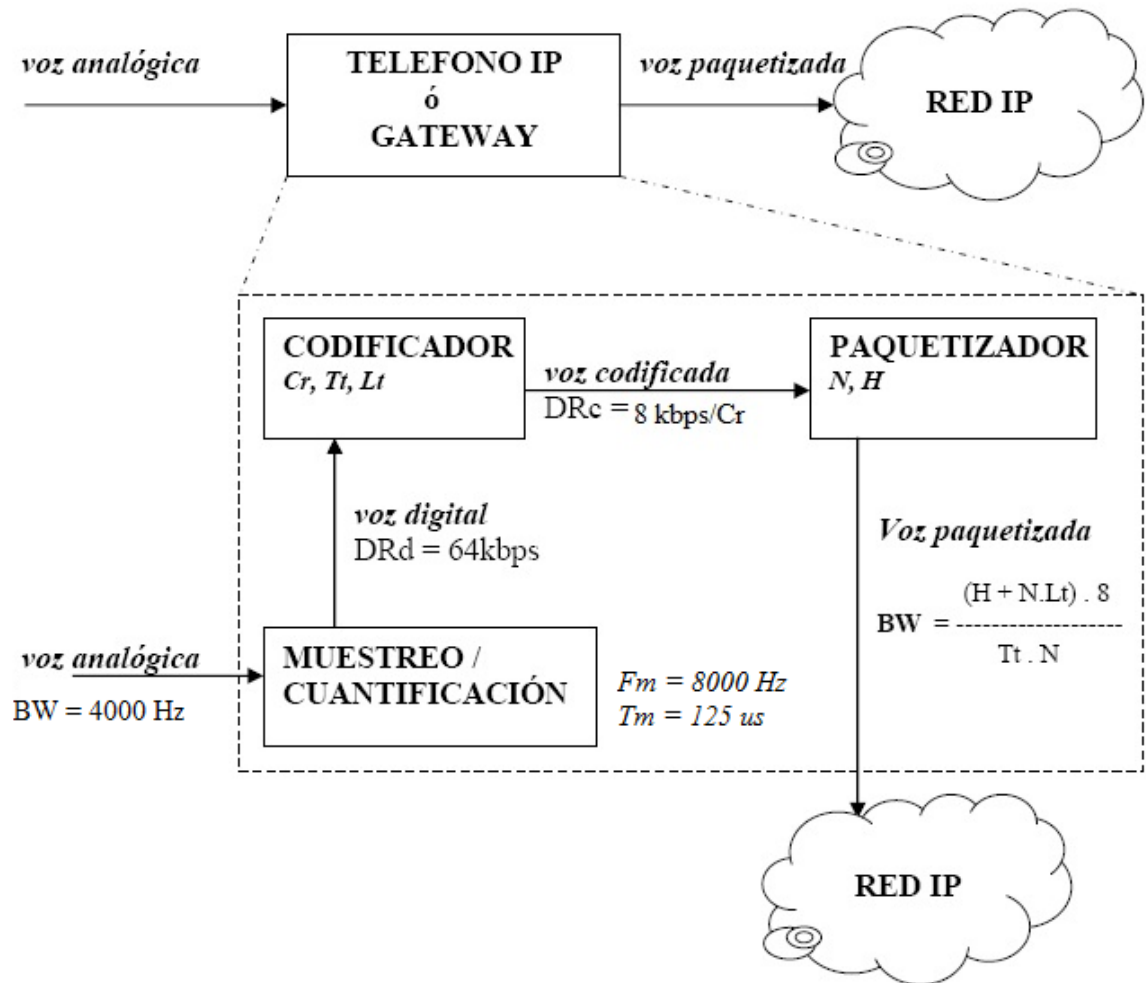


Figura 4. Diagrama del proceso de conversión análogo/digital

- Cr** = Factor de compresión (veces)
- Tt** = Tamaño de trama
- Lt** = Longitud de trama (bytes)
- H** = Tamaño de Header o encabezado (bytes)
- DRd** = Tasa de datos voz digital (Kbps)
- DRc** = Tasa de datos Voz codificada
- BW** = Ancho de banda (Kbps)
- N** = Cantidad de trama por paquete

La **Tabla 4** muestra los datos comparativos de los códec más utilizados en el mercado.

**Tabla 4. Clases de Codificadores**

CODEC	DRc(Kbps)	Tt(ms)	Tla	Algoritmo
G.711	64kbps	0.125	-	PCM
G.726	16,24,32,40	0.125	-	ADPCM
<b>G.729</b>	<b>8</b>	<b>10</b>	<b>5MS</b>	<b>CS-ACELP</b>
G.723.1	6.4 ó 5.3	30	7.5MS	ACELP/MP-MLQ
G.728	16	0.625	-	LD-CELP
iLBC	15.2 o 13.33	20 ó 30	-	BI-LPC
GSM	13	22.5	-	RPE-LTP

De acuerdo a los datos registrados en la **Tabla 4** se observa que los Códec G.729 y G.723 reportan los valores más altos de compresión del audio, estableciendo muchas ventajas para la implementación de soluciones por su alta compresión y bajo consumo del ancho de banda, lo que sería conveniente para las comunicaciones a través del Internet. Teniendo en cuenta que el códec G.729 esta licenciado en la mayoría del hardware existente en el mercado, hemos decidido hacer la implementación del sistema de telefonía IP sobre este codificador.

Para determinar el ancho de banda del Códec G.729, se debe tener en cuenta el overhead (H) o encabezado de los protocolos de transmisión de la Voz, tal como muestra la **Figura 5**.

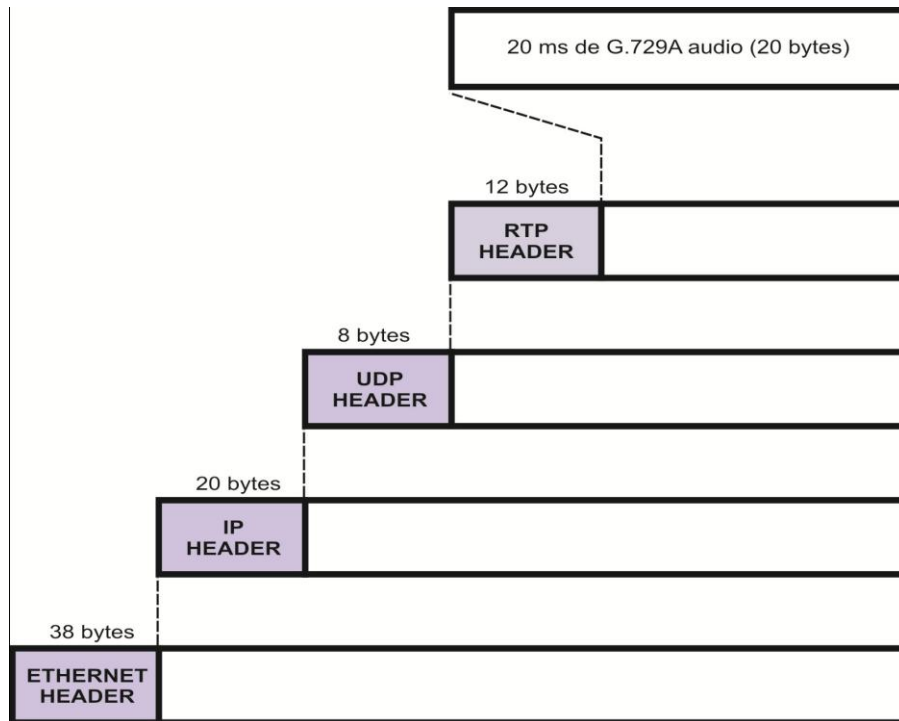


Figura 5. Encabezado de los protocolos de transmisión

De igual manera para el cálculo del ancho de banda (BW) es necesario calcular la longitud de la trama ( $L_t$ ), la cual se determina haciendo uso del tiempo de trama ( $T_t$ ) y el factor de compresión ( $C_r$ ) como se muestra a continuación.

$$T_t = 10 \text{ msc} = 8$$

$$L_t = \frac{T_t \times 8000 \frac{\text{bytes}}{\text{segundo}}}{c_r}$$

$$L_t = 10 \text{ bytes}$$



Para calcular el tamaño de los paquetes se suman todos los encabezados (H), más la longitud de la trama (Lt), multiplicada por el número de trama por paquete(N):

$$Pl \text{ (longitud del paquete en bytes)} = H + Lt \times N$$

$$Pl \text{ (longitud del paquete en bytes)} = 78 \text{ bytes} + (10 \text{ bytes} \times 2)$$

$$Pl \text{ (longitud del paquete en bytes)} = 98 \text{ bytes}$$

Ahora se calcula la tasa de paquetes, pero esto es muy simple ya que el codificador saca 1 trama cada Tt segundos, pero el paquetizador acumula N tramas y luego agrega H y las saca. Por lo que sacará 1 paquete cada N.Tt segundos, lo que da una tasa de  $\frac{1}{N \times Tt}$ .

$$\Pr\left(\frac{\text{paquetes}}{\text{segundos}}\right) = \frac{1}{N \times Tt}$$

$$\Pr\left(\frac{\text{paquetes}}{\text{segundos}}\right) = \frac{1}{2 \times 10 \text{ ms}}$$

$$\Pr\left(\frac{\text{paquetes}}{\text{segundos}}\right) = \frac{1}{20\text{ms}}$$

$$\Pr\left(\frac{\text{paquetes}}{\text{segundos}}\right) = 50 \frac{\text{paquetes}}{\text{segundos}}$$

Finalmente, la ecuación del ancho de banda (BW) no es otra cosa que la multiplicación del tamaño total del paquete (PI) pasado a bits y la tasa de paquetes (Pr).

$$DRp (bps) = Pl \times Pr \times 8 \frac{\text{bits}}{\text{bytes}}$$

$$DRp (bps) = 98 \text{ bytes} \times 50 \frac{\text{paquetes}}{\text{segundos}} \times 8 \frac{\text{bits}}{\text{bytes}}$$

$$DRp (bps) = 39.2 \text{ kbps}$$

Para comprobar el resultado se utiliza la calculadora de ancho<sup>4</sup> de banda como se muestra en la **Figura6**.

Parámetros <sup>1</sup>		
<input type="radio"/> Codificador es	G.729a 8kbps	con <sup>2</sup> 20 ms ó 2 tramas <sup>3</sup> por paquete.
<input type="radio"/> RTP es	RTP (RFC 3550)	
<input type="radio"/> UDP		
<input type="radio"/> IP		
<input checked="" type="radio"/> Link	ethernet 802.3	
<input type="checkbox"/> Supresión de Silencios <sup>4</sup>	<input type="checkbox"/> RTCP <sup>5</sup>	1 canal(es) <sup>6</sup>

Resultados		
<b>Ancho de banda</b>	<b>Retardo<sup>9</sup></b>	<b>Performance</b>
Promedio <sup>7</sup> : 39.2 kbps	Trama: 10 ms	DSP MIPS <sup>10</sup> : 10 - 11.4
Máxima <sup>8</sup> : 39.2 kbps	Lookahead: 5 ms	MOS <sup>11</sup> : 3.7 - 4.2
<b>Tasa de paquete<sup>12</sup></b>	Algorítmico: 25 ms	
Promedio: 50 pps		
Máxima: 50 pps		

**Figura 6. Calculadora ancho de banda para G.729**

<sup>4</sup><http://www.bandcalc.com/es/>

## 2.5 Enrutamiento IP

Para el diseño de la red de datos y el sistema de telefonía de Voz sobre IP, se hace necesario realizar un nuevo direccionamiento IP que vaya acorde a las necesidades de la Institución, que permita implementar un mayor control en la seguridad de los datos, que mantenga la funcionalidad actual y que haga escalable la red del Colegio Bilingüe de Cartagena como se muestra en la **Tabla 5**.

### 2.5.1 Direccionamiento IP y subnetting

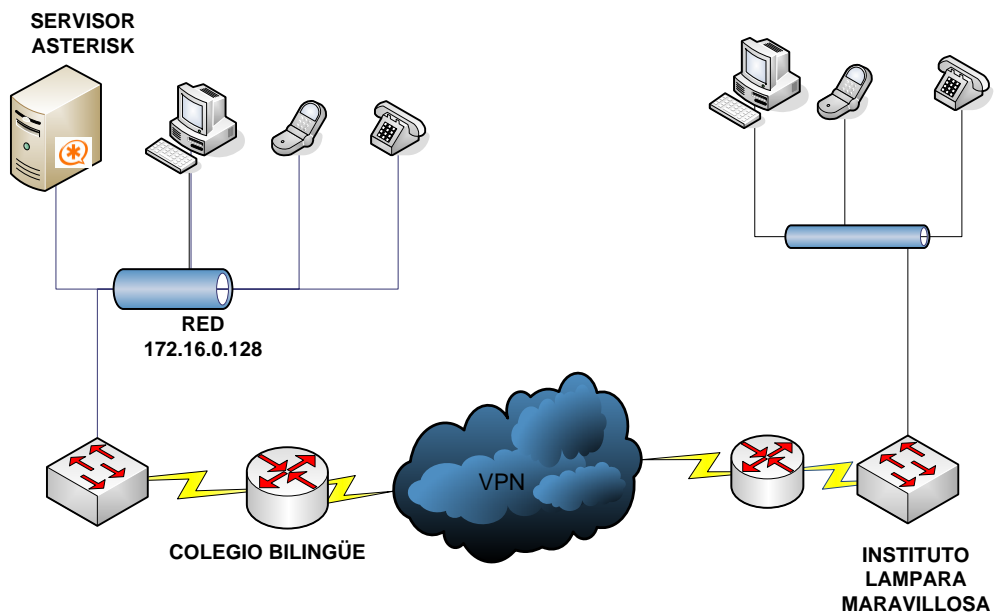


Figura 7. Diagrama del sistema de telefonía IP

En la **Figura 7** se muestra a groso modo como sería la implantación del sistema de voz IP, de acuerdo al gráfico se observa la importancia de realizar el direccionamiento IP puesto que es necesario el uso de equipos activos como Router y Switch.

Las reglas de direccionamiento IP ayudan a los procesos de enrutamiento, organizando las direcciones IP en grupos de direcciones numeradas consecutivamente llamadas subredes<sup>5</sup>. El direccionamiento y subnetting permiten una mejor administración, control del tráfico y seguridad al segmentar la red por cada área funcional de las instituciones Colegio Bilingüe de Cartagena e Instituto Lámpara Maravillosa, y mejora el rendimiento de la red al reducir el tráfico de broadcast. El direccionamiento propuesto para la implantación se especifica en la **Tabla 5**.

**Tabla 5. Direccionamiento IP de la red 172.16.0.0**

No. Bits	ID Red	IP Broadcast	Rango IP Útil	Mask	Mask .Decimal	No. Host	Host Máx.	Ubicación
5	172.16.0.0	172.16.0.31	172.16.0.1 - 172.16.0.30	/27	255.255.255.224	20	32	Aula Informática - Bilingüe
5	172.16.0.32	172.16.0.63	172.16.0.33 - 172.16.0.62	/27	255.255.255.224	20	32	Aula Informática - Lámpara
5	172.16.0.64	172.16.0.95	172.16.0.65 - 172.16.0.94	/27	255.255.255.224	15	32	Docentes - Bilingüe
5	172.16.0.96	172.16.0.127	172.16.0.97 - 172.16.0.126	/27	255.255.255.224	15	32	Docentes - Lámpara
5	172.16.0.128	172.16.0.159	172.16.0.129 - 172.16.0.158	/27	255.255.255.224	15	32	Telefonía IP
4	172.16.0.160	172.16.0.175	172.16.0.161 - 172.16.0.174	/28	255.255.255.240	8	16	Académica
3	172.16.0.176	172.16.0.183	172.16.0.177 - 172.16.0.182	/29	255.255.255.248	5	8	Sistema
3	172.16.0.184	172.16.0.191	172.16.0.185 - 172.16.0.190	/29	255.255.255.248	5	8	Administración

<sup>5</sup> CISCO CCENT/CCNA ICND1. Wendell Odom. 2ªEdición.

## 2.5.2 Topología de la red LAN 172.16.0.0

La **Figura 8** muestra la topología implementada en el Colegio Bilingüe de Cartagena en la red de datos y en la red del sistema de telefonía VoIP.

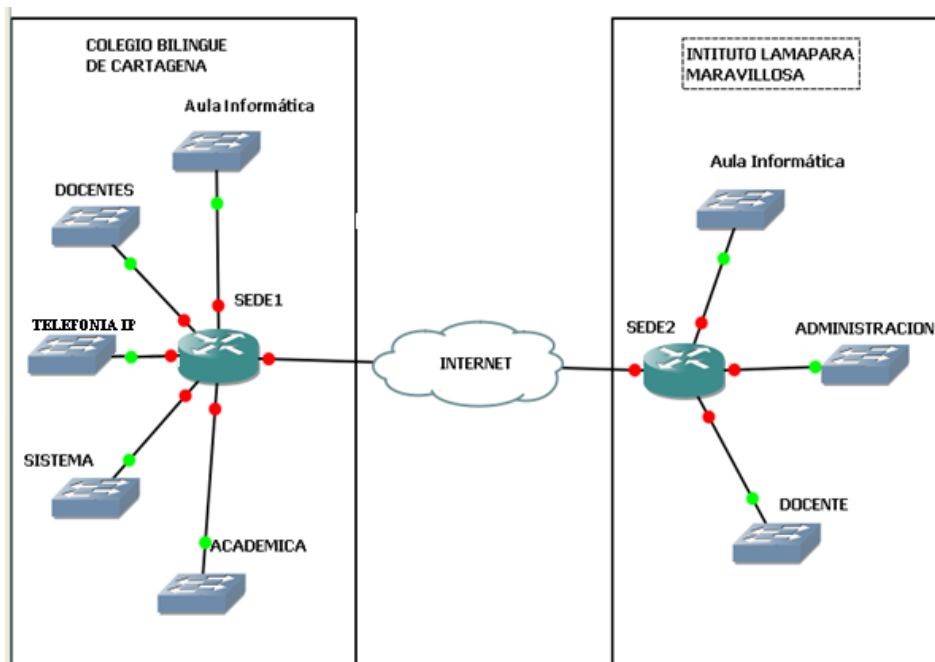
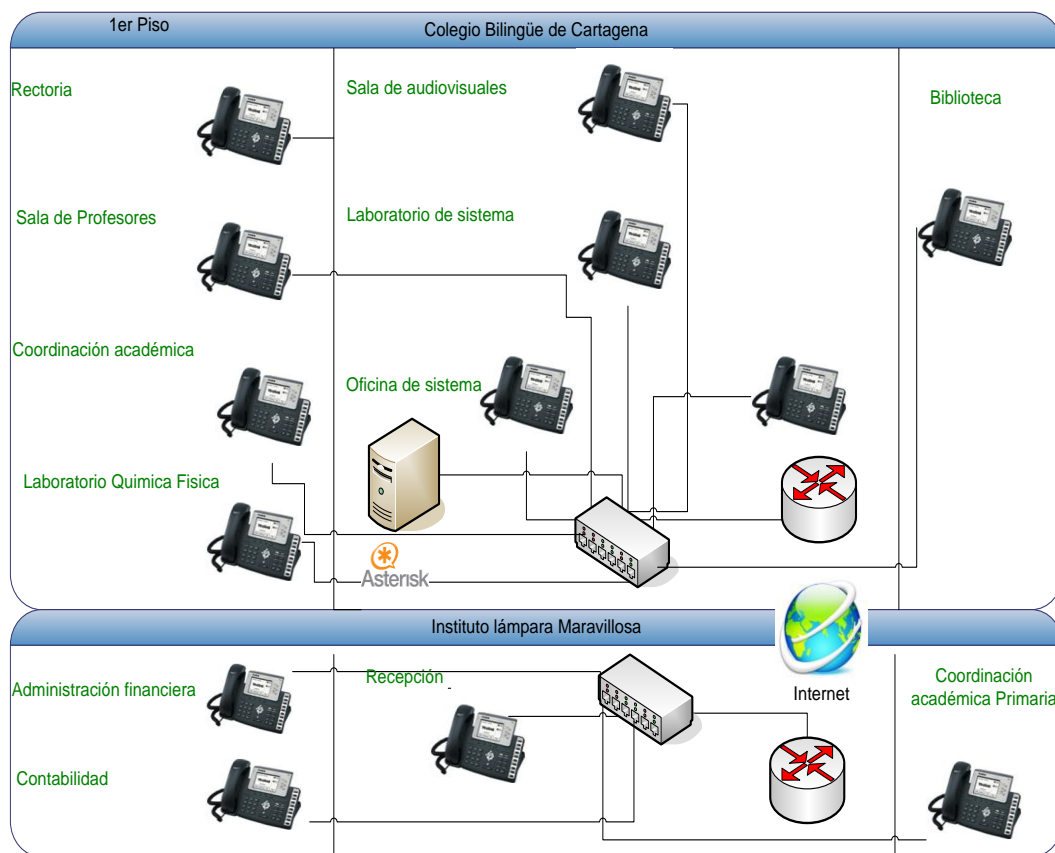


Figura 8. Topología de la red

### 2.5.3 Definición de las extensiones de la institución:

De acuerdo con el requerimiento de la Institución, la distribución de las extensiones para el sistema de telefonía VoIP es como se muestra en la **Figura 9**.



**Figura 9. Distribución de las extensiones**

En concordancia con los directivos del Colegio Bilingüe de Cartagena, la asignación de las extensiones será establecida como muestra la **Tabla 6**.

**Tabla 6. Numeración Extensiones del colegio bilingüe de Cartagena**

NUMERO DE EXTENSION	NOMBRE DE EXTENSIONCOLEGIO BILINGÜE DE CARTAGENA
101	RECTORIA
102	COORDINACIÓN ACADEMICA
103	SALA DE PROFESORES
104	LABORATORIO QUIMICA Y FISICA
201	SISTEMA
202	TRABAJO SOCIAL
203	LABORATORIO DE SISTEMA
204	SALA DE AUDIOVISUALES
301	BIBLIOTECA

La **Tabla 7** muestra la numeración de las extensiones de la Institución Lámpara Maravillosa.

**Tabla 7. Numeración Extensiones de la Institución Lámpara maravillosa**

<b>NUMERO DE EXTENSION</b>	<b>NOMBRE DE EXTENSION LÁMPARA MARAVILLOSA</b>
501	RECEPCIÓN
502	ADMIIINISTRACION FINANCIERA
503	CONTABILIDAD
504	COORDINACIÓN ACADEMICA PRIMARIA



### 3. IMPLEMENTACIÓN

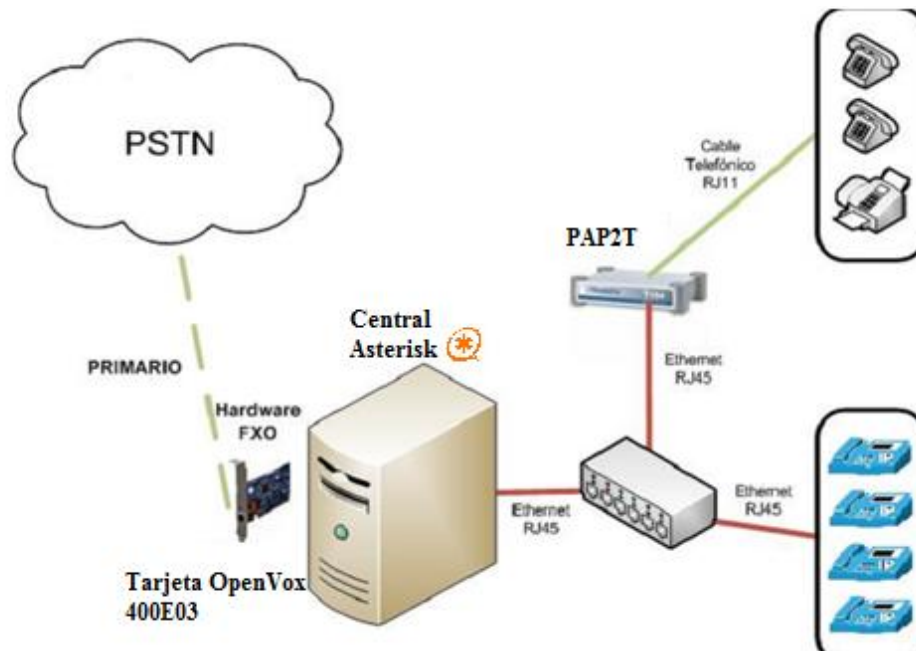


Figura 10. Esquema del Hardware

En esta fase se selecciona el hardware sobre el cual correrá el sistema operativo y sus aplicaciones, de igual manera se procede a identificar y seleccionar los teléfonos IP, el Switch y el Router a utilizar, así como la distribución Linux y Asterisk que permitirá gestionar todos los servicios **Figura 10**.

### 3.1 Selección del Hardware


- **Servidor**

El hardware para el servidor elegido es un procesador AMD Phenom II X4, que permite soportar hasta 60 llamadas concurrentes configuradas con el códec G.729, por eso y pensando en la escalabilidad del sistema, se ha seleccionado el siguiente modelo:

<b>Servidor de comunicaciones</b>	
	
<b>ESPECIFICACIONES TECNICAS</b>	
Procesador	AMD Phenom II X4, 3.2 GHz True Quad-Core 8Mb en cache, socket AM3
Memoria	8Gb Memory RAM DDR III (2x4Gb), 1333MHz, Single Ranked UDIMM
Disco duro	500Gb (7200 RPM), SATA 3.5" 3Gps – Cableado Sin RAID - SATA Integrado, soporta de 1 a 3 Disco Duros conectados al controlador SATA Integrado
Adaptador de red	Adaptador Gigabit Ethernet Integrado de un solo puerto.
Alimentación	NEMA 5-15P to C13 Wall Plug, 125 Volt, 15 AMP, 10 Feet (3m), Power Cord

- **Tarjeta de comunicaciones**

De acuerdo con el análisis del tráfico telefónico, se estableció que el número de líneas o circuitos necesarios deben ser dos (2), por lo tanto la tarjeta para líneas análogas seleccionada fue:

<b>OpenVox A400E03 + 3 FXO (Red)</b>	
	
<b>ESPECIFICACIONES TECNICAS</b>	
Puerto	3 puertos FXO
Ranura de conexión	PCI Express 1.0
Protocolos	SIP IAX H.323

- **Router**

Para la interconexión de las dos sedes, es necesario el uso de un Router, el cual debe soportar la implementación de una VPN (red privada virtual).

<b>ROUTER BOARD 1100</b>	
	
<b>ESPECIFICACIONES TECNICAS</b>	
CPU	PowerPC MPC8544 network processor de 800 Mhz
Memoria	SODIMM DDR Slot, 512MB Instalado (soporta hasta 1.5GB)
Bootloader	RouterBOOT, 1Mbit Flash chip
Data storage	Onboard NAND memory chip
Ethernet	13 Puertos 10/100/1000 Mbit/s Ethernet con Auto-MDI/X
Ethernet	Incluye switchto habilitar el bypass ethernet en 2 puertos
MiniPCI	No incluye
Tarjeta de Memoria	1 microSD slot
Puerto Serial	1 puerto DB9 RS232C puerto serial Asincrono
Extras	Resetswitch, Beeper
Power Jack	IEC C14 standard connector 110/220V, 12-24VDC Jack
PoE	12-24VDC sobre el puerto Ether13
Dimensiones	1U case: 45 x 75 x 440 mm, 1185g. Solo la Board : 375g
Sistema Operativo	MikroTikRouterOS v4, Licencia Nivel 6

- **Switch**

Para la conexión de los teléfonos IP es necesario el uso de un switch, en este caso se escogió un dispositivo de capa dos, no administrable de 16 puestos RJ 45, 10/100 Mbps, como se muestra a continuación:

<b>3Com BaselineSwitch 2016</b>	
	
<b>ESPECIFICACIONES TECNICAS</b>	
Puerto	16 puertos RJ-45 10/100 de detección automática (IEEE 802.3 tipo 10Base-T, IEEE 802.3u tipo 100Base-TX), dúplex: semi o completo
Memoria y procesador	Tamaño de búfer de paquetes: 256 KB
Latencia	Latencia: < 5 $\mu$ s
velocidad	Hasta 2.3 millones de pps
Capacidad encaminamiento	3.2 Gbps
Características	Enrutamiento de gama básica para pequeñas y medianas empresas <ul style="list-style-type: none"> <li>• Plug and play; no requieren configuración</li> <li>• Diseño de bajo consumo energético</li> <li>• Auto-MDI/MDIX para eliminar los problemas de cableado</li> </ul>
Consumo energético	10 W (máximo), De 100 a 240 V CA, 1 A ,50 / 60 Hz
Dimensiones	17.3 x 44 x 4.36 cm
Peso	1.5 kg

- **PAP2T**

<b>3Com BaselineSwitch 2016</b>	
	
<b>ESPECIFICACIONES TECNICAS</b>	
Puerto	2 FXS VoIP phone adapter , 1 RJ-45 port LAN Ethernet
codec	G.711, G.726, G.729, and G.723.1 codec
SIPv2	Session Initiation Protocol v2 (RFC 3261, 3262, 3263, 3264)
Alimentación	CA 120/230 V ( 50/60 Hz )
Disco duro	No

- **Teléfonos**

Los teléfonos IP Yealink fueron seleccionados para la implementación del sistema, puesto que es un producto totalmente compatible con el protocolo SIP, y tienen una amplia interoperabilidad con los principales IP-PBX en el mercado actual, estos teléfonos se caracterizan por tener 2 cuentas de VoIP, línea telefónica, llamadas de emergencia llamada en espera, transferencia de llamadas, desvío de llamadas espera, silencio, flash, auto-respuesta, rediscado, conferencia tripartita, no molestar, marcación rápida Agenda contactos XML importación /

exportación, historial de llamadas Ajuste de volumen, selección de tonos de llamada régimen de tono, etc.

<b>TELEFONO YEALINK SIP-T20P</b>	
	
<b>ESPECIFICACIONES TECNICAS</b>	
Líneas	Dos cuentas de VoIP, línea telefónica, llamadas de emergencia
Codecs y Funciones de voz	Códec G.722, G.711, G.723.1, G.726, G.729AB altavoz manos duplex-libres con AEC
Características físicas	LCD de 3 líneas con una línea de iconos y líneas de caracteres 2x15, 31 teclas con teclas de función 9, 4 LED: 1xpower, 2xline, 1xmessage , 1xRJ9 terminal portuaria, 1xRJ9 puerto de auriculares 2xRJ45 puertos Ethernet 10/100 Adaptador de corriente: CA 100 ~ 240V de entrada y de salida de CC 5V/1.2A Consumo de energía: 1.4-2.6W Peso neto: 0.77kg Dimensiones: 185 x 200 x 90mm
Seguridad	HTTPS (servidor / cliente) SRTP (RFC3711) Seguridad en el Transporte (TLS) VLAN (802,1 pq), calidad de servicio
PoE	Power over Ethernet (IEEE 802.3af) Optional

### 3.2 Instalación de software PBX Asterisk

Asterisk funciona en cualquier sistema operativo Linux. En nuestro caso se ha elegido la distribución Elastix basada en sistema operativo Linux CentOS 5.5. Elastix es un software que contiene un grupo de herramientas PBX basados en Asterisk. Posee un interfaz muy fácil e intuitivo de utilizar y por otro lado añade su propio conjunto de utilidades que permite la creación de módulos de terceros. Para la instalación de Elastix se introduce el CD y se arranca el sistema. Empezará el proceso de instalación como se muestra a continuación:

1. Cuando inicia la instalación aparece la siguiente pantalla, digitamos Linux text y damos ENTER para instalarlo en modo texto:



```
- To install or upgrade in graphical mode, press the <ENTER> key.  
- To install or upgrade in text mode, type: linux text <ENTER>.  
- Use the function keys listed below for more information.  
[F1-Main] [F2-Options] [F3-General] [F4-Kernel] [F5-Rescue]  
root: _
```

Figura 11. Imagen de entrada Asterisk



2. Se selecciona el tipo de idioma.

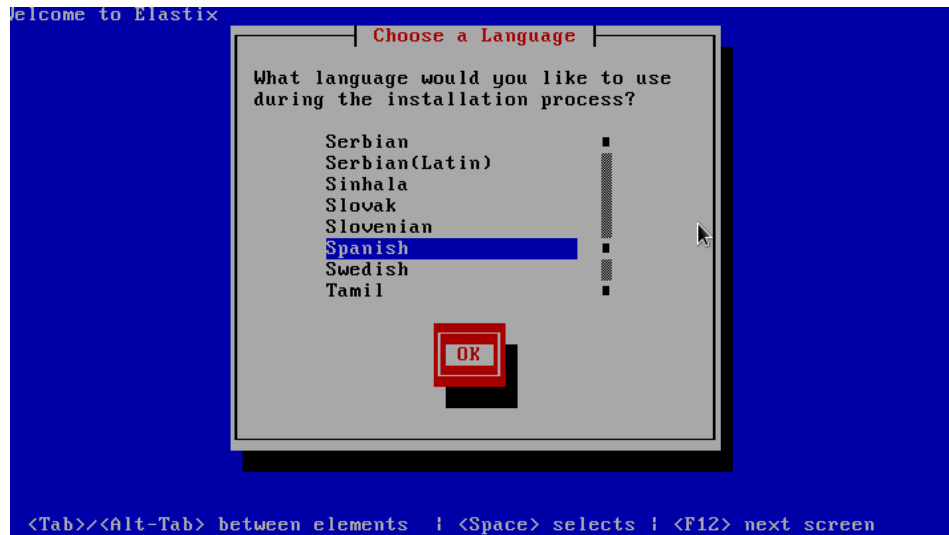


Figura 12. Selección del lenguaje

3. A continuación se procede a escoger el tipo de teclado de acuerdo al idioma. Si su teclado es de idioma español seleccione la opción "es".



Figura 13. Tipo de teclado

4. Se realiza el proceso de partición del disco para la instalación de Elastix



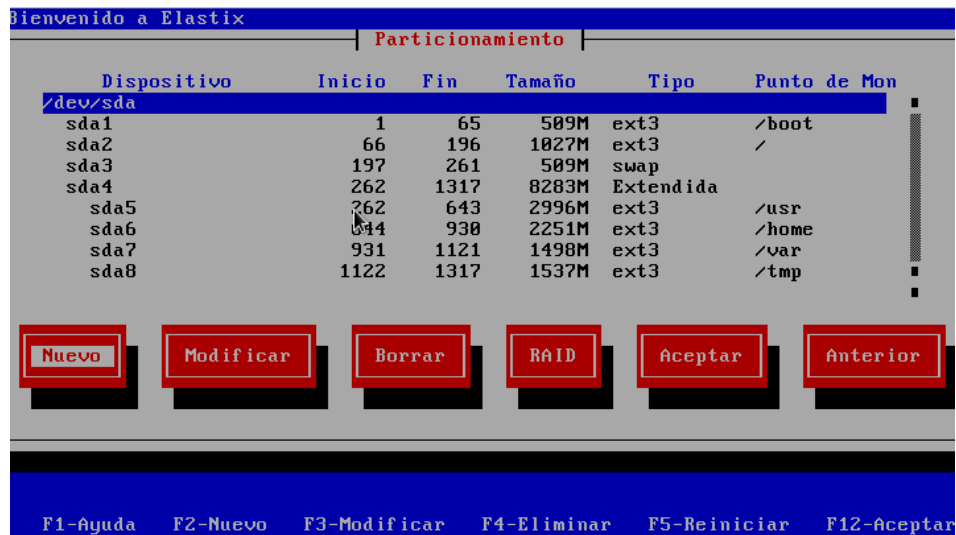
Figura 14. Particionamiento del disco duro de 500 G.

5. Se debe elegir la opción diseño personalizado para crear las particiones de acuerdo a las necesidades del proyecto, toca asegurarse que esté seleccionado el disco duro donde se realizará la instalación del sistema.

A la hora de particionar el disco duro, el tamaño, las características y el número de particiones, dependen en gran medida del tipo de uso y de la cantidad de espacio del que se dispone. Como mínimo hay que crear dos particiones: una primera para montar el sistema raíz (/) y otra para instalar la memoria de intercambio /swap. Para aumentar la eficiencia del sistema, nosotros crearemos las siguientes particiones sobre un disco duro SATA de 500 Gb tal como se muestra en la **Tabla 8**.

**Tabla 8. Relación del tipo de particionamiento del disco duro**

Ítem	Dispositivo	Punto de montaje	Tipo	Tamaño	clase
1	sda1	/boot	ext3	1024 Mb	Primaria
2	sda2	/	ext3	125000 Mb	Primaria
3	sda3	/swap	swap	2048 Mb	Primaria
4	sda5	/usr	ext3	50000 Mb	Lógica
5	sda6	/home	ext3	200000 Mb	Lógica
6	sda7	/var	ext3	50000 Mb	Lógica
7	sda8	/tmp	ext3	50000 ó + Mb	Lógica



**Figura 15. Particionamiento de todo el disco**

6. A continuación se procede a realizar la configuración de la red:



Figura 16. Configuración interface de red

7. Configuración para la red Ethernet:

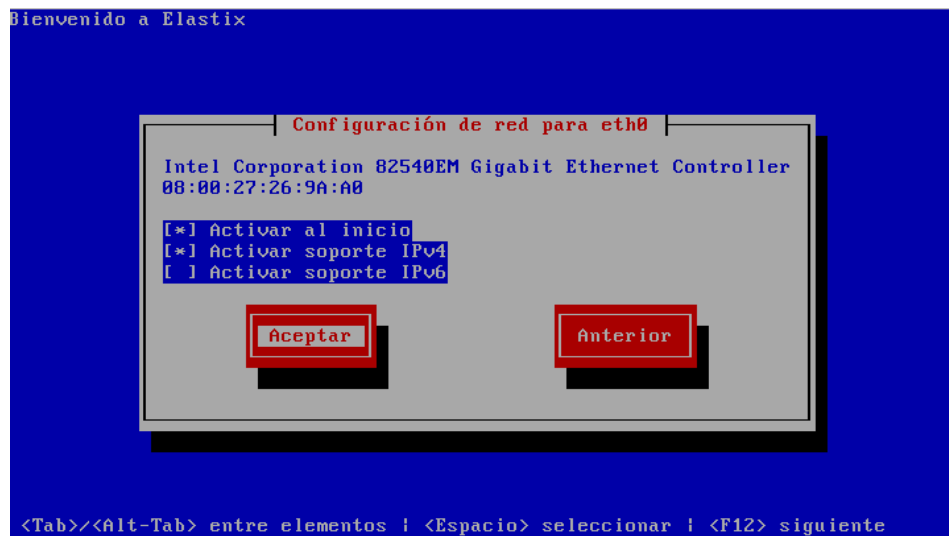


Figura 17. Configuración de red para eth0

8. Luego se configura la IPV4 para Ethernet.

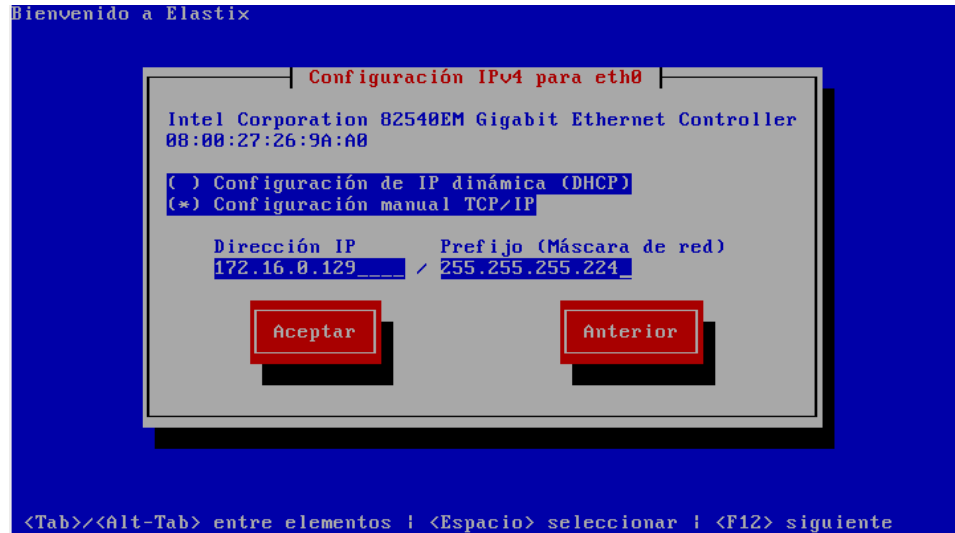


Figura 18. Configuración IPv4



Figura 19. Configuración de red misceláneas

9. Se Realiza la asignación del nombre del host.



Figura 20. Configuración del nombre del host

10. Seleccione la zona horaria de su región.



Figura 21. Selección uso de horario

11. Digite la contraseña que será usada por el administrador de Elastix. Recuerde que esta es una parte crítica para la seguridad del sistema.



Figura 22. Asignación de contraseña del root

12. Los siguientes pasos a continuación los realizará el CD de instalación de manera automática. Primero se buscará las dependencias necesarias para la instalación.

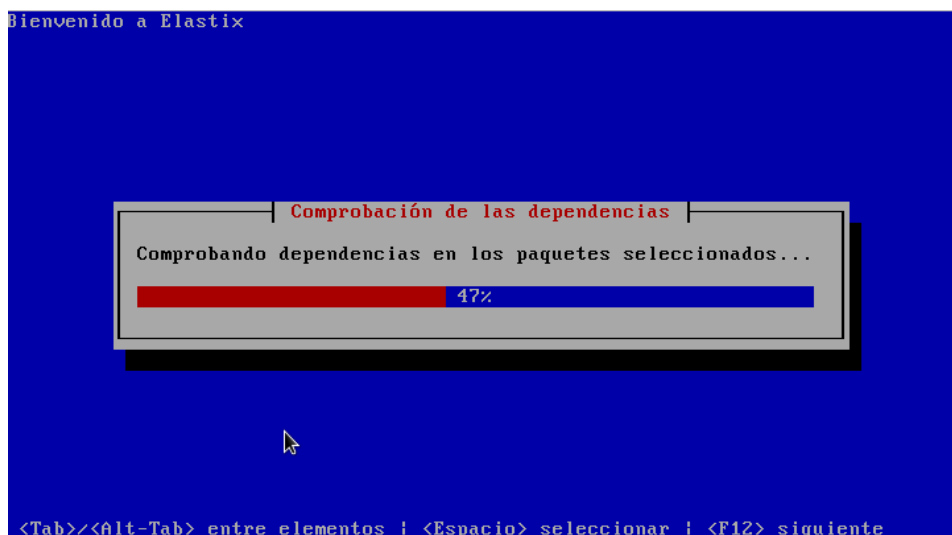


Figura 23. Comprobación de dependencias

13. En este momento se instalarán los paquetes que sean necesarios para la instalación del sistema.

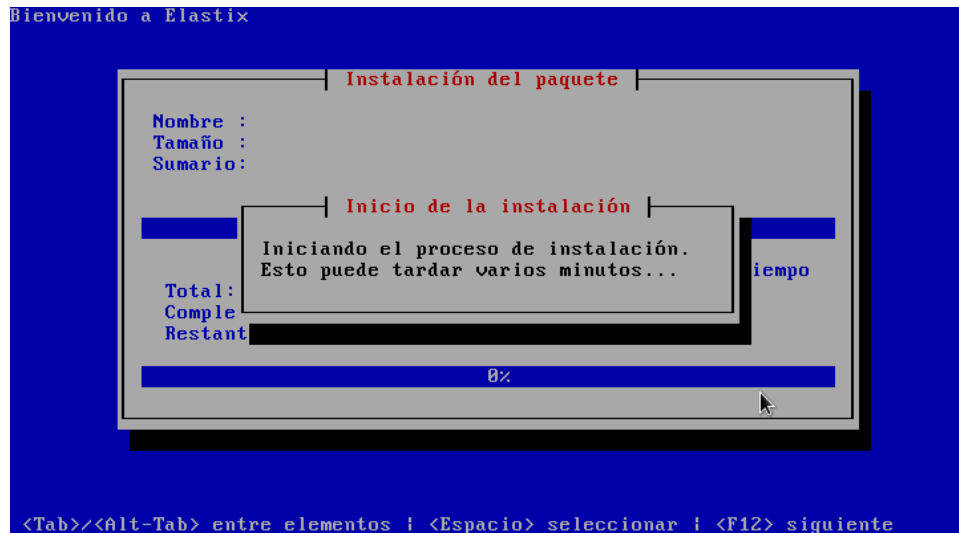


Figura 24. Instalación de paquetes

14. Una vez se realice la instalación completa, se procede a reiniciar el sistema.

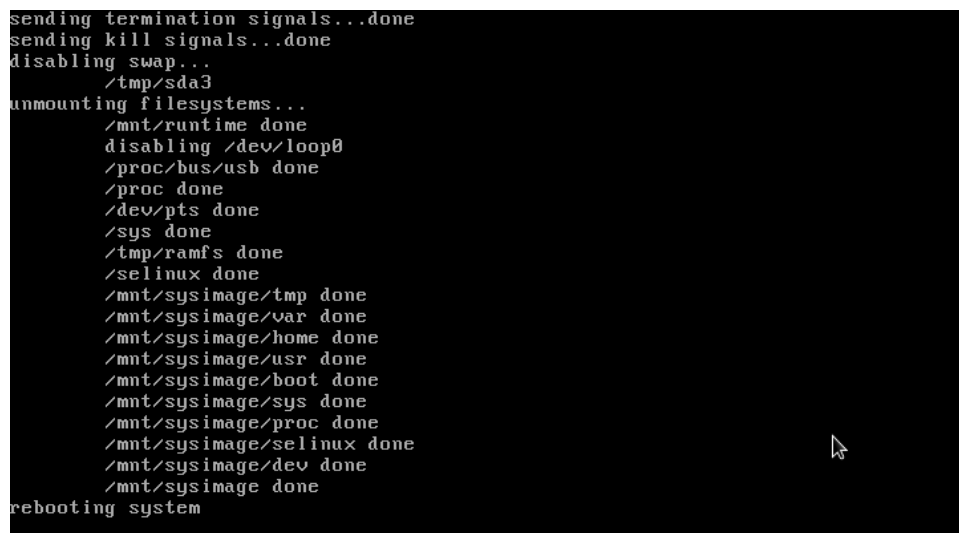


Figura 25. Reinicio del sistema



15. Reiniciado el sistema usted podrá escoger las contraseñas para la base de datos MySQL.

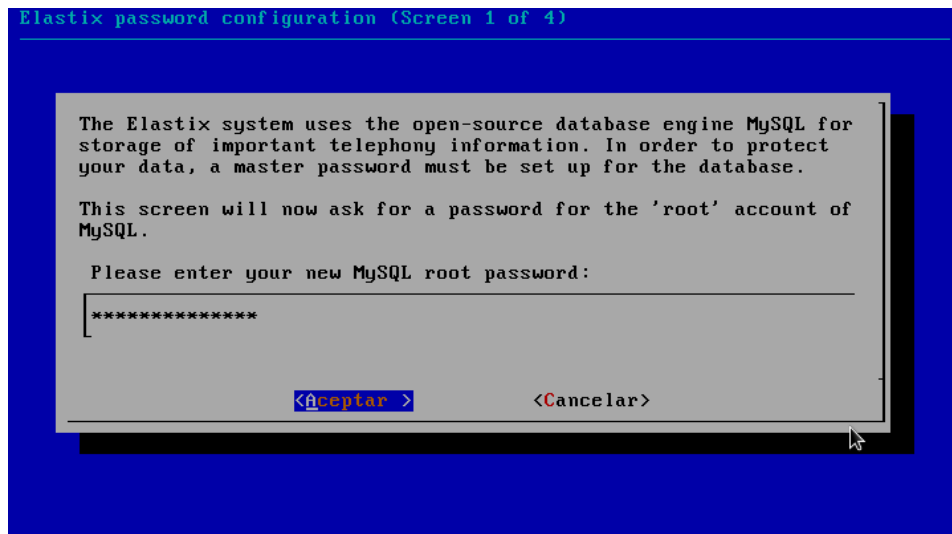


Figura 26. Selección de contraseña base de datos MySQL

16. En este punto digitara la contraseña para el usuario root de Elastix.

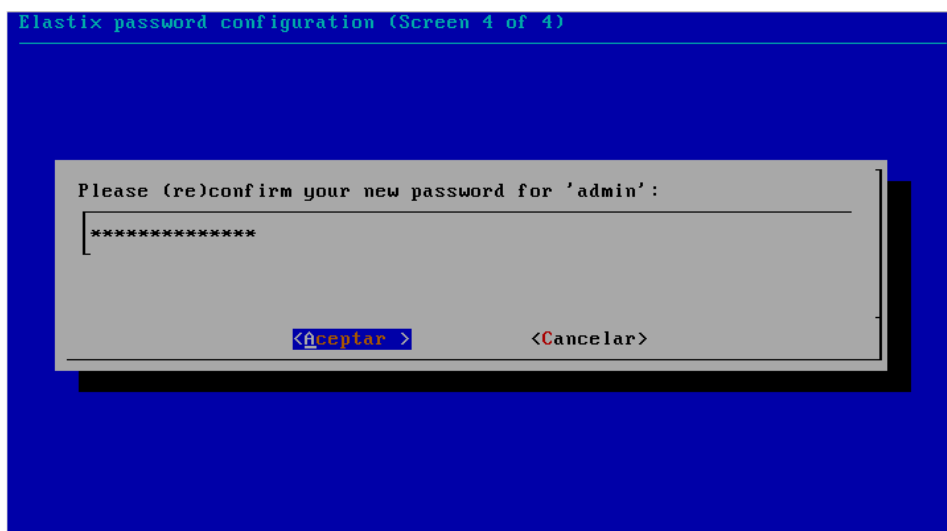


Figura 27. Digitación contraseña del usuario root

17. Si la instalación se ha realizado con éxito, a continuación se verá la pantalla de inicio al sistema, digite el usuario y el password respectivo, e ingrese a la consola de asterisk digitando en la consola el comando # asterisk-r. A continuación se muestra la imagen de la consola de asterisk listo para ser programada.

```
Kernel 2.6.18-194.3.1.el5 on an x86_64
servoip login: root
Password:
Last login: Wed Oct  5 09:30:55 on tty1

Welcome to Elastix
-----

To access your Elastix System, using a separate workstation (PC/MAC/Linux)
Open the Internet Browser using the following URL:
http://172.16.0.130

[root@servoip ~]# asterisk -r
Asterisk 1.6.2.10, 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 1.6.2.10 currently running on servoip (pid = 2559)
Verbosity is at least 3
servoip*CLI> _
```

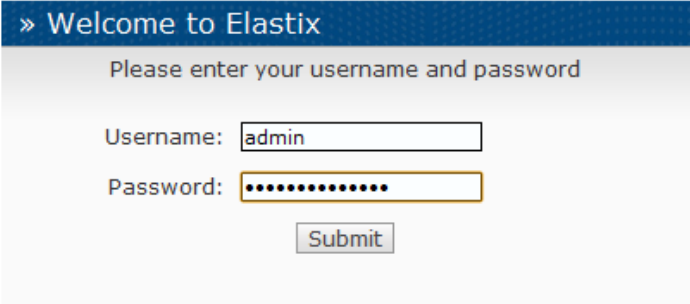
Figura 28. Inicialización de la plataforma Elastix

## 4. CONFIGURACIÓN DE LA CENTRAL VOIP

La forma habitual para configurar Asterisk es mediante la introducción y modificación de comandos en diferentes archivos, la parametrización de las extensiones, configuración de colas, configuración de IVR, sala de conferencia, parqueo de llamada y el Dialplan o plan de llamadas, que es donde se define que acción tomará Asterisk para el manejo de llamadas entrantes y salientes, se realizará mediante la plataforma Elastix. Afortunadamente esta plataforma nos permite de una manera fácil e intuitiva, la configuración de nuestra máquina Asterisk.

### 4.1 Ingreso al sistema

El ingreso al sistema se realiza de una manera muy sencilla, abrimos una ventana de cualquier navegador web e ingresamos la dirección IP de nuestro servidor Asterisk que para nuestro caso particular será `http://172.16.0.130`, digitamos el usuario y contraseña como se muestra en la **Figura 29**.



» Welcome to Elastix

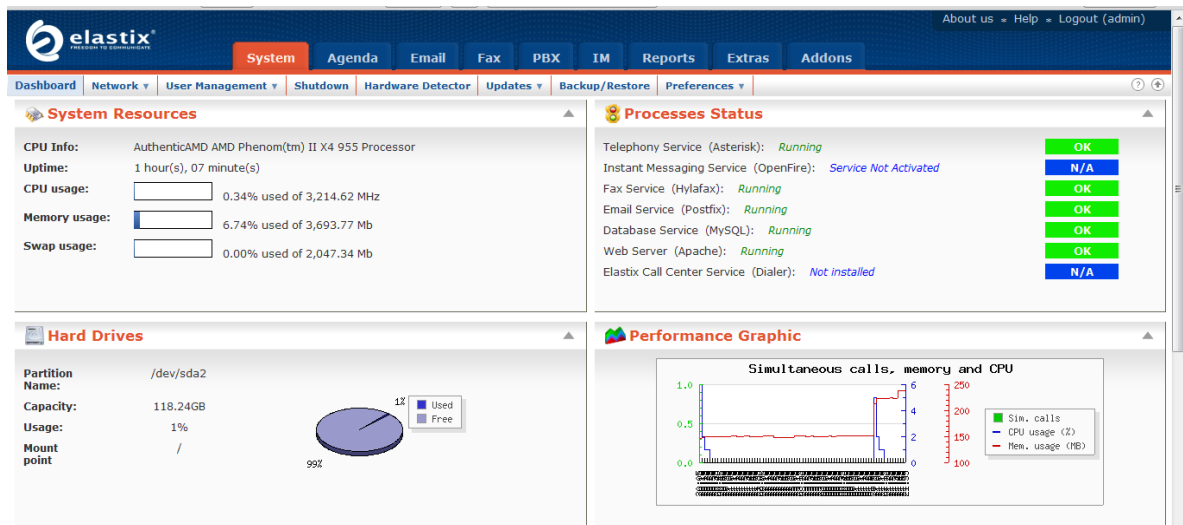
Please enter your username and password

Username:

Password:

**Figura 29.** Entrada al sistema Elastix por entorno web

Al ingresar al sistema nos mostrará toda la plataforma para la configuración de la central telefónica como muestra la **Figura 30**.



**Figura 30. Pantalla principal de Elastix entorno web**

## 4.2 Configuración de las extensiones

En esta sección se configuran los teléfonos IP, dispositivos ATA y teléfonos softphone o cualquier dispositivo que pueda ser considerado como una extensión telefónica.

Para crear una nueva extensión se ingresa al menú PBX, por defecto el sistema ingresará al submenú **PBX configuration**, y elegimos la opción **extensions**, donde se puede seleccionar el tipo de dispositivo o tecnología soportada como SIP, IAX2, ZAP, custom o virtual extensions.

A continuación se observa en la **Figura 31** un formulario con muchos parámetros, solo se usan los básicos para simplificar el proceso y el sistema asigne los demás por defecto.

**Figura 31. Configuración de extensiones**

Los parámetros a configurar son:

**User Extension:** En este valor se coloca el número de la Extensión.

**Display Name:** Nombre de la extensión.

**Secret:** Configura el acceso seguro a las extensiones.

Por ejemplo para configurar las extensiones de rectoría y de sistema se coloca como sigue:

User Extension: 101 Display Name: RECTORIA Secret : 101	User Extension: 201 Display Name: SISTEMAS Secret : 201	User Extension: Display Name: BIBLIOTECA Secret : 301
---	---	---

El rango de extensiones de cada grupo es de 99 extensiones y empezará desde el número resultante de la multiplicación del número de su grupo por 100.

Rango Inicial = No. de grupo x 100

Fin de intervalo = No. de grupo x 100 + 99

Ejemplo:

<p style="text-align: center;">Grupo 2</p> <p style="text-align: center;">Rango Inicial = <math>2 \times 100 = 200</math></p> <p style="text-align: center;">Fin de intervalo = <math>2 \times 100 + 99 = 299</math></p> <p style="text-align: center;">Intervalo = [200 – 299]</p>
---

Se crean las extensiones definiendo el número de la extensión dentro del intervalo resultante y se digita en el campo **User Extension**, en **Display Name** se escribe el nombre del usuario que aparecerá en el identificador y en el campo **secret** una contraseña fácil de recordar para el grupo. Todos los demás parámetros quedan intactos y se hace click en el botón **submit** al final del formulario, el sistema guarda los cambios y presenta una barra rosada en la parte superior con el mensaje “**Apply configuration Changes Here**” tal como se muestra en la **Figura**, haciendo click en la barra el sistema recargará la configuración y aplicará los cambios realizados.

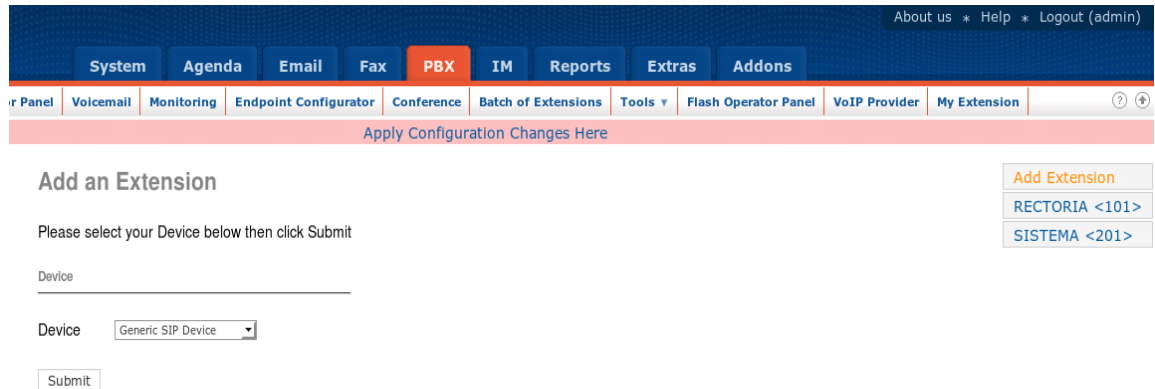


Figura 32. Aplicación de configuración

### 4.3 Configuración de PAP2T

Para comenzar a hacer las pruebas se conectan los dispositivos hardware que se describieron anteriormente. Primero se habilita el Phone Adapter Linksys PAP2T, para ello se usa un cable RJ45 (cable estándar de red) que se conecta en un puerto del SWITCH para añadirlo a la red local y posteriormente se conectan los teléfonos analógicos al conector Phone 1 y Phone 2 del PAP2T.

Para configurar el adaptador PAP2T LINKSYS, se debe conocer una serie de comandos mínimos para realizar su parametrización, hacer referencia a la **Tabla 10** del **Anexos 2**. Con el teléfono conectado al PAP2T se marcar el comando (\*\*\*\*) para acceder al IVR del adaptador, con el comando (110#) se verifica la IP asignada e ingresar al entorno de configuración vía WEB como se muestra en la **Figura 33**.

The screenshot displays the Linksys web interface for a PAP2 phone adapter. The top navigation bar includes the Linksys logo, the text 'A Division of Cisco Systems, Inc.', and the firmware version '5.1.6(LS)'. The main header identifies the device as a 'Phone Adapter with 2 Ports for Voice-Over-IP' and 'PAP2'. Below this, there are tabs for 'Info', 'System', 'User 1', and 'User 2', with 'Basic View (switch to advanced view)' and 'Admin Login' options. The main content area is divided into three sections: 'System Information', 'Product Information', and 'System Status'. 'System Information' lists DHCP (Disabled), Host Name (PAP1), Current Netmask (255.255.255.0), Primary DNS (200.21.200.10), and Secondary DNS (200.21.200.80). 'Product Information' shows Product Name (PAP2T-NA), Software Version (5.1.6(LS)), MAC Address (001C12C24682), and Customization (Open). 'System Status' provides current time (10/14/2011 01:48:13), elapsed time (03:16:07), and various network statistics such as Broadcast Pkts Sent (0), Broadcast Pkts Recv (2285), Broadcast Bytes Recv (240578), and RTP/SIP message counts.

Figura 33. Entorno de configuración del PAP2T

Aparece un gestor WEB que permite modificar los diferentes parámetros disponibles para configurar el adaptador telefónico. Se pulsa en **Admin Login** para acceder a los recursos de administrador del dispositivo y se configuran las propiedades como aparece en la **Figura 34**.

Enable Web Server:	<input type="text" value="yes"/>	User Password:	<input type="text"/>
DHCP:	<input type="text" value="no"/>	Static IP:	<input type="text" value="172.16.0.132"/>
		Gateway:	<input type="text" value="172.16.0.129"/>
		NetMask:	<input type="text" value="255.255.255.224"/>
HostName:	<input type="text" value="PAP1"/>	Domain:	<input type="text"/>
Primary DNS:	<input type="text" value="200.21.200.10"/>	Secondary DNS:	<input type="text" value="200.21.200.80"/>
DNS Query Mode:	<input type="text" value="Parallel"/>	Syslog Server:	<input type="text"/>
Debug Server:	<input type="text"/>	Debug Level:	<input type="text" value="0"/>

Figura 34. Parámetros de configuración del PAP2T



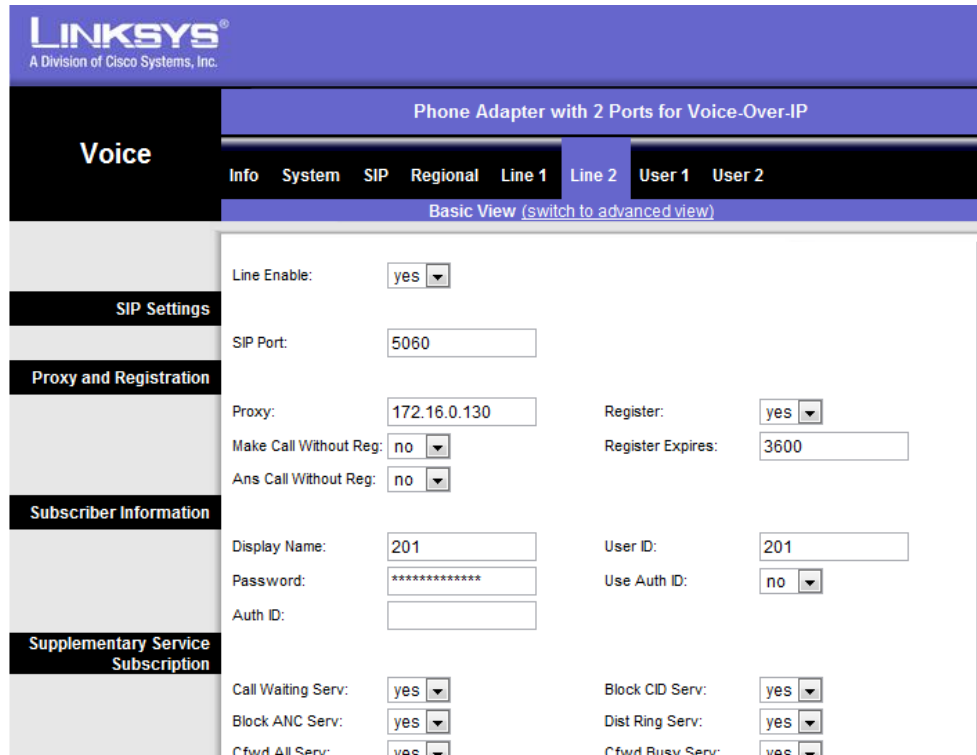
Posteriormente en la opción “Line 1” y en la sección Proxy se añade la dirección IP de nuestro servidor Asterisk (en nuestro caso es 172.16.0.130); en las secciones Displays name y User Id se coloca el número de extensión (101) del PAP2T. Al crear la extensión se configura una contraseña en la instrucción secret, dicha contraseña se debe asignar en la sección password, finalmente se carga la configuración con el comando **submit**. Tiene que quedar la configuración tal y como se mostramos en la **Figura 34**.

The screenshot displays the Linksys web interface for configuring a phone adapter. The top navigation bar includes the Linksys logo and the text "A Division of Cisco Systems, Inc." and "Firmware Version: 5.1.0(LS)". The main header shows "Phone Adapter with 2 Ports for Voice-Over-IP" and "PAP2". The left sidebar contains a "Voice" menu with sub-sections: SIP Settings, Proxy and Registration, Subscriber Information, and Supplementary Service Subscription. The main content area is titled "Line 1" and "Basic View (switch to advanced view)". The configuration fields are as follows:

Line Enable:	<input type="text" value="yes"/>	Register:	<input type="text" value="yes"/>
SIP Port:	<input type="text" value="5060"/>	Register Expires:	<input type="text" value="3600"/>
Proxy:	<input type="text" value="172.16.0.130"/>	Make Call Without Reg:	<input type="text" value="no"/>
Ans Call Without Reg:	<input type="text" value="no"/>	Use Auth ID:	<input type="text" value="yes"/>
Display Name:	<input type="text" value="101"/>	User ID:	<input type="text" value="101"/>
Password:	<input type="password" value="*****"/>	Auth ID:	<input type="text"/>
Call Waiting Serv:	<input type="text" value="yes"/>	Block CID Serv:	<input type="text" value="yes"/>
Block ANC Serv:	<input type="text" value="yes"/>	Dist Ring Serv:	<input type="text" value="yes"/>
Cfwd All Serv:	<input type="text" value="vas"/>	Cfwd Busv Serv:	<input type="text" value="vas"/>

**Figura 35. Configuración línea 1**

Para la configuración de la línea 2 se realiza el mismo procedimiento de la línea 1, como se muestra en la **Figura 35**.



Section	Field	Value
SIP Settings	Line Enable	yes
	SIP Port	5060
Proxy and Registration	Proxy	172.16.0.130
	Register	yes
	Register Expires	3600
	Make Call Without Reg	no
Subscriber Information	Ans Call Without Reg	no
	Display Name	201
	User ID	201
	Password	*****
Supplementary Service Subscription	Use Auth ID	no
	Auth ID	
	Call Waiting Serv	yes
	Block ANC Serv	yes
	Cfwd All Serv	yes
	Block CID Serv	yes
	Dist Ring Serv	yes
Cfwd Busv Serv	yes	

**Figura 36. Configuración línea 2**

#### 4.4 Configuración del teléfono IP

Para la configuración del teléfono IP, primero se adiciona una nueva extensión en la central IP. Posteriormente en el teléfono IP Yealink, se selecciona del menú la opción **Status**, donde muestra la dirección IP que tiene el teléfono por defecto, esta dirección IP que permite entrar a través de un navegador a la página de configuración del teléfono Yealink como muestra la **Figura 37**.

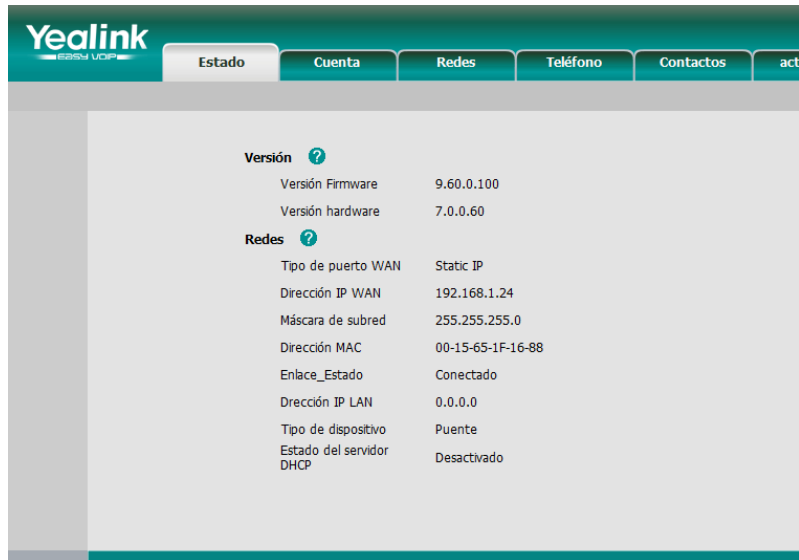


Figura 37. Ventana de configuración del teléfono iP Yealink

En esta sección se selecciona la opción Cuentas, donde se realiza la configuración de la extensión, con el número y nombre de la extensión como muestra la **Figura 38**.

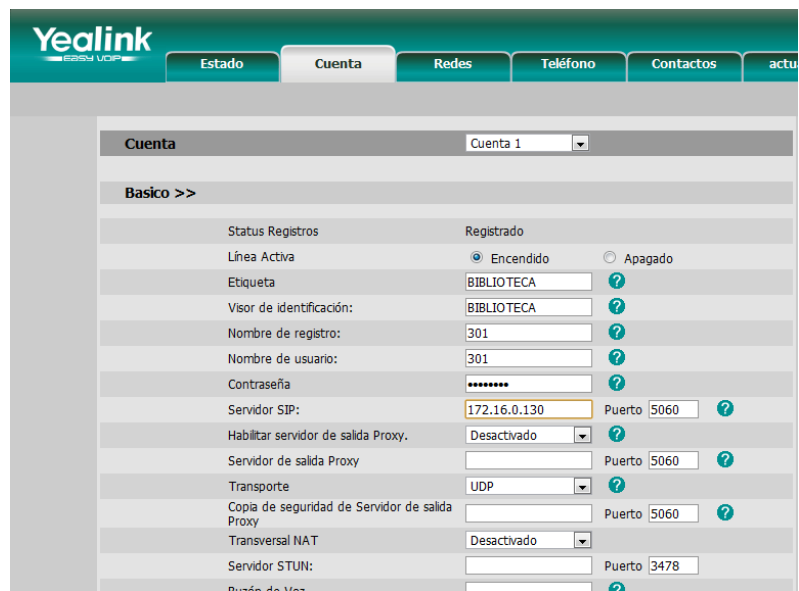
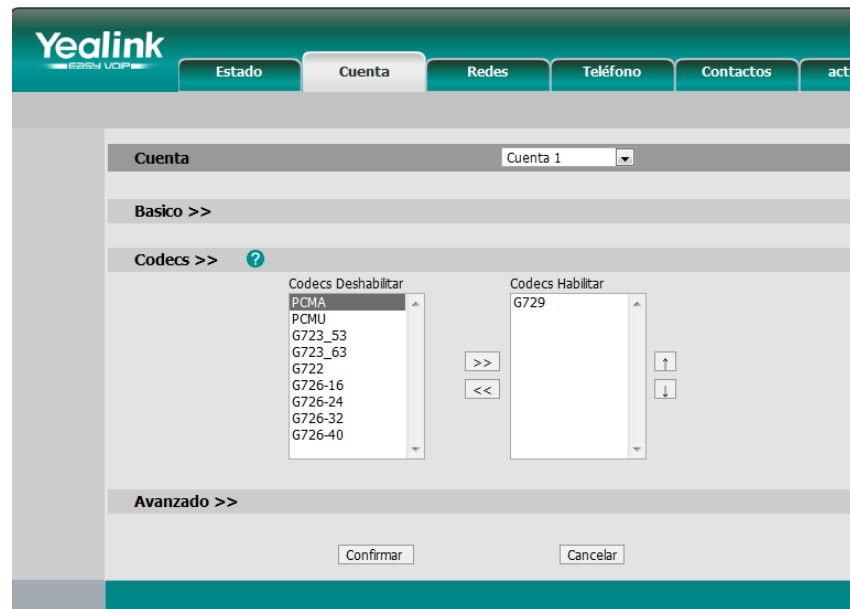


Figura 38. Configuración básica del teléfono IP Yealink

Posteriormente se selecciona la opción **Codecs** que se encuentra en la parte inferior de la página, donde se selecciona el tipo de codificación a utilizar **Figura 39**.



**Figura 39. Selección del Codecs G729**

#### 4.5 Configuración del softphone

El softphone seleccionado es el ZoIPer, el cual se descarga gratuitamente desde su página oficial<sup>6</sup>, igualmente se debe configurar una extensión en la central telefónica.

Instalado el ZoIPer, vamos a inicio y se selecciona este programa como muestra la **Figura 40**.

<sup>6</sup> [http://www.zoiper.com/download\\_list.php](http://www.zoiper.com/download_list.php)

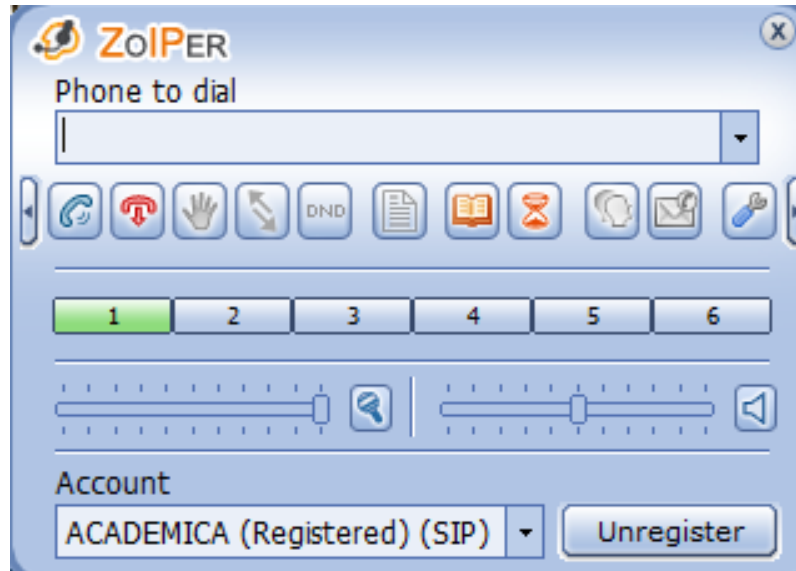


Figura 40. Extensión Virtual ZoIPer

Luego en la opción configuración se configuran los datos de esta extensión virtual  
**Figura 41.**

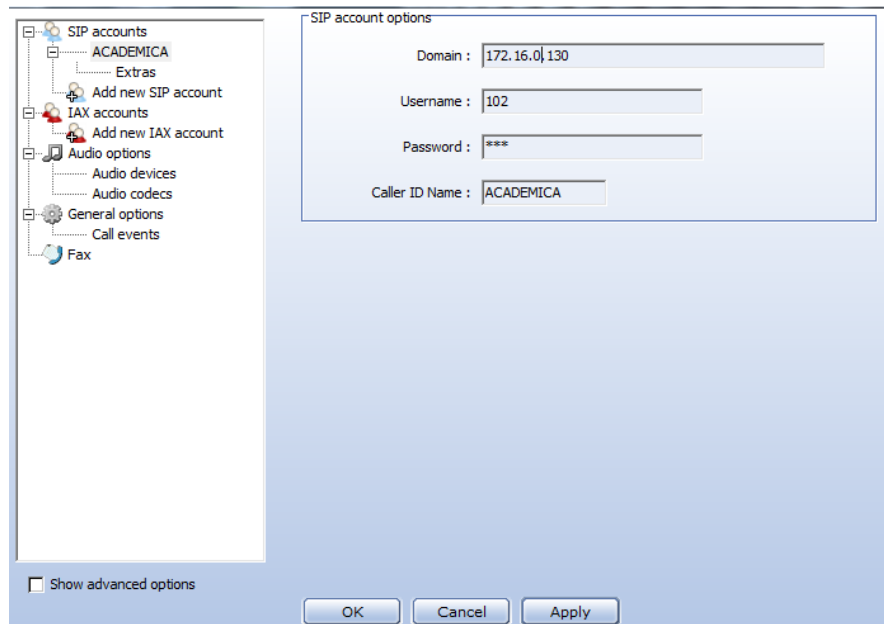


Figura 41. Configuración del ZoIPer (extensión virtual)

Configurado los datos se puede comunicar con una extensión como se muestra en la **Figura 42**.



**Figura 42.** Llamado a una extensión desde el ZoIPer

## 4.6 Configuración de troncales

En primera instancia se instala la tarjeta TDM400P y se reinicia el sistema, al ingresar por la plataforma web del servidor, se dirige al menú sistema, luego se selecciona el submenú “detector de hardware”, para verificar que efectivamente el sistema haya detectado la tarjeta tal como aparece en la **Figura 43**.



Figura 43. Detección de tarjeta troncal 1 FXO

Asterisk cuenta con modulo llamado chan\_dahdi, que sirve para conectarse con los controladores y de esta manera conectar Asterisk con el hardware telefónico. En el archivo **chan\_dahdi.conf** ubicado en el directorio **/etc/asterisk** se configura básicamente la señalización de los canales de voz y se mapea los canales de Asterisk con las líneas telefónicas configuradas.

La configuración de este archivo se muestra a continuación:

```
[trunkgroups]

[channels]
language=es ;Agregado
context=from-pstn
signalling=fxs_ks
cidsignalling=v23 ; Agregado
cidstart=ring ; Agregado
rxwink=300 ; Atlas seems to use long (250ms) winks
usecallerid=yes
hidecallerid=no
callwaiting=yes
usecallingpres=yes
callwaitingcallerid=yes
threewaycalling=yes
transfer=yes
canpark=yes
cancallforward=yes
callreturn=yes
echocancel=yes
echocancelwhenbridged=no
;#faxdetect=incoming
echotraining=800
rxgain=0.0
txgain=0.0
callgroup=1
pickupgroup=1

;Uncomment these lines if you have problems with the disconnection of your analog lines
;busydetect=yes
;busycount=3

immediate=no

#include dahdi-channels.conf
#include chan_dahdi_additional.conf
```

Este archivo se encuentra por defecto en la instalación de Asterisk, simplemente se agregó las líneas comentadas con el texto “agregado”.

#### 4.7 Configuración de los servicios

Algunos de los servicios a configurar en la central telefónica son, IVR, transferencia de llamada, parqueo de llamada, Follow Me.



### 4.7.1 IVR (Interactive Voice Response systems)

Para la configuración del IVR, lo primero que se debe hacer es grabar un archivo de audio con formato PCM de 16 bit a 8 Khz de frecuencia, esto se realiza haciendo uso de la herramienta libre **audacity**<sup>7</sup>. El texto a grabar en el archivo de audio es el siguiente: **“Bienvenidos al colegio bilingüe de Cartagena es para nosotros un placer poder atenderlo, para comunicarse con rectoría marque 1, coordinación académica marque 2, biblioteca marque 3, sistemas marque 4, o espere en la línea y nuestra operadora con mucho gusto lo atenderá”**.

Generado el archivo de audio (.wav), en el menú PBX, se selecciona el submenú grabaciones del sistema, se hace click sobre el botón examinar para seleccionar la pista de audio anteriormente guardada, se puede cambiar el nombre de la pista de audio sobre el textbox “Asigne un nombre a esta grabación”, realizada esta configuración, pulse guardar cuando haya terminado de cargar el archivo de audio **Figura 44**.

The screenshot shows a web interface titled "Grabaciones del sistema". On the right side, there is a vertical menu with four items: "Añadir grabación" (highlighted in blue), "Grabaciones del sistema", "custom/IVRVoIP", and "VoIP". The main content area is titled "Añadir grabación" and contains the following elements:

- "Paso 1: Grabar o enviar"
- A text prompt: "Si desea realizar y comprobar grabaciones desde su teléfono, por favor, escriba aquí su extensión:" followed by a text input field and an "Ir" button.
- A paragraph: "O también puede enviar un archivo grabado en cualquier formato soportado por Asterisk. Tenga en cuenta de que si está usando archivos WAV (por ejemplo, grabados con la grabadora de sonidos de Windows) el archivo debe estar codificado en PCM, 16 bits y a 8000Hz:"
- A file selection path: "C:\Users\ALAN\Deskto" followed by an "Examinar..." button and an "Enviar" button.
- "Paso 2: Nombre"
- A text prompt: "Asigne un nombre a esta grabación:" followed by a text input field containing "mbre a esta grabación".
- A footer note: "Pulse 'Guardar' cuando haya terminado de realizar la grabación desde su teléfono haya seleccionado un archivo a enviar" followed by a "Guardar" button.

**Figura 44. Grabación del sistema**

<sup>7</sup> <http://audacity.sourceforge.net/>

Con la pista de audio cargada en el sistema se dirige al submenú IVR de la PBX, en la parte superior derecha de la PBX aparece un botón “añadir IVR”, se hace click sobre él para crear un nuevo IVR, que en este caso se llamará “Bienvenida”. Los siguientes parámetros son los básicos para configurar el IVR **Figura 45**.

## Recepcionista digital

### Editar menú Bienvenida

Used as Destination by 1 Object:

---

Cambiar nombre	<input type="text" value="Bienvenida"/>
Anuncio	<input type="text" value="VoIP"/>
Tiempo de espera	<input type="text" value="10"/>
Habilitar directorio	<input checked="" type="checkbox"/>
VM Return to IVR	<input type="checkbox"/>
Contexto del directorio	<input type="text"/>
Habilitar marcación directa	<input checked="" type="checkbox"/>
Loop Before t-dest	<input checked="" type="checkbox"/>
Timeout Message	<input type="text" value="Ninguno"/>
Loop Before i-dest	<input checked="" type="checkbox"/>
Mensaje de 'Opción no válida'	<input type="text" value="Ninguno"/>
Repeat Loops:	<input type="text" value="2"/>

**Figura 45. Parámetros IVR**

A continuación se detallan algunas extensiones especiales que maneja la central para ciertos eventos:

- a: es utilizada cuando un usuario presiona '\*' durante el saludo inicial del buzón de voz
- h: cuando alguien cuelga va a esta extensión.
- i: entrada inválida
- o: extensión del operador, es utilizada en los saludos del buzón de voz
- t: cuando se agota el tiempo de selección la llamada va a esta extensión.

- T: tiempo absoluto de una llamada.

De acuerdo a los parámetros establecidos en el archivo de audio, se configura el IVR como muestra la **Figura 46**:

The image shows a configuration interface for an IVR system. It consists of six rows, each representing a different option. Each row has a 'Return to IVR' checkbox, a numeric input field, a 'Leave blank to remove' label, and four radio button options: 'Phonebook Directory', 'Terminate Call', 'Extensions', and 'IVR'. The 'Extensions' option is selected in all rows.

Option	Return to IVR	Value	Phonebook Directory	Terminate Call	Extensions	IVR
1	<input type="checkbox"/>	1	<input type="radio"/>	<input type="radio"/> Hangup	<input checked="" type="radio"/> <101> RECTORIA	<input type="radio"/> Bienvenida
2	<input type="checkbox"/>	2	<input type="radio"/>	<input type="radio"/> Hangup	<input checked="" type="radio"/> <102> ACADEMICA	<input type="radio"/> Bienvenida
3	<input type="checkbox"/>	3	<input type="radio"/>	<input type="radio"/> Hangup	<input checked="" type="radio"/> <301> BIBLIOTECA	<input type="radio"/> Bienvenida
4	<input type="checkbox"/>	4	<input type="radio"/>	<input type="radio"/> Hangup	<input checked="" type="radio"/> <201> SISTEMA	<input type="radio"/> Bienvenida
i	<input type="checkbox"/>	i	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/> Hangup	<input type="radio"/> <101> RECTORIA	<input type="radio"/> Bienvenida
t	<input type="checkbox"/>	t	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/> Hangup	<input type="radio"/> <101> RECTORIA	<input type="radio"/> Bienvenida

**Figura 46. Configuración IVR**

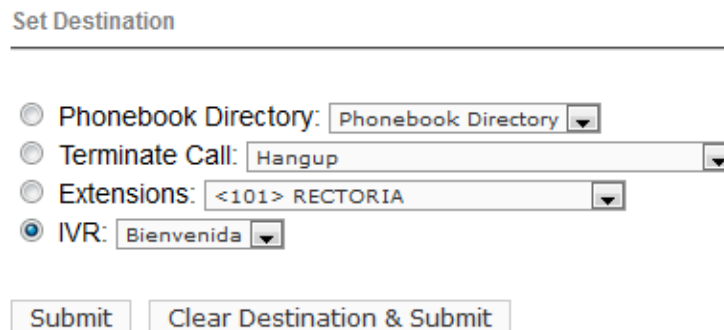
En la Figura 46 se muestran configurada las 4 opciones que se predeterminaron en el saludo inicial, pero se observan 2 opciones; i: cuando la opción seleccionada sea inválida y se cuelga la llamada y t: cuando se agota el tiempo de selección y se cuelga la llamada.

Luego se presiona “Save” y “Apply Configuration Changes Here” y listo, ya tenemos un IVR funcional. Ahora lo que tenemos que hacer es ir a “Rutas Entrantes” y asignar como destino a nuestro IVR “Entrada”.

#### 4.7.2 Configuración de llamadas entrantes.

Para configurar las llamadas entrantes tenemos que determinar dónde deben llegar las llamadas, para nuestro caso las llamadas se direccionarán al IVR.

Definida la ruta de la llamada entrante, ingresamos a la PBX, en el submenú rutas entrantes y cuando estemos ahí solamente debemos ir al final de la página, en “Set Destination”, allí elegimos la opción IVR (bienvenida), y se hace click sobre botón submit para cargar los parámetros Figura 46.



Set Destination

---

Phonebook Directory: Phonebook Directory ▼

Terminate Call: Hangup ▼

Extensions: <101> RECTORIA ▼

IVR: Bienvenida ▼

Figura 47. Ruta llamadas entrante

De esta manera todas las llamadas entrantes a la troncal ZAP (DAHDI) deben entrar primero al IVR, y de ahí el usuario las direccionará hacia la opción de su preferencia.

### 4.7.3 Configuración Llamadas Salientes

Se ingresa al menú “Rutas Salientes” y se hace click, ahí aparecerá un menú “Route Name”, colocar un nombre descriptivo, “llamadas locales” por ejemplo, en la opción Dial Patterns, se define el patrón de marcado teniendo en cuenta las siguientes reglas:

- X – Equivale a cualquier dígito de 0 a 9
- Z - Equivale a cualquier dígito de 1 a 9
- N - Equivale a cualquier dígito de 2 a 9
- . – comodín, Equivale a uno o varios caracteres.
- | - separa los prefijo de marcado del número.

En la **Figura 47** mostramos la configuración del patrón de marcado.

**Edit Route**

⊖ Delete Route locales

Route Name: locales

Route CID:   Override Extension CID

Route Password:

PIN Set: None ▾

Emergency Dialing:

Intra Company Route:

Music On Hold?: default ▾

Dial Patterns

9|6XXXXXX

Dial patterns wizards: (pick one) ▾

Trunk Sequence

0 ZAP/g0

**Figura 48. Configuración ruta saliente**

#### 4.7.4 Configuración Falow me:

Para configurar “fallow me “, se ingresa en el submenú “sígueme” y se hace click en la extensión que se quiere agregar, en la opción Ring Strategy, se selecciona la opción hunt, esta opción va timbrando por orden de prioridad de acuerdo con la configuración que se haya realizado. En la opción Follow-Me list, se coloca el listado de las extensiones que van a participar en el timbrado al final de la configuración, hacer click en el botón submit y aplicar los cambios. La configuración de este servicio se muestra en la **Figura 48**.

### Follow Me: 101

#### Edit Extension 101

Delete Entries

#### Edit Follow Me

Disable:

Initial Ring Time: 0

Ring Strategy: hunt

Ring Time (max 60 sec): 20

Follow-Me List:

- 101
- 201
- 102
- 67553373#

Extension Quick Pick: (pick extension)

Announcement: None

Play Music On Hold?: Ring

CID Name Prefix:

Alert Info:

#### Call Confirmation Configuration

Confirm Calls:

Remote Announce: Default

Too-Late Announce: Default

#### Change External CID Configuration

Mode: Default

Fixed CID Value:

#### Destination if no answer:

Terminate Call: Hangup

Extensions: <101> RECTORIA

Phonebook Directory: Phonebook Directory

IVR: Bienvenida

Submit Changes

Figura 49. Configuración del fallow me

#### **4.7.5 Transferencia de Llamada.**

Hay dos formas de transferir una llamada, transferencia desatendida y transferencia atendida.

Transferencia atendida: Es cuando se atiende una llamada y esta es transferida a una extensión cualquiera, la extensión a la cual es transferida, contesta la llamada y usted puede informar sobre la llamada, si esta es aceptada, usted podrá colgar la extensión y la llamada quedará conectada a la nueva extensión. El procedimiento para realizar una transferencia atendida es el siguiente: colocar una llamada en espera por medio de la tecla flash del teléfono, y así tendrá la opción de llamar a la nueva extensión (xxx#)<sup>8</sup>, cuando esta le conteste, usted le informará a la extensión si quiere atender la llamada, si este le dice que si, usted digita \*2 y coloca en comunicación las dos llamadas, de esta manera usted podrá colgar la extensión.

Transferencia desatendida: La transferencia desatendida utiliza el mismo procedimiento de una transferencia atendida pero sin la presentación previa de la llamada. El procedimiento para realizar una transferencia atendida es el siguiente: oprimir la tecla Flash y marcar el número de la extensión a la que desea transferir la llamada y así usted podrá colgar la llamada.

#### **4.7.6 Configuración de conferencia**

La conferencia, como su nombre lo indica, es un lugar donde se puede interactuar con un grupo de personas en una llamada. Para configurar una conferencia se

---

<sup>8</sup> Numero de extensión mas numeral

ingresa al submenú conferencias y validar las siguientes opciones para añadir una conferencia:

- Conference Number: Es el número que se asigna al salón de conferencia virtual.
- Conference Name: Nombre descriptivo para asignarle a la conferencia.
- User PIN: Clave de usuario para poder ingresar a la conferencia.
- Admin PIN: Clave para identificar al administrador o moderador al momento de ingresar a la conferencia.

Establecidos estos datos y configurado los demás datos como se muestra en la **Figura 49** se hace click, enviar los datos y se aplican los cambios:

Añadir conferencia

---

Número de conferencia	<input type="text" value="010"/>
Nombre de la conferencia:	<input type="text" value="Reunion"/>
PIN de usuario:	<input type="text" value="1234"/>
PIN de administración:	<input type="text" value="9999"/>

Opciones de conferencia

---

Mensaje de bienvenida:	<input type="text" value="Ninguno"/>
Esperar al administrador:	<input type="text" value="Sí"/>
Talker Optimization:	<input type="text" value="No"/>
Talker Detection:	<input type="text" value="No"/>
Modo silencioso:	<input type="text" value="No"/>
Contador de usuarios:	<input type="text" value="No"/>
Entrada/Salida de usuario:	<input type="text" value="No"/>
Música en espera:	<input type="text" value="Sí"/>
Music on Hold Class:	<input type="text" value="inherit"/>
Permitir menú:	<input type="text" value="Sí"/>
Grabar conferencias:	<input type="text" value="No"/>

**Figura 50. Configuración de sala de conferencia**



Configurados los datos para la conferencia, se procede a realizarla, cada extensión marca el número de la conferencia seguida de la tecla numeral, posteriormente se pide la clave de acceso como usuario o como administrador, ingresada la clave estamos conectados a la conferencia, cabe anotar que si el administrador cuelga la llamada la conferencia se bloquea con música en espera, hasta que el vuelva a ingresar.

Las funciones que puede realizar el administrador cuando está habilitada la opción permitir del menú son las siguientes:

1\* silencio

2\* traba o destraba la conferencia

3\* expulsa a la última persona que se unió a la conferencia

4 ó 6 \* aumentar o disminuir, respectivamente el volumen de la conferencia

4 ó 9 \* **aumentar** o disminuir, respectivamente el volumen de su voz

#### **4.7.7 Parqueo de llamada**

Los estacionamientos o como se conocen en ingles, "Parking Lot", se utilizan como su nombre lo indica para estacionar llamadas y luego ser recogidas por algún usuario. Por defecto, los estacionamientos vienen deshabilitados, por lo tanto, se deben habilitar para poder configurarlos, para hacer esto se ingresa a "Estacionamiento" y se llenan los siguientes parámetros:

- Enable Parking Lot Feature: Habilita los estacionamientos de llamada.
- Parking Lot Extensión: Extensión marcardada para estacionar las llamadas.

- Number of Slots: Cantidad de extensiones disponibles para estacionar las llamadas.
- Parking Timeout: Después que este tiempo se acabe, la llamada estacionada volverá a dirigirse al usuario que estacionó la llamada.
- Parking Lot Context: Este valor de propiedad no debe ser modificado.

En la **Figura 50** se muestra la configuración:

Opciones de aparcamiento

---

Habilitar característica de aparcamiento

Extensión de aparcamiento: 500

Cantidad de aparcamientos: 8

Tiempo de máximo de aparcamiento: 45 segundos

Contexto del aparcamiento: parkedcalls

Actions for Timed-Out Orphans

---

Parking Alert-Info:

CallerID Prepend:

Announcement: Ninguno

Destination for Orphaned Parked Calls:

---

Terminate Call: Hangup

Extensions: <101> RECTORIA

Phonebook Directory: Phonebook Directory

Conferences: Reunion <001>

IVR: Bienvenida

**Figura 51. Configuración de parqueo de llamada**

Para comprobar la configuración entramos a la consola de Asterisk como se muestra en la **Figura 51**.

```
[root@servoip etc]# asterisk -r -x "features show"
Builtin Feature          Default Current
-----
Pickup                   *8          *8
Blind Transfer           #           ##
Attended Transfer        *2          *2
One Touch Monitor        *1          *1
Disconnect Call          *           **
Park Call
One Touch MixMonitor

Dynamic Feature          Default Current
-----
(none)

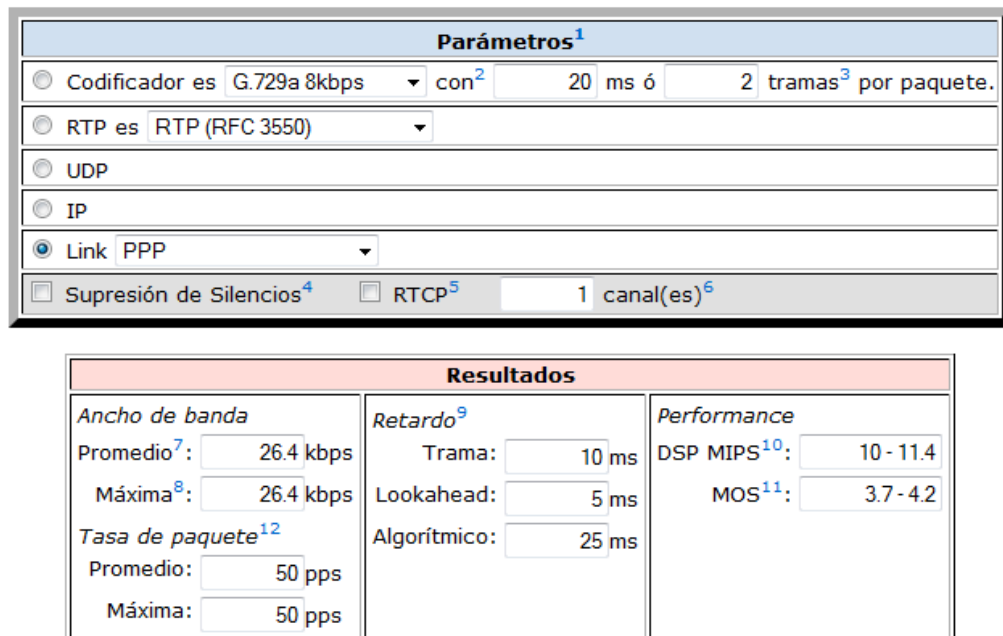
Call parking (Parking lot: default)
-----
Parking extension       :      500
Parking context         :   parkedcalls
Parked call extensions:   501-508

[root@servoip etc]# █
```

Figura 52. Paqueo de llamada

## 5. INTERCONEXIÓN ENTRE EL COLEGIO BILINGÜE DE CARTAGENA Y EL INSTITUTO LÁMPARA MARAVILLOSA

En la actualidad el Colegio Bilingüe de Cartagena y el Instituto Lámpara Maravillosa cuentan con una conexión ADSL de 2048 Kb respectivamente, con un rehúso de (1/16), dando un tráfico real en el peor de los casos de 128 kbps. Teniendo en cuenta que el códec seleccionado fue el G.729A, que ocupa un ancho de banda de 26.4 kbps (valor que se aproxima a 27 kbps) incluyendo el overhead sobre el protocolo PPP de capa 2, se tendría la capacidad de realizar 4 llamadas concurrentes entre sedes sin contar con el tráfico de datos que actualmente se genera. La **Figura 53** siguiente muestra el cálculo del ancho de banda para el códec G.729A.



**Figura 53. Calculo ancho de banda códec G.729A**

## **5.1 Tráfico entre Sedes.**

El sistema se ha diseñado con 11 y 4 extensiones para el Colegio Bilingüe de Cartagena e Instituto Lámpara Maravillosa respectivamente, tal como muestran las Tablas 6 y 7 de acuerdo al requerimiento de sus directivos. Teniendo en cuenta un crecimiento futuro estimado hasta en un 80%, el crecimiento esperado sería de 4 extensiones para el Instituto Lámpara Maravillosa, llegando a completar un máximo de 8 extensiones, por esta razón, se ha optado por garantizar 8 llamadas concurrentes entre las sedes, porque en la actualidad no se cuentan con mecanismos tecnológicos para medir el tráfico esperado.

## **5.2 Calculo de la Capacidad del Canal entre las Sedes.**

Sabiendo que el códec G.729A a utilizar maneja un ancho de banda de 27 kbps, se procede a calcular el ancho de banda necesario para garantizar 8 llamadas concurrentes entre sedes.

$$BW(G729A) = 27kbps$$

$$\text{Ancho de banda } (BW) = 8 \text{ llamada } \times 27kbps \text{ ancho de banda}$$

$$\text{Ancho de banda } (BW) = 216 \text{ kbps}$$

El ancho de banda estimado para garantizar 8 llamadas concurrentes es de 216 kbps, en la actualidad se cuenta con 128kb de ancho de banda disponible, por lo que no se puede garantizar el número de llamadas concurrentes necesarias entre las sedes.

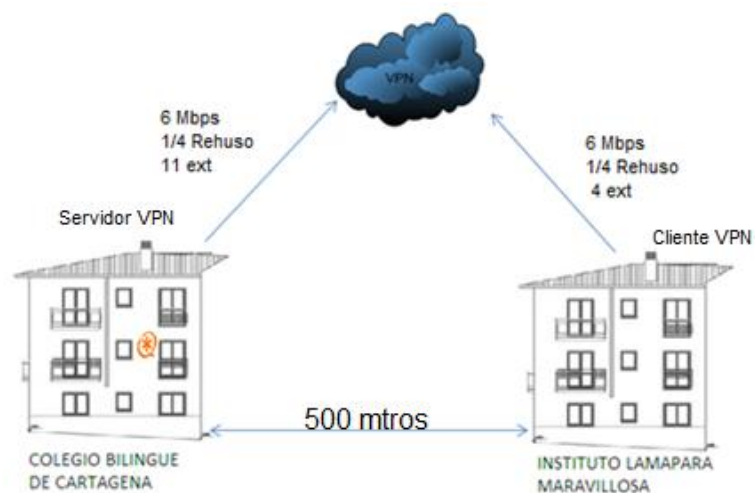
De acuerdo al resultado obtenido, se invita a la empresa de telecomunicaciones Telefónica Telecom, que ofrezca diferentes planes de datos que se ajusten a los requerimientos del sistema.

Los planes ofrecidos por la empresa de telecomunicaciones son los siguientes:

**Tabla 9. Planes Telefónica Telecom de Voz y Datos**

PLANES ADSL	REHUSO	TARIFA
Duo NAL ILIMITADO +BA 1000K, 2000K Y 3000K	1/16	\$ 113.229
Duo NAL ILIMITADO +BA 4000K	1/8	\$ 123.726
Duo NAL ILIMITADO +BA 6000K	1/4	\$ 134.209

Nuestra recomendación es adquirir el plan de Voz y Datos de 6000K ofrecido por Telefónica Telecom, porque brinda un menor rehúso y permite la escalabilidad del sistema a un costo muy similar al plan de datos actual. Con este plan de datos se tiene en el peor de los casos **1536 Kbps** de ancho de banda, con lo que se garantiza la escalabilidad del sistema y se asegura **216 Kbps** necesario para el tráfico de voz y **1320 Kbps** para el tráfico de datos. En la **Figura 54** se observa el diseño del sistema.



**Figura 54. Diseño del enlace para la VPN**

### 5.3 Soluciones de Interconexión

En la actualidad existen varias formas de interconectar dos puntos remotos para compartir información a través de una red de datos, la interconexión se puede realizar implementado diferentes mecanismos de conexión tales como enlaces punto a punto, conexiones cableadas, conexiones a través de internet tales como troncales IAX (servidor a servidor) y túnel VPN. A continuación se exponen las formas de conectar las dos Instituciones.

#### 5.3.1 Conexión cableada

La presente propuesta hace parte del diseño e instalación del enlace de Fibra Óptica, para la conectividad de voz y datos entre el Colegio Bilingüe de Cartagena y el Instituto Lámpara Maravillosa, esta propuesta se restringe al estudio técnico, análisis de fibra ópticas utilizadas para tal enlace, medición y cálculo de las distancias, cálculo de las pérdidas por kilómetro de fibra y equipos activos.



Figura 55. Recorrido de la fibra óptica

La distancia entre las sedes es de 500 metros y en ella se contabilizan 8 postes en el total del recorrido, es importante anotar que las reservas son de 30 metros para cada 200 metros y la cantidad de cola en cada extremo será de 20 metros. De acuerdo a estos parámetros realizaremos el cálculo del enlace de fibra de la siguiente forma.

Para determinar la potencia óptica (dBm) en el receptor y la enviada por el transmisor, se requiere calcular la atenuación total del sistema.

$$At = Pc * L + Ae + Ac + Am$$

At = Atenuación total del sistema.

Pc = Atenuación de la fibra óptica (dB/Km).

L = Longitud total del transmisor al receptor.

A<sub>e</sub> = Atenuación debido a los empalmes.

A<sub>c</sub> = Atenuación debido a los conectores pigtail.

A<sub>m</sub> = Atenuación por margen de degradación (AM).

L = Longitud total + reservas + las colas = 500 + (2\*30) + (20\*2) = 600 m

Pc \* L = 0.5 dB /Km \* 0.600 Km = 0,3 dB

Hay dos empalmes, uno en cada caja terminal.

A<sub>e</sub> = 2 X 0,2 dB = 0.4 dB

En el diseño deben ir dos conectores unidos a cada pigtail (en la fuente y en el receptor)

A<sub>c</sub> = 2 X 0.5 dB = 1.0 dB

A<sub>m</sub> = 5.0 dB

$$At = 0.3dB + 0.4dB + 1.0dB + 5 dB$$

$$At = 6.7dB$$



## Presupuesto de la instalación de la fibra óptica

No.	DESCRIPCIÓN	Unidad	Valor Unitario	Cant.	Valor
1	Tendido de Cables de Fibra Óptica Autoportante	mts	\$ 1.607	600	\$ 964.200
2	Instalación de Herrajes de Retención para Cable Autoportante	Un	\$ 5.372	8	\$ 42.976
3	Instalación de Herrajes de Suspensión para Cable Autoportante	Un	\$ 5.372	8	\$ 42.976
4	Cinta Bandi-It de 3/8" (3mts por poste)	mts	\$ 6.828	24	\$ 163.872
5	Hebillas de 5/8" (3mts por Poste)	Un	\$ 2.455	24	\$ 58.920
6	Hombre Día Ayudante	Hday	\$ 50.210	1	\$ 50.210
7	Hombre Día Oficial	Hdof	\$ 55.487	1	\$ 55.487
8	Herraje Retención	Un	\$ 42.171	8	\$ 337.368
9	Fibra de 12 hilos Autosoportada	mts	\$ 2.119	600	\$ 1.271.400
10	Arriendo Postes Electricaribe 1 Año	Un	\$ 50.808	8	\$ 406.464
11	Empalme Lineal 12 Fibras 2 Cables	Un	\$ 482.634	2	\$ 965.268
12	Suministro Pig Tail para ODF de 3 metros	Un	\$ 9.449	2	\$ 18.898

<b>Total</b>	<b>\$ 4.378.039</b>
--------------	---------------------

## Propuesta de suministro e instalación de los equipos:

Cant	Descripción	Vr U	TOTAL
1	CENTRAL IP-PBX con una tarjeta FXO 3 líneas análogas	\$ 1.700.000	\$1.700.000
15	TELEFONO IP T20P Yealink	\$ 280.000	\$4.200.000
2	Convertidor de medios 1000 Mbps	\$ 180.000	\$360.000
2	Pig Tail para ODF de 3 metros	\$15.000	\$30.000
1	SWITCH 16 puertos 10/100 MARCA 3 COM BASELINE 2016	\$ 190.000	\$190.000
1	ORGANIZADOR DE CABLE DE 2U	\$ 48.000	\$48.000
17	PATCH CORD CATEGORIA 6ª	\$ 8.000	\$136.000
1	PATCH PANEL 1U 6ª	\$ 150.000	\$150.000
1	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE KIT DE PROTECCIÓN PARA LÍNEA TELEFÓNICA	\$ 250.000	\$250.000
1	SUMINISTRO, INSTALACIÓN Y PUESTA EN FUNCIONAMIENTO DEL RESPALDO ELÉCTRICO PARA FALLAS DE ENERGÍA	\$ 285.000	\$285.000
<b>TOTAL</b>			<b>\$7.349.000</b>

Total del proyecto implementando F.O en la conexión es de **\$ 11.727.039.**

### 5.3.2 Conexión por Internet

La conexión por internet se puede hacer de dos formas: por una VPN, o por medio de una troncal IAX2.

#### 1. Conexiones a través de IAX2.

Una forma de comunicar dos centrales telefónica remotas que utilicen Asterisk, es implementando el protocolo de comunicación IAX2, este se caracteriza por ser un protocolo robusto, potente y flexible que maneja la señalización y la voz por un mismo canal, que elimina los problemas de NAT que presenta SIP y optimiza la utilización del ancho de banda.

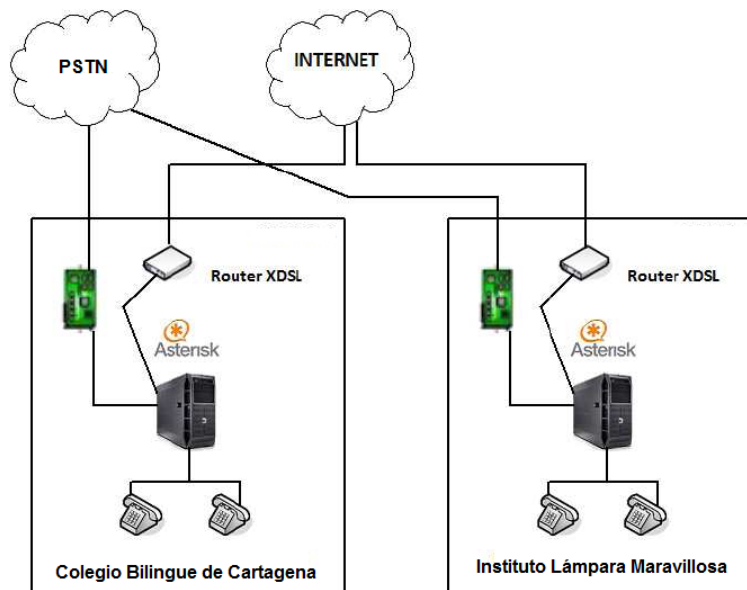


Figura 56. Interconexión Por troncales IAX

Para conectar el Colegio Bilingüe de Cartagena y el Instituto Lámpara Maravillosa se requiere un servidor Asterisk en cada sede, con sus respectivas IP pública, esta implementación se llevará a cabo utilizando el internet XDSL con que cuenta la Institución actualmente. El ancho de banda real disponible es de 128 kb lo que garantizaría un máximo de 3 llamadas concurrentes utilizando el códec G729a.

Para implementar esta solución se requieren los siguientes equipos:

<b>Cant</b>	<b>Descripción</b>	<b>Precio unit</b>	<b>TOTAL</b>
2	CENTRAL IP-PBX con una tarjeta FXO 3 líneas análogas	\$ 1.700.000	\$3.400.000
15	TELEFONO IP T20P Yealink	\$ 280.000	\$4.200.000
2	SWITCH 16 puertos 10/100 MARCA 3 COM BASELINE 2016	\$ 190.000	\$380.000
2	ORGANIZADOR DE CABLE DE 2U	\$ 48.000	\$96.000
17	PATCH CORD CATEGORIA 6ª	\$ 8.000	\$136.000
2	PATCH PANEL 1U 6ª	\$ 150.000	\$300.000
2	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE KIT DE PROTECCIÓN PARA LÍNEA TELEFÓNICA	\$ 120.000	\$240.000
2	SUMINISTRO, INSTALACIÓN Y PUESTA EN FUNCIONAMIENTO DEL RESPALDO ELÉCTRICO PARA FALLAS DE ENERGÍA	\$ 285.000	\$570.000
		<b>TOTAL</b>	<b>\$9.322.000</b>

### **Contratación del servicio de IP pública.**

Para conectar los dos servidores Asterisk se requiere de un direccionamiento público, direcciones estáticas que puedan ser reconocidas en la WAN, la Empresa de telecomunicaciones Telefónica Telecom ofrece 2 IP fijas por un costo de \$30.000 mensuales, que representan \$360.000 pesos al año.

## 2. Conexión a través de VPN(Virtual Private Network)

La conectividad entre las dos sedes será implementada a través de un túnel VPN, utilizando un Router Mikrotik 750 como servidor en la sede del Colegio Bilingüe de Cartagena y un cliente VPN en el Instituto Lámpara Maravillosa tal como aparece en la **Figura 55**.

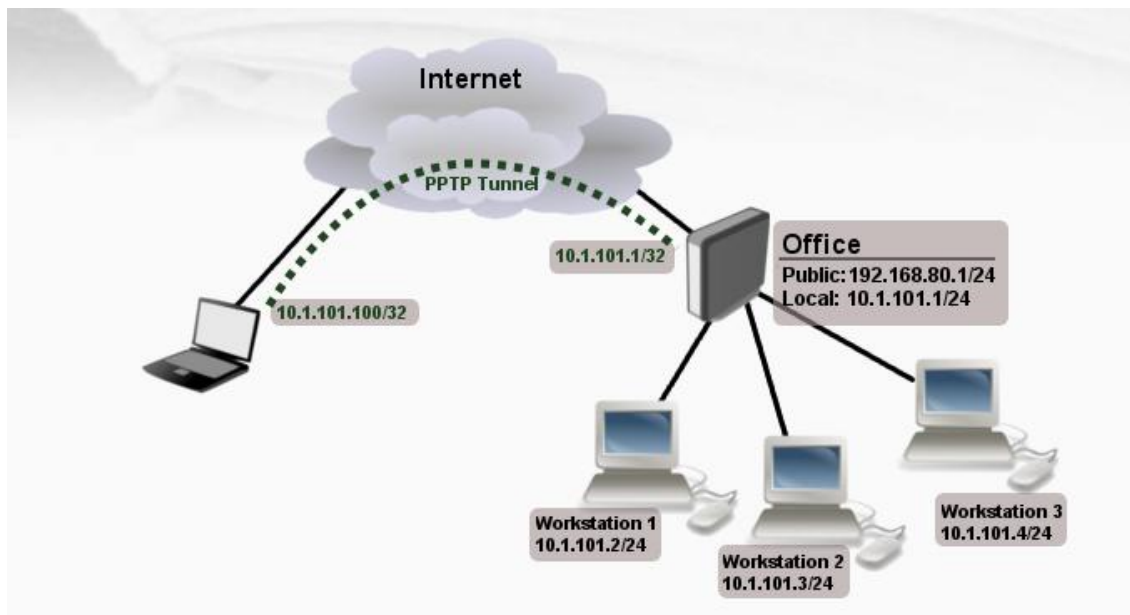


Figura 57. Túnel VPN

Estos dispositivos se conectarán por medio del protocolo PPTP (Point to Point Tunnel Protocol), PPTP es un túnel seguro para el transporte de tráfico IP a través de PPP. PPTP encapsula PPP en líneas virtuales que se ejecutan a través de IP. PPTP incorpora PPP y MPPE (Microsoft Point de cifrado de punto) para hacer enlaces encriptados, el tráfico PPTP utiliza el puerto TCP 1723. El objetivo de este protocolo es hacer conexiones seguras entre los routers y clientes PPTP

(cliente están disponibles y / o incluido en casi todos los sistemas operativos incluyendo Windows), tal como se definió en la **Figura 57**.

Para implementar el túnel PPTP se deben seguir los siguientes pasos:

### 1. Adicionar un usuario al enlace PPP.

```
[admin@Mikrotik] /ppp secret> add name=Laptop service=pptp
password=passwd local-address=x.x.x.x9 remote-address=y.y.y.y10
[admin@mikrotik] /ppp secret>print detail
Flags: X - disabled
0 name="VPN1" service=pptp caller-id="" password="123"
  profile=default local-address=10.1.100.1 remote-
  address=10.1.100.2 routes="" limit-bytes-in=0 limit-bytes-out=0
```

### 2. Habilitar el servidor PPTP y el cliente PPTP.

```
[admin@MikroTik] /interface pptp-server server> set enabled=yes
[admin@MikroTik] /interface pptp-server server> print
  enabled: yes
  max-mtu: 1460
  max-mru: 1460
  mrru: disabled
  authentication: mschap1,mschap2
  keepalive-timeout: 30
  default-profile: default-encryption

[admin@MikroTik] /interface pptp-server server>
[admin@MikroTik] /ppp secret>
```

### 3. Configuración del proxy-ARP sobre la interface local para poder participar en solicitudes ARP los equipos remotos:

```
[admin@MikroTik] /interface ethernet> set Office arp=proxy-arp
[admin@MikroTik] //interface ethernet>print
Flags: X - disabled
# NAME           MTU           MAC-ADDRESS    ARP
0 R   ether1        1500          00:30:4F:0B:7B:C1  enable
0 R   ether2        1500          00:30:4F:0B:7B:C2  arp-proxy
```

---

<sup>9</sup> Dirección IP local

<sup>10</sup> Dirección IP remota

## 6. PRESUPUESTO DEL PROYECTO

En el presente capítulo se realizará una estimación de la inversión necesaria que se deberá efectuar para la implementación del diseño del sistema de telefonía IP, datos y videoconferencia entre las dependencias, para la interconexión de las mismas, con el fin de garantizar su comunicación.

La información necesaria para elaborar las tablas con la estimación de costos fueron obtenidas casi en su totalidad de Internet, debido a la facilidad que este medio proporciona para acceder a los productos, que cumpliendo con las características requeridas, satisfagan las diferentes necesidades de los usuarios, quienes pueden decidir de esta gama de productos, considerando la funcionalidad del equipo y el precio. La propuesta económica se puede ver en la **Tabla 9**.

**Tabla 10. Propuesta Económica**

<b>Cant</b>	<b>Descripción</b>	<b>Precio unit</b>	<b>TOTAL</b>
1	CENTRAL IP-PBX con una tarjeta FXO 3 líneas análogas	\$ 1.700.000	\$1.700.000
15	TELEFONO IP T20P Yealink	\$ 280.000	\$4.200.000
1	SWITCH 16 puertos 10/100 MARCA 3 COM BASELINE 2016	\$ 190.000	\$190.000
1	ORGANIZADOR DE CABLE DE 2U	\$ 48.000	\$48.000
17	PATCH CORD CATEGORIA 6ª	\$ 8.000	\$136.000
1	PATCH PANEL 1U 6ª	\$ 150.000	\$150.000
1	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE KIT DE PROTECCIÓN PARA LÍNEA TELEFÓNICA	\$ 250.000	\$250.000
1	SUMINISTRO, INSTALACIÓN Y PUESTA EN FUNCIONAMIENTO DEL RESPALDO ELÉCTRICO PARA FALLAS DE ENERGÍA	\$ 285.000	\$285.000
		<b>TOTAL</b>	<b>\$6.959.000,00</b>

## CONCLUSIONES

De acuerdo al análisis, diseño e implementación del sistema de telefonía IP-PBX del Colegio Bilingüe de Cartagena y la Institución Lámpara Maravillosa se concluye que:

Para implementar un sistema de telefonía IP es necesario realizar el estudio del tráfico telefónico, de acuerdo con el estudio realizado se estableció que:

- a. Las horas de mayor tráfico en el Instituto Lámpara Maravillosa y Colegio Bilingüe de Cartagena, se sitúan entre las 7 y 10 am.
- b. El número de troncales que requiere el Colegio Bilingüe de Cartagena son dos (2).

En el diseño de un sistema de telefonía IP es importante determinar el tipo de codificador de audio a utilizar, porque de este dependerá la mayor o menor compresión de los datos, según los cálculos técnicos el codec a implementar en el sistema de telefonía IP de las Instituciones es el G.729A, porque optimiza la capacidad del canal y mantiene la calidad en la transmisión de la voz.

La implementación de la central telefónica Asterisk, es importante para las instituciones porque brinda un paquete de servicios necesarios como: llamadas en espera, transferencia de llamadas, conferencias, buzón de voz, buzón de correos, gestión de colas, parqueo de llamada y operadora automática.

La utilización de una VPN (Virtual Private Network) es necesaria, porque es una herramienta, que ofrece los recursos para realizar la interconexión entre el Colegio Bilingüe de Cartagena y el Instituto Lámpara Maravillosa, utilizando la tecnología con que cuentan las Instituciones, además su implementación no genera costo adicional.

## RECOMENDACIONES

Existen varias formas de realizar la interconexión entre el Colegio Bilingüe de Cartagena y el Instituto Lámpara Maravillosa, pero en nuestro concepto, la implementación más factible, teniendo en cuenta la infraestructura tecnológica y la relación costo beneficio, es la realización de una conexión a través de una VPN (Virtual Private Network). Nuestra recomendación además es adquirir el plan de Voz y Datos de 6000K, porque nos brinda un menor rehúso y permite la escalabilidad del sistema a un costo muy similar al plan de datos actual.

Recomendamos la contratación de una troncal SIP que permita la administración de los servicios de la IP PBX, que ofrezca simultaneidad de llamadas, reducción de costos, disfrutando de mejores precios en las llamadas nacionales e internacionales y obteniendo descuentos por empaquetamiento y tarifa de conexión. En el mercado existen empresas que ofrecen este servicio con una tarifa más económica que una llamada convencional. El **Anexo 4** presenta las tarifas para una troncal SIP.

Se propone adquirir una planta celular programable M10, que convierte una línea celular GSM en análoga, que se integra a la IP-PBX permitiendo recibir y realizar llamadas a la plataforma celular.

Para la administración, soporte y mantenimiento de la central IP-PBX, se recomienda la contratación de un plan de soporte técnico que acuda en caso de



fallas, problemas técnicos de software o de hardware, y que ofrezca una disponibilidad 24/7. En el **Anexo 5** se adjunta propuesta de mantenimiento de la empresa ELECTROMUNDO.

## BIBLIOGRAFÍA

**SHAH, Steven, SOYINKA, Wale.** Manual de administración de Linux. 4ta Ed. McGraw-Hill, 2007. 620 pag.

**STALLINGS, William.** Comunicaciones y Redes de Computadores. 7° Ed. Pearson Prentice Hall 2004 896 pag.

**MEGGELEN, Jim Van, MADSEN, Leif, SMITH, Jared.** Asterisk. The Future of Telephony 2° Ed. O'REILLY, 2007 604 pag.

**ODOM, Wendell. CCENT/CCNA ICND1.** 2da Ed. Cisco Press, 2008. 605 pág.

**LANDIVAR, Edgar.** Comunicaciones Unificadas con Elastix. Vol. 2. 2009

**MUÑOZ, Alfio.** Elastix al ritmo de merengue. Versión 1.3; 2010. 310 Pág.

**ASTERISK: the open source PBX – Telephony platform.** Disponible en internet:

<http://www.asterisk.org/>

**LINUX COMMAND DIRECTORY** <http://oreilly.com/linux/command-directory/>

**G729 CODEC.** <http://www.digium.com/en/products/g729codec.php/>

**MANUALES Y LIBROS.** Elastix. <http://www.elastix.org/index.php/es/informacion-del-producto/manuales-libros.html/>

**VOIP BANDWIDTH CALCULATOR.** <http://www.bandcalc.com/es/>.

## **ANEXOS**

## ANEXOS 1

### Códigos de configuración

		Usar Por defecto?	Característica Estado
<b>Blacklist</b>			
Blacklist a number	*30	<input checked="" type="checkbox"/>	Habilitado ▾
Blacklist the last caller	*32	<input checked="" type="checkbox"/>	Habilitado ▾
Remove a number from the blacklist	*31	<input checked="" type="checkbox"/>	Habilitado ▾
<b>Call Forward</b>			
Call Forward All Activate	*72	<input checked="" type="checkbox"/>	Habilitado ▾
Call Forward All Deactivate	*73	<input checked="" type="checkbox"/>	Habilitado ▾
Call Forward All Prompting Deactivate	*74	<input checked="" type="checkbox"/>	Habilitado ▾
Call Forward Busy Activate	*90	<input checked="" type="checkbox"/>	Habilitado ▾
Call Forward Busy Deactivate	*91	<input checked="" type="checkbox"/>	Habilitado ▾
Call Forward Busy Prompting Deactivate	*92	<input checked="" type="checkbox"/>	Habilitado ▾
Call Forward No Answer/Unavailable Activate	*52	<input checked="" type="checkbox"/>	Habilitado ▾
Call Forward No Answer/Unavailable Deactivate	*53	<input checked="" type="checkbox"/>	Habilitado ▾
Call Forward Toggle	*740	<input checked="" type="checkbox"/>	Habilitado ▾
<b>Call Waiting</b>			
Call Waiting - Activate	*70	<input checked="" type="checkbox"/>	Habilitado ▾
Call Waiting - Deactivate	*71	<input checked="" type="checkbox"/>	Habilitado ▾
<b>Core</b>			
Asterisk General Call Pickup	*8	<input checked="" type="checkbox"/>	Enabled ▾
ChanSpy	555	<input checked="" type="checkbox"/>	Enabled ▾
Directed Call Pickup	**	<input checked="" type="checkbox"/>	Enabled ▾
In-Call Asterisk Attended Transfer	*2	<input checked="" type="checkbox"/>	Enabled ▾
In-Call Asterisk Blind Transfer	# #	<input checked="" type="checkbox"/>	Enabled ▾
In-Call Asterisk Disconnect Code	**	<input checked="" type="checkbox"/>	Enabled ▾
In-Call Asterisk Toggle Call Recording	*1	<input checked="" type="checkbox"/>	Enabled ▾
Simulate Incoming Call	7777	<input checked="" type="checkbox"/>	Enabled ▾
User Logoff	*12	<input checked="" type="checkbox"/>	Enabled ▾
User Logon	*11	<input checked="" type="checkbox"/>	Enabled ▾
ZapBarge	888	<input checked="" type="checkbox"/>	Enabled ▾

---

**Dictation**

Email completed dictation	<input type="text" value="*35"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Enabled <input type="button" value="v"/>
Perform dictation	<input type="text" value="*34"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Enabled <input type="button" value="v"/>

**Do-Not-Disturb (DND)**

DND Activate	<input type="text" value="*78"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Enabled <input type="button" value="v"/>
DND Deactivate	<input type="text" value="*79"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Enabled <input type="button" value="v"/>
DND Toggle	<input type="text" value="*76"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Enabled <input type="button" value="v"/>

**Fax Configuration**

Dial System FAX	<input type="text" value="666"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Enabled <input type="button" value="v"/>
-----------------	----------------------------------	-------------------------------------	--

**Follow Me**

Findme Follow Toggle	<input type="text" value="*21"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Enabled <input type="button" value="v"/>
----------------------	----------------------------------	-------------------------------------	--

**Gabcast**

Connect to Gabcast	<input type="text" value="*422"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Enabled <input type="button" value="v"/>
--------------------	-----------------------------------	-------------------------------------	--

**Info Services**

Call Trace	<input type="text" value="*69"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Enabled <input type="button" value="v"/>
Directory	<input type="text" value="#"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Enabled <input type="button" value="v"/>
Echo Test	<input type="text" value="*43"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Enabled <input type="button" value="v"/>
Speak Your Exten Number	<input type="text" value="*65"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Enabled <input type="button" value="v"/>
Speaking Clock	<input type="text" value="*60"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Enabled <input type="button" value="v"/>

**Paging and Intercom**

Intercom prefix	<input type="text" value="*80"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Disabled <input type="button" value="v"/>
User Intercom Allow	<input type="text" value="*54"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Disabled <input type="button" value="v"/>
User Intercom Disallow	<input type="text" value="*55"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Disabled <input type="button" value="v"/>

**Phonebook Directory**

Phonebook dial-by-name directory	<input type="text" value="411"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Enabled <input type="button" value="v"/>
----------------------------------	----------------------------------	-------------------------------------	--

**Queues**

Queue Toggle	<input type="text" value="*45"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Enabled <input type="button" value="v"/>
--------------	----------------------------------	-------------------------------------	--

### Recordings

Check Recording	<input type="text" value="*99"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Enabled <input type="button" value="v"/>
Save Recording	<input type="text" value="*77"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Enabled <input type="button" value="v"/>

### Speed Dial Functions

Set user speed dial	<input type="text" value="*75"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Enabled <input type="button" value="v"/>
Speedial prefix	<input type="text" value="*0"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Enabled <input type="button" value="v"/>

### Voicemail

Dial Voicemail	<input type="text" value="*98"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Enabled <input type="button" value="v"/>
My Voicemail	<input type="text" value="*97"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Enabled <input type="button" value="v"/>

## ANEXOS 2

### Configuración del PAP2T

Tabla 11. Comando de configuración de PAP2T

COMANDOS	DESCRIPCIÓN
****	Tecleando en un teléfono conectado en el PAP2T se accede al menú IVR del adaptador
100#	Indica el estado de DHCP (1) activo,( 0) desactivado
101#	Cambia el estado de DHCP (1 activa //0 desactiva )
110#	IP del PAP2T
111#	Asigna una IP fija al PAP2T
120#	Mascara subred del PAP2T
121#	Fija la máscara de subred del PAP2T
130#	Nos indica el Gateway por defecto
131#	Establece el Gateway por defecto
150#	Nos dice el Firmware por defecto
73738#	Reset total del Dispositivo

## ANEXOS 3

### Convertidor de medios de 1000 Mbps

**OvisLink**  
The Total Networking Solution

#### FAMILIA OV-1000

Convertidor de medio 1000 Mbps.  
De Cobre (RJ45) a Fibra Óptica (SC)



Índice

2.2

Amplia gama de convertidores de medio, de cobre a fibra óptica a 1000 Mbps. y con variedad de conectores (SC) y distancias de hasta 20 km.

#### Características técnicas / Especificaciones:

- **Estándares:**
  - IEEE 802.3ab 1000BASE-T.
  - IEEE 802.3z 1000BASE-SX/LX.
- **Puertos Fijos:**
  - De 1000BaseT a 1000BaseSX/LX: 1 TX port, 1 FX port.
  - De 1000BaseSX/LX a 1000BaseLX: 2 FX ports.
- **Velocidad:** 1000/2000Mbps en half/full duplex.
- **Ratio de transmisión:** 1,488,000pps en 1000Mbps.
- **Indicadores LED:**
  - 1000T-1000SX/LX: Power; TX; RX; FDX/COL; LNKF; LNKC.
  - 1000SX/LX - 1000LX: Power; SDA; SDB.
- **Dimensiones:** 110 × 81 × 23 mm.
- **Peso:** 150 gr.
- **Alimentación:** Fuente de alimentación 9 ~ 20 Vdc; 600mA.
- **Consumo:** 5W Max.
- **Temperatura en funcionamiento:** 0°C ~ 40°C (32°F ~ 104°F).
- **Temperatura en almacén:** -25°C ~ 70°C (-13°F ~ 158°F).
- **Humedad:** 10 ~ 90%, sin condensación.
- **Certificados:** FCC part 15 Class A, CISPR Class A, VCCI Class A, CE Mark, UL.





## ANEXOS 4

### Tarifas Troncal Sip

PRODUCTO	TECNOLOGÍA	PLAN	TARIFA			
			NOMINAL	NOMINAL CON IVA	PAQUETE	PAQUETE CON IVA
TRONCAL SIP	TODAS	3.000	15.400	17.864	15.400	17.864
		6.000	66.667	77.334	66.667	77.334
		10.000	100.000	116.000	100.000	116.000
		15.000	108.333	125.666	108.333	125.666
		20.000	116.667	135.334	116.667	135.334
		30.000	125.000	145.000	125.000	145.000
		45.000	133.333	154.666	133.333	154.666
		60.000	150.000	174.000	150.000	174.000
		80.000	158.333	183.666	158.333	183.666
		90.000	166.667	193.334	166.667	193.334
		Plan Ilimitado	249.167	289.034	249.167	289.034
		Acceso Adicional	56.000	64.960	56.000	64.960
		Numeración Adicional Decena	39.000	45.240	39.000	45.240



## ANEXOS 5

Soporte técnico ELECTROMUNDO.

### Servicio de Soporte Técnico

Nuestra empresa puede brindar el servicio de soporte técnico, si después de transcurrido el periodo pactado para la administración y el soporte de la central su organización así lo decide, por lo cual **ELECTROMUNDO** se compromete atender las fallas e incidentes reportados y generados por su empresa después de los veinticuatro (24) meses pactados, contratando nuestra póliza para soporte por un periodo mínimo de doce (12) meses adicionales.

Si terminado el periodo de Administración y soporte técnico, se decide no contratar nuestra poliza para soporte técnico, todos los casos de fallas o soportes, se facturan al cliente por horas de acuerdo a nuestra tablas de incidentes de la siguiente manera:

Item	Soporte Técnico por Hora	Valor
1	Nivel 1	\$70.000.00
2	Nivel 2	\$90.000.00
3	Nivel 1 Nocturno	\$120.000.00
4	Nivel 2 Nocturno	\$150.000.00

### Personal Técnico

**ELECTROMUNDO** suministrará un personal totalmente capacitado, idóneo y necesario para realizar la implementación del sistema de Telefonía IP, este personal tendrá una disponibilidad de tiempo completo para la ejecución del proyecto. **ELECTROMUNDO** se compromete a cumplir con todas las normas de seguridad industrial en el desarrollo del proyecto y garantizará los cuidados y precauciones necesarias para el desarrollo del mismo.