



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

**CARRERA DE INGENIERÍA EN ELECTRÓNICA Y
REDES DE COMUNICACIÓN**

TEMA:

**SERVICIO DE CALL CENTER E INTERCONEXIÓN DE LA
CENTRAL DEL DIARIO INDEPENDIENTE Y SUS CUATRO
SUCURSALES CON LA UTILIZACIÓN DE SOFTWARE LIBRE**

**PROYECTO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO EN
ELECTRÓNICA Y REDES DE COMUNICACIÓN**

AUTOR:

PUGA JÁCOME CRISTIAN EDUARDO

DIRECTOR:

MICHILENA JAIME. ING

IBARRA, Enero del 2013



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

BIBLIOTECA UNIVERSITARIA

AUTORIZACIÓN DE USO Y PUBLICACIÓN A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

1. IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA

La UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE dentro del proyecto Repositorio Digital Institucional determina la necesidad de disponer de textos completos en formato digital con la finalidad de apoyar los procesos de investigación, docencia y extensión de la Universidad.

Por medio del presente documento dejo sentada mi voluntad de participar en este proyecto, para lo cual pongo a disposición la siguiente información.

DATOS DEL CONTACTO	
Cédula de Identidad	1002698601
Apellidos y Nombres	Puga Jácome Cristian Eduardo
Dirección	Ramón Alarcón 19xx y José Nicolás H.
Email	Eduardo_puga@hotmail.es
Teléfono Móvil	0994896986

DATOS DE LA OBRA	
Título	SERVICIO DE CALL CENTER E INTERCONEXION DE LA CENTRAL DEL DIARIO INDEPENDIENTE Y SUS CUATRO SUCURSALES CON LA UTILIZACION DE SOFTWARE LIBRE
Autor	Puga Jácome Cristian Eduardo
Programa	Pregrado
Título por el que aspira	Ingeniero en Electrónica y Redes de Comunicación
Director	Ing. Jaime Michilena

2. AUTORIZACIÓN DE USO A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD

Yo, Cristian Eduardo Puga Jácome, con cédula de identidad Nro. 1002698601, en calidad de autor y titular de los derechos patrimoniales de la obra o trabajo de grado descrito anteriormente, hago entrega del ejemplar respectivo en forma digital y autorizo a la Universidad Técnica del Norte, la publicación de la obra en el Repositorio Digital Institucional y uso del archivo digital en la biblioteca de la Universidad con fines académicos, para ampliar la disponibilidad de material y como apoyo a la educación, investigación y extensión, en concordancia con la ley de Educación Superior Artículo 143.



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR DEL TRABAJO DE GRADO A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

Yo, **Cristian Eduardo Puga Jácome**, con cédula de identidad Nro. 1002698601, manifiesto mi voluntad de ceder a la Universidad Técnica del Norte los derechos patrimoniales consagrados en la Ley de Propiedad Intelectual del Ecuador, Artículos 4, 5 y 6, en calidad de autor del trabajo de grado denominado **“SERVICIO DE CALL CENTER E INTERCONEXION DE LA CENTRAL DEL DIARIO INDEPENDIENTE Y SUS CUATRO SUCURSALES CON LA UTILIZACION DE SOFTWARE LIBRE”**, que ha sido desarrollado para optar por el título de **Ingeniero en Electrónica y Redes de Comunicación**, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente.

En mi condición de autor me reservo los derechos morales de la obra antes citada. En concordancia suscribo este documento en el momento que hago entrega del trabajo final en el formato impreso y digital a la biblioteca de la Universidad Técnica del Norte.

Firma

Nombre: Cristian Eduardo Puga

Cédula. 1002698601

CONSTANCIA

Yo **CRISTIAN EDUARDO PUGA JÁCOME** declaro bajo juramento que el trabajo aquí descrito es de mi autoría; y que éste no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional.

A través de la presente declaración cedo los derechos de propiedad intelectual correspondiente a este trabajo, a la Universidad Técnica del Norte, según lo establecido por las leyes de propiedad intelectual, reglamentos y normatividad vigente de la Universidad Técnica del Norte.

(Firma)

Nombre: Cristian Eduardo Puga
Cédula. 1002698601

(Firma)

Nombre: ING. BETTY CHAVEZ
Cargo: JEFE DE BIBLIOTECA

CERTIFICACIÓN

Certifico que el presente trabajo de titulación **“SERVICIO DE CALL CENTER E INTERCONEXION DE LA CENTRAL DEL DIARIO INDEPENDIENTE Y SUS CUATRO SUCURSALES CON LA UTILIZACION DE SOFTWARE LIBRE”** fue desarrollado en su totalidad por el Sr: Cristian Eduardo Puga Jácome, bajo mi supervisión.



Jaime Michilena Ing.
DIRECTOR DE TESIS

AGRADECIMIENTO

Deseo expresar mi sincera gratitud a todas aquellas personas que me ayudaron en la planificación, desarrollo y culminación del presente Proyecto, principalmente a Dios, quien guía mi camino día tras día, y ha sembrado en mi Madre, Esposa e Hija y el apoyo incondicional que me ha brindado a diario. Físicamente no estás pero siento que desde que partiste nos cuidas a todos cada vez más, Padre donde quiera que estés espero que te sientas orgulloso de tu hijo.

A mis maestros que han cultivado en mí el árbol del conocimiento y la ciencia, ya que me han demostrado su buena voluntad y desinterés para con la juventud emprendedora y revolucionaria que se forja día a día en las aulas de nuestra Universidad.

Agradezco al Diario Seminario Independiente por haberme permitido aplicar mi proyecto en sus instalaciones, por el interés demostrado a las distintas peticiones de información de su empresa y demás apoyos

DEDICATORIA

A mi Madre Lupe Jácome, mi esposa Valeria Chamba e Hija Mishell Puga, y demás familiares que me supieron dar su apoyo incondicional, para mis auténticos maestros y verdaderos amigos, quienes de uno u otra manera me enseñaron a orientarme y me ayudaron a crecer como persona y en lo profesional.

TABLA DE CONTENIDO

AUTORIZACIÓN	I
CESIÓN DE DERECHOS	II
CONSTANCIA	III
AGRADECIMIENTO	V
DEDICATORIA	VI
TABLA DE CONTENIDO	VII
ÍNDICE DE FIGURAS	XIV
INDICE DE TABLAS	XIX
RESUMEN	XXI
ABSTRACT	XXIII
CAPITULO I	1
TRANSFERENCIA DE VOZ Y DATOS POR MEDIO DE PAQUETES IP	1
1.1. LA VOZ	2
1.2.1. DIGITALIZACIÓN DE LA VOZ	2
1.2.1.1 Muestreo	3
1.2.1.2. Cuantificación	4
1.2.1.3. Codificación	4
1.2.2. COMPRESIÓN	5
1.2.2.1. Compresión sin pérdidas	5
1.2.2.2. Compresión con pérdidas	5
1.3. SEÑALIZACIÓN	5
1.3.1. H.323	6
1.3.2. SIP	6
1.3.2.1. Beneficios de SIP	7
1.3.2.2 Diseño del Protocolo	9
1.3.2.3 Capa de transporte en SIP	9
1.3.2.4 Elementos de red SIP	10
1.2.3.5.1 Mensajes del Protocolo SIP	10

1.3.3. MEGACO O H.248	12
1.3.4. IAX2	12
1.3.4.1. Estructura	12
1.3.4.2. Objetivo	12
1.3.4.3. Sesión IAX.....	13
1.3.4.4. Categorías	14
1.3.4.4.1. Trama F o full Frame de IAX2.....	15
1.3.4.4.2 Trama M o Mini trama de IAX2.	16
1.3.4.5 Funcionamientos.	17
1.3.4.6 Características.	17
1.4.1. PROTOCOLOS NECESARIOS PARA TRANSMITIR DE VOZ SOBRE PAQUETES IP....	18
1.4.1.1 Modelos de Referencia.	18
1.4.1.2 OSI	19
1.4.1.3 Protocolo IP (Protocolo Internet).....	21
1.4.1.4. Datagrama IP.	22
1.4.1.5 Protocolo TCP/IP.....	25
1.4.3. Protocolos de transporte.	28
1.4.3.1. Protocolo TCP (Protocolo de Control de Transmisión).....	28
1.4.3.2. Protocolo UDP (protocolo de datos de usuario).....	29
1.4.3.3 Servicios sobre el protocolo IP.....	30
1.5. APLICACIONES EN TIEMPO REAL.....	30
1.5.1. CONDICIONES DE RED Y CARACTERÍSTICAS DE TRÁFICO EN TIEMPO REAL.....	30
1.6. TRANSFERENCIA DE VOZ Y DATOS POR MEDIO DE PAQUETES IP.....	32
1.6.1. FUNDAMENTOS DE VOZ SOBRE IP.	32
1.6.2. VOZ SOBRE IP (VOIP).	32
1.6.3. CARACTERÍSTICAS DE VOZ SOBRE IP.	34
1.6.4. ELEMENTOS DE LA VOZ SOBRE IP.	34
1.6.5. EL ESTÁNDAR VOZ SOBRE IP.....	35
1.6.6. TIPOS DE RED.	37

1.6.7. TRAMA VOIP.	37
1.6.7.1 Campos de la trama.	38
1.6.8 FUNCIONAMIENTO DE UNA RED VOIP.	39
1.6.9 CALIDAD DE SERVICIO QoS EN REDES IP.	42
1.6.9.1 Parámetros de calidad de servicio.	42
1.6.9.2 Factores que influyen en la calidad de la voz.	45
1.6.9.3 Métodos para medir la calidad de voz	47
1.6.9.4 Mediciones Recomendadas para determinar la calidad de la voz.....	48
1.6.9.5 Medición de Calidad de voz	48
1.7 CODECS	49
1.7.1 FUNSION DE LOS CODECS EN VoIP.....	49
1.8 CENTRALES TELEFÓNICAS	52
1.8.1 CENTRALES ANALÓGICAS.	52
1.8.1.1 Estructura de la PSTN.....	52
1.8.2 CENTRALES DIGITALES.	53
1.8.3 CENTRALES VOIP.	54
1.8.3.1 Funcionalidades.	54
1.9 IPBX	55
1.9.1 TIPOS DE IPBX	55
1.9.1.1 IPBX propietarias.	56
1.9.1.2 IPBX basados en software.	56
1.9.1.2.1 Asterisk.....	56
1.9.1.2.2 Trixbox.....	58
1.9.1.2.3 Versiones de Trixbox.....	60
1.9.1.2.4 Interfaces.....	60
1.10 TRONCAL	62
1.10.1 GRADO DE SERVICIO	64
CAPITULO II	66

ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL Y DETERMINACIÓN DE EQUIPOS	66
2.1 ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL DE LA RED Y EQUIPOS.....	66
2.2 DESCRIPCIÓN DE LA RED DE DATOS	67
2.2.1 TOTAL DE EQUIPOS MATRIZ (QUITO)	68
2.2.3 PERSONAL GENERAL DE LA EMPRESA (MATRIZ Y SUCURSALES).....	70
2.3 REQUERIMIENTOS DE FUNCIONAMIENTO DE LA CENTRAL VOIP.....	71
2.4 PROPUESTA DE IMPLEMENTACIÓN DEL PROYECTO.....	73
2.4.1 PRIMERA ETAPA.	73
2.4.1.1 Normas:.....	74
2.4.1.2 Servidor.	75
2.4.1.3 Equipos.....	75
2.4.2 SEGUNDA ETAPA.....	76
2.4.3 TERCERA ETAPA.	76
2.5 DISEÑO DEL CABLEADO ESTRUCTURADO DEL DIARIO INDEPENDIENTE.....	77
2.5.1 TECNOLOGIA A UTILIZAR	77
2.5.2 DISEÑO DE LA RED DE LA OFICINA MATRIZ Y SUCURSALES	79
2.5.3 DISEÑO DE LA RED EN LA OFICINA MATRIZ	79
2.5.3.1 Diseño de la red Pasiva	79
2.5.3.1.1 Área de trabajo.....	80
2.5.3.1.2 Topología de la red LAN.	81
2.5.3.1.3 Cableado Horizontal.....	81
2.5.3.1.4 Dimensionamiento de las canaletas	87
2.5.3.1.5 Accesorios a Instalar	87
2.5.3.1.6 Patch Cords.....	88
2.5.3.1.7 Resumen de Materiales	88
2.5.3.1.8 Área De Equipos	89
2.5.3.1.9 Infraestructura De Datos Entrada/Acometida	89
2.5.3.2 Diseño de la Red Activa	90
2.5.4 DISEÑO DE LA RED EN LAS OFICINAS SUCURSALES	92

2.5.5 DISEÑO DE LA RED LAN LÓGICA DE LA OFICINA MATRIZ	92
2.5.5.1 Topología de la red LAN	93
2.5.5.2 Direccionamiento de la red LAN.....	93
CAPITULO III	95
SISTEMA DE TRANSMISIÓN DE SERVICIOS.....	95
3.1 DETERMINACION DEL CANAL DE TRANSMISIÓN.....	96
3.1.1 CALCULO DEL ANCHO DE BANDA	96
3.1.2. DIMENSIONAMIENTO DE LA RED LAN	98
3.1.2.1 Cálculo de ancho de banda para aplicaciones de datos	99
3.1.2.1.1 <i>Correo</i>	99
3.1.2.1.2 <i>Internet</i>	100
3.1.3 REQUERIMEINTOS DE ANCHO DE BANDA PARA VoIP	101
3.2 SELECCIÓN DEL CODEC.....	105
3.3 CALCULO DEL ANCHO DE BANDA PARA VoIP.....	106
3.4 DETERMINACIÓN DEL ANCHO DE BANDA TOTAL PARA EL SISTEMA	107
3.5 DISEÑO DE LA RED WAN.....	108
3.5.1 RED WAN DIARIO INDEPENDIENTE.....	109
3.5.2 CONFIGURACION DE SERVICIO NO-IP	110
3.5.3 CONFIGURACION DE CLIENTE NO-IP EN LINUX.....	114
4.1 SISTEMAS DE PBX DE CODIGO ABIERTO	117
4.1.1 OTROS SISTEMA DE PBX.....	118
4.1.1.1 <i>Elastix</i>	119
4.1.1.2 <i>Cisco</i>	119
4.2 TRIXBOX (ASTERISK).....	120
4.3 CONFIGURACIÓN DEL SERVIDOR VoIP	121
4.3.1 INSTALANDO TRIXBOX.....	121
4.3.2 CONFIGURACIÓN DE INTERFAZ DE RED ETH0	126
4.3.3 INICIANDO TRIXBOX.....	126

4.3.4 PLAN DE NUMERACION	127
4.3.5 SERVICIOS A IMPLEMENTAR CON TRIXBOX	129
4.3.6 CONFIGURACIÓN DE LOS SERVICIOS	129
4.3.6.1 Extensiones	130
4.3.6.2 Diseño y Configuración del IVR	135
4.3.6.2.1 <i>Diseño</i>	135
4.3.6.2.2 <i>Configuración</i>	141
4.3.7 HARWARE.-	148
4.3.8 TRUNK	152
4.3.8.1 Configuración de Trunk IAX2	152
4.4 CONFIGURACIONES PARA EL DIARIO	156
4.4.1 PUBLICACIÓN DEL DOMINIO	156
4.4.2 EXTENSIONES	158
4.4.3 IVR.....	160
4.4.4 Configuración de la PSTN.....	161
4.4.4.1 Rutas Salientes (Outbound Routes)	164
4.4.4.2 Rutas Entrantes (Inbound Routes).....	165
4.5 PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO	166
4.5.1 ESTABLECIMIENTO DE SERVIDORES.....	166
4.5.2 EXTENSIONES SIP.....	168
4.5.2.1 Comunicación entre extensiones dentro de la misma red.	168
4.5.2.2 Llamada desde un equipo externo (remoto) a la red Interna.....	171
4.5.2.3 Llamada desde y hacia la PSTN.....	173
4.5.2.4 Llamadas simultáneas: Llamada entre extensiones y llamada de una tercera extensión al exterior (PSTN).	177
4.5.3 VALORACION DE LA CALIDAD DE VOZ POR EL PERSONAL.....	177
4.5.4 PRESUPUESTO	178
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES:	179
CONCLUSIONES	179

RECOMENDACIONES	180
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	181
ANEXOS	184
ANEXO A TABLA DE ERLANGS B.....	185
ANEXO B COBERTURA DE CIRCULACIÓN DEL DIARIO	186
ANEXO C PLANOS DE LAS OFICINAS SUCURSALES.....	189
ANEXO D EQUIPOS A IMPLEMENTAR EN SUCURSALES	191
ANEXO E Cálculos Cableado Estructurado Sucursales	192
ANEXO F Etiquetado De Los Puntos De Red De Sucursales.....	195
ANEXO G Tabla de Resumen del Cableado Estructurado	197
ANEXO H Diseños De Cableado De Las Sucursales.....	199
ANEXO I.....	200
IVR II	200
NOMINA DEL PERSONAL DEL DIARIO INDEPENDIENTE	201

ÍNDICE DE FIGURAS

<i>Figura 1. Sesión IAX</i>	13
<i>Figura 2. Trama F</i>	15
<i>Figura 3 Trama M</i>	16
<i>Figura 4. Capas del Modelo OSI</i>	19
<i>Figura 5. Datagrama IP</i>	22
<i>Figura 6. Capas del Modelo TCP/IP</i>	26
<i>Figura 7. Modelo OSI vs TCP/IP</i>	27
<i>Figura 8. Elementos de una Red VoIP</i>	34
<i>Figura 9. Trama VoIP sobre la Red LAN</i>	38
<i>Figura 10. Trama de VoIP sobre una Red WAN.</i>	38
<i>Figura 11. Flujo grama de una Llamada VoIP.</i>	39
<i>Figura 12. Router, Gateway de VoIP.</i>	40
<i>Figura 13. PBX y Router en red VoIP</i>	40
<i>Figura 14. Referencia de Protocolo VoIP al Modelo OSI.</i>	41
<i>Figura 15. Computador con tarjeta VoIP</i>	61
<i>Figura 16. Fotografía de equipo Real</i>	62
<i>Figura 17. Plano de Oficina Matriz Quito del Diario Semanario Independiente.</i>	67
<i>Figura 18 Cableado Estructurado Oficina Quito</i>	84
<i>Figura 19 Distribución de Puertos del Patch Panel</i>	86
<i>Figura 20 Distribución de Puertos Switch</i>	87
<i>Figura 21 Diagrama de la red LAN</i>	93
<i>Figura 22 Extracto de la Tabla de Erlangs</i>	103
<i>Figura 23 Esquema de la Red WAN</i>	109
<i>Figura 24 Página web de NO-IP</i>	110

<i>Figura 25 Selección de Tipo de Cuenta</i>	111
<i>Figura 26 Formulario de Registro.</i>	111
<i>Figura 27 Añadir Host</i>	112
<i>Figura 28 Añadir Host a NO-IP</i>	112
<i>Figura 29 Presentación de lista de Dominios</i>	113
<i>Figura 30 Programa cliente de NO-IP</i>	114
<i>Figura 31 Menú de noip2 (pantalla congelada)</i>	115
<i>Figura 32 Pantalla de Página Web de TRIXBOX</i>	120
<i>Figura 33 Descargando TRIXBOX</i>	120
<i>Figura 34 Pantalla de Inicio de TRIXBOX</i>	122
<i>Figura 35 Pantalla de selección del Idioma para la instalación</i>	122
<i>Figura 36 Lista de Selección del Uso Horario</i>	123
<i>Figura 37 Ingreso de Contraseña para root</i>	123
<i>Figura 38 Proceso de Instalación</i>	124
<i>Figura 39 Arranque de S.O.</i>	125
<i>Figura 40 Pantalla de Ingreso al S.O.</i>	125
<i>Figura 41 Ingreso a TRIXBOX</i>	126
<i>Figura 42 Presentación de TRIXBOX acceso web</i>	127
<i>Figura 43 Pantalla de Inicio de TRIXBOX</i>	130
<i>Figura 44 Pantalla Menú de PBX</i>	131
<i>Figura 45 Pantalla del Menú Extensiones</i>	131
<i>Figura 46 Menú de Extensiones</i>	132
<i>Figura 47 Configuración de Extensión SIP</i>	133
<i>Figura 48 Configuración de password de Extensión</i>	133
<i>Figura 49 Configuración del Correo de Voz</i>	134

<i>Figura 50 Aplicar las configuraciones realizadas</i>	134
<i>Figura 51 Esquema del IVR a implementarse.....</i>	139
<i>Figura 52 Diagrama de flujo del IVR propuesto.....</i>	140
<i>Figura 53 Menú de PBX</i>	143
<i>Figura 54 Configurando extensión en System Recording</i>	144
<i>Figura 55 Grabar reproducciones de IVR</i>	144
<i>Figura 56 Texto de Reproducciones de IVR</i>	145
<i>Figura 57 Submenú de PBX configuración IVR.....</i>	146
<i>Figura 58 Menú de Configuración del IVR</i>	146
<i>Figura 59 Plantilla de configuración de una opción del IVR</i>	147
<i>Figura 60 Tarjeta Open Vox y Módulos FXO, FXS.....</i>	148
<i>Figura 61 Modulo FXO para agregar a la tarjeta TDM400P</i>	148
<i>Figura 62 Módulo FXS para agregar a la tarjeta TDM400P</i>	149
<i>Figura 63 Reconocimiento de tarjeta de comunicación PCI</i>	150
<i>Figura 64 Consola de Asterisk</i>	150
<i>Figura 65 Reconocimiento de módulos y su Configuración</i>	151
<i>Figura 66 Configurando puerto PSTN</i>	151
<i>Figura 67 Menú Añadir Trocal.....</i>	152
<i>Figura 68 Campos de troncal IAX2</i>	153
<i>Figura 69 Forma Configuración Rutas Salientes.....</i>	154
<i>Figura 70 Presentación de Modem Huawei HG520s.....</i>	156
<i>Figura 72 Ingreso de IP del Servidor VoIP</i>	157
<i>Figura 71 Menú de Modem Activación DMZ</i>	157
<i>Figura 73 Ingreso Web al servidor utilizando Dominio NO-IP</i>	158
<i>Figura 74 Parámetros de Configuración de Extensiones</i>	159

<i>Figura 75 Extensiones creadas en el Servidor</i>	159
<i>Figura 76 Menú de inicio del IVR</i>	160
<i>Figura 77 Opciones del IVR</i>	161
<i>Figura 78 Menú de TRUNK's</i>	162
<i>Figura 79 Pantalla de Configuración PSTN</i>	162
<i>Figura 80 Línea de Comandos de Trixbox</i>	163
<i>Figura 81 Archivo dahdi-channels.conf</i>	163
<i>Figura 82 Configuración Rutas Saliente</i>	164
<i>Figura 83 Configuración Ruta Entrante</i>	165
<i>Figura 84 Comando ping a dominio de servidor VoIP</i>	167
<i>Figura 85 Ingreso de Dominio en Putty</i>	167
<i>Figura 86 Acceso a Consola de TRIXBOX</i>	168
<i>Figura 87 Servidor VoIP y 2 extensiones</i>	168
<i>Figura 88 Extensiones habilitadas</i>	169
<i>Figura 89 Llamada de extensión 7116 a 7107</i>	170
<i>Figura 90 Ejecución de llamada VoIP</i>	170
<i>Figura 91 Gráfico de Transmisión de Paquetes</i>	171
<i>Figura 92 Llamada VoIP entre extensiones interna y externa</i>	171
<i>Figura 93 Llamada VoIP Ejecutada</i>	172
<i>Figura 94 Gráfica de la llamada VoIP</i>	173
<i>Figura 95 Esquema de la llamada</i>	173
<i>Figura 96 Ingreso de Número al Softphone</i>	174
<i>Figura 97 Captura de Paquetes de Llamada</i>	175
<i>Figura 98 Gráfica del Curso de Paquetes</i>	176
<i>Figura 99 Esquema del Proceso de Llamada</i>	177

<i>Figura 100 Cobertura Nacional del Diario</i>	186
<i>Figura 101 Cobertura Provincia de Sucumbíos</i>	187
<i>Figura 102 Cobertura Provincia De Orellana</i>	187
<i>Figura 103 Cobertura Provincia de Napo</i>	188
<i>Figura 104 Cobertura Provincia de Pastaza</i>	188
<i>Figura 105 Oficina Sucursal Lago Agrio</i>	189
<i>Figura 106 Oficina Sucursal Puyo</i>	189
<i>Figura 107 Oficina Sucursal Pto. Francisco de Orellana</i>	190
<i>Figura 108 Oficina Sucursal Tena</i>	190
<i>Figura 109 Plano Oficina Lago Agrio</i>	192
<i>Figura 110 Plano Oficina Tena</i>	193
<i>Figura 111 Plano Oficina Pto. Francisco de Orellana</i>	193
<i>Figura 112 Plano Oficina Puyo</i>	194
<i>Figura 113 Cableado de la Oficina Lago Agrio</i>	199
<i>Figura 114 Cableado de Oficina Pto. Francisco de Orellana</i>	199

INDICE DE TABLAS

<i>Tabla 1. Categorías de la trama IAX.....</i>	14
<i>Tabla 2 Características de los Codecs.....</i>	50
<i>Tabla 3 Información de Codec y Ancho de Banda de los codecs</i>	50
<i>Tabla 4 Detalle de Ancho de Banda</i>	51
<i>Tabla 5 G711 vs G729.....</i>	51
<i>Tabla 6. Erlang B</i>	65
<i>Tabla 7. Inventario de Equipos Ofc. Quito.....</i>	68
<i>Tabla 8. Inventario de Equipos Extras.....</i>	68
<i>Tabla 9. Distribución de extensiones de las líneas troncales.</i>	69
<i>Tabla 10. Inventario de Equipos Tena</i>	69
<i>Tabla 11. Distribución de Personal en el Diario.</i>	70
<i>Tabla 12 Comparación de Tecnologías LAN.....</i>	77
<i>Tabla 13 Elementos a instalar en el Cableado de la Oficina Matriz</i>	80
<i>Tabla 14 Distribución Física de Puerto de Datos red LAN Quito</i>	85
<i>Tabla 15 Distribución Física de Puertos de Voz red LAN Quito.....</i>	86
<i>Tabla 16 Número de canaletas a Instalar</i>	87
<i>Tabla 17 Accesorios a Emplearse</i>	88
<i>Tabla 18 Total Materiales a Utilizar.....</i>	88
<i>Tabla 19 Cálculo y Asignación del Direccionamiento IP para la Red del Diario Independiente</i>	94
<i>Tabla 20 Asignación de IP's por Provincia</i>	94
<i>Tabla 21. Distribución de usuarios por departamento, Agencias y Aplicaciones.</i>	98
<i>Tabla 22 Calculo de Ancho de Banda de las Ciudades.....</i>	101

<i>Tabla 23 Datos de servicio telefónico en la hora pico</i>	103
<i>Tabla 24 Número de Canales de Voz</i>	104
<i>Tabla 25 Ancho de Banda para VoIP</i>	107
<i>Tabla 26 Ancho de Banda para Transmisión de voz y datos</i>	107
<i>Tabla 27 Sistemas de PBX de Código Abierto</i>	118
<i>Tabla 28 Plan de Numeración Oficina Quito</i>	128
<i>Tabla 29 Plan de Numeración de las Oficinas</i>	128
<i>Tabla 30 Extensiones Creadas Oficina Quito</i>	158
<i>Tabla 31 Resultados de la Evaluación</i>	178
<i>Tabla 32 Presupuesto de Elaboración del Proyecto</i>	178
<i>Tabla 33 Características de Computador a implementar</i>	191
<i>Tabla 34 Inventario de Computadores para Implementación</i>	191
<i>Tabla 35 Resumen de Materiales a Utilizar en el Proyecto</i>	194
<i>Tabla 36 Etiquetado de Puntos de Voz Sucursal Lago Agrio de</i>	195
<i>Tabla 37 Etiquetado de Puntos de Datos Sucursal Lago Agrio</i>	195
<i>Tabla 38 Etiquetado de Puntos de Voz Sucursal Pto. Francisco de Orellana</i>	196
<i>Tabla 39 Etiquetado de Puntos de Datos Sucursal Pto. Francisco de Orellana</i>	196

RESUMEN

Este proyecto tiene como objetivo diseñar un Call Center para las instalaciones del Diario Semanario Independiente de la Ciudad de Quito, incluyendo a todas sus oficinas ubicadas en diferentes provincias del país, estas se encuentran ubicadas en las ciudades de Lago Agrio, Puerto Francisco de Orellana, Tena y Puyo.

Actualmente los costos que se generan en las empresas o microempresas con respecto a la necesidad de comunicación, sean estas internas o externas, utilizando la red telefónica convencional, para el desarrollo de su producto o servicio que brinde o preste a la sociedad, influyen considerablemente a la estabilidad económica de la misma.

El desarrollo de Hardware como de Software que hasta la actualidad existen, nos proveen de herramientas físicas y lógicas, que al fusionarlas podemos generar servicios, que influyen en el desarrollo cotidiano del ser humano, como es la utilización de la Red Telefónica Convencional.

El desarrollo del proyecto se lo segmenta en cuatro capítulos. El primer capítulo muestra una visión clara de los principales conceptos de la transmisión de la voz a través del internet que utilizaremos para el diseño y ejecución de la red VoIP a implementarse.

El capítulo dos se orienta a realizar un diagnóstico situacional del Diario Semanario Independiente para establecer sus deficiencias técnicas con respecto a la implementación a realizarse. El diagnóstico no solo se lo realizó con una visita técnica, sino que además se complementa con un dialogo con los empleados determinando el grado de satisfacción y necesidades que se presentan al momento de generar una llamada con la red telefónica convencional, tras la

información recolectada se planteo la solución de usar el Internet como medio de transmisión para la voz.

El tercer capítulo se centra en el diseño del servidor VoIP, en el cual se describe su construcción por medio de varios subtemas, comenzando con el diseño de la red de datos, el software y hardware que se utilizarán para su implementación y culmina con el presupuesto el cual se lo a segmentado debido a que la implementación se la realizará por etapas.

El cuarto capítulo presenta el desarrollo mismo del servidor, que contempla la instalación y configuración del Software (TRIXBOX) y Hardware (tarjeta OpenVox) a utilizar, también se presenta las pruebas de funcionamiento del servidor.

ABSTRACT

This project aims to design a call center facilities for independent weekly Journal of the City of Quito, including all its offices located in different provinces of the country, these are located in the cities of Lago Agrio, Puerto Francisco de Orellana, Tena and Puyo.

Currently the costs generated in the micro-enterprises with respect to the need for communication, whether internal or external, using the telephone network, to develop your product or service that offers or provides to society, significantly influence economic stability of it.

The development of hardware and software that until now there, provide us physical and logical tools, the same as the merge can generate services, which influence the daily development of the human being, as is the use of the telephone network.

The project development has been segmented into four chapters. The first chapter shows a clear view of the main concepts of the transmission of voice through the Internet, which we will use for the design and implementation of VoIP network to be implemented.

Chapter two aims to conduct a situational analysis of the Independent Workshop Journal to establish its technical deficiencies with respect to the implementation to take place. The diagnosis was made not only with a technical visit, this include a dialogue with

employees by determining the degree of satisfaction and needs that arise when generating a call to the telephone network, once collected the information the solution is to use the Internet as the transmission medium for voice.

The third chapter focuses on the design of the VoIP server, which is described in its construction by several sub-themes, starting with the design of the data network, software and hardware to be used for implementation and culminates with the budget, which has been segmented due to the fact that the implementation is done in stages.

The fourth chapter presents the development of the server itself, which includes the installation and configuration of the Software (TRIXBOX) and Hardware (OpenVox card) to use, it also presents tests server operation.

CAPITULO I

TRANSFERENCIA DE VOZ Y DATOS POR MEDIO DE PAQUETES IP

En el presente capítulo se conceptualiza a la voz como una señal natural y analógica, incluyendo el proceso de codificación que comprende la digitalización y la compresión, como precedente a la señalización y finalmente para ser transmitida por redes de datos, que se fundamentan y forman en los modelos OSI¹ y TCP/IP² respectivamente.

Luego de estudiar cada uno de los procesos que la voz debe transitar para poder ser transmitida en paquetes IP³, se expondrá las funcionalidades de una central telefónica IP-PBX⁴ y una central común que utiliza a la PSTN⁵ con base fundamental de comunicación.

En la actualidad se utilizan productos basados en los protocolos RTP⁶,y RTCP⁷, para proveer servicios multimedia de voz sobre redes IP, pero la mayoría tiene un costo elevado por el software de éstos, sin embargo, en Linux se encuentran algunas aplicaciones de VoIP⁸ bajo licencia GPL⁹ (General Public License), las cuales se pueden implementar de forma gratuita.

Teniendo en cuenta los anteriores aspectos por medio de este proyecto de grado, se pretende desarrollar una herramienta de transmisión de voz VoIP sobre

¹ OSI.- Modelo de interconexión de sistemas abiertos (Open System Interconnection).

² TCP/IP.- Modelo de descripción de protocolos de red.

³ IP.- Protocolo de Internet (Internet Protocol).

⁴ IP-PBX .-Private branch exchange.

⁵ PSTN.- Public Switched Telephone Network.

⁶ RTP.- Real Time Protocol

⁷ RTCP.- Real Time Control Protocol.

⁸ VoIP.- Voz sobre IP.

⁹ GPL.- General Public License.

una red LAN¹⁰ con base en un software de código abierto, con el objetivo de minimizar los costos por comunicación entre las entidades de Diario Semanario Independiente.

1.1. LA VOZ

La voz como señal natural es: el sonido producido voluntariamente por el aparato fonador humano, también considerado como el instrumento más antiguo y natural con el que se puede hacer música. El investigador sueco Johan Sundberg, especializado en la voz humana, la ha definido como: “Sonido complejo formado por una frecuencia fundamental y un gran número de armónicos o sobre tonos”.

La voz es una señal analógica que se comporta como una onda senoidal de una sola frecuencia, la que se la obtiene al hablar detrás de una bocina de un teléfono o micrófono, la que ingresa en un conversor análogo/digital, para luego ser codificada.

1.2. CODIFICACIÓN DE LA VOZ

Se define a la codificación de la voz como la transformación de los sonidos producidos por el aparato fonador del hombre (señal analógica), en una sucesión de ceros y unos (secuencia binaria), proceso que involucra a la **Digitalización** y **Compresión** de la voz.

1.2.1. DIGITALIZACIÓN DE LA VOZ.

La digitalización de la voz también conocida como conversión Análogo /Digital (conversión A/D), no es más que tomar muestras o medidas de la amplitud de la señal de entrada de un equipo receptor como un micrófono, con referencia a una medida o nivel impuesto, para luego nivelarlos y registrarlos como valores enteros en cualquier medio de almacenamiento(memorias).

¹⁰ LAN.-Red de área local(local área network)

En el proceso anteriormente descrito se encuentran involucrados varios procesos como:

- Muestreo
- Cuantificación
- Codificación

1.2.1.1 Muestreo.

Proceso que se auto define, es la adquisición de un número de muestras por unidad de tiempo, tomadas de una señal continua (voz), para transformarla en una señal discreta.

Este proceso lo fundamenta el teorema de Nyquist el que describe que si a una señal analógica se la muestrea, la frecuencia de esta deberá ser mayor a dos veces el ancho de banda de la señal de entrada, para con los resultados poder reconstruir (decodificar), la señal original o de entrada, obedeciendo a la siguiente fórmula:

$$F_m > 2B \quad (\text{ecu.1})$$

B: Es el ancho de banda de la señal.

F_m: Es la frecuencia de muestreo.

El teorema de Nyquist indica el valor mínimo necesario para que el muestreo resulte eficaz, por encima de ese valor, cuanto mayor sea el número de niveles de comparación (muestras), más confiable será la conversión analógica digital (A/D), obteniendo una mayor calidad en la señal resultante. Mientras más muestras se tengan, se reconstruirá mejor la señal, pero se debe recordar que a mayor frecuencia de muestreo (más información/datos), mayor será el ancho de banda a utilizar, lo cual aumenta el número de bits; produciendo que la señal se procese lentamente. Si la frecuencia de muestreo sigue aumentando, no

necesariamente se incrementará la calidad de la señal; ya que se ha demostrado que si es sobrepasada cierta cantidad de muestras por segundo, se llega a un punto en que la calidad ya no aumenta.

1.2.1.2. Cuantificación.

Es el proceso que involucra a las muestras obtenidas, cuantificando su nivel de voltaje, para luego ser analizadas e identificadas por un único valor o nivel de salida.

Del proceso se puede o no determinar la calidad de la voz, escogiendo el tipo de cuantificación de dos existentes que son:

- Cuantificación Lineal
- Cuantificación no Lineal

El tipo de cuantificación que se ajusta para la transformación de la voz para prevalecer la calidad de la misma es la lineal que es una etapa de la codificación PCM¹¹ y al aplicar Nyquist, nos define que al ser 4Khz el ancho de banda y la frecuencia de muestreo 8kHz el resultado será un código de 12 bits por muestra dando un total de 96 kbps. Este proceso es el más utilizado por ser más fácil y menos costoso de implementarlo.

1.2.1.3. Codificación.

La codificación consiste en traducir los niveles de voltaje obtenidos en la cuantificación al código binario. Considerando que el código binario es el más utilizado, sin olvidar que existen otros códigos que pueden ser utilizados de acuerdo al medio de transmisión a utilizar.

¹¹ PCM.- Modulación por impulsos codificados (Pulse-Code Modulation)

1.2.2. COMPRESIÓN.

La compresión consiste en la reducción de la cantidad de datos a transmitir o grabar, pues hay que tener en cuenta que la capacidad de almacenamiento de los soportes es finita, de igual modo que los equipos de transmisión pueden manejar sólo una determinada tasa de datos.

Para realizar la compresión de las señales se usan algoritmos complejos (fórmulas matemáticas).

Hay dos tipos de compresión:

1.2.2.1. Compresión sin pérdidas.

En esencia se transmite toda la información, pero eliminando la información repetida, agrupándola para que ocupe menos, etc.

1.2.2.2. Compresión con pérdidas.

Se desprecia cierta información considerada irrelevante. Este tipo de compresión puede producir pérdida de calidad en el resultado final.

1.3. SEÑALIZACIÓN

La señalización es son las que se encarga de controlar y administrar la conexión entre dos puntos, garantizando la supervisión, el marcado, llamado y retorno de tonos, se lo resume como la transformación de la señal digital a protocolo internet para su transmisión por los caminos comerciales del internet público.

Para ello existen protocolos de comunicación que cada uno se acoplan a las necesidades y a los tipos de redes, entre los principales se encuentran:

- H.323
- SIP
- H.248
- IAX2

1.3.1. H.323.

Es un protocolo de señalización estándar que fue diseñado por la ITU_T. Fue diseñado con la recopilación de protocolos de sistemas de señalización tradicionales en redes de voz digitales (RDSI)¹². Tomando como partida a los protocolos H.225¹³ y H.245¹⁴ que son los encargados de la señalización y control de llamadas, continuando con los códec de voz para que permitan la codificación de los flujos de voz. Al inicio se los utilizaba a gran escala en equipos de video conferencia IP, actualmente su uso ya se está limitando, ya que su funcionamiento que es un protocolo de extremo a extremo y se lo aplica en redes de conmutación de paquetes y no proporcionan calidad de servicio. H323 es un protocolo relativamente viejo y está actualmente siendo reemplazado por SIP¹⁵.

1.3.2. SIP.

Es un protocolo desarrollado por el grupo MUSIC (Multimedia Session Control) del IETF¹⁶, y permite la comunicación entre dispositivos multimedia. SIP hace posible esta comunicación gracias a dos protocolos que son:

- **RTP/RTCP**: se usa para transportar los datos de voz en tiempo real ha igual que para el protocolo H.323
- **SDP**¹⁷: Se usa para la negociación de las capacidades de los participantes, tipo de codificación, etc. Publicado en el RFC¹⁸ 2327.

¹²RDSI: Red Digital de Servicios Integrados, provee de conexiones digitales extremo a extremo.

¹³ H.225: Permite la definición de Imágenes, utilizado en la transmisión de VoIP.

¹⁴ H.245: protocolo con la capacidad de transmitir y proporcionar la información necesaria para la comunicación multimedia

¹⁵ SIP.-Protocolo de Inicio de Sesiones (Session Initiation Protocol)

¹⁶ *Internet Engineering Task Force (IETF)* (en español Fuerza de Tareas de Ingeniería de Internet)

¹⁷ SDP.- Protocolo de Descripción (Session Description Protocol)

Es necesario comentar sobre los protocolos RTP y RTCP individualmente para su comprensión.

- **RTP:** Son las siglas de Real-time Transport Protocol (Protocolo de Transporte en Tiempo real). Es un protocolo de nivel de sesión utilizado para la transmisión de información en tiempo real, como por ejemplo audio y vídeo en una video-conferencia.
- **RTCP:** Es un protocolo de comunicación que proporciona información de control que está asociado con un flujo de datos para una aplicación multimedia (flujo RTP).

SIP fue diseñado de acuerdo al modelo de Internet. Es un protocolo de señalización extremo a extremo que implica que toda la lógica es almacenada en los dispositivos finales (salvo el enrutado de los mensajes SIP).

Dentro de los objetivos de SIP fue aportar un conjunto de las funciones de procesamiento de llamadas y capacidades presentes en la red pública conmutada de telefonía. Así se implemento funciones típicas que permiten a un teléfono común como: llamar a un número, provocar que un teléfono suene al ser llamado, escuchar la señal de tono o de ocupado. La implementación y terminología SIP son diferentes.

A su vez implementa características avanzadas de procesamiento de llamadas, SIP está definido en el RFC 2543.

1.3.2.1. Beneficios de SIP

Algunos de los beneficios claves de SIP son:

¹⁸ RFC.- *Petición De Comentarios* (Acónimo de Request For Comments).

- **SIMPLICIDAD:** SIP es un protocolo muy simple. El tiempo de desarrollo del software es muy corto comparado con los productos de telefonía tradicional. Debido a la similitud de SIP a HTTP¹⁹ y SMTP²⁰, el rehúso de código es posible.

- **EXTENSIBILIDAD:** SIP ha aprendido de HTTP y SMTP y ha construido un exquisito grupo de funciones de extensibilidad y compatibilidad.

- **MODULARIDAD:** SIP fue diseñado para ser altamente modular. Una característica clave es su uso independiente de protocolos. Por ejemplo, envía invitaciones a las partes de la llamada, independiente de la sesión misma.

- **ESCALABILIDAD:** SIP tiene dos servicios de escalabilidad:
 - **PROCESAMIENTO DE SERVIDOR:** tiene la posibilidad para ser Stateful o Stateless.
 -
 - **ARREGLO DE LA CONFERENCIA:** Debido a que no debe existir un controlador central multipunto, el enlace de la conferencia puede ser totalmente distribuida o centralizada.

- **INTEGRACION:** SIP tiene una gran facilidad de integración con la WEB, E-mail, aplicaciones multimedia y otros protocolos.

- **INTEROPERATIVIDAD:** es un estándar abierto, puede trabajar entre plataformas de diferentes fabricantes.

¹⁹ HTTP.- Protocolo de Transferencia de Hipertexto (Hypertext Transfer Protocol).

²⁰ SMTP.- Protocolo para la transferencia simple de correo electrónico (Simple Mail Transfer Protocol)

1.3.2.2 Diseño del Protocolo.

SIP es un protocolo de capa aplicación y puede ejecutarse sobre UDP o TCP, los clientes SIP usan el puerto 5060 en TCP²¹ y UDP²² para conectar con los servidores SIP, en caso de utilizar un protocolo seguro SIPS el puerto a utilizar es el 5061, este último involucra a TLS (Transport Security Protocol).

SIP es usado simplemente para iniciar y terminar llamadas de voz y video, Todas las comunicaciones de voz/video van sobre RTP.

1.3.2.3 Capa de transporte en SIP

El protocolo puede utilizar un su capa de transporte (Nivel 4 en el modelo OSI) tanto UDP, TCP y TLS Transport Layes Security. TLS es utilizado para dar un cierto nivel de seguridad, encriptando la información que usualmente es vulnerable a ataques que se envía en texto plano.

La posibilidad de que SIP sea utilizado sobre TCP sin encriptación está llegando a su fin principalmente en sus versiones libres o de VoIP en internet por la sencillez de UDP, al existir confiabilidad en las redes y al no tener la necesidad de retransmitir una conexión de voz o de media donde está presente la transmisión en tiempo real.

Por lo tanto es importante que un Agente Usuario (UA) de alto rendimiento como un Siphphone por ejemplo, debe soportar TCP como UDP y además protocolos de transporte, porque si un AU al intentar establecer una sesión TCP con su par, y este no soporte TCP en su capa de transporte, la sesión no se podrá establecer terminando en un mensaje ICMP²³ de "Not Supported" o un reset de la conexión TCP, donde el AU llamante deberá cambiar el protocolo de transporte de su mensaje de pedido sobre UDP para crear compatibilidad en la red y

²¹ Transmission Control Protocol

²² User Datagram Protocol

²³ ICMP Internet Control Message Protocol y su traducción Protocolo de Mensajes de Control de Internet

establecer la conexión. Lo usual es que al primer intento de llamada exista la compatibilidad para aprovechar la capacidad y recursos de la red.

1.3.2.4 Elementos de red SIP

Los terminales físicos conocidos como agentes usuarios (UA) pueden ser dispositivos en si o software instalados en una PC, con el aspecto y/o funcionalidad de teléfonos tradicionales, pero que usan SIP y RTP para la comunicación. Están disponibles por grandes fabricantes comercialmente. Muchos de ellos usan numeración electrónica (ENUM) o DUNDi con el objetivo de traducir los números existentes de teléfono a direcciones SIP usando DNS²⁴, de esta forma se comunican con otros usuarios SIP saltándose la red telefónica, con lo que el proveedor de servicio normalmente actúa de pasarela hacia la PSTN²⁵ para los números de teléfono tradicionales (cobrando por ello).

SIP hace uso de elementos llamados servidores proxy para ayudar a enrutar las peticiones hacia la localización actual del usuario, autenticar y autorizar usuarios para darles servicio, posibilidad la implementación de las políticas de enrutamiento de llamadas, y aportar capacidades añadidas al usuario. También aporta funciones de registro que permite al usuario informar de su localización actual a los servidores proxy.

1.2.3.5.1 Mensajes del Protocolo SIP

Direcciones SIP

SIP trabaja en una proposición simple de operación cliente servidor. Los clientes o endpoints son identificados por direcciones únicas definidas como URL²⁶s, es decir las direcciones vienen en un formato muy similar a una dirección

²⁴ DNS.- Sistemas de Nombres de Dominio (Domain Name System).

²⁵ PSTN.- Red Telefónica Pública Conmutada (Public Switched Telephone Network).

²⁶ URL.- Localizador de Recursos Uniforme (Uniform Resource Locator).

de correo electrónico, a fin de que las páginas Web puedan contenerlos, lo permite hacer click en un vínculo para iniciar una llamada telefónica.

- Las direcciones SIP siempre tiene el formato de user@host
- El user puede ser: nombre, número telefónico.
- El host puede ser: dominio (DNS), dirección de red (IP).

Mensajes SIP:

Sip usa mensajes para la conexión y control de llamadas, Hay dos tipos de mensajes SIP: mensajes de peticiones y de respuestas. Los mensajes SIP son definidos como se muestran a continuación:

➤ **INVITE:**

Solicita el inicio de una llamada. Los campos de la cabecera contiene:

Dirección de origen y dirección de destino.

El asunto de la llamada.

Prioridad de la llamada.

Peticiones de enrutamiento de llamada.

Preferencias para la ubicación de usuario

Características deseadas de la respuesta.

- **TRYING:** Indica que el servidor Proxy está tratando de establecer la comunicación.
- **RINGING:** Indicación de aviso de llamado.
- **BYE:** Solicita la terminación de una llamada entre dos usuarios.
- **REGISTER:** Informa a un servidor de registro sobre la ubicación actual del usuario.
- **ACK:** Usado para facilitar un intercambio confiable de mensajes entre los pares. Confirmación de diferentes campos del mensaje INVITE.
- **CANCEL:** Cancela una solicitud pendiente.
- **OPTIONS:** Solicita información a una Host acerca de sus propias capacidades. Se utiliza antes de iniciar la llamada a fin de averiguar si ese host tiene la capacidad de transmitir VoIP, etc.

- **200OK:** Sirve para enviar confirmaciones satisfactorias de diferentes sucesos.
- **INFO:** Usada para señalización de sesiones de media.

1.3.3. MEGACO O H.248

Define el mecanismo necesario de llamada para permitir a un controlador Media Gateway el control de puertas de enlace para soporte de llamadas de voz/fax entre redes RTC-IP (Red telefónica Conmutada IP). Se encuentra definido por el RFC 3525.

1.3.4. IAX2

Es uno de los protocolos utilizado por Asterisk, que es un servidor PBX de código abierto patrocinado por Digium (Compañía de telecomunicaciones de desarrollo de plataformas de código abierto).

1.3.4.1. Estructura

IAX²⁷ se fundamenta en la multiplexación de la señalización y del flujo de datos sobre un puerto UDP entre dos sistemas y una corriente de este protocolo es más fácil de fijar para los usuarios que están detrás de un cortafuego.

1.3.4.2. Objetivo

El principal objetivo de IAX es minimizar el ancho de banda utilizado en la transmisión de voz y vídeo a través de la red IP tomando en cuenta al control y las llamadas de voz y proveyendo un soporte nativo para ser transparente a NAT. IAX es un protocolo binario y está diseñado u organizado de manera que reduce la carga en flujos de datos de voz.

²⁷ IAX.- Inter-Asterisk Exchange Protocol.

1.3.4.3. Sesión IAX

IAX establece su sesión en tres fases, Como se observa en la *Figura 1*

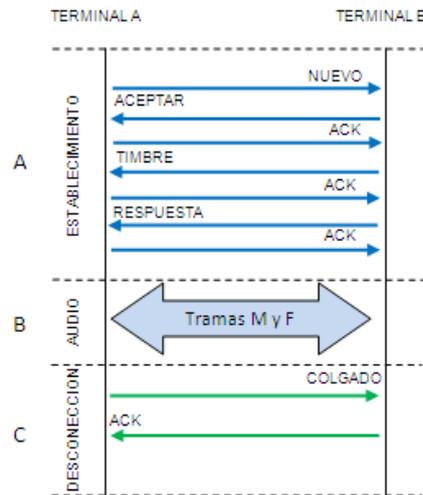


Figura 1. Sesión IAX

Fuente: VoipThink, IAX communication example- messages (2010)

1.3.4.3.1 Proceso de una sección IAX

A) Establecimiento de la llamada.

El terminal **A** inicia una conexión y manda un mensaje "**NUEVO**". El terminal llamado responde con un "**ACEPTAR**" y el llamante le responde con un "**ACK**²⁸". A continuación el terminal llamado da las señales de "**TIMBRE**" y el llamante contesta con un "**ACK**" para confirmar la recepción del mensaje. Por último, el llamado acepta la llamada con un "**RESPUESTA**" y el llamante confirma ese mensaje.

B) Flujo de datos o flujo de audio

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

²⁸ ACK.- Acuse de Recibo (ACKNOWLEDGEMENT).

reducir el uso en el ancho de banda. Las Tramas F son tramas completas que incluyen información de sincronización. Es importante volver a resaltar que en IAX este flujo utiliza el mismo protocolo UDP que usan los mensajes de señalización evitando problemas de NAT²⁹.

C) Liberación de la llamada o desconexión

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

1.3.4.4. Categorías

A la trama del protocolo IAX se la puede conceptualizar en 3 categorías, para su mejor entendimiento ya que cada una tiene su característica, las presentamos en la Tabla 1:

- IAX completa generalmente es usada para transportar mensajes de señalización.
- IAX mini e IAX meta se las definirán en el siguiente cuadro de comparación:

Tabla 1. Categorías de la trama IAX

Fuente: Boucardier M. & Telecom F. (2009). Inter-Asterisk.Exchange. Pág.36

Categoría de Trama	Características Principales	Tamaño de cabecera	Uso
Mini	Esta trama no tiene la necesidad de ser respondida	4 bytes	Utilizada para transmitir datos de Voz
Full	Esta trama si tiene la necesidad de ser respondida para poder participar	12 bytes	Este tipo de estructura se utiliza para enviar datos fiables, tales como el control de mensajes de IAX
Meta	Esta trama es rechazada	6 bytes para tramas de video, 8 bytes para tramas de intercambio (trunk)	Este tipo de estructura se utiliza para transmitir vídeo, o múltiples tramas mini con un único encabezado de IAX

²⁹ NAT.- Dirección de Red (Network Address Translation)

1.3.4.4.1. Trama F o full Frame de IAX2.

Los siguientes campos deben ser incluidos en el envío de un marco de IAX completo, como muestra la *Figura 2*:

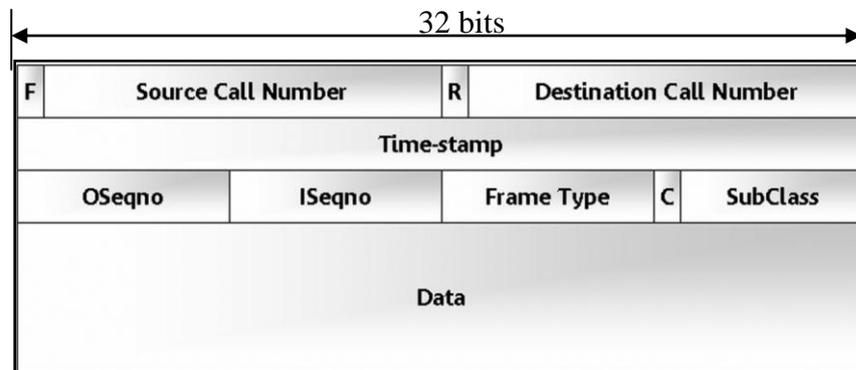


Figura 2. Trama F

Fuente: Boucardier M. & Telecom F. (2009). Inter-Asterisk.Exchange. Pág.36

- **F**: es el bit que nos indica si la trama es Full (completa) o no, con 1 es verdadero con 0 falso.
- **Source Call Number** (Número de llamada de origen): 15 bits que identifican la conversación de origen ya que puede haber varias comunicaciones multiplexadas por la misma línea.
- **R**: Bit de retransmisión. Se pone a uno cuando la trama es retransmitida.
- **Destination Call Number** (Número de llamada destino): lo mismo que el de origen pero para identificar el destino.
- **Timestamp o sello de tiempo** - Para marcar el tiempo en cada paquete. El tamaño de este archivo es de 32 bits.
- **OSeqno - sec. de salida** : Número de secuencia de salida con 8 bits. Comienza en 0 y se va incrementándose cada mensaje.
- **ISeqno - sec. de entrada** : Lo mismo para la entrada.

- **Frame Type - tipo de trama:** este campo nos indica el tipo de trama (8 bits) y subclase (7 bits) del mensaje llevado por el marco.
- **C:** Puesto a 0 indica que el campo subclase debe tomarse como 7 bits (un solo mensaje): Puesto a 1 indica que el campo subclase se obtiene con 14 bits (dos mensajes consecutivos).
- **Subclass - subclase** - Subclase del mensaje.
- **Data - Datos:** datos que se envían en formato binario.

1.3.4.4.2 Trama M o Mini trama de IAX2.

Como se explico en el cuadro la trama M o Mini se la llama así debido a que la longitud de la cabecera se reduce a 4 octetos, estas tiene la característica de no tener que ser respondidas, si una se pierde se la descarta sin necesidad de confirmación, los campos que integran la trama se detallan a continuación en la Figura 3:

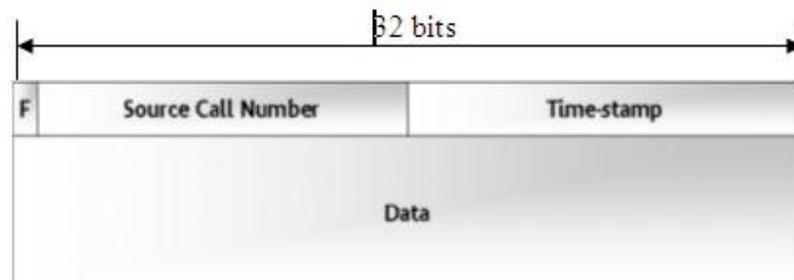


Figura 3 Trama M

Fuente: Boucardier M.&Telecom F.(2009).Inter-Asterisk.Exchange.Pág.40

El significado de los campos es similar al de las tramas F o full. En este caso **el bit F está puesto a 0** y el sello de tiempo o Timestamp está truncado y solo tiene 16 bits para aligerar la cabecera. Son los clientes los que deben encargarse de llevar un time-stamp de 32 bits si lo desean y para sincronizarlo mandar una trama F.

1.3.4.5 Funcionamientos.

El protocolo funciona de dos formas:

- Servidor: permite la comunicación con clientes IAX.
- Cliente: permite la comunicación entre centrales que utilicen la que si funcione.

1.3.4.6 Características.

El ancho de banda para algunas aplicaciones se sacrifica en favor del ancho de banda para VoIP. IAX se encuentra definido en RFC 5456.

Es utilizado para manejar conexiones VoIP entre:

- Servidores Asterisk.
- Servidores y Clientes que utilizan protocolo IAX.

IAX2 soporta Trunking (red), donde un simple enlace permite enviar datos y señalización por múltiples canales. Cuando se realiza Trunking, los datos de múltiples llamadas son manejados en un único conjunto de paquetes, lo que significa que un datagrama IP puede entregar información para más llamadas sin crear latencia adicional. Esto es una gran ventaja para los usuarios de VoIP, donde las cabeceras IP son un gran porcentaje del ancho de banda utilizado.

El tráfico de voz es el transmitido In-band, haciendo IAX2 más fácil al cortafuego y más probable trabajar detrás de la conversión de dirección de red.

1.3.TRASMISIÓN DE VOZ

Luego de los procesos descritos la voz es digitalizada y debe ser transmitida sobre una red que utiliza el protocolo IP, utilizando un medio de

transmisión que debe ser cualquier red IP, ya sea esta una red Privada, Pública o Internet.

1.4.1. PROTOCOLOS NECESARIOS PARA TRANSMITIR DE VOZ SOBRE PAQUETES IP.

La familia de protocolos de Internet es un conjunto de protocolos de red que permiten la transmisión de datos entre redes de computadoras. En ocasiones se la denomina conjunto de protocolos TCP/IP, en referencia a los dos protocolos más importantes que la componen: el Protocolo de Control de Transmisión (TCP) y el Protocolo de Internet (IP), que fueron los dos primeros en definirse y que son los más utilizados de esta familia de protocolos.

Existen otros protocolos como HTTP (HyperText Transfer Protocol), que se utiliza para acceder a las páginas Web, ARP³⁰ para la resolución de direcciones, FTP³¹ para transferencia de archivos, SMTP y el POP para correo electrónico, entre otros.

La familia de protocolos de Internet puede describirse por analogía con el modelo OSI, que es un modelo de referencia de Interconexión de modelos abiertos.

1.4.1.1 Modelos de Referencia.

Los modelos de red basados en capas, los más importantes son el modelo OSI (Open Systems Interconnection) y el modelo TCP/IP. El primero, aceptado internacionalmente, es un modelo teóricamente completo que sirve para describir otras arquitecturas de red en forma abstracta. Por otro lado, el modelo TCP/IP, a pesar de carecer de ciertas funcionalidades, ha sido el esquema más implementado. Por estas razones, ambos modelos son analizados, y cada uno tiene su propia estructura.

³⁰ ARP.- Protocolo de Resolución de Direcciones (*Address Resolution Protocol*).

³¹ FTP.- Protocolo de Transferencia de Archivos (*File Transfer Protocol*).

1.4.1.2 OSI

El modelo de referencia OSI (Interconexión de Sistemas Abiertos), es un modelo de siete capas desarrollado por la Organización Internacional de Estándares (ISO). Muchas arquitecturas basadas en capas partieron del modelo de referencia OSI y a partir de éste se generaron muchas otras arquitecturas como TCP/ IP.

El modelo de referencia OSI es un estándar global de la industria, utilizado en las operaciones de red, con el fin de definir cómo se comunican los protocolos a través de una red, se desarrolló para ayudar a crear aplicaciones que sean compatibles en productos de distintas marcas.

OSI utiliza un modelo de pila de protocolos, cada nivel soluciona una serie de problemas relacionados con la transmisión de datos y proporciona un servicio bien definido a los niveles más altos.

Los niveles superiores son los más cercanos al usuario y tratan con datos más abstractos, dejando a los niveles más bajos la labor de traducir los datos de forma que sean físicamente manipulables, como se ve en la Figura 4. A continuación se describe, brevemente, el funcionamiento de cada nivel.



Figura 4. Capas del Modelo OSI

Fuente: Millán R.(2007).Pág.70

Capa Física

Esta capa es la encargada de la transmisión real de los bits de un *host* a otro utilizando un medio físico. Se definen interfaces mecánicas, eléctricas y de procedimiento.

Capa de Enlace

Esta capa es la responsable que los datos transmitidos por el medio físico lleguen sin error al receptor. Para ello los bits son agrupados y delimitados en tramas o paquetes y por medio de acuse de recibo se asegura que lleguen correctamente a la capa de red.

Los componentes de red utilizados son *bridge*, *switch*, ISDN³² *router*, etc.

Capa de Red

Esta capa debe interconectar subredes heterogéneas, resolviendo problemas como direccionamiento, congestión de datos, incompatibilidad en tamaños de paquetes, etc. Esta capa deberá traducir nombres y direcciones lógicas de red a direcciones físicas.

Capa de Transporte

La función principal de la capa de transporte es aceptar datos de la capa de sesión, dividirlos en paquetes pequeños si es necesario, pasarlos a la capa de red y asegurarse que lleguen correctamente al *host* de destino. La funcionalidad de esta capa dependerá si el servicio es o no confiable y si es o no orientado a conexión.

Capa de Sesión

Esta capa debe establecer, mantener y terminar sesiones a través de la red entre equipos diferentes. Debe identificar los nombres de los equipos participantes de la conexión y negar el acceso al resto. En caso de interrupción en

³² ISDN.- Red Digital de Servicios Integrados (Integrated Services Digital Network)

la conexión, esta capa debe reanudar la transmisión sin tener que enviar todo nuevamente. Debe permitir que el tráfico se envíe en ambas o en una sola dirección al mismo tiempo, dependiendo del servicio.

Capa de presentación

La capa de presentación se ocupa de la sintaxis y la semántica de la información que se transmite permitiendo que tecnologías con estructuras de datos diferentes puedan interactuar. Un ejemplo de esto constituye los códigos ASCII³³ y Unicode para representar cadenas de caracteres. Esta capa puede proporcionar conexión segura en una red, encriptando y comprimiendo los datos.

Capa de aplicación

Esta capa es utilizada para aplicaciones específicas que son ejecutadas en la red. Proporciona la interfaz con la red que los usuarios utilizarán para acceder a los servicios de red. Entre los protocolos implementados en este nivel destacan DNS, FTP, TFTP³⁴, TELNET³⁵, etc.

1.4.1.3 Protocolo IP (Protocolo Internet).

El protocolo IP es parte de la capa de Internet del conjunto de protocolos TCP/IP. Es uno de los protocolos de Internet más importantes ya que permite el desarrollo y transporte de datagramas de IP (paquetes de datos), aunque sin garantizar su "entrega". En realidad, el protocolo IP procesa datagramas de IP de manera independiente al definir su representación, ruta y envío.

El protocolo IP determina el destinatario del mensaje mediante 3 campos:

³³ ASCII.- Código Estándar Estadounidense para el Intercambio de Información (American Standard Code for Information Interchange).

³⁴ TFTP.- Protocolo de transferencia de archivos trivial (Trivial file transfer Protocol).

³⁵ TELNET.- TELEcommunication NETwork.

- El campo de dirección IP: Dirección del equipo;
- El campo de máscara de subred: Una máscara de subred le permite al protocolo IP establecer la parte de la dirección IP que se relaciona con la red.
- El campo de pasarela predeterminada: le permite al protocolo de Internet saber a qué equipo enviar un datagrama, si el equipo de destino no se encuentra en la red de área local.

1.4.1.4. Datagrama IP.

Los Datagramas IP contienen una cabecera con información para el nivel IP y datos. Los datagramas se encapsulan en tramas, que dependiendo de la red física utilizada tienen una longitud determinada, Por ejemplo, en Ethernet la longitud máxima es de 1500 bytes.

El formato de la cabecera IP, se indica a continuación:

0	4	8	16	24	31
Versión	HLEN	Tipo de servicio	Longitud Total		
Identificación			Banderas	Desplazamiento de fragmento	
Tiempo de vida TTL		Protocolo	Checksum		
Dirección IP origen					
Dirección IP destino					
Opciones					Relleno
Datos					

Figura 5. Datagrama IP³⁶

Fuente: <http://e-logicasoftware.com>

Descripción de los Campo:

Versión: Es la versión del Protocolo IP. La versión actual es la 4.

³⁶ Figura editada por el autor

HLEN: Longitud de la cabecera IP (32 bits).

Tipos de servicio: Indica las prioridades deseadas.

Los 3 bits más altos indican la prioridad del datagrama.

Los 5 bits siguientes en tipo de servicio.

Normalmente no se utilizan pero en algunas aplicaciones como el control de encaminamiento y los algoritmos de colas en las pasarelas utilizan este campo.

Longitud Total: Longitud total del datagrama (cabecera y datos) expresada en bytes.

Identificación: Contiene un entero que indica el datagrama. A todos los fragmentos en que se pueden dividir un datagrama se les asigna el mismo identificador. Cuando se produce una fragmentación de un datagrama, el campo del identificador se copia en todos los datagramas ya fraccionados. De esta manera el receptor puede identificar los datagramas que componen el datagrama fragmentado.

Banderas: Son identificadores de Control (3bits):

- 1 bit Reservado
- Bit DF. Se permite/no fragmentación
- Bit MF. Último Fragmentado/más fragmentados

Desplazamiento de fragmentos: Se utiliza en el re ensamblaje de los datagramas previamente segmentados. Especifica la posición (offset) en bytes de cada fragmento del datagrama original. El campo de offset se va incrementando en cada fragmento del datagrama que se envía empezando con cero.

Tiempo de Vida TTL: Tiempo de vida del datagrama. Especifica en segundos el tiempo que se puede viajar por una red un datagrama. El tiempo de

vida está limitado a 255 segundos. Cada vez que un datagrama pasa a través de un ruteador, éste resta de este campo el tiempo que tarda en procesar el datagrama. Cuando este campo alcanza el valor cero antes de alcanzar su destino, se supone que el datagrama está perdiendo en un bucle cerrado y se descarta.

Protocolo: Indica el protocolo de nivel superior al cual el nivel IP está realizado el servicio de transporte de datos en el datagrama. Especifica el formato del área de datos. Como ejemplos de protocolos superiores están los siguientes: ICMP, TCP, EGP³⁷, IGP³⁸, UDP.

Checksum: Permite detectar errores que pueden ocurrir únicamente en la cabecera del datagrama durante su transmisión por la red.

Dirección IP origen: Dirección IP del host origen.

Dirección IP destino: Dirección IP del host destino.

Opciones: Una implementación IP no está obligada a generar diversas opciones para los datagramas que ella misma crea pero lo que si debe hacer es procesar los datagramas que la contenga.

Ejemplos de opciones son:

- Opción de seguridad: Utilizada por aplicaciones seguras.
- Opción de Ruta Prefijada: En el campo opciones se especifica una lista de direcciones de internet que componen el camino que deberá seguir el datagrama.
- Opción de Registrar la Ruta: El host origen crea una lista vacía de direcciones de Internet en el campo "opciones" y cada máquina que manipula el datagrama g|ha de grabar su dirección en esta lista.

³⁷ EGP.-Exterior Gateway Protocol.

³⁸ IGP.- Interior Gateway Protocol

- Opción de Registrar la Hora: Es similar a la anterior. Cada máquina graba la hora en la que manipuló el datagrama y opcionalmente graba también su dirección.

Relleno: Cuando se utiliza el campo opciones los datagramas se rellenan con bits a cero, para ajuste a frontera de 4 octetos.

Datos: Es la información contenida en el datagrama que pasan al protocolo superior indicado en el campo protocolo. Por definición el tamaño máximo de un datagrama IP es de 65.535 bytes.

1.4.1.5 Protocolo TCP/IP.

El TCP/IP es la base del Internet que sirve para enlazar computadoras que utilizan diferentes sistemas operativos, incluyendo PC, minicomputadoras y computadoras centrales sobre redes de área local y área extensa.

En el modelo TCP/IP no es estrictamente necesario el uso de todas las capas, por ejemplo, hay protocolos de aplicación que operan directamente sobre IP y otros que lo hacen por encima de IP. Cuando se habla de redes TCP/IP, siempre estará presente el término datagrama

El modelo presenta la asociación de capas con relación al modelo base, lo que permite que los procesos se compacten. Como se ve en la *Figura 6*. A continuación se describe, brevemente, el funcionamiento de cada nivel.



Figura 6. Capas del Modelo TCP/IP

Fuente: <http://www.ciscoredes.com>

Capa Aplicación

Es la última capa donde se produce la comunicación directa con uno de los protocolos de transporte se está para enviar o recibir los datos.

Capa Transporte

Es la capa que genera la comunicación que comúnmente se domina punto a punto, ya que es la comunicación entre programas de aplicación.

Capa Internet

Es la capa que ayuda a la comunicación entre máquina a máquina, incluye los procesos de aceptación de datagramas, aplica algoritmos de ruteo, entre otros.

Capa Acceso a Red

Esta capa ejecuta el proceso de envío y recepción de datagramas IP desde y hacia una red específica, para lo que involucra a la capa de Hardware.

1.4.2 MODELO OSI VS TCP/IP

Es necesario realizar esta comparación, para identificar proceso correspondiente a cada etapa y la fusión de las mismas, plasmada en la *Figura 7*

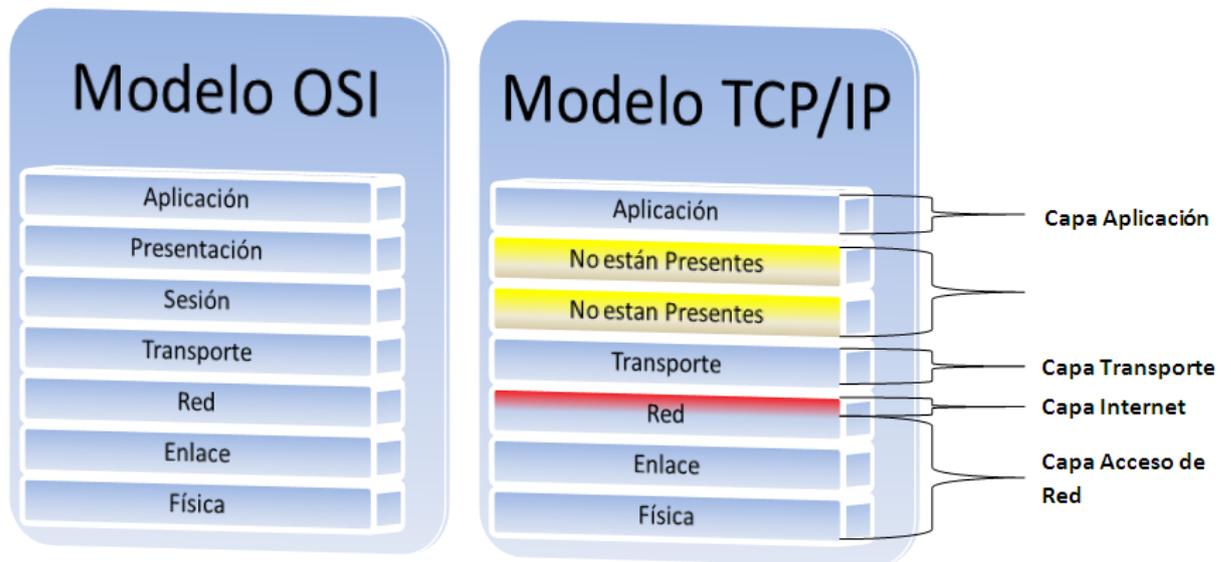


Figura 7. Modelo OSI vs TCP/IP

Fuente: <http://acostamike.files.wordpress.com/2012>

1.4.2.1 Extracto de las características del modelo OSI y TCP/IP

Modelo OSI.-

- **Nivel Físico.-** Corresponde al contacto inicial de entrega y recepción de los datos o información.
- **Nivel Enlace.-** Delimita los errores que puede entregar a la capa anterior.
- **Nivel de Red.-** Traza la ruta que tomaran los paquetes
- **Nivel de Transporte.-** Es el primero en comunicarse con el destino.
- **Nivel de Sesión.-** Semejante al anterior pero con adicionales.
- **Nivel de Presentación.-** Estandariza la forma en que se presentan los datos a las aplicaciones
- **Nivel de Aplicación.-** Programas de aplicación que utiliza la red.

Modelo TCP/IP.-

- **Nivel de Host Red.-** Es la capa que permite la operatividad de las redes, al estar directamente a dispositivos de red. Dos acciones principales: 1) Encapsulación de datagramas. 2) Traducción de las direcciones IP.
- **Nivel de Internet.-** Es el nivel del mejor esfuerzo para que los paquetes introducidos por los host lleguen a su destino. Se lo define por IP. Provee de ruteo y control de gestión
- **Nivel de transporte.-** Permite que host a diferentes extremos se puedan comunicar, se involucran 2 protocolos: TCP y UDP.
- **Nivel Aplicación.-** Se aplican los protocolos utilizados por la capa transporte. Telnet, FTP, SMTP.

1.4.3. Protocolos de transporte.

Como en párrafos anteriores se afirma que TCP y UDP son protocolos de la capa de transporte, mismos que se fundamentan en el protocolo IP. Estos protocolos son utilizados para el establecimiento de conexión y para envío de los datos a través de la red.

1.4.3.1. Protocolo TCP (Protocolo de Control de Transmisión).

El protocolo IP proporciona una corriente de bytes confiables a través de una Inter-red no confiable. Una inter-red es diferente de una sola red porque las distintas partes pueden tener topologías, ancho de bandas, retardos, tamaños de paquetes y otros parámetros con grandes diferencias.

Se diseñó TCP para adaptarse dinámicamente a las propiedades de la inter-red y para ser robusto ante muchos tipos de fallas.

El servicio TCP se obtiene, haciendo que el transmisor y el receptor creen puntos terminales, llamados sockets y cada punto terminal tiene un número de

socket que consiste en la dirección IP del host y en un número de 16 bits local a ese host, llamado puerto, tomando en cuenta que las conexiones TCP son full dúplex y punto a punto; en full dúplex el tráfico puede ir en ambos sentidos al mismo tiempo y en punto a punto cada conexión tiene exactamente dos puntos terminales.

Como TCP es un protocolo orientado a conexión cumple con el establecimiento de la conexión, transferencia de la información y la liberación de la conexión. 8Para esto soporta detección y corrección de errores, control de flujo en la red, procesos secuenciales y direccionamiento.

1.4.3.2. Protocolo UDP (protocolo de datos de usuario)

UDP provee un servicio de transporte no confiable y no orientado a conexión, ofrece a las aplicaciones un mecanismo para enviar datagramas IP encapsulados sin tener que establecer una conexión; esto quiere decir, que en lugar de requerir el establecimiento de una sesión, los paquetes de información son tratados de forma independiente, no se garantiza que los paquetes sigan la misma trayectoria para llegar a su destino; es decir, la transmisión se hace sobre una base del mejor esfuerzo para entregar paquetes al destino.

Al decir no confiable significa que no se garantiza que los paquetes serán entregados al receptor, en caso de requerirse confiabilidad en la entrega de paquetes, la capa superior puede ser usada para asegurar la entrega.

Muchas aplicaciones cliente-servidor que tienen una solicitud y una respuesta, usan UDP en lugar de establecer y luego liberar una conexión. Al igual que en TCP, se identifican los puntos terminales de las máquinas de origen y destino.

El Protocolo RTP³⁹ (Protocolo de Tiempo Real), reside sobre UDP y provee entrega rápida extremo-extremo de los datos en tiempo real como es la voz

³⁹ RTP.- Protocolo de Transporte de Tiempo real (Real-time Transport Protocol)

interactiva y video. RTP añade numeración de secuencia y monitorea la entrega de los paquetes de voz.

1.4.3.3 Servicios sobre el protocolo IP.

De acuerdo a la información extendida en el ítem 1.4.1.4, podemos identificar que el protocolo es muy robusto en transporte de información por medio de datagramas IP, a través de se ejecutan varios protocolos como: Transferencia de Ficheros (FTP), transferencia de noticias en red (NNTP⁴⁰), protocolo de transferencia de correo (SMTP), y hoy con la conversión de las redes podemos transportar voz y Video, conocidas como VoIP e IPTV⁴¹ respectivamente.

1.5. APLICACIONES EN TIEMPO REAL

La capacidad de las redes en sistemas LAN y WAN ha aumentado considerablemente en estos últimos tiempos. Años atrás, los enlaces no superaban los 2 Mbps, mientras que hoy, las redes operan a 155 Mbps o más. Esta rápida introducción de redes de alta velocidad ha motivado el desarrollo de nuevas aplicaciones que han sido altamente asimiladas por los usuarios quienes han experimentado cambios, a nivel individual y de empresa, en la forma de operar. La demanda por utilizar estos sistemas de comunicación ha sido también consecuencia del desarrollo de computadores de alta capacidad y de programas con interfaces gráficas adecuadas y simples de usar.

1.5.1. CONDICIONES DE RED Y CARACTERÍSTICAS DE TRÁFICO EN TIEMPO REAL.

Las características más importantes de una red física son el ancho de banda y el retardo. El ancho de banda queda determinado por la capacidad de los enlaces físicos que se utilicen, mientras que el retardo dependerá de la tecnología

⁴⁰ NNTP.- Protocolo para la Transferencia de Noticias en Red (Network News Transport Protocol)

⁴¹ IPTV.- Internet Protocol Television.

utilizada, la longitud de los enlaces, el número y la capacidad de los enrutadores que procesen los datos. Sin embargo, dada la estructura con que está diseñada la red Internet, con la congestión aparecen efectos negativos para la transmisión de datos. Cada enrutador está implementado con un sistema de buffer que permite almacenar y procesar cierto volumen de tráfico. Si la carga aumenta, los buffer se llenan produciendo pérdidas y retraso de paquetes. Dado que el enrutamiento es dinámico, existe la posibilidad que los paquetes tomen caminos diferentes provocando desorden en los datos y *jitter*, variación en el tiempo de llegada entre paquetes sucesivos.

Es posible clasificar dos tipos de tráfico en la red dependiendo del tipo de aplicación.

Se denomina **tráfico elástico**, al tráfico correspondiente a servicios que no se ven muy afectados por las condiciones de la red.

Internet fue diseñado para este tipo de tráfico y, en volumen, corresponde a la mayoría de la carga transmitida. Ejemplo de estas aplicaciones son correos electrónicos, transferencia de archivos, etc. El protocolo de transporte ideal para estas aplicaciones es TCP pues ofrece un servicio confiable orientado a conexión. Por otro lado.

Se denomina **tráfico inelástico** al tráfico generado por servicios susceptibles a las condiciones de red como aplicaciones en tiempo real. Las propiedades de red deseables para este tipo de tráfico son: bajo *jitter*; baja latencia; poder integrar tráfico elástico e inelástico; ancho de banda constante; adaptación a los cambios dinámicos de la red; mínima utilización de requerimientos de buffer dentro de la red; baja carga adicional producto de encabezados de protocolos; baja carga computacional en componentes de red, etc. Estos requerimientos son difíciles de entregar en una red como Internet, pues ni TCP ni UDP ofrecen servicios adecuados para este tipo de tráfico.

1.6. TRANSFERENCIA DE VOZ Y DATOS POR MEDIO DE PAQUETES IP

1.6.1. FUNDAMENTOS DE VOZ SOBRE IP.

En la actualidad con la tendencia de la tecnología, cada vez más personas están planificando desplegar tráfico de voz sobre redes de datos existentes, La práctica de compartir ancho de banda entre tráfico de voz y de datos sobre una red sencilla no es nueva.

Con la introducción del internet como una herramienta de trabajo y aplicaciones avanzadas que se han implementado en los ordenadores, el ancho de banda que necesita consumir, el volumen de tráfico de datos se ha incrementado dramáticamente y ahora es el consumidor de ancho de banda dominante. Entonces es consecuente que, ahora se usa una red de datos para transportar voz en vez de una red de voz para transportar tráfico de datos.

1.6.2. VOZ SOBRE IP (VOIP).

Voz sobre IP o VoIP, es una forma de transportar tráfico de voz en tiempo real a través de Internet empleando el protocolo IP o Internet Protocolo que tiene hardware y software permitiendo a las compañías y personas realizar conversaciones telefónicas sobre la red de datos.

Primero se debe realizar la conexión entre los dos terminales de los usuarios, equipados con el mismo software o compatible, creando una sesión IP; posteriormente se digitaliza la voz, se la comprime para que ocupe menor ancho de banda, se suprime las pausas o silencios de la conversación tratando de minimizar el ruido de fondo en la transmisión para luego enviarla a través de la red como si fuese un flujo de datos.

La red de voz tradicional o PSTN, usa técnicas de conmutación de circuitos; esto significa que una comunicación usa un enlace dedicado mientras dura la llamada; aunque esta provee una conexión confiable para la transmisión

de voz, hace un uso ineficiente del ancho de banda; lo que no sucede con la red de Voz sobre IP, generalmente usa conmutación de paquetes consiguiendo un uso eficiente del ancho de banda, pero existen aspectos externos que disminuyen en cierto porcentaje la eficiencia que puede y debe existir para la transmisión de la voz en forma de paquetes de datos, y son:

- **Retardo.-** Pérdida de paquetes.
- **Jitter.-** Variación en la velocidad de transmisión de paquetes de datos.

Las redes de teléfonos tradicionales, conocidas como POTS (plain old telephone service) o PSTN, utiliza una única conexión de 64KHz de ancho de banda para cada llamada, mientras que en Internet pueden existir 30 canales de voz simultáneamente con 2 MHz de ancho de banda.

Los momentos de silencio o paradas en la comunicación, en una red tradicional también consumen 64KHz, mientras que en una red digital gracias a los algoritmos avanzados de compresión estos pueden llegar a ser suprimidos.

En Internet se utiliza un enrutamiento dinámico basado en una dirección no geográfica, mientras que en la PSTN el encaminamiento es estático basado en una numeración asociada a la localización geográfica, es decir, el número telefónico. Por otro lado Internet tiene una arquitectura descentralizada, lo que resulta en una mayor flexibilidad y permite un despliegue rápido de las aplicaciones, las llamadas de Voz sobre IP pueden tener lugar entre redes LAN y WAN, como si se tratara de una red interna.

Es importante conocer que las señales de voz se encapsulan en paquetes IP que pueden transportarse como IP nativo o como IP por Ethernet, Frame Relay, ATM.

Según Ares Roberto VoIP se lo conceptualiza como “una tecnología que consiste en comunicar redes telefónicas tradicionales con redes de datos ó redes de datos entre sí, y para poder lograr su cometido, se transforma mediante digitalización y codificación de la voz humana en paquetes de protocolo IP los

cuales pueden ser manejados por la red de datos siendo el Internet. Desde luego deben existir empaquetadores y desempaquetadores para que la información sea legible de un extremo al otro, de igual forma como lo hace un MODEM el cual debe modular y demodular la señal que recibe para poderla enviar y que sea legible tanto para el computador como para la red que transporta la información”.

1.6.3. CARACTERÍSTICAS DE VOZ SOBRE IP.

Por su estructura el estándar proporciona las siguientes características:

- Permite el control del tráfico de la red, por lo que se disminuyen las posibilidades de que se produzcan caídas importantes en el rendimiento de las redes de datos.
- Proporciona el enlace a la red telefónica tradicional.
- Al tratarse de una tecnología soportada en IP presenta las siguientes ventajas adicionales:
- Es independiente del tipo de red física que lo soporta. Permite la integración con las grandes redes de IP actuales.
- Es independiente del hardware utilizado.
- Permite ser implementado tanto en software como en hardware, con la particularidad de que el hardware supondría eliminar el impacto inicial para el usuario común.

1.6.4. ELEMENTOS DE LA VOZ SOBRE IP.

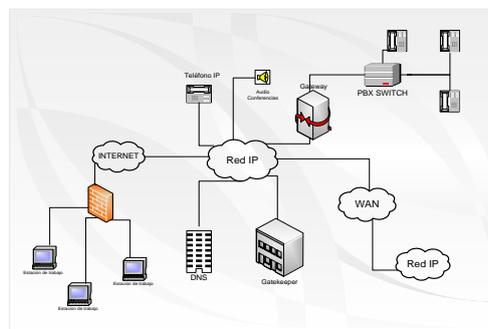


Figura 8. Elementos de una Red VoIP

Elaborado por: Cristian Puga, (referencia diseño de la empresa)

El modelo de Voz sobre IP está formado por tres principales elementos, que podemos observar en la Figura 8:

El cliente.

Este elemento establece y termina las llamadas de voz. Codifica, empaqueta y transmite la información de salida generada por el micrófono del usuario. Asimismo, recibe, decodifica y reproduce la información de voz de entrada a través de los altavoces o audífonos del usuario.

Servidores.

El segundo elemento de la Voz sobre IP está basado en servidores, los cuales manejan un amplio rango de operaciones complejas de bases de datos, tanto en tiempo real como fuera de él. Estas operaciones incluyen validación de usuarios, tasación, contabilidad, tarificación, recolección, distribución de utilidades, enrutamiento, administración general del servicio, carga de clientes, control del servicio, registro de usuarios y servicios de directorio entre otros.

Gateways.

El tercer elemento lo conforman los gateways de Voz sobre IP, los cuales proporcionan un puente de comunicación entre los usuarios. La función principal de un gateway es proveer las interfaces con la telefonía tradicional apropiada, funcionando como una plataforma para los clientes virtuales. Estos equipos también juegan un papel importante en la seguridad de acceso, la contabilidad, el control de calidad del servicio (QoS; Quality of Service) y en el mejoramiento del mismo.

1.6.5. EL ESTÁNDAR VOZ SOBRE IP.

Desde hace tiempo, los responsables de comunicaciones de las empresas tienen en mente la posibilidad de utilizar su infraestructura de datos, para el transporte del tráfico de voz interno de la empresa. No obstante, es la aparición

de nuevos estándares, así como la mejora y abaratamiento de las tecnologías de compresión de voz, lo que está provocando finalmente su implantación.

Después de haber constatado que desde un PC con elementos multimedia, es posible realizar llamadas telefónicas a través de Internet, podemos pensar que la telefonía en IP es poco más que un juguete, pues la calidad de voz que obtenemos a través de Internet es muy pobre. No obstante, si en una empresa disponemos de una red de datos que tenga un ancho de banda bastante grande, también podemos pensar en la utilización de esta red para el tráfico de voz entre las distintas delegaciones de la empresa. Las ventajas que obtendríamos al utilizar la red para transmitir tanto la voz como los datos son evidentes:

- Ahorro de costes de comunicaciones pues las llamadas entre las distintas delegaciones de la empresa saldrían gratis.
- Control del personal dentro de sus lugares de trabajo.
- Movilidad en los procesos con tiempos de respuesta menores a los normalmente acostumbrados.

Realmente la integración de la voz y los datos en una misma red es una idea antigua, pues desde hace tiempo han surgido soluciones desde distintos fabricantes que, mediante el uso de multiplexores, permiten utilizar las redes WAN de datos de las empresas (típicamente conexiones punto a punto y frame-relay) para la transmisión del tráfico de voz. La falta de estándares, así como el largo plazo de amortización de este tipo de soluciones no ha permitido una amplia implantación de las mismas.

Sería indudable la implantación definitiva del protocolo IP desde los ámbitos empresariales a los domésticos y la aparición de un estándar, la VoIP (Voz sobre IP), no podía hacerse esperar. La aparición de VoIP (Voz sobre IP) junto con el abaratamiento de los DSP's (Procesador Digital de Señal), los cuales son claves en la compresión y descompresión de la voz, son los elementos que han hecho posible el despegue de estas tecnologías. Para este auge existen otros

factores, tales como la aparición de nuevas aplicaciones o la apuesta definitiva por VoIP (Voz sobre IP) de fabricantes como Cisco Systems o Nortel-Bay Networks. Por otro lado los operadores de telefonía están ofreciendo o piensan ofrecer en un futuro cercano, servicios IP de calidad a las empresas.

1.6.6. TIPOS DE RED.

Con lo expuesto, se puede fácilmente identificar 3 tipos de redes IP:

1. Internet. El estado actual de la red no permite un uso profesional para el tráfico de voz.

2. Red IP Pública. Los operadores ofrecen a las empresas la conectividad necesaria para interconectar sus redes de área local en lo que al tráfico IP se refiere.

3. Intranet. La red IP implementada por la propia empresa. Suele constar de varias redes LAN (Ethernet conmutada, ATM⁴², etc.) que se interconectan mediante redes WAN tipo Frame-Relay/ATM, líneas punto a punto, RDSI para el acceso remoto, etc. En este caso la empresa tiene bajo su control prácticamente todos los parámetros de la red, por lo que resulta ideal para su uso en el transporte de la voz.

1.6.7. TRAMA VOIP.

Una vez que la llamada ha sido establecida, la voz será digitalizada y entonces transmitida a través de la red en tramas IP. Las muestras de voz son primero encapsuladas en RTP (protocolo de transporte en tiempo real) y luego en UDP (protocolo de datagrama de usuario) antes de ser transmitidas en una trama IP. La Figura 8 muestra un ejemplo de una trama VoIP sobre una red LAN y en la Figura 9 muestra un ejemplo de VoIP sobre una red WAN.

⁴² ATM.- Modo de Transferencia Asíncrona (Asynchronous Transfer Mode).



Figura 9. Trama VoIP sobre la Red LAN

Fuente:

1.6.7.1 Campos de la trama.

PPP.- Point to Point Protocol (Protocolo de enlace punto a punto), permite establecer la comunicación a nivel de la capa de enlace TCP/IP entre dos computadoras.

IP: Protocolo de internet, es el que permite la interconexión de redes

UDP: User Datagram Protocol, protocolo de nivel de transporte basado en el intercambio de datagramas, y provee de una interfaz entre las capas Red y Aplicación.

RTP: Real Time Transport Protocol (Protocolo de Transporte de Tiempo Real), ayuda con el transporte de Audio y Video.

FCS: Frame Check Sequence es una trama de chequeo de secuencia de trama, ejecuta una comparación entre checksum de la estación receptora con la emisora y decide si se descarta o no la trama, iguales acepta al contrario la descarta.

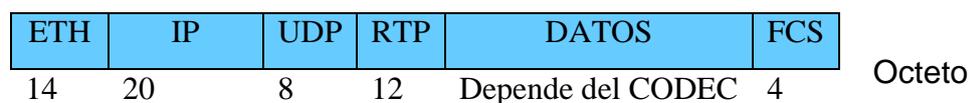


Figura 10. Trama de VoIP sobre una Red WAN.

Fuente:

Una trama Ethernet debe tener una longitud mínima de 64 Bytes y una longitud máxima de 1518 Bytes.

Por ejemplo, si el CODEC usado es G.711 y el periodo de paquetización es 30 ms, la carga útil será de 240 bytes. Esto resultara en una trama total de 298 bytes en una red WAN y en 286 bytes en una red LAN.

1.6.8 FUNCIONAMIENTO DE UNA RED VOIP.

De igual forma cómo han evolucionado las redes en magnitud de velocidad y cantidad de datos, se descubrió que enviar una señal a un destino remoto también se podría enviar de manera digital es decir, antes de enviar la señal se debía digitalizar con un dispositivo ADC (conversor análogo a digital), transmitirla y en el extremo del destino transformarla de nuevo a formato análogo con un dispositivo DAC (conversor digital a análogo).

VoIP funciona de esa manera, digitalizando la voz en paquetes de datos, enviándola a través de la red y reconvirtiéndola a voz en el destino. Básicamente el proceso comienza con la señal análoga del teléfono que es digitalizada en señales PCM por medio del codificador/decodificador de voz (codec). Las muestras PCM son pasadas al algoritmo de compresión, el cual comprime la voz y la fracciona en paquetes (Encapsulamiento) que pueden ser transmitidos para este caso a través de una red privada WAN. En el otro extremo de la nube se realizan exactamente las mismas funciones en un orden inverso. El flujo de un circuito de voz comprimido es el mostrado en la *Figura 11*.

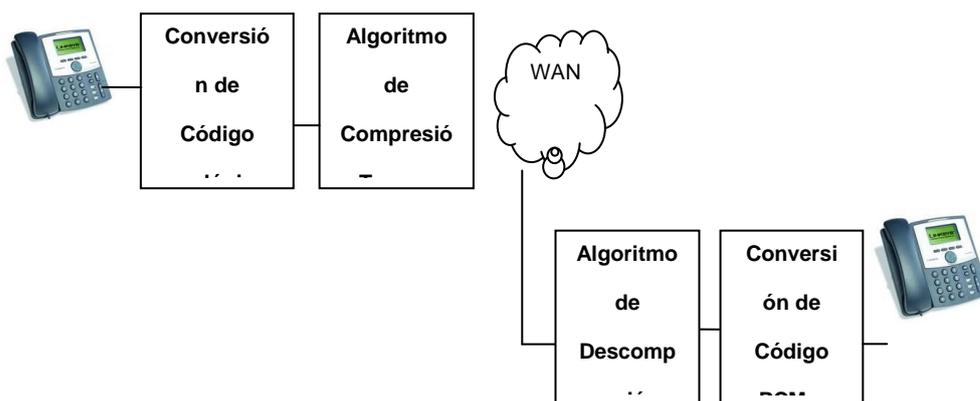


Figura 11. Flujo grama de una Llamada VoIP.

De acuerdo como la red está configurada, el Router o el Gateway pueden realizar la labor de codificación, decodificación y/o compresión. Por ejemplo, si el sistema usado es un sistema análogo de voz, entonces el router o el gateway

realizan todas las funciones mencionadas anteriormente como muestra la *Figura 12*

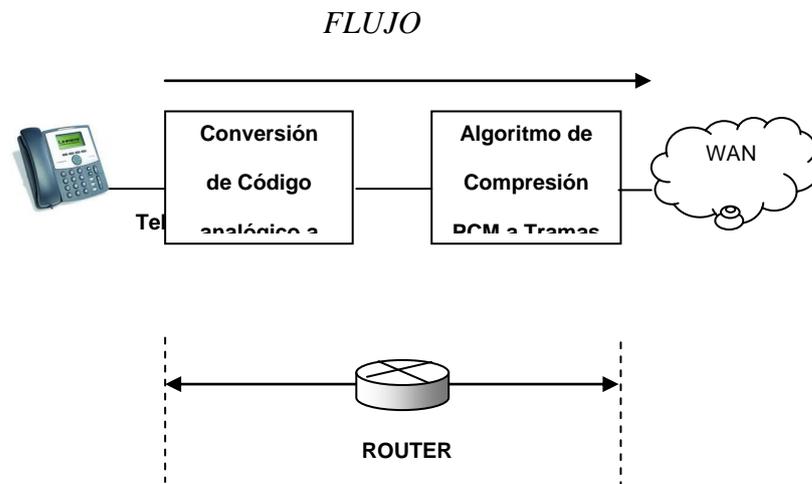


Figura 12. Router, Gateway de VoIP.

En cambio, como muestra la *Figura 13*, si el dispositivo utilizado es un PBX digital, entonces es este el que realiza la función de codificación y decodificación, y el router solo se dedica a procesar y a encapsular las muestras PCM de los paquetes de voz que le ha enviado el PBX.

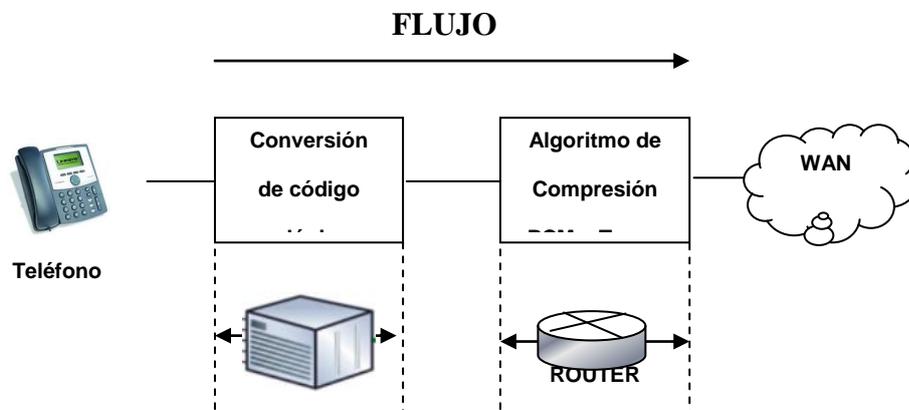


Figura 13. PBX y Router en red VoIP

Para el caso de transportar voz sobre la red pública Internet, se necesita una interfaz entre la red telefónica y la red IP, el cual se denomina Gateway y es el encargado en el lado del emisor de convertir la señal analógica de voz en paquetes comprimidos IP para ser transportados a través de la red. Del lado del receptor su labor es inversa, dado que descomprime los paquetes IP que recibe de la red de datos, y recompone el mensaje a su forma análoga original conduciéndolo de nuevo a la red telefónica convencional en el sector de la última

milla para ser transportado al destinatario final y ser reproducido por el parlante del receptor.

Es importante tener en cuenta también que todas las redes deben tener de alguna forma las características de direccionamiento, enrutamiento y señalización. El direccionamiento es requerido para identificar el origen y destino de las llamadas, también es usado para asociar las clases de servicio a cada una de las llamadas dependiendo de la prioridad.

El enrutamiento por su parte encuentra el mejor camino a seguir por el paquete desde la fuente hasta el destino y transporta la información a través de la red de la manera más eficiente, la cual ha sido determinada por el diseñador.

La señalización alerta a las estaciones terminales y a los elementos de la red su estado y la responsabilidad inmediata que tienen al establecer una conexión. En la Figura 14 se muestra en detalle la distribución de los protocolos VoIP dentro del modelo OSI:



*Figura 14. Referencia de Protocolo VoIP al Modelo
Fuente:*

Como se puede ver en la figura anterior, la voz sobre IP está compuesta por diversos protocolos envolviendo varias capas del modelo OSI.

De cualquier forma, VoIP es una aplicación que funciona sobre las redes IP actuales, tratando principalmente las capas de transporte, sesión, presentación y aplicación. En la capa de transporte, la mayor parte de estos protocolos usa el RTP/RTCP, siendo el primero un protocolo de medio y el segundo un protocolo de control. La excepción es IAX, que implementa un transporte de medio propio. Todos ellos usan UDP para transportar la voz.

En la capa de sesión entran los protocolos de voz sobre ip propiamente dichos, H323, SIP⁴³, MGCP⁴⁴, IAX y SCCP⁴⁵. En la capa de sesión los CODECs definen el formato de presentación de voz con sus diferentes variaciones de compresión.

1.6.9 CALIDAD DE SERVICIO QoS EN REDES IP.

1.6.9.1 Parámetros de calidad de servicio.

La calidad de servicio (QoS⁴⁶) es el rendimiento extremo a extremo de los servicios electrónicos tal como lo percibe el usuario al final. Las redes tradicionales de telefonía son construidas para proveer un servicio óptimo para aplicaciones de voz sensibles al tiempo. Por otro lado las redes IP han sido construidas para soportar aplicaciones de datos en tiempo no real como por ejemplo transferencia de datos o correo electrónico. Estas aplicaciones se caracterizan por poseer tráfico de ráfagas, con picos ocasionales en la demanda de ancho de banda, pero no son sensibles a retraso.

El deseo de combinar redes de telefonía y datos en una sola red de paquetes capaz de transmitir servicios integrados, requiere que las nuevas redes públicas estén equipadas con mecanismos que aseguren una calidad de servicio (QoS) razonable y predecible para todas las aplicaciones. Esto es especialmente

⁴³ SIP.- Protocolo de Inicio de Sesiones (*Session Initiation Protocol*).

⁴⁴ MGCP.- Media Gateway Control Protocol.

⁴⁵ SCCP.- Skinny Client Control Protocol.

⁴⁶ QoS.- Calidad de Servicio (*Quality of Service*)

importante considerando que los usuarios de la red de telefonía pública conmutada (PSTN "*Public Switched Telephone Network*") están acostumbrados a una gran calidad de servicio. A continuación se presentan los factores que se utilizan para determinar la calidad de servicio en redes IP, ellos son:

1. Retraso ("Delay").

Dos problemas que resultan del retraso son eco y sobreposición de la llamada. El eco es causado por la reflexión en el equipo telefónico del destino de las señales de voz originadas en el origen. El eco se convierte en un problema cuando el retraso de vuelta completa ("*Round Trip Delay*"), sobrepasa los 50 milisegundos. Debido a que el eco es considerado como un gran problema de calidad, los sistemas de VoIP tienen que poseer equipos para control y cancelación de eco. La sobreposición de la llamada es el problema de un usuario interfiriendo en el diálogo del otro usuario. Esto es significativo si el retraso de un sentido ("*One Way Delay*") sobrepasa los 250 milisegundos. El retraso puede ser dividido en componentes de retraso fijo y componentes de retraso variable. Los componentes de retraso fijo incluyen propagación y procesamiento. Los componentes de retraso variable incluyen retraso por cola, "*buffers*" para eliminar el "*jitter*" y el tamaño variable de los paquetes.

- Retraso acumulado ("*Accumulation delay*"), que también es llamado retraso algorítmico, es causado por la necesidad de obtener una trama de muestras de voz para ser procesada por el codificador de voz. Esto depende del tipo de codificador de voz utilizado y varía de un tiempo de muestreo de 125 milisegundos a muchos milisegundos.
- Retraso de procesamiento ("*Processing delay*"), es causado por el proceso de codificar y empaquetar las muestras codificadas para la transmisión a través de la red IP. El retraso de codificación es función tanto del tiempo de ejecución como del tipo de algoritmo utilizado. Para reducir este retraso lo que usualmente se hace es colocar muchas muestras codificadas en un solo paquete.

- Retraso de red (*“Network delay”*), es causado por el medio físico y los protocolos utilizados para transmitir voz y datos, y por los *“buffers”* utilizados para eliminar el *“jitter”* en el lado receptor. Este retraso es función de la capacidad de los enlaces en la red así como también del procesamiento que ocurre cuando los paquetes fluyen en la red. Los *“jitters buffers”* agregan retraso, utilizado para eliminar la variación en el retraso que cada paquete sufre cuando es transmitido por la red de datos. Este retraso de red puede ser una parte significativa del retraso total, pues los retrasos de los paquetes pueden ser tan altos como 70 milisegundos hasta 100 milisegundos en una red IP.

2. Jitter.

Es la variación en el tiempo de llegada de los paquetes debido al retraso variable de transmisión en la red. Eliminar el *“jitter”* requiere recolectar paquetes y detenerlos el tiempo suficiente para permitir que los paquetes más lentos lleguen al destino en el tiempo justo para ser escuchados en la secuencia correcta, que al final causa un retraso adicional.

El conflicto entre las metas de minimizar el retraso y eliminar el *“jitter”* ha llevado al desarrollo de varios esquemas que adaptan el tamaño del *“jitter buffer”* para que se puedan enlazar los requerimientos de tiempo con la eliminación del *“jitter”* de la red.

3. Pérdida de paquetes (*“Packet Loss”*).

Las redes IP no pueden garantizar que los paquetes sean entregados, y mucho menos que sean entregados en orden. Algunos paquetes no serán transmitidos durante picos de tráfico y períodos de congestión de la red. Debido a la sensibilidad en el tiempo de las transmisiones de voz, los esquemas de retransmisión del protocolo de control de transmisión no son útiles. Se deben diseñar esquemas que compensen la pérdida de paquetes para solventar este problema.

4. Disponibilidad de ancho de banda (“Bandwidth Availability”).

El ancho de banda es la porción de la red que está disponible para una aplicación para transmitir información en la red. El nivel de confiabilidad y la calidad del sonido aceptable entre los usuarios todavía no han sido alcanzados, esto es principalmente por limitaciones en el ancho de banda, lo cual lleva a una mayor pérdida de paquetes. En comunicaciones de voz, la pérdida de paquetes se manifiesta como pequeños períodos de silencio en la conversación, lo cual en el negocio de las comunicaciones es inaceptable.

1.6.9.2 Factores que influyen en la calidad de la voz.

Claridad

La claridad está relacionada con la inteligibilidad de la voz, siendo una medida subjetiva de cuánta información puede ser extraída de una conversación. La claridad de la voz depende de una variedad de factores y sólo algunos de ellos son entendidos. Por ejemplo, ciertas bandas de frecuencia en el espectro de audio son más importantes para la inteligibilidad de la voz que otras. La banda de frecuencia de 250 – 800 Hz es menos importante para la inteligibilidad de la voz que las frecuencias contenidas entre la banda de 1000 – 1200 Hz.

Los componentes de una red de datos tienen cierto impacto en la claridad de la voz en el camino de una llamada:

- Los dispositivos telefónicos en ambos lados de la llamada afectan la claridad de la voz debido a la calidad del micrófono y la posibilidad de la no compensación del eco generado entre el micrófono y el usuario. Este es un parámetro no relacionado al tipo de red utilizado para el transporte de la voz, pero todos los factores que degraden la calidad de la voz deben ser considerados.
- La digitalización tiene un impacto menor en la claridad de la voz debido a que el incremento en la relación señal a ruido es mínimo.

- La red IP puede afectar la claridad de la voz si no posee calidad de servicio garantizada, y esto resulta en excesivo *jitter* y pérdida de paquetes.
- El tráfico de la red también afecta la claridad de la voz. Cuando el tráfico de la red es alto, y especialmente en redes con acceso estadístico como la recomendación Ethernet IEEE⁴⁷ 802.3, la pérdida de paquetes y el *jitter* típicamente aumentan. Por ejemplo, cuando se utiliza Ethernet, el tráfico alto en la red lleva a mayores colisiones. Después de un cierto nivel de colisiones, ocurren grandes pérdidas de paquetes.

Supresión del Silencio.

Un detector de actividad de voz, *VAD*⁴⁸, es una “puerta de audio”. Cuando el usuario está hablando, la puerta VAD se abre y los paquetes son transmitidos. Cuando el usuario está en silencio, la puerta se cierra y no se envían paquetes. Como las conversaciones humanas son generalmente en los dos sentidos, el uso del VAD puede realizar una reducción del ancho de banda requerido entre 40% y 50%.

Eco.

El eco es la reflexión de la señal a través de la red, con suficiente retraso para convertirse perceptible al usuario.

Los canceladores de eco son dispositivos que se utilizan en redes de voz para reducir o eliminar el eco.

Parámetros ajustables en equipos de VoIP

Jitter buffer

Es un “buffer” de paquetes que retiene paquetes entrantes por un tiempo específico antes de enviarlos a descomprimirlos. Esto tiene el efecto de suavizar

⁴⁷ IEEE.- Institute of Electrical and Electronics Engineers

⁴⁸ VAD.- Voice Activity Detection.

el flujo de paquetes. Sin embargo, la desventaja del “jitter buffer” es que agrega un retraso significativo. El tamaño del “*jitter buffer*” es configurable. Si el tamaño del “*jitter buffer*” es muy pequeño, las perturbaciones en la red como pérdida de paquetes y “*jitter*” causarían efectos audibles en la voz recibida. Si el tamaño del “*jitter buffer*” es muy grande, la calidad de la voz estará bien, pero la conversación de dos sentidos se puede convertir en una conversación de un sentido donde las personas no pueden hablar simultáneamente por el gran retraso.

1.6.9.3 Métodos para medir la calidad de voz

Con todos los factores que afectan la calidad de la voz, se hace necesario un mecanismo para medirla. La ITU⁴⁹ ha desarrollado dos importantes recomendaciones: Valor de la Opinión (MOS⁵⁰) –P.800 y Medida Porcentual de la Calidad del Audio (PSQM⁵¹) – P.861. La recomendación P.800 se encarga de definir un método para derivar un valor de opinión de la calidad de la voz. La prueba consiste en grabar muestras de voz pre-seleccionadas sobre el medio de transmisión deseado y luego reunir a un grupo de hombres y mujeres para que escuchen la grabación.

Luego estas personas califican la grabación entre uno y cinco, donde uno es el peor y cinco es el mejor valor. Un MOS de cuatro es considerado de gran calidad.

La recomendación P.861 define un algoritmo a través del cual una computadora puede derivar resultados muy cercanos a los arrojados por el MOS. Aunque PSQM es útil, se tienen algunas dudas acerca de su adaptación para redes de datos. PSQM fue diseñada para redes de circuitos y no toma en cuenta el efecto de parámetros importantes como “*jitter*” y pérdida de paquetes que son relevantes para VoIP.

⁴⁹ ITU.-Unión Internacional de Telecomunicaciones (*International Telecommunication Union*)

⁵⁰ MOS.-Mean Opinion Score.

⁵¹ PSQM.- Perceptual Speech Quality Measurement.

1.6.9.4 Mediciones Recomendadas para determinar la calidad de la voz

El retraso desde el origen hasta el destino es la suma de todos los retrasos en los diferentes equipos de la red y a través de los enlaces de ésta por donde el tráfico de voz es transmitido, incluyendo redes de circuitos y redes de VoIP. El retraso no afecta la inteligibilidad de la voz, pero sí afecta la conversación entre los usuarios.

Una simple medición de retraso en una red de VoIP es de uso limitado y deben tomarse múltiples muestras. El retraso en redes de VoIP puede variar en el tiempo por muchas razones. Especialmente en topologías donde los paquetes IP pueden tomar rutas diferentes, es importante saber si las rutas alternas son permitidas en horas de alto tráfico en la red. Si en algún momento se seleccionan rutas alternas, la calidad de la voz puede ser afectada debido a la configuración de la red, algoritmos de enrutamiento entre dominios administrativos distintos, y otras razones que pueden causar que se seleccionen caminos utilizando distintos criterios en ciertos períodos de tiempo.

Las mediciones de retraso permiten determinar el retraso promedio en una red, así como también los retrasos mínimo y máximo experimentados. Esto es de mucha ayuda para caracterizar el comportamiento de la red bajo distintas condiciones de tráfico.

1.6.9.5 Medición de Calidad de voz

El algoritmo PSQM⁵² fue diseñado originalmente para medir la calidad del audio procesado por los CODECs de audio, y no toma en cuenta factores de la red como distorsiones severas. Para una medición más precisa es necesario el uso de una versión mejorada del algoritmo PSQM, llamada PSQM+ que sí toma estos factores de red en cuenta.

⁵² PSQM.- Perceptual Speech Quality Measure.

El uso de muestras de una conversación en redes de VoIP para medidas de calidad de la voz es más importante que el uso de tonos de frecuencia o señales de ruido. Los CODECs de baja tasa de bits utilizados en VoIP tratan de recrear lo escuchado por el oído humano en el destino y no son sintonizados para recrear tonos o señales de ruido, lo que puede causar una falsa impresión de la calidad de la voz en la red.

Las pruebas de claridad son realizadas entre los dos puntos de una llamada en la red. Para medir la claridad en una manera constante, se debe enviar una muestra de voz conocida y compararla con la señal recibida. La señal recibida puede ser la que se obtiene en el destino final, o la que es obtenida en el destino final y es retransmitida al origen.

1.7 CODECS

La palabra codec proviene del Ingles coder-decoder, (codificador / de codificador) convierte en las señales analógicas a un flujo de bits (bitstream) digitales (formato de audio digital), y otro codec idéntico en el otro extremo de la comunicación convierte el flujo de bits digitales en una señal analógica, para poder reproducir la señal. Básicamente VoIP se fundamenta en la conversión de señales analógica – digital.

1.7.1 FUNCIÓN DE LOS CODECS EN VoIP.

Los codecs se utilizan para codificar la voz para su transmisión a través de redes IP. Codecs en VoIP también se les conoce como vocoders, para “codificadores de voz”. Los codecs generalmente ofrecen una capacidad de compresión para ahorrar ancho de banda de red. Algunos codecs también apoyan la supresión de silencio, donde el silencio no está codificado o transmitido. Existen varios codecs como G.711, G.729, G.723.1, G.726 (32 Kbps), G.726 (24 Kbps), G.728, de los cuales cuatro son los más utilizados para aplicaciones de Voz.

Para determinar que codec utilizar debemos tomar en cuenta cuál de ellos optimiza el recurso de Ancho de Banda y la velocidad de operación.

La tabla 11 muestra las características de los principales codecs.

Tabla 2 Características de los Codecs

CODEC	FRECUENCIA DE MUESTREO (KHZ)	BW (KBPS)	TAMAÑO DEL BLOQUE (ms)	OBSERVACIONES	VENTAJAS	DESVENTAJAS
G.711	8	64	Muestreada	G.711u/a comúnmente referidos como u-law/a-law de donde a-law es la versión europea y u-law es la versión de US/Japan	Diseñado para entregar máxima calidad de voz; muy bajo consumo de CPU	Incluyendo sobrecarga consume más de 64 Kbps por lo tanto, requiere 128 kbps de ancho de banda en cada dirección(subida y bajada)
G.723.1	8	5.3 6.3	30	Comúnmente usado por proveedores de VoIP	Comprensión muy alta, mantenimiento excelente calidad de audio	Consume demasiado tiempo de procesamiento Comparando con G.721 tiende a ser peor
G.728	8	16	2.5	ITU	Tiene un algoritmo de retardo de codificación de 0,625 ms	
G.729	8	8	10	ITU	Excelente utilización del ancho de banda para conversaciones de calidad; funciona bien bajo errores de bits aleatorios	Requiere licencia para su uso

Se presentan la Tabla 3 con la información de Codec y Ancho de Banda.

Tabla 3 Información de Codec y Ancho de Banda de los codecs

Fuente: <http://unifiednetworks.blogspot.com/2009/09/voip-per-call-bandwidth.html>

Codec Information				Bandwidth Calculations			
Codec & Bit Rate (Kbps)	Codec Sample Size (Bytes)	Codec Sample Interval (ms)	Mean Option Score (MOS)	Voice Payload Size (Bytes)	Voice Payload Size (ms)	Packets Per Second (PPS)	Bandwidth Ethernet (Kbps)
G.711 (64 Kbps)	80 Bytes	10 ms	4,1	160 Bytes	20 ms	50	87,2 Kbps
G.729 (8 Kbps)	10 Bytes	10 ms	3,92	20 Bytes	20 ms	50	31,2 Kbps
G.723.1 (6.3 Kbps)	24 Bytes	30 ms	3,9	24 Bytes	30 ms	34	21,9 Kbps
G.723.1 (5.3 Kbps)	20 Bytes	30 ms	3,8	20 Bytes	30 ms	34	20,8 Kbps
G.726 (32 Kbps)	20 Bytes	5 ms	3,85	80 Bytes	20 ms	50	55,2 Kbps
G.726 (24 Kbps)	15 Bytes	5 ms		60 Bytes	20 ms	50	47,2 Kbps
G.728 (16 Kbps)	10 Bytes	5 ms	3,61	60 Bytes	30 ms	34	31,5 Kbps

De las tablas se puede establecer que los codecs G.711 y G.729 son lo más adecuados, la tabla 3 nos ayudará a tomar la decisión.

Tabla 4 Detalle de Ancho de Banda

CODEC	MOS	Tamaño del payload por paquete	Tamaño del header IP/UDP/RTP	Tipo de tecnología de Capa 2	Tamaño del header de capa 2	Paquetes por segundo	AB por llamada
G.711	4.1	160 bytes	40 bytes	Ethernet	14 bytes	50 pps	85.6 kbps
		240 bytes	40 bytes	Ethernet	14 bytes	33 pp	77,6 kbps
		160 bytes	40 bytes	Frame Relay	6 bytes	50 pps	82,4 kbps
		160 bytes	2 bytes (cRTP)	Frame Relay	6 bytes	50 pps	67,2 kbps
G.729	3,9	20 bytes	40 bytes	Ethernet	14 bytes	50 pps	29,6 kbps
		20 bytes	40 bytes	Frame Relay	6 bytes	50 pps	26,4 kbps
		30 bytes	40 bytes	Frame Relay	6 bytes	33 pp	20 kbps
		20 bytes	2 bytes (cRTP)	Frame Relay	6 bytes	50 pps	11.2 kbps

Tabla 5 G711 vs G729

Elaborado por: Cristian Puga

CODEC	COMPRIME	FAX	LICENCIADO	CALIDAD DE SEÑAL VOZ	USO
G.711	no	seguro	no	Alta	Alto
G.729	si	inseguro	Si*	Baja	Medio

1.8 CENTRALES TELEFÓNICAS

En el campo laboral como: empresas, corporaciones entre otras, encontramos centrales telefónicas analógicas, digitales, que administran las llamadas entrantes desde y hacia la PSTN y centrales IP o PBX respectivamente.

1.8.1 CENTRALES ANALÓGICAS.

Las centrales analógicas desde sus inicios hasta la actualidad se ha mantenido en constante evolución como los elementos electrónicos, desde sus inicios con un conjunto de membranas, electrodos y corriente alterna, hasta la actualidad con teléfonos digitales inalámbricos que son terminales de las centrales telefónicas conmutadas y estos pasan a formar parte de la hoy nombrada PSTN (Public Switching Telephone Network), Red de Telefónica Pública Conmutada.

Siendo esta la que nos permite conversar con nuestros amigos, vecinos, familiares dentro y fuera del país.

1.8.1.1 Estructura de la PSTN

Al sistema de telefonía se lo puede considerar como el conjunto de dispositivos físicos que generan el servicio de comunicación telefónica, permitiendo a los hombres comunicarse independientemente de la distancia a la que se encuentren uno del otro.

El servicio para mantener su eficiencia debe contar con los medios y recursos adecuados para conectar a los aparatos telefónicos al principio de la llamada y al finalizar la misma. En el proceso de conexión y desconexión se incorporan las funciones imprescindibles de: conmutación, señalización y transmisión.

La función de conmutación comprende la identificación y conexión de los abonados a una trayectoria de comunicación adecuada.

La función de señalización se encarga del suministro e interpretación de señales de control y de supervisión que se necesita para realizar la conmutación.

El tercer aspecto hace referencia, como su nombre lo indica al proceso de transmisión del mensaje del abonado y de las señales de control por medio del canal.

El proceso anteriormente mencionado ha permitido la comunicación entre personas, tal vez con inversiones grandes por la utilización de medios guiados (Par de Cobre) individuales a grandes distancias para su masificación.

1.8.2 CENTRALES DIGITALES.

A estas redes se han acoplados elementos digitales conocidas comúnmente como mini centrales o PBX⁵³, que se convierten en centrales multiplexoras o generadoras de extensiones, que administran la llamada entrante luego de ser contestada por una persona que hará las veces de una recepcionista, asignando de forma manual la extensión que pertenece a la persona con la que desea hablar el llamante.

Manteniendo a los inicios de la telefonía como base y a la necesidad de automatización de los procesos, evolución de la tecnología y la manipulación del internet para beneficios propios. Se han unificado en el diseño de dispositivos conocidos como centrales de VoIP (Voz sobre IP), lo que se encuentra especificado en el Capítulo 6 “Transferencia De Voz Y Datos por Medio de Paquetes IP”, los mentalizadores lo expresan como IP-PBX para el uso comercial y explicativo.

⁵³ PBX.- **P**riate **B**ranch **E**xchange en español Central de intercambio privada

1.8.3 CENTRALES VOIP.

Como se ha definido anteriormente sobre la necesidad de automatizar los procesos de establecer y mantener la comunicación entre dos puntos finales durante todo el tiempo requerido por los usuarios, siendo esta definición el objetivo principal de una PBX, hoy en día es una realidad con las denominadas centrales VoIP, que como en capítulos anteriores se ha explicado que es la transmisión de la voz por medio del internet.

1.8.3.1 Funcionalidades.

Debemos conocer que en la actualidad existen varias marcas que nos ofrecen una gran variedad de PBX. Cada una de estos fabricantes presenta diferencias reales de una a otra en los servicios que las conforman. A continuación se enumeran algunos de los servicios más extendidos o implementados en las centralitas telefónicas:

- **Operadora automática/virtual:** Permite al llamante transferir la llamada a la extensión deseada mediante menús interactivos sin la intervención física de una operadora.
- **Marcación Rápida:** A números de servicio público como emergencias, policía o bomberos.
- **Buzón de voz:** Servicio de almacenamiento de mensajes de voz (contestador automático). El mensaje de bienvenida puede personalizarse.
- **Transferencia de una llamada:** a otra extensión para que se atendida, por ejemplo, por otro departamento.
- **Desvío de Llamada:** a otra terminal en caso de que la extensión no conteste o esté ocupada. Y otras funcionalidades más como: Follow-me, Llamada en espera, parking de llamadas (*call park*), Música en espera (MOH: *Music on Hold*), Tarificación de llamadas, CallerID, DDI (*DirectDialling-In*), Salas de

conferencia, Listas negras, Registro y listado de llamadas, Envío y recepción, Grabación y escucha, Integración con bases de datos.

1.9 IPBX

Con estos antecedentes surge el concepto de los fabricantes de PBXs que deben incorporar a sus centrales la posibilidad de transmitir la voz sobre redes de datos. No es sólo la reducción de costos por la gestión de una única infraestructura lo que se le ofrece al cliente, sino que la integración simplifica y amplía las posibilidades de generar nuevos servicios de valor agregado.

El término IPBX (*Intranet* PBX) hace referencia a aquellas centrales capaces de transmitir la voz sobre redes IP basándose en el protocolo VoIP (*Voice over Internet Protocol*). Para la conexión a la red de Área Local (LAN) hace uso de tarjetas Ethernet, y al igual que el resto de PBXs.

1.9.1 TIPOS DE IPBX

En la actualidad para la implementación de telefonía IP debemos considerar el tamaño donde se realizará la implementación y con el capital que contamos para dicho objetivo, los dos aspectos se encuentran íntimamente relacionados, estas son dificultades que gracias a los avances de la tecnología son superables, teniendo la posibilidad de decidir si utilizar:

- Equipos Propietarios: de las marcas existentes, estas nos ayudan con hardware y software que son comercializados bajo licencias.
- Equipos Libres: que integran una red de datos, conjuntamente con software's de uso libre, obtenemos los recursos para la implementación de Telefonía IP.

Podemos decir que para implementar Telefonía IP tenemos 2 opciones, recurrir a tecnología con más inversión o con menos, de las dos formas se garantiza que el servicio existirá.

1.9.1.1 IPBX propietarias.

Dentro de las marcas locales se encuentran:

- CISCO
- 3COM
- ALCATEL

1.9.1.2 IPBX basados en software.

- ASTERISK
- FREPBX
- OPENPBX
- TRIXBOX
- ELASTIX

Sin duda, podemos decidir que la utilización de tecnología no propietaria nos permite instalar Telefonía IP, con la utilización de la plataforma libre TRIXBOX, por lo es conveniente presentar información sobre su evolución.

1.9.1.2.1 Asterisk.

Como anteriormente se ha comentado que la plataforma LINUX, provee de un software, que genera una central IPBX⁵⁴ igual o mejor que una de marca, acentuando la gran diferencia que en esta no debemos adquirir un equipo costoso si no que la podemos implementar en un computador con características básicas.

Esta central toma el nombre en sus inicios de ASTERISK, que su configuración es totalmente por comandos, luego se presentó un software adicional llamado FREEPBX que no es más que un programa que da un formato gráfico a ASTERISK, hasta en la actualidad encontrarlo ya hecho un compacto en TRIXBOX, que presenta mejoras con relación a sus anteriores.

⁵⁴ IPBX.- IP Private Brach Exchange es la nueva generación de PBX utilizando los conceptos de IP.

➤ **Concepto**

Asterisk es un software PABX⁵⁵ que usa el concepto de software libre (GPL). Digium, empresa que promueve ha Asterisk, invierte en ambos aspectos, el desenvolvimiento de código fuente y en hardware de telefonía de bajo costo que funciona con Asterisk. Asterisk corre en plataforma Linux y otras plataformas Unix con o sin hardware conectando a la red pública de telefonía, PSTN.

Además, con relación a los sistemas propietarios PBX que superan en su costo, prestan las mismas funcionalidades como puede ser Buzón de voz, salas de conferencia o música en espera entre otros.

Asterisk está conformado por un núcleo principal encargado de gestionar todo el sistema PBX. Sus funciones principales son:

- Interconectar de forma automática cada llamada entre los usuario participantes teniendo en cuenta el tipo de protocolo utilizado por cada terminal.
- Lanzar los servicios de valor añadido cuando sean requeridos
- Traducir y adaptar los CODECS a cada terminal involucrado en la comunicación.
- Gestionar el sistema para que funcione de la forma más óptima en todas las condiciones de carga.

Para realizar estas funciones, este núcleo se apoya de un conjunto de módulos que lo dotan de una gran flexibilidad y de una total abstracción de los protocolos, códecs, e interfaces utilizados en cada conexión. Destacan cuatro:

⁵⁵ PAXB.- Private Automatic Branch la evolución de PBX al ser una automática.

➤ **Canal API:**

El canal API maneja el tipo de conexión al cual el cliente está llegando, sea una conexión VoIP, ISDN, PRI, o alguna otro tipo de tecnología. Módulos dinámicos son cargados para manejar los detalles más bajos de la capa de estas conexiones.

➤ **Aplicación API:**

Esta aplicación permite a varios módulos de tareas cumplir varias funciones, conferencias, paging, lista de directorios, voice mail en la línea de transmisión de datos, y cualquier otra tarea la cual PBX sea capaz de cumplir ahora o en el futuro son manejados por estos módulos.

➤ **Traductor del Codec API:**

Cargar módulos codecs para apoyar varios tipos de audio, codificando y decodificando formatos tales como: GMS, ley μ (U-law), Ley A (a-law), e incluso mp3.

➤ **Formato de Archivo API:**

Maneja la lectura y escritura de varios formatos de archivos para el almacenaje de datos en el sistema de archivos.

Como núcleo de la IPBX de código abierto Asterisk se encuentra dentro de lo que hoy es trixbox, que presenta una variedad de servicios al usuario.

1.9.1.2.2 Trixbox.

Es una distribución del sistema operativo GNU/Linux, basada en Centos, que tiene la particularidad de ser una central telefónica (PBX) por software basada en la PBX de código abierto Asterisk. Como cualquier central PBX, permite

interconectar teléfonos internos de una compañía y conectarlos a la red telefónica convencional (RTB – Red telefónica básica).

El paquete **trixbox** incluye muchas características que antes sólo estaban disponibles en caros sistemas propietarios como creación de extensiones, envío de mensajes de voz a e-mail, llamadas en conferencia, menús de voz interactivos y distribución automática de llamadas.

Trixbox es formado por los siguientes componentes:

1. Una de las versiones de Linux, en este caso de **Centos 5.2**
2. El núcleo formado por **Asterisk**, propia central telefónica.
3. **Free PBX** es el entorno gráfico que permite hacer de la configuración de Asterisk más amigable.
4. **FOP** (Flash Operator Panel) es una aplicación de monitorización de Asterisk tipo operadora accesible desde la Web.
5. **Web Meet Me Control** es un administrador de salas de conferencias múltiples o MeetMe, accesible desde la Web.
6. **A2Billing** es una plataforma para llamadas pre pagadas compatible con Asterisk y con Trixbox.
7. **SugarCRM** es un software que implementa la administración de las relaciones con el cliente (Customer Relationship Management), permitiendo básicamente facilitar tres procesos en los cuáles se ven involucradas la mayoría de la empresas con sus clientes: marketing, ventas y soporte. Además, sirve para almacenar todos los datos y actividades con el cliente, como reuniones, llamadas, correos, etc

1.9.1.2.3 Versiones de Trixbox.

➤ TrixBox CE (Community Edition)



Comenzó en el año 2004 como un proyecto popular IP-PBX denominado Asterisk@Home. Desde ese momento se convirtió en la distribución más popular, con más de 65.000 descargas al mes. Dicha versión se caracteriza por dos pilares importantes: su flexibilidad para satisfacer las necesidades de los clientes y, sobre todo, por ser gratuita.

➤ TrixBox Pro (Versión Comercial Pagada)



Es una solución denominada “hibrid-hosted”, que significa que el cliente puede realizar una monitorización 24 horas al día los 7 días de la semana, administrar la central desde cualquier lugar y recibir actualizaciones del software de manera automática. Trixbox Pro es una versión empresarial que se ejecuta sobre tecnologías PBXtra, comercializada desde el 2004 permitiendo enviar/recibir más de 120 millones de llamadas por día. La familia trixbox Pro posee 3 versiones:

- Standard Edition (SE)
- Enterprise Edition (EE)
- Call Center Edition (CCE)
-

1.9.1.2.4 Interfaces.

Un sistema de VoIP se encuentra formado por dos redes telefónicas interna por tantas extensiones dependiendo del número de personal entre otras características y una externa que es la que nos permitirá salir al mundo la red

PSTN, por tal motivo debe existir un medio de interconexión entre ellas o lo que en el ámbito se le denomina interfaz.

Para la implementación de centrales telefónicas IP con aplicaciones de software libre han generado tarjetas PCI, que tienen la posibilidad de enlazar a la red de voz interna con la externa.

Estas tarjetas presentan dos tipos de entradas:

- **FXO** (Foreign Exchange Office) es el dispositivo de computador permite conectar éste a la PSTN, que mediante un software especial permite realizar y recibir llamadas de teléfono.
- **FXS** (Foreign Exchange Station) es el conector en una central telefónica o en la pared de nuestro hogar, que permite conectar un teléfono analógico estándar.

Físicamente luego de instalar la interfaz (Tarjeta), el CPU se vería de acuerdo a la *Figura 16*

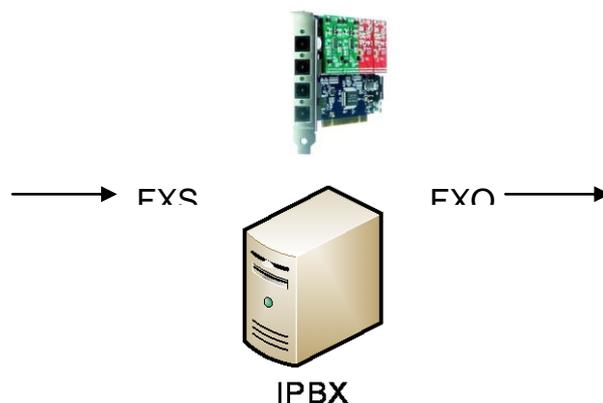


Figura 15. Computador con tarjeta VoIP

Elaborado por: Cristian Puga

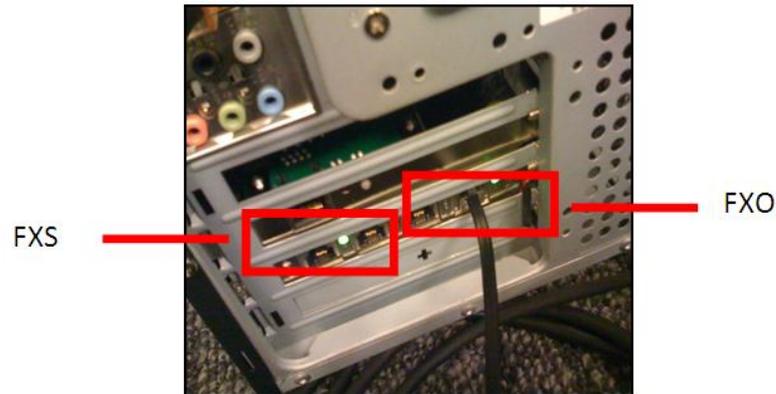


Figura 16. Fotografía de equipo Real

Elaborado por: Cristian Puga

Al determinar que un sistema de VoIP está compuesto por dos redes como: la red telefónica interna y la red PSTN, debemos conocer varios conceptos como troncales, hora pico entre otros debidos a que son parámetros que nos ayudaran al diseño y estabilidad del mismo.

1.10 TRONCAL.

Es el medio de transmisión por el que se pueden manejar varias comunicaciones o canales, simultáneas o pseudosimultáneamente, donde esta última expresión se debe a que el mecanismo luce como simultáneo para el usuario aunque estrictamente no lo sea. (Troncal), conceptualizándolo de forma general.

Ajustando el concepto de troncal con respecto a telefonía se puede interpretar como un enlace que interconecta las llamadas externas de una central telefónica, concentrando y unificando varias comunicaciones simultáneas en una sola señal para un transporte y transmisión a distancia más eficiente (generalmente digital) y poder establecer comunicaciones con otra central o una red entera de ellas.

Para que un sistema de telefonía sea estable debemos calcular cuantas troncales debe tener este, debido a esto surge el concepto de hora pico que es el tiempo donde se producen el mayor número de llamadas, el cual se lo determina bajo el concepto de Erlangs que es una medida a dimensional, cuyo nombre fue tomado del nombre del Señor A.K. Erlang ciudadano Danés y pionero de la teoría de tráfico telefónico, de esto existen varios modelos:

Al número de llamadas se lo interpretaría como tráfico telefónico, se debe calcularlo como la sumatoria de los tiempos de ocupación de uno o varios circuitos durante un tiempo de observación. Normalmente el tiempo de observación es una hora denominada hora pico para el cálculo de las troncales, matemáticamente se la representa de acuerdo a la Ecuación 1.

$$A = \frac{1}{T} \cdot \sum_{i=1}^{i=n} h_i \quad \text{Ecu. 1}$$

Donde:

A= tráfico telefónico en Erlangs

h_i = Tiempo de ocupación de la ocupación i

n = Número total de ocupaciones durante el tiempo de observación

T= Tiempo de observación.

Desde el punto de vista matemático la definición de tráfico telefónico puede ser: el resultado de la multiplicación del número de ocupaciones por el tiempo promedio de cada ocupación, dividido por el tiempo de observación, expresada en la Ecuación 2.

$$A = Y \cdot h / T \quad \text{Ecu. 2}$$

Donde:

A = Tráfico telefónico en Erlangs.

Y = Número de ocupaciones de uno o varios circuitos.

h = Tiempo promedio de ocupación.

T = Tiempo de Observación.

Por lo tanto para determinar el número de troncales deberemos aplicar el siguiente concepto: “Una troncal puede soportar máximo 1Erlang de ocupación que significa que estaría ocupada al 100% durante una hora determinada”.

En la fórmula anterior T tomará los valores de 3600s, 60 min, de acuerdo a la unidad en la que se encuentre h el tiempo promedio de ocupación.

Por lo tanto el la ecuación para el cálculo de Erlang se expresa de acuerdo a la *Ecuación 3*.

$$Erlang = \frac{\text{Numero de llamadas} \times ACHT (s)}{3600}$$

Ecu. 3

En la *Ecuación 3* surge una nueva variable ACHT⁵⁶, que es el tiempo promedio de duración de llamada que normalmente se encuentra en 120 y 180 s⁵⁷

En una central debemos hacer y recibir llamadas, debido a esto debemos tener tantos canales disponibles para que no exista congestión, peor aún pérdida de llamadas.

1.10.1 GRADO DE SERVICIO

El Grado de Servicio GoS⁵⁸, en ingles “Grade of Service”, se lo define como la probabilidad de que una llamada seas pérdida, ya sea por congestión o por qué no fue contestada.

Para que un sistema de comunicación no esté sub ni sobre dimensionado, es decir sea eficiente y rentable, en la vida real se utiliza un grado de servicio del 0,01, que representa una llamada descartada por cada 100 intentos, utilizaremos la tabla 2.

⁵⁶ ACHT.- Average Call Holding Time

⁵⁷ Información extraída de :

http://catarina.udlap.mx/u_dl_a/tales/documentos/lem/garduno_a_f/capitulo1.pdf

⁵⁸ GoS.- Grade of Service

Tabla 6. Erlang B

n	Probabilidad de pérdida									
	0.007	0.008	0.009	0.01	0.02	0.03	0.05	0.1	0.2	0.4
1	.00705	.00806	.00908	.01010	.02041	.03093	.05263	.11111	.25000	.66667
2	.12600	.13532	.14416	.15259	.22347	.28155	.38132	.59543	1.0000	2.0000
3	.39664	.41757	.43711	.45549	.60221	.71513	.89940	1.2708	1.9299	3.4798
4	.77729	.81029	.84085	.86942	1.0923	1.2589	1.5246	2.0454	2.9452	5.0210
5	1.2362	1.2810	1.3223	1.3608	1.6571	1.8752	2.2185	2.8811	4.0104	6.5955
6	1.7531	1.8093	1.8610	1.9090	2.2759	2.5431	2.9603	3.7584	5.1086	8.1907
7	2.3149	2.3820	2.4437	2.5009	2.9354	3.2497	3.7378	4.6662	6.2302	9.7998
8	2.9125	2.9902	3.0615	3.1276	3.6271	3.9865	4.5430	5.5971	7.3692	11.419
9	3.5395	3.6274	3.7080	3.7825	4.3447	4.7479	5.3702	6.5464	8.5217	13.045
10	4.1911	4.2889	4.3784	4.4612	5.0840	5.5294	6.2157	7.5106	9.6850	14.677
11	4.8637	4.9709	5.0691	5.1599	5.8415	6.3280	7.0764	8.4871	10.857	16.314
12	5.5543	5.6708	5.7774	5.8760	6.6147	7.1410	7.9501	9.4740	12.036	17.954
13	6.2607	6.3863	6.5011	6.6072	7.4015	7.9667	8.8349	10.470	13.222	19.598
14	6.9811	7.1155	7.2382	7.3517	8.2003	8.8035	9.7295	11.473	14.413	21.243
15	7.7139	7.8568	7.9874	8.1080	9.0096	9.6500	10.633	12.484	15.608	22.891
16	8.4579	8.6092	8.7474	8.8750	9.8284	10.505	11.544	13.500	16.807	24.541
17	9.2119	9.3714	9.5171	9.6516	10.656	11.368	12.461	14.522	18.010	26.192
18	9.9751	10.143	10.296	10.437	11.491	12.238	13.385	15.548	19.216	27.844
19	10.747	10.922	11.082	11.230	12.333	13.115	14.315	16.579	20.424	29.498
20	11.526	11.709	11.876	12.031	13.182	13.997	15.249	17.613	21.635	31.152

GoS se encuentra en el rango de 0 a 1, siendo 0 el valor ideal para un sistema de comunicación, que permitiera que todas las llamadas entrantes tengan disponible un canal y al ser GoS un valor de 1 el sistema no presentaría ningún servicio peor aun beneficio ya que siempre todos los canales pasarían ocupados. El rango de GoS deberá ser:

$$0 < GoS > 1$$

Al considerar y saber cómo determinar los valores de Erlangs de acuerdo al número de llamas o tráfico que cursaría por la red, acudimos a la tabla de *Erlang B Anexo A* para determinar cuántos circuitos o troncales deberíamos implementar en un sistema de comunicación telefónica

CAPITULO II

ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL Y DETERMINACIÓN DE EQUIPOS

Con el objetivo de diseñar una solución integral de transmisión de voz para el DIARIO SEMANARIO INDEPENDIENTE, se realizó un estudio de la red de datos actual y acogiendo las propuestas de funcionamiento del nuevo sistema, se determinó las innovaciones e implementaciones que se deben hacer. Además se verificó el espacio físico donde será implementado el equipo principal (PBX), así como también la ubicación de los puntos donde estarán los equipos terminales.

2.1 ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL DE LA RED Y EQUIPOS

2.1.1 DESCRIPCIÓN DE LAS INSTALACIONES.

El Diario Semanario Independiente es un medio de comunicación nacional escrita de edición semanal, que circula en las provincias del Oriente ecuatoriano, específicamente en Sucumbíos, Napo, Pastaza, Orellana, en empresas e instituciones públicas de Quito y Guayaquil, próximamente en las provincias de Morona Santiago y Zamora Chinchipe. Presentamos en el **Anexo B** un mapa de cobertura del Diario.

El diario fue fundado el 20 de Junio de 1997, con los objetivos de presentar reportes haciendo honor a su nombre “Independientes”.

Su matriz se encuentra ubicada en la ciudad de Quito en las calles y García de León 307 y Gaspar de Carvajal, las sucursales se encuentran ubicadas en la Ciudad del Tena en la Av. García Moreno y Olmedo (NAPO), la segunda ubicada en la ciudad de Puyo en la calle Ces lao Marín y 20 de julio (PASTAZA), su tercera sucursal ubicada en la ciudad de Pto. Francisco de Orellana en las

calles 6 de Diciembre, entre Guayaquil y Jorge Rodríguez (ORELLANA), y su cuarta sucursal ubicada en la ciudad de Lago Agrio en las calles Eloy Alfaro y 12 de Febrero (SUCUMBIOS).

Los planos de las oficinas restantes se adjuntan en el **Anexo C**. A continuación se presenta en la *Figura 17* las instalaciones de la oficina Matriz, situada en Quito.

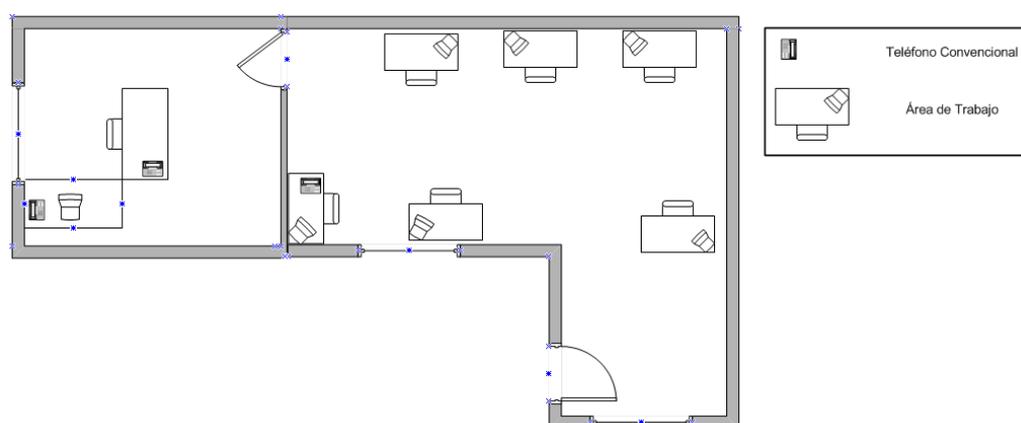


Figura 17. Plano de Oficina Matriz, Quito del Diario Semanario Independiente.

Elaborado por: Cristian Puga.

2.2 DESCRIPCIÓN DE LA RED DE DATOS

Una empresa en cualquier tipo de sector en el que presente servicios necesita de equipos que conforman su red interna y para las conexiones entre sucursales. Por este motivo, el equipamiento debe ser adecuado para llevar a cabo las actividades de la institución.

El diario Seminario Independiente siguiendo los requerimientos actuales para el desarrollo de sus actividades cuenta con los equipos de red que se detallaran en las siguientes tablas cuyos datos se obtuvieron mediante inventario realizado con anterioridad y actualizado completamente.

El Diario no presenta una red de datos extensa tomando en cuenta su matriz y sucursales, debido a esto se deberá implementar algunos equipos y principalmente un Cableado Estructurado acorde a las necesidades que exige la implementación de la tecnología de VoIP.

En la siguientes Tablas presentaremos los equipos que actualmente se encuentran instalados en la Oficina Matriz Quito, para dinamizar el desarrollo del proyecto.

2.2.1 TOTAL DE EQUIPOS MATRIZ (QUITO)

Tabla 7. Inventario de Equipos Ofc. Quito

Fuente: Diario Independiente

ÁREA DEL DIARIO	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
Gerencia	Ordenador	1
Presidencia	Ordenador	1
Director	Ordenador	1
Diseñador	Ordenador	1
Asistente	Ordenador	1
Ventas	Ordenador	2

Tabla 8. Inventario de Equipos Extras.

Elaborado por: Cristián Puga

ÁREA DEL DIARIO	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
Oficina	Router Inalámbrico	1
Oficina	Switch 8 Puerto	1

En la actualidad el Diario Semanario Independiente en la oficina de Quito posee 2 Líneas telefónicas, mismas que están distribuidas mediante extensiones en las áreas de acuerdo a la Tabla 4.

Tabla 9. Distribución de extensiones de las líneas troncales.

Elaborado por: Cristián Puga

ÁREA DEL DIARIO	DESCRIPCIÓN	LÍNEAS
Gerencia	Principal	1 Y 2
Presidencia	Extensión	1
Asistente	Extensión	1 Y 2

La matriz Quito posee un servicio de Datos (Acceso a Internet), con una velocidad de acceso de 2Mbps, el que está distribuido por el Switch de ocho puertos y un router inalámbrico.

2.2.2 TOTAL DE EQUIPOS SUCURSAL TENA (NAPO)

Tabla 10. Inventario de Equipos Tena

Elaborado por: Cristián Puga

ÁREA DEL DIARIO	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
Asistente Administradora	ORDENADOR	1
Entrevistas (Periodista)	ORDENADOR	1

La sucursal cuenta con una línea telefónica, que es utilizada para los reportes diarios, intercambio de información con la matriz y disposiciones varias, mantienen una conexión de internet con una velocidad de acceso de 1 Mbps con el ISP⁵⁹ CNT.EP⁶⁰

⁵⁹ ISP: Internet Service Provider (Proveedor de Servicio de Internet)

⁶⁰ CNT.EP: Corporación Nacional de Telecomunicaciones Empresa Pública.

El total de equipos, servicio telefónico y servicio de internet, de las demás sucursales se presentan en el **Anexo D**. En las tablas utilizamos el termino ORDENADOR y nos referimos a un computador completo (Monitor, CPU, Mouse, Teclado).

Tomaremos como un dato adicional el número de CPU's que existen en la matriz como en las sucursales, ya que este representa el número de personas que laboran en el Diario Independiente.

2.2.3 PERSONAL GENERAL DE LA EMPRESA (MATRIZ Y SUCURSALES).

Tabla 11. Distribución de Personal en el Diario.

Fuente: Diario Independiente.

Elaborado por: Cristian Puga

CIUDAD	TOTAL PERSONAL
Quito	9
Tena	2
Puyo	1
Lago Agrio	4
El coca	3
TOTAL	19

Partiendo del valor total de la *Tabla 11*, que corresponde al total del personal que trabaja dentro de las oficinas, a este grupo debemos incorporar al personal de campo de todas las ciudades en total nueve, dando un total de 28 empleados, los nueve empleados utilizan esporádicamente las extensiones de las troncales en las diferentes ciudades, ellos manejan equipos móviles, por tanto son 19 terminales a implementar.

Luego de haber llegado a la conclusión conjuntamente con los directivos del diario, que el uso de la telefonía convencional representa un gasto anual de

1080 dólares con la suma de las cartas de todas las oficinas, se ha decidido implementar la tecnología de VoIP, con la posibilidad de que exista la conexión al exterior mediante las líneas telefónicas convencionales, para dicho propósito se deberá implementar una Central VoIP, la que deberá cumplir los requerimientos que detallaremos a continuación.

2.3 REQUERIMIENTOS DE FUNCIONAMIENTO DE LA CENTRAL VOIP

De acuerdo al desarrollo de las comunicaciones y la incursión de la transmisión de la voz por medio de paquetes IP como nos muestra la fundamentación teórica del Capítulo 1, nace una nueva tecnología que permite el funcionamiento convergente de los servicios, donde la necesidad de comunicación sea satisfecha sobre una misma plataforma.

Con estos antecedentes la telefonía da un salto gigante al formar parte de la de la tecnología digital donde deberá cumplir estándares como una buena calidad de voz, sin distorsiones y sobre todo que suceda en tiempo real, para lo que sea optado por la utilización del protocolo de transporte IP.

Para implementar esta tecnología han surgido varias propuestas para cumplir con las necesidades que exige mantener un sistema de transmisión de voz, estas se han desarrollado en plataformas de software libre y sobre sistemas de uso licenciado, también marcas reconocidas como CISCO que es una de las proveedoras de equipos de datos, han incursionado en el desarrollo de la telefonía digital.

Tomando en cuenta cuando se tuvo la primera entrevista con los directivos del Diario Semanario Independiente, se presento el proyecto para ser desarrollado con una inversión económica mínima, se ha decidido optar por la plataforma de software libre.

La central de telefonía de VoIP que se instale deberá cumplir con los siguientes servicios:

➤ **Operadora Automática:**

Es uno de los servicios objetivo de la implementación, es el que permite automatizar la recepción de llamadas para que la persona que genera la llamada pueda interactuar con la central escuchando un menú de opciones, que le permitirá acceder a una extensión, buscar la extensión deseada, dejar un mensaje o que le conteste un miembro del personal del diario.

➤ **Intercomunicación:**

Es el servicio mismo como realizar una llamada utilizando la PSTN, en otras palabras poder comunicarnos desde:

- La oficina Matriz a una Sucursal
- De una Sucursal a la Oficina
- Entre sucursales

➤ **Transferencias de Llamada:**

Es la posibilidad de contestar una llamada y transferir como su nombre lo dice al terminal del destinatario buscado o solicitado.

➤ **Registro y Listado de Llamadas:**

Permite llevar un control de todas las llamadas que se han realizado o recibido, por el personal en general.

➤ **Marcación Rápida:**

Es la asignación de la extensión a un número.

➤ **Asignación de claves personales:**

Este es un servicio que se complementa con la intercomunicación, el registro y listado de llamadas, permite identificar quien llamo, esta misma clave nos permite el ingreso a nuestro buzón en caso de que sea la misma.

El DIARIO SEMANARIO INDEPENDIENTE en calidad de facilitador de su infraestructura, apoyo económico y el deseo de impulsar el desarrollo de nuevas tecnologías por futuros profesionales de la rama, presento los siguientes requerimientos que deberán incluirse en el proyecto, luego de haber escuchado la propuesta e identificar los alcances de la plataforma a utilizar.

➤ **Concentración de llamadas:**

Es la probabilidad que se generen re-direccionamiento de llamadas entrantes de las líneas troncales.

➤ **Bloqueo de servicio (se restringirá ciertos puertos en la red):**

El bloque nos referimos a los puertos comúnmente utilizados en redes sociales, como Facebook, Messenger, entre otras.

2.4 PROPUESTA DE IMPLEMENTACIÓN DEL PROYECTO

Luego de haber, analizado los requerimientos y observado los equipos de transmisión, número de ordenadores, la red de datos actualmente instalada en el Diario y cálculos realizados, los equipos que se añadirán a la red para el cumplimiento del sistema se evaluaron tomando en cuenta la inversión a realizarse, debido a esto se decidió ejecutar el proyecto en 3 etapas.

Al culminar las 3 etapas es implementar una Central por sucursal y en la matriz, esto representa la compra de 5 computadores, mismos que deberán ser instalados una tarjeta extra de red además de la interfaz para las troncales.

2.4.1 PRIMERA ETAPA.

En la primera etapa se instalará el primer servidor de VoIP en la ciudad de Quito, convirtiéndola en el núcleo del servicio, para cumplir este propósito se deberá contar con:

- Espacio físico dentro de la Oficina Matriz.

- Acceso a Internet con un plan de datos.
- Computador.
- Tarjeta OpenVox con puertos FXO y FXS.

Debido al alto costo de teléfonos IP, en la primera etapa utilizaremos teléfonos en software (softphones), estos teléfonos virtuales tiene las mismas funcionalidades que un físico, por lo tanto los resultados de transmisión serán los mismos.

Los softphones serán instalados y configurados en cada una de los equipos de todas las ciudades (computadoras), debido a esto toman el nombre de terminales.

Al haber determinado que no existe un cableado estructurado, se lo dimensionará e instalará con proyección a 2 puntos de red por cada área de trabajo con la finalidad reemplazar los softphones por teléfonos IP físicos en la Etapa 3.

El cableado estructurado se lo realizará de acuerdo a las nuevas normas como 568c, 569, 606.

2.4.1.1 Normas:

Norma 568c reemplazó la serie **568B** en el 2008, con las siguientes variantes:

- **ANSI/TIA-568-C.0:** “Cableado de telecomunicaciones genérico para instalaciones de clientes”.
- **ANSI/TIA-568-C.1:** “Norma para sistemas de cableado de telecomunicaciones en edificios comerciales”.

- **ANSI/TIA-568-C.2:** “Norma para sistemas de cableado de telecomunicaciones con pares trenzados balanceados”.
- **ANSI/TIA-568-C.3:** “Norma para sistemas de cableado de telecomunicaciones en fibra óptica”.
- **TIA/EIA-569 A rev1.7:** “Estándares de rutas y espacios de telecomunicaciones para edificios comerciales”.

Norma 569.- establece las normas de recorridos y espacios de Telecomunicaciones en Edificios Comerciales (Cómo enrutar el cableado), el objetivo de la norma es dar a conocer cuál es el mejor material en la construcción que puede ser usado para la canalización de los medios de transmisión.

2.4.1.2 Servidor.

El proyecto al tener como objetivo principal de llegar a implementar un servicio de telefonía IP con la utilización de recursos económicos mínimos, pero sin descuidar la operatividad y calidad que los servicios deben tener, y la facilidad que brinda el software a utilizar, se convertirá aun CPU en servidor. Al computador se instalará el software Libre Linux con la herramienta gráfica TRIXBOX generador de la telefonía IP, poseerá 2 tarjetas de Red LAN, una interfaz PCI⁶¹ de conexión para las líneas troncales de la PSTN.

2.4.1.3 Equipos.

Se establecerá el área de equipos en las instalaciones de la oficina matriz Quito, para lo que necesitaremos:

- Switch de varios puertos para la distribución de la red. Proyección
- Rack de pared posiblemente de 19” o 23 “
- Patch panel de Cat 6

⁶¹ PCI.- Interconexión de Componentes Periféricos (*Peripheral Component Interconnect*)

- Organizador horizontal.
- Computador de Escritorio

Tras la compra e instalación de todos los elementos anteriormente descritos la primera etapa culminaría.

2.4.2 SEGUNDA ETAPA.

En la segunda etapa nos centraremos en la implementación del cableado estructurado de las 4 oficinas restantes y la implementación de los servidores, para con estos poder ejecutar la centralización de las llamadas que desean las autoridades del Diario Seminario Independiente.

Los computadores, luego de instalar el sistema Operativo Linux y las tarjetas PCI para la inclusión de las líneas troncales, serán los servidores de VoIP, que pasaran a ser parte de la red de la Oficina matriz.

Para el desarrollo de la segunda etapa utilizaremos los siguientes equipos:

- Computadores de escritorio (Serán servidores)
- Racks de pared
- switches de 8 puertos
- Cable UTP.

En esta etapa podemos decidir si seguimos utilizando los softphones o se realizaría la compra e implementación de Gateway's, para la utilización de teléfonos digitales convencionales, durante la transición de la segunda a la tercera etapa.

2.4.3 TERCERA ETAPA.

La tercera etapa es la finalización de la implementación del proyecto, con la compra e instalación de equipos telefónicos IP, en cada una de las oficinas del

Diario Semanario Independiente. El número de teléfonos IP es el mismo número de empleados o áreas de trabajo con un total de 19 equipos. El número y costos de los equipos se presentaran en el capítulo siguiente.

2.5 DISEÑO DEL CABLEADO ESTRUCTURADO DEL DIARIO INDEPENDIENTE.

Como se ha comentado en subcapítulos previos, el Diario Independiente no cuenta con una red física como establece las normas de un diseño de cableado estructurado; en vista que en esta red se implementará el servicio de Voz sobre IP, que demanda ciertas condiciones de calidad, es necesario emprender el diseño del cableado que soportará este y demás servicios comunes como uso de correo electrónico y navegación por internet.

2.5.1 TECNOLOGIA A UTILIZAR

La convergencia de la tecnología obliga a que las redes físicas sean graduables a las necesidades que estas presenten como: aumento de velocidad, presten calidades de transmisión, entre otras. Actualmente las tecnologías más utilizadas son Fast Ethernet y Gigabit Ethernet.

Tabla 12 Comparación de Tecnologías LAN

Fuente: http://www.lcc.uma.es/~eat/services/fast_eth/fast_eth.htm

CARACTERÍSTICAS DE LAS TECNOLOGÍAS		
CARACTERÍSTICAS	FAST ETHERNET	GIGABIT ETHERNET
Velocidad	100 Mbps	1000 Mbps
Método de Acceso	CSMA/CD	CSMA/CD
Tamaño de Trama	De 64 a 1500 bytes	De 64 a 1500 bytes
Diámetro de la red	200 m (cable UTP 5)	200 m (cable UTP 5)
Coste	Bajo	Bajo
Tolerancia a Fallos	Spanning Tree	Spanning Tree

Aplicaciones	Computadores de escritorio, estaciones de Trabajo, En backbone, aplicaciones Cliente/servidor y acceso a datos	Conexión de conmutadores, conectar servidores a concentradores, Conectar estaciones finales a concentradores.
Ventajas	Compatibilidad entre Ethernet y fast Ethernet: sin la utilización de protocolo de traducción. Igualdad en aplicaciones, drivers, podrán ser actualizados sin cambiar el cableado.	Mismas ventajas que Fast Ethernet, pero a mayor velocidad
Desventajas	Al existir el cableado estructurado ya implementado sin cumplir los estándares el costo de reemplazo representaría una gran inversión.	

En a la Tabla 12, se pueden verificar las características más importantes de cada tecnología, por lo que podemos concluir que Fast Ethernet es la tecnología a utilizar, ya que nos presta coherencia y equilibrio en una red.

La tecnología será utilizada en el diseño en el cableado horizontal que comprende el tramo desde las estaciones de trabajo hasta un conmutador de acceso.

A demás de aplicar la tecnología Fast Ethernet debemos tomar en cuenta las normas de Cableado Estructurado.

2.5.2 DISEÑO DE LA RED DE LA OFICINA MATRIZ Y SUCURSALES

Para la ejecución y diseño del cableado se tomará en cuenta las normas de cableado estructurado como: 568c, 569, 606.

Como se identificó en el Capítulo 2 la red estará formada por cuatro sucursales ubicadas en las ciudades del oriente en Lago Agrio, Puyo, Tena, Pto. Francisco de Orellana, la oficina matriz se encuentra en la ciudad de Quito. Para el diseño se considerará la teoría de topología de red física tipo estrella con respecto a la interconexión entre todas las oficinas, debido a las facilidades que presenta su implementación, administración y mantenimiento.

Par el diseño de las redes de datos de la oficina matriz como las sucursales utilizaremos la tecnología Fast Ethernet debido a que las características que brinda esta, permite la implementación de servicios que requieran alta fiabilidad en la transmisión.

Entre las ventajas que obtendría el diario al utilizar la tecnología mencionada son:

- Proporciona una velocidad de transmisión de 100Mbps a menor costo.
- Con esta tecnología es más fácil detectar los problemas que con otras tecnologías, ya que tiene un esquema de cableado en estrella.
- Fast Ethernet permite modificar y manipular de manera más dinámica y eficiente, los anchos de banda y la cantidad de usuarios.

2.5.3 DISEÑO DE LA RED EN LA OFICINA MATRIZ

2.5.3.1 Diseño de la red Pasiva

El cableado físico es uno de los componentes más importantes que se debe tener en cuenta al diseñar una red.

El diseño de la red pasiva contemplará los siguientes subsistemas:

Área de trabajo.

Cableado Horizontal.

Área de Equipos.

Infraestructura de datos entrada/acometida.

Para el cableado se utilizará cable UTP categoría 6, que ofrece un ancho de banda de 250 Mhz por cada 100 m, puede alcanzar velocidades de 1Gbps, esto permite implementar aplicaciones de voz, datos y video. Además, no limita el uso de futuras tecnologías.

2.5.3.1.1 Área de trabajo.

Es la distribución total de los puntos de red. Para la determinación de los puntos de red, se efectuó una visita a las instalaciones de la oficina matriz de donde se pudo realizar un pequeño levantamiento planimétrico, debido a que las instalaciones no son propias y no existen los planos reales, por lo que se procedió a ubicarlos de acuerdo al espacio físico existente a la función que desempeña cada una de ellas.

Las áreas de trabajo estarán compuestas por:

1 cajetin.- Que deberá tener un faceplate con salida doble, se lo instalará a 50 cm de altura desde el piso. Los jacks a instalar corresponderán a la derecha datos color Azul e izquierda voz color Gris, de tipo RJ-45 categoría 6 y estarán armados de acuerdo a la norma T568B.

Jack y Patch cord: Los Patch cord serán de cable UTP cat 6 con conector RJ-45 y de 7 pies (2,136m) de largo, y de acuerdo a los colores del servicio.

En la siguiente Tabla 13 se muestra el total de elementos de cableado para el área de trabajo.

Tabla 13 Elementos a instalar en el Cableado de la Oficina Matriz

Elaborador por: Cristian Puga

DESCRIPCION	CANTIDAD TOTAL
-------------	----------------

Cajetines con salidas dobles	5
Jacks categoría 6	10
Pach Cords	10

2.5.3.1.2 Topología de la red LAN.

Dentro de las oficinas se implementará una topología tipo estrella, debido sus características técnicas, acoplándose a la implementación a realizarse en el Diario.

De acuerdo al desarrollo del proyecto se presentará el diseño, cálculos y planos de la oficina matriz en la Figura 18, debido a que en ella existen mayor número de equipos a implementar con referencia a las sucursales, los cálculos de las sucursales se presentarán en el **Anexo E**

Las instalaciones de la oficina matriz presentan la facilidad del techo falso para el tendido el cableado estructurado. Lo que nos ha permitido instalar canaletas y manguera corrugada sobre este, se ha elegido el espacio del Rack de Equipos.

2.5.3.1.3 Cableado Horizontal

Este comprende el tipo de topología física y todos los elementos que se necesitan desde el área de trabajo hacia el área de equipos.

La topología física del diseño es estrella debido a que cada equipo se conectará con un equipo distribuidor mismo que se lo instalará en un área específica de equipos. El medio de transmisión a utilizar de acuerdo a la norma EIA/TIA -568 B.2, es el cable UTP de 8 hilos cat. 6.

En la oficina central se instalarán una totalidad de 5 puntos de red dobles mismos que darán conectividad a computadores y teléfonos IP, se instalará un punto de red individual para la instalación de un accesspoint en vista de la existencia de un computador Macintosh.

Como se explico con anterioridad el diseño contempla la utilización de softphones, por lo tanto el diseño del cableado se lo realiza en la etapa 2 y 3 donde se implementarán los teléfonos IP físicos.

Para establecer el recorrido que seguirá el cableado dentro de cada oficina, se debe ubicar los puntos de red en los planos.

1. Para el cálculo del cableado horizontal se lo planifico de la siguiente manera:
2. Ubicar las Salidas de Información
3. Determinar la ruta del Cable
4. Establecer el área a servir por cada cuarto
5. Medir la distancia al punto más lejano con respecto al área de equipos (Rack)
6. Medir la distancia al punto más cercano con respecto al área de equipos (Rack).
7. Aplicar la fórmula para el promedio.
8. Añadir un 10% de holgura.
9. Añadir la holgura de terminación de (2.5 m)
10. Aplicar la teoría de cálculo para el número de corridas.

El terminal de red que se encuentra más alejado a área de equipos es el punto número 1.2 y su distancia en metros es de 12 m; el terminal más cercano es de 3 metros. Tal como se puede ver en la

CALCULOS:

$$- \partial_{\max} = 2$$

$$- \partial_{\min} = 2$$

$$- \partial_{\text{promedio}} = \frac{\partial_{\max} + \partial_{\min}}{2} = \frac{2+2}{2} = 2$$

$$- \partial''_{\text{promedio}} = \partial_{\text{promedio}} * 1,1 + 2,5 = 2 * 1,1 + 2,5 = 4,7$$

$$- \#C * \text{rollo} = \frac{305}{4,7} = 64,68 \text{ aproximado por abajo } 64$$

$$- \# \text{Bobinas} = \frac{\# \text{ de puntos totales}}{\#C * \text{rollo}} = \frac{13}{64} = 0,2 \text{ aproximado por arriba } = 1 \text{ Rollo}$$

Para el tendido del cableado vertical, se lo ha realizado sobre el techo falso, obteniendo una óptima presentación estética al estar oculto la mayor cantidad de cable, en los cruces de oficina a oficina se realizaran perforaciones a las paredes de la dimensión que se determinará en el cálculo de la canaleta a utilizar.

Los elementos que a continuación se detallaran se suman a la implementación correspondes a la oficina de Quito (oficina central).

Tabla 14 Infraestructura de red a Instalar

Elaborado por: Cristian Puga

Número de elementos a Instalar	
DETALLE	Nº
RACK DE PARED	1

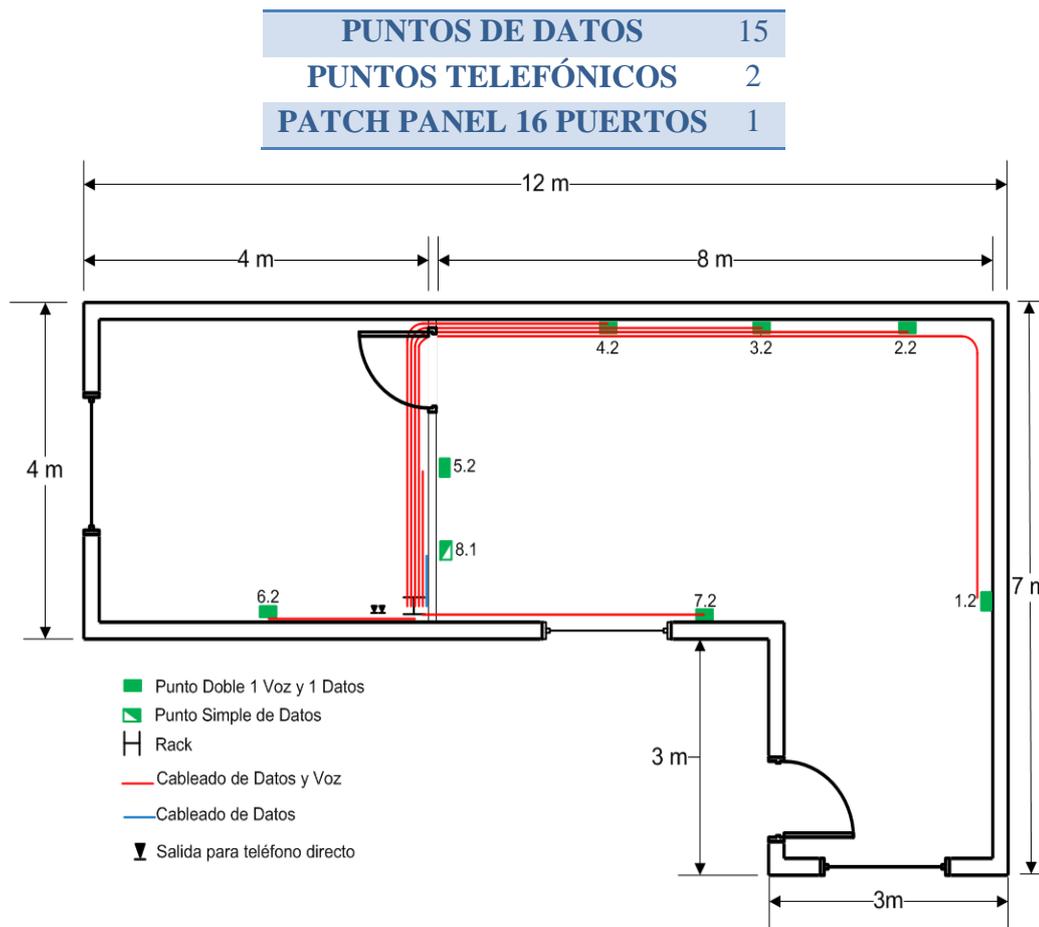


Figura 18 Cableado Estructurado Oficina Quito

Elaborado por: Cristian Puga

Un cableado estructurado debe ser etiquetado de acuerdo a la norma 606a, es la norma que obliga a los diseñadores e instaladores de redes de datos, a proporcionar un esquema de administración uniforme. El etiquetado de los puntos de red y equipos nos permite tener una mejor administración

En la **figura 17** muestra una etiqueta o identificación inicial de los puntos de datos y voz, estos estarán conectados a un patchpanel segmentado en voz y datos. Se muestra la siguiente nomenclatura que corresponde a:

El primer número corresponde al número de punto

El segundo número corresponde si es punto doble 2 o simple 1

A esta etiqueta se agregará el tipo: voz o datos y al puerto que irá conectado en el patchpanel:

1.2.1D.1PPD

El tercer número corresponde al tipo D (datos), V (voz).

El cuarto número corresponde al número del puerto del patch panel que estará conectado sea este de **Datos** o **Voz**.

Distribución de los puertos y patchpanel dentro del Diario Independiente:

Tabla 14 Distribución Física de Puerto de Datos red LAN Quito

Fuente: Diario Independiente

Elaborado por: Cristian Puga

OFICINA MATRIZ QUITO ETIQUETADO PUERTOS DE DATOS				
ETIQUETA	UBICACION	NÚM. PUNTO	PUERTO DE PATCH PANEL	PUERTO DE SWITCH
1.2.1D.1PPD	Asistente	1	1	2
2.2.1D.2PPD	Asistente	3	2	3
3.2.1D.3PPD	Diseñador	5	3	4
4.2.1D.4PPD	Ventas	7	4	5
5.2.1D.5PPD	Gerente	9	5	6
6.2.1D.6PPD	Director	11	6	7
7.2.1D.7PPD	Presidenta Ejecutiva	13	7	8
8.2.1D.8PPD	Router Inalámbrico	15	8	9

Tabla 15 Distribución Física de Puertos de Voz red LAN Quito

Fuente: Diario Independiente

Elaborado por: Cristian Puga

OFICINA MATRIZ QUITO ETIQUETADO PUERTOS DE VOS				
ETIQUETA	UBICACION	NÚM. PUNTO	PUERTO DE PATCH PANEL	PUERTO DE SWITCH
1.2.1V.9PPV	Asistente	2	9	10
2.2.1V.10PPV	Asistente	4	10	11
3.2.1V.11PPV	Diseñador	6	11	12
4.2.1V.12PPV	Ventas	8	12	13
5.2.1V.13PPV	Gerente	10	13	14
6.2.1V.14PPV	Presidenta Ejecutiva	12	14	15
7.2.1V.15PPV	Director	14	15	16

El proceso es desarrollado para todas las oficinas, se presentan en el **ANEXO F**

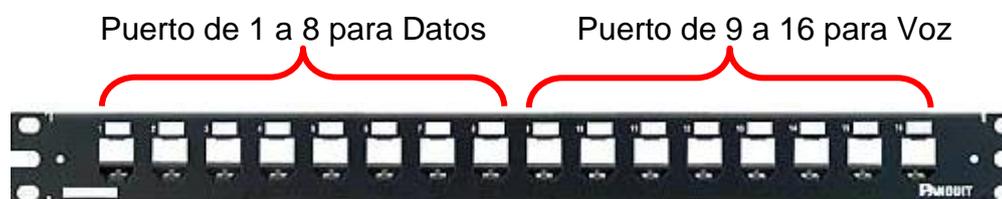


Figura 19 Distribución de Puertos del Patch Panel



Figura 20 Distribución de Puertos Switch

Todos los puertos serán de datos, la segmentación se la presenta debido a que en el terminal del área de trabajo se conectarán teléfonos IP, y por organización, esta se presentará una tabla en el **Anexo G**, se mostrará la conectividad de los equipos.

2.5.3.1.4 Dimensionamiento de las canaletas

Tabla 16 Número de canaletas a Instalar

Elaborador por: Cristian Puga

CANALETAS		
Unid.	Cant. (m)	Medidas
7	14	40 x 25 mm
6	12	20 x 12 mm

En el diseño se ocupará canaletas de dos dimensiones, para el tendido horizontal la de 40 x 25 mm, que irá sobre el techo falso, y la canaleta de 20 x 12 mm la utilizaremos para el cableado vertical (Techo a toma).

2.5.3.1.5 Accesorios a Instalar

En el diseño utilizaremos canaletas tipo T, con ángulo interno y externo, tantas como se encuentren en la trayectoria del cableado.

Tabla 17 Accesorios a Emplearse

Elaborado por. Cristian Puga

CONECTORES TIPO	
T	CODOS
5	4

Se los determina de acuerdo al número de curvas que tenga el cableado y están tomados en cuenta los inicios del cableado horizontal, los elementos adicionales como tomas, patchcord, y conectores serán de la misma categoría.

2.5.3.1.6 Patch Cords.

Al especificar que los patch cords serán de 7 pies (2,137), y al tener que construir 15, el cable a utilizar será: $2,137 \text{ m} * 14 = 29,918 \text{ m}$, de color Azul y Plomo, aproximando por arriba 30 m

2.5.3.1.7 Resumen de Materiales

Tabla 18 Total Materiales a Utilizar

Elaborado por: Cristian Puga

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
Rollos de Cable UTP Cat. 6	1
Conectores Jack para faceplate Cat 6	15
Face plate Doble	7
Face plate Simple	1
Patch cord cat. 6	15
Conectores jack RJ45	45
Patch Panel de 16 puertos	1

2.5.3.1.8 Área De Equipos

La ubicación del cuarto de telecomunicaciones o área de equipos se indica en la Figura 17. De acuerdo a las especificaciones de la norma ANSI/TIA/EIA 569 A, el cuarto de telecomunicaciones deberá presentar las siguientes

Características:

- El Cuarto de telecomunicaciones deberá tener como mínimo de 3m x 2,1 m
- La iluminación deberá ser instalada a 2,6 m del piso.
- El cuarto deberá ser aislado de tuberías de agua.
- El cuarto deberá presentar un sistema de puesta a tierra, como establece la norma ANSI/TIA/EIA 607.

Patch Panel.-

Se ha determinado la compra de un patch panel de 16 Jacks categoría 6 para poder cubrir las terminales tanto de datos como de voz, este será segmentado y etiquetado, es necesario un organizador horizontal, para mantener organizado los Patch Cord de 3 pies (7,5 cm) de largo que se encargaran de unir el Swith con el PathPanel.

Rack.-

El Rack será abierto de pared, esto debido a razones económicas y en consideración al número de equipos a implementar, con sus respectivos organizadores horizontales y verticales, se añadirá la instalación de una bandeja, para depositar en ella los equipos, también se instalará en él una regleta multitoma de ocho salidas eléctricas, estas funcionaran a 110 v.

2.5.3.1.9 Infraestructura De Datos Entrada/Acometida

Es la conexión al ISP y a la red telefónica pública conmutada. Los proveedores de estos servicios ofrecen la conexión de última milla para lo cual se deben establecer acometidas mismas que dependen de perforaciones para su ingreso.

2.5.3.2 Diseño de la Red Activa

La red se la ha diseñado tomando en cuenta la cantidad de tráfico que cursará por la red, misma que se ha establecido en subcapítulos anteriores.

El diseño de la red activa consta de las estaciones de trabajo, servidores, equipos activos de red y VoIP.

Estaciones de Trabajo.-

Las estaciones de trabajo son el campo de acción directo de los trabajadores y esta depende de la estabilidad de la red, por lo tanto se las diseñará con las siguientes características:

- Modelo CPU Core i3
- Memoria RAM de 2 GB.
- Capacidad de Almacenamiento de 500 GB.
- Monitor de 12"
- Tarjeta de Red 10/100
- Sistema Operativo Win 7
- Unidad de DVDRW

Servidores.-

De acuerdo al principal objetivo del proyecto utilizar software libre para la implementación, del sistema de VoIP, este nos permite utilizar un Computador o CPU, como un servidor, mismo que se lo implementará con ciertas características que haga de este escalable para futuras implementaciones.

Debido a esto no existe la factibilidad de adquirir un equipo servidor original, debido a la principal razón su costo, las características que lo componen son totalmente grandes, y para la implementación estaría sobre dimensionado.

Las características que tendrán nuestros servidores con proyecciones a futuro serán.

- Modelo de CPU Core i7
- Core i7 920 2.66 GHz, 4 procesadores lógicos, expandible a 8
- Memoria RAM 4 Gb,
- Capacidad de Almacenamiento 1 Tera.
- Monitor de 17"
- Demás periféricos de entrada y salida excepto Impresora.

Al finalizar el proyecto se implementarán cinco servidores de VoIP, para cumplir con las necesidades que presentan las autoridades de Diario Independiente.

Switch's.-

Dispositivo conmutador de datos, cual permitirá entregar los servicios a las áreas de trabajo, con la conexión de este con el patch panel.

Debido al tamaño de la red de datos se adquirirá un switch de 16 puertos de los cuales se utilizarán 15.

- Switch no administrable Capa 2 de 16 puertos 10/100Mbps
- Soporte Full/Half duplex por puerto
- Control de Flujo para transmisión segura
- Auto-negociación MDI/MDIX
- Tamaño desktop o rack
- Plug&Play

Teléfonos.-

Los equipos telefónicos IP serán adquiridos en la tercera etapa del proyecto, en la primera y segunda etapa se utilizaran Softphones. Las características que deberán tener los teléfonos son:

- Estándares H.323, G711, G729, y 802.3
- Puerto de red Ethernet 10/100base –Tx
- Permita llamada en espera y transferencia de llamadas.
- Configuración Personalizada del equipo.

2.5.4 DISEÑO DE LA RED EN LAS OFICINAS SUCURSALES

El diseño para de las sucursales del Diario Independiente se tomará en cuenta las mismas consideraciones con que se efectuó la red de la oficina matriz. Se plantearan los diseños de red activa como pasiva, su desarrollo como planos, cableado estructurado, elementos a utilizar se mostrarán en el **ANEXO H**

2.5.5 DISEÑO DE LA RED LAN LÓGICA DE LA OFICINA MATRIZ

Toda red de datos debe tener una estructura física como lógica, para obtener un buen control y estabilidad en los servicios. La red LAN de la oficina matriz como de las sucursales, se configurar un direccionamiento IP con categoría C con mascara 24, debido a la posibilidad de aumento de usuarios.

La rede LAN a diseñarse una por cada sucursal, partirán desde el área o espacio de equipos, hasta las áreas de trabajo, esta dispondrá de conexión a internet que será contratado a CNT.

2.5.5.1 Topología de la red LAN

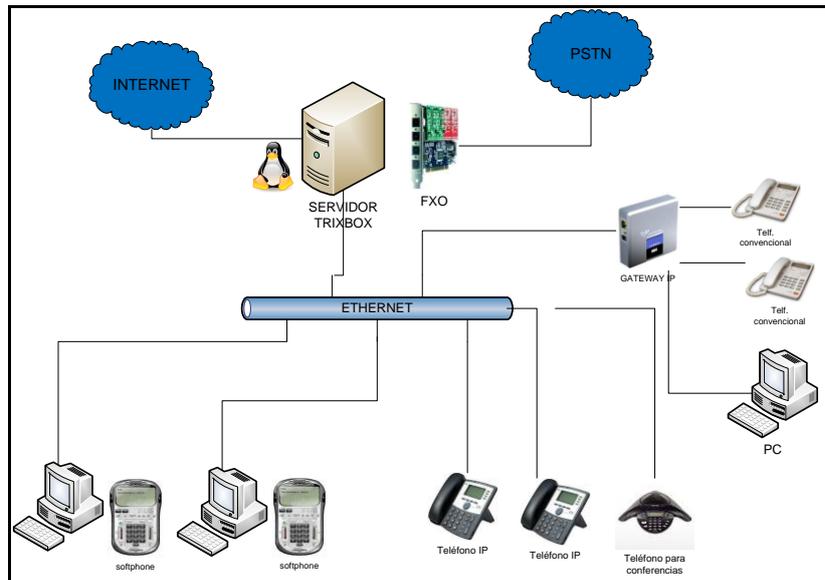


Figura 21 Diagrama de la red LAN

Elaborador por: Cristian Puga

La figura 18 representa la topología de la red LAN que diseñaremos en todas las oficinas del Diario Independiente, en el podemos observar al servidor VoIP con una interfaz a la red WAN y a la red PSTN, por medio de una tarjeta PCI con puerto FXO, y la conectividad para las áreas de trabajo con teléfonos reales físicos y otros lógicos.

2.5.5.2 Direccionamiento de la red LAN

Como se comento en el subcapítulo anterior, utilizaremos IP de clase C, como al contar con un ISP que entrega un modem el cual generar el direccionamiento y ha esta podremos modificarla a nuestra conveniencia.

La IP de inicio 192.168.1.0/24, para el direccionamiento de la red, la distribución de direcciones se la realizará tomando en cuenta a la totalidad de los

computadores, teléfonos IP y los servidores. Realizando el procedimiento de VLSM⁶² por lo que se obtuvo:

Tabla 19 Cálculo y Asignación del Direccionamiento IP para la Red del Diario Independiente

Elaborador por: Cristian Puga

RED	DIR	BROADCAST	RANGO	MASCARA
COMPUTADORES	192.168.1.0	192.168.1.63	1-62	255.255.255.0
TELEFONOS IP	192.168.1.64	192.168.1.127	65 - 126	255.255.255.0
SERVIDORES	192.168.1.128	192.168.1.135	129 -134	255.255.255.0

Con la información de la Tabla 19, el direccionamiento de la red de datos del Diario Independiente será:

Tabla 20 Asignación de IP's por Provincia

Elaborador por: Cristian Puga

CIUDAD	PULLDE DIRECCIONES	MASCARA
QUITO	192.168.1.0 192.168.1.11	255.255.255.0
LAGO AGRIO	192.168.1.12 192.168.1.23	255.255.255.0
TENA	192.168.1.24 192.168.1.35	255.255.255.0
PUYO	192.168.1.36 192.168.1.47	255.255.255.0
SAN FRANCISCO DE ORELLANA	192.168.1.48 192.168.1.59	255.255.255.0

Tomando en cuenta los equipos que el Diario Independiente puede implementar y como se comentó en subcapítulos anteriores, para el direccionamiento y conectividad de los servidores se utilizará el servicio de NO-IP.

⁶² VLSM (Variable length subnet, ask), nos permite generar una red, con máscara igual en todas las subredes e igual número de ip's.

CAPITULO III

SISTEMA DE TRANSMISIÓN DE SERVICIOS

Al momento de diseñar una red, se deben considerar muchos aspectos y objetivos que son específicos para cada organización. Sin embargo, existen requisitos generales que deben cumplir todos los diseños de red, como son: funcionalidad, escalabilidad y facilidad de administración.

El presente capítulo tiene como objetivo el diseño de la red de datos WAN que permita unificar las cuatro oficinas remotas ubicadas en diferentes ciudades del país como: Lago Agrio, El Coca, Tena, Puyo con la oficina matriz Quito, implementando un sistema de telefonía sobre IP, además la comunicación se efectuara internamente debido esto se tomará en cuenta el diseño de la red LAN en cada una de las oficinas.

Para ello se ha tomando en cuenta la información adquirida en capítulos anteriores como: estado de la red, servicios existentes, equipos instalados, que serán los pilares para implementar la red acorde a las necesidades que impone la implementación de VoIP.

Para el diseño de la red de comunicaciones se ha considerado tecnologías que permiten manejar cada vez mayores aplicaciones, con niveles de servicio garantizado y con una buena estimación del tráfico requerido para los próximos años.

La red de comunicaciones deberá satisfacer la demanda de tráfico requerido por las aplicaciones que se implementen como es VoIP, acceso a internet, envío y recepción de correo electrónico y hasta en el futuro una implementación de un sistema que sea manejado de forma centralizada ubicando un servidor en la oficina matriz.

Al mismo tiempo, esta red concederá la posibilidad de integra dichas aplicaciones en una sola red, por lo cual el ancho de banda contratado estará a

disposición de quien lo necesite. De esta forma, el usuario obtendrá el máximo del rendimiento de la capacidad del plan a facturar.

3.1 DETERMINACION DEL CANAL DE TRANSMISIÓN

3.1.1 CALCULO DEL ANCHO DE BANDA

En la red a implementar en las instalaciones del Diario Semanario Independiente se ejecutarán las siguientes aplicaciones: VoIP, el acceso convencional al Internet, y el envío y recepción de correo electrónico.

Para el diseño deberemos partir de una estimación de carga de tráfico de cada aplicación a implementar, existen procesos para la cuantificación y estimación de este que generalmente se aplican en redes de área local; sin embargo, para las redes WAN sería necesario comprar o a su vez contratar equipos adecuados para este fin.

Debido a que el Diario no cuenta con una red de comunicaciones ni el capital suficiente para la compra o renta de los equipos de prueba, se tomará como referencia el estudio del comportamiento de redes similares, así como la metodología para determinar el ancho de banda de cada aplicación.

No debemos olvidar tomar en cuenta al momento de seleccionar el ancho de banda con el cual se va a trabajar, es incluir el overhead⁶³ de una transmisión; lo cual influye en el requerimiento del canal de datos a contratar. El overhead depende de la tecnología que se utilice.

Con referencia a la tabla 6 de la distribución del Personal del Diario en la tabla 8 dispondremos las aplicaciones y como son usadas estas, la tabla fue elaborada de acuerdo al consumo telefónico de cada sucursal y como se comento

⁶³ Datos adicionales generados por la transmisión de la información.

se tomará en cuenta para el cálculo el uso promedio de una persona de oficina el acceso a internet y el uso del correo electrónico.

Se tomaran en cuenta los siguientes criterios para el calcular el tráfico de la red que nos ayudará para determinar el (AB) Ancho de Banda que deberá tener la red:

- No podemos generalizar un tamaño de un correo electrónico ya que no podemos determinar qué información tenga cada correo ya sea solo texto, texto y fotos, texto estético e imágenes de diferentes tamaños, por lo que se admite un tamaño promedio de un mensaje de correo electrónico es de 500Kbytes,
- Se estima que un usuario revisa en promedio 4 correos por hora. Recuperado del Diario Independiente.
- El acceso a internet se considera que el tamaño promedio de una página de internet es de 320Kbytes. Debido a que su estructura está formada por 29,39 imágenes con un tamaño total de 205,99 KB, entre otros elementos más que hacen de un sitio web.
- Se estima que un usuario puede abrir un promedio de 4 páginas en una hora.

Tabla 21. Distribución de usuarios por departamento, Agencias y Aplicaciones.

Fuente: Diario Independiente

Elaborado por: Cristian Puga

DEPARTAMENTOS	USUARIO POR DPTO	USUARIOS POR AGENCIA	USUARIOS POR APLICACIÓN	
			Acceso a Internet	Correo Electrónico
QUITO (MATRIZ)				
Gerencia	1			
Presidenta Ejecutiva	1			
Ventas	2	8	8	8
Director	1			
Diseñador	1			
Asistente	2			
EI COCA				
Asistente	1			
Administradora				
Corresponsal	1	3	3	3
Secretaria	1			
Mensajero	1			
TENA				
Asistente	1			
Administradora		2	2	2
Periodista	1			
PUYO				
mensajero	1	1	1	1
LAGO AGRIO				
Gerente	1			
Secretaria	1			
Mensajero	1	4	3	3
Periodista	1			

3.1.2. DIMENSIONAMIENTO DE LA RED LAN

Si deseamos llegar al dimensionamiento de la red LAN, debemos tomar en cuenta las aplicaciones que cursaran o aplicaran sobre ella, estos ocuparan ciertos recursos de la red, que corresponde a cierto ancho de banda necesario para la transmisión de datos, por lo que es importante determinar donde inicia el tráfico y sus características. Para ello debemos tener en cuenta factores importantes como: tamaño de paquete, características que presenta el ancho de banda de acuerdo al medio de transmisión, la tolerancia a retardos, tiempos de respuesta con respecto al tiempo.

La red no deberá permitir pérdidas, ya que la información que cursará tiene su importancia para el desarrollo del Diario.

En el dimensionamiento se tomará en cuenta la tecnología de transmisión a utilizar, en este caso Ethernet, los cálculos se efectuarán con los datos de la trama.

3.1.2.1 Cálculo de ancho de banda para aplicaciones de datos

3.1.2.1.1 Correo.

Se considera que el tamaño del mensaje es de 500 KBytes y se estima que un usuario revisa en promedio 4 correos por hora.

Cálculo de número de tramas:

$$\text{Número de Tramas} = \frac{\text{Bytes de datos por mensaje}}{\text{Bytes de datos por trama}} \quad [\text{ec. 1}]$$

$$\text{Número de Tramas} = \frac{500 \text{ KBytes}}{1452 \frac{\text{Bytes}}{\text{trama}}} = 352,62 \text{ tramas}$$

Descripción de la respuesta:

352,62 tramas nos muestra que se deberá enviar 253 tramas de 1452 Bytes y una de 900 Bytes en el campo de datos; al tomar en cuenta que Ethernet adiciona 74 Bytes (Header (22 Bytes)+ cabecera TCP/IP (48 Bytes)+Trailer (4 Bytes)) por cada trama se tiene:

Bytes de sobrecarga = Número de Tramas x Bytes adicionales por Trama

$$\text{Bytes de sobrecarga} = 353 \times 74 \text{ Bytes} = 26122 \text{ Bytes}$$

Por lo tanto el número total de Bytes transmitidos será:

$$\text{Bytes total por mensaje} = [(1452 \times 352) + (900 \times 1) + 26122] = 538126 \text{ Bytes}$$

Para calcular el ancho de banda (AB) requerido se debe tomar en cuenta la sobrecarga y el número de usuarios.

A continuación un ejemplo de cálculo:

$$AB = \frac{538126 \text{ Bytes}}{1 \text{ correo}} \times \frac{4 \text{ correos}}{1 \text{ hora}} \times \frac{1 \text{ hora}}{3600 \text{ s}} \times \frac{8 \text{ bits}}{1 \text{ Byte}}$$

$$AB = 4,78 \text{ Kbps}$$

3.1.2.1.2 Internet.

El análisis para el cálculo es el mismo que se utilizó para el cálculo del AB para uso del correo. Según el personal del Diario Independiente se llegó a que usan el internet con un acceso de 4 páginas web por hora, el tamaño promedio de una página web es de 320 Kbytes, aplicando la ecuación de cálculo de número de tramas:

$$\begin{aligned} \text{numero de tramas} &= 220 \text{ tramas} \\ \text{Bytes de sobrecarga} &= 16280 \text{ Bytes} \end{aligned}$$

Entonces número de Bytes Transmitidos por página es:

$$\text{Bytes total por página} = 335720 \text{ Bytes}$$

Con los datos calculados anteriormente, el ancho de banda necesario para ocupar el internet es: AB= 2,98 Kbps.

Los cálculos de las otras ciudades se presentan en la siguiente Tabla.

Tabla 22 Calculo de Ancho de Banda de las Ciudades

Fuente: Diario Independiente

Elaborado por: Cristian Puga

AGENCIA	APLICACION	Tamaño Total [Bytes]	No. De aplicaciones Accedidas por usuario [por hora]	AB [Kbps]	No. de Usuario	AB/Agenda [kbps]
Quito (matriz)	Correo Electrónico	53126	4	4,78	8	62,08
	Acceso a Internet	335720	4	2,98	8	
Pto. Francisco de Orellana	Correo Electrónico	53126	4	4,78	3	23,28
	Acceso a Internet	335720	4	2,98	3	
Tena	Correo Electrónico	53126	4	4,78	2	15,52
	Acceso a Internet	335720	4	2,98	2	
Puyo	Correo Electrónico	53126	4	4,78	1	7,76
	Acceso a Internet	335720	4	2,98	1	
Lago Agrio	Correo Electrónico	53126	4	4,78	3	23,28
	Acceso a Internet	335720	4	2,98	3	

3.1.3 REQUERIMIENTOS DE ANCHO DE BANDA PARA VoIP

Para establecer los requerimientos de ancho de banda para voz se debe determinar el número de canales de voz necesarios para cada punto de conexión en concordancia con las necesidades de la empresa, para ello se considera el volumen de tráfico que se genera y la duración de las llamadas.

El flujo de Tráfico (A) que un único enlace principal puede manejar, se define como el producto del número de llamadas y su duración promedio durante un período de observación de una hora.

$$A = C * tp \text{ (Erlangs) [ec. 2]}$$

Donde:

C: es el número de llamadas originadas en una hora.

tp: es el tiempo promedio de duración de una llamada.

A: representa la intensidad de tráfico ofrecido o velocidad de flujo de llamadas.

El Diario Semanario Independiente es una pequeña empresa, debido a esto el tráfico telefónico que genera de forma interna y externa es mínima. Para el cálculo del número de troncales a utilizar se ha determinado las variables expuestas en la teoría como:

El diario inicia sus labores a partir de la 8:30 hasta 6:00 con una hora intermedia para el almuerzo, por lo que se determinó la hora pico mediante una reunión de todo el personal debido al número del mismo, coincidiendo que la hora de mayor afluencia de llamadas es de 10:00 a 11:00 am del día, para determinar la hora pico se asistió a una reunión de trabajo, donde fue expuesto el proyecto.

En la Tabla 10 se puede observar los resultados obtenidos en la hora de mayor utilización de servicio telefónico.

Con 4 llamadas entrantes y 7 llamadas realizadas hacia el exterior del Diario, el tráfico interno al no tener un sistema de interconexión, esto en la ciudad de Quito.

Tabla 23 Datos de servicio telefónico en la hora pico

Fuente: Diario Independiente

Elaborado por: Cristian Puga

SUCURSALES	NUMERO DE LLAMADAS	TIEMPO DE DURACION (minutos)
PTO. FRANCISCO DE ORELLANA	3	2
TENA	3	2
PUYO	2	2
LAGO AGRIO	3	2

Con estos valores y tomando en cuenta que una llamada promedio tiene 180 s de duración, en la oficina matriz y con un período de 3600 s que tiene la hora pico.

Como ejemplo se realizará los cálculos de la oficina matriz, utilizando la ecu. 3.2 tenemos:

CALCULO:

$$A = 7 \frac{\text{llamdas}}{\text{hora}} \times \frac{1 \text{ hora}}{60 \text{ minutos}} \times 3 \text{ minutos}$$

Con el valor de **A** que es la intensidad de tráfico y tomando al 1% de GoS nos dirigimos a la Tabla de Erlang B.

Trunks	0.05	0.02	0.01	0.005	0.002	0.001
	<i>E</i>	<i>E</i>	<i>E</i>	<i>E</i>	<i>E</i>	<i>E</i>
1	0.053	0.020	0.010	0.005	0.002	0.001
2	0.381	0.223	0.153	0.105	0.065	0.046
3	0.899	0.602	0.455	0.349	0.249	0.194
4	1.525	1.092	0.869	0.701	0.535	0.439

Figura 22 Extracto de la Tabla de Erlangs

Y obtenemos un valor de 3 que corresponde al número de Canales de voz o troncales, este valor se lo determina con aproximaciones, en la columna de 0,01 existe 0,153 y 0,455 podemos determinar la media de ellos y obtenemos el valor.

$$\text{troncal o canal de voz} = \frac{0,153 + 0,455}{2} = 0,304$$

Que es una aproximación a 0,35.

En la Tabla 11 se muestra el número de canales de voz para las sucursales.

Tabla 24 Número de Canales de Voz

Fuente: Cristian Puga

CANALES DE VOZ				
SUCURSALES	C (llamadas/hora)	Tp (minutos)	A (Erlang)	Canales de Voz
EL COCA	3	2	0,1	1
TENA	3	2	0,1	1
PUYO	2	2	0,06	1
LAGO AGRIO	2	2	0,06	1

Con el número de canales de voz determinados para cada una de las oficinas del Diario, podemos determinar el valor de ancho de banda requerido por la red.

Para poder determinar el ancho de banda se debe identificar el tipo de compresión y overhead, mismo que pueden cambiar dependiendo de la

tecnología de transporte que se elija para la red, el caso de estudio es la tecnología VoIP (Voz sobre IP).

El valor del Ancho de Banda está ligado directamente con la calidad en la transmisión y la calidad de servicio de la voz, tal como se presento en el subcapítulo 1.6.9. QoS en redes IP, para poder cumplir estos dos aspectos de calidad en la transmisión de la voz se deben tomar en cuenta a los **CODECS**.

3.2 SELECCIÓN DEL CODEC.

Con referencia a la teoría expuesta en el subcapítulo 1.6.9.5, y las tablas 2 y 3 se utilizará el codec G.711 y a demás por las siguientes características:

- Principalmente el ser delibre uso.
- No necesita compresión.
- El acoplamiento que tiene con las líneas convencionales es más que aceptable ya que es el mismo codec de la PSTN.
- Es el codec utilizado por los proveedores de VoIP.

Desde el punto de vista económico resulta bastante lógico utilizar los códecs que consigan la mayor tasa de compresión. Sin embargo, cuando mayor es el nivel de compresión, menor es la calidad de voz, por lo que habrá que llegar a una solución compromiso. La calidad de voz transmitida es una característica subjetiva que depende del oyente.

Sin embargo los patrones de comportamiento humano han establecido métodos para establecer un parámetro de calidad de voz, entre estos, la técnica

más utilizada es el MOS (Mean Opinion Score), que indican la puntuación media (entre 0 y 5) otorgada por una determinada población de oyentes a la calidad obtenida por un códec dado.

3.3 CALCULO DEL ANCHO DE BANDA PARA VoIP

El codec tiene una capacidad en el canal de 64 kbps y el tiempo de duración del paquete óptimo es de 20 ms.

De acuerdo a la teoría para la red de área local (LAN) se calcula en base a la trama Ethernet. Esta tiene un encapsulamiento de 54 Bytes y una sobre carga de 20Bytes.

Tráfico de VoIP se puede determinar con:

$$AB_{VoIP} = AB_{Codec} \times \frac{\text{logitud de sobrecarga} + \text{longitud de encapsulamiento}}{\text{longitud de sobrecarga}} \text{ ecu [4]}$$

Con los datos de la trama Ethernet y reemplazando en la ecuación 4 tenemos:

$$AB_{VoIP} = 64 \text{ kbps} \times \frac{20 \text{ Bytes} + 54 \text{ Bytes}}{20 \text{ Bytes}}$$

$$AB_{VoIP} = 236,8 \text{ Kbps}$$

Tomando en cuenta el número de canales de voz necesarios para cada agencia a la velocidad de 236,8 Kbps, se procede a determinar el requerimiento de ancho de banda real de voz. Así para el caso de la agencia matriz con 3 canales, el ancho de banda real si todos los canales se están usando al mismo tiempo será:

Tabla 25 Ancho de Banda para VoIP

Fuente: Datos Diario Independiente

Elaborado por: Cristian Puga

OFICINAS	CANALES DE VOZ	ANCHO DE BANDA
QUITO	3	710,4 kbps
EL COCA	1	236,8 kbps
TENA	1	236,8 kbps
PUYO	1	236,8 kbps
LAGO AGRIO	1	236,8 kbps

3.4 DETERMINACIÓN DEL ANCHO DE BANDA TOTAL PARA EL SISTEMA

El ancho de banda requerido para las aplicaciones de datos y voz de manera simultánea en cada una de las oficinas se presenta en la Tabla 13

Tabla 26 Ancho de Banda para Transmisión de voz y datos.

Fuente: Datos Diario Independiente

Elaborado por: Cristian Puga

AGENCIAS	AB DE DATOS [kbps]	AB PARA VOZ [kbps]	AB TOTAL [kbps]	AB TOTAL [Mbps]
Quito	62,08	710,4	772,48	0,772
El Coca	23,28	236,8	260,08	0,260
Tena	15,52	236,8	252,32	0,252
Puyo	7,76	236,8	244,56	0,244

AGENCIAS	AB DE DATOS [kbps] Correo electrónico + acceso a internet	AB PARA VOZ [kbps]	AB TOTAL [kbps]	AB TOTAL [Mbps]
Lago Agrio	23,28	236,8	260,08	0,260

3.5 DISEÑO DE LA RED WAN

Para el diseño de la red WAN se debe considerar dos alternativas:

1. Infraestructura Propia.

Esto implica que se debe hacer compra de equipos de datos, para efectuarlos enlaces, lo que involucra efectuar un análisis costo beneficio.

2. Infraestructura de Carrier

Esta alternativa consiste en rentar la infraestructura de un proveedor de servicios de transmisión de datos; el proveedor debe poseer con infraestructura propia, esa renta involucra un costo menor al implementar una infraestructura propia.

Para el desarrollo de estas alternativas debemos considerar ciertos aspectos que ayudaran a dar un cumplimiento total en el diseño como:

➤ Identificar las necesidades.

Las necesidades se transforman en los servicios que serán implementados sobre la red.

El proyecto tiene como objetivo implementar VoIP y el uso de servicios del internet como correo y consultas.

➤ Seleccionar la topología par la red WAN.

Como se comento se desea establecer comunicaciones entre 5 puntos diferentes del Diario Independiente, debido a esto se aplicará tanto para la red LAN como WAN la topología tipo estrella.

➤ Selección de un Proveedor de servicio.

De acuerdo a la facilidad de contratar un solo proveedor de internet, en todas las oficinas se escoge a CNT-EP, misma que se encuentra establecida en todo el Ecuador.

3.5.1 RED WAN DIARIO INDEPENDIENTE

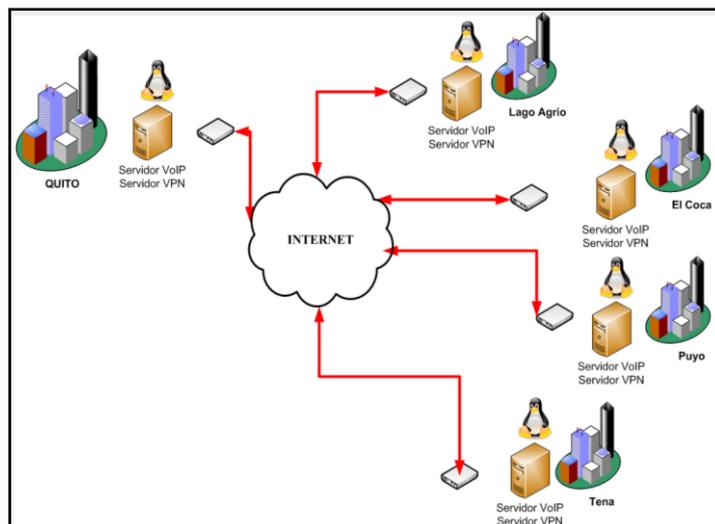


Figura 23 Esquema de la Red WAN

Elaborado por: Cristian Puga

Tras conocer que el Diario Independiente requiere de una implementación de un sistema de VoIP, con una inversión mínima, se ha determinado una alternativa para la conectividad o establecimiento de la red WAN.

Esta alternativa descarta la contratación ya sea de un servicio de internet dedicado (IP Pública) o la infraestructura de transmisión de datos del ISP.

NO-IP presta un servicio de DNS dinámica que permite identificar a un computador, sea un PC o para nuestro caso un servidor con un nombre de dominio fácil de recordar.

El servicio de DNS de NO-IP publica el dominio creado al internet por medio de la IP Pública que existe en el equipo terminal (modem) del ISP. Permitiendo al equipo ser visto lógicamente desde cualquier lugar geográficamente que mantenga un servicio de internet.

3.5.2 CONFIGURACION DE SERVICIO NO-IP

Para ser beneficiarios de esta herramienta o servicio, debemos dirigirnos a la página web: <http://www.no-ip.com>.

1.- Debemos registrarnos creando una cuenta. Como muestra la figura 18.

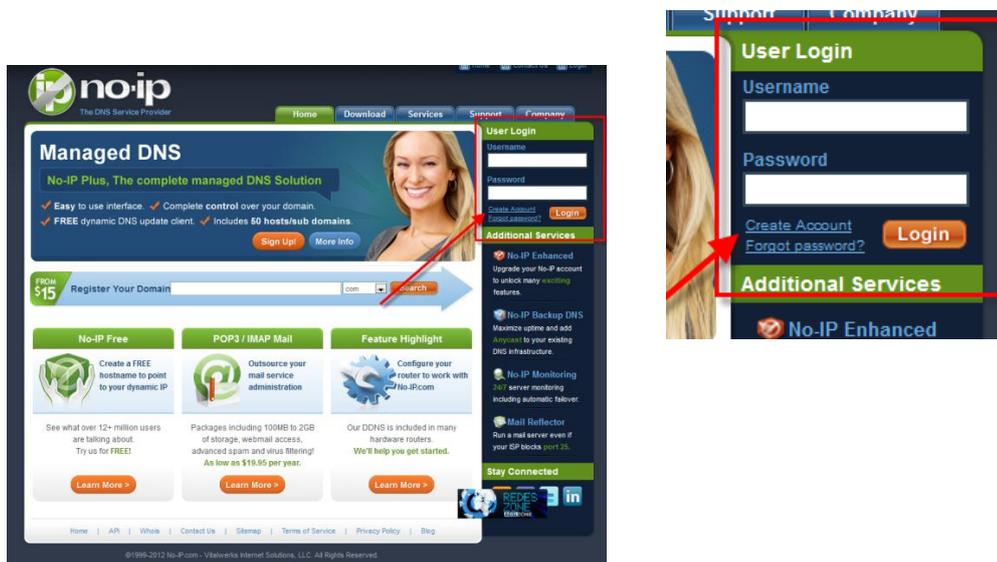


Figura 24 Página web de NO-IP

Fuente: Página Web NO-IP

2.- Al dar "clic" en "Create Account", nos muestra la posibilidad de que la cuenta sea libre o pagada.

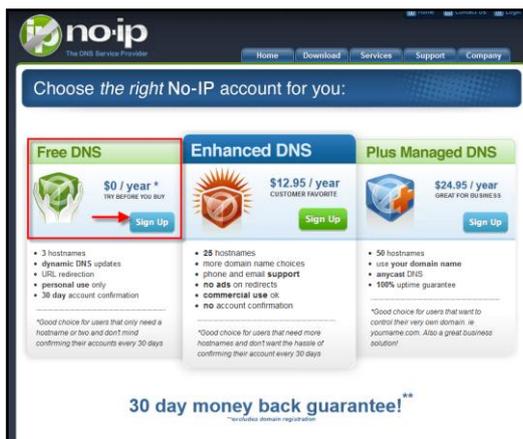


Figura 25 Selección de Tipo de Cuenta

Fuente: www.no-ip.com

Como podemos observar en la Figura 19, la diferencia entre ser una cuenta libre o pagada es evidente que la pagada trae más beneficios, como el principal la capacidad de hostname a implementar.

3.- Tras la selección del tipo de Cuenta, nos aparecerá una forma donde debemos introducir varios datos, pero el más importante es un correo electrónico real.

The screenshot shows the "Create Your No-IP Account" registration form. It is divided into several sections:

- About You:** Fields for First Name, Last Name, and Email.
- Account Information:** Fields for Username, Password, and Confirm Password.
- Account Access:** A dropdown for Security Question, a text field for Your Answer, and a Birthday field with Month, day, and year inputs.
- Account Verification:** A CAPTCHA image showing the words "microscopes" and "crystal" with a "Type the two words above:" input field.
- Terms of Service:** A checkbox for "I agree that I will only create one free No-IP account." and a link to "Please review our Terms of Service (TOS) below."

A blue box in the top right corner says "Rellenamos todos los datos".

Figura 26 Formulario de Registro.

Fuente: www.no-ip.com

Luego de ingresar sus datos en la hoja, recibiremos un correo electrónico que nos ha llegado la confirmación de creación de la cuenta, con esto podremos loguearnos y empezar:

4.- Nos dirigimos a Add a host como nos muestra la figura 21.



Figura 27 Añadir Host

Fuente: www.no-ip.com

En este paso vamos a añadir o publicar un host (PC), al servicio, para ello debemos seleccionar un nombre de host Hostname e ingresar la IP de la red local que tiene nuestro host, como nos muestra la la figura 22.



Figura 28 Añadir Host a NO-IP

Fuente: www.no-ip.com

No-IP nos da una lista considerable de ejemplos o posibilidades de dominios que podemos asignar al nombre que deseemos.



Figura 30 Programa cliente de NO-IP

Fuente: www.no-ip.com

3.5.3 CONFIGURACION DE CLIENTE NO-IP EN LINUX

Para configurar el cliente NO-IP debemos descargarlo de la página www.no-ip.com, como muestra la Figura 24.

Para descargarlo podemos hacerlo desde directo desde Linux, si este es de forma gráfica como se muestra en la figura, si el Linux es totalmente consola debemos aplicar los siguientes comandos:

Con la siguiente línea de comando descargamos el cliente no-ip:

```
wget http://www.no-ip.com/client/linux/noip-duc-linux.tar.gz
```

Al archivo descargado se debe descomprimirlo con el siguiente comando:

```
tar xvzf noip-duc-linux.tar.gz
```

Luego nos dirigimos hasta el directorio donde guardamos el archivo para ejecutarlo:

```
cd noip-2.1.1
```

Con el comando siguiente lo compilamos

make
make install

Antes de culminar la instalación nos pedirá los datos de nuestra cuenta de no-ip, como: Correo de la cuenta, contraseña, y el número de días en que se actualice normalmente es recomendable actualizarlo cada 30.

NO-IP cuenta con un menú de acciones, para verlo debemos ingresar el siguiente comando:

noip2 -

Y nos despliega el menú de comandos, cada uno de estos ejecuta acciones por lo que las explicaremos:

```

Uma invocacao final eh o parametro '-h'. Isso mostra um tela com
ajuda como abaixo e sai.

USAGE: noip2 [ -C [ -F][ -Y][ -U #min]][ -c file]
          [ -d][ -D pid][ -i addr][ -S][ -M][ -h]

Version Linux-2.x.x
Options: -C          create configuration data
         -F          force NAT off
         -Y          select all hosts/groups
         -U minutes  set update interval
         -c config_file use alternate data path
         -d          increase debug verbosity
         -D processID toggle debug flag for PID
         -i IPaddress use supplied address
         -I interface use supplied interface
         -S          show configuration data
         -M          permit multiple instances
         -K processID terminate instance PID
         -h          help (this text)

```

Figura 31 Menú de noip2 (pantalla congelada)

Fuente: Sistema de Servidor VoIP

- noip2 - C** Este comando permite configurar un cliente
- noip2** Permite ejecutar un cliente
- noip2 - S** Este comando muestra los datos de configuración
- noip2 - D** Indicador de depuración

noip2 - K Termina un proceso específico

Son los comandos más utilizados de la lista de la figura 25. Luego de haber realizado el proceso podemos hacer un **ping** desde el mismo servicio de internet u otro externo y obtendremos respuesta.

Este servicio nos permite reemplazar a contratar un servicio de IP Pública o implementar una red Privada con equipos de datos.

CAPITULO IV

IMPLEMENTACION DE TRIXBOX (ASTERISK)

En la actualidad es fundamental para el desarrollo de las compañías crear un mecanismo adecuado de comunicación tanto dentro y fuera de las mismas; utilizando nuevas tecnologías para la implementación de redes que optimicen los recursos existentes y abaraten costos especialmente en la contratación de líneas locales debido a la reciente tendencia de utilizar redes de datos para la transmisión de voz.

En el capítulo se desarrollará la aplicación e implementación de la teoría y diseño presentado en capítulos anteriores, se presentará una comparación de programas similares a TRIXBOX, mostrando sus características y demás información que nos permitirá dar a conocer las ventajas que tiene uno de otro, se continuará con la instalación paso a paso de TRIXBOX y los servicios que prestará la central al personal interno y externo del Diario Independiente como y el más importante IVR, transferencias de llamadas, buzón de llamadas entre otras.

4.1 SISTEMAS DE PBX DE CODIGO ABIERTO

En el proyecto se establece que se utilizará TRIXBOX, para la implementación del sistema de VoIP, y por qué se eligió esta plataforma por lo tanto presentaremos una Tabla con las características de software's similares y poder determinar los beneficios de este con los demás.

Tabla 27 Sistemas de PBX de Código Abierto

Fuente: Tesis de la ESPOL 2006

TECNOLOGÍA	TRIXBOX (asterisk)	FreeSWITCH	BAYONNE	OPENPBX
PROTOCOLOS	SIP, H323, IAX2, MCGP	SIP, H323	SIP	SIP, IAX2
PROCESADOR	PII 300 Mhz	PIII 1 GHz	PIII 1,5 Ghz	PIII 2 Ghz
MEMORIA RAM	128 Mb	256 Mb	256 Mb	512 Mb
DISCO DURO	4 Gb	8Gb	4 Gb	4Gb
CORREO DE VOZ	SI	SI	SI	SI
RUTEO	SI	SI	SI	SI
DESVIO DE LLAMADAS	SI	SI	NO	NO
CONFERENCIAS	SI	SI	NO	SI
IVR	SI	SI	NO	SI
TEXTO A VOZ	SI	SI	NO	NO
CONTROL DE LLAMADAS	SI	SI	NO	SI
INTERFACES	EI, T1, BRI, FXS, FXO	EI, T1, BRI, FXS, FXO	FXS, FXO	EI, T1, BRI, FXS, FXO
ESCALABILIDAD	2000 EXT.	2000 EXT.	500 EXT.	500 EXT.
DOCUMENTACIÓN	Muy Amplia	Amplia	Poca	Regular
SOPORTE	Abundante	Poco	Muy Poco	Regular

Observando la tabla 27 podemos determinar que TRIXBOX (asterisk), es el software a utilizar por la característica más importante al no necesitar grandes recursos en hardware para su funcionamiento e instalación.

4.1.1 OTROS SISTEMA DE PBX

En nuestro país existe una versión de TRIXBOX denominada ELASTIX, misma que tiene como núcleo a LINUX, también existe una marca mundial propietaria CISCO, que provee de equipos para la implementación de Voz sobre IP (VoIP).

4.1.1.1 Elastix

Es la versión ecuatoriana de TRIXBOX, presenta similares funciones como:

- Soporte para video llamadas.
- Soporte para visualización.
- Interfaz web para el usuario.
- Posibilidad de implementar FAX y email.
- Reportes de uso de recursos
- Reporte de llamadas entrantes/salientes y uso de canales.
- Módulo de correo de voz integrado.

La comunicación y creación de extensiones usan los mismos protocolos de telefonía IP como SIP, IAX y ZAP, para codificar utiliza ADPCM, G.711, G.722, G.723.1, G.726, G.729, GSM, ILBC.

4.1.1.2 Cisco

Es una de las marcas multinacionales que reside en el país, entregando equipos y soluciones de transmisión de datos, Cisco al ser un constructor de equipos de datos implementa por medio de ellos soluciones integrales que satisface a su y sus contratantes.

CISCO provee de equipos para la implementación de telefonía IP, servidores, distribuidores y para la actividad de las áreas de trabajo, con teléfonos IP ya sean estos similares a los convencionales y hasta para la implementación de video llamada, unas de las características que presenta la marca son:

- Aplicaciones de presencia
- Teléfonos IP de CISCO con soportes para SIP avanzado
- Soporte para teléfonos de terceros basados en SIP
- SIP trunking.

4.2 TRIXBOX (ASTERISK)

Recordando la información expuesta en el capítulo 1 sobre TRIXBOX, en el proyecto utilizaremos la versión libre TRIXBOX CE. Es Una distribución libre misma que podemos descargarla desde el internet, para lo cual obviamente deberemos tener un servicio de Internet, para la descarga podemos acudir a la página:

<http://fonality.com/trixbox/downloads>

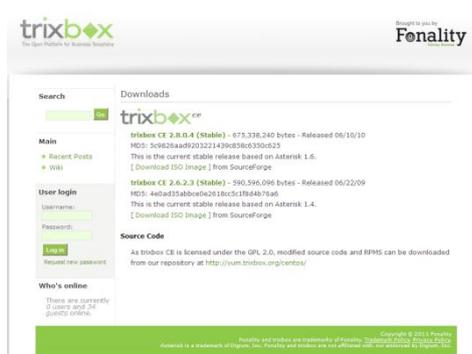


Figura 32 Pantalla de Página Web de TRIXBOX

Fuente: Página web de TRIXBOX

Es recomendable tener un programa que nos permita generar la descarga sin interrupciones debido a que puede afectar en el desempeño del programa cuando sea instalado.

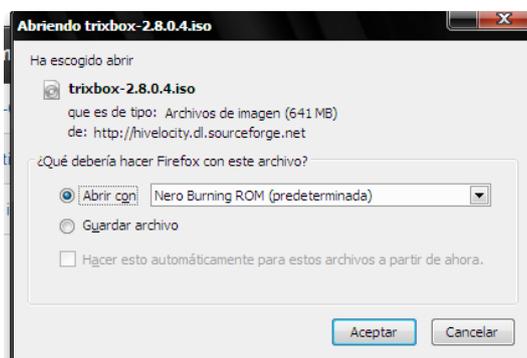


Figura 33 Descargando TRIXBOX

Fuente: Página web

Al momento de descargar el programa lo hacemos en formato ISO, al cual deberemos gravarlo en un DVD para mayor seguridad, para luego ser instalado en el computador o computadores que pasaran a ser los servidores.

4.3 CONFIGURACIÓN DEL SERVIDOR VoIP

Se establecerá como servidor a un computador con las características que en el capítulo anterior se presentaron, en el se instalará el software anteriormente descargado del internet, para lo cual el disco no debe tener ninguna partición lógica, si en el caso que utilizáramos un disco con información deberemos hacer una respaldo de esta debido que al instar TRIXBOX en el formateará la unidad para crear los archivos de LINUX.

Luego de culminar con la instalación de TRIXBOX, deberemos instalar la o las interfaces que interconectaran a la central con la red PSTN.

4.3.1 INSTALANDO TRIXBOX

En este subcapítulo se presentará los pasos para instalar TRIXBOX en un computador, de tal manera que al finalizar podamos continuar con la configuración de los servicios a implementar en el establecimiento previsto.

Se explicará la instalación y reconocimiento de la interfaz
Ingresar el DVD a la unidad de DVD del computador y automáticamente nos mostrará:

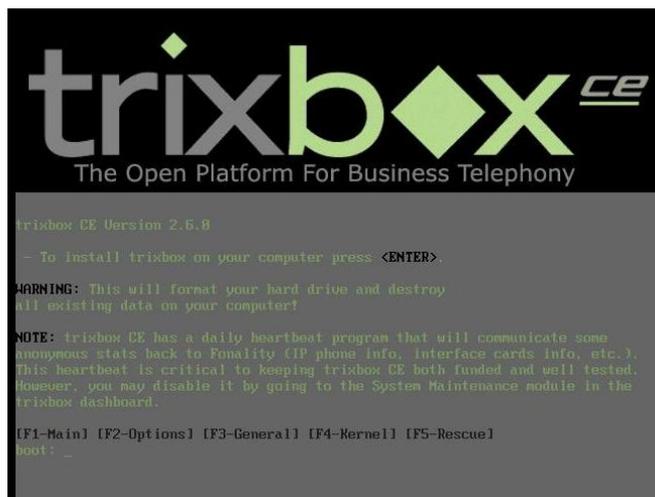


Figura 34 Pantalla de Inicio de TRIXBOX

Fuente: Pantalla del Programa

En esta pantalla nos encontramos con un menú de F1, F2, F3, F4 y F5, los cuales nos permiten tomar varias acciones, pero la de instalación es dar un “**ENTER**” e iniciará la instalación, presentando la siguiente pantalla.

Escoger el idioma que se mostrará durante la instalación de TRIXBOX



Figura 35 Pantalla de selección del Idioma para la instalación

Fuente: Pantalla del Programa

En esta pantalla seleccionaremos el idioma para el proceso de instalación. Por lo tanto para nuestro caso seleccionaremos “Spanish”, luego damos un “**ENTER**” para continuar con el siguiente paso.

Seleccionar el uso horario de acuerdo al continente y ciudad en la que estemos o nos desarrollamos de la lista que nos presenta el programa:



Figura 36 Lista de Selección del Uso Horario

Fuente: Pantalla del Programa

En nuestro caso deberemos buscar en la lista América/Bogotá es el uso horario que nos corresponde, es importante que la hora este bien sincronizada, para seleccionarlo depositamos el cursor sobre este y damos un “ENTER” o Aceptar para seleccionarlo o confirmarlo.

Tras confirmar el uso horario de nuestra posición continuamos con el siguiente paso, que es ingresar la contraseña de acceso para la raíz del sistema “root”.

Configuración de la contraseña de acceso hacia la raíz root.



Figura 37 Ingreso de Contraseña para root

Fuente: Pantalla del Programa

En la figura nos muestra el espacio donde deberemos ingresar la contraseña que se asignará a root, que es la raíz del Software. Luego damos un “ENTER” o guiamos el cursor hasta Aceptar y damos un “ENTER”.

Tras dar el último “ENTER” dará inicio a la instalación o compilación de todos los archivos que hacen de LINUX y TRIXBOX, un sistema generador de servicios de comunicación.

Inicio del proceso de Instalación.



Figura 38 Proceso de Instalación

Fuente: Pantalla de Programa

Tras dar inicio al proceso de instalación de TRIXBOX, deberemos esperar uno minutos hasta que se instale o compile los archivos de LINUX y paquetes necesarios para el funcionamiento de la central.

Al culminar la instalación el sistema se reiniciará por lo que es necesario extraer el DVD de la unidad.

Al reiniciar el sistema presentará la siguiente pantalla, donde observaremos el inicio y arranque de los procesos necesarios para la ejecución del servidor, de inicio el servidor se encuentra activado el Cliente dhcp, el cual entrará en acción para las configuraciones previas.

```

/boot: clean, 44/26104 files, 21688/104388 blocks
Remounting root filesystem in read-write mode: [ OK ]
Mounting local filesystems: [ OK ]
Enabling local filesystem quotas: [ OK ]
Enabling /etc/fstab swaps: [ OK ]
INIT: Entering runlevel: 3
Entering non-interactive startup
Applying Intel CPU microcode update: [ OK ]
Starting background readahead: [ OK ]
Checking for hardware changes [ OK ]
Bringing up loopback interface: [ OK ]
Bringing up interface eth0:
Determining IP information for eth0... done. [ OK ]
Starting auditd: [ OK ]
Starting system logger: [ OK ]
Starting kernel logger: [ OK ]
Starting irqbalance: [ OK ]
Starting portmap: [ OK ]
Starting NFS statd: [ OK ]
Starting RPC idmapd: [ OK ]
Starting system message bus: [ OK ]
Starting Bluetooth services: [ OK ]

```

Figura 39 Arranque de S.O.

Fuente: Pantalla de Programa

Tras terminar el proceso nos mostrará a la tarjeta asignada una IP de la red y para el ingreso del usuario y password.

Una vez cargado todos los procesos se nos mostrara la consola, en esta podremos observar la IP que fue asignada a nuestra maquina, para poder entrar a manipularla debemos de ingresar el login y el password; el login por defecto es “root”, y el password es aquel que elegimos en el paso 4:

```

Welcome to trixbox CE
-----
For access to the trixbox web GUI use this URL
eth0 http://192.168.1.6
For help on trixbox commands you can use from this
command shell type help-trixbox.
trixbox1 login: root
Password:
[trixbox1.localdomain ~]# _

```

Figura 40 Pantalla de Ingreso al S.O.

Fuente: Pantalla de Programa

Tras el ingreso del login y password, está instalado el S.O. este ingreso es por consola, donde podríamos iniciar con la configuración de trixbox, pero este proceso se lo realizará por el acceso web.

4.3.2 CONFIGURACIÓN DE INTERFAZ DE RED ETH0

Es recomendable establecer una IP fija para el servidor, debido a los retardos que pueden producirse por direccionamiento. Para dicho proceso debemos ingresar al servidor o S.O por consola donde debemos ingresar los siguientes comandos:

```
cd /etc/sysconfig/network-scripts/
```

Luego debemos aplicar el comando: nano ifcfg-eth0, dentro de este script podremos editar la configuración de la tarjeta:

4.3.3 INICIANDO TRIXBOX

Para iniciar TRIXBOX debemos ingresar a un explorador de internet, nos dirigimos a la barra de direcciones e ingresamos la IP que configuramos en el subcapítulo anterior. Al ingresar nos mostrará la siguiente pantalla.

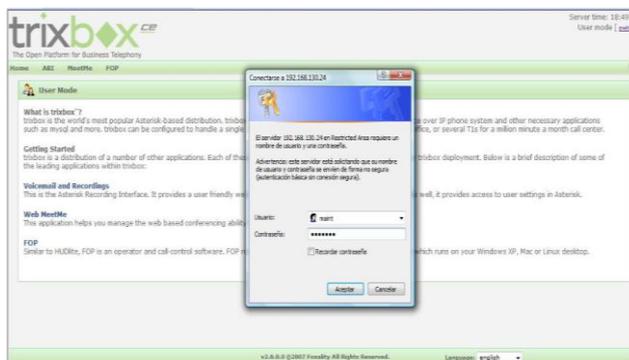


Figura 41 Ingreso a TRIXBOX

Fuente: Pantalla de Programa.

Para ingresar como un usuario con privilegios de edición a switch en la parte superior derecha, nos aparecerá en la pantalla una ventana de ingreso de usuario y contraseña. Y de este proceso nos aparecerá la siguiente pantalla:



Figura 42 Presentación de TRIXBOX acceso web

Fuente: Pantalla de Programa

El ingreso al servidor ya podrá ser desde cualquier otro equipo que mantenga internet y ubicado en cualquier parte geográficamente hablando. Esto se debe a la configuración de NO-IP para nuestro proyecto o si tenemos una IP pública instalada en el servidor, obtendríamos el mismo resultado.

4.3.4 PLAN DE NUMERACION

En el diseño de un sistema telefónico una de las partes importantes es la numeración de cada línea telefónica para enrutar hacia ese número una llamada.

Debido a esta razón se plantea un diseño, para las extensiones internas de la empresa, un plan de numeración de acuerdo con las siguientes características: ubicación, jerarquía y secuencia. Con esto se pretende que en cada cargo del Diario tenga su propia numeración, independientemente de la persona que se encuentre en el cargo y de la ubicación donde esté la persona.

Se procuró establecer el menor número de dígitos en cada extensión, para facilitar el proceso de marcado y su memorización.

En Todas las oficinas del Diario Independiente se estableció el formato en 4 dígitos para la configuración de los números de las extensiones:

1^{er} Dígito (X): Corresponde a la inicial del nombre de cada Ciudad, esta es representada por un número en el teclado del teléfono.

2^{do} Dígito (X): De acuerdo a un orden establecido de las oficinas

3^{er} Dígito (X): De acuerdo a un orden laboral

4^{to} Dígito (X): De acuerdo a la secuencia de asignación de puntos de red.

La equivalencia de las letras a utilizar para el primer dígito son:

Tabla 28 Plan de Numeración Oficina Quito

Elaborado por: Cristian Puga

CIUDAD	1 ^{er} Dígito	2 ^{do} Dígito	3 ^{er} Dígito	4 ^{to} Dígito
			0 Presidencia Ejecutiva	7 Punto
			1 Gerente	6 Punto
			2 Director	5 Punto
QUITO	7	1	3 Ventas	4 Punto
			4 Diseñador	3 Punto
			5 Asistente 1	2 Punto
			6 Asistente 2	1 Punto

Para las demás oficinas se presentarán en la siguiente tabla:

Tabla 29 Plan de Numeración de las Oficinas

Elaborador por: Cristian Puga

CIUDAD	1 ^{er} Dígito	2 ^{do} Dígito	3 ^{er} Dígito	1 ^{to} Dígito
			1 Gerente	1 Punto
Lago	5	2	2 Secretaria	2 Punto
Agrio			3 Periodista	3 Punto
Pto.			1 Asistente Administradora	1 Punto
Francisco	3	3	2 Secretaria	2 Punto
de Orellana			3 Corresponsal	3 Punto
Tena			1 Asistente Administradora	1 Punto
	8	4	2 Periodista	2 Punto
Puyo	9	5	1 Mensajero	1 Punto

El orden establecido para las oficinas, se planteo aleatoriamente sin ninguna consideración de importancia.

De acuerdo al plan de numeración establecido para comunicarnos con el Diseñador ya sea internamente o externamente deberemos marcar a la extensión 7143.

4.3.5 SERVICIOS A IMPLEMENTAR CON TRIXBOX

En el primer capítulo dimos a conocer los servicios que se pueden configurar en TRIXBOX, de estos se han tomado en cuenta los que cumplen las necesidades presentadas por las autoridades del Diario Independiente.

Los servicios que se implementarán en la red de datos del Diario Independiente son:

- 1.- Comunicación entre extensiones.
- 2.- Traslado de llamadas.
- 3.- Buzón de llamadas
- 4.- IVR
- 5.- Ingreso y Salida a la PSTN
- 6.- Troncales

En la implementación de un servicio en redes de datos es importante presentar y mantener una secuencia de implementación, debido a la dependencia del uno con el otro, se dará inicio con la implementación o asignación de las extensiones para cada una de las oficinas, cada una de las extensiones dispondrá de un buzón de llamadas, y podrá efectuar transferencias de llamada.

4.3.6 CONFIGURACIÓN DE LOS SERVICIOS

El subcapítulo presentará la configuración detallada del servicio que prestará el sistema al personal del Diario Semanario Independiente.

4.3.6.1 Extensiones

Luego de haber ingresado A TRIXBOX por medio web, para crear las extensiones necesarias para la implementación deberemos seguir los siguientes pasos:

1. Dentro de la pantalla de inicio de TRIXBOX, nos dirigimos a la pestaña PBX y la seleccionamos. Donde nos mostrará un menú de opciones.



Figura 43 Pantalla de Inicio de TRIXBOX

Fuente: Pantalla de TRIXBOX

2. En esta Pantalla nos dirigimos al Submenú que presenta la opción de PBX Settings, misma opción que nos muestra un menú al izquierdo de la pantalla donde podemos crear o revisar la secuencia de extensiones.

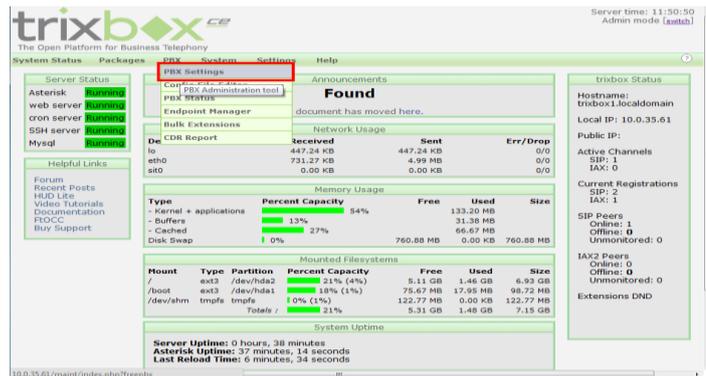


Figura 44 Pantalla Menú de PBX

Fuente: Pantalla de Trixbox

3. El tercer paso es configurar la extensión, esta extensión estará formada de acuerdo al plan de numeración.

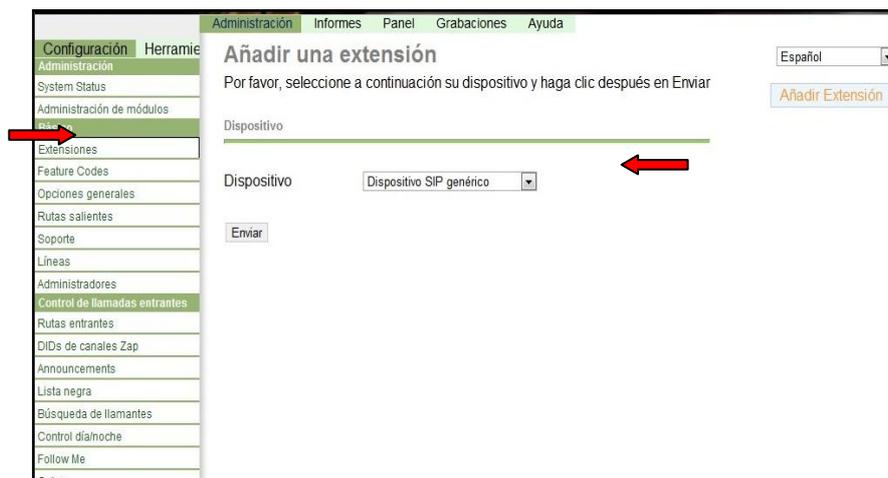


Figura 45 Pantalla del Menú Extensiones

Fuente: Programa que se esta utilizando.

4. Para la asignación de las extensiones debemos tomar en cuenta que para crear una extensión tenemos 4 posibilidades que se muestran en la siguiente Figura.

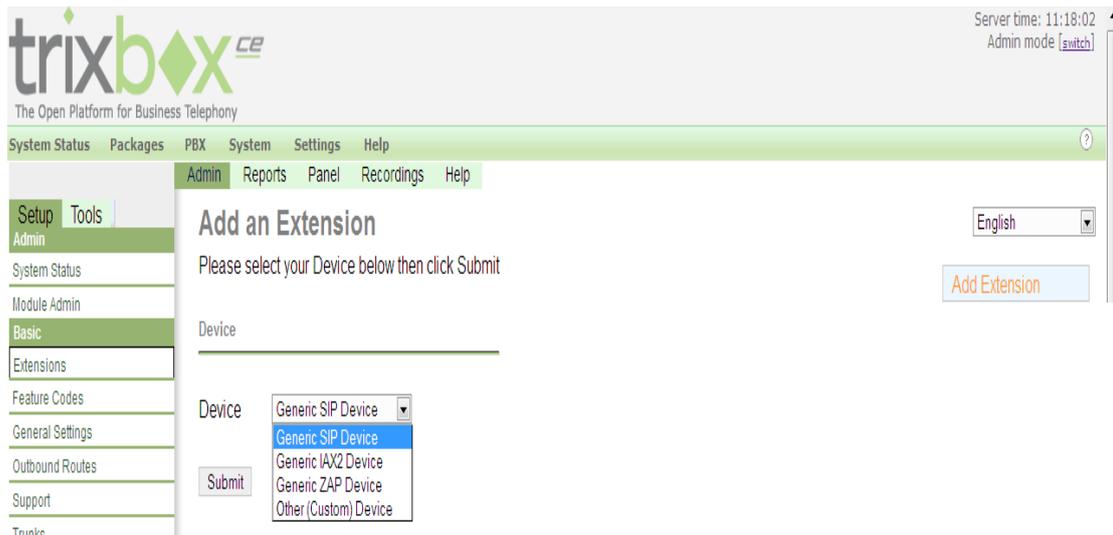


Figura 46 Menú de Extensiones

Fuente: Programa que se está utilizando

En la figura 43 podemos observar una viñeta que desplegará una lista, esta corresponde a los tipos de extensiones que se pueden configurar, estos tiene los nombres de los protocolos que los forman como:

- SIP Device
- IAX2 Device
- ZAP Device
- Custom Device

Se escogerá una de las opciones de acuerdo al terminal (teléfono) que vayamos a ocupar para comunicarnos sea este en software o hardware deben soportar dicho protocolo de comunicación.

5. Para el caso escogeremos el tipo SIP, debido a que los softphones a utilizar ocupan este protocolo. Tras escoger la opción presionando **submit** en la pantalla nos muestra los parámetros de configuración.

Add SIP Extension	
Add Extension	
User Extension	<input type="text"/>
Display Name	<input type="text"/>
CID Num Alias	<input type="text"/>
SIP Alias	<input type="text"/>

Figura 47 Configuración de Extensión SIP

Fuente: Pantalla de Sistema

La figura 44 (1) nos muestra los aspectos a configurar como:

- User Extensión: Asignar número de la extensión
- Display Name: Asignamos el nombre que aparecerá en pantalla, normalmente nombre a quien pertenece la extensión.
- CID Num Alias: Número que se asignará para las llamadas internas.

Device Options	
This device uses sip technology.	
secret	<input type="text"/>
dtmfmode	<input type="text" value="rfc2833"/>

Figura 48 Configuración de password de Extensión

Fuente: Pantalla de Sistema

La figura 45 nos muestra el espacio donde asignamos el password del la extensión, y nos muestra el modo de acceso por tonos dtmf, es recomendable rfc2833 que es la norma.

Voicemail & Directory

Status

Voicemail Password

Email Address

Pager Email Address

Email Attachment yes no

Play CID yes no

Play Envelope yes no

Delete Voicemail yes no

VM Options

VM Context

Figura 49 Configuración del Correo de Voz

Fuente: Pantalla de Sistema

En la plantilla podremos configurar clave de acceso al buzón de voz, previo a habilitar su estado o servicio.

6. Para concluir con el proceso debemos dar un clic en **submit** , y luego aparecerá un mensaje en la parte superior de la pantalla que reinicia a todo el sistema para confirmar las configuraciones.

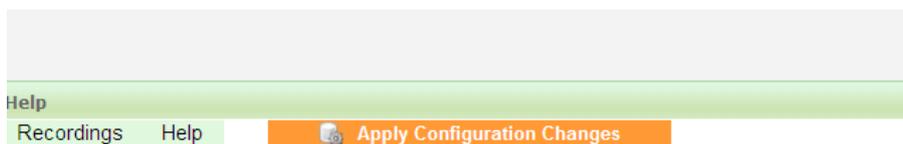


Figura 50 Aplicar las configuraciones realizadas

Fuente: Pantalla de Sistema

Existen muchas herramientas más que se pueden añadir a cada extensión, pero son opcionales, debido a que no influyen en el desarrollo de las mismas. Al concluir con estos pasos la o las extensiones se encuentran configuradas y listas para generar o producir una llamada.

4.3.6.2 Diseño y Configuración del IVR⁶⁴

Es una de las aplicaciones que presentan la mayoría de las centrales de telefonía IP, es utilizada por empresas o establecimientos que tienen un alto tráfico de llamadas, a fin de reducir la necesidad de personal y los costos que el servicio ofrecido representa para la entidad.

La aplicación nos permite crear menús de voz que conjuntamente con el teclado del teléfono (tonos DTMF⁶⁵), permite al llamante obtener información de la empresa a la que se comunicó, convirtiendo a esta herramienta en un miembro virtual de la empresa, con el objetivo de disminuir el porcentaje de clientes no atendidos.

Permitirá administrar el tráfico de llamadas que se generen de tal manera que todos los llamantes internos o externos sean atendidos por un miembro del Diario.

4.3.6.2.1 Diseño.

Para el diseño de del IVR se ha tomado en cuenta ciertos aspectos como:

- Dimensionamiento de las líneas entrantes.- Se debe tomar en cuenta lo que describe en su teoría el científico Erlang descrito en el capítulo 1 al calcular el número de troncales, considerando:
 - Tráfico ofrecido: Número de llamadas que se desea ingresar a la central.
 - Recursos de la Red: Número de llamadas que se podrían atender.

⁶⁴ IVR Interactive Voice Response:

⁶⁵ DTMF (*Dual-Tone Multi-Frequency*) es una identificación de las teclas de un teclado de teléfono, cuando se presiona una tecla, se envían dos tonos de distinta frecuencia, uno por columna y otro por fila en la que esté la tecla. La central descodifica a través de filtros especiales, detectando instantáneamente que dígito se marcó.

- Calidad y Grado de servicio. Porcentaje de llamadas que no podrán ser atendidas.

➤ Cantidad óptima de menús.

La cantidad o número de menús que se cree se deben tomar en cuenta, para no fatigar al llamante con un número desmesurado de menús debido a cada uno de ellos tendrán ítems, los cuales en cantidad afectarán a la memoria del llamante, provocando confusión y no se podrá comunicar con el miembro de la empresa o establecimiento.

En nuestro medio las entidades públicas presentan este servicio permitiéndonos interactuar con la herramienta IVR, los menús no superan los 5 ítems haciendo de ellos dinámicos.

En el diseño de esta herramienta ya se encuentran establecidos varios puntos a tomar en cuenta:

➤ Principios Generales:

- ✓ Los menús no deben reproducir la estructura organizativa departamental de la empresa.
- ✓ Si dentro del servicio existen restricciones, se deberá informar oportunamente al usuario en su inicio.
- ✓ Proporcionar sólo la información necesaria, con expresiones simples.
- ✓ Diseñarlo de tal forma que todos los usuarios se beneficien de todas las opciones implementadas.

- ✓ Generar un sistema independiente que conceda información al llamante más no que genere preguntas que su respuesta pueda ser almacenada.
 - ✓ Debe ser consistente y mantener las opciones de los menús.
- Saludo Inicial:
- ✓ Presentar una bienvenida breve.
 - ✓ No repetir el saludo inicial en caso de que el usuario vuelva al inicio.
- Menú Principal:
- ✓ El primer menú que se presente al usuario deberá ser el principal, en este el usuario no deberá ingresar ninguna autenticación.
 - ✓ El tiempo que debe durar el saludo y el menú inicial no debe superar los 20s como máximo.
- Identificación:
- ✓ Solicitar información solo cuando sea necesaria.
 - ✓ Solicitar el identificar más fácil de recordar.
 - ✓ Aceptar que el usuario utilice varios caracteres en su identificador.
 - ✓ Gestionar el final de la entrada de datos por medio de un timeout.
- Menú:
- ✓ Se deberá asignar un nombre a cada menú que informará al usuario la posición donde está situado.
 - ✓ Cada menú deberá tener no más de 4 opciones.
 - ✓ Una tarea deberá cumplirse en 3 pasos máximo.
 - ✓ Poner las opciones de navegación al final de todo el IVR.

- ✓ No deben existir cortes en caso de que el usuario se equivocase, se le debe dar una solución.
- ✓ Ordenar las opciones de acuerdo a la importancia.
- Opciones de navegación recomendables.
 - ✓ Menú Principal.
 - ✓ Volver atrás.
 - ✓ Repetir.
 - ✓ Ayuda.

- Preguntas si/no.

Con estas funciones podemos solucionar errores y configurar acciones con ayuda del usuario.

Un diseño de IVR para que se encuentre bien estructurado deberá cumplir las siguientes etapas:

- Consultoría para IVR.
- Diseño del IVR.
- Desarrollo del IVR.
- Programación del IVR.
- Pruebas del IVR.
- Administración del IVR.

Diagrama del diseño del IVR.

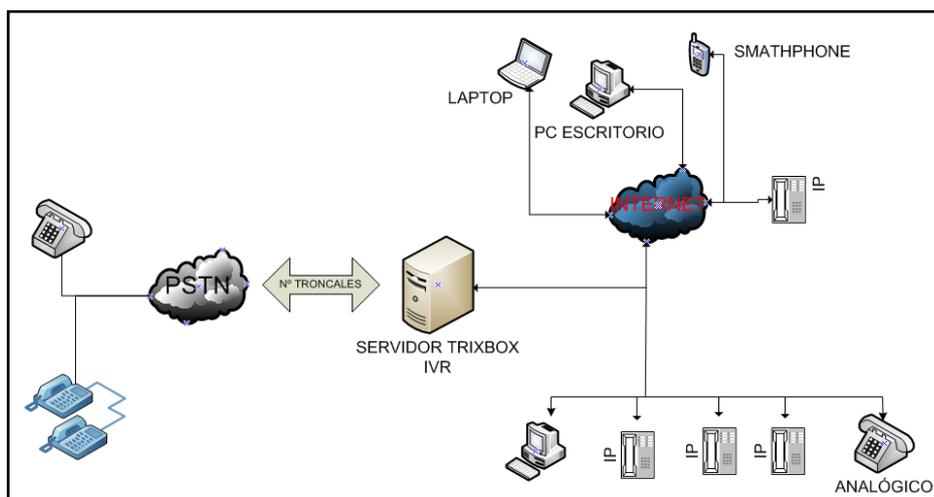


Figura 51 Esquema del IVR a implementarse

Elaborado por: Cristian Puga

Descripción de la Figura 48.

El Diario Independiente se hará beneficiario de un servidor VoIP, con la presencia de una tarjeta Open Vox, con 2 puertos FXO y FXS, nos permitirá estar conectados a la red PSTN y hacer llamadas hacia la misma y será el momento donde el IVR entrará en acción para que administre y re-direcciones las llamadas, ya sean que tengan como objetivo nuestra red telefónica interna o hacia otros dispositivos que geográficamente se encuentre dispersos, pero por medio del Internet podremos enlazarlos.

Para ejecutar lo nombrado los servidores deberán portar un enlace con direcciones IP públicas para que esta pueda ser vista por todos los dispositivos de la red. Al ser implementado lo expuesto podremos comunicarnos entre extensiones totalmente gratuito por medio del internet.

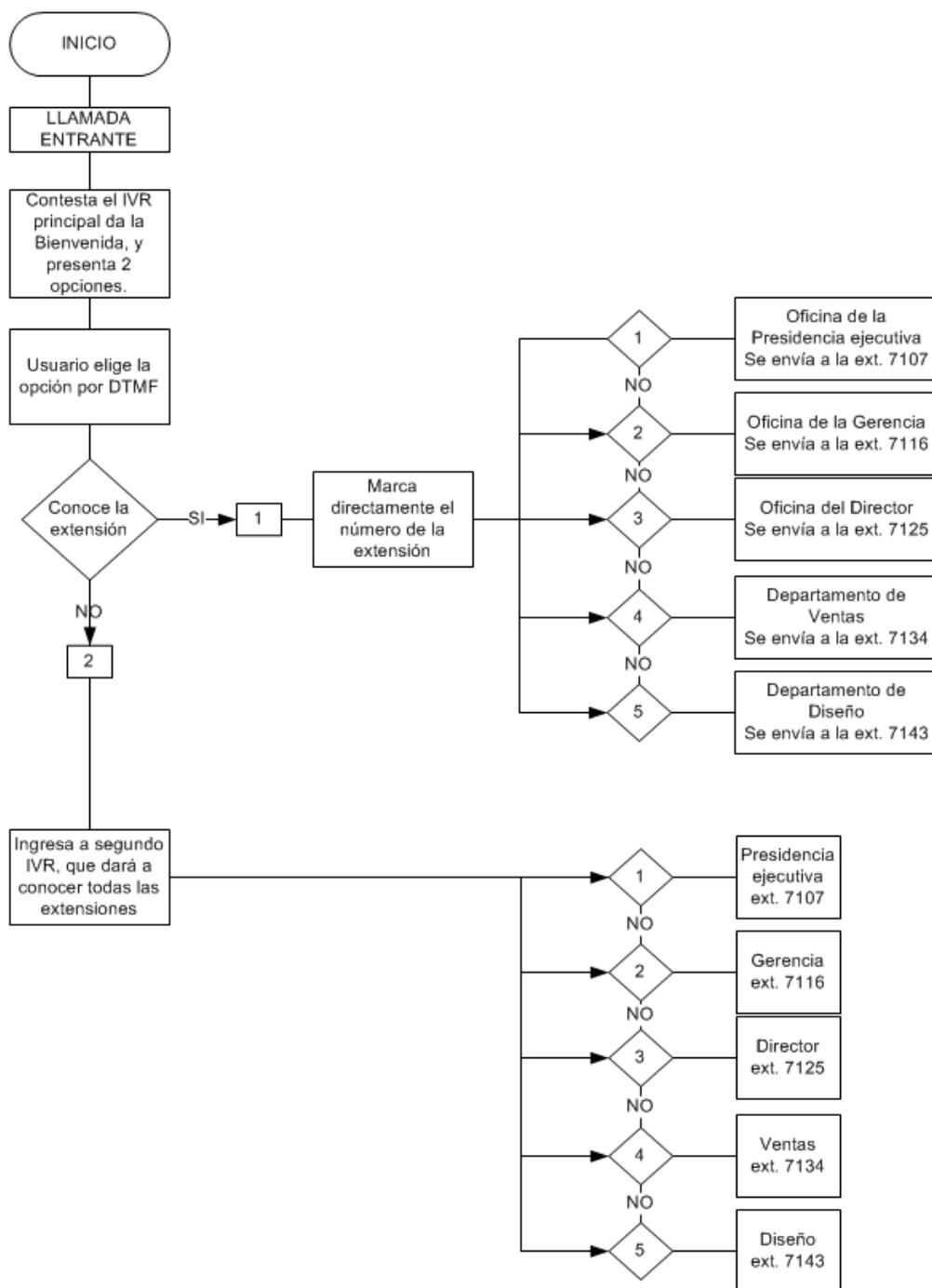


Figura 52 Diagrama de flujo del IVR propuesto

Elaborado por: Cristian Puga

El diagrama de bloques muestra la funcionalidad, todas las posibilidades y opciones del IVR propuesto.

IVR de inicio.-

El llamante luego de marcar el número de la PSTN correspondiente al Diario, comienza la interacción con el IVR de inicio, el cual da la Bienvenida al Diario y muestra 2 opciones. El llamante escoge la opción requerida presionando la tecla del número correspondiente. Si en 10s después que el mensaje se reproduzca el llamante no presiona ninguna tecla la llamada es colgada (opción t) y en el caso de que no presione la tecla correspondiente, el IVR vuelve a ejecutarse (opción i). Esta regla se utilizará en los IVR siguientes.

IVR de selección.-

La opción 1 del IVR de inicio nos envía a un IVR de selección en el cual el llamante ya deberá tener conocimiento previo del número de extensión asignado a cada departamento u oficina.

IVR 2

La opción 2 del IVR de inicio nos envía a un tercer IVR el cual informará al llamante los números de extensiones asignadas a cada departamento u oficina.

4.3.6.2.2 Configuración

La configuración del IVR modelado se lo plasmará en el sistema con la apertura y facilidad que nos permite TRIXBOX.

PROCESO

✓ **Usuario.-**

Las extensiones son consideradas como usuarios del IVR, por lo que deberán estar previamente configurados, para ser asignados un número que dará acceso dentro del IVR. De acuerdo al diagrama necesitamos cinco extensiones, estas se las configurar de acuerdo al plan de numeración.

✓ **Grabaciones para el IVR.-**

Los mensajes o grabaciones que generaran que el sistema interactúe con el llamante deberán ser previamente grabados. Estos podrán ser exportados desde una carpeta que deberán tener las extensiones wav, gsm o poder ser generadas con la ayuda de una herramienta interna de TRIXBOX System Recordings, y la utilización de cualquier extensión u equipo.

✓ **Creación del IVR.-**

Proceso el cual tendrá como base el diagrama de flujo, mismo que muestra el número de IVR's que se deberá configurar, y cada uno tendrán sus diferentes opciones.

✓ **Hardware.-**

Como se ha descrito TRIXBOX es un software que al configurarlo obtenemos un sistema igual y en casos hasta superior que tecnología propietaria, este software para cumplir con las exigencias que implica un sistema de telefonía involucrar la telefonía tradicional y la IP, acude a la utilización de tarjetas con puertos FXO, esta nos permitirá la salida a la PSTN.

✓ **Troncales.-**

Luego de tener hardware configurado debemos crear las troncales las que nos permitirán hacer y recibir llamadas por el módulo correspondiente.

✓ Rutas Salientes Y Entrantes.-

Las rutas entrantes y salientes nos permiten hacer y recibir llamadas desde la PSTN, considerando que cada una tiene un plan de marcado, nos especifica que troncal debemos utilizar.

DESARROLLO

✓ Creación de Usuarios

El desarrollo se explica en el inciso 4.3.6.1, de este capítulo.

✓ Grabaciones del IVR.-

Para la elaboración de las grabaciones se utilizará la herramienta de TRIXBOX System Recordings y el proceso es:

- ✓ Debemos ingresar a TRIXBOX por medio de la interfaz web.
- ✓ La herramienta encontramos el menú de PBX
- ✓ Luego en el menú de la izquierda nos dirigimos a System Recordings.



Figura 53 Menú de PBX

Fuente: TRIXBOX

Para crear las grabaciones con esta herramienta utilizaremos una de las extensiones, para lo que debemos ingresar el número de dicha extensión en el recuadro y dar un clic en GO

Ingresar el # de Ext.

Add Recording

Step 1: Record or upload

If you wish to make and verify recordings from your phone, please enter your extension number here:

Alternatively, upload a recording in any supported asterisk format. Note that if you're using .wav, (eg, recorded with Microsoft Recorder) the file **must** be PCM Encoded, 16 Bits, at 8000Hz:

Step 2: Name

Name this Recording:

Click "SAVE" when you are satisfied with your recording

Figura 54 Configurando extensión en System Recoording

Fuente: TRIXBOX

Al haber ejecutado la instrucción anterior, activamos o tomamos un teléfono, para el caso un softphone en el cual deberemos presionar *77 y send o la tecla de llamar esto para grabar el mensaje que se desea reproducir en el IVR, y para parar colgamos el softphone.

Para escuchar la grabación debemos marcar *99 y se reproducirá, si el resultado nos satisface le asignamos un nombre y guardamos el archivo generado en la dirección de preferencia.

System Recordings

Add Recording

Step 1: Record or upload

Using your phone, dial *77 and speak the message you wish to record.

Alternatively, upload a recording in any supported asterisk format. Note that if you're using .wav, (eg, recorded with Microsoft Recorder) the file **must** be PCM Encoded, 16 Bits, at 8000Hz:

Step 2: Verify

After recording or uploading, dial *99 to listen to your recording.

If you wish to re-record your message, dial *77

Step 3: Name

Name this Recording:

Click "SAVE" when you are satisfied with your recording

Figura 55 Grabar reproducciones de IVR

Fuente: TRIXBOX

Luego de guardar el archivo se listan en la parte superior derecha, el nombre asignado nos ayudará a identificar a cada mensaje al momento de configuración del IVR.

TRIXBOX nos permite subir los mensajes previamente elaborados con otro software de grabación, solo debemos especificar la ruta donde está dicha grabación. La grabación deberá ser creada en codificación PCM a 16 bits y 8KHz. Para el proyecto las grabaciones que se realizaron son:

NOMBRE DE ARCHIVO	DIALECTO
Presentación	“Te has comunicado con el Diario Semanario Independiente, Si conoces la extensión con la que deseas comunicarte Presiona 1 Si las desconoces presiona 2
Opción 1	“Presiona la extensión con la que desee comunicarte”
Opción 2	“ Guía de extensiones del Diario Semanario Independiente”

Figura 56 Texto de Reproducciones de IVR

Elaborador por: Cristian Puga

CONFIGURACIÓN DEL IVR

La configuración del módulo IVR se la hace en el submenú derecho del menú “PBX”



Figura 57 Submenú de PBX configuración IVR

Fuente: TRIXBOX

Elegimos la opción IVR y damos clic en “Add IVR”. La pantalla de configuración para el IVR se presenta a continuación:

Digital Receptionist

Edit Menu Unnamed

Save Delete Digital Receptionist Unnamed

Change Name:

Announcement:

Timeout:

Enable Directory:

VM Return to IVR:

Directory Context:

Enable Direct Dial:

Loop Before t-dest:

Timeout Message:

Loop Before i-dest:

Invalid Message:

Repeat Loops:

Increase Options Save Decrease Options

Terminate Call:

 Extensions:

 Voicemail:

 Ring Groups:

 Announcements:

 IVR:

 Phonebook Directory:

Figura 58 Menú de Configuración del IVR

Fuente: TRIXBOX

Del menú que observamos en la figura 55, los parámetros a configurar son:

- ✓ **Change Name:** Debemos dar un nombre a nuestro IVR para poder identificarlo.
- ✓ **Announcement:** Son los anuncios que creamos anteriormente, deberemos ir seleccionándolos de acuerdo el diseño del IVR.
- ✓ **Timeout:** Es el tiempo que el sistema espera que el usuario inicie la interacción.
- ✓ **Enable Directory:** Al activarlo los usuarios tendrán la posibilidad de usar o no el IVR.
- ✓ **Enable Direct Dial:** Al ser activado esta opción, el o los usuarios podrán discar las opciones del IVR y marcar un número de extensión directamente.

La asignación de los números que corresponderán a las extensiones dentro del IVR se ingresan en los recuadros de la izquierda, estos pueden ser de un solo número hasta un cadena de ellos.

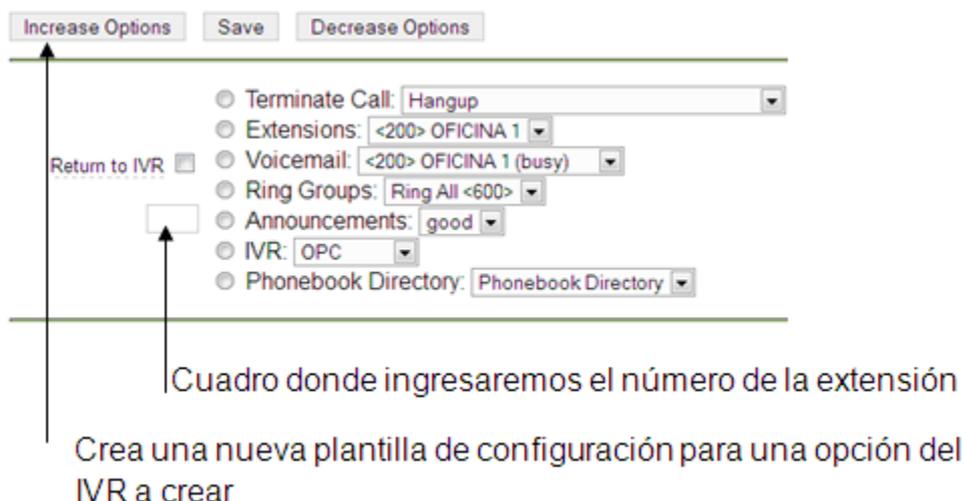


Figura 59 Plantilla de configuración de una opción del IVR

Fuente: TRIXBOX

Este menú deberá ser creado de acuerdo al número de opciones que presente cada IVR, para ello demos un “clic” en “**Increase Options**”.

4.3.7 HARWARE.-

Corresponde a la instalación de Interfaces 2FXO y 2FXS, los cuales son módulos y una tarjeta PCI, esta tarjeta es una OpenVox A400P.

De acuerdo como se planteo la implementación de 4 puertos en total, esta placa es de 4 puertos los cuales se pueden instalar todos FXO y todos FXS, para este caso pondremos dos de cada uno. Los módulos se los pueden distinguir por el color rojo FXO y verde FXS.



Figura 60 Tarjeta Open Vox y Módulos FXO, FXS

Fuente: Fotografía

Módulo FXO

Este módulo agrega un puerto FXO que permite la conexión de una línea telefónica convencional a la interface Digium TDM400P.

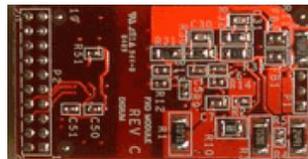


Figura 61 Modulo FXO para agregar a la tarjeta TDM400P

Fuente: Fotografía

Módulo FXS

Este módulo agrega un puerto FXS que permite la conexión de un anexo telefónico convencional a la interface Digium TDM400P.

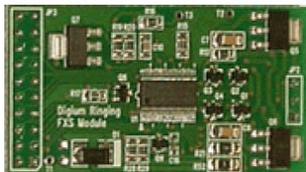


Figura 62 Módulo FXS para agregar a la tarjeta TDM400P

Fuente: Fotografía

Este módulo presenta una diferencia en cuanto al voltaje de operación respecto al modulo FXO, ya que para su funcionamiento no basta con el voltaje que le entrega el slot PCI, por lo tanto para su operación se necesitan 12 [V], que se obtienen directamente desde la fuente del servidor.

4.3.7.1 Instalación y Configuración

Como se ha comentado la tarjeta Open Vox, esta es una tarjeta PCI, la misma que deberá ser instalada en un slot PCI del CPU. Tras la instalación TRIXBOX reconoce a esta instalando todos los drivers necesarios para su funcionamiento.

Para verificar su presencia deberemos ingresar al sistema con privilegios de súper usuario **root.**, luego deberemos ingresar en la línea de comando **lspci**, y nos mostrará todas las tarjetas PCI instaladas en el CPU.

```

root@matris:~
[matris.quito.com ~]# lspci
00:00.0 Host bridge: Intel Corporation 82945G/GZ/P/PL Memory Controller Hub (rev 02)
00:01.0 PCI bridge: Intel Corporation 82945G/GZ/P/PL PCI Express Root Port (rev 02)
00:1b.0 Audio device: Intel Corporation N10/ICH 7 Family High Definition Audio Controller (rev 01)
00:1c.0 PCI bridge: Intel Corporation N10/ICH 7 Family PCI Express Port 1 (rev 01)
00:1c.2 PCI bridge: Intel Corporation N10/ICH 7 Family PCI Express Port 3 (rev 01)
00:1c.3 PCI bridge: Intel Corporation N10/ICH 7 Family PCI Express Port 4 (rev 01)
00:1d.0 USB Controller: Intel Corporation N10/ICH7 Family USB UHCI Controller #1 (rev 01)
00:1d.1 USB Controller: Intel Corporation N10/ICH 7 Family USB UHCI Controller #2 (rev 01)
00:1d.2 USB Controller: Intel Corporation N10/ICH 7 Family USB UHCI Controller #3 (rev 01)
00:1d.3 USB Controller: Intel Corporation N10/ICH 7 Family USB UHCI Controller #4 (rev 01)
00:1d.7 USB Controller: Intel Corporation N10/ICH 7 Family USB2 EHCI Controller (rev 01)
00:1e.0 PCI bridge: Intel Corporation 82801 PCI Bridge (rev e1)
00:1f.0 ISA bridge: Intel Corporation 82801GB/GR (ICH7 Family) LPC Interface Bridge (rev 01)
00:1f.1 IDE interface: Intel Corporation 82801G (ICH7 Family) IDE Controller (rev 01)
00:1f.2 IDE interface: Intel Corporation N10/ICH7 Family SATA IDE Controller (rev 01)
00:1f.3 SMBus: Intel Corporation N10/ICH 7 Family SMBus Controller (rev 01)
01:00.0 VGA compatible controller: nVidia Corporation G96 [GeForce 9500 GT] (rev a1)
05:00.0 Ethernet controller: Realtek Semiconductor Co., Ltd. RTL-8139/8139C/8139C+ (rev 10)
05:01.0 Communication controller: Tiger Jet Network Inc. Tiger3XX Modem/ISDN interface
05:08.0 Ethernet controller: Intel Corporation PRO/100 VE Network Connection (rev 01)
[matris.quito.com ~]# █

```

Figura 63 Reconocimiento de tarjeta de comunicación PCI

Fuente: Capturas del Sistema con PuTTY

Podemos verificar en la consola de Asterisk la instalación más específica, para ellos debemos ingresar a la consola de Asterisk, para ello digitamos en la línea de comandos **asterisk -rvvv**

```

root@matris:~
[matris.quito.com ~]# asterisk -rvvvv
Asterisk 1.6.0.26-FONCORE-r78, 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.
=====
== Parsing '/etc/asterisk/asterisk.conf': == Found
== Parsing '/etc/asterisk/extconfig.conf': == Found
Connected to Asterisk 1.6.0.26-FONCORE-r78 currently running on matris (pid = 2696)
Verbosity is at least 4
matris*CLI> █

```

Figura 64 Consola de Asterisk

Fuente: Capturas del Sistema con PuTTY

Dentro de la consola debemos ingresar el comando **dahdi show channels**, mostrándonos los módulos instalados y su configuración:

```

root@matris:~
[matris.quito.com ~]# asterisk -rvvvv
Asterisk 1.6.0.26-FONCORE-r78, 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.
=====
== Parsing '/etc/asterisk/asterisk.conf': == Found
== Parsing '/etc/asterisk/extconfig.conf': == Found
Connected to Asterisk 1.6.0.26-FONCORE-r78 currently running on matris (pid = 2696)
Verbosity is at least 4
matris*CLI> dahdi show channels
Chan Extension Context Language MOH Interpret Blocked State
pseudo from-internal en default In Service
1 from-pstn en default In Service
2 from-pstn en default In Service
3 from-internal en default In Service
4 from-internal en default In Service
matris*CLI>

```

Figura 65 Reconocimiento de módulos y su Configuración

Fuente: Capturas del Sistema con PuTTY

Como podemos observar en la figura 62 que los módulos 1 y 2 corresponden a los que se configuraran para la conexión de las líneas troncales y los módulos 3 y 4 los que corresponden a las extensiones IP donde podremos conectar teléfonos analógicos (convencionales), podemos ver características como el idioma y el Estado si está bloqueado o no.

Para poder hacer llamadas deberemos configurar el puerto, FXO lógicamente, debemos, hacer que TRIKBOX identifique al puerto o puertos como entradas de la PSTN, para ello:

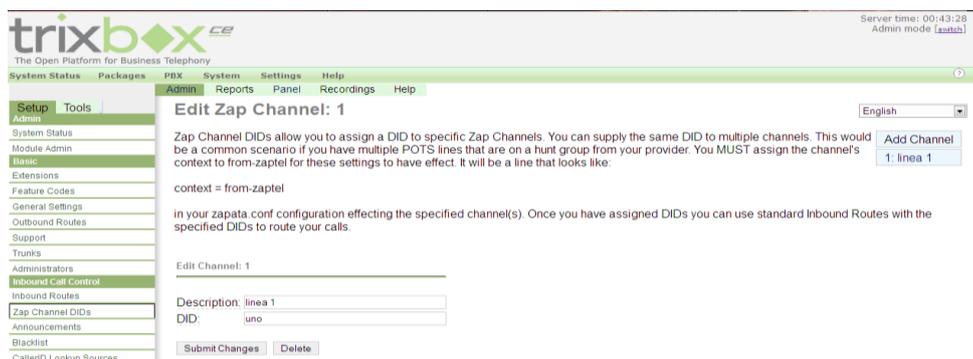


Figura 66 Configurando puerto PSTN

Fuente: Captura del Software.

4.3.8 TRUNK

Para la comunicación entre centrales debemos crear un túnel lógico, que evita configurar VPN'S entre centrales y elimina la compra de un equipo específico.

Para esta configuración debemos dirigirnos al menú izquierdo del panel de TRIXBOX.

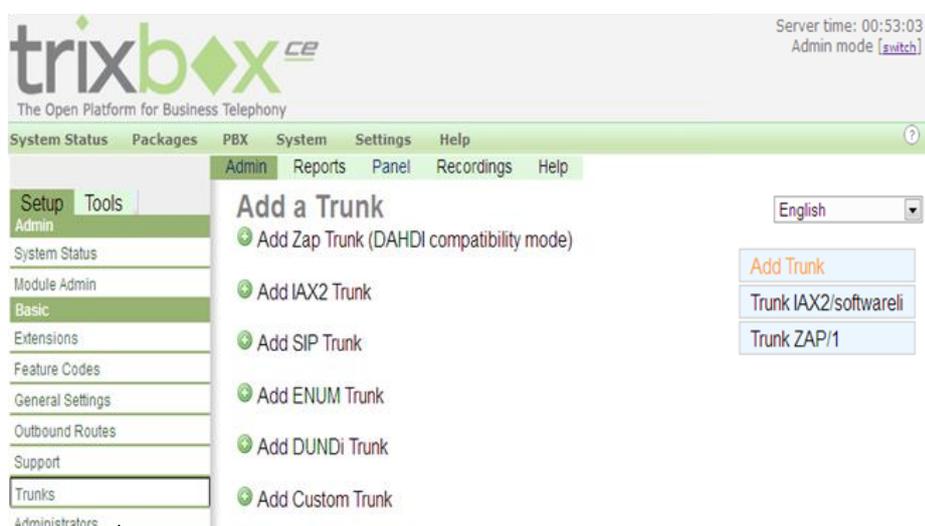


Figura 67 Menú Añadir Trocal

Fuente: Captura del Software

Para la configuración de un trunk (tronco, núcleo), podemos utilizar diferentes estructuras de igual forma que cuando tenemos las extensiones.

El proyecto añadirá trunk IAX2, debido a su poca dificultad de configuración con respecto a los demás protocolos y debido a que ocupa menor ancho de banda de transmisión.

4.3.8.1 Configuración de Trunk IAX2

Esta configuración se la efectúa en los dos servidores con las direcciones IP cruzadas, en la Figura 65 se describirán los campos a llenar.

Add IAX2 Trunk

English

General Settings

Outbound Caller ID:

Never Override CallerID:

Maximum Channels:

Disable Trunk: Disable

Monitor Trunk Failures: Enable

Outgoing Dial Rules

Dial Rules:

Clean & Remove duplicates

Dial Rules Wizards: (pick one)

Outbound Dial Prefix:

Outgoing Settings

Trunk Name:

PEER Details:

```
host=**provider ip address**
username=**userid**
secret=**password**
type=peer
```

Incoming Settings

USER Context:

USER Details:

```
secret=**password**
type=user
context=fcom-trunk
```

Registration

Register String:

Submit Changes

Add Trunk

Trunk IAX2/servidorA

Trunk ZAP/1

Figura 68 Campos de troncal IAX2

Fuente: Captura de Software

Los campos a llenar son:

- **Trunk Name:** Damos un nombre a la troncal del servidor para poder identificar.
- **PEER Details:** Dentro del cuadro escribimos algunas reglas de conectividad.

type: friend // se configura de esta forma para que la comunicación sea bi-direccional.

trunk: yes // aceptamos la troncal

qualify : yes // muestrea el tiempo de latencia

host: xxx.xxx.xxx.xxx // ponemos la dirección IP del servidor con el que nos vamos a comunicar.

- **User Detail:** Borrarnos todo lo que esta escrito.

Tras llenar los campos, nos dirigimos a **submit**, damos un clic, luego nos dirigimos al vínculo de **aplicar los cambios salidos**, y estaría configurado la troncal.

Ahora debemos definir como se conectará una troncal a otra de cada servidor, para ello debemos cumplir con los siguientes pasos:

- Nos dirigimos **Outbound Routes** que se encuentra en el menú **PBX Settings**.

The screenshot shows the Trixbox CE web interface. The top navigation bar includes 'System Status', 'Packages', 'PBX', 'System', 'Settings', and 'Help'. Below this, there are sub-menus for 'Admin', 'Reports', 'Panel', 'Recordings', and 'Help'. The left sidebar menu is expanded to show 'Outbound Routes' under the 'Basic' category. The main content area is titled 'Add Route' and contains the following fields:

- Route Name:
- Route Password:
- PIN Set:
- Emergency Dialing:
- Intra Company Route:
- Music On Hold?:
- Dial Patterns:
- Clean & Remove duplicates:
- Dial patterns wizards:
- Trunk Sequence:
- Submit Changes:

Figura 69 Forma Configuración Rutas Salientes

Fuente: Captura del Software

De la imagen los campos que debemos llenar para generar la ruta de salida:

Router Name: Ponemos el mismo nombre que asignamos a la troncal del mismo servidor.

Dial Patterns: Dentro del recuadro debemos configurar los patrones de marcado que corresponden a la troncal de la central a conectarnos, para especificarlos debemos utilizar las siguientes reglas:

- X - coincide con cualquier dígito 0 a 9
 - Z - coincide con cualquier dígito formulario 1-9
 - N-coincide con cualquier dígito 2-9
 - [1237-9] - coincide con cualquier dígito o letra entre paréntesis (en este ejemplo, 1,2,3,7,8,9)
 - Wildcard, coincide con uno o más caracteres
 - | Separa un prefijo de marcación del número (por ejemplo, 9 | NXXXXXX coincidiría cuando alguna marca "95551234", pero pasaría sólo "5551234" a los troncos.
- Tras determinar el patrón seleccionamos en **Trunk Sequence** la troncal que corresponde, en este paso seleccionamos la secuencia en la que se ejecutaran, de igual forma aceptamos en **submit** y reiniciamos trixbox.

Luego de configurar los dos servidores deberemos reiniciar el servicio de Asterisk ya reiniciando todo el servidor o solo el servicio con el comando **service asterisk restart** dentro de la línea de comandos.

Se ha presentado todo el proceso de análisis, diseño y formas de configuración, en forma general, en el capítulo siguiente detallaremos los datos que SE utilizaron para la configuración del servidor.

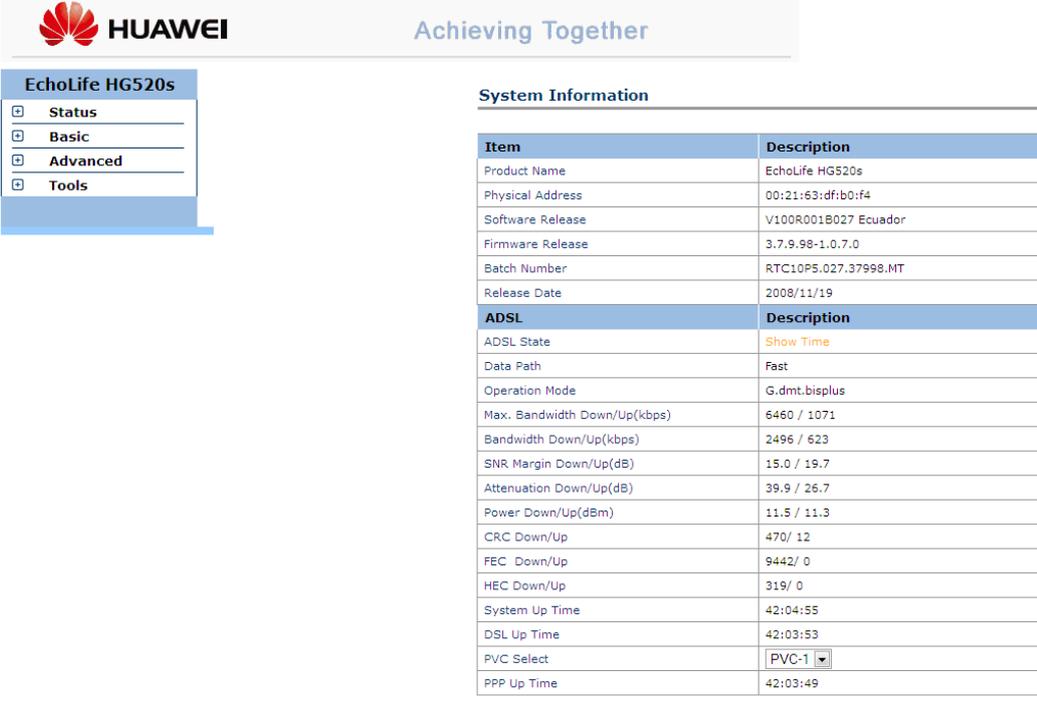
4.4 CONFIGURACIONES PARA EL DIARIO

4.4.1 PUBLICACIÓN DEL DOMINIO

Para la publicación del dominio generado por no-ip se utilizó las herramientas internas del modem del ISP.

Se manejaron 2 versiones de módems HG520S Y HG520C de la marca HUAWEY, cuales no presentan diferencia lógica pero si física. Las configuraciones realizadas se presentan a continuación mediante una sucesión de imágenes:

- Luego de ingresar a la configuración web del modem, ingresando la puerta de enlace de la red en la barra de direcciones del explorador de internet y usuario y contraseña de acceso.



The screenshot displays the Huawei EchoLife HG520s web management interface. At the top, the Huawei logo and slogan "Achieving Together" are visible. On the left, a navigation menu includes "Status", "Basic", "Advanced", and "Tools". The main content area is titled "System Information" and contains a table with the following data:

Item	Description
Product Name	EchoLife HG520s
Physical Address	00:21:63:df:b0:f4
Software Release	V100R001B027 Ecuador
Firmware Release	3.7.9.98-1.0.7.0
Batch Number	RTC10P5.027.37998.MT
Release Date	2008/11/19
ADSL	
ADSL State	Show Time
Data Path	Fast
Operation Mode	G.dmt.bisplus
Max. Bandwidth Down/Up(kbps)	6460 / 1071
Bandwidth Down/Up(kbps)	2496 / 623
SNR Margin Down/Up(dB)	15.0 / 19.7
Attenuation Down/Up(dB)	39.9 / 26.7
Power Down/Up(dBm)	11.5 / 11.3
CRC Down/Up	470/ 12
FEC Down/Up	9442/ 0
HEC Down/Up	319/ 0
System Up Time	42:04:55
DSL Up Time	42:03:53
PVC Select	PVC-1
PPP Up Time	42:03:49

Figura 70 Presentación de Modem Huawei HG520s

Fuente: Captura del Software del modem

- Nos dirigimos con el apuntador del mouse al menú de la izquierda a Basic, luego a NAT, ejecutando un clic, en cada uno de ellos.

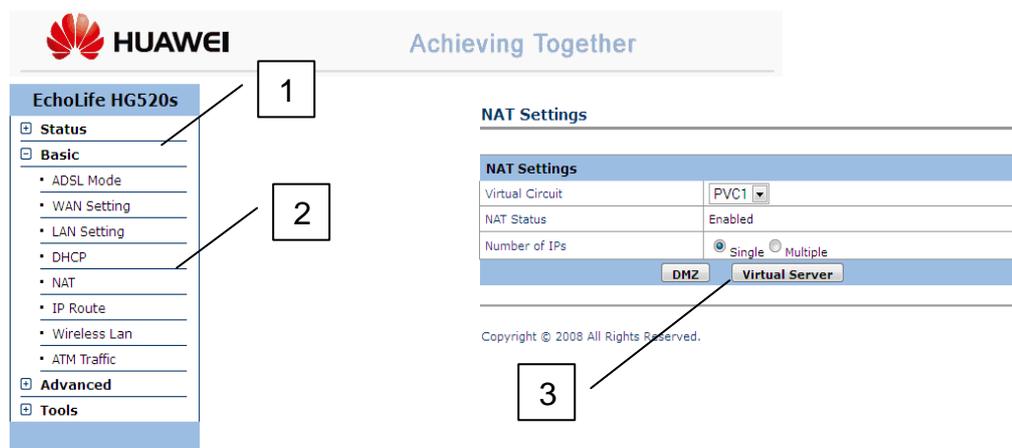


Figura 71 Menú de Modem Activación DMZ

Fuente: Captura del Software del Modem

Para luego dirigimos a DMZ⁶⁶ (Zona Desmilitarizada), para incluir la IP de nuestro servidor a esta zona.

- Ingresamos la IP del servidor y damos un clic en submit

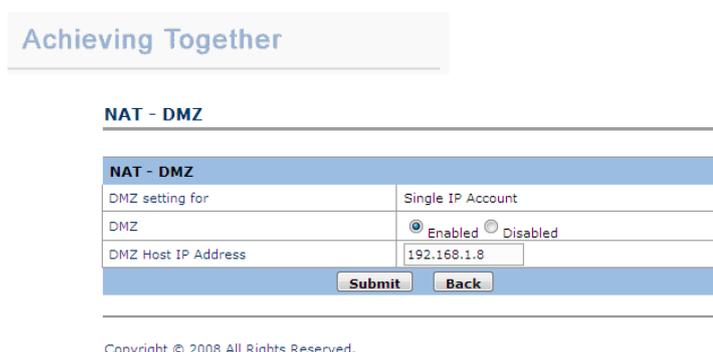


Figura 72 Ingreso de IP del Servidor VoIP

Fuente: Captura del Software del Modem

⁶⁶ DMZ Zona desmilitarizada, nos permite publicar direcciones IP que forman parte de servidores, mismo que deben ser accedidos desde fuera.

Luego del proceso descrito podemos dirigirnos a un explorador de internet, ingresa el dominio configurado en NO-IP, para el caso telefoniaip.no-ip.org e ingresaremos al servidor TRIXBOX.



Figura 73 Ingreso Web al servidor utilizando Dominio NO-IP

Fuente: Captura a pantalla de Explorador de Internet

4.4.2 EXTENSIONES

Las extensiones fueron creadas de acuerdo al formato planteado en capítulos anteriores, al igual que la asignación de las claves para las mismas, por lo tanto las extensiones son:

Tabla 30 Extensiones Creadas Oficina Quito

Elaborado por: Cristian Puga

OFICINA	NOMBRE	EXTENSION	IVR #
P Ejecutiva	Gladys Granda	7107	4
Gerente	Leonardo Sánchez	7116	3
Director	Javier Tamba	7125	2
Ventas	Ramiro Trujillo	7134	1
Diseñador	Gustavo Salazar	7143	0

Las extensiones fueron creadas con el siguiente formato y parámetros.

Edit Extension

Display Name

CID Num Alias

SIP Alias

This device uses sip technology.

secret

dtmfmode

canreinvite

context

host

type

nat

port

qualify

callgroup

pickupgroup

disallow

allow

dial

accountcode

mailbox

deny

permit

*Figura 74 Parámetros de Configuración de Extensiones
Elaborador por: Cristian Puga*

```

root@matris:/
== Parsing '/etc/asterisk/asterisk.conf': == Found
== Parsing '/etc/asterisk/extconfig.conf': == Found
Connected to Asterisk 1.6.0.26-FONCORE-r78 currently running on matris (pid = 10418)
Verbosity is at least 4
matris*CLI> sip show users
Username      Secret      Accountcode  Def.Context  ACL  NAT
7143          4247        3478         from-internal Yes Always
7134          3478        2558         from-internal Yes Always
7125          2558        1657         from-internal Yes Always
7116          1657        0744         from-internal Yes Always
matris*CLI>

```

Figura 75 Extensiones creadas en el Servidor

Fuente: Captura de Consola de Asterisk

Las extensiones creadas dentro del servidor las podemos observar dentro del sistema por medio de la consola de Asterisk.

4.4.3 IVR

La configuración del IVR se la efectuó de acuerdo a la planificación planteada en el subcapítulo por lo cual su desarrollo se lo demuestra a continuación.

Figura 76 Menú de inicio del IVR

Fuente: Software TRIXBOX

En la Figura 73, nos presenta los parámetros iniciales de configuración del IVR, que fueron explicados en el subcapítulo del Diseño del IVR.

Los parámetros ingresados son:

Nombre: OPC // se le asignó debido a que el IVR son Opciones de marcado.

Announcements: HOMBRE // para el caso se creó el anuncio que se reproducirá cuando la central reciba una llamada externa.

Timeout: 30 // tiempo de duración.

Configuración del Primer IVR y asignación de los accesos

The figure shows three screenshots of IVR configuration options, each with a 'Return to IVR' checkbox and a 'Leave blank to remove' input field. The options are:

- Terminate Call: Hangup
- Extensions: <7134> Ventas
- Voicemail: <7107> P Ejecutiva (busy)
- Ring Groups: PEPA <600>
- Announcements: good
- IVR: OPC
- Phonebook Directory: Phonebook Directory

The first screenshot has 'Return to IVR' checked and 'Leave blank to remove' set to 0. The second screenshot has 'Return to IVR' checked and 'Leave blank to remove' set to 1. The third screenshot has 'Return to IVR' checked and 'Leave blank to remove' set to 2.

Annotations on the right side of the screenshots:

- For the first screenshot: Petición conteste un integrante del Diario
- For the second screenshot: Nos envía a IVR donde podemos ingresar directamente la extensión
- For the third screenshot: No envía a IVR donde podremos informarnos de las extensiones existentes y a qué departamento pertenece.

Figura 77 Opciones del IVR

Fuente: Captura del Software

Los demás IVR's serán expuestos en el **ANEXO I**

4.4.4 Configuración de la PSTN

Para incluir a la PSTN al sistema de Voz sobre IP utilizamos una tarjeta Openvox Digium, como se mostró en capítulos anteriores, esta interfaz permitirá hacer y recibir llamadas desde cualquier extensión del sistema VoIP,

Con el Sistema VoIP administraremos el uso de las líneas analógicas a través de las extensiones internas, para ello nos dirigimos a Trunks que está en el menú de PBX, dentro de esta añadimos la troncal Zap, dando un "clic" en **Add Zap Trunk (DAHDI compatibility mode)**,

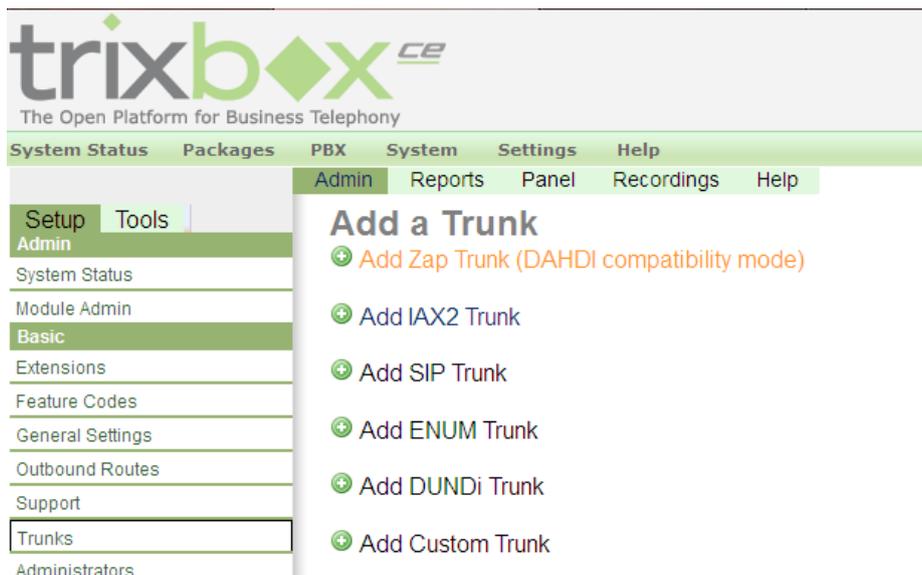


Figura 78 Menú de TRUNK's

Fuente: Pantalla de Software

Luego de ejecutar el proceso anterior, llegamos a la pantalla de configuración de la línea analógica.

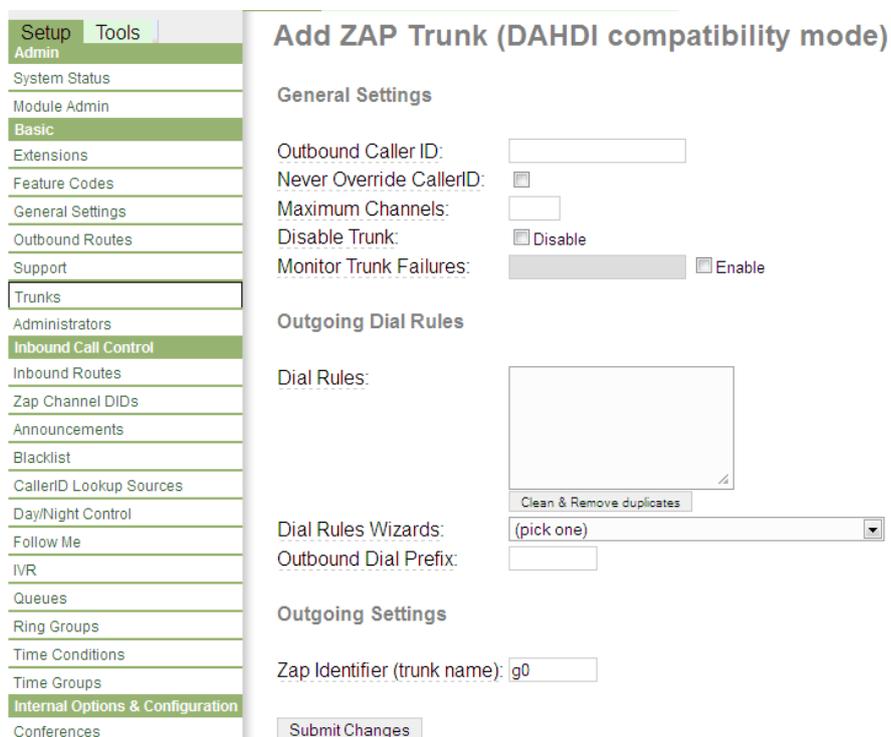


Figura 79 Pantalla de Configuración PSTN

Fuente: Captura de Software Trixbox

El campo que debemos llenar en la Figura 75 es: **Zap identifier (trunk name)** con el número de puerto que corresponde al módulo FXO, esto podemos identificarlos dentro de la línea de comandos de trixbox, ingresando el comando `setup-pstn` mismo que nos entregara en pantalla:

```

root@matris:/etc/asterisk
STOPPING ASTERISK
Asterisk ended with exit status 0
Asterisk shutdown normally.
Unable to connect to remote asterisk (does /var/run/asterisk/asterisk.ctl exist?)
Asterisk Stopped

STOPPING FOP SERVER
FOP Server Stopped
Stopping Dahdi service...
Unloading DAHDI hardware modules: done
Starting Dahdi service...
Loading DAHDI hardware modules:
wcdm: [ OK ]
wobixxp: [ OK ]

Running dahdi_cfg: [ OK ]
Restarting Asterisk...

SETTING FILE PERMISSIONS
Permissions OK

STARTING ASTERISK
Asterisk Started

STARTING FOP SERVER
FOP Server Started

Chan Extension Context Language MOH Interpret Blocked State
pseudo default en default In Service
1 from-pstn en default In Service
2 from-pstn en default In Service
[matris.quito.com asterisk]#

```

Figura 80 Línea de Comandos de Trixbox

Fuente: Captura del software Trixbox con PuTTY

De la figura anterior podemos observar que los módulos FXO se encuentran en los puertos 1 y 2, esta información también la podemos confirmar en el archivo `etc/asterisk/dahdi-channels.conf` donde nos muestra en detalle la configuración de la misma.

```

root@matris:/etc/asterisk
GNU nano 1.3.12 File: dahdi-channels.conf
/var/www/html/panel/safe_asterisk: line 7: 10597 Terminated $FOPWEBROOT/op_server.
If you edit this file and execute /usr/sbin/dahdi_genconf again,
our manual changes will be LOST.
; Dahdi Channels Configurations (chan_dahdi.conf)
;
; This is not intended to be a complete chan_dahdi.conf. Rather, it is intended
; to be #include-d by /etc/chan_dahdi.conf that will include the global settings
;
; Span 1: WCTDM/4 "Wildcard TDM400P REV E/F Board 5" (MASTER)
;;; line=1 WCTDM/4/0 FXSFS (SWE: NS2)
signalling=fxs_ks
callerid=asreceived
group=0
context=from-pstn
channel => 1
callerid=
group=
context=default
;;; line=2 WCTDM/4/1 FXSFS (SWE: NS2)
signalling=fxs_ks
callerid=asreceived
group=0
context=from-pstn
channel => 2
callerid=
group=
context=default

```

Figura 81 Archivo dahdi-channels.conf

Fuente: Captura del software trixbox por medio de PuTTY

4.4.4.1 Rutas Salientes (Outbound Routes)

Para la utilización de la línea analógica se deberá configurar las rutas salientes, para ello nos dirigimos a **Outbound Routes** que se encuentra dentro del menú de **PBX Settings**. La configuración será efectuada sobre el módulo FXO ya que es el que nos permite la interconexión con la PSTN.

The screenshot shows the Trixbox CE administration interface. The top navigation bar includes 'System Status', 'Packages', 'PBX', 'System', 'Settings', and 'Help'. The left sidebar menu is expanded to 'Outbound Routes'. The main content area is titled 'Add Route' and contains the following fields and options:

- Route Name: [Text input field]
- Route Password: [Text input field]
- PIN Set: [None] (dropdown menu)
- Emergency Dialing: [] (checkbox)
- Intra Company Route: [] (checkbox)
- Music On Hold?: [default] (dropdown menu)
- Dial Patterns: [Text area]
- Clean & Remove duplicates: [button]
- Dial patterns wizards: [(pick one)] (dropdown menu)
- Trunk Sequence: [] (dropdown menu)
- [] (dropdown menu)
- Submit Changes: [button]

Figura 82 Configuración Rutas Saliente

Fuente: Captura del Software TRIXBOX

En la Figura 78 los campos a llenar son:

Route Name: Nombre de la troncal.

Dial Patterns: Planes de marcado.

Trunk Sequence: Secuencia de la troncal.

Datos de Configuración de la ruta saliente para el Diario.

Nombre de la Ruta: PSTN

Planes de Marcado: Se implementará dos planes de marcado, para las líneas convencionales externas y las llamadas celulares.

Líneas normales: 2|XXXXXX

Líneas Celulares: 9|XXXXXXXXXX.

4.4.4.2 Rutas Entrantes (Inbound Routes)

Así como configuramos la ruta saliente deberemos configurar una ruta de entrada, para ello nos dirigimos a Inbound Routes que se encuentra dentro del menú de PBX Settings, por esta ruta ingresaran las llamadas externas de la PSTN al sistema de VoIP.

Add Incoming Route

Add Incoming Route

Description:
DID Number:
Caller ID Number:
CID Priority Route:

Options

Alert Info:
CID name prefix:
Music On Hold:
Signal RINGING:
Pause Before Answer:

Privacy

Fax Extension:
Fax Email:
Fax Detection Type:
Pause After Answer:

CID Lookup Source

Source:

Set Destination

- Terminate Call:
- Extensions:
- Voicemail:
- Ring Groups:
- Announcements:
- IVR:
- Phonebook Directory:

Figura 83 Configuración Ruta Entrante

Fuente: Captura del Software TRIKBOX

La configuración de esta ruta es más simple debido a que podemos especificar si solo necesitamos que sea un acceso al sistema o a una extensión específica, para el proyecto como se ha implementado un IVR, se le direccionará a este para su administración, por lo tanto se deberá dejar vacío los campos de **DID Number** y **Caller ID Number** que son los campos donde deberíamos ingresar el número de un proveedor de servicio telefónico, y el número identificador respectivamente, con esto logramos que ingresen llamadas de cualquier origen.

4.5 PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO

Con el objetivo de revisar los aspectos relacionados con la interoperabilidad de equipos se realizó un cierto número de pruebas, las mismas que consistieron en diferentes escenarios de llamadas telefónicas usando softphones, teléfonos analógicos tradicionales conectados a la red SIP por medio de puertos FXS de la Tarjeta PCI OpenVox.

4.5.1 ESTABLECIMIENTO DE SERVIDORES.

Con referencia al subcapítulo 3.5.2 de configuración del servicio NO-IP y la configuración interna del modem al utilizar la herramienta de DMZ permitiéndonos abrir todos los puertos a la dirección IP que deseamos, para nuestro caso el servidor VoIP.

Tras realizar las configuraciones, podemos realizar varias pruebas de conectividad, por lo que utilizaremos la ventana de comandos de Windows.

Dentro de NO-IP se configuro el dominio **matrizquito.no-ip.org** mismo que al ejecutar el comando ping dentro del Símbolo del Sistema obtenemos respuesta.

```

C:\Documents and Settings\EDU>ping matrizquito.no-ip.org
Haciendo ping a matrizquito.no-ip.org [186.42.80.105] con 32 bytes de datos:
Respuesta desde 186.42.80.105: bytes=32 tiempo=2ms TTL=63

Estadísticas de ping para 186.42.80.105:
    Paquetes: enviados = 4, recibidos = 4, perdidos = 0
    (0% perdidos),
    Tiempos aproximados de ida y vuelta en milisegundos:
        Mínimo = 2ms, Máximo = 2ms, Media = 2ms

C:\Documents and Settings\EDU>

```

Figura 84 Comando ping a dominio de servidor VoIP

Fuente: Símbolo del Sistema

La prueba se la puede aseverar al utilizar el programa Putty, cual nos permitirá ingresar al modo consola.

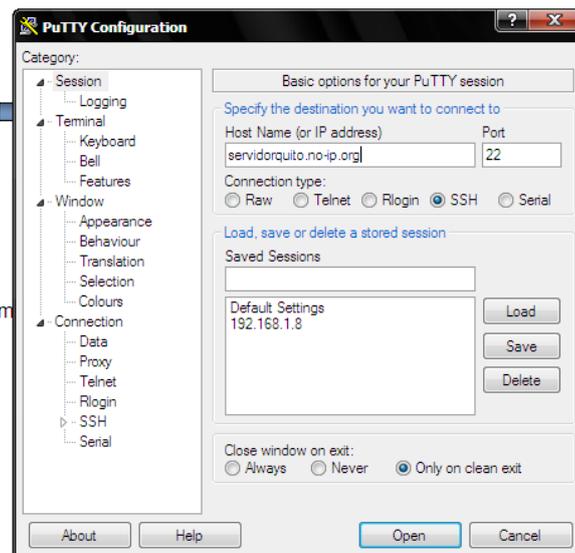


Figura 85 Ingreso de Dominio en Putty

Fuente: Programa Putty

Luego del ingreso del dominio dentro de PuTTY, este nos dirigirá a la pantalla de comandos de TRIXBOX y deberemos ingresar el usuario **root** y la **contraseña de acceso**

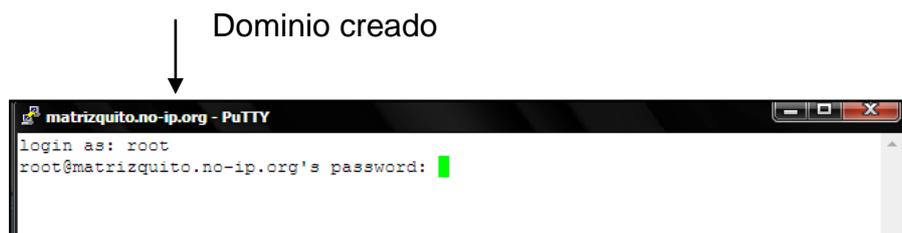


Figura 86 Acceso a Consola de TRIXBOX

Fuente: Capturas con Putty

4.5.2 EXTENSIONES SIP.

Las extensiones de la central estarán expuestas a varias pruebas de conectividad debido a la variedad de pruebas posibles a realizar, se efectuaran pruebas que demuestren su funcionamiento, para tal motivo se utilizará el software Wireshark

4.5.2.1 Comunicación entre extensiones dentro de la misma red.

Para la prueba se utilizaron extensiones configuradas en la misma red como se muestra en la siguiente figura.

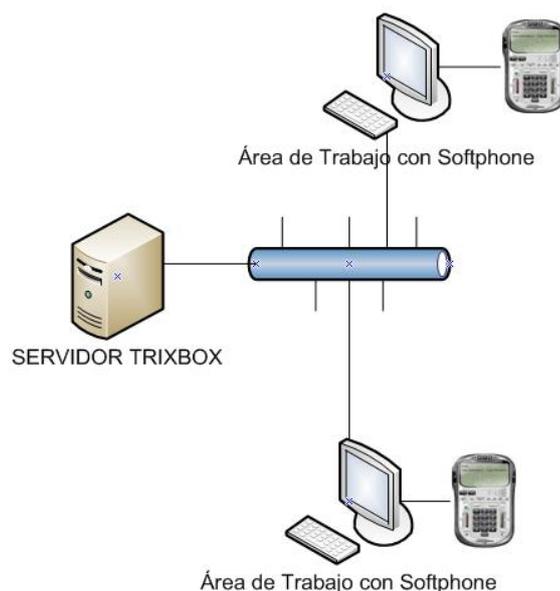


Figura 87 Servidor VoIP y 2 extensiones

Elaborado por: Cristian Puga

Para la prueba se utilizará las extensiones 7116 y 7107, estas se las configuró en softphones X-LIFE, mismas que fueron instalados en computadoras comunes de escritorio.

Para confirmar que las extensiones se encuentran dentro de la misma red podemos acudir a la consola de asterisk e ingresar el comando sip show peers. Además se observara que extensiones están activas o no.

```

root@matris:~
[matris.quito.com ~]# asterisk -rvvv
matris*CLI> sip show peers
Name/username      Host                Dyn Nat ACL Port    Status
7143               (Unspecified)     D  N  A  5060   UNKNOWN
7134               (Unspecified)     D  N  A  5060   UNKNOWN
7125               (Unspecified)     D  N  A  5060   UNKNOWN
7116/7116         186.42.80.105     D  N  A  21778  OK (107 ms)
7107/7107         186.42.80.105     D  N  A  19709  OK (125 ms)
5 sip peers [Monitored: 2 online, 3 offline Unmonitored: 0 online, 0 offline]
matris*CLI>

```

Figura 88 Extensiones habilitadas

Fuente: Pantalla de Consola de Asterisk

En la imagen podemos observar claramente que las extensiones 7116 y 7107 se encuentran dentro de la red 186.42.80.105, y las extensiones 7143, 7134, 7125, no se encuentran habilitadas ya sea mediante un computador, teléfono IP o un convencional conjuntamente con un Gateway.

Luego de afirmar que las extensiones se encuentran dentro de la misma red, pasamos a la captura de paquetes con Wireshark. Al ejecutar la llamada con inicio en 7116 y culmina en 7125.

No.	Time	Source	Destination	Protocol	Info
1	0.000000	192.168.1.3	190.152.204.72	SIP/SDP	Request: INVITE sip:7107@matrizquito.no-ip.org, with session description
2	0.007983	190.152.204.72	192.168.1.3	SIP	Status: 401 Unauthorized
3	0.008602	192.168.1.3	190.152.204.72	SIP	Request: ACK sip:7107@matrizquito.no-ip.org
4	0.009041	192.168.1.3	190.152.204.72	SIP/SDP	Request: INVITE sip:7107@matrizquito.no-ip.org, with session description
5	0.022020	190.152.204.72	192.168.1.3	SIP	Status: 100 Trying
6	0.311700	190.152.204.72	192.168.1.3	SIP	Status: 180 Ringing
7	0.524021	190.152.204.72	192.168.1.3	SIP	Status: 180 Ringing
8	6.794410	190.152.204.72	192.168.1.3	SIP/SDP	Status: 200 OK, with session description
9	6.799320	192.168.1.3	186.42.80.105	RTCP	Receiver Report
10	6.817602	192.168.1.3	186.42.80.105	RTP	Payload type=ITU-T G.711 PCMU, SSRC=4202829810, Seq=4191, Time=233300, Mark
11	6.836721	192.168.1.3	186.42.80.105	RTP	Payload type=ITU-T G.711 PCMU, SSRC=4202829810, Seq=4192, Time=233460
12	6.857320	192.168.1.3	186.42.80.105	RTP	Payload type=ITU-T G.711 PCMU, SSRC=4202829810, Seq=4193, Time=233620
13	6.876530	192.168.1.3	186.42.80.105	RTP	Payload type=ITU-T G.711 PCMU, SSRC=4202829810, Seq=4194, Time=233780
14	6.897179	192.168.1.3	186.42.80.105	RTP	Payload type=ITU-T G.711 PCMU, SSRC=4202829810, Seq=4195, Time=233940
15	6.900212	192.168.1.3	186.42.80.105	SIP	Request: ACK sip:7107@186.42.80.105
16	6.916612	192.168.1.3	186.42.80.105	RTP	Payload type=ITU-T G.711 PCMU, SSRC=4202829810, Seq=4196, Time=234100
17	6.937103	192.168.1.3	186.42.80.105	RTP	Payload type=ITU-T G.711 PCMU, SSRC=4202829810, Seq=4197, Time=234260
18	6.956693	192.168.1.3	186.42.80.105	RTP	Payload type=ITU-T G.711 PCMU, SSRC=4202829810, Seq=4198, Time=234420
19	6.977450	192.168.1.3	186.42.80.105	RTP	Payload type=ITU-T G.711 PCMU, SSRC=4202829810, Seq=4199, Time=234580
20	6.996732	192.168.1.3	186.42.80.105	RTP	Payload type=ITU-T G.711 PCMU, SSRC=4202829810, Seq=4200, Time=234740
21	7.016204	192.168.1.3	186.42.80.105	RTP	Payload type=ITU-T G.711 PCMU, SSRC=4202829810, Seq=4201, Time=234900
22	7.036842	192.168.1.3	186.42.80.105	RTP	Payload type=ITU-T G.711 PCMU, SSRC=4202829810, Seq=4202, Time=235060
23	7.056316	192.168.1.3	186.42.80.105	RTP	Payload type=ITU-T G.711 PCMU, SSRC=4202829810, Seq=4203, Time=235220
24	7.076977	192.168.1.3	186.42.80.105	RTP	Payload type=ITU-T G.711 PCMU, SSRC=4202829810, Seq=4204, Time=235380
25	7.096285	192.168.1.3	186.42.80.105	RTP	Payload type=ITU-T G.711 PCMU, SSRC=4202829810, Seq=4205, Time=235540
26	7.116794	192.168.1.3	186.42.80.105	RTP	Payload type=ITU-T G.711 PCMU, SSRC=4202829810, Seq=4206, Time=235700
27	7.137311	192.168.1.3	186.42.80.105	RTP	Payload type=ITU-T G.711 PCMU, SSRC=4202829810, Seq=4207, Time=235860

Figura 89 Llamada de extensión 7116 a 7107

Fuente: Captura de Llamada con Wireshark

En la figura 85 podemos observar el proceso de la llamada, inicio y fin del intercambio de paquetes, wireshark presenta una herramienta que nos permite observar mejor:

Start Time	Stop Time	Initial Speaker	From	To	Protocol	Packets	State	Comments
0.0	20.20	192.168.1.3	sip:7116@matrizquito.no-ip.org	sip:7107@matrizquito.no-ip.org	SIP	22	COMPLETED	

Selected Call: From sip:7116@matrizquito.no-ip.org To sip:7107@matrizquito.no-ip.org

Total Calls: 1 Start packets: 0 Completed calls: 3 Rejected calls: 1

Figura 90 Ejecución de llamada VoIP

Fuente: Captura con Wireshark

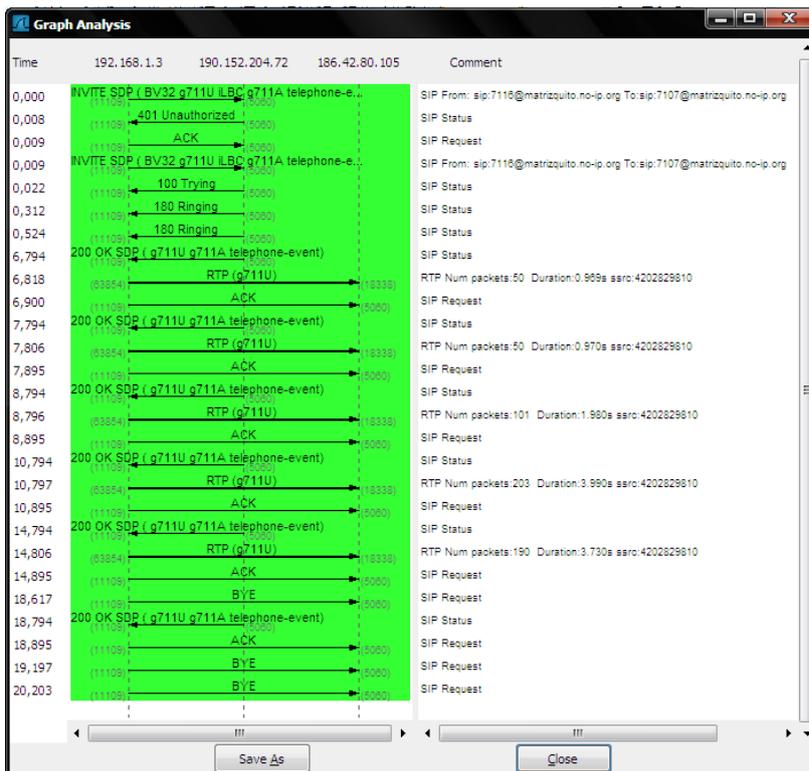


Figura 91 Gráfico de Transmisión de Paquetes

Fuente: Captura de llamada con Wireshark

4.5.2.2 Llamada desde un equipo externo (remoto) a la red Interna.

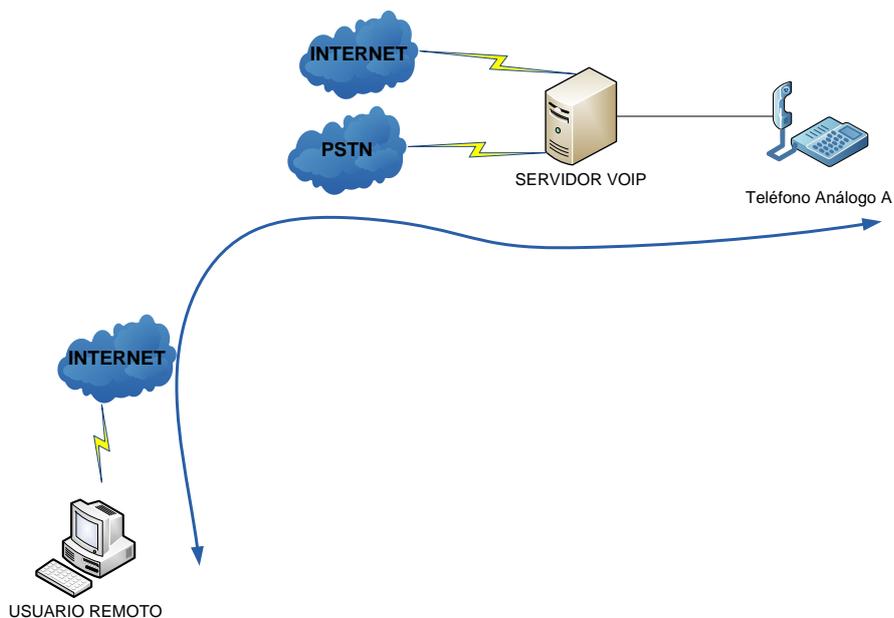


Figura 92 Llamada VoIP entre extensiones interna y externa

Elaborado por: Cristian Puga

Procedimiento:

- a. Un computador externo se conecta a un servicio de internet, previa instalación del softphone, lo configura utilizando el dominio creado, automáticamente se direcciona al servidor, si el usuario configurado en el softphone se encuentra configurado en el servidor este lo identificará y activará el servicio de voz.
- b. La llamada se produce desde el equipo remoto, ingresa a la red por el dominio creado,
- c. El sistema de VoIP TRIXBOX comprueba internamente que el usuario de A y el Número están registrados, caso contrario no se generaría la comunicación, y el usuario B contesta la llamada.

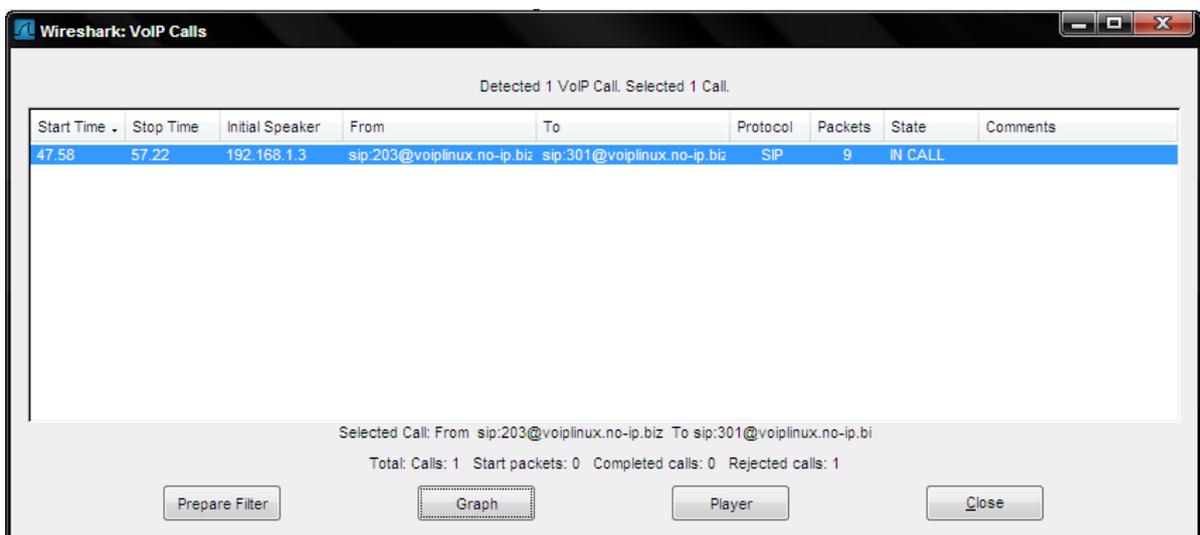
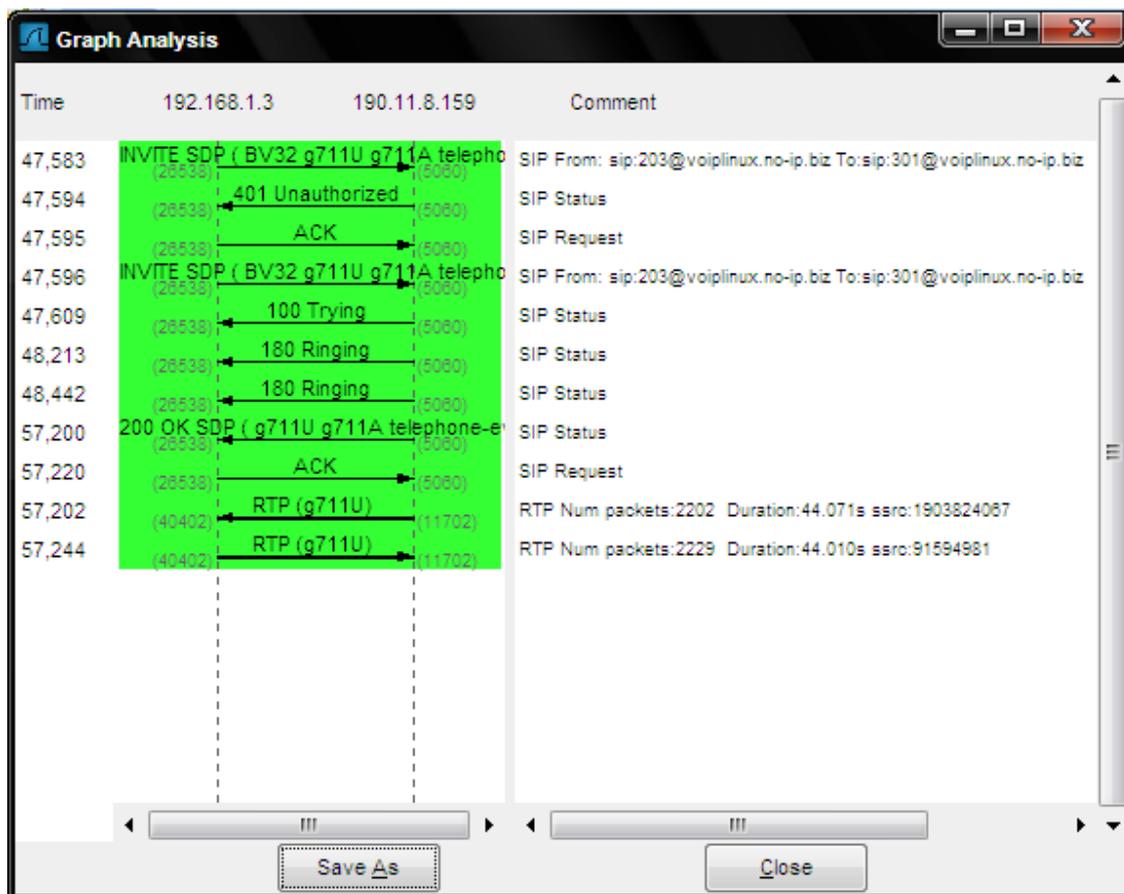


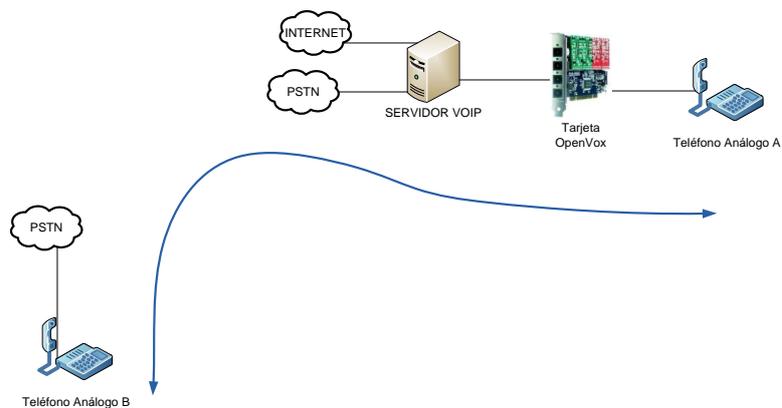
Figura 93 Llamada VoIP Ejecutada

Fuente: Herramienta de Wireshark



*Figura 94 Gráfica de la llamada VoIP
Fuente: Captura de paquetes con Wireshark*

4.5.2.3 Llamada desde y hacia la PSTN



*Figura 95 Esquema de la llamada
Elaborado por: Cristian Puga (Visio)*

Llamada externa hacia la PSTN a través del Servidor TRIXBOX

Esta prueba es generar una llamada a un número fijo, utilizando la central de telefonía VoIP, solicitando tono de línea PSTN conectada al puerto 1 FXO de la tarjeta OpenVox.

Procedimiento:

- a. El Teléfono Analógico A, siendo una extensión de VoIP, conectada a un puerto FXS de la tarjeta.
- b. Solicita tono de marcado a la central marcando “9” y seguido marca el número a donde quiere comunicarse.
- c. La información es enviada a la central TRIXBOX, mismo que enruta la llamada hacia la pasarela FXO, a la que se encuentra conectada una línea de acceso a la PSTN, este proceso finaliza al escuchar tono de timbrado en el teléfono de origen y al ser contestada en el destino.



Figura 96 Ingreso de Número al Softphone

Fuente: Software X-Life

Llamada Teléfono Analógico B, hacia la Central VoIP

La prueba se la ejecuta realizando una llamada desde una línea de la PSTN cualquiera, hacia la troncal o línea de la central TRIXBOX.

Procedimiento:

- a. Utilizando una línea de la PSTN marcamos al número de la Troncal 2XXXXXX, esta llega hasta el puerto FXO.
- b. El puerto FXO enruta la llamada al IVR inicial, este transmite sus opciones.
- c. La llamada continúa al seleccionar una de las opciones y marcar la extensión con la que deseemos comunicarnos esto por tonos DTMF por medio del teclado del teléfono.

Al tener tono de timbrado culmina la llamada, previo la atención del mismo por la ext. de la central.

192.168.1.3	UDP	Source port: 10141 Destination port: 25192
192.168.1.3	UDP	Source port: 10015 Destination port: 25192
192.168.1.3	TLSv1	Server Hello, Change Cipher Spec, Encrypted Hands
192.168.1.3	TLSv1	Server Hello, Change Cipher Spec, Encrypted Hands
192.168.1.3	TLSv1	Server Hello,
192.168.1.3	TLSv1	Server Hello,
192.168.1.3	TLSv1	Server Hello,
3 192.168.1.3	SIP	Request: OPTIONS sip:202@190.152.130.113:11069;ri
192.168.1.3	HTTP	HTTP/1.1 304 Not Modified
192.168.1.3	HTTP	HTTP/1.1 302 Moved Temporarily
192.168.1.3	HTTP	HTTP/1.1 302 Found (text/html)
192.168.1.3	HTTP	HTTP/1.1 302 Found

Figura 97 Captura de Paquetes de Llamada

Fuente: Realizado con Wireshark

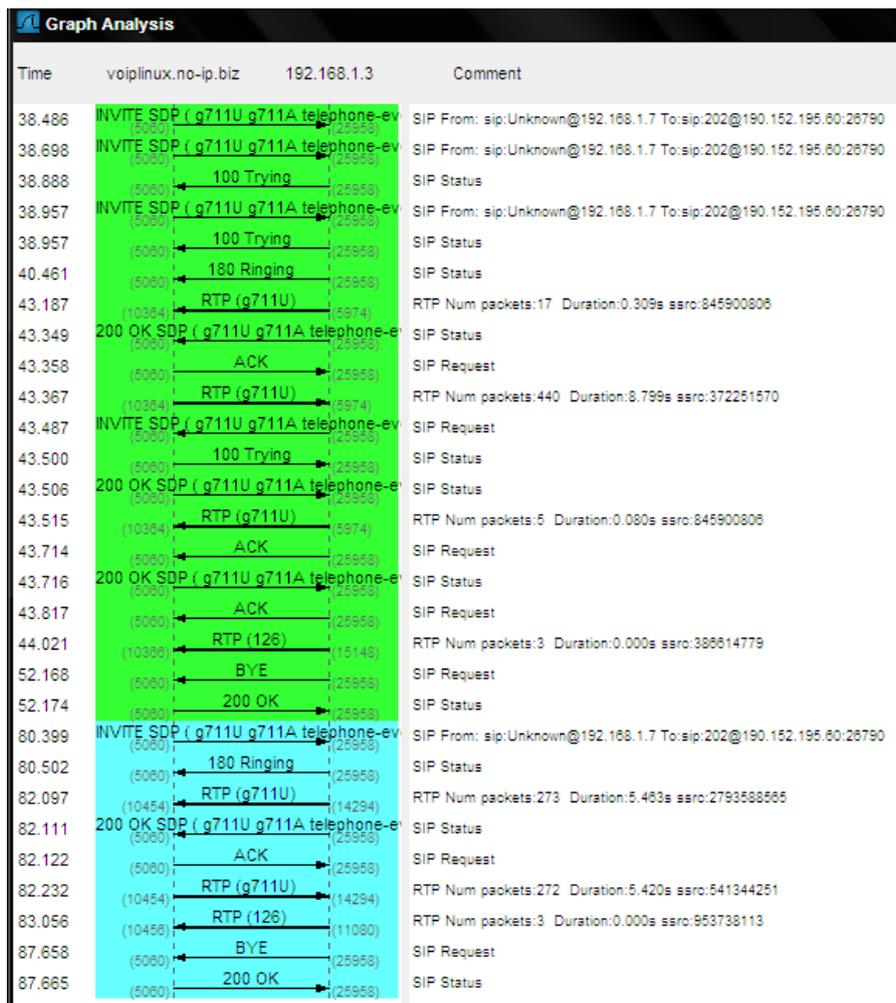


Figura 98 Gráfica del Curso de Paquetes

Elaborado por: Cristian Puga con Wireshark

En la Figura 94 anterior se observa que se genera la comunicación por el dominio hasta la dirección IP del Softphone.

4.5.2.4 Llamadas simultáneas: Llamada entre extensiones y llamada de una tercera extensión al exterior (PSTN).

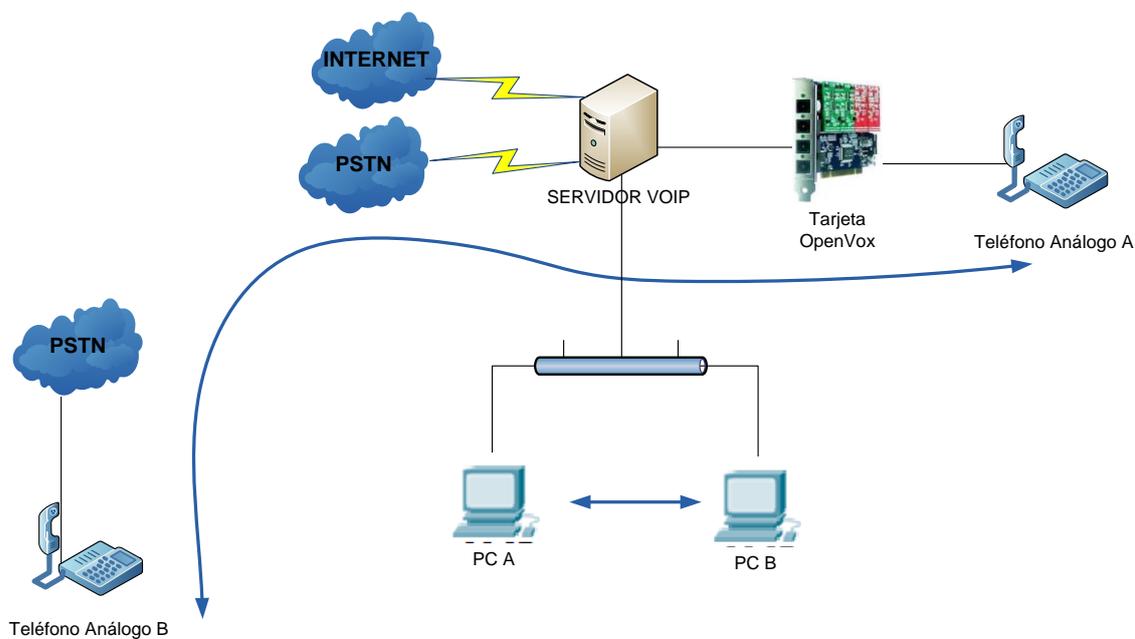


Figura 99 Esquema del Proceso de Llamada

Elaborado por: Cristian Puga (Visio)

Procedimiento:

Se efectúa dos llamadas simultáneas, estas se producen del Teléfono Analógico A hacia el B, y la segunda llamada desde la PC A hacia a PC B, con el proceso generamos tráfico interno como externo. La prueba fue exitosa.

4.5.3 VALORACION DE LA CALIDAD DE VOZ POR EL PERSONAL.

De acuerdo a la teoría expuesta en el Capítulo 1 Sobre MOS, se ha identificado un número de empleados a los cuales se entregara unas hojas, en el cual contiene una escala de valoración de la calidad de la voz.

La escala a calificar es de 1 a 5, donde: 1 es pésima calidad, 2 regular, 3 buena, 4 muy buena, 5 es excelente calidad, se informa al personal de la

existencia de valores intermedios, los que quedaban en libre percepción, al comparar una llamada realizada con la PSTN y utilizando la red VoIP.

Tabla 31 Resultados de la Evaluación
Elaborado por: Cristian Puga

Nro EMPLEADOS	VALORACIÓN
1	3,8
2	4,0
3	4,5
4	4,7
5	4,9
6	4,5

De la tabla 31 se puede determinar que la valoración de la calidad de voz es de 4,4, esto nos permitió interpretar que la mayoría de los empleados consideran que la calidad de voz se encuentra entre el rango 4 y 5 es decir entre muy bueno y excelente.

4.5.4 PRESUPUESTO

Durante la elaboración del Proyecto de Grado se produjeron los siguientes gastos:

Tabla 32 Presupuesto de Elaboración del Proyecto
Elaborado por: Cristian Puga

GASTOS	
DETALLE	COSTO
EQUIPOS	\$1150
SERVICIO DE INTERNET	\$83
CAPACITACIÓN	\$30
TOTAL	\$1263

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES:

CONCLUSIONES:

- ✓ Queda demostrado la viabilidad de uso que tienen Asterisk con interfaz gráfica trixbox, tomando en cuenta la tasa de crecimiento y la facilidad que brinda, se puede proyectar la formación de una gran red de PBXs interconectadas entre ellas para comunicar a usuarios de todas partes del mundo.
- ✓ Podemos concluir que el software libre nos presenta nuevas herramientas en software y este ha obligado a empresas como Digium a construir tarjetas que permitan enlazar o interconectar sistemas analógicos con digitales.
- ✓ Se realizó un análisis del tratamiento de la voz desde que es muestreada hasta convertirla en digital, misma que será transmitida por paquetes IP y luego de un proceso demodulador, transmitidos por paquetes IP podremos transmitir conversaciones por la red mundial el internet a cualquier parte del mundo.
- ✓ Se cumplió con el objetivo principal de generar un Call Center y la conexión de las cuatro sucursales, por medio de la utilización de Software Libre, utilizando protocolos de comunicación como SIP e IAX2.
- ✓ Se utilizaron herramientas que nos brinda TRIXBOX como la elaboración de los IVR, que provee de dinamismo a la atención hacia los clientes, minimiza el porcentaje de que un cliente no sea atendido por un miembro del Diario.
- ✓ Software Libre nos permitió implementar un sistema de VoIP, con características similares a la que brinda la tecnología propietaria, con resultados iguales y con la posibilidad de superarlos con la utilización de las herramientas que tienes TRIXBOX.

RECOMENDACIONES:

- ✓ Con la presentación de este sistema en Software Libre se recomienda la utilización de este Sistema Operativo debido a que sus licencias son libres, a generar varias implementaciones de sistemas similares o más robustos.
- ✓ Impulsar la utilización del Internet como plataforma de conexión con fines positivos que permitan la comunicación entre dos puntos distantes geográficamente,
- ✓ Implementar el sistema realizado en un campo con mayor número de variables, para que sea evaluado su rendimiento.
- ✓ Si se desea conectar 2 PBX de VoIP ya implementadas, deberemos tomar en cuenta que la secuencia de los números asignados a las extensiones no se repitan.
- ✓ Para los menús interactivos del IVR deberán ser lo más corto (tiempo) posible, claros e informativos, para que el cliente llamante no pase y aun peor pierda tiempo en generar la comunicación.
- ✓ Diseñar un plan de actualización del sistema, al cambio de versiones, por motivos de corrección de errores.
- ✓ Considerar de importancia el diseño de la red WAN, con respecto al número de troncales y extensiones para que esta no sea saturada.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

REFERENCIAS DE LIBROS

- [1] Douglas E. Comer (1996). Redes Globales de Información con Internet y TCP/IP. México: Prentice-Hall.
- [2] Jim Van Meggelen, Leif Madsen y Jared Meggelen, (Agosto, 2007) The Future of Telephony, O'Reilly Media, Inc.,

REFERENCIAS DE REVISTAS Y MANUALES

- [3] Johnson I. AgblInyA (2010). IP Communications and Services for NGN USA: Taylor and Francis Group, LLC
- [4] Innv@ Desarrolladores Informáticos MANUAL INSTALACIÓN Y CONFIGURACIÓN CENTRALITA ASTERISKNOW

REFERENCIAS ELECTRÓNICAS

- [5] EDGAR VELARDE (Enero, 2012). Ancho de banda para VoIP
 Disponible en:
<http://blog.pucp.edu.pe/index.php?itemid=25802&pending=1#pending>
- [6] Eduardo Viegas y Facundo Correa, ASTERISK Desconsolidado v2 (Argentina), Disponible en:
http://www.linuxorientado.edu.ar/descargas/4953c4_Asterisk_desconsolidado.pdf
- [7] The Lean, Mean Asterisk Machine, PBX in a Flash Reference Materials
- [8] Revista Digital del Periódico Independiente. Disponible en:
http://issuu.com/diegoruiz3/docs/directorio_periodico?mode=window&backgroundColor=#222222
- [9] Comunidad de Usuarios de Asterisk-ES. Enlazar 2 Asterisk. Disponible en:
<http://wiki.asterisk-es.org/tiki-index.php?page=Enlazar+2+asterisk>

- [10] Alfredo Certain Yance, TrixBBox al Descubierta. Disponible en:
http://messenger.es/wp-content/uploads/2007/01/gn_ebook_trixboxaldescubierta.pdf

- [11] Alberto Sagredo. Voip para Novatos. Voces para Asterisk. Disponible en:
<http://www.voipnovatos.es/#vocesasterisk>

- [12] Kerry Garrison, trixbox CE 2.6 (2009). Packt Publishing Ltd.
Disponible en: <http://www.asteriskcr.com/?p=9>

- [13] Synerte, Configuracion de Softphone X-life v3.0, México. Disponible en: <http://synerip.com/xlite.zip>

- [14] no-ip The DNS Service Provider Disponible en: <https://www.no-ip.com>

GLOSARIO DE TERMINOS

FXO (Foreign Exchange Office) Interfaz que se conecta a la oficina central de la red pública conmutada

FXS (Foreign Exchange Station) Interfaz que se conecta directamente a un teléfono estándar y entrega timbrado, voltaje y tono de marcado.

GNU (GNUs Not Unix) acrónimo recursivo que significa GNU No es Unix.

GPL (General Public License) Licencia Pública General

IAX (Asterisk Exchange Protocol), Protocolo de Intercambio Asterisk.

IP (Internet Protocol), Protocolo Internet

IVR (Interactive Voice Response) Respuesta Interactiva de Voz

MGCP (Media Gateway Control Protocol) Protocolo de control de dispositivos

PSTN (Public Switched Telephone Network) Red Telefónica Conmutada

RJ11 Interfaz física usada para conectar redes telefónicas.

RJ45 Interfaz física usada para conectar redes de datos.

RTP (Real Time Transport Protocol) Protocolo de Transporte en Tiempo Real

SIP (Session Initialization Protocol) Protocolo de Inicio de Sesión

TCP (Transport Control Protocol) Protocolo de Control de Transporte

TTS (Text To Speech) Transformación de Texto a Voz

UDP (User Datagram Protocol) Protocolo de Datagramas de Usuario

VoIP (Voice over IP) Voz sobre IP

ANEXOS

ANEXO A TABLA DE ERLANGS B

Trunks	0.05	0.02	0.01	0.005	0.002	0.001	Trunks	0.05	0.02	0.01	0.005	0.002	0.001
	<i>E</i>	<i>E</i>	<i>E</i>	<i>E</i>	<i>E</i>	<i>E</i>		<i>E</i>	<i>E</i>	<i>E</i>	<i>E</i>	<i>E</i>	<i>E</i>
1	0.053	0.020	0.010	0.005	0.002	0.001	76	70.753	64.857	61.653	59.054	56.211	54.369
2	0.381	0.223	0.153	0.105	0.065	0.046	77	71.769	65.814	62.579	59.956	57.087	55.227
3	0.899	0.602	0.455	0.349	0.249	0.194	78	72.786	66.771	63.506	60.859	57.964	56.087
4	1.525	1.092	0.869	0.701	0.535	0.439	79	73.803	67.729	64.434	61.763	58.842	56.948
5	2.218	1.657	1.361	1.132	0.900	0.762	80	74.820	68.688	65.363	62.668	59.720	57.810
6	2.960	2.276	1.909	1.622	1.325	1.146	81	75.838	69.647	66.292	63.573	60.600	58.673
7	3.738	2.935	2.501	2.157	1.798	1.579	82	76.856	70.607	67.222	64.479	61.480	59.537
8	4.543	3.627	3.128	2.730	2.311	2.051	83	77.874	71.568	68.152	65.386	62.362	60.402
9	5.370	4.345	3.783	3.333	2.855	2.557	84	78.893	72.529	69.084	66.294	63.244	61.268
10	6.216	5.084	4.461	3.961	3.427	3.092	85	79.912	73.490	70.016	67.202	64.127	62.135
11	7.076	5.842	5.160	4.610	4.022	3.651	86	80.932	74.453	70.948	68.111	65.011	63.003
12	7.950	6.615	5.876	5.279	4.637	4.231	87	81.952	75.415	71.881	69.021	65.896	63.872
13	8.835	7.402	6.607	5.964	5.270	4.831	88	82.972	76.378	72.815	69.932	66.782	64.742
14	9.730	8.200	7.352	6.663	5.919	5.446	89	83.993	77.342	73.749	70.843	67.669	65.612
15	10.633	9.010	8.108	7.376	6.582	6.077	90	85.014	78.306	74.684	71.755	68.556	66.484
16	11.544	9.828	8.875	8.100	7.258	6.722	91	86.035	79.271	75.620	72.668	69.444	67.356
17	12.461	10.656	9.652	8.834	7.946	7.378	92	87.057	80.236	76.556	73.581	70.333	68.229
18	13.385	11.491	10.437	9.578	8.644	8.046	93	88.079	81.201	77.493	74.495	71.222	69.103
19	14.315	12.333	11.230	10.331	9.351	8.724	94	89.101	82.167	78.430	75.410	72.113	69.978
20	15.249	13.182	12.031	11.092	10.068	9.411	95	90.123	83.133	79.368	76.325	73.004	70.853
21	16.189	14.036	12.838	11.860	10.793	10.108	96	91.146	84.100	80.306	77.241	73.895	71.729
22	17.132	14.896	13.651	12.635	11.525	10.812	97	92.169	85.068	81.245	78.157	74.788	72.606
23	18.080	15.761	14.470	13.416	12.265	11.524	98	93.193	86.035	82.184	79.074	75.681	73.484
24	19.031	16.631	15.295	14.204	13.011	12.243	99	94.216	87.003	83.124	79.992	76.575	74.363
25	19.985	17.505	16.125	14.997	13.763	12.969	100	95.240	87.972	84.064	80.910	77.469	75.242
26	20.943	18.383	16.959	15.795	14.522	13.701	101	96.265	88.941	85.005	81.829	78.364	76.122
27	21.904	19.265	17.797	16.598	15.285	14.439	102	97.289	89.910	85.946	82.748	79.260	77.003
28	22.867	20.150	18.640	17.406	16.054	15.182	103	98.314	90.880	86.888	83.668	80.157	77.884
29	23.833	21.039	19.487	18.218	16.828	15.930	104	99.339	91.850	87.830	84.588	81.054	78.766
30	24.802	21.932	20.337	19.034	17.606	16.684	105	100.364	92.821	88.773	85.509	81.951	79.649
31	25.773	22.827	21.191	19.854	18.389	17.442	106	101.390	93.791	89.716	86.431	82.850	80.532
32	26.746	23.725	22.048	20.678	19.176	18.205	107	102.416	94.762	90.660	87.353	83.748	81.416
33	27.721	24.626	22.909	21.505	19.966	18.972	108	103.441	95.734	91.604	88.275	84.648	82.301
34	28.698	25.529	23.772	22.336	20.761	19.743	109	104.468	96.706	92.548	89.198	85.548	83.186
35	29.677	26.435	24.638	23.169	21.559	20.517	110	105.494	97.678	93.493	90.121	86.448	84.072
36	30.657	27.343	25.507	24.006	22.361	21.296	111	106.521	98.651	94.438	91.045	87.350	84.959
37	31.640	28.254	26.378	24.846	23.166	22.078	112	107.548	99.624	95.384	91.970	88.251	85.846
38	32.624	29.166	27.252	25.689	23.974	22.864	113	108.575	100.597	96.330	92.895	89.154	86.734
39	33.609	30.081	28.129	26.534	24.785	23.652	114	109.602	101.571	97.277	93.820	90.057	87.622
40	34.596	30.997	29.007	27.382	25.599	24.444	115	110.630	102.545	98.224	94.746	90.960	88.511
41	35.584	31.916	29.888	28.232	26.416	25.239	116	111.658	103.519	99.171	95.672	91.864	89.401
42	36.574	32.836	30.771	29.085	27.235	26.037	117	112.686	104.493	100.118	96.599	92.768	90.291
43	37.565	33.758	31.656	29.940	28.057	26.837	118	113.714	105.468	101.067	97.526	93.673	91.182
44	38.557	34.682	32.543	30.797	28.882	27.641	119	114.742	106.443	102.015	98.454	94.578	92.073
45	39.550	35.607	33.432	31.656	29.708	28.447	120	115.771	107.419	102.964	99.382	95.484	92.964
46	40.545	36.534	34.322	32.517	30.538	29.255	121	116.799	108.395	103.913	100.310	96.391	93.857
47	41.540	37.462	35.215	33.381	31.369	30.066	122	117.828	109.371	104.862	101.239	97.298	94.750
48	42.537	38.392	36.109	34.246	32.203	30.879	123	118.857	110.347	105.812	102.168	98.205	95.643
49	43.534	39.323	37.004	35.113	33.039	31.694	124	119.887	111.324	106.762	103.098	99.113	96.537
50	44.533	40.255	37.901	35.982	33.876	32.512	125	120.916	112.300	107.713	104.028	100.021	97.431
51	45.533	41.189	38.800	36.852	34.716	33.332	126	121.946	113.278	108.664	104.958	100.930	98.326
52	46.533	42.124	39.700	37.725	35.558	34.153	127	122.976	114.255	109.615	105.889	101.839	99.222
53	47.534	43.060	40.602	38.598	36.401	34.977	128	124.006	115.233	110.567	106.820	102.749	100.117

ANEXO B COBERTURA DE CIRCULACIÓN DEL DIARIO

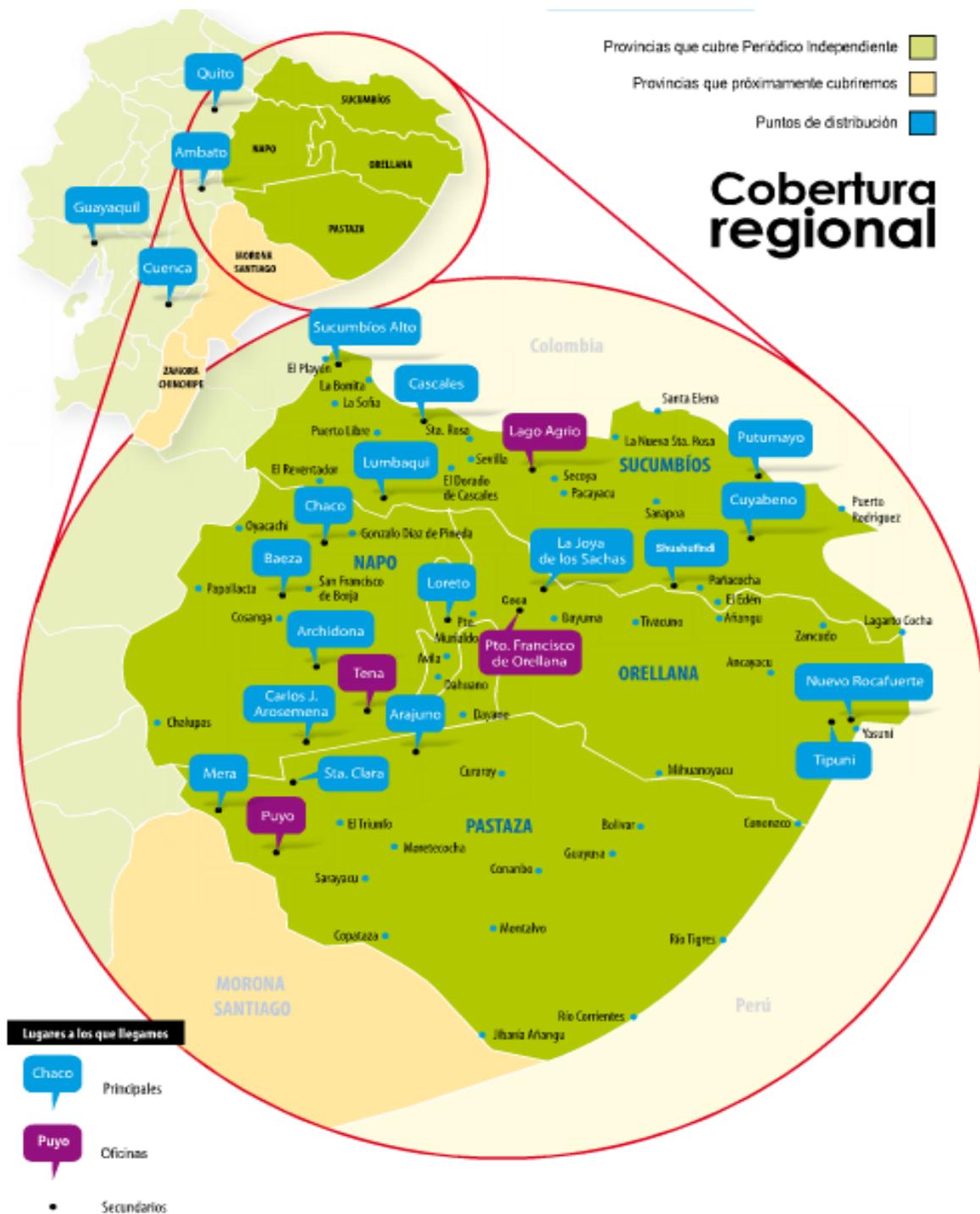


Figura 100 Cobertura Nacional del Diario

Fuente: http://issuu.com/diegoruiz3/docs/directorio_periodico?mode=window&back

groundColor=#222222



Figura 101 Cobertura Provincia de Sucumbios

Fuente:http://issuu.com/diegoruiz3/docs/directorio_periodico?mode=window&background

Color=#222222



Figura 102 Cobertura Provincia De Orellana

Fuente:http://issuu.com/diegoruiz3/docs/directorio_periodico?mode=window&backgroun

dColor=#222222

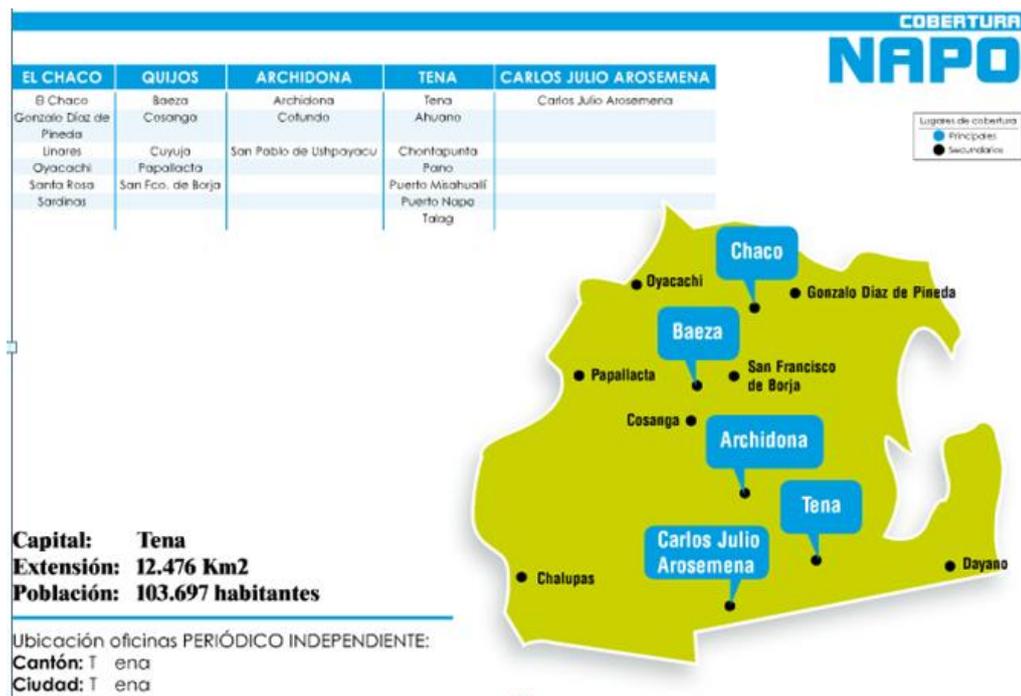


Figura 103 Cobertura Provincia de Napo

Fuente: http://issuu.com/diegoruiz3/docs/directorio_periodico?mode=window&background

dColor=#222222

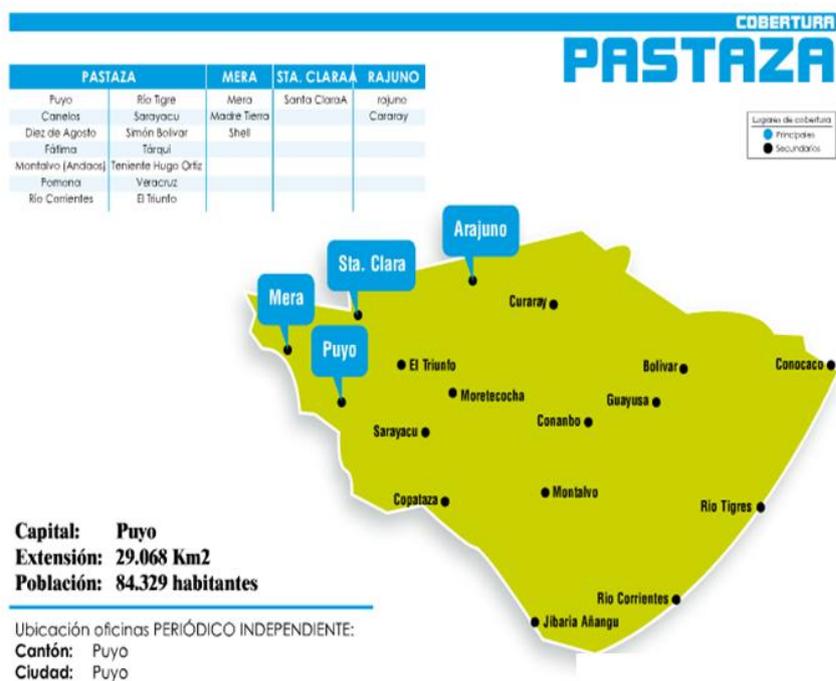


Figura 104 Cobertura Provincia de Pastaza

Fuente: http://issuu.com/diegoruiz3/docs/directorio_periodico?mode=window&background

dColor=#222222

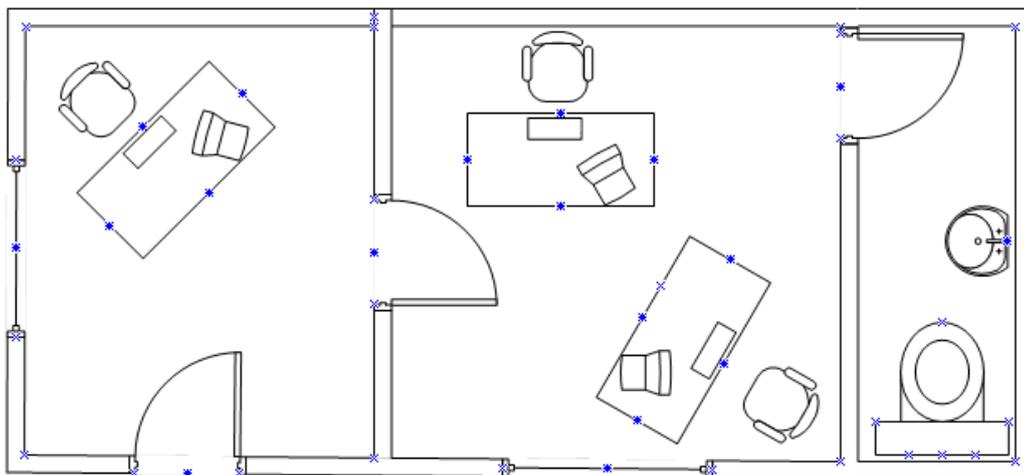
ANEXO C PLANOS DE LAS OFICINAS SUCURSALES

Figura 105 Oficina Sucursal Lago Agrio

Fuente: Descripción del Edificio por Personal del Diario

Elaborado por: Cristian Puga

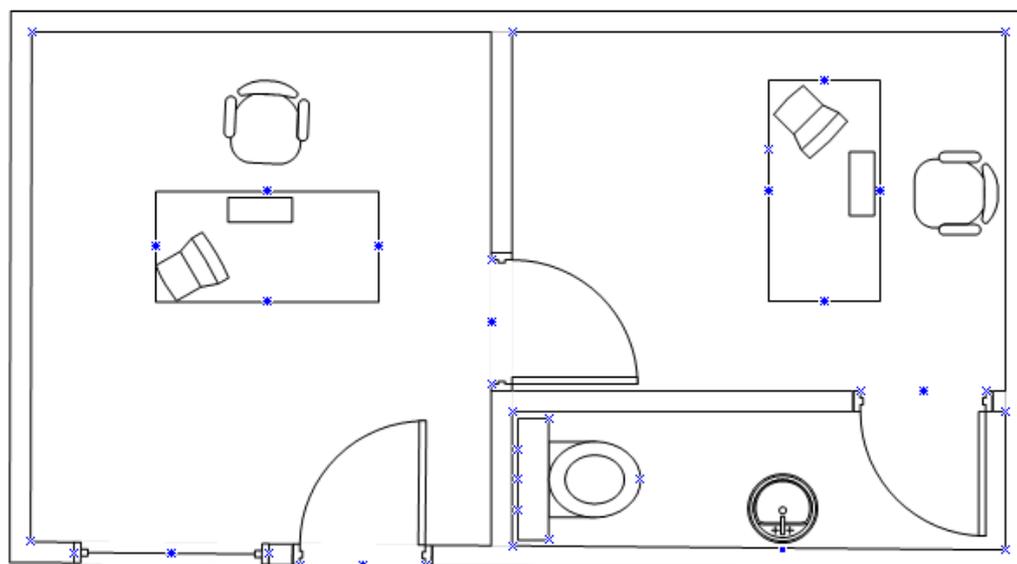


Figura 106 Oficina Sucursal Puyo

Fuente: Descripción del Edificio por Personal del Diario

Elaborado por: Cristian Puga

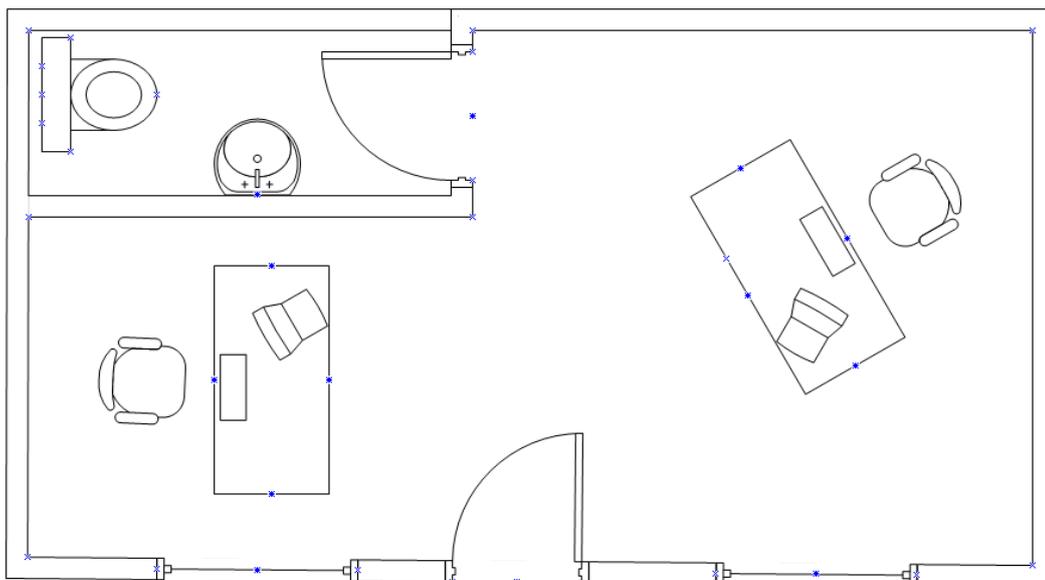


Figura 107 Oficina Sucursal Pto. Francisco de Orellana
Fuente: Descripción del Edificio por Personal del Diario
Elaborado por: Cristian Puga

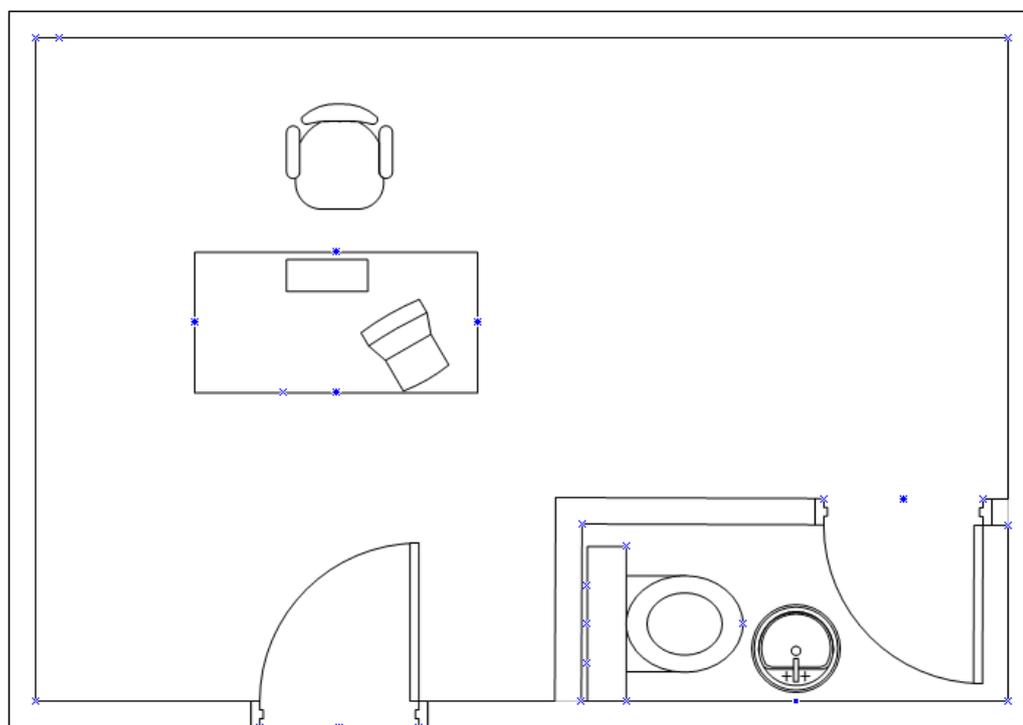


Figura 108 Oficina Sucursal Tena
Fuente: Descripción del Edificio por Personal del Diario
Elaborado por: Cristian Puga

ANEXO D EQUIPOS A IMPLEMENTAR EN SUCURSALES

El Diario en vista de su ampliación en cobertura y número de clientes, tuvo la necesidad de actualizar sus equipos (Computadores), esto realizado no hace mucho.

Los equipos fueron adquiridos en número pertinente de acuerdo al número de áreas de trabajo.

Los equipos que fueron adquiridos tienen las siguientes características:

Tabla 33 Características de Computador a implementar

Fuente: Determinación de Equipo para implementación

ELEMENTO	DETALLE
Procesador	Intel dual core g620 2.6ghz socket 1155 3Mb cache ultima generation.
MOTHERBOARD	Chip Intel H61 Ddr3 Compatible I3-I5-I7
DISCO DURO	500 GB SATA
MEMORIA	DDR2 4 GB KINSTON
UNIDAD DE CD	DVD Writer 22 XL
PERIFÉRICOS	Teclado Multimedia, Mouse Óptico, Parlantes, Monitor LCD 15,6", Case ATX 650 W
S.O.	Windows 7

Para la implementación se utilizarán los equipos de acuerdo a la siguiente tabla:

Tabla 34 Inventario de Computadores para Implementación

Elaborado por: Cristian Puga

PROVINCIA	Computadores	Teléfonos
Lago Agrio	3	2
Tena	3	1
Coca	3	1
Puyo	3	1

ANEXO E Cálculos Cableado Estructurado Sucursales

Teniendo en cuenta como punto de partida los planos de cada una de las oficinas, podemos determinar la cantidad de cable que utilizaremos, por tal motivo presentaremos los planos con acotaciones.

Lago Agrio.-

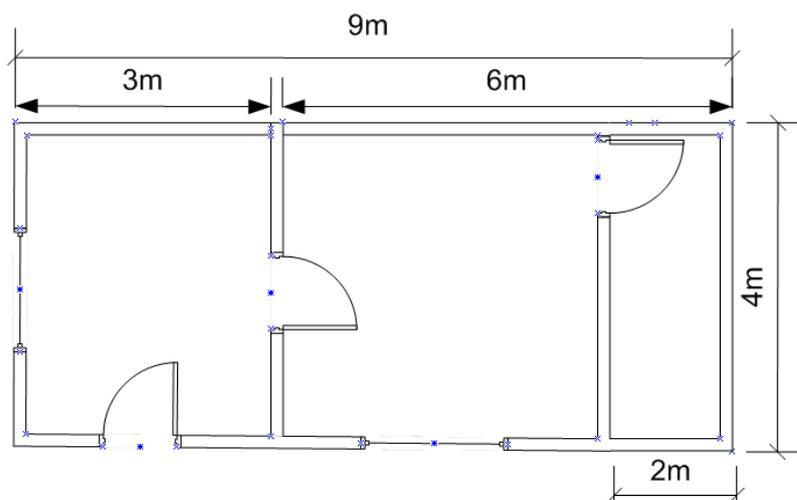


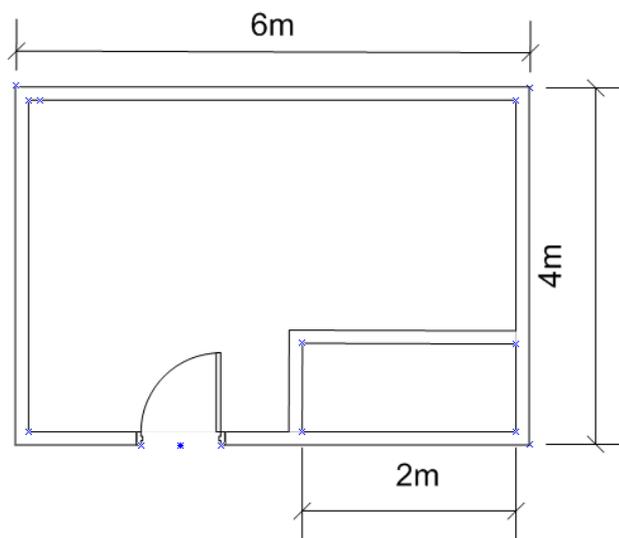
Figura 109 Plano Oficina Lago Agrio

Elaborado por: Cristian Puga

Datos y Cálculos:

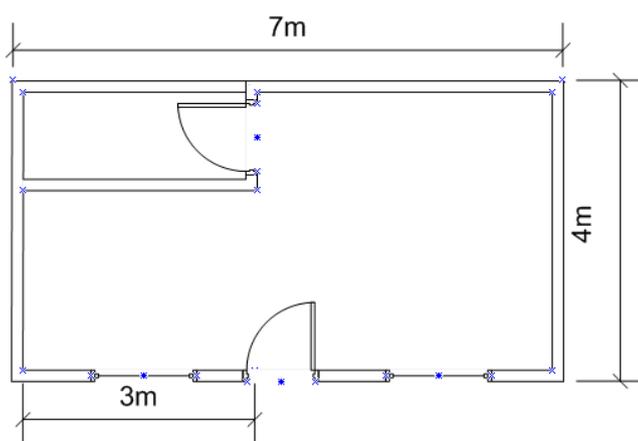
- $\partial_{max} = 8,21m$
- $\partial_{min} = 4,7m$
- $\partial_{promedio} = \frac{\partial_{max} + \partial_{min}}{2} = \frac{8,21 + 4,7}{2} = 6,46$
- $\partial''_{promedio} = \partial_{promedio} * 1,1 + 2,5 = 6,46 * 1,1 + 2,5 = 10$
- $\#C * rollo = \frac{305}{10} = 30,5$ aproximado por abajo 30
- $\#Bobinas = \frac{\# de puntos totales}{\#C * rollo} = \frac{6}{30} = 0,2$ aproximado por arriba = 1 Rollo

Estaríamos utilizando 61m de cable UTP cat. 6

Tena.-

*Figura 110 Plano Oficina Tena
Elaborado por: Cristian Puga*

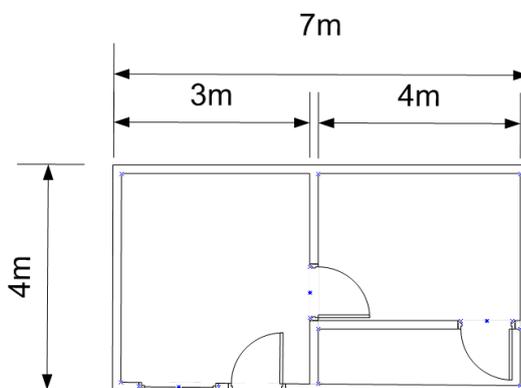
En esta sucursal se contempla la instalación de un punto doble de red, utilizando 10m de cable UTP cat. 6, que cubre el cableado horizontal como vertical de los dos puntos.

Puerto Francisco de Orellana.-

*Figura 111 Plano Oficina Pto. Francisco de Orellana
Elaborado por: Cristian Puga*

Para esta sucursal se contemplará la instalación de 2 puntos doubles de red, en los que se utilizará máximo 20m de cable UTP cat. 6

Puyo.-



*Figura 112 Plano Oficina Puyo
Elaborado por: Cristian Puga*

En la sucursal se instalarán un total de 2 puntos de red, para tal motivo se utilizará 20m de cable UTP categoría 6

CUADRO DE RESUMEN DE MATERIALES

*Tabla 35 Resumen de Materiales a Utilizar en el Proyecto
Elaborado por: Cristian Puga*

CIUDAD	Lago Agrio	Tena	Coca	Puyo
Cable UTP (m)	61	10	20	20
Canaleta 40x25 mm	5	2	1	2
Canaleta 20x12 mm	3	1	2	2
Rj45 Cat 5e	3	1	2	2
FacePlate Cat 6	3	1	2	2
Unión T	1	0	0	1
Unión de Angulo	4	1	1	2

Debemos tomar en cuenta la elaboración de Patchcords, para la conexión de los computadores a los puntos de red, estos tendrán una dimensión de 2m por lo tanto si son 18 computadores necesitaríamos 36 m de cable UTP cat. 6.

ANEXO F Etiquetado De Los Puntos De Red De Sucursales

Dentro de las sucursales debido al número de personal no es necesario instalar un patch panel, por lo que se realizará la adquisición de Switch's de 16 puertos con fines de crecimiento para ser instalador sobre un rack de parad con bandeja

*Tabla 36 Etiquetado de Puntos de Voz Sucursal Lago Agrio de
Elaborado por: Cristian Puga*

ETIQUETA	AREA DE TRABAJO	NÚM. PUNTO	PUERTO PATCH PANEL	PUERTO DE SWITCH
1.2.1V.1PPV	Secretaria	2	1	2
3.2.1V.2PPV	Gerente	4	2	3
5.2.1V.3PPV	Periodista	6	3	4

*Tabla 37 Etiquetado de Puntos de Datos Sucursal Lago Agrio
Elaborado por: Cristian Puga*

ETIQUETA	AREA DE TRABAJO	NÚM. PUNTO	PUERTO PATCH PANEL	PUERTO DE SWITCH
2.2.1D.5PPD	Secretaria	1	5	5
4.2.1D.6PPD	Gerente	3	6	6
6.2.1D.7PPD	Periodista	5	7	7

*Tabla 38 Etiquetado de Puntos de Voz Sucursal Pto. Francisco de Orellana
Elaborado por: Cristian Puga*

ETIQUETA	UBICACION	NÚM. PUNTO	PUERTO PATCH PANEL	PUERTO DE SWITCH
1.2.1V.1PPV	ASISTENTE ADMINISTRADORA	2	1	2
2.2.1V.2PPV	SECRETARIA	4	2	3
3.2.1V.3PPV	CORESPONSAL	6	3	4

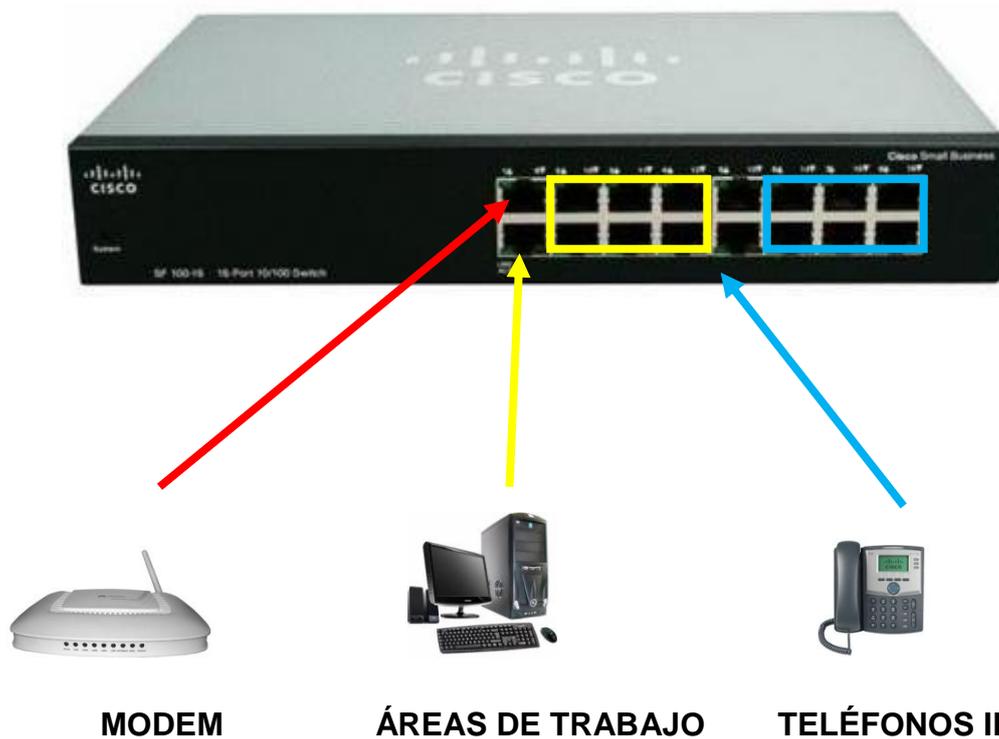
*Tabla 39 Etiquetado de Puntos de Datos Sucursal Pto. Francisco de Orellana
Elaborado por: Cristian Puga*

ETIQUETA	UBICACION	NÚM. PUNTO	PUERTO PATCH PANEL	PUERTO DE SWITCH
1.2.1D.4PPD	ASISTENTE ADMINISTRADORA	1	4	6
2.2.1D.5PPD	SECRETARIA	3	5	7
3.2.1D.6PPD	CORESPONSAL	5	6	8

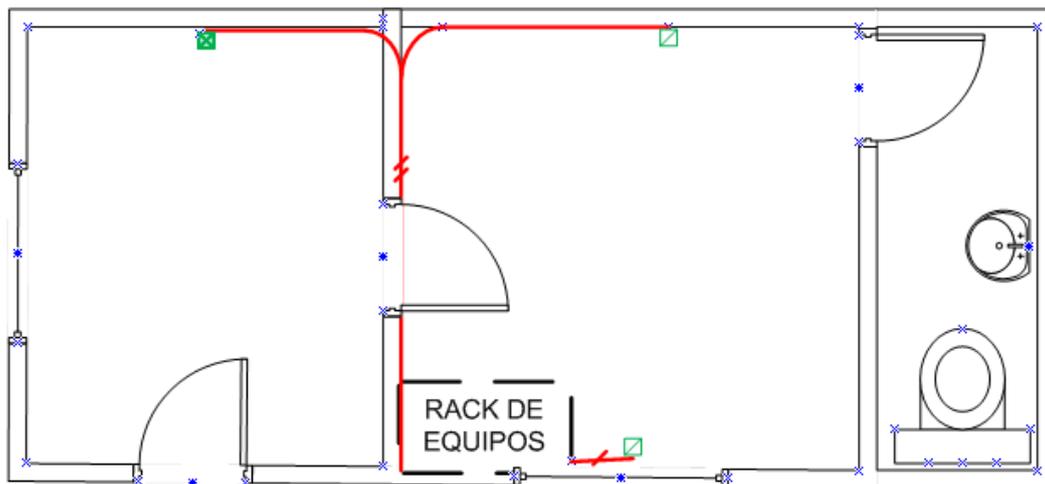
Para las oficinas sucursales de Tena y Puyo se efectuaran enlaces para las extensiones direccionando a uno de los servidores de las otras oficinas o matriz, para el cálculo se las tomo en cuenta los puntos de voz y datos.

ANEXO G Tabla de Resumen del Cableado Estructurado

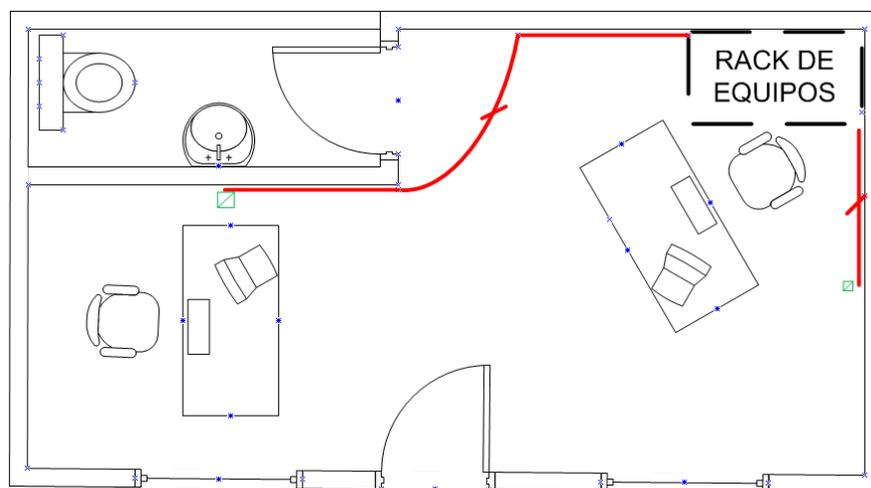
AREA DE TRABAJO	PERSONAL	PUERTO DEL CABLEADO		PUERTO DEL CABLEADO V		PUERTO PATCH PANEL		CIUDAD	EXT.	ETIQUETA D	ETIQUETA V
		D	V	D	V	D	V				
Pres. Ejecutiva	Gladys Granda	13	14	1	9	2	10	Quito	7107	1.2.1D.1PPD	1.2.1V.9PPV
Gerente	Leonardo Sánchez	11	12	2	10	3	11	Quito	7116	2.2.1D.2PPD	2.2.1V.10PPV
Director	Javiertamba	9	10	3	11	4	12	Quito	7125	3.2.1D.3PPD	3.2.1V.11PPV
Ventas	Ramiro Trujillo	7	8	4	12	5	13	Quito	7134	4.2.1D.4PPD	4.2.1V.12PPV
Diseñador	Gustavo Salazar	5	6	5	13	6	14	Quito	7143	5.2.1D.5PPD	5.2.1V.13PPV
Asistente 1	Indira rubio	3	4	6	14	7	15	Quito	7152	6.2.1D.6PPD	6.2.1V.14PPV
Asistente 2	Maria Eugenia Ortiz	1	2	7	15	8	16	Quito	7161	7.2.1D.7PPD	7.2.1V.15PPV
Gerente	Rosario Catota	3	4	1	5	2	5	Lago Agrio	5211	4.2.1D.6PPD	3.2.1V.2PPV
Secretaria	Johana Bosquez	1	2	2	6	3	6	Lago Agrio	5222	2.2.1D.5PPD	1.2.1V.1PPV
Periodista	Alejandro Escudero	5	6	3	7	4	7	Lago Agrio	5233	6.2.1D.7PPD	5.2.1V.3PPV
Asist. Admin	Isabel Pivaque	1	2	4	1	6	2	Pro. Francisco de Orellana	3311	1.2.1D.4PPD	1.2.1V.1PPV
Secretaria	Maicela Peaza	3	4	5	2	7	4	Pro. Francisco de Orellana	3322	2.2.1D.5PPD	2.2.1V.2PPV
Corresponsal	Roberto Ratti	5	6	6	3	8	5	Pro. Francisco de Orellana	3333	3.2.1D.6PPD	3.2.1V.3PPV



El esquema o representación se repetirá en las 2 sucursales de Lago Agrio y Pto. Francisco de Orellana, con la diferencia que ocuparemos un Switch de 8 puertos.

ANEXO H Diseños De Cableado De Las Sucursales.

*Figura 113 Cableado de la Oficina Lago Agrio
Elaborado por: Cristian Puga*



*Figura 114 Cableado de Oficina Pto. Francisco de Orellana
Elaborado por: Cristian Puga*

ANEXO I

IVR II Configuraciones de ingreso a las extensiones.

Digital Receptionist

Edit Menu OPC 1-1

Save Delete Digital Receptionist OPC 1-1
Used as Destination by 1 Object:

Change Name OPC 1-1
Announcement extin
Timeout 4
Enable Directory
VM Return to IVR
Directory Context other
Enable Direct Dial
Loop Before t-dest
Timeout Message extingreso
Loop Before i-dest
Invalid Message extincorrecta
Repeat Loops: 2

Increase Options Save Decrease Options

Terminate Call: Hangup
 Extensions: <7107> P Ejecutiva
 Voicemail: <7000> Seguridad (busy)
 Ring Groups: PEPA <600>
 Announcements: good
 IVR: OPC
 Phonebook Directory: Phonebook Directory
 Conferences: TRABAJO <100>

Return to IVR
7107
Leave blank to remove

Terminate Call: Hangup
 Extensions: <7116> Gerente
 Voicemail: <7000> Seguridad (busy)
 Ring Groups: PEPA <600>
 Announcements: good
 IVR: OPC
 Phonebook Directory: Phonebook Directory
 Conferences: TRABAJO <100>

Return to IVR
7116
Leave blank to remove

Terminate Call: Hangup
 Extensions: <7125> Director
 Voicemail: <7000> Seguridad (busy)
 Ring Groups: PEPA <600>
 Announcements: good
 IVR: OPC
 Phonebook Directory: Phonebook Directory
 Conferences: TRABAJO <100>

Return to IVR
7125
Leave blank to remove

Terminate Call: Hangup
 Extensions: <7134> Ventas
 Voicemail: <7000> Seguridad (busy)
 Ring Groups: PEPA <600>
 Announcements: good
 IVR: OPC
 Phonebook Directory: Phonebook Directory
 Conferences: TRABAJO <100>

Return to IVR
7134
Leave blank to remove

Terminate Call: Hangup
 Extensions: <7143> Proyectista
 Voicemail: <7000> Seguridad (busy)
 Ring Groups: PEPA <600>
 Announcements: good
 IVR: OPC
 Phonebook Directory: Phonebook Directory
 Conferences: TRABAJO <100>

Return to IVR
7143
Leave blank to remove

Increase Options Save Decrease Options

NOMINA DEL PERSONAL DEL DIARIO INDEPENDIENTE

PERIODICO INDEPENDIENTE		
NOMINA DEL PERSONAL		
ORD.		CARGO
QUITO		
1	LEONARDO SANCHEZ	GERENTE
2	GLADYS GRANDA	PRESIDENTA EJECUTIVA
3	JAVIER TAMBA	DIRECTOR
4	GUSTAVO SALAZAR	DISEÑADOR
5	INDIRA RUBIO	ASISTENTE
6	MEDARDO MEDINA	MENSAJERO
7	MA EUGENIA ORTIZ	ASISTENTE
8	RAMIRO TRUJILLO	VENTAS
9	MARNIA	VENTAS
COCA		
8	ISABEL PIVAQUE	ASISTENTE ADMINISTRADORA
9	ROBERTO RATTI	CORESPONSAL
10	MARICELA PEAZA	SECRETARIA
11	JONATHAN GOMEZ	MENSAJERO
TENA		
12	MARIA AJON	ASISTENTE ADMINISTRADORA
13	LUCIA RODRIGUEZ	PERIODISTA
PUYO		
13	IVON PILAY	MENSAJERO
LAGO		
15	ROSARIO CATOTA	GERENTE
16	JOHANA BOSQUEZ	SECRETARIA
17	DAVID LEMA	MENSAJERO
18	ALEJANDRO ESCUDERO	PERIODISTA