

ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL

FACULTAD DE INGENIERÍA ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA

ESTUDIO DE FACTIBILIDAD PARA QUE EL PROVEEDOR DE SERVICIOS DE INTERNET READYNET PUEDA OFRECER UN PAQUETE DE SERVICIOS TRIPLE PLAY

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

SERVIO PATRICIO ROMERO ROMERO
shevopato3008@yahoo.com

DIRECTOR: ING. FERNANDO FLORES
fflores@mailfie.epn.edu.ec

Quito, octubre 2009

DECLARACIÓN

Yo, Servio Patricio Romero Romero, declaro que el trabajo aquí descrito es de mi autoría; que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional; y, que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

La Escuela Politécnica Nacional, puede hacer uso de los derechos correspondientes a este trabajo, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su Reglamento y por la normatividad institucional vigente.

Servio Patricio Romero Romero

CONTENIDO

CAPÍTULO 1

1. FUNDAMENTOS TEÓRICOS	1
1.1 TELEVISIÓN IP (IPTV)	1
1.1.1 REQUISITOS DE IPTV	2
1.1.2 CÓDECS EMPLEADOS PARA VIDEO.....	3
1.1.3 SERVICIOS DISPONIBLES	4
1.2 ADSL2 Y ADSL2+	6
1.2.1 ADSL2	7
1.2.2 ADSL2+	11
1.3 VOZ SOBRE INTERNET Y VOZ SOBRE IP (VOIP)	15
1.3.1 VENTAJAS DE LA TELEFONÍA IP	15
1.3.2 DESVENTAJAS DE LA TELEFONÍA IP	16
1.3.3 FORMA DE ACCESO A TELEFONÍA IP	19
1.3.4 ESQUEMA DE FUNCIONAMIENTO DE UNA LLAMADA NORMAL Y CON VOIP	20
1.3.5 PROTOCOLOS VOIP.....	22
1.4 NUEVAS TECNOLOGÍAS Y APLICACIONES SOBRE INTERNET	29
1.4.1 WEB 3.0	29
1.4.2 VIDEO SOBRE DEMANDA	31
1.4.3 PLC (POWER LINE COMMUNICATIONS)	33
1.4.4 WIMAX (WORLDWIDE INTEROPERABILITY FOR MICROWAVE ACCESS)	35
1.4.5 FTTH (FIBER TO THE HOME)	37

CAPÍTULO 2

2. SITUACIÓN ACTUAL DEL ISP READYNET	39
2.1 DISEÑO ACTUAL DE LA RED DE READYNET	39
2.1.1 INFRAESTRUCTURA DE READYNET	39
2.1.2 ESQUEMA DE RED DE READYNET	41
2.1.3 ESQUEMA DE DIRECCIONAMIENTO IP	42
2.2 CARACTERÍSTICAS Y UTILIZACIÓN DE LOS ENLACES.....	43
2.2.1 ENLACES DE BACKBONE	43
2.2.2 ENLACES DE ÚLTIMA MILLA	43
2.2.3 UTILIZACIÓN DE LOS ENLACES	44

2.3 APLICACIONES PARA SERVICIOS DISPONIBLES.....	52
2.3.1 SERVIDOR PRINCIPAL	52
2.3.2 SERVIDOR READYNET	52
2.3.3 SERVIDOR SECUNDARIO 1.....	53
2.3.4 SERVIDOR SECUNDARIO 2.....	54
2.3.5 SERVIDOR DE CORREO	55
2.3.6 SERVIDOR DE MONITOREO	55
2.3.7 ANALISIS DE CARGA DE LOS SERVIDORES DE READYNET.....	56
CAPÍTULO 3	
3. REDISEÑO DE LA RED DE READYNET PARA SOPORTAR NUEVAS APLICACIONES.....	61
3.1 ANÁLISIS DE REQUISITOS ADICIONALES.....	61
3.1.1 TELEFONÍA IP	61
3.1.2 BANDA ANCHA	68
3.1.3 TELEVISIÓN IP.....	74
3.2 SELECCIÓN DE EQUIPOS.....	77
3.2.1 TELEFONÍA IP	77
3.2.2 BANDA ANCHA	79
3.2.3 TELEVISIÓN IP.....	80
3.3 CAPACIDAD DE LOS ENLACES.....	84
3.3.1 PROTOCOLOS DE TRANSMISIÓN DE DATOS.....	84
3.3.2 TELEFONÍA IP	93
3.3.3 INTERNET.....	95
3.3.4 TELEVISIÓN IP.....	95
3.3.5 TOTAL DE ANCHO DE BANDA.....	96
3.3.6 SALIDA A INTERNET	97
3.3.7 CONSIDERACIONES GENERALES.....	98
3.4 SOFTWARE Y SERVIDORES ADICIONALES.....	99
3.4.1 TELEFONÍA Y TELEVISIÓN IP	99
3.4.2 BANDA ANCHA	103
CAPÍTULO 4	
4. ESTUDIO DE FACTIBILIDAD	104
4.1 FACTIBILIDAD TÉCNICA.....	104
4.1.1 EQUIPOS	104

4.1.2 ENLACES	108
4.2 FACTIBILIDAD ECONÓMICA.....	108
4.2.1 MERCADO DE TELECOMUNICACIONES EN EL ECUADOR	109
4.2.2 ESTUDIO DE MERCADO	115
4.2.3 ANÁLISIS DE COSTOS	120
4.3 FACTIBILIDAD LEGAL	131
4.3.1 TELEFONÍA IP	131
4.3.2 BANDA ANCHA	132
4.3.3 TELEVISIÓN IP	132
CAPÍTULO 5	
5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	134
5.1 CONCLUSIONES	134
5.2 RECOMENDACIONES	138
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	139
ANEXOS	

ÍNDICE DE FIGURAS

<i>Figura 1-1: Esquema de distribución de IPTV</i>	3
<i>Figura 1-2: Posible arquitectura de IPTV</i>	5
<i>Figura 1-3: Encapsulamiento en IPTV</i>	6
<i>Figura 1-4: Comparación de velocidades entre ADSL, ADSL2 y ADSL2+</i>	11
<i>Figura 1-5: Bandas de frecuencia utilizadas por ADSL2 y ADSL2+</i>	13
<i>Figura 1-6: Adaptador para conectar un teléfono analógico a una red IP</i>	20
<i>Figura 1-7: Esquema básico de VoIP</i>	22
<i>Figura 1-8: Stack de protocolos para VoIP</i>	23
<i>Figura 1-9: Procedimiento para el establecimiento de una llamada según H.323</i>	26
<i>Figura 1-10: Arquitectura del protocolo H.323</i>	26
<i>Figura 1-11: Establecimiento de una llamada mediante el protocolo SIP</i>	27
<i>Figura 1-12: Arquitectura del protocolo SIP</i>	28
<i>Figura 1-13: Funcionalidades de WEB 3.0</i>	31
<i>Figura 1-14: Plataforma Joost</i>	32
<i>Figura 1-15: Esquema de distribución PLC</i>	33
<i>Figura 1-16: Esquema de una Red WiMAX y fotografía de una antena modelo</i>	35
<i>Figura 2-1: Topología de red de ReadyNet a Julio de 2009</i>	42
<i>Figura 2-2: Tráfico en la interfaz del router Cisco 2850 conectado a Global Crossing</i>	45
<i>Figura 2-3: Tráfico en la interfaz Ethernet del router Cisco 1841 para salida por la CNT</i> .	46
<i>Figura 2-4: Tráfico en la interfaz Ethernet del router Cisco 7200</i>	47
<i>Figura 2-5: Tráfico en la interfaz Ethernet del servidor conectado a STEALTH</i>	47
<i>Figura 2-6: Tráfico en la interfaz Ethernet del router Cisco 1700 conectado a PuntoNet</i> .	48
<i>Figura 2-7: Tráfico en la interfaz Fast Ethernet del RAS Patton</i>	48
<i>Figura 2-8: Tráfico en la interfaz Ethernet del servidor principal uio.rdyec.net</i>	49
<i>Figura 2-9: Tráfico en la interfaz Ethernet del servidor discovery.rdyec.net</i>	49
<i>Figura 2-10: Tráfico en la interfaz Ethernet del servidor srv1.rdyec.net</i>	50
<i>Figura 2-11: Tráfico en la interfaz Ethernet del servidor www.rdyec.net</i>	50
<i>Figura 2-12: Tráfico en la interfaz Ethernet del servidor srv3.rdyec.net</i>	50
<i>Figura 2-13: Tráfico en la interfaz Ethernet del servidor smtp.rdyec.net</i>	51
<i>Figura 2-14: Tráfico en la interfaz del Switch 3Com conectado al Switch de core</i>	51
<i>Figura 2-15: Utilización de disco y memoria en servidor discovery.rdyec.net</i>	56
<i>Figura 2-16: Reporte de disponibilidad para discovery.rdyec.net</i>	57
<i>Figura 2-17: Utilización de disco y memoria en servidor smtp.rdyec.net</i>	57
<i>Figura 2-18: Reporte de disponibilidad para smtp.rdyec.net</i>	57
<i>Figura 2-19: Utilización de disco y memoria del servidor uio.rdyec.net</i>	58
<i>Figura 2-20: Disponibilidad del servidor uio.rdyec.net</i>	58
<i>Figura 2-21: Utilización de disco y memoria para srv1.rdyec.net</i>	59
<i>Figura 2-22: Disponibilidad srv1.rdyec.net</i>	59
<i>Figura 2-23: Utilización de disco y memoria para srv3.rdyec.com</i>	59
<i>Figura 2-24: Reporte de disponibilidad para srv3.rdyec.com</i>	60
<i>Figura 3-1: Usuarios dial-up de ReadyNet entre Junio de 2005 y Diciembre de 2008</i>	62
<i>Figura 3-2: Usuarios de ReadyNet según el ancho de banda contratado</i>	63

<i>Figura 3-3: Usuarios de ReadyNet según el tipo de servicio brindado.....</i>	64
<i>Figura 3-4: Gateways VoIP: Cisco AS5300, Sysmaster uniSwitch Softswitch</i>	67
<i>Figura 3-5: Cobertura de ADSL - G.SHDSL de la CNT en la ciudad de Quito.....</i>	74
<i>Figura 3-6: Algunos códecs populares para compresión de video en Internet</i>	75
<i>Figura 3-7: Ejemplo de un esquema básico para transmisión de IPTV.....</i>	76
<i>Figura 3-8: NetUP IPTV Combine 4X, NetUP Imagine Complex</i>	76
<i>Figura 3-9: Aplicaciones de software de telefonía a través de Internet.....</i>	77
<i>Figura 3-10: Vonage V-Phone, Samsung WIP-6000, Skypephone, RTX 3088</i>	78
<i>Figura 3-11: Adaptadores VoIP: Linksys PAP2T, D-Link DVG-2001S, Vonage V-Portal..</i>	79
<i>Figura 3-12: Teléfonos VoIP Cisco 7900 series, 3Com 3101</i>	79
<i>Figura 3-13: Router Cisco 870 Series, TP-Link TD-8810, D-Link DSL-504T-GenII</i>	80
<i>Figura 3-14: Interfaz de Linux MCE 1.1</i>	82
<i>Figura 3-15: Interfaz de MythTV 0.21.....</i>	82
<i>Figura 3-16: Microsoft Mediaroom (antes Microsoft TV IPTV Edition).....</i>	83
<i>Figura 3-17: Set-Top Boxes: Amino AmiNET 110, Motorola VIP1500</i>	83
<i>Figura 3-18: Capas del modelo TCP/IP</i>	84
<i>Figura 3-19: Campos de la trama IEEE 802.3.....</i>	86
<i>Figura 3-20: Campos del encabezado del datagrama IP.....</i>	88
<i>Figura 3-21: Campos del segmento TCP</i>	90
<i>Figura 3-22: Campos del encabezado del datagrama UDP</i>	92
<i>Figura 3-23: Campos del paquete RTP</i>	92
<i>Figura 3-24: Encapsulamiento de una comunicación de voz con el protocolo G.729a</i>	94
<i>Figura 3-25: Consola de administración de Trixbox</i>	100
<i>Figura 3-26: Consola de administración web de A2Billing.....</i>	101
<i>Figura 3-27: Middleware de NetUP IPTV Combine e interfaz del cliente</i>	102
<i>Figura 3-28: Consola de administración vía Web de NetUP Streamer.....</i>	102
<i>Figura 4-1: Indicadores del sector de telecomunicaciones 2001 - 2009</i>	111
<i>Figura 4-2: Usuarios de internet y densidad</i>	112
<i>Figura 4-3: Tamaño y madurez de los servicios de telecomunicaciones en Ecuador</i>	112
<i>Figura 4-4: Comparación de costos de acceso a Internet en la región</i>	113
<i>Figura 4-5: Comparación de costos de acceso a Internet en la región</i>	113
<i>Figura 4-6: Comparación de costos de acceso a Internet en la región</i>	114
<i>Figura 4-7: Sector de residencia en Quito de las personas encuestadas.....</i>	116
<i>Figura 4-8: Utilización y pago de TV por cable</i>	116
<i>Figura 4-9: Tipo de acceso a Internet y velocidad de la misma.....</i>	117
<i>Figura 4-10: Indicadores de calidad del servicio de Internet.....</i>	117
<i>Figura 4-11: Conocimiento de VoIP y predisposición de utilizar el servicio.....</i>	117
<i>Figura 4-12: Conocimiento de IPTV e interés en el servicio</i>	118
<i>Figura 4-13: Capacidad de pago por los servicios incluidos en Triple Play.....</i>	118
<i>Figura 4-14: Equipos adicionales para escalar la infraestructura de VoIP.....</i>	123
<i>Figura 4-15: Equipos adicionales para escalar la infraestructura de IPTV</i>	123

ÍNDICE DE TABLAS

<i>Tabla 1-1: Niveles de señal a ruido y atenuación típicos de ADSL y ADSL2+</i>	12
<i>Tabla 1-2: Comparación entre ADSL, ADSL2 y ADSL2+</i>	14
<i>Tabla 1-3: Aplicaciones más comunes según el ancho de banda disponible</i>	14
<i>Tabla 1-4: Conjunto de protocolos H.323.....</i>	24
<i>Tabla 3-1: Número de usuarios de ReadyNet con acceso de tipo dial-up.....</i>	62
<i>Tabla 3-2: Número de clientes de ReadyNet según la velocidad de acceso.....</i>	62
<i>Tabla 3-3: Número de clientes según tipo de servicio.....</i>	63
<i>Tabla 3-4: Tamaño de los mensajes de señalización en el protocolo SIP.....</i>	65
<i>Tabla 3-5: Códecs de audio más utilizados y velocidad de transmisión requerida</i>	66
<i>Tabla 3-6: Nodos ADSL de la CNT en Quito</i>	73
<i>Tabla 3-7: Variaciones de Ethernet.....</i>	85
<i>Tabla 3-8: Tipos de direcciones IP.....</i>	87
<i>Tabla 3-9: Velocidad de transmisión requerido por los principales códecs para TV.....</i>	95
<i>Tabla 3-10: Concesionados como Servicios Portadores</i>	98
<i>Tabla 4-1: Requerimientos del modem DSL</i>	105
<i>Tabla 4-2: Requerimientos del teléfono IP.....</i>	105
<i>Tabla 4-3: Requerimientos del Set-Top Box.....</i>	106
<i>Tabla 4-4: Perspectivas de penetración de Internet en el Ecuador hasta el año 2010....</i>	114
<i>Tabla 4-5: Comparación de servicios de valor agregado existentes en el mercado</i>	119
<i>Tabla 4-6: Características de los equipos para VoIP e IPTV.....</i>	122
<i>Tabla 4-7: Costo referencial de los equipos adicionales requeridos.....</i>	122
<i>Tabla 4-8: Precios de la solución Billion Softswitch.....</i>	124
<i>Tabla 4-9: Características de equipos de usuario.....</i>	125
<i>Tabla 4-10: Costo referencial de equipos de usuario.....</i>	126
<i>Tabla 4-11: Tabla de precios referenciales de últimas millas</i>	126
<i>Tabla 4-12: Tabla de precios de salidas a Internet.....</i>	126

RESUMEN

El presente trabajo realiza un análisis de la factibilidad u oportunidad para un ISP, en este caso ReadyNet, para implementar un servicio conocido como Triple Play, es decir, Internet, Telefonía IP y Televisión IP, el cual empieza a popularizarse en otros países del mundo entero.

En el capítulo 1 se realiza un estudio de los diferentes servicios incluidos en el paquete Triple Play. En primer lugar, se analiza la Televisión IP, sus requisitos, características, y los mecanismos de codificación empleados. Luego se realiza una revisión a los estándares de transmisión de datos de última milla ADSL2 y ADSL2+ sucesores del actual ADSL resaltando sus mejoras y ventajas sobre este último. A continuación se analiza la Telefonía IP, se realiza una comparación con la telefonía convencional y se describen los principales protocolos de esta tecnología. Por último se realiza una pequeña introducción a nuevas tecnologías y aplicaciones sobre Internet que pueden representar una realidad futura en nuestro medio.

El capítulo 2 recoge un análisis de la situación de ReadyNet. De esta manera se pretende determinar la infraestructura de la cual dispone este ISP, tanto en equipos como en capacidad de los enlaces y el número de clientes a los que brinda el servicio actualmente. Además se revisa las aplicaciones que se tiene a disposición de los usuarios y los equipos o servidores que están encargados para dicho propósito, con el fin de determinar los requisitos necesarios para que el ISP pueda brindar acceso a Internet, Voz sobre IP y Televisión IP.

El capítulo 3 pretende ofrecer soluciones y ejemplos actuales que permitan la implementación del servicio Triple Play. Para ello se analizan los requisitos tanto de infraestructura del ISP, como aquellos que será necesario implementar en el lado del usuario. En este último punto se sugiere diferentes alternativas para llevar el servicio al cliente final y se hace notar los requerimientos en cuanto a ancho de banda y ubicación del mismo.

El capítulo 4 analiza la factibilidad de implementación del servicio Triple Play por parte de ReadyNet desde tres puntos de vista: el técnico, económico y legal. En la

parte técnica se elige la mejor alternativa en hardware tanto para el cliente como para el ISP de tal manera que sea totalmente compatible con las tecnologías existentes y que necesitan implementarse para acceder a Internet y para la transmisión de voz y video. La factibilidad económica realiza el análisis de costos que permita determinar la inversión realizada por el ISP y las posibles tarifas finales que permitan la recuperación de la misma. Por último, la factibilidad legal analiza la realidad de la normativa legal vigente aprobada por los organismos reguladores como el CONATEL y SENATEL para encontrar los posibles problemas o infracciones que pueda conllevar la implementación del servicio Triple Play tanto en la parte de voz, video y datos.

Por último, y, refiriéndose a la información obtenida anteriormente se obtienen conclusiones y se realizan recomendaciones que se deberían tomar en cuenta para la aplicación futura de servicios de este tipo.

PRESENTACIÓN

El desarrollo de nuevas de tecnologías de comunicación, la reducción de costos de producción y la competencia entre las diferentes empresas del sector de Servicios de Valor Agregado, permiten la implementación de servicios cada vez más innovadores y competitivos basados en Internet.

Es por esto que países como Colombia, Chile, Brasil, México, EE.UU., y gran parte de Europa y Asia están ya ofreciendo aplicaciones basadas en Internet de mejor calidad y variedad, y a precios más competitivos que en el Ecuador.

El presente proyecto de titulación pretende por tanto determinar los requisitos necesarios para implementar un paquete de servicios Triple Play, similar al brindado en otros países como los nombrados; es decir, incluyendo voz, video y datos y tomando en cuenta aspectos técnicos, económicos y legales para su implementación.

Además se pretende de esta manera ubicar los posibles puntos críticos que impiden la implementación de servicios de este tipo y determinar los cambios necesarios para que nuestra sociedad cierre las brechas tecnológicas existentes y pueda alcanzar un nivel competitivo a futuro, al menos en lo concerniente a las aplicaciones sobre Internet.

CAPÍTULO 1

FUNDAMENTOS TEÓRICOS

1.1 TELEVISIÓN IP (IPTV)

IPTV (Internet Protocol Television) es el nombre con que se denomina a los sistemas de distribución de señales de televisión y/o video usando conexiones de banda ancha sobre el protocolo IP; por lo tanto, se puede ofrecer en conjunto con el servicio de conexión a Internet proporcionado por el ISP utilizando un ancho de banda reservado para tal efecto.

El servicio de IPTV fue desarrollado tomando como base el video en tiempo real o video streaming. La idea básica de IPTV es que el proveedor de contenido no necesita enviar contenido de difusión a todos los usuarios, si no que éstos solicitarán contenido en el momento que deseen, por lo tanto, cada cliente podrá acceder a contenido independiente. Esto permitirá no sólo la masificación de la televisión mediante el Internet, sino también de la aparición de servicios similares a Pay per view (Pague por ver) o VoD (Video bajo Demanda por sus siglas en inglés) utilizando esta plataforma.

Gracias a los avances en los equipos aptos para IPTV, el cliente podrá ver y comprar contenido de video y almacenarlo para verlo cuantas veces desee, pudiendo realizar pausas, retroceder, adelantar, etc.

Como toda la información está basada en Internet, los clientes podrán personalizar el tipo de contenido que deseen recibir, el tipo de películas, la publicidad, la censura, entre otras. Además serán posibles servicios de búsqueda de videos, bloqueo de contenido, determinación de ratings y mucho más.

La principal limitante de la masificación a futuro de este servicio es la penetración de la banda ancha y la gran tasa de transferencia que necesita, es por esto que simultáneamente con el desarrollo de IPTV se ha desarrollado ADSL2 y ADSL2+

que son tecnologías que permiten garantizar el ancho de banda que necesitan los servicios de televisión sobre Internet.

Se pueden tener dos tipos de canales: el de definición estándar (SDTV) y el de alta definición (HDTV). En el primer caso es necesario tener una conexión de al menos 1.5 Mbps y en el segundo caso de 8 Mbps. Además se debe tener un ancho de banda adicional tanto para el caso de que se necesiten varios receptores de televisión como para la conexión a Internet.

Actualmente ya se ofrecen servicios de video bajo demanda para algunos canales existentes en nuestro medio. Este contenido es accesible a través de las páginas WEB de los respectivos proveedores o mediante páginas como <http://www.global-itv.com/>.

1.1.1 REQUISITOS DE IPTV

Para poder implementar el servicio de IPTV se necesita principalmente cumplir con los siguientes requisitos:

1. Adquisición de la señal de video
2. Servidores de almacenamiento y difusión de video
3. Distribución de contenido
4. Equipo de acceso y suscriptor
5. Software de administración y tarifación

El contenido se lo puede obtener a través de Internet por medio de algún proveedor de contenido o de un distribuidor de señales de televisión o incluso se lo podría generar internamente. En cualquier caso se utilizan compresores para digitalizar y comprimir el video analógico obtenido. Según el códec empleado en este proceso se puede determinar la calidad del video final, la tasa de transferencia requerida, la latencia de la transmisión, entre otros.

Un posible ejemplo de este sistema desde el Proveedor de Servicios de Internet hasta el usuario final está representado en la Figura 1-1.

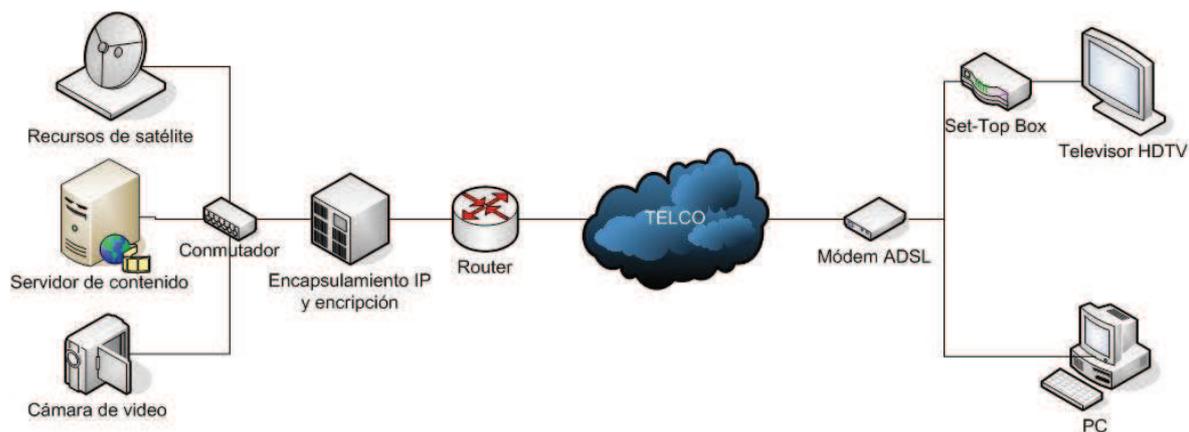


Figura 1-1: Esquema de distribución de IPTV

1.1.2 CÓDECS EMPLEADOS PARA VIDEO

H.261: Es uno de los primeros estándares de la UIT-T utilizados para videoconferencia y sirvió como base para el desarrollo de otros. Fue originalmente diseñado para la transmisión de datos sobre ISDN a velocidades múltiples de 64 Kbps.

MPEG-1: Es un estándar para compresión de audio y video. Tiene una calidad similar a VHS y es el formato utilizado en VCD, además es compatible con todos los ordenadores y reproductores de DVD. Permite una compresión con pérdida de los datos a fin de generar una tasa de transmisión no mayor de 1.5 Mbps.

MPEG-2: Es el formato utilizado en los DVD y permite imágenes de mejor calidad en especial a tasas mayores de transferencia de datos.

H.263: Es utilizado actualmente en videoconferencia y videotelefonía por sus bajas tasas de transferencia y su aceptable calidad.

MPEG-4 parte 2: Es una mejora con respecto a MPEG-2.

MPEG-4 parte 10: Es el estándar más usado actualmente por una gran variedad de aplicaciones, su buena compresión y calidad.

WMV: Es utilizado tanto para video de baja calidad en conexiones lentas como para video de alta definición.

Entre los servidores necesarios para brindar IPTV tenemos:

1. Almacenamiento y respaldo de contenidos.
2. Gestión del video bajo demanda.
3. Transmisión de video a alta velocidad.

Entre los principales proveedores de la tecnología utilizada en IPTV tenemos a: Alcatel-Lucent, Cisco Systems, Harmonic, HP, IBM, Intel, Juniper Networks, Modulus Video, Motorola, Philips, Sigma Designs, STMicroelectronics, Tandberg, Tattung, Thomson, 2Wire.

Los servidores empleados para proveer este servicio deben tener la capacidad de enviar distintos flujos de video a la vez, además la red de transporte debe soportar toda esta capacidad más el flujo bidireccional de datos, incluyendo datos de sesiones, información de facturación de clientes, control de acceso, etc.

1.1.3 SERVICIOS DISPONIBLES

Entre los principales servicios a los que se podrá acceder mediante IPTV tenemos:

- Gran cantidad de canales de televisión digital y música
- Programación pagada (Pay per view)
- Grabación de video personal (PVR)
- Video bajo demanda (VoD)
- Identificación de llamadas en pantalla
- Pago de cuentas e impuestos
- Compra de productos y detalle de los mismos.
- Servicios de correo electrónico
- Sistemas de e-learning
- Acceso a Internet y juegos
- Información y publicidad interactiva

Mediante la interacción de los clientes y los sistemas equipados con IPTV, los proveedores de servicios podrán tener a disposición más información de los gustos y hábitos de los mismos, para orientar el mercado futuro.

Además debido a que el video en Internet es un mercado con estándares abiertos, cualquier persona podrá publicar sus videos en Internet y por lo tanto se podrán acceder a videos de gran popularidad o dirigidos a pequeñas audiencias por igual.

A pesar de que IPTV no se encuentra estandarizado, sin embargo se lo puede describir presentando un ejemplo de un modelo de arquitectura IPTV similar al modelo OSI, como se muestra en el siguiente diagrama.

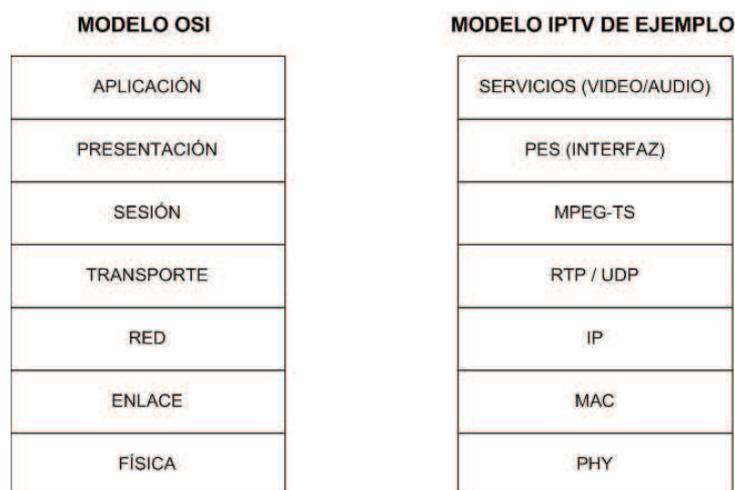


Figura 1-2: Posible arquitectura de IPTV¹

Sin embargo, el modelo mostrado en la Figura 1-2 es solo una suposición y el uso de MPEG-TS (MPEG Transport Streams) puede ser reemplazado según el códec utilizado.

Según este modelo de ejemplo, el empaquetamiento y transmisión de la información entre capas sucesivas estaría dado de acuerdo al diagrama mostrado en la Figura 1-3:

¹ Shenick Network Systems, "Testing MPEG based IP video QoE/QoS", 2007

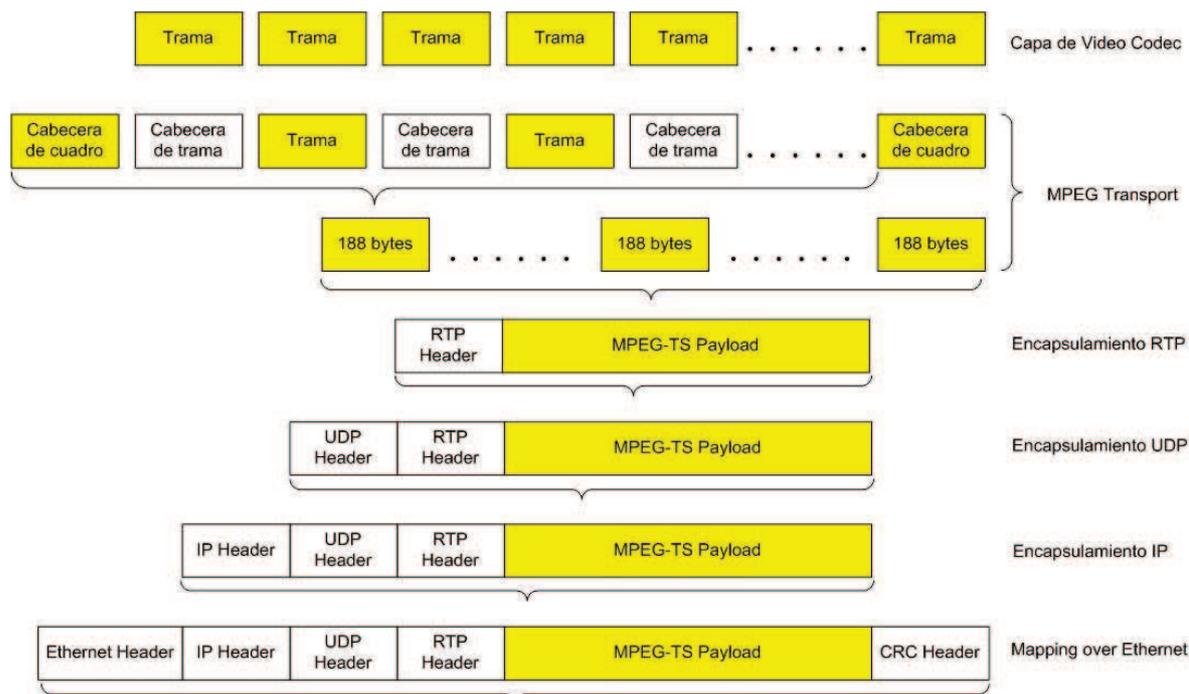


Figura 1-3: Encapsulamiento en IPTV²

A partir del diagrama de la Figura 1-3 presentado, pueden existir diferencias en los códecs utilizados, en el encapsulamiento entre capas adyacentes del modelo o incluso en las variaciones según la región, es decir según sea NTSC, PAL o SECAM³.

1.2 ADSL2 Y ADSL2+

Antes de realizar un análisis sobre el ADSL2 y ADSL2+ se debe realizar primero un breve resumen de la tecnología Asymmetric Digital Subscriber Line (ADSL) para luego poder determinar los cambios y ventajas involucrados al migrar a estas nuevas técnicas de transmisión de datos.

El ADSL es una tecnología para transmisión de datos a través de líneas de cobre (líneas telefónicas) derivada de la familia de tecnologías xDSL, la cual consiste en una conexión de banda ancha con tres canales de comunicación.

- Canal de envío de datos (subida)
- Canal de recepción de datos (bajada)

² Shenick Network Systems, "Testing MPEG based IP video QoE/QoS", 2007

³ NTSC, PAL, SECAM: Sistemas de codificación y transmisión de señales de televisión analógica.

- Canal telefónico (para llamadas de voz)

Debido a que esta tecnología tiene un canal independiente para la voz, es la más utilizada hoy en día ya que permite realizar llamadas telefónicas y navegar en Internet al mismo tiempo, lo cual es una gran ventaja en comparación con el acceso de tipo dial-up que ocupa la línea telefónica mientras se navega en Internet.

El principal problema de las conexiones ADSL es que son dependientes de la distancia entre el cliente y el Proveedor de Servicios de Internet (ISP). Teóricamente, la distancia máxima a la que se puede utilizar el servicio es de 5.5 kilómetros desde el POP (Punto de Presencia) hasta el usuario final debido a la atenuación de la señal por su transmisión por medios de cobre.⁴

La capacidad máxima de una conexión ADSL es de hasta 1 Mbps de subida y de hasta 8 Mbps de bajada.

Entre las principales ventajas se pueden anotar:

- La instalación es sencilla, pues solo se necesita un módem/router ADSL para el usuario final, una conexión telefónica y, según el caso, cable de red hacia la computadora.
- Tiene una disponibilidad 24/7, es decir la conexión es continua por lo que no se necesita realizar el proceso de marcado como es el caso de las conexiones dial-up.

1.2.1 ADSL2

A principios del 2003, la Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT), aprobó dos nuevos estándares para el desarrollo de las comunicaciones de banda ancha, el G.992.3 y G.992.4 descritos como “G.dmt.bis” y “G.lite.bis” los cuales consisten la base para la aparición de la nueva generación de ADSL, ADSL2.

El estándar ADSL2 agrega nuevas características y funcionalidades, lo cual permite desarrollar un sinnúmero de aplicaciones y servicios. Entre algunos de los

⁴ http://es.wikipedia.org/wiki/Asymmetric_Digital_Subscriber_Line

cambios más importantes con respecto a ADSL se pueden mencionar mejoras en velocidad de transmisión, adaptación de velocidad, diagnósticos, modo stand-by, entre otras.

ADSL2 permite tasas de transferencia de hasta 12/2 Mbps, es decir, 12 Mbps de bajada y 2 Mbps de subida utilizando la misma infraestructura de líneas de cobre existente. El único requisito necesario para cambiar de ADSL a ADSL2 es introducir un Terminal especial entre la Central Telefónica y el usuario final.

Entre las principales mejoras que introduce ADSL2 tenemos:

1.2.1.1 Velocidad de conexión

Para mejorar la velocidad de conexión, ADSL2 hace uso de mecanismos para disminuir las repercusiones de la diafonía y atenuaciones de la línea telefónica. Utiliza mejores mecanismos de codificación y modulación, esto es, utiliza codificación Trellis de 16 estados y modulación QAM (Quadrature Amplitude Modulation) con constelaciones de 1 bit, además se vale de una serie de algoritmos de tratamientos de señal implementados en ADSL para mejorar la calidad de la señal y aumentar la cantidad de información que se puede transmitir por medios analógicos como las líneas de cobre.

Uno de los principales problemas con las conexiones de tipo ADSL es que cuando se trata de aumentar la velocidad de transferencia, también se incrementa la diafonía producida en los cables de tendido telefónico. Para superar este inconveniente, ADSL2 tiene la capacidad de determinar la cantidad de distorsión/ruido en el medio, variando la tasa de transferencia de tal manera que se pueda trabajar en el límite que permita mantener la calidad en la conexión y previniendo de esta manera los errores producidos. Los ajustes de velocidad producidos se realizan de manera transparente al usuario, utilizando mecanismos que permiten evitar los errores de sincronismo en la información transmitida.

1.2.1.2 Administración de la conexión

El estándar ADSL2 contempla una mejora no sólo en la velocidad de conexión, sino también en los aparatos encargados de proveer el servicio, es decir, añade la capacidad de realizar diagnósticos durante las fases de instalación, uso y mejora

del servicio. Entre las mejoras introducidas, se considera la capacidad de medir la potencia de la señal de ruido de la línea, la relación señal/ruido (SNR) y la atenuación total. Mediante estas mediciones se puede monitorear el estado de la conexión de banda ancha del usuario para poder prevenir fallas o corregir funcionamientos no óptimos del enlace. Además se puede evaluar el estado de la infraestructura o determinar si a un usuario se le pueden ofrecer mayores tasas de transferencia.

1.2.1.3 Gestión de energía

Otra de las ventajas del estándar ADSL2 es que incluye una serie de mejoras en los dispositivos que permiten disminuir el consumo de energía por parte de los proveedores de servicio.

A diferencia de ADSL en el cual los equipos para la conexión de banda ancha estaban siempre conectados, ADSL2 incorpora dos estados de ahorro de energía, en función de la carga que esté soportando el dispositivo. Estos estados de reposo o standby permiten ahorro por parte de los proveedores de Internet.

Los dos modos de ahorro de energía son denominados L2 y L3. En el modo L2, se regula la energía consumida por el dispositivo en función del tráfico resultante de la conexión entre el cliente y el proveedor de servicios. En el modo L3, el dispositivo entra a un estado de reposo cuando la conexión no ha sido usada durante un largo período de tiempo.

El modo L2 se realiza de manera transparente al usuario, mientras que entrar al modo L3 consiste en pasar de un estado activo a uno pasivo y su reactivación considera un retraso de 3 segundos.

1.2.1.4 Características adicionales de ADSL2

El estándar ADSL2 también permite utilizar más de una línea telefónica para permitir la interconexión de un único terminal, esto se realiza mediante una demultiplexación similar a las especificaciones IMA (Multiplexado Inverso para ATM) de ATM con lo cual se puede lograr mayores velocidades de bajada.

Además, para poder brindar un tipo de calidad de servicio dentro de ADSL2, se incluye la posibilidad de dividir el ancho de banda en distintos canales, de tal

manera que cada aplicación puede acceder a un canal con características diferentes. Gracias a este mecanismo, se puede controlar la calidad de servicio (QoS) otorgado a las diferentes aplicaciones y priorizando un determinado tipo de tráfico sobre otro, como por ejemplo las aplicaciones en tiempo real como voz o video.

Una de las aplicaciones que aprovechan esta capacidad es CVoDSL (voz canalizada sobre DSL), es decir, con ADSL2 se pueden utilizar distintas señales de voz en distintos canales, lo que permite realizar más de una conversación al mismo tiempo sobre una línea. De esta forma se puede utilizar como un servicio independiente de un ISP permitiendo de esta manera utilizar servicios de voz de manera más dinámica, con mayor calidad y con precios más competitivos que los de las operadoras de telefonía.

1.2.1.5 Otras mejoras

Los sistemas con ADSL2 permiten una reducción en la cabecera de las tramas mediante la programación previa de los bits de cabecera. Así, mientras en la primera generación de ADSL esta cabecera consumía 32 Kbps, en ADSL2, esta puede ser programada para ocupar entre 4 y 32 Kbps, permitiendo aprovechar hasta 28 Kbps más por conexión.

Para poder ofrecer una mayor tasa de transferencia, ADSL2 realiza una optimización en el uso de los buffers encargados de almacenar tramas de información en caso de congestión (overhead framing), es decir, a diferencia de ADSL, ADSL2 aprovecha el espacio no utilizado en estos búferes para conseguir un aumento de hasta 50 Kbps en la velocidad de bajada.

Además este estándar permite hacer uso del ancho de banda reservado para telefonía, con lo cual se puede incrementar la velocidad de transferencia de datos de subida en hasta 256 Kbps.

El tiempo necesario para realizar la conexión desde el terminal al proveedor se disminuyó de 10 a 3 segundos.

A pesar de lograr velocidades de transferencia más altas, ADSL2 es capaz de dar cobertura a bucles más largos que los alcanzados con ADSL, esto implica que

ADSL2 puede alcanzar más velocidades que ADSL incluso en los puntos más lejanos de la central.

1.2.2 ADSL2+

ADSL2+ nació como una evolución de los estándares ADSL2 y ADSL, y está basado en la recomendación de la UIT-T G.992.5.

El estándar ADSL2+ permite obtener velocidades de transferencia de hasta 24 Mbps de bajada y 4 Mbps de subida, sin realizar cambios considerables de tecnología de hardware y software en comparación con ADSL2.

En la Figura 1-4 se muestra una gráfica que muestra la velocidad de los estándares ADSL2+ y ADSL2 en función de la distancia al POP (Punto de Presencia por sus siglas en inglés) de manera aproximada.

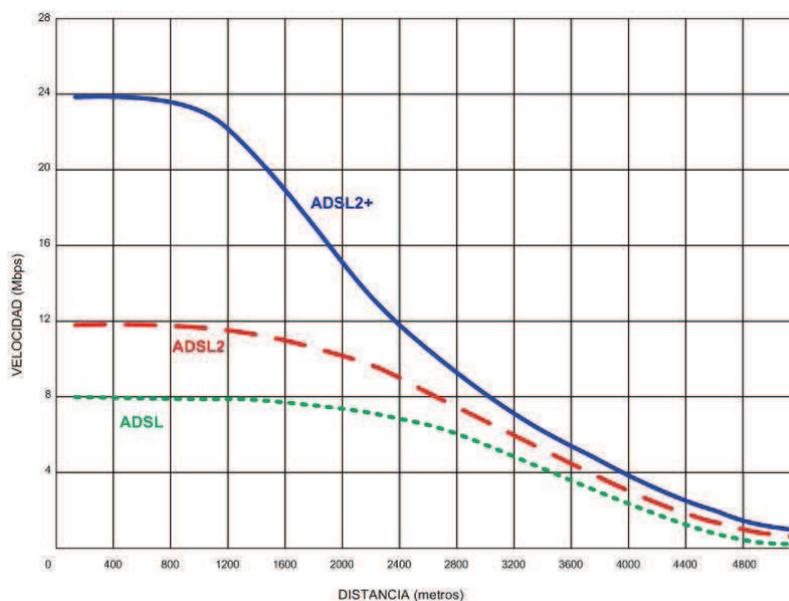


Figura 1-4: Comparación de velocidades entre ADSL, ADSL2 y ADSL2+⁵

No se puede hablar de una distancia máxima o mínima para una conexión de cierta velocidad puesto que la velocidad de estos enlaces depende de dos magnitudes involucradas en las líneas de transmisión que son: el ruido y la atenuación.

⁵ Quick Eagle Networks, "ADSL2+: Revolutionizing the Broadband Market", 2005

En otras palabras, mientras mayor sea la relación señal a ruido (menor ruido) y mientras menor sea la atenuación, mayor velocidad de transmisión se podrá alcanzar en un enlace según se muestra en la Tabla 1-1.

	ADSL			ADSL2+		
Velocidad de Tx (subida / bajada)	1024 / 300	2048 / 300	4096 / 512	10000 / 300	12000 / 300	14000 / 512
Señal a ruido (bajada)	≥8dB	≥8dB	≥8dB	≥8dB	≥8dB	≥8dB
Señal a ruido (subida)	≥8dB	≥8dB	≥8dB	≥8dB	≥8dB	≥8dB
Atenuación (bajada)	≤48dB	≤48dB	≤39dB	≤45dB	≤35dB	≤30dB
Atenuación (subida)	≤45dB	≤45dB	≤24dB	≤40dB	≤30dB	≤25dB

Tabla 1-1: Niveles de señal a ruido y atenuación típicos de ADSL y ADSL2+⁶

Existen algunos routers en el mercado que permiten conexiones de tipo ADSL, ADSL2 y ADSL2+, lo que permite a compañías proveedoras de servicios de Internet ofrecer diferentes tipos de servicios con la misma infraestructura.

La principal diferencia con respecto a ADSL es que esta tecnología permite utilizar el doble de espectro utilizado sobre el mismo cable de cobre, lo que permite un mayor caudal de información.

Teóricamente se puede llegar a velocidades de descarga de hasta 24 Mbps a distancias cercanas a la central, sin embargo, a distancias superiores a 3000 metros, las diferencias con respecto a ADSL2 y ADSL son muy pequeñas. Esto se da porque la parte superior del espectro de frecuencia utilizado por ADSL2+ es la más vulnerable a los efectos de diafonía y atenuación, por tanto constituye un limitante en cuando a la distancia soportada.

El estándar UIT-T G.992.5 contiene algunos anexos que permiten brindar diferentes calidades de servicio:

- El Anexo A considera un ADSL2+ con compatibilidad para POTS, es decir se puede compartir ADSL2+ con un canal telefónico estándar.
- El Anexo B ofrece compatibilidad con ISDN, por lo que se permite usar ADSL2+ e ISDN por el mismo par de cobre.
- El Anexo I considera un modo sólo digital, que considera un mayor canal de subida pero no soporta canales telefónicos.

⁶ <http://america.testdevelocidad.es/adsl-ruido-atenuacion.html>

- El Anexo M ofrece un modo compatible con POTS que ofrece un caudal de subida extendido a costa de disminuir el canal de bajada.

ADSL2+ amplía en gran medida el rango de frecuencia utilizado para la transferencia de datos en sentido descendente, llegando hasta los 2.2 MHz, esto es lo que permite lograr conexiones de hasta 24 Mbps de bajada sobre líneas de cobre estándares; los estándares anteriores ocupaban una frecuencia de hasta 1.1 MHz.

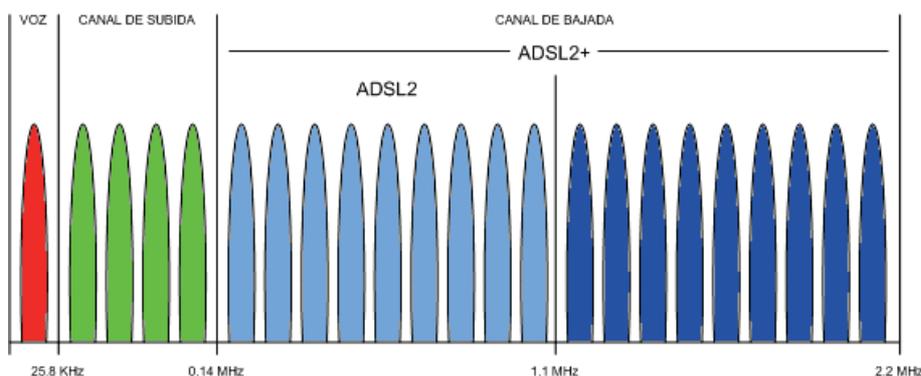


Figura 1-5: Bandas de frecuencia utilizadas por ADSL2 y ADSL2+⁷

Gracias al gran ancho de banda disponible en las conexiones de tipo ADSL2+ y a la independencia de canales heredado de ADSL2, este estándar permite la simultaneidad de servicios sobre una misma conexión, es decir, navegación, voz sobre Internet, televisión digital o video bajo demanda, etc.

Las nuevas características de los dispositivos de interconexión incluyen detección de errores y mejoras en la conexión entre transmisores y receptores entre la operadora y el cliente, lo cual permite a las compañías proveedoras de servicios supervisar en tiempo real el funcionamiento de las conexiones para evitar posibles faltas de funcionamiento.

Además se mantiene el mismo mecanismo existente desde ADSL que permite la conexión de las PC de usuario mediante un enlace de tipo Ethernet. Las diferencias entre los estándares ADSL, ADSL2 y ADSL2+ se resumen en la Tabla 1-2. Cabe indicar que las velocidades de transmisión máxima de las tecnologías DSL varían en función de la distancia por lo que estos datos son teóricos.

⁷ Quick Eagle Networks, "ADSL2+: Revolutionizing the Broadband Market", 2005

CARACTERÍSTICAS	ADSL	ADSL2	ADSL2+
Rango de frecuencia de bajada (MHz)	0.14 - 1.1	0.14 – 1.1	0.14 – 2.2
Rango de frecuencia de subida (KHz)	25.8 – 138	25.8 – 138	25.8 – 138
Velocidad de bajada (Mbps)	8	12	24
Velocidad de subida (Mbps)	1	2	4
Tiempo de sincronización (seg)	10 – 30	3	3
Corrección de errores	No	Sí	Sí

Tabla 1-2: Comparación entre ADSL, ADSL2 y ADSL2+

Como se puede ver en la Tabla 1-2, el ADSL2+ duplica el rango de frecuencias para los datos de bajada, lo que permite alcanzar velocidades mucho mayores que en ADSL y ADSL2 además el mecanismo de corrección de errores permite que las compañías proveedoras del servicio monitoreen la conexión y puedan prevenir fallas en el funcionamiento del enlace.

Las aplicaciones más comunes que necesitan conexión y el ancho de banda necesario se muestran en la Tabla 1-3.

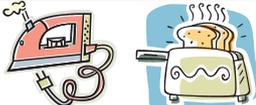
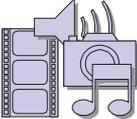
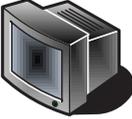
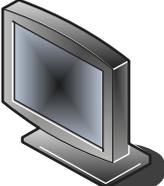
Aplicación	Velocidad de Tx	
 Descarga de datos	< 1 Mbps	
 Aplicaciones de domótica	< 1 Mbps	
 Telefonía IP y mensajería	1 Mbps	
 Música bajo demanda y contenido multimedia	1.5 Mbps	
 Televisión digital estándar	2 Mbps	
	Televisión digital alta definición HDTV	10 Mbps
	Televisión digital HDTV varios canales	20 Mbps

Tabla 1-3: Aplicaciones más comunes según el ancho de banda disponible

A pesar de la aparente baja utilización que se da en la actualidad a las conexiones de banda ancha, las demandas multimedia de las páginas web y la evolución de la tecnología demanda cada vez mayores requerimientos.

1.3 VOZ SOBRE INTERNET Y VOZ SOBRE IP (VOIP)

En términos generales, VoIP (Voice over Internet Protocol) es la denominación que se le da a la tecnología utilizada para brindar servicios de telefonía a través de una red basada en el protocolo IP, ya sea mediante software para una PC conectada a esta red o mediante un dispositivo en hardware.

La telefonía IP, permite a los usuarios comunicarse entre sí utilizando Voz sobre Internet o Voz sobre IP como plataforma de transferencia de datos; sin embargo, el término Voz sobre Internet que se utiliza en el Ecuador no permite la interconexión de este sistema con la Red Pública de Telecomunicaciones.

1.3.1 VENTAJAS DE LA TELEFONÍA IP

Entre las principales ventajas de esta tecnología tenemos:

- De manera similar a las comunicaciones mediante líneas telefónicas tradicionales que establecen un circuito entre el origen y el destino de la llamada, las comunicaciones mediante VoIP ocupan la tecnología de conmutación de paquetes presente en Internet, la cual permite optimizar el uso del ancho de banda y enrutar múltiples conversaciones al mismo tiempo por toda la red lo que abarata costos y optimiza el ancho de banda ocupado por cada usuario.
- Las llamadas entrantes son redireccionadas automáticamente a un teléfono IP sin importar la ubicación de éste, siempre y cuando esté conectado a la red, es decir que una persona puede llevar un teléfono IP a cualquier parte del mundo y recibir o realizar llamadas telefónicas como si estuviera en su casa.

- Muchos países han asignado números de teléfono gratuitos con VoIP existiendo la posibilidad de incorporar llamadas con un solo clic, de tal manera que permitan acceso inmediato a servicio al cliente, información de tarificación, etc.
- Los call centers pueden trabajar desde cualquier parte con una conexión a Internet lo suficiente rápida y estable. Incluso los usuarios de esta tecnología pueden acceder a tarjetas de telefonía pre pagadas para acceder a un teléfono con capacidad VoIP en cualquier parte del mundo.
- La mayoría de los paquetes de VoIP incluyen muchas características que las compañías de telefonía pública no ofrecen o cobran a sus usuarios, como por ejemplo: identificación de llamadas, llamada en espera, etc.
- Existen programas de mensajería instantánea que permiten hacer llamadas vía Internet a bajo costo y programas cliente basados en Skype, GoogleTalk y otros con similares ventajas.
- Los teléfonos VoIP se pueden integrar con otros servicios disponibles en Internet, como por ejemplo video conferencia, mensajes de texto, envío de archivos, manejo de contactos, entre otros.
- En general, la utilización de servicios de VoIP no está tarifado por el tiempo de consumo, ni por la distancia de la persona llamada y existe la posibilidad de hablar con varias personas a la vez (conferencia).

1.3.2 DESVENTAJAS DE LA TELEFONÍA IP

Sin embargo, el uso de esta tecnología también tiene algunos inconvenientes:

- Existen dificultades en el envío de faxes, debido a inconvenientes del software y la red en la mayoría de usuarios. Para tratar este problema se está definiendo un protocolo alternativo basado en IP para el envío de Fax sobre IP denominado protocolo T.38 o también enviando el fax como un adjunto de correo, de tal manera que sea el sistema final el encargado de almacenarlo e imprimirlo.

- Otro de los problemas que limitan el servicio y su movilidad es la necesidad de requerir una conexión a Internet, por lo tanto, la disponibilidad, calidad y velocidad del servicio depende de las características de esta conexión. Muchos usuarios de VoIP en otros países, aún mantienen una línea análoga para marcar números de emergencia y utilizar máquinas de fax tradicionales.
- Otro problema con los dispositivos para VoIP es que necesitan de una fuente de poder externa a la línea telefónica, lo que los hace inútiles en el caso de fallos de energía; el usuario puede escoger el redireccionar las llamadas entrantes hacia un número alterno. Si el teléfono VoIP es utilizado dentro de una LAN sin conexión a Internet, podría consumir más recursos en comparación con una PABX.
- Debido a que el protocolo UDP (por el cual se transmiten las tramas IP) no provee un mecanismo de ordenamiento de paquetes recibidos, esto trae problemas que afectan a la calidad del servicio, especialmente si el enlace se da a través de satélites o si existen firewalls o traductores de direcciones en medio. Entre los principales problemas que afectan a la calidad de las llamadas están: retraso (latencia de la red), pérdida de paquetes, jitter, eco y seguridad.
- Debido a la característica de VoIP que es independiente de la ubicación geográfica, es posible que las llamadas de emergencia no puedan ser redireccionadas a un call center cercano debido en muchos casos a la imposibilidad de determinar la ubicación exacta del usuario.
- Muchos proveedores de Internet no han adoptado un estándar común global (como E.164) para identificar una línea telefónica y peor para teléfonos VoIP, por lo tanto existen muchos esquemas incompatibles cuando se realizan llamadas entre proveedores de telefonía IP.
- La mayor parte de aplicaciones sobre VoIP todavía no soportan encriptación, por lo tanto es posible el sniffing de conversaciones de este tipo. Los esquemas de codificación y compresión de audio son conocidos abiertamente y no representan ningún grado de seguridad, por lo tanto se necesita de

algoritmos que garanticen la seguridad de las comunicaciones mediante encriptación o autenticación utilizando protocolos como por ejemplo IPSec.

- La identificación de llamadas entre dos o más usuarios de telefonía IP permite no sólo conocer el número del llamante si no también datos adicionales como su nombre por ejemplo; pero estas capacidades no están disponibles si la conexión se realiza con la PSTN. Otro problema relacionado es que la ID proporcionada por el llamante puede ser cambiada por motivos de seguridad, pero esto también se puede prestar con razones deshonestas.

El estándar para VoIP permite que las compañías proveedoras de servicios de Internet puedan brindar telefonía a gran escala a sus usuarios de banda ancha aprovechando las ventajas de esta tecnología y disminuyendo los costos de las llamadas internacionales y los servicios agregados.

Entre las posibilidades de estos servicios están las tasas planas, es decir que el usuario paga una mensualidad fija por un servicio de telefonía ilimitado (con ciertas restricciones).

Además existen un sinnúmero de servicios de telefonía en software, los cuales permiten la realización de llamadas gratis de PC a PC y llamadas a bajo costo a teléfonos fijos mediante la adquisición de minutos pre pagados; incluso se puede adquirir hardware que trabaje en conjunto con estos paquetes de software de tal manera que se pueda convertir a una PC en un teléfono.

Otro uso que se puede dar a VoIP es servir como estándar para comunicaciones en un ambiente móvil, es decir que se pueden enrutar las llamadas ya sea para un ambiente de telefonía celular o para crear un sistema de radio, en el cual el principal repetidor sería el Internet, y por lo tanto podría comunicar a usuarios alrededor del mundo.

A pesar de todas las ventajas y desventajas de la telefonía IP, la principal limitante de las comunicaciones mediante esta tecnología en todos los países del mundo es la normativa vigente para la prestación de este servicio. Así, mientras en algunos países como los europeos, esta tecnología está totalmente regulada, en América Latina está en vías de su regulación y por tanto aún no se puede

prestar a su implementación a gran escala. Además las diferencias de las reglamentaciones en distintos países crean un problema para las transnacionales que pretenden expandir el alcance de sus usuarios, así en países como el nuestro, la interconexión con la red telefónica pública está prohibida mientras que en otros como Panamá, el uso de VoIP es sometido a impuestos.

Los estándares existentes son muchos, como por ejemplo: Back-to-back user agent, Distributed Universal Number Discovery, H.323, IP Multimedia Subsystem, Inter-Asterisk eXchange, Jingle (protocol), Media Gateway Control Protocol, Megaco, MiNET, Network Voice Protocol, Network-based Call Signaling, OMA PAG, Open settlement protocol, SIP Requests, SIP Responses, Session Initiation Protocol (SIP), Signaling Compression, Signaling gateway, Skinny Client Control Protocol, Skype Protocol, T.37, T.38 y Truphone, entre los cuales se mencionan tanto estándares públicos como propietarios.

Entre los estándares más populares para VoIP se encuentran el SIP y el H.323. Inicialmente, H.323 fue el estándar más ocupado, pero poco a poco el estándar SIP se ha ido imponiendo en las comunicaciones, especialmente en las últimas millas debido a su calidad y a la facilidad de atravesar NAT y firewalls.

Para el caso de las compañías portadoras, se utiliza mayoritariamente el protocolo H.323 para los enlaces de backbone, esto incluso para dirigir en muchos casos las llamadas de telefonía analógica en redes basadas en IP.

1.3.3 FORMA DE ACCESO A TELEFONÍA IP

Existen dos formas principales de acceder a los servicios de telefonía IP para los usuarios domésticos:

La primera consiste en utilizar un teléfono conectado a la computadora (generalmente teléfono conectado a un puerto USB), el cual trabaja en conjunto con un software de un proveedor de minutos IP como Skype; pero también se pueden utilizar adaptadores VoIP USP (ATA, Analogue Telephone Adaptor) de tal manera que se puede conectar un teléfono normal a la computadora para utilizarlo con telefonía IP. Generalmente, es una forma barata de adaptar un

teléfono a la computadora pero la calidad de audio es menor en comparación con la utilización de un micrófono.

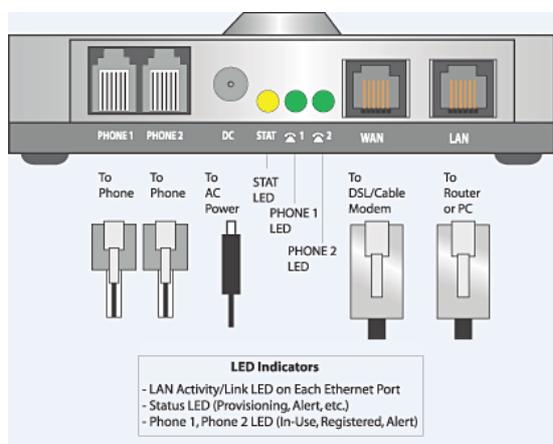


Figura 1-6: Adaptador para conectar un teléfono analógico a una red IP⁸

La otra forma de utilizar telefonía IP para un usuario es adquirir un teléfono VoIP, el cual se conecta al router ADSL que ofrece la compañía proveedora de servicios de Internet para el servicio de banda ancha. Tanto el servicio de VoIP como los equipos necesarios se los puede conseguir a través del ISP. Esta solución es más complicada en comparación con la anterior pero brinda una mayor calidad en el servicio y un ahorro porque no necesita de un computador encendido para el funcionamiento del teléfono.

1.3.4 ESQUEMA DE FUNCIONAMIENTO DE UNA LLAMADA NORMAL Y CON VOIP

Una llamada telefónica típica se produce de la siguiente manera:

1. Un usuario levanta el auricular de su teléfono y escucha un tono, lo cual le permite saber que está conectado al punto de presencia de la compañía telefónica.
2. Se marca el número telefónico deseado.
3. La llamada es dirigida al switch del operador de telefonía y de ahí al lugar donde está destinada.

⁸ <http://en.wikipedia.org/wiki/Voip>

4. Se establece una conexión entre los usuarios de inicio y destino de la llamada a través de los conmutadores que se encuentran en el camino.
5. El teléfono suena en el otro extremo de la línea y alguien contesta la llamada.
6. Después de conversar, se cuelga el teléfono.
7. Cuando la llamada es terminada, el circuito se libera y también todos los conmutadores de por medio.

En el caso de una llamada típica, se establece un circuito de conexión entre el inicio y el destino de la misma por toda la duración de la llamada, sin importar si los usuarios hablan o no, lo que desperdicia mucho ancho de banda.

En el caso de una llamada telefónica mediante VoIP, se produce lo siguiente:

1. El ATA recibe la señal y devuelve un tono, para que el usuario pueda saber que está conectado a la red.
2. El usuario marca el número de teléfono del destinatario y esta señal se convierte en digital mediante el ATA (Analogue Terminal Adapter) y además es almacenada temporalmente.
3. Los datos del usuario con el número de teléfono son enviados a la compañía proveedora del servicio de VoIP y se chequea la validez del número marcado.
4. El procesador de la compañía determina el destino de la llamada y el número telefónico es convertido a una dirección IP. Se direcciona la llamada hacia el destino y la señal es recibida en el ATA del mismo, el cual convierte esta señal en un timbre.
5. Una vez que el teléfono es levantado en el otro extremo, se establece una sesión entre los dos teléfonos; esto quiere decir que cada sistema espera recibir paquetes del otro. Los paquetes con información de voz son enviados a través del Internet de la misma manera que una página Web utilizando el mismo protocolo de comunicación en ambas partes. El sistema establece dos canales, uno en cada dirección.

6. Mientras se realiza la conversación, se transmiten paquetes en ambos sentidos de la conexión y la información es convertida de audio análogo a digital y viceversa.
7. Cuando la conversación termina, el usuario cuelga el auricular. En este momento, se cierra el circuito entre el teléfono del usuario y el ATA.
8. El ATA envía una señal al proveedor para terminar la sesión y éste lo comunica al sistema remoto para que el destino reconozca que la llamada ha terminado.

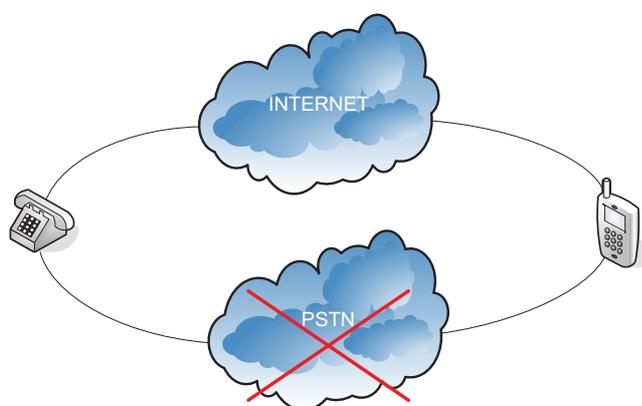


Figura 1-7: Esquema básico de VoIP

Debido a los esquemas de conmutación de paquetes utilizados en el protocolo IP, una misma llamada puede ser enrutada por diferentes conmutadores durante el transcurso de la misma, además, debido a los diferentes estándares de compresión utilizados, las pausas entre conversaciones y los silencios permiten reducir el ancho de banda de las comunicaciones mediante este método.

1.3.5 PROTOCOLOS VOIP

A pesar que la telefonía IP permite enviar la información de una red de conmutación de paquetes, lo cual optimiza el ancho de banda que utiliza una conversación, el envío de paquetes IP desordenados desperdicia gran cantidad de información contenida especialmente en las cabeceras de los datagramas IP. Este problema se hace especialmente importante en los países de Latinoamérica por ejemplo en donde, en comparación con Europa o Estados Unidos, las conexiones a Internet aún son muy caras y lentas.

Al igual que la UIT regula los estándares para las telecomunicaciones entre las cuales se encuentran la telefonía tradicional, la IETF⁹ regula los estándares que rigen el Internet y por tanto el estándar VoIP.

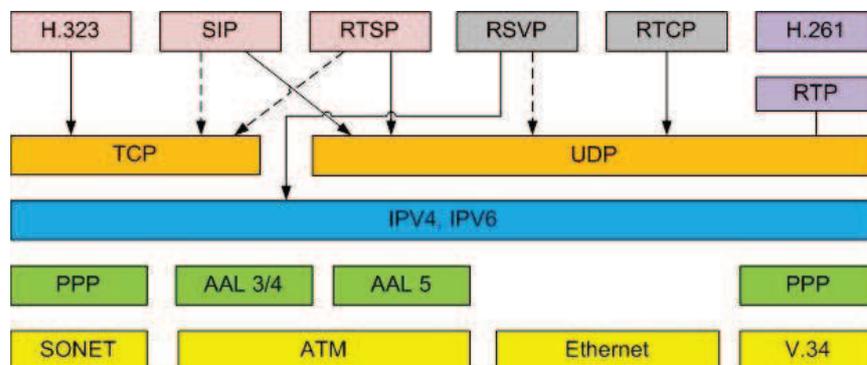


Figura 1-8: Stack de protocolos para VoIP¹⁰

La telefonía IP permite la comunicación entre personas utilizando el protocolo IP de manera independiente de la infraestructura de comunicaciones utilizada, tal como se muestra en la Figura 1-8 y añade muchas características a la telefonía normal. Entre los protocolos de VoIP más importantes podemos mencionar:

- Back-to-back user agent
- Distributed Universal Number Discovery
- H.323
- IP Multimedia Subsystem
- Inter-Asterisk eXchange
- Jingle (protocol)
- Media Gateway Control Protocol
- Megaco
- MiNET
- Network Voice Protocol
- Network-based Call Signaling
- OMA PAG
- Open settlement protocol
- SIP Requests
- SIP Responses

⁹ IETF: International Engineering Task Force

¹⁰ <http://www.securityartwork.es/2008/02/27/voip-protocolos-de-transporte/>

- Session Initiation Protocol
- Signaling Compression
- Signaling Gateway
- Skinny Client Control Protocol
- Skype Protocol
- T.37
- T.38
- Truphone

De todos estos, los protocolos más referenciados son H.323 y SIP por estar soportados por la mayoría de equipos en el mercado; sin embargo hay que mencionar que también son importantes protocolos como Skype debido a la popularidad de este programa y Inter-Asterix protocol por ser de código abierto y basado en el popular programa Asterix para centrales telefónicas.

1.3.5.1 H.323

El conjunto de protocolos H.323 fue diseñado por la UIT para definir formas de envío de audio, video y datos a través de redes basadas en IP como el Internet.

Entre los protocolos para el intercambio de datos, audio y video que incluye este estándar se encuentran: H.225, Q.931 y H.245 para señalización; RTP y RTCP para transmisión de voz; G.711 (PCM), G.723 y G.728, H.261 y H263 para compresión, H.235 para seguridad, etc.

Video	Audio	Datos	Transporte
H.261	G.711	T.122	H.225
H.263	G.722	T.124	H.235
	G.723.1	T.125	H.245
	G.728	T.126	H.450.1
	G.729	t.127	H.450.2
			H.450.3
			RTPX.224.0

Tabla 1-4: Conjunto de protocolos H.323¹¹

H.323 hace uso de RTP para transportar los flujos de información a través de la red, mientras que RTCP se utiliza para la señalización de dichos flujos. RTCP es

¹¹ http://www.citel.oas.org/newsletter/2008/diciembre/ngn-normas_e.asp

transportado sobre el protocolo TCP, por lo que la información de señalización se transmite de manera confiable por la red.

En el proceso de establecimiento de una llamada sobre H.323 intervienen las siguientes entidades:

- *Gatekeeper*: Realiza el proceso de control de admisión de la llamada, en el cual se realizan tareas de direccionamiento y resolución de números telefónicos (E.164) a direcciones IP y viceversa.

- *Endpoint*: Se refiere a los puntos finales entre los cuales se establece una comunicación (equipos de usuario).

A pesar de que H.323 tiene algunos de protocolos que permite compatibilidad con muchas aplicaciones, este estándar no fue diseñado específicamente para VoIP como es el caso de SIP.

1.3.5.1.1 Arquitectura del protocolo H.323

El procedimiento de llamadas según el protocolo H.323 se realiza mediante los siguientes pasos:

- Se realiza el intercambio de mensajes entre el gatekeeper y el equipo de usuario, se realiza la traducción de direcciones, autorización de llamadas y gestión del ancho de banda. También se conoce como fase RAS.
- Se establece una conexión lógica entre endpoints con el intercambio de información con el protocolo Q.931. Este mismo protocolo se encargará de la terminación de la llamada y liberación de la conexión.
- Se negocia el intercambio de información de usuario entre endpoints haciendo uso del protocolo H.245, para establecer el uso del canal y posibilidades.
- Según la interacción del gatekeeper en el mantenimiento de la llamada, se pueden establecer dos modelos: llamada H.323 directa (direct routed model) y llamada H.323 indirecta (gatekeeper routed model).

El establecimiento de la llamada se realiza mediante los protocolos RTP/RTCP establecidos en la fase H.245, utilizando canales lógicos previamente abiertos en los endpoints (unidireccionales).

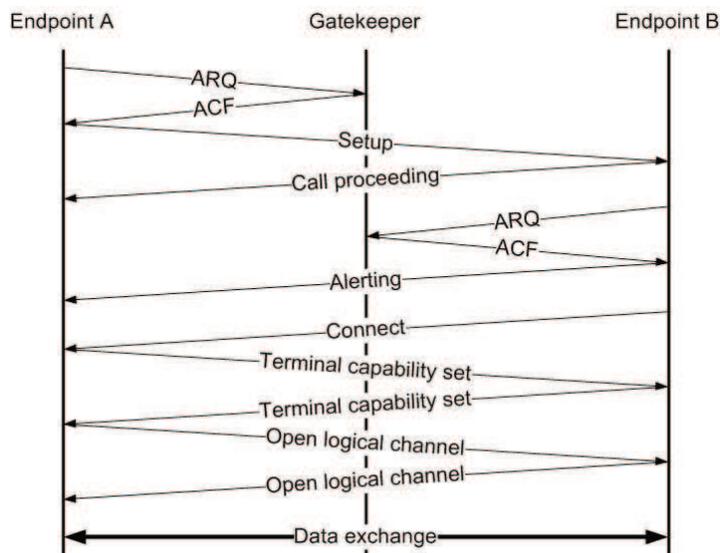


Figura 1-9: Procedimiento para el establecimiento de una llamada según H.323¹²

La arquitectura del protocolo H.323 se encuentra definida por un conjunto de capas como el mostrado en la Figura 1-10.

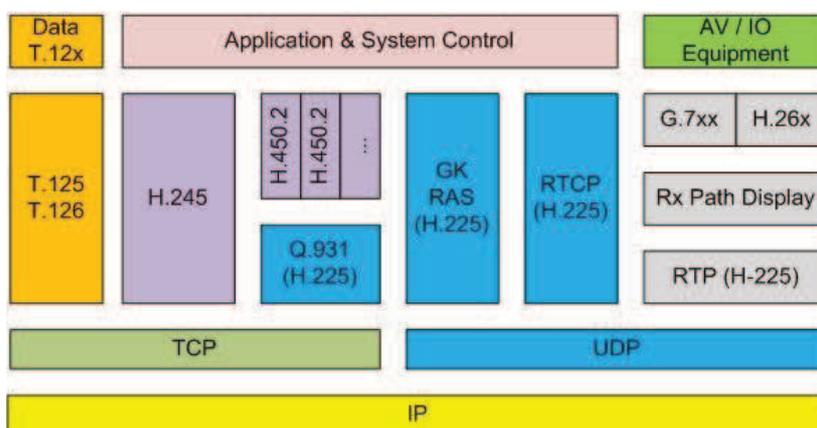


Figura 1-10: Arquitectura del protocolo H.323

1.3.5.2 SIP (Session Initiation Protocol)

SIP es un protocolo diseñado específicamente para aplicaciones VoIP, por lo tanto es más pequeño, más simple y más eficiente que H.323.

Este protocolo de intercambio de información utiliza dos canales en cada sentido, uno de voz y otro de señalización. Se encarga principalmente de:

¹² http://mateovilar.com/articulo_143.html

- Autenticación de los usuarios
- Negociación de la calidad de la llamada telefónica
- Intercambio de direcciones IP y puertos que se van a utilizar para enviar y recibir la información de voz.

El protocolo SIP generalmente hace uso de proxys para facilitar el establecimiento de llamadas entre dos teléfonos VoIP que funcionan con SIP. Estos proxys son los encargados de realizar el proceso de registro de un equipo VoIP cuando éste cambia de ubicación, de tal manera que facilitan la independencia en la ubicación de las comunicaciones.

En el diagrama siguiente, los PBX representan a la central telefónica, teléfono IP o adaptador IP conectado a un teléfono convencional y GW representa el gateway en Internet por donde se enruta la llamada.

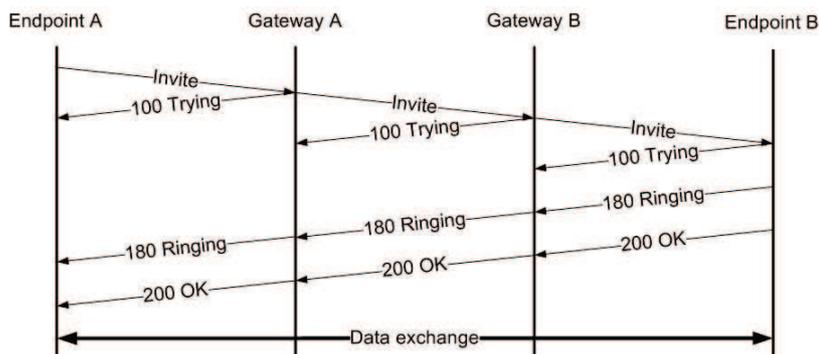


Figura 1-11: Establecimiento de una llamada mediante el protocolo SIP¹³

Cuando se realizan las conversaciones en Internet utilizando SIP, el flujo de paquetes de voz es transmitido mediante un protocolo denominado RTP (Real-Time Transport Protocol) que es el que se encarga de que las comunicaciones lleguen a su destino. El protocolo RTP además define el mecanismo para enviar audio y video en Internet. Como en una conversación existen dos flujos de voz, en una conversación en una red IP existen dos flujos de paquetes IP, sin embargo, en casi todas las conexiones de Internet existen equipos que ejecutan la función de NAT (Network Address Translation), la cual permite a muchos usuarios conectados a Internet compartir direcciones IP simultáneamente. Esto hace que

¹³ http://www.isoc.org/seinit/portal/index.php?option=com_content&task=view&id=43&Itemid=26

en algunos casos las conversaciones sobre IP no puedan provenir del exterior o que en el caso de una llamada, el audio se produzca en un sólo sentido.

1.3.5.2.1 Arquitectura del protocolo SIP

Según el protocolo SIP, el agente de usuario (cliente) se conecta a un servidor, de tal manera que las llamadas se realizan mediante sesiones P2P (peer to peer) utilizando un protocolo cliente/servidor. El servidor se encarga de la resolución de nombres y ubicación de usuarios; además de la redirección y distribución de las llamadas y mensajes.

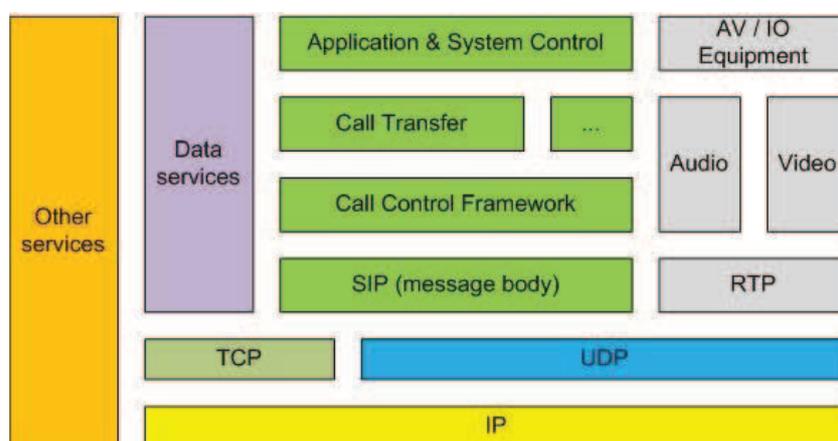


Figura 1-12: Arquitectura del protocolo SIP

1.3.5.3 IAX (Inter Asterisk eXchange)

Este protocolo de comunicación y su segunda versión IAX2 fueron creados en conjunto con la PBX Asterisk y es una alternativa al uso de los protocolos anteriores.

A diferencia de SIP que utiliza dos flujos de datos para voz y otros dos para señalización, IAX2 usa sólo un par de flujos de voz y datos coexistentes.

Tiene como principal ventaja que puede empaquetar varias llamadas dentro del mismo flujo de paquetes IP, lo que disminuye las cabeceras de cada uno y por ende optimiza el ancho de banda, además es la opción más adecuada para las zonas con gran presencia de NATs y firewalls.

Uno de los principales problemas para la masificación de VoIP es que los principales protocolos no son ampliamente adoptados y en muchos casos no son totalmente compatibles entre sí.

Existen varias soluciones en el mercado para soportar VoIP, entre los paquetes de software más populares tenemos:

- SJPHONE, trabaja en Windows, Linux y Mac. Soporta H.323 y SIP y soporta un sinnúmero de estándares como G.711a, G.711u, GSM, etc.
- EXPRESS TALK, trabaja sólo en Windows. Soporta sólo el protocolo SIP pero admite hasta 4 canales simultáneamente.
- EYEBEAN (X-TEN), se encuentra disponible para Windows, Mac y Pocket PC. Soporta el protocolo SIP y tiene capacidad de hasta 4 canales SIP simultáneamente.
- ADORE SOFTPHONE, disponible en Windows y Pocket PC. Soporta el protocolo G.729 sobre SIP.

Además se pueden utilizar programas preconfigurados como por ejemplo SKYPE, GIZMO, DINGOTEL y programas de mensajería instantánea que ahora incluyen funciones de voz como MSN Messenger, Yahoo Messenger, ICG Phone, Google Talk, entre otros.

1.4 NUEVAS TECNOLOGÍAS Y APLICACIONES SOBRE INTERNET

En el constante crecimiento y evolución del Internet aparecen continuamente nuevas tecnologías, como las mencionadas anteriormente; sin embargo existen nuevos desarrollos ligados al Internet cuyo aporte puede llegar a ser muy significativo y se señalan a continuación.

1.4.1 WEB 3.0

La WEB en sí debido a su evolución ha recibido últimamente la denominación 3.0 lo que significa que se está convirtiendo en un medio que representa una verdadera base de datos apta para su exploración libre sin necesidad de navegadores, en donde se incluyan múltiples tecnologías de inteligencia artificial

que faciliten las búsquedas, la integración del software y la colaboración entre sus usuarios.

En un principio, el contenido en Internet era un conjunto de páginas con contenido estático y fijo que se ponía a disposición de los usuarios. Con las mejoras en las herramientas para creación de páginas WEB, se ha permitido que los desarrolladores mejoren sus diseños por lo que se ha podido agregar interactividad al contenido mostrado; ahora se puede interactuar con controles, agregar comentarios (bloguear), utiliza contenido de audio y video, etc.

La idea detrás de WEB 3.0 es que toda la información contenida en Internet no se encuentre de forma oculta si no que contenga información adicional que pueda ser entendida por los servidores para de esta manera mejorar las búsquedas y la experiencia al navegar, es por esto que también se denomina web semántica. Por ejemplo se debería poder realizar búsquedas solo con criterios de búsqueda específicos, sin tener que escribir ningún carácter especial ni omitir signos de puntuación. Se debería poder buscar multimedia sólo proporcionando un archivo de audio o una imagen para encontrar resultados similares.

Para permitir la realización de estas búsquedas avanzadas, se sugiere la posibilidad de seguir un formato estándar para “actualizar” el contenido existente en el Internet; estos formatos se denominan microformatos. Con los microformatos se podrá agregar etiquetas al contenido WEB de tal manera que se pueda distinguir la información de personas, citas, opiniones, utilizando microformatos hCard, hCalendar, hReview, etc. similar a los tags o información adicional añadida por los usuarios al contenido cargado o revisado. Esta información adicional en las páginas WEB permitirá no sólo realizar mejores búsquedas en Internet sino permitir que los navegadores obtengan información de manera inteligente sin intervención del usuario y se comporten de manera similar para facilitar el proceso de aprendizaje.



Figura 1-13: Funcionalidades de WEB 3.0¹⁴

1.4.2 VIDEO SOBRE DEMANDA

Se denomina Video sobre Demanda o Video bajo Demanda (VoD por sus siglas en inglés) al sistema que permite que los usuarios de Internet puedan observar y compartir contenido de video a través de esta red como parte de un sistema de televisión interactiva.

VoD ofrece a los usuarios la posibilidad de acceder a transmisiones de video streaming o video en tiempo real o descargarlos ya sea de forma gratuita o pagada para poder verlos posteriormente. Este contenido tiene las mismas características de un reproductor de DVD como opciones de reproducción, pausa, adelantado, retroceso, etc. Además de permitir trabajar con el contenido almacenado en el disco duro de la computadora del usuario.

Es posible añadir servidores de video en una red LAN, o para proveer servicio a una amplia audiencia en una WAN, las cuales se conectan a Internet mediante conexiones DSL comunes o cable módems. De esta manera el ISP o empresa de servicios puede ofrecer estas alternativas fácilmente mediante equipos de reciban contenido convirtiéndose en un VHO (Video Head-end Office) y de esta manera poder ofrecer contenidos de video generados localmente.

¹⁴ <http://blog.mozilla.com/faaborg/2006/12/13/microformats-part-2-the-fundamental-types>

Sin embargo este servicio aún tiene que competir con soluciones más probadas en el mercado como es el caso de Pay-per-View de las compañías de cable y los sistemas de TiVo que permiten el almacenamiento y posterior reproducción de contenido de video, las cuales a pesar de no ofrecer la gran cantidad de contenido ofrecido a través del Internet, aún siguen siendo más prácticas y económicas.

Entre otros sistemas parecidos de contenido de video disponibles en la actualidad se encuentran NVOD (Near Video On Demand) que es un sistema parecido a Pay-per-View en el cual un proveedor de televisión por cable distribuye múltiples copias de programas televisivos en intervalos cortos de tiempo para ponerlos a conocimiento de sus usuarios o, PVOD (Push Video On Demand) que permite al usuario ver contenido automáticamente almacenado en una grabadora de video digital a partir de la misma señal de televisión por cable o satélite. Ejemplos de estos sistemas son Top Up TV Anytime y Sky Digital pero carecen de la versatilidad de VoD e IPTV. Dos de las aplicaciones IPTV prometedoras que están por aparecer en el mercado son Microsoft Mediaroom y Joost.



Figura 1-14: Plataforma Joost¹⁵

Sin embargo, y a pesar de que la mayoría de aplicaciones sobre Internet se adaptan al ancho de banda existente, son necesarias velocidades de transmisión mayores a 256 Kbps para tener una experiencia de video en tiempo real que sea aceptable para el usuario final, es decir que sea nítido y no se produzcan saltos durante su reproducción.

¹⁵ <http://www.joost.com/>

1.4.3 PLC (POWER LINE COMMUNICATIONS)

Power Line Communications es una tecnología que utiliza las líneas eléctricas para transmisiones simultáneas de datos y al igual que en el caso de ADSL tiene la ventaja que se puede extender sobre una infraestructura totalmente desarrollada y de gran cobertura como son la telefónica y la eléctrica. Esta técnica ya ha sido utilizada antes especialmente en instalaciones de luz y control para evitar el uso de cableado eléctrico adicional.

La tecnología PLC permite enviar datos junto con la electricidad que se distribuye a los hogares añadiendo por superposición una señal analógica junto con la corriente alterna estándar de 50 o 60 Hz. De esta forma, se puede implementar Broadband over Power Lines (BPL) con velocidades de transmisión de alrededor de los Mbps y Narrowband over Power Lines con velocidades mucho menores.

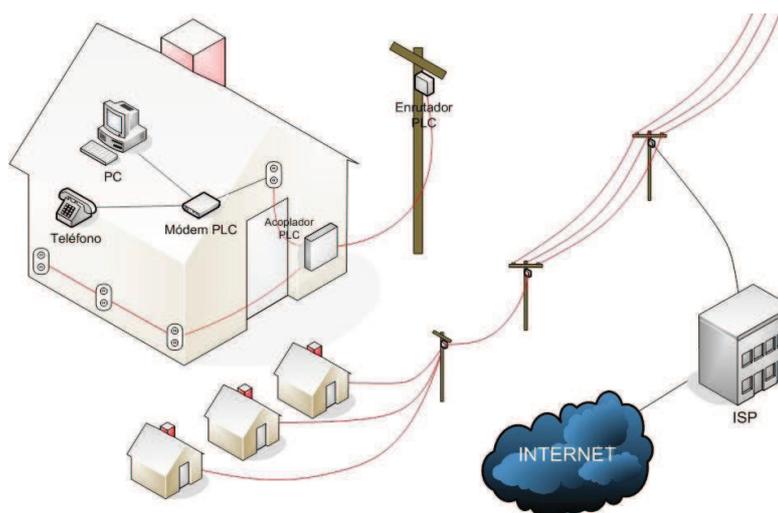


Figura 1-15: Esquema de distribución PLC

Las aplicaciones para hogares operan modulando la señal de datos con una portadora que va entre los 1 y 34 MHz utilizando señales digitales. Cada receptor debe tener una dirección de tal manera que las transmisiones puedan ser generadas en cualquier parte y decodificadas en el destino y la misma debe permitir la diferenciación entre usuarios y hogares puesto que la misma señal eléctrica se propaga no solo dentro de un hogar sino fuera de las fronteras del mismo. Además los equipos de transmisión de datos (módem PLC) pueden ser conectados a las tomas de corrientes normales en vez de utilizar cableado especial, éstos pueden recibir la señal de un repetidor situado en la caja de

medidores del edificio para una cobertura de hasta 256 equipos mediante una conexión principal de hasta 200 Mbps.

Aún no existe un estándar universal para la aplicación de esta tecnología, sin embargo éstos han sido desarrollados por diferentes compañías dentro del marco que permite la HomePlug Powerline Alliance y la Universal Powerline Association. Por ejemplo X10 es el estándar de facto utilizado por RadioShack en sus sistemas de prueba para PLC.

Otro de los beneficios de constar esta tecnología con infraestructura ya instalada es que puede facilitar la ubicuidad en los dispositivos, en especial electrodomésticos los cuales podrían incorporar a futuro un sinnúmero de tecnologías nuevas basadas en PLC sin la necesidad de agregar ningún dispositivo de datos adicional.

1.4.3.1 Ventajas

La principal ventaja de esta tecnología es que se puede instalar sin necesidad de infraestructura adicional para transmisión ya que utiliza las líneas de distribución eléctrica con una cobertura de la población superior al 90% lo que convierte a PLC como una alternativa muy atractiva en comparación con las actuales soluciones de banda ancha.

Debido a que utiliza las líneas eléctricas, se podrá conectar un equipo a un enchufe para obtener simultáneamente energía, voz y datos.

Además la conexión al igual que otras soluciones de banda ancha es permanente y el servicio eléctrico no se ve afectado.

Por la infraestructura instalada, el proceso de instalación es sencillo y rápido, lo que repercute en la calidad y precio de los servicios que se puedan ofrecer utilizando esta tecnología.

1.4.3.2 Desventajas

A pesar de los avances de la tecnología en lo que respecta a PLC, aún no se han podido resolver todos los problemas relacionados con interferencias, especialmente en altas frecuencias, lo que constituye un inconveniente para las

transmisiones de radioaficionados los que se han visto afectados en las primeras pruebas piloto.

Otro inconveniente es que las líneas de transmisión eléctricas no siempre se encuentran en buen estado y muchas veces los cables no están preparados para transportar señales de datos de alta velocidad, lo que podría afectar a sistemas de comunicación cercanos como aeropuertos, hospitales, embajadas, teléfonos inalámbricos, etc.

1.4.4 WIMAX (WORLDWIDE INTEROPERABILITY FOR MICROWAVE ACCESS)

WiMAX está definido en el estándar 802.16 y posteriormente 802.16a para redes de área metropolitana (MAN). Es una tecnología de transmisión inalámbrica que permite alcanzar distancias de hasta 48 Km y velocidades de hasta 70 Mbps sin la necesidad de línea de vista con las estaciones base. El concepto original de WiMAX, a diferencia de Wi-Fi fue el de brindar acceso de última milla sin la necesidad de cableado, lo que permitiría llegar a zonas rurales y reemplazar a los servicios de banda ancha.

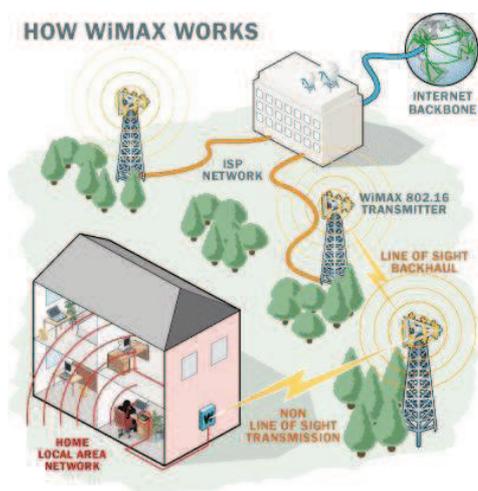


Figura 1-16: Esquema de una Red WiMAX y fotografía de una antena modelo.

La frecuencia de trabajo de WiMAX se encuentra en el rango de 2 a 11 GHz, sin embargo es independiente de la capa física sobre la cual trabaje, permitiendo que utilice diferentes esquemas de transmisión.

Esta no es la única tecnología de su tipo; es más, existen algunas tecnologías similares como es el caso de HiperAccess, HiperMAN e incluso Mobile-Fi que tratan de establecer prestaciones similares sin lograr tener la expectativa e importancia generada por WiMAX.

1.4.4.1 Características

Entre sus características principales se pueden mencionar:

- Gran alcance, mucho mayor que las redes Wi-Fi existentes.
- Mayor velocidad que los sistemas similares y de telefonía celular gracias a la utilización del esquema de codificación OFDM (Orthogonal Frequency Division Multiplexing)¹⁶ con 256 subportadoras.
- Sistema escalable, permite la adición de canales y la asignación de ancho de banda flexible soportando cientos de usuarios por canal con diferentes tipos de tráfico.
- Calidad de servicio e interoperabilidad de equipos gracias a la estandarización de esta tecnología, por lo que permite ofrecer servicios de datos, voz y video sobre una misma infraestructura.
- Seguridad mejorada mediante la implementación esquemas de autenticación de usuarios y algoritmos de encriptación como Triple DES (128 bits) y RSA (1024 bits).

1.4.4.2 Estándares WiMAX

Los dos principales estándares o clasificaciones de esta tecnología son:

- WiMAX Fijo (802.16d) que se encuentra en proceso de revisión final y está pensado para brindar acceso a Internet a hogares sin utilización de cableado.
- WiMAX Móvil (802.16e) que permite ofrecer no sólo comunicaciones sobre IP sino también movilidad, tomando en cuenta el proceso de cambio de celda (similar a la telefonía celular).

¹⁶ OFDM: Tipo de modulación utilizada para la transmisión de señales analógicas y digitales.

1.4.4.3 Aplicaciones

Por las características de esta tecnología, WiMAX representa la mejor solución en algunos casos:

- WiMAX fue pensado originalmente para realizar redes de tipo punto a punto y multipunto de largo alcance supliendo las limitaciones en ancho de banda y alcance de Wi-Fi.
- Debido a su alcance, esta tecnología puede ofrecer conectividad de diferente tipo a zonas donde no exista cobertura o sean de difícil acceso.
- Debido a la competitividad de costos y valor agregado en comparación con los enlaces de microondas y satélite, es una alternativa viable para brindar servicios de manera rápida.

1.4.5 FTTH (FIBER TO THE HOME)

Debido a las limitaciones de las líneas telefónicas como medios de transmisión de datos y al incremento de los requisitos de ancho de banda para las aplicaciones basadas en Internet, en países como Estados Unidos y Japón se está popularizando el uso de tecnologías como la denominada *fibra hasta el hogar* (FTTH por sus siglas en inglés).

La tecnología FTTH consiste en la utilización de la fibra óptica y sistemas de distribución ópticos como medio de transmisión hasta el hogar del abonado, para poder así sortear las limitaciones de las tecnologías de transmisión actuales como xDSL tales como interferencia, atenuación, entre otras.

FTTH utiliza la tecnología multiplexación por división de longitud de onda (WDM por sus siglas en inglés) y la red de acceso se puede realizar con una topología en estrella o con una red óptica pasiva (PON por sus siglas en inglés). PON define una red sin elementos activos que utiliza divisores ópticos para redireccionar los haces de luz en varias fibras y así poder compartir los segmentos principales de fibra óptica entre varios abonados, siendo ésta una alternativa más barata que la configuración en estrella.

FTTH es parte de la familia de tecnologías, por así decirlo, FTTx en donde x determina el alcance de su utilización. De esta manera se puede hablar de FTTH (Fiber to the Home), si llega hasta el hogar del abonado, FTTB (Fiber to the Building), si llega hasta el edificio, FTTC (Fiber to the Curb), si llega hasta el conjunto habitacional o FTTN (Fiber to the Node / Neighborhood), si el segmento principal de fibra óptica llega hasta el barrio.

CAPÍTULO 2

SITUACIÓN ACTUAL DEL ISP READYNET

2.1 DISEÑO ACTUAL DE LA RED DE READYNET

La empresa ReadyNet Cía. Ltda. es un Proveedor de Servicios de Internet que trabaja dentro del grupo de servicios de valor agregado (SVA) según resolución No. 466 del 5 de octubre de 2000 otorgada por el Consejo Nacional de Telecomunicaciones (CONATEL).

Proporciona servicios de acceso a Internet dentro y fuera de la ciudad de Quito. Para los usuarios dentro de la ciudad se ofrece acceso a Internet mediante dial-up y ADSL, mientras que para usuarios corporativos se ofrece ADSL y accesos dedicados ya sea por cable o de manera inalámbrica. Fuera de la ciudad de Quito, la empresa solo ofrece acceso dedicado para usuarios corporativos a través de enlaces de radio.

Las oficinas e infraestructura de comunicaciones de la empresa se encuentran ubicadas en la ciudad de Quito en Obispo Díaz de la Madrid 445 y La Isla. Desde allí se brinda soporte técnico y todos los servicios disponibles.

2.1.1 INFRAESTRUCTURA DE READYNET

Entre los equipos principales que forman parte de la infraestructura de telecomunicaciones de la empresa podemos mencionar los siguientes:

2.1.1.1 Switch Principal

El switch principal de la red interna de ReadyNet, es un CISCO Catalyst 2950. Este equipo permite la comunicación entre todos los equipos de la red a través de sus 24 puertos Fast Ethernet; es decir, permite conectarse a los clientes de las últimas millas con los enlaces de backbone a Internet, además brinda acceso a todos los servidores, e incluso permite conectar la red interna de oficinas de la empresa con la red de acceso a Internet para facilitar la administración y el

monitoreo tanto de los enlaces y los equipos de la empresa como también de los clientes conectados.

Además existen algunos equipos principales para proveer conectividad tanto hacia Internet mediante portadores autorizados o acceso a clientes mediante últimas millas propias o contratadas.

2.1.1.2 Salida a Internet por la CNT

Se realiza mediante un router Cisco 1841, es cual se conecta a un multiplexador de fibra óptica y a través de una VLAN a un enlace de 8 Mbps.

2.1.1.3 Salida a Internet por Global Crossing

Consiste de un equipo CISCO 2850, el cual está conectado a un DTU para proveer interconexión con un enlace de tipo Frame Relay con una capacidad de 6 Mbps.

2.1.1.4 Últimas millas para acceso Dial-Up

La conexión de los usuarios de tipo dial-up se realiza mediante un RAS (Remote Access Server) Patton 2996, el cual permite realizar las tareas de autenticación, autorización para los usuarios de la red mediante conexiones de tipo dial-up. Está conectado a dos enlaces de última milla de una capacidad de 2048 Kbps (1 E1) cada uno a través de dos equipos Modem Patton Netlink. El acceso de los clientes mediante conexiones dial-up se realiza mediante los PBX 2973600 y 2973601 asignados a estos equipos.

2.1.1.5 Última milla para clientes ADSL

Está implementado mediante un equipo CISCO 7200, que está conectado a dos conversores G.703 a v.35 los cuales están conectados a dos enlaces de fibra óptica proporcionados por la CNT con una capacidad de 2048 Kbps (1 E1) cada uno.

2.1.1.6 Última milla mediante la CNT

Adicionalmente a los enlaces para clientes de tipo dial-up y ADSL, ReadyNet cuenta con dos últimas millas más a través de la CNT, el primero mediante el router Cisco 7200 anterior conectado a un enlace de tipo DS3 a 18 Mbps y el

segundo mediante el mismo equipo utilizado para la salida a Internet por la CNT, es decir un router Cisco 1841, conectado a través de una VLAN creada para el caso a un enlace de 7,8 Mbps.

2.1.1.7 Última milla mediante Stealth

El enlace de radio se realiza mediante un servidor Linux que posee dos tarjetas de red, la una para la red interna de la empresa y la otra, conectada a una antena de radio Cybercom, la cual permite el acceso a clientes mediante este sistema. El acceso inalámbrico se ofrece a través de la infraestructura de Stealth con una capacidad de 7 Mbps.

2.1.1.8 Última milla mediante PuntoNet

Además de los enlaces antes mencionados para últimas millas, la empresa posee un enlace de última milla mediante PuntoNet. Este enlace es posible gracias a un equipo CISCO 1700 conectado a un enlace de radio con una capacidad de 5 Mbps.

2.1.1.9 Servidores

ReadyNet dispone de 5 servidores, los cuales permiten realizar ofrecer los servicios de resolución de nombres de dominio, correo electrónico, hosting de páginas web, autenticación de clientes, entre otros. Estos servidores se encuentran conectados directamente a las interfaces del switch Cisco 2950.

2.1.2 ESQUEMA DE RED DE READYNET

El equipo que funciona de raíz de la red de ReadyNet es un Cisco 2950 de 24 puertos, mediante el cual se interconectan todos los enlaces de última milla y de backbone. Además existen dos switches 3Com y CNET que permiten interconectar las computadoras del área administrativa de la empresa.

La topología de ReadyNet está resumida mediante el diagrama presentado en la Figura 2-1.

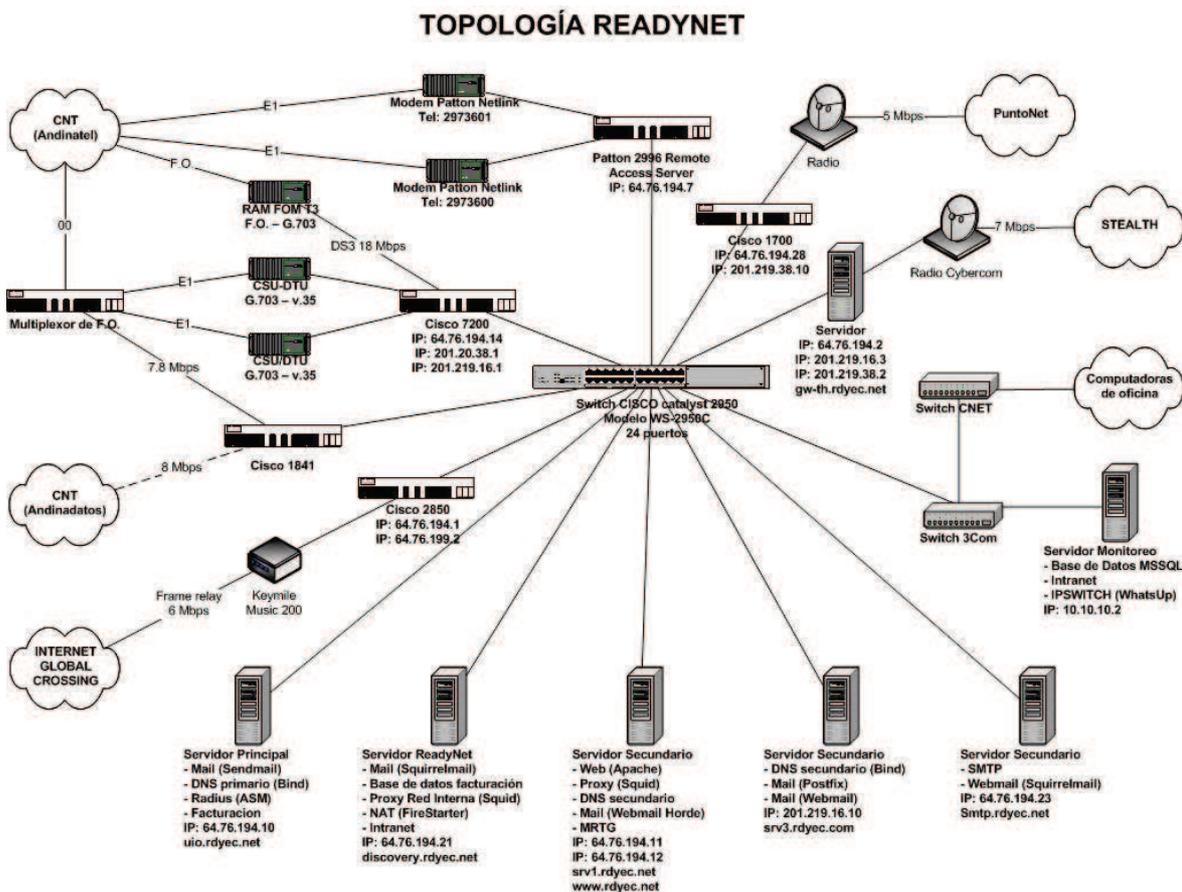


Figura 2-1: Topología de red de ReadyNet a Julio de 2009

2.1.3 ESQUEMA DE DIRECCIONAMIENTO IP

Hasta junio de 2008 la red interna de ReadyNet se encontraba formada por 6 servidores de propósito general, 5 enlaces de última milla y 2 enlaces de backbone para acceso a Internet distribuidos de la siguiente manera:

Para el uso de los clientes ADSL se dispone de los siguientes rangos de direcciones IP públicas:

- Desde 201.219.16.17 hasta 201.219.16.254
- Desde 201.219.21.1 hasta 201.219.21.254
- Desde 201.219.38.33 hasta 201.219.38.254
- Desde 64.76.195.1 hasta 64.76.195.254
- Desde 64.76.222.1 hasta 64.76.222.254
- Desde 190.152.70.1 hasta 190.152.70.254

Cabe destacar que los usuarios ADSL tienen direcciones IP públicas exclusivas para el acceso al Internet y no se realiza el proceso de NAT.

Los usuarios del servicio de Dial-up comparten el siguiente pull de direcciones IP públicas mediante el servidor proxy.

- Desde 64.76.194.33 hasta 64.76.194.254

Para la ubicación de los servidores de aplicaciones de ReadyNet se utilizan las direcciones IP públicas:

- Desde 64.76.194.1 hasta 64.76.194.30

Por último la red interna para uso de equipos de cómputo y también para el servidor que hace las funciones de monitoreo es la 10.10.10.0.

2.2 CARACTERÍSTICAS Y UTILIZACIÓN DE LOS ENLACES.

Para analizar el funcionamiento de los enlaces a disposición de ReadyNet, se los separará de acuerdo a su utilización, es decir:

2.2.1 ENLACES DE BACKBONE

Entre los enlaces de backbone o de salida a Internet que se encuentran a disposición de ReadyNet se encuentran:

- Un enlace a la CNT mediante fibra óptica con una capacidad igual a 8 Mbps.
- Un enlace a Global Crossing mediante una conexión de tipo Frame Relay con una capacidad de 6 Mbps.

2.2.2 ENLACES DE ÚLTIMA MILLA

Los enlaces de última milla se realizan de diferentes maneras: mediante la CNT para los usuarios Dial-up y mediante la CNT, PuntoNet y Stealth (enlace de radio) para conexiones de banda ancha. Estos enlaces se detallan a continuación:

- Dos enlaces a la CNT con una capacidad de 1 E1 (2048 Kbps) cada uno para los clientes con acceso de tipo Dial-up.
- Dos enlaces a la CNT con una capacidad de 1 E1 cada uno para los clientes con acceso tipo ADSL.
- Un enlace de última milla a la CNT a través de un enlace tipo DS3 a 18 Mbps.
- Un enlace de última milla a la CNT mediante una conexión de fibra óptica a 7,8 Mbps.
- Un enlace de última milla a través de un enlace de radio con STEALTH con una capacidad de 7 Mbps.
- Un enlace de última milla a través PuntoNet mediante un enlace de radio de 5 Mbps.

2.2.3 UTILIZACIÓN DE LOS ENLACES

Para analizar el tráfico ya sea en los enlaces de backbone o última milla de ReadyNet, se encuentran a disposición aplicaciones para este propósito como por ejemplo WhatsUp, OpManger y MRTG¹⁷.

De esta manera, se analiza el tráfico de los enlaces de backbone de los proveedores de Internet, de los accesos de última milla, de los servidores y de cada uno de los usuarios, exceptuando aquellos que se conectan vía dial-up (dichos usuarios utilizan un proxy para compartir su conexión a Internet que les asigna direcciones IP de manera aleatoria).

Gracias a la ayuda del MRTG (Multi Router Traffic Grapher) se pueden obtener las estadísticas de tráfico entrante y saliente en las interfaces que más nos interesan para así poder obtener el tráfico, ya sea diario, semanal, mensual o anual. Así, se puede observar la utilización de los enlaces a cada uno de los clientes, los de salida a Internet y la utilización de las interfaces en la red interna de ReadyNet.

¹⁷ Herramientas para gestión de equipos y monitoreo de red.

Los diagramas de tráfico que se muestran a continuación representan el monitoreo diario, semanal, mensual y anual realizado en la empresa de los enlaces principales y servidores utilizados en el ISP.

El monitoreo de los enlaces se realiza basándose en la disposición de los equipos mostrada en la Figura 2-1.

2.2.3.1 Acceso a Internet

El tráfico generado en el enlace hacia Global Crossing, se puede observar en la Figura 2-2, cuyos diagramas de carga fueron tomados de la interfaz Ethernet del Router Cisco 2850 conectado a dicho enlace con un límite máximo de 719,6 KB por segundo.

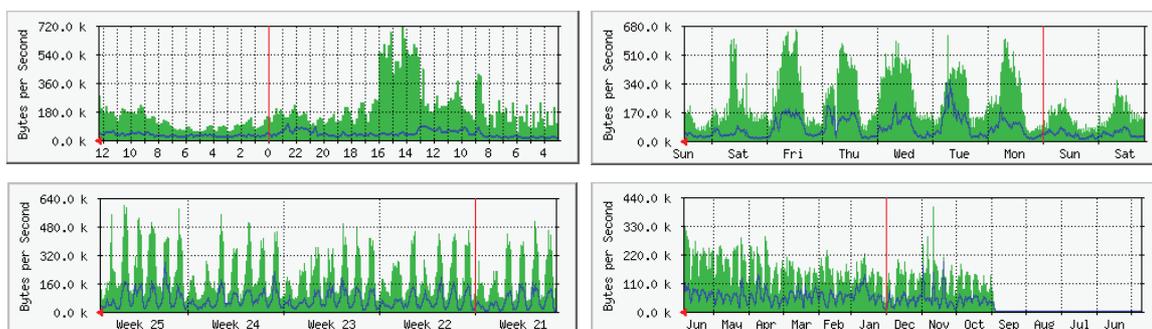


Figura 2-2: Tráfico en la interfaz del router Cisco 2850 conectado a Global Crossing

La Figura 2-2 permite determinar que la capacidad máxima del enlace a Internet, es decir 6 Mbps está cerca de ser alcanzado en las horas pico y que estas se producen aproximadamente entre las 10h00 y 19h00 de cada día, siendo un poco menor el tráfico generado los fines de semana.

El análisis de tráfico para el enlace a Internet por la CNT se realiza en la interfaz Ethernet del router Cisco 1841 conectado al switch de core para dicho propósito y se muestra en la Figura 2-3.

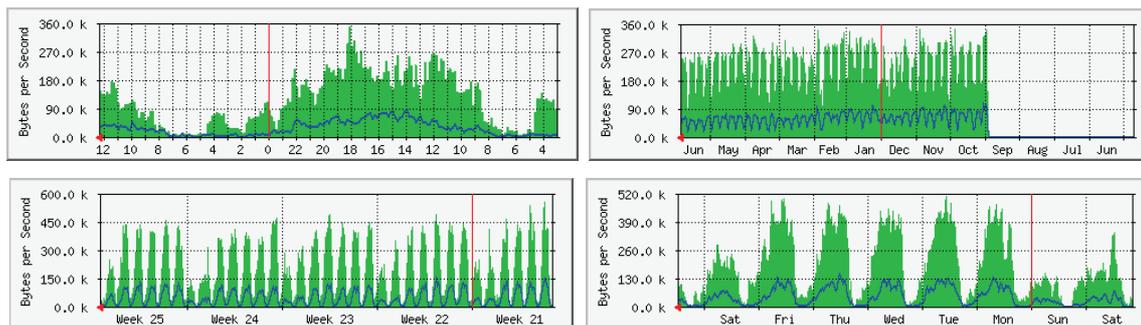


Figura 2-3: Tráfico en la interfaz Ethernet del router Cisco 1841 para salida por la CNT

La Figura 2-3 muestra un pico de tráfico que alcanza los 570 KB por segundo (4560 Kbps), no muy cercano al total de 8 Mbps contratados por la empresa con la CNT.

Estos diagramas permiten identificar claramente que:

- A pesar que el tráfico generado en la interfaces conectadas a los proveedores de acceso a Internet para ReadyNet provenga de usuarios tanto de tipo comercial como residencial, se puede notar de manera general que la menor utilización de los mismos se produce entre las 0h00 y las 7h00 diariamente.
- Además, las horas pico de utilización de los enlaces se encuentran entre las 10h00 y 19h00 aproximadamente, lo cual indica la influencia en el tráfico generado que producen los usuarios comerciales.
- Por último de manera general, se nota que el promedio de tráfico generado los días sábados y domingos es menor al generado el resto de la semana lo que confirma nuevamente la menor actividad producida durante estos períodos.

La utilización óptima del acceso a Internet es aquella en que los enlaces no se encuentren ni subutilizados ni sobresaturados, es decir, que el ancho de banda contratado se corresponda con el que facturan los clientes.

2.2.3.2 Últimas millas

Para determinar el tráfico generado en los enlaces principales hacia la CNT, es decir el utilizado por los clientes ADSL con última milla de la CNT, tenemos los diagramas obtenidos en la interfaz Ethernet del router Cisco 7200.

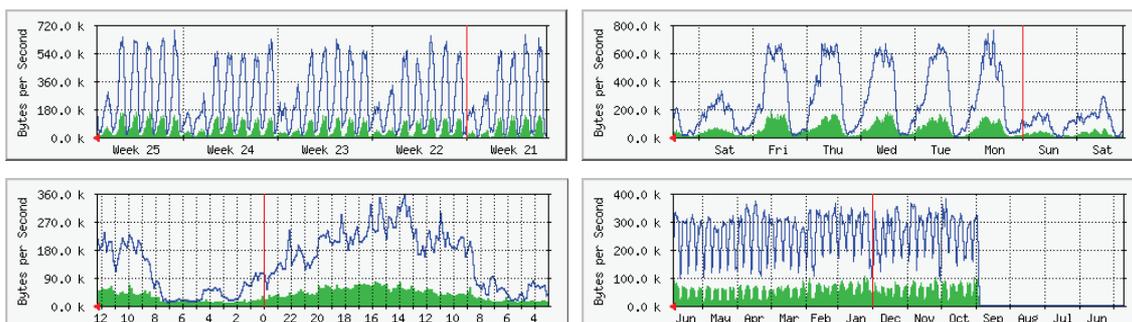


Figura 2-4: Tráfico en la interfaz Ethernet del router Cisco 7200

El comportamiento del tráfico generado por los clientes con acceso de tipo ADSL, mostrado en la Figura 2-4, es similar al obtenido del acceso a Internet. Además el pico de estos diagramas se produce alrededor de 770 KB por segundo (6160 Kbps), lo que representa que con los nuevos enlaces contratados, la capacidad de los mismos, por ahora, está siendo sub-utilizada incluso en horas pico del día. Nótese que el tráfico entrante (en verde) y saliente (en azul) están invertidos puesto que estos diagramas representan el acceso de los clientes cuya velocidad de bajada generalmente es mayor que su velocidad de subida.

De manera similar se monitorea el enlace de radio que permite acceso inalámbrico a clientes empresariales a través de la infraestructura de STEALTH.

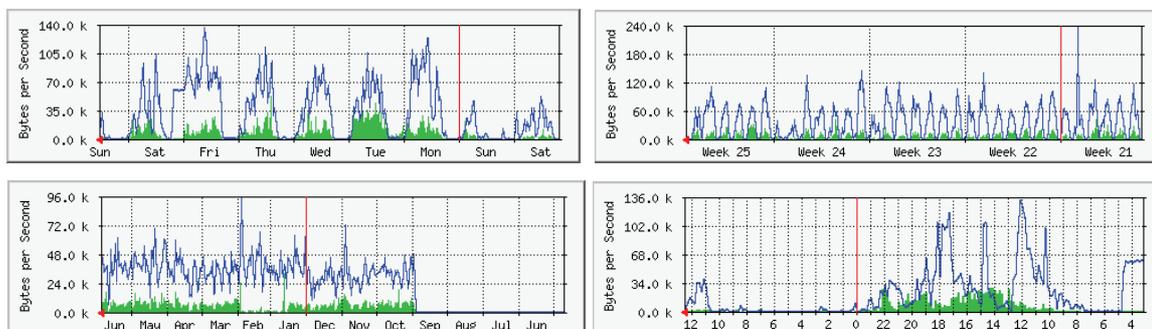


Figura 2-5: Tráfico en la interfaz Ethernet del servidor conectado a STEALTH

Al tratarse de clientes corporativos como usuarios únicos de este enlace, la Figura 2-5 muestra una utilización prácticamente nula de los mismos fuera de horarios de oficina. El valor elevado del tráfico de salida con respecto al de entrada se debe a que este diagrama se genera a partir de la interfaz de red del servidor Linux que da la cara frente al equipo de radio Cybercom. Este enlace tiene un pico de 237 KB por segundo (1896 Kbps) lo cual está muy por debajo de la capacidad máxima del enlace contratado que asciende a 7 Mbps.

En la Figura 2-6 se tiene el diagrama de tráfico tomado del enlace de última milla con PuntoNet, y fue tomado en la interfaz Ethernet del router Cisco 1700 conectado al switch de core.

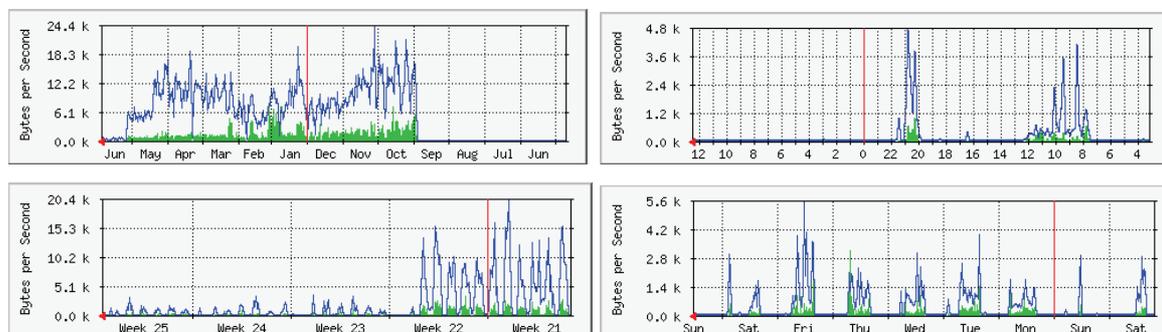


Figura 2-6: Tráfico en la interfaz Ethernet del router Cisco 1700 conectado a PuntoNet

Debido a la capacidad del enlace de última milla con PuntoNet, es decir, 5 Mbps, la Figura 2-6 muestra una subutilización del mismo, que en horas pico no sobrepasa los 24 KB por segundo u 192 Kbps. Este enlace está próximo a ser removido una vez que los pocos clientes existentes sean migrados hacia otra salida a Internet.

De manera similar se analiza el tráfico generado por los clientes dial-up mediante el monitoreo de la interfaz Ethernet del RAS Patton conectado al switch principal.

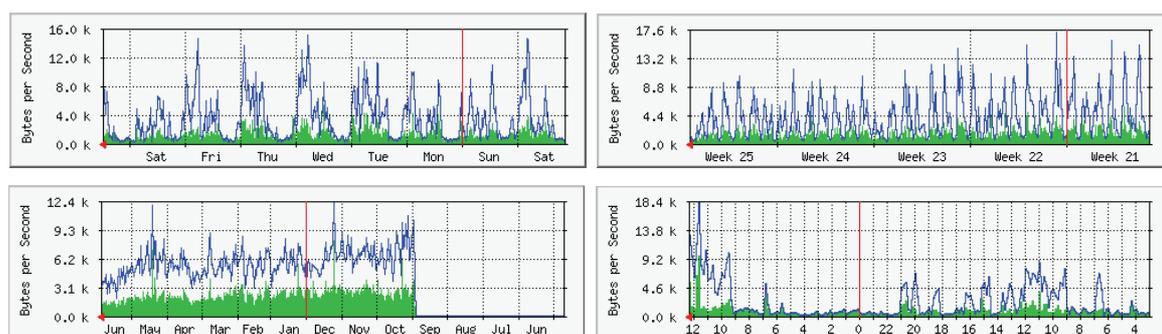


Figura 2-7: Tráfico en la interfaz Fast Ethernet del RAS Patton

La Figura 2-7 muestra una subutilización de los enlaces de última milla destinados para clientes con acceso dial-up, los cuales se conectan a través de 2 PBX. Igual que en casos anteriores, el tráfico de salida (de bajada para los usuarios) es mayor puesto que se trata del acceso de los clientes.

Debido a que cada cliente no conmutado tiene una sola dirección IP, se realiza el monitoreo de los enlaces de todos esos clientes haciendo uso del MRTG como sucede con los enlaces y servidores mostrados anteriormente. Sin embargo, estos diagramas no se muestran puesto que su análisis no es necesario para este estudio.

2.2.3.3 Servidores

Para determinar la carga de tráfico de red generada hacia y desde los servidores de ReadyNet se realiza su monitoreo para obtener la utilización de los mismos. Los diagramas obtenidos en el MRTG se muestran a continuación:

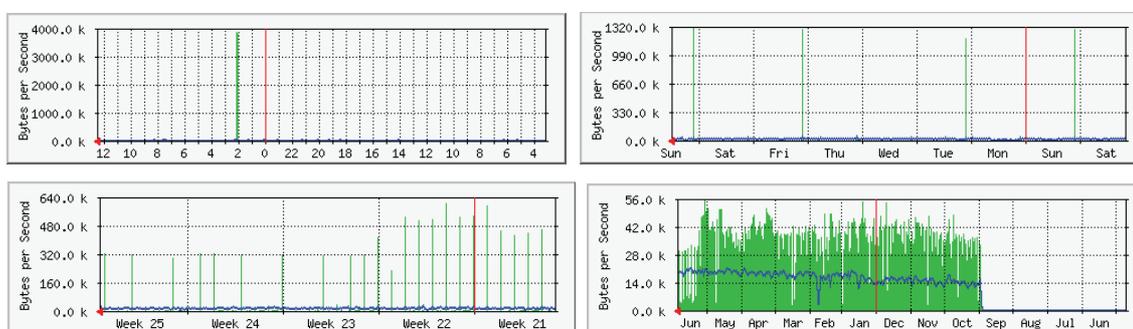


Figura 2-8: Tráfico en la interfaz Ethernet del servidor principal *uio.rdyec.net*

La Figura 2-8 muestra un intenso tráfico generado a tempranas horas de la mañana lo que representa las tareas de backup automáticas que se realizan en este servidor.

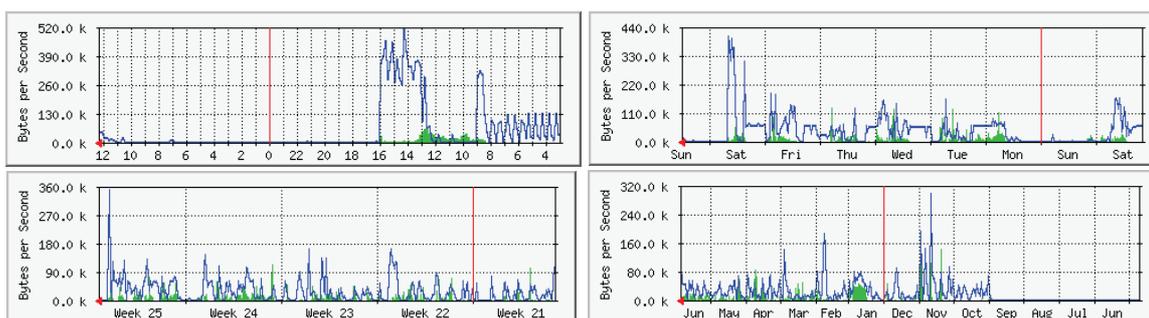


Figura 2-9: Tráfico en la interfaz Ethernet del servidor *discovery.rdyec.net*

El tráfico generado en este servidor se debe principalmente a las tareas de facturación realizadas dentro de la empresa, mientras que lo que respecta a los clientes, es casi despreciable como se puede observar en la Figura 2-9.

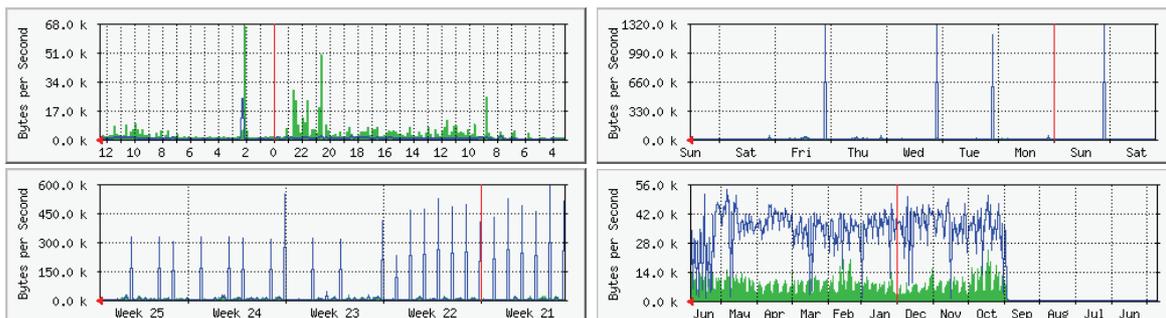


Figura 2-10: Tráfico en la interfaz Ethernet del servidor *srv1.rdyec.net*

Al igual que la Figura 2-9, la Figura 2-10 muestra claramente las tareas de respaldo realizadas en el servidor *srv1.rdyec.net*.

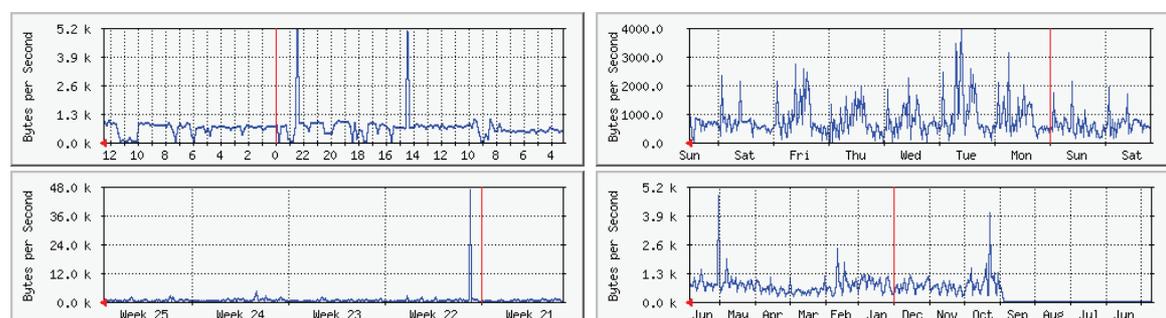


Figura 2-11: Tráfico en la interfaz Ethernet del servidor *www.rdyec.net*

La Figura 2-11 muestra la poca utilización del servidor *www.rdyec.net* a pesar de sus tareas asignadas de DNS secundario y acceso a información de la empresa y correo a través de su página Web. Cabe indicar que el mismo servidor físico posee 2 direcciones IP para *srv1.rdyec.net* y *www.rdyec.net*.

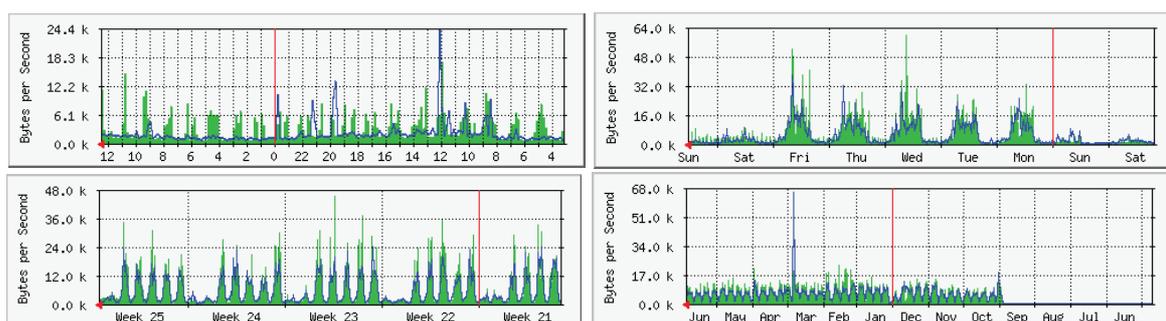


Figura 2-12: Tráfico en la interfaz Ethernet del servidor *srv3.rdyec.net*

La Figura 2-12 muestra también una utilización baja de los enlaces como sucede en el caso de los servidores anteriores debido al poco tráfico generado por los clientes para acceso a su correo electrónico hospedado en ReadyNet.

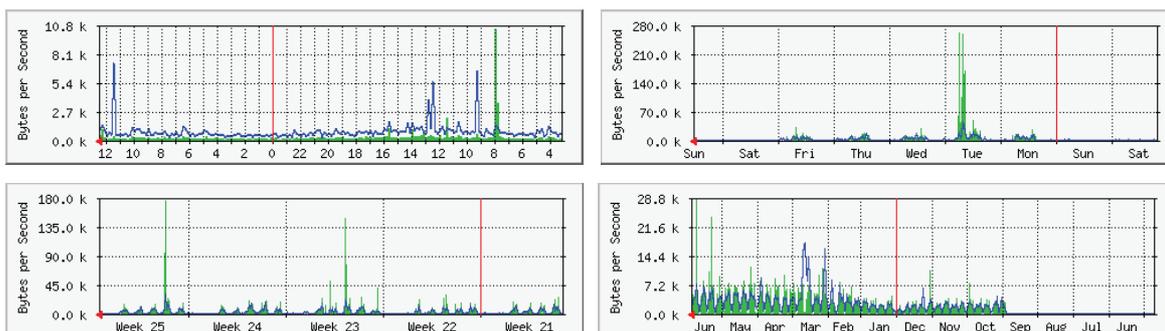


Figura 2-13: Tráfico en la interfaz Ethernet del servidor `smtp.rdyec.net`

La Figura 2-13 muestra también la poca utilización que se le da a este servidor que realiza las tareas de servidor de correo SMTP.

Estos diagramas nos permiten tener una idea de la utilización de los servidores, según el ancho de banda ocupado para acceso a los mismos. Se puede notar que, a pesar de tener algunos servicios corriendo en cada equipo, la utilización de los enlaces es muy poca. Los picos en las gráficas representan las tareas de respaldo realizadas en los servidores de manera diaria.

Además está monitoreado el switch de la red interna, lo que permite tener una idea general del estado de la infraestructura local.

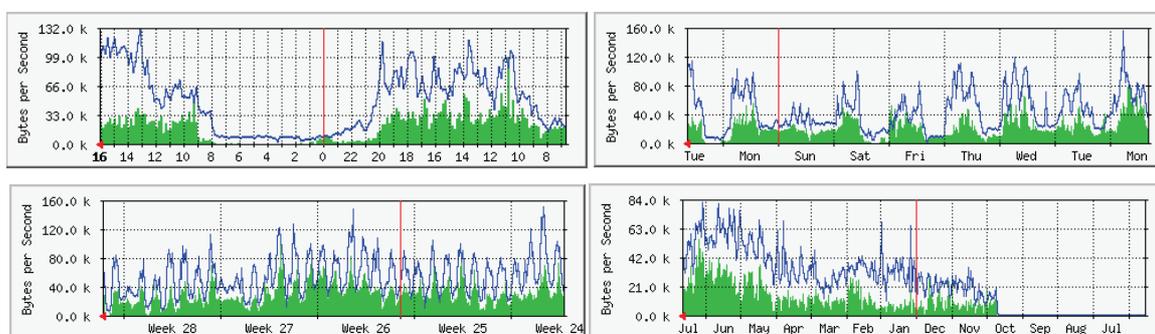


Figura 2-14: Tráfico en la interfaz del Switch 3Com conectado al Switch de core

Este último gráfico refleja la alta utilización de la red interna debido a la naturaleza centralizada de la infraestructura de telecomunicaciones de ReadyNet. Además, la Figura 2-14 permite notar la utilización de la red interna durante todos los días de la semana debido a la naturaleza del soporte técnico brindado por ReadyNet.

2.3 APLICACIONES PARA SERVICIOS DISPONIBLES

Las aplicaciones que la empresa brinda a sus clientes de ReadyNet se ofrecen mediante 5 servidores, los cuales se detallan a continuación:

2.3.1 SERVIDOR PRINCIPAL

Debido a que es el servidor principal de la empresa, aquí se realizan las tareas de autenticación de usuarios Dial-up, además se realiza la facturación y permite levantar los servicios de correo electrónico y DNS primario. Este servidor está basado en Linux y posee las siguientes características:

- Sistema Operativo: CentOS 4.6
- Dirección IP: 64.76.194.10
- Nombre y dominio: uio.rdyec.net
- Mail: El servicio de correo electrónico se da a través de SendMail.
- DNS: En DNS primario se da a través de Bind.
- Radius: Para autenticación de usuarios Dial-up, se da a través de ASM.
- Facturación

Además el equipo que hace las funciones de este servidor tiene las siguientes características:

- Procesador: Intel Pentium III a 1 GHz.
- Memoria RAM: 256 MB
- Disco duro: Samsung de 10 GB y Quantum de 40 GB.
- Unidad óptica: CD-ROM Samsung

2.3.2 SERVIDOR READYNET

Este servidor trabaja en conjunto con el servidor principal para dar acceso a los usuarios Dial-up, por lo que realiza el proceso de NAT (Network Address Translation) y contiene la base de datos de usuarios para realizar procesos de

facturación; trabaja con Linux. Entre los principales servicios disponibles en este equipo se pueden mencionar:

- Sistema operativo: CentOS 4.6
- Dirección IP: 64.76.194.21
- Nombre y dominio: discovery.rdyec.net
- Base de datos: Para facturación de los clientes de la empresa.
- Proxy: Para los equipos de escritorio de las oficinas de ReadyNet; se realiza mediante Squid en Linux
- Mail: Servicio de correo electrónico basado en WEB mediante Squirrelmail.
- NAT: Se realiza mediante FireStarter y sirve para uso de los clientes Dial-up.

El equipo que hace las veces de servidor de facturación tiene las siguientes características en hardware:

- Procesador: Intel Pentium IV a 1.8 GHz.
- Memoria RAM: 256 MB
- Disco duro: Maxtor de 60 GB.
- Unidad óptica: CD-ROM Samsung.

2.3.3 SERVIDOR SECUNDARIO 1

Funciona en conjunto con el Servidor principal para agregar servicios y respaldo de aplicaciones. Está basado en Linux y entre otras cosas realiza lo siguiente:

- Sistema Operativo: CentOS 4.6
- Direcciones IP: 64.76.194.11 y 64.76.194.12
- Nombre y dominio: srv1.rdyec.net o www.rdyec.net (correspondiente a la primera o segunda dirección IP respectivamente)
- WEB: Funciona como servidor WEB mediante Apache para brindar el servicio de Hosting a los clientes.
- Proxy: Mediante Squid
- DNS: Actúa como un DNS secundario mediante Bind.

- Mail: Provee el servicio de correo electrónico a través del WEB mediante WEB mail y HORDE.
- Tráfico: Permite realizar el monitoreo de tráfico tanto interno como de cada uno de los clientes ADSL mediante el MRTG.

Las características en hardware de este equipo son las siguientes:

- Procesador: Intel Xeon a 2.4 GHz (Quad Core)
- Memoria RAM: 512 MB.
- Disco duro: SCSI de 60 GB.
- Unidad óptica: CD-ROM Samsung

2.3.4 SERVIDOR SECUNDARIO 2

Al igual que el anterior sirve como respaldo del servidor principal y agrega funciones a éste. Está basado en Linux y provee la siguiente funcionalidad:

- Sistema Operativo: CentOS 4.6
- Dirección IP: 201.219.16.10
- Nombre y dominio: srv3.rdyec.com
- DNS: Realiza DNS secundario mediante Bind.
- Mail: Permite brindar el servicio de correo electrónico mediante dos aplicaciones: PostFix y Webmail.

Entre las principales características en hardware de este equipo, se encuentran las siguientes:

- Procesador: Intel Xeon 3.0 GHz (Dual Core)
- Memoria RAM: 512 MB
- Disco duro: Samsung de 120 GB SATA.
- Unidad óptica: CD-RW Samsung

2.3.5 SERVIDOR DE CORREO

Este equipo sirve como servidor de respaldo para el servicio de correo electrónico para los usuarios y además permite acceso al mismo mediante una interfaz Web. Al igual que en los casos anteriores está basado en Linux y tiene las siguientes características:

- Sistema Operativo: CentOS 4.6
- Dirección IP: 64.76.194.23
- Nombre y dominio: smtp.rdyec.com
- Correo: Tiene levantado un servidor SMTP con Postfix y un servidor de Webmail utilizando Squirrelmail

Las características de este equipo son las siguientes:

- Procesador: PIV Xeon 3 GHz
- Memoria RAM: 1 GB
- Disco duro: Seagate de 500 GB SATA.
- Unidad óptica: CD-RW Samsung

2.3.6 SERVIDOR DE MONITOREO

Este servidor permite realizar el seguimiento del comportamiento de la red interna de ReadyNet mediante aplicaciones de administración de redes como WhatsUp, además de funciones de Base de Datos por lo que se encuentra configurado para trabajo exclusivamente interno y trabaja con Windows Server 2003. Entre sus tareas principales se encuentran:

- Sistema Operativo: Windows XP Profesional
- Dirección IP: 10.10.10.2
- Base de datos: A través de Microsoft SQL Server
- Administración de red: Mediante IPSwitch WhatsUp Gold
- Monitoreo de la intranet y de los enlaces de los usuarios mediante ADSL

Las características de este equipo son las siguientes:

- Procesador: Celeron 2.4 Ghz
- Memoria RAM: 512 MB
- Disco duro: SAMSUNG 40 GB PATA.
- Unidad óptica: DVD-ROM LG

2.3.7 ANALISIS DE CARGA DE LOS SERVIDORES DE READYNET

El análisis de la carga de los servidores de ReadyNet permitirá determinar la utilización de los mismos y posteriormente justificar la necesidad o no de adquirir un servidor adicional para poder gestionar el ofrecimiento de los servicios incluidos en Triple Play.

Para realizar este análisis se va a utilizar la herramienta OpManager 7. Este software permite realizar el monitoreo de los servidores existentes en las oficinas de ReadyNet para poder obtener datos que nos permitan determinar la disponibilidad real del servidor y el porcentaje de memoria y disco duro utilizado.

Cabe indicar que la disponibilidad de los servidores está realizada durante un período de una semana por lo que es solo una referencia y no representa la disponibilidad real del servidor. Además, para este dato no se toma en cuenta el período de tiempo que el servidor no ha sido monitoreado, representado en azul.

2.3.7.1 Servidor discovery.rdyec.net

Las Figuras 2-15 y 2-16 muestran los diagramas de disponibilidad y utilización de disco duro y memoria.

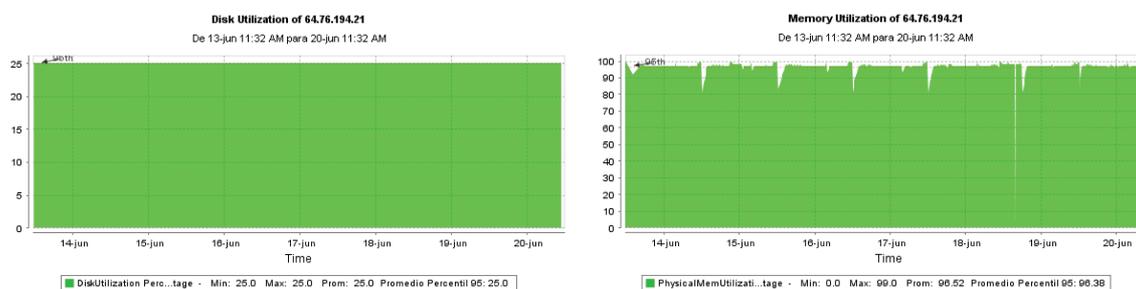


Figura 2-15: Utilización de disco y memoria en servidor discovery.rdyec.net



Figura 2-16: Reporte de disponibilidad para discovery.rdyec.net

Estos diagramas permiten determinar una alta utilización de memoria, debido a que este servidor apenas posee 256 MB de memoria RAM. Sin embargo, la disponibilidad del mismo es total durante el período de análisis lo cual se puede deber principalmente a su poca utilización.

2.3.7.2 Servidor smtp.rdyec.net

A continuación se muestra el análisis de carga para el servidor smtp.rdyec.net.

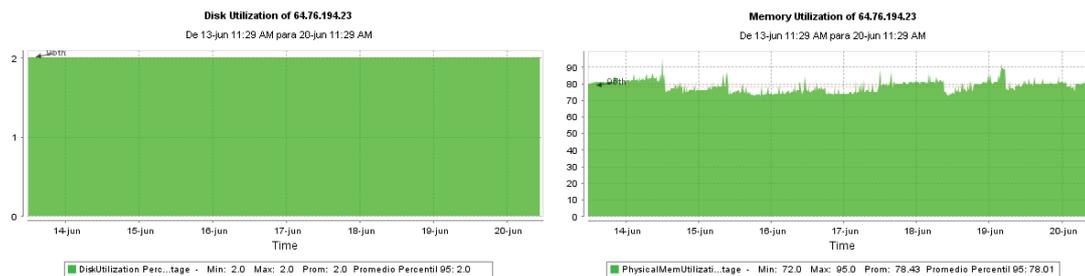


Figura 2-17: Utilización de disco y memoria en servidor smtp.rdyec.net

Como se puede deducir de la Figura 2-17, debido al tamaño del disco duro del servidor smtp.rdyec.net, 500 GB, su porcentaje de utilización es muy bajo. En cambio la utilización de memoria es mucho mayor, debido principalmente a las diferentes clases de acceso a correo electrónico que ofrece, es decir, POP3 y Webmail.



Figura 2-18: Reporte de disponibilidad para smtp.rdyec.net

En lo que a disponibilidad se refiere, la Figura 2-18 muestra un porcentaje de disponibilidad casi ideal si tomamos en cuenta el período de medición de una semana.

2.3.7.3 Servidor uio.rdyec.net

A continuación se realiza el análisis de carga para el servidor uio.rdyec.net.

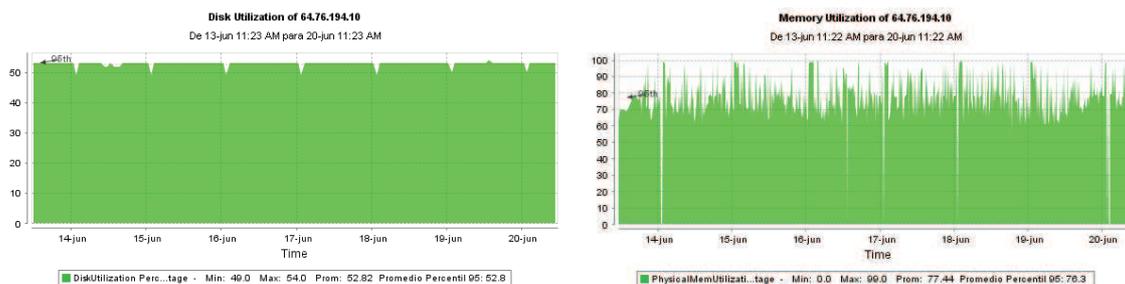


Figura 2-19: Utilización de disco y memoria del servidor uio.rdyec.net

El reporte mostrado en la Figura 2-19 muestra una utilización moderada del disco duro si tomamos en cuenta su poca capacidad (10 y 40 GB). Sin embargo la memoria utilizada en este servidor se mantiene relativamente alta debido principalmente a los servicios de DNS primario, correo electrónico, autenticación mediante Radius, facturación y a que este equipo presenta características bastante pobres para un servidor como se muestra en el punto 2.3.1.



Figura 2-20: Disponibilidad del servidor uio.rdyec.net

A pesar de la limitada capacidad de este servidor, el porcentaje de disponibilidad es similar al promedio de los servidores del ISP.

2.3.7.4 Servidor srv1.rdyec.net

El servidor srv1.rdyec.net que también trabaja con www.rdyec.net por lo que posee dos tarjetas de red, presenta los siguientes diagramas de rendimiento:

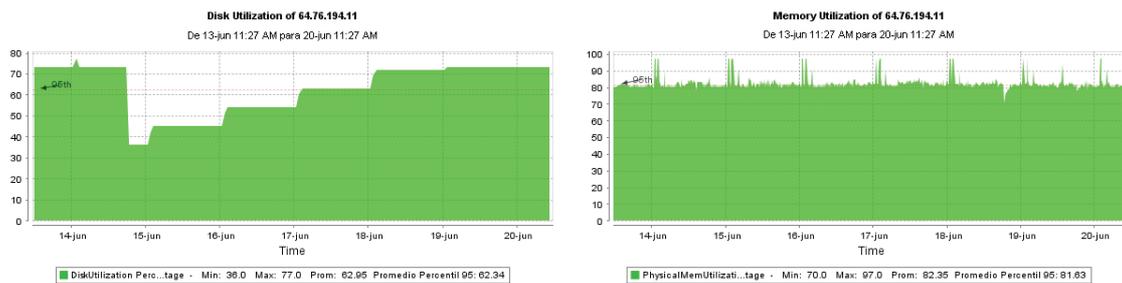


Figura 2-21: Utilización de disco y memoria para *srv1.rdyec.net*

La Figura 2-21 muestra una utilización de disco duro creciente a saltos, lo que corresponde a las tareas de backup realizadas al principio de cada día, y a la liberación de disco duro necesaria debido a la ocupación del mismo. El porcentaje de utilización de memoria es igualmente alto debido a los servicios de alojamiento web, proxy, DNS, correo electrónico y que además permite realizar el monitoreo de los enlaces mediante el programa MRTG.



Figura 2-22: Disponibilidad *srv1.rdyec.net*

A pesar de las varias tareas asignadas a este servidor, la Figura 2-22 muestra una disponibilidad no muy aceptable en comparación con el período de medición.

2.3.7.5 Servidor *srv3.rdyec.com*

Por último se realiza el análisis de carga del servidor *srv3.rdyec.com*.

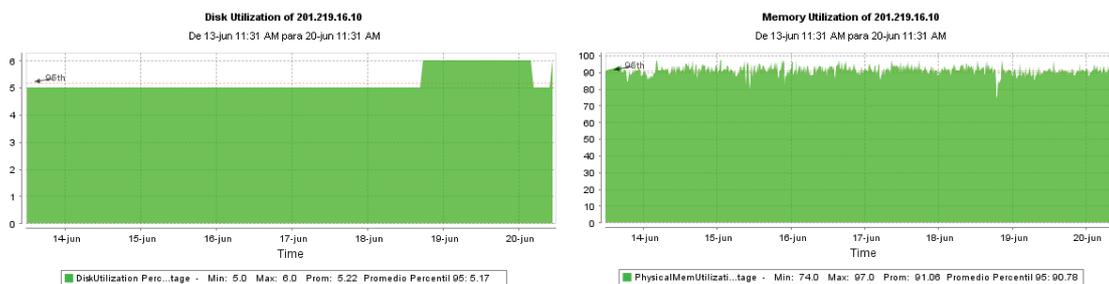


Figura 2-23: Utilización de disco y memoria para *srv3.rdyec.com*

La Figura 2-23 muestra un consumo relativamente bajo de disco duro para el servidor srv3.rdyec.com, puesto que el mismo hace funciones secundarias tanto de resolución de nombres mediante DNS y correo electrónico. Sin embargo estas funciones si demandan para este servidor una gran utilización de sus recursos de memoria que alcanzan los 512 MB.



Figura 2-24: Reporte de disponibilidad para srv3.rdyec.com

La Figura 2-24 muestra un porcentaje de disponibilidad bajo en comparación con el resto de servidores durante el período de medición de una semana.

Del análisis de servidores existentes, la carga de los mismos y su disponibilidad se puede notar que la infraestructura de servicios de ReadyNet tiene varias falencias que pueden impedir aumentar servicios adicionales o afectar la calidad de los ya existentes.

CAPÍTULO 3

REDISEÑO DE LA RED DE READYNET PARA SOPORTAR NUEVAS APLICACIONES

3.1 ANÁLISIS DE REQUISITOS ADICIONALES

Dentro de este análisis se deben tomar en cuenta los equipos existentes y todos aquellos que sean necesarios para implementar los servicios incluidos en el paquete Triple Play; esto es, equipos y/o servidores para telefonía IP, ADSL2 e IPTV ya sea en el lado del usuario como del proveedor de servicios, en este caso ReadyNet, además del ancho de banda requerido para los enlaces tanto de última milla y de salida internacional, de ser el caso. Por lo tanto se analizarán las posibilidades para implementar estos servicios mediante la selección entre posibles soluciones existentes en el mercado.

3.1.1 TELEFONÍA IP

Debido a la normativa existente, se permite el uso de aplicaciones denominadas como Voz sobre Internet. Bajo esta definición no se permite la interconexión del sistema de ninguna manera con la red telefónica pública. Es por esto que a pesar de existir en el mercado soluciones para proveer servicios de Telefonía IP mediante VoIP solo se analizará el aspecto concerniente a la Voz sobre Internet. En otras palabras, no se prestará atención a los equipos de interconexión del sistema de telefonía IP con la red telefónica pública.

Para determinar los requisitos adicionales en cuanto a equipos para brindar el servicio de telefonía IP, se debe revisar primero el dimensionamiento de las necesidades actuales y de la capacidad de usuarios que se brindará.

3.1.1.1 Crecimiento del número de usuarios

Para realizar un estimado del número de usuarios elegibles para la telefonía IP, se hará un análisis mediante dos puntos de vista: el número de usuarios existentes y el crecimiento existente de los mismos en ReadyNet y además los

resultados obtenidos de una encuesta telefónica que permita obtener una idea de la aceptación que este servicio pueda tener.

Con la utilización de los datos estadísticos obtenidos de los reportes de ReadyNet al CONATEL realizados hasta junio de 2009, se puede obtener los siguientes gráficas que representan el número de usuarios de ReadyNet según el servicio brindado.

Así por ejemplo, el reporte de usuarios de tipo dial-up presenta los datos mostrados en la Tabla 3-1.

	Jun-05	Jul-05	Ago-05	Sep-05	Dic-06	Mar-07	Dic-07	Dic-08	Jun-09
Hogares	395	392	398	408	380	360	295	248	202
Empresas	5	5	4	4	2	2	2	2	2

Tabla 3-1: Número de usuarios de ReadyNet con acceso de tipo dial-up

La representación de los datos de la Tabla 3-1 se muestra en la Figura 3-1.

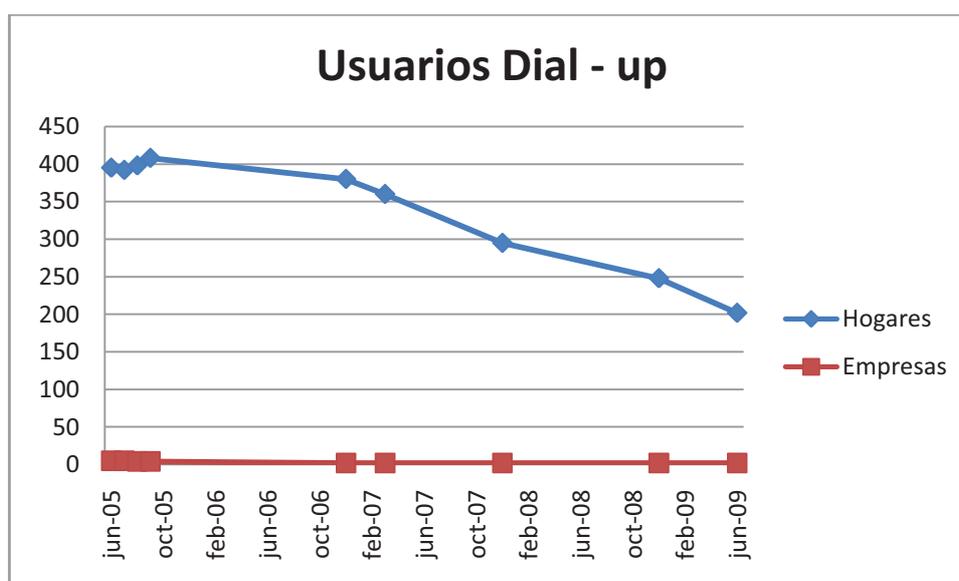


Figura 3-1: Usuarios dial-up de ReadyNet entre Junio de 2005 y Diciembre de 2008

El reporte de usuarios también incluye datos sobre la velocidad de acceso brindada a los mismos cuyos resultados se muestran a continuación.

	Ago-05	Sep-05	Jun-06	Mar-07	Dic-07	Dic-08	Jun-09
64 Kbps	31	31	21	9	8	4	0
128 Kbps	23	27	40	85	127	148	151
256 Kbps	6	7	10	12	21	59	63
512 Kbps	0	0	5	6	4	8	10
1024 Kbps	0	0	0	0	2	3	9

Tabla 3-2: Número de clientes de ReadyNet según la velocidad de acceso

La Figura 3-2, cuyos datos provienen de la Tabla 3-2 permite notar fácilmente las variaciones del número de usuarios del servicio de Internet según el ancho de banda ofrecido.

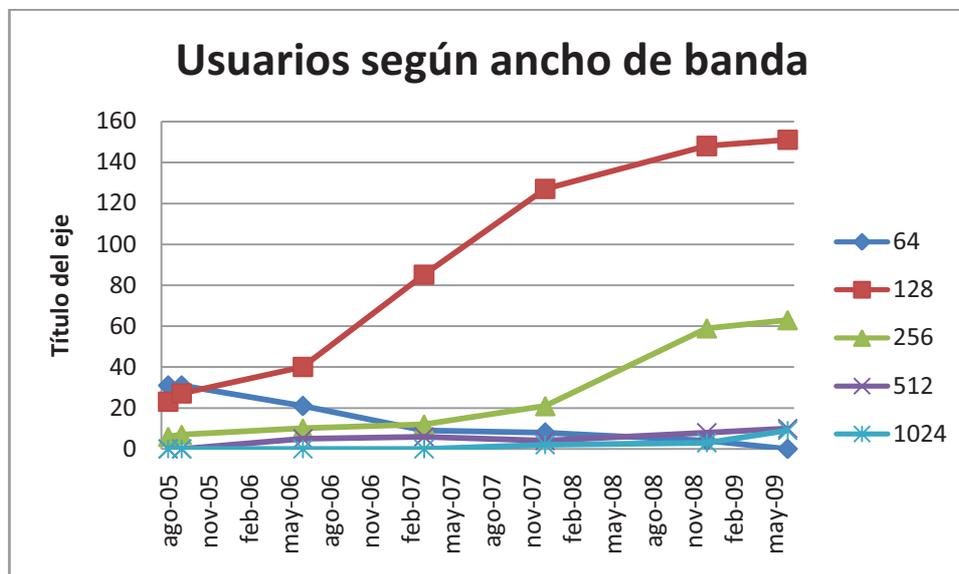


Figura 3-2: Usuarios de ReadyNet según el ancho de banda contratado

Por último se tienen los resultados tabulados en lo que concierne al número de clientes según el tipo de acceso, cuyos resultados se muestran en la Tabla 3-3 a continuación.

	Ago-05	Sep-05	Jun-06	Mar-07	Dic-07	Dic-08	Jun-09
ADSL	45	50	64	104	143	198	212
SDSL	5	5	5	3	4	5	5
Frame Relay	4	4	3	3	0	0	0
Radio	4	4	2	2	15	19	16
IP CONNECT	2	2	2	0	0	0	0
TOTAL	60	65	76	112	162	222	233

Tabla 3-3: Número de clientes según tipo de servicio

De manera gráfica, el crecimiento de los usuarios de ReadyNet según el tipo de acceso (según como los clasifica el ISP) se puede observar más claramente en la Figura 3-3.

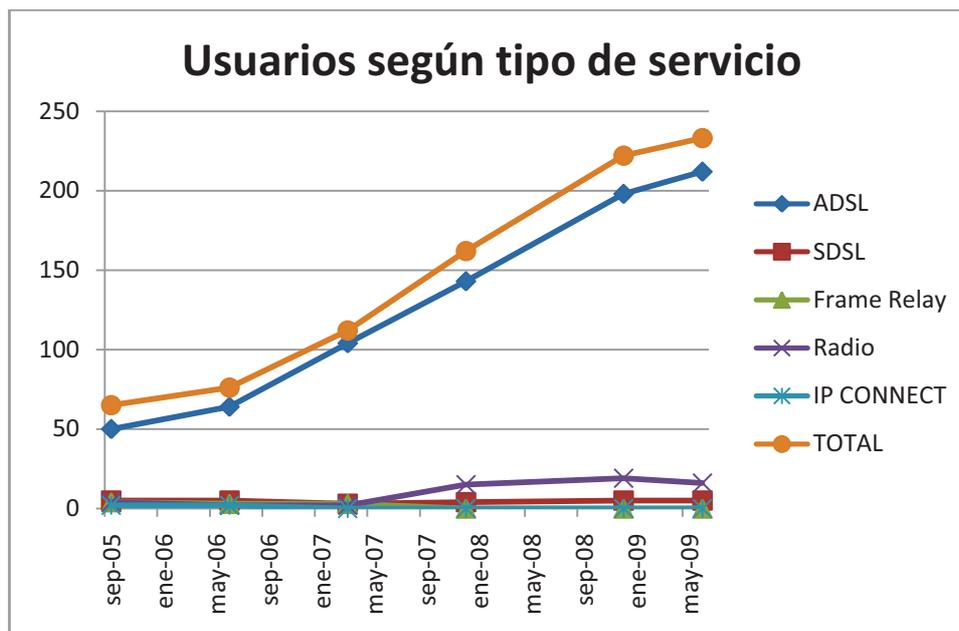


Figura 3-3: Usuarios de ReadyNet según el tipo de servicio brindado

Estas gráficas permiten apreciar de una manera más fácil algunos datos útiles acerca de los clientes de ReadyNet y del acceso proporcionado a Internet:

- Que el número de usuarios con acceso a Internet mediante dial-up, que es el más rentable, está decreciendo lentamente, especialmente los de tipo residencial que son mayoría, a pesar de que el número de usuarios mediante acceso dedicado siga creciendo¹⁸.
- Que el tipo de servicio más utilizado por los clientes es la banda ancha mediante ADSL.
- Que los usuarios tienden cada vez más a pedir un ancho de banda mayor, siendo el tipo 128 / 64 (es decir 128 Kbps de bajada y 64 Kbps de subida) el más utilizado, aunque los valores de 256 y 512 Kbps también están en aumento aunque más lentamente.
- Que el número de usuarios que se conecta por vía dial-up ha dejado de ser mayor que el que se utiliza conexiones dedicadas.
- No existen en este momento usuarios de ReadyNet que tengan contratado un ancho de banda adecuado para soportar video de calidad estándar, sin embargo los que poseen 512 Kbps o más ya pueden ver sin problema video streaming o embebido en páginas Web.

¹⁸ SENATEL - DGGST; Estadísticas de Servicios de Valor Agregado, <http://www.conatel.gov.ec>, 31 de mayo de 2008

Estos datos nos permiten apreciar que es cuestión de mejorar las condiciones del servicio y los precios para que los usuarios migren rápidamente a servicios de mayor ancho de banda y calidad. Además el número de usuarios que acceden a servicios de mayor ancho de banda seguirá en aumento, debido a que tanto las aplicaciones basadas en WEB como la tecnología ligada a Internet, aumentan los requerimientos del mismo.

Otro factor determinante en la implementación de nuevas tecnologías adicionales al servicio de Internet es la inversión que las empresas nacionales y transnacionales puedan realizar en la infraestructura existente en nuestro país; es decir la infraestructura de telecomunicaciones que puedan instalar en el futuro empresas como la CNT, Global Crossing o Telefónica por ejemplo.

3.1.1.2 Ancho de banda para servicios de voz

Dentro de los protocolos más populares para el servicio de Voz sobre IP, se tienen el SIP y H.323. Se tomará en cuenta para el análisis el protocolo SIP por ser el más fácil de implementar para este requerimiento.

Mensaje SIP	Tamaño (en bytes)	Comprimido (in bytes)	% Compresión
Register	354	291	17.80%
Ok	328	114	65.24%
Subscribe	569	437	23.20%
Ok	431	114	73.55%
Notify	718	582	18.94%
Ok	276	59	78.62%
SendsIM	604	314	48.01%
Ok	545	152	72.11%
SendsIM	482	299	37.97%
Ok	467	163	65.10%
Bye	455	177	61.10%
Ok	425	100	71.51%
Deregisters	367	176	52.04%
Ok	269	61	77.32%
DeNotifies	368	153	58.42%
Ok	276	59	78.62%

Tabla 3-4: Tamaño de los mensajes de señalización en el protocolo SIP¹⁹

¹⁹ AWS & CIT (Cork Institute of Technology); Efficient SIP based Presence and IM Services with SIP message compression in IST OPIUM

La Tabla 3-4 muestra que el proceso de establecimiento, control y mantenimiento de llamadas realizadas con SIP se realiza en texto plano (ASCII) de manera similar a la señalización del protocolo HTTP y su consumo de ancho de banda es despreciable en comparación con el dedicado durante una llamada.

El tamaño comprimido se tomó en base a unos análisis realizados con el esquema de compresión TCCB (Text Compression Using Cache and Blank), cuya relación de compresión puede variar en función del tipo y número de mensajes enviados en el proceso de señalización de una llamada.

En la Tabla 3-5 se detallan algunos de los algoritmos de compresión para VoIP más populares y sus principales características.

Códec	Algoritmo	Muestreo	Tasa de datos	Retraso	Apreciación
G.711	PCM	8 KHz	64 Kbps	0.125 ms	4.8
G.722	SB-ADPCM	16 KHz	48 Kbps	N/D	N/D
			56 Kbps	N/D	N/D
			64 Kbps	N/D	N/D
G.723.1	MP-MLQ	8 KHz	6,3 Kbps	30 ms	3.98
	ACELP	8 KHz	5,3 Kbps	37.5 ms	N/D
G.726	ADPCM	8 KHz	16 Kbps	0.125 ms	4.2
			24 Kbps	N/D	N/D
			32 Kbps	N/D	N/D
			40 Kbps	N/D	N/D
G.728	LD-CELP	8 KHz	16 Kbps	2.5 ms	4.2
G.729a	CS-ACELP	8 KHz	6.4 Kbps	10 ms	4.2
			8 Kbps	N/D	N/D
			11.8 Kbps	N/D	N/D
G.729.1	CS-ACELP	50 - 7000 Hz	8 Kbps - 32 Kbps	10 ms	4.2
iLBC	iLBC	8 KHz	13.3 Kbps	N/D	N/D
			15.2 Kbps	N/D	N/D
SPEEX	CELP	8 - 32 KHz	2 - 44 Kbps	N/D	N/D

Tabla 3-5: Códecs de audio más utilizados y velocidad de transmisión requerida

En la Tabla 3-5, la columna *Apreciación* representa la calificación promedio (entre 1 y 5) de la calidad de voz con respecto al códec utilizado.

Además cabe indicar que el empaquetamiento realizado en VoIP aumenta el ancho de banda ocupado por comunicaciones de este tipo. Por ejemplo, con una compresión promedio a 8 Kbps (G.729a) y enviando tramas cada 20 mseg se generan payloads de 20 bytes por segundo, a lo cual hay que añadir un encabezado Ethernet de 14 bytes, IP de 20 bytes, UDP de 8 bytes y RTP de 12 bytes, lo cual genera un total de 54 bytes de overhead en total.

3.1.1.3 Equipos necesarios

Para poder ofrecer el servicio de telefonía IP desde el ISP, se necesitaría básicamente un Gateway para VoIP o Softswitch. Sin embargo, como se mencionó anteriormente, la interconexión del servicio de Telefonía IP con la red telefónica pública es considerado como bypass y está prohibido por las leyes actuales, por lo que estos equipos no se tomarán en cuenta en los requisitos.

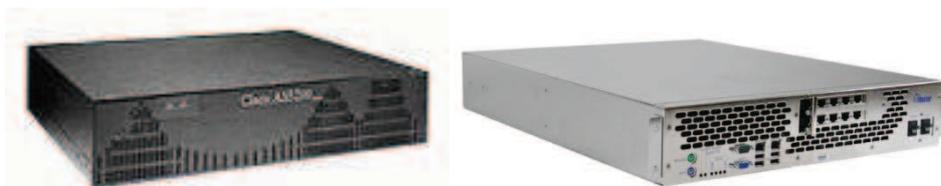


Figura 3-4: Gateways VoIP: Cisco AS5300, Sysmaster uniSwitch Softswitch

Además, se debe realizar un contrato con un proveedor internacional de minutos IP, de tal manera que se pueda realizar la reventa de los mismos.

Entre los diferentes proveedores internacionales de minutos IP, podemos mencionar: AIM Phoneline, AT&T CallVantage, bellshare (Germany and USA), Betamax GmbH & Co. KG, Broadvoice, Cable & Wireless (Global product), Clearwire (only for Clearwire Wireless customers), Charter Communications, Comcast Digital Voice, Covad (ClearEdge Office, Pro and Integrated access), Cox Communications (Northern Virginia)(Parts of Rhode Island), Engin (Australia), FaktorTel (Australia), Finarea SA, iTalkBB, Jajah (connects two regular telephones), Lingo, Mediacom, Modern Telegraph, Net2Phone, Packet8 (8x8), Primus Canada, Qwest, Sipgate (Germany, Austria, UK), SIPphone, Shaw Communications, Skype, Suddenlink Communications, SunRocket, Telio (Norway), Tesco (UK), Text2it (VoIP service for mobile phones), Time Warner, Verizon VoiceWing, VoicePulse, Voip.com, Voipfone (mainly UK), Vonage, Voxbone, Vyke, Wengo, Windows Live Call, Yahoo! Voice, aunque no todos estos son aplicables a esta región.

Sin embargo, también existe una solución en donde el software sirva no sólo para las tareas de facturación, sino también para la administración del tráfico de voz entrante y saliente.

En cuanto a soluciones en software, se podrían implementar dos alternativas, una basada en Linux y otra basada en Windows. En cualquiera de los casos, entre los programas que permiten llevar a cabo tareas de tarificación se puede mencionar: A2Billing, RBS VoIP billing, AgileVoice, HostedSwitch, entre otros.

3.1.2 BANDA ANCHA

Se realizará un análisis breve de los equipos requeridos tanto en el proveedor de servicios de Internet, en este caso ReadyNet como también en el caso del portador o carrier, que en este caso sería la CNT que es actualmente el que presta mayoritariamente los servicios de última milla para esta empresa.

3.1.2.1 Crecimiento del número de usuarios

Según los datos obtenidos de ReadyNet con respecto al número de usuarios, podemos notar claramente que el servicio dominante es el de 128 Kbps de bajada, mientras que los de ancho de banda mayor también están creciendo pero más lentamente. Para hacer una estimación del crecimiento futuro de usuarios en el ISP según los diferentes anchos de banda usados podemos realizar una regresión lineal tomando los datos obtenidos hasta diciembre de 2008.

La función de la ecuación que nos permite pronosticar el número de usuarios en un futuro dado es:

$$a = \bar{y} - b\bar{x}$$

en donde:

\bar{x} es el promedio de la variación de la fecha en que se tomaron los datos

\bar{y} es el promedio del número de usuarios de ReadyNet

$$b = \frac{\sum(x - \bar{x})(y - \bar{y})}{\sum(x - \bar{x})^2}$$

De esta manera, utilizando los datos de la Tabla 3-3, podemos estimar que para dentro de 1 año, es decir, octubre de 2010 la empresa tendrá aproximadamente 301 usuarios.

3.1.2.2 Ancho de banda para acceso a Internet

Según las estadísticas presentadas de acceso de usuarios a Internet por parte de ReadyNet, se tiene que el ancho de banda más utilizado por los clientes, es el de 128 / 64, y debido a que su crecimiento es mayor en comparación con los otros tipos de servicio brindados, se puede prever que va a continuar siendo el mayor por algún tiempo, o al menos hasta que los ISP's del sector se vean obligados a bajar sus tarifas o aumentar el ancho de banda para poder competir con las empresas más fuertes del sector como la CNT y Grupo TV Cable²⁰. Tomando en cuenta esta consideración y considerando además, que el paquete de servicios Triple-Play aporta un ancho de banda cuando las aplicaciones de Telefonía IP e IPTV no están siendo utilizadas, entonces el ancho de banda para acceso a Internet, sin tomar en cuenta el reservado para las demás aplicaciones debería ser de entre 64 / 32 y 128 / 64 Kbps.

Además los últimos upgrades en últimas millas realizadas a través de la CNT y PuntoNet hacen prever que esta demanda de ancho de banda está cubierta por lo pronto.

3.1.2.3 Posibles implementaciones del servicio

Como es el caso de la CNT, cuyos nodos ya son ADSL2+ no existe ningún problema para realizar la migración del servicio ADSL instalado en los usuarios finales, sin embargo no es la única solución. Otro servicio de acceso dedicado a Internet, no pretendido para usuarios residenciales, es el de G.SHDSL el cual se brinda de manera preferencial para alcanzar mayores anchos de banda para empresas. La última posibilidad real sería de utilizar tecnologías inalámbricas como WiMAX o enlaces de radio a través de la salida por Stealth, sin embargo la inversión que se necesitaría realizar en antenas y equipos no la hacen la más adecuada de tipo residencial.

3.1.2.3.1 ADSL2 y ADSL2+

La implementación mediante ADSL2 y ADSL2+ es la implementación más fácil; considerando que los nodos de la CNT, por lo menos en la ciudad de Quito, ya son ADSL2+, y, además muchos de los módems con los cuales se está

²⁰ UTEQ; Proyecto de Temas Actuales; ISP y Carriers en el Ecuador

trabajando actualmente en ReadyNet también soportan esta tecnología. Por lo tanto la limitación ya no dependería del hardware de comunicaciones, sino más bien de la ubicación del usuario final y del aspecto económico.

3.1.2.3.2 G.SHDSL

A pesar que la solución utilizando ADSL es la más factible, sin embargo la CNT ofrece también el servicio de conexiones tipo G.SHDSL para banda ancha. Cabe indicar que a diferencia de ADSL, las otras tecnologías de la familia xDSL no permiten el uso de la línea telefónica por lo que el uso de G.SHDSL está pensado para el sector empresarial y/o comercial, el cual no representa el mercado al que está dirigido el servicio Triple Play.

3.1.2.3.3 WiMAX

Esta tecnología inalámbrica de largo alcance podría suplir las limitantes en ancho de banda e infraestructura de comunicaciones de las últimas millas de la CNT con cobre, sin embargo la infraestructura supone un gasto muy alto para ReadyNet por lo tanto su utilización no está contemplada por lo pronto. Empresas como la CNT han realizado inversiones por 400000 dólares de esta tecnología en lugares como Cumbayá para empezar a brindar servicio de voz y datos²¹. Además, el apoyo de empresas del sector como Pacifictel y PuntoNet a esta tecnología permitirá el despegue de WiMAX en el Ecuador en no mucho tiempo.

3.1.2.3.4 Radio

Los enlaces de radio se han venido utilizando en ReadyNet especialmente para clientes corporativos, sin embargo su utilización se limita a aquellas áreas donde la cobertura DSL esté limitada y además su costo de implementación es más caro que el ADSL, por lo tanto esta opción tampoco es la mejor.

3.1.2.3.5 FTTH (Fiber To The Home)

Para ofrecer servicios de valor agregado a través de esta tecnología se requiere poseer una infraestructura de comunicaciones con fibra óptica que llegue hasta el usuario final, evitando así utilizar una última milla a través de los medios actuales

²¹ <http://www.lahora.com.ec/frontEnd/main.php?idSeccion=722326>

de acceso como son el cobre y el inalámbrico. Esta solución es la más difícil de implementar debido a la infraestructura inexistente de este tipo.

3.1.2.3.6 PLC (Power Line Communications)

El uso de PLC como tecnología de transmisión de datos está cerca de ser una realidad. La Empresa Eléctrica está realizando una fuerte inversión que le permitirá ofrecer este servicio a corto plazo a través de ElectroNet (que ya se ofrece de manera muy limitada²²); sin embargo, dependiendo de las características de este servicio que, en última instancia está solo limitado por la calidad de las líneas eléctricas, puede suponer otra alternativa siempre y cuando ReadyNet pueda disponer de la infraestructura. En todo caso, mientras ElectroNet no ofrezca su infraestructura para ofrecer BPL, no se podrá aprovechar esta alternativa.

3.1.2.4 Requerimiento de equipos

Se hará un análisis de los requerimientos de equipos en lo que respecta al lado de usuario, a la última milla brindada por la CNT y a la salida de Internet, para poder determinar si la implementación del nuevo servicio es viable desde el punto de vista de los equipos necesarios.

3.1.2.4.1 Equipos de usuario

En la actualidad, todos los módems de banda ancha que se están instalando a los clientes de ReadyNet Cía. Ltda. para el servicio de Internet cuentan con las capacidades ADSL2+ (Encore, TP-Link, etc); es decir, que por el lado de los equipos de interconexión que arrienda el ISP en mención no existe ningún problema.

El problema sería si un usuario antiguo requiere el nuevo servicio; en tal caso, sería necesario también el cambio de equipo de conectividad, es decir, el módem ADSL por un ADSL2+. Sin embargo, a pesar de la existencia de hardware con capacidades ADSL2+ tanto en el lado del usuario como del proveedor de enlaces de última milla (CNT), esta tecnología no está siendo aún utilizada.

²² <http://electronet.net.ec/ServicioalCliente/Cobertura/tabid/146/Default.aspx>

3.1.2.4.2 Última milla de la CNT

Los nodos de la CNT cuentan al igual que en el caso anterior con la tecnología ADSL2+, lo que significa, que en caso de ser necesario, solo se necesita habilitar esta tecnología para ser implementada en los clientes finales.

En este caso el único problema, como sucede en las conexiones ADSL normales, es que la disponibilidad del servicio está limitada a la distancia entre el usuario final y el punto de presencia para la última milla con la CNT. Tal como se vio en el primer capítulo, las velocidades de transmisión de ADSL2+ decrecen exponencialmente con la distancia, haciendo que se asemeje a ADSL cuando el nodo está muy alejado del punto de presencia. Los nodos de la CNT están ubicados en los siguientes sectores de la ciudad de Quito:

Sector	Puertos	Interfaz	Capacidad
AMAGUAÑA	120	E1	2
ATAHUALPA (QUITO)	168	E1	4
CALDERON	806	STM-1	1
CARAPUNGO	794	STM-1	1
CARCELEN	2996	STM-1	1
CARONDELET	628	STM-1	1
CHILLOGALLO	233	E1	4
COLEGIO MONTUFAR	274	E1	4
COLLALOMA	373	E3	1
CONOCOTO	2050	STM-1	1
COTOCOLLAO	2841	STM-1	1
CUMBAYA	2669	STM-1	1
EJERCITO	96	E1	2
EL CAMAL	250	E1	4
EL CONDADO	1928	STM-1	1
EL CONDE	48	E1	2
EL TRIUNFO	141	E1	4
ESCUELA ESPEJO	533	STM-1	1
GUAJALO	1411	STM-1	1
GUAMANI	727	STM-1	1
HACIENDA IBARRA	128	E1	4
IÑAQUITO	14841	STM-4	1
LA BOTA	248	E1	4
LA CAROLINA	472	STM-1	1
LA FLORESTA	304	STM-1	1
LA FLORIDA	776	STM-1	1
LA FORESTAL	141	E1	4
LA JOSEFINA	305	E1	4
LA LUZ	3074	STM-1	1

LA PAZ	312	STM-1	1
LA SANTIAGO	140	E1	4
LAS CASAS	607	STM-1	1
LOS NEVADOS	558	DS3	1
MARISCAL SUCRE	13396	STM-4	1
MENA	110	E1	4
MIRAVALLE	710	STM-1	1
MONJAS	903	STM-1	1
MONTESERRIN	692	STM-1	1
OBRERO INDEPENDIENTE	79	E1	4
PANECILLO	90	E1	4
PINTADO	1641	STM-1	1
POMASQUI	768	STM-1	1
PUEMBO	179	E1	4
PUENGASI	141	E1	4
QUITO CENTRO	2320	STM-1	1
ROCIO	72	E1	2
SAN ANTONIO DE PICHINCHA	192	E1	2
SAN CARLOS	184	E1	4
SAN ISIDRO DEL INCA	691	DS3	1
SAN JOSE DE MORAN	120	E1	2
SAN JUAN ALTO	151	E1	4
SAN MARTIN	48	E1	2
SAN RAFAEL	2190	STM-1	1
SANGOLQUI	1463	STM-1	1
SANTO TOMAS	48	E1	2
SANTO TOMAS	96	E1	2
SELVA ALEGRE	498	STM-1	1
SOLANDA	126	E1	4
TOLA ALTA	90	E1	4
TUMBACO	1711	STM-1	1
VILLAFLORA	3170	STM-1	1
YERBA BUENA	109	E1	4
ZABALA	120	E1	2

Tabla 3-6: Nodos ADSL de la CNT en Quito

Esto hace que a pesar de la tecnología ya presente en los equipos del lado de usuario y del punto de acceso, no todos los clientes potenciales de ReadyNet pueden recibir los beneficios de esta tecnología.

De manera gráfica, se puede tener una idea de los sectores que estarían excluidos (en teoría) del alcance de la tecnología ADSL2+ según su ubicación. (Véase Anexo D para un mayor detalle).

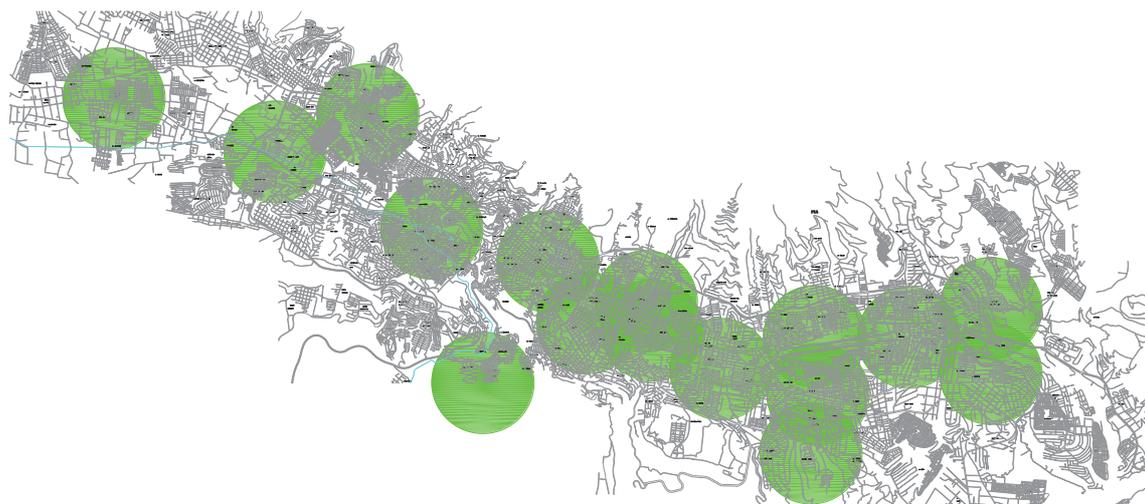


Figura 3-5: Cobertura de ADSL - G.SHDSL de la CNT en la ciudad de Quito²³

Debido a los requerimientos de la tecnología ADSL2+ para poder obtener las ventajas en ancho de banda que permite esta tecnología, la distancia entre los usuarios y los puntos de presencia deberá ser reducida con respecto a la Figura 3-6 y no puede ser mayor a unos 2 Km aproximadamente (véase Figura 1-4) para poder tener una capacidad adicional significativa.

3.1.3 TELEVISIÓN IP

Al igual que en el caso de banda ancha para acceso a Internet se realizará un análisis de los requerimientos básicos en hardware y software de tal manera que la empresa, en este caso ReadyNet esté en la capacidad de prestar este servicio.

3.1.3.1 Crecimiento del número de usuarios

Utilizando los datos del número de usuarios de ReadyNet, se puede utilizar el total de usuarios de esta empresa, como la base sobre la cual deducir el porcentaje de penetración del servicio. Según la conclusión obtenida de la Figura 3-2, el tipo de usuarios que reporta mayor crecimiento es el que utiliza 128 / 64; es decir, desde este punto de vista falta mucho para que el ancho de banda común se acerque a lo recomendado para la prestación de servicios de televisión IP.

En el caso de Televisión IP, es un mercado aún no existente en el Ecuador y, a pesar de ya existir aplicaciones de video bajo demanda en Internet, el poco ancho

²³ <http://www.andinadatos.com.ec/antiguo/adsl.htm>

de banda existente en las conexiones residenciales no ha permitido que se popularice.

La única forma que este servicio encuentre un nicho en el mercado es que su calidad y precio sea comparable a los servicios de televisión pagada existentes en el mercado.

3.1.3.2 Esquemas de codificación para acceso a televisión por Internet

En el caso de televisión IP o IPTV, se tomará en cuenta que la transmisión se llevará a cabo con canales de resolución estándar puesto que ni siquiera en los canales de televisión convencionales se utiliza la televisión de alta definición (HDTV).

El ancho de banda se obtendrá, en este caso, tomando en cuenta, el o los códecs empleados en la codificación y el overhead producido en el proceso de transmisión.

Códec	Organización	Aplicaciones	Ancho de banda
H.261	UIT-T	Videoconferencia	40 Kbps - 2 Mbps
MPEG-1	ISO	TV, VCD	Hasta 1,5 Mbps
MPEG-2	ISO	DVN, HDTV, SVCD, DVD	Hasta 40 Mbps
H.263	UIT-T	Videoconferencia	Desde 24 Kbps
MPEG-4 p. 2	ISO		Desde 64 Kbps
MPEG-4 p. 10 (H.264)	ISO, UIT-T	Videoconferencia	N / A
WMV	Microsoft	Streaming, WMV HD	N / A

Figura 3-6: Algunos códecs populares para compresión de video en Internet

Según la Figura 3-6, el ancho de banda requerido para el servicio de IPTV puede variar dependiendo de las necesidades del medio, puesto que los códecs utilizados pueden trabajar también en un amplio rango.

Por lo tanto para dar un servicio a los usuarios que pueda ser comparable con los servicios de televisión abierta y por cable, es necesario garantizar que la calidad del video sea al menos similar, esto es, que se utilice una resolución de 352 x 240 pixeles a 30 cuadros por segundo para calidad VCD o a 640 x 480 a 30 cuadros por segundo para calidad DVD.

La selección del códec de video y el análisis del ancho de banda requerido por usuario se realizará en el punto 3.3.3.

3.1.3.3 Equipos necesarios para IPTV

Para poder brindar el servicio de IPTV a los usuarios se necesita un servidor que haga las veces de Gateway IPTV, el cual permita el acceso a los contenidos bajo demanda y streaming de video.

En la forma más básica, la implementación del servicio de IPTV se podría dar con el gateway IP o servidor de streaming y una conexión a la señal de video como se muestra en la Figura 3-7. Sin embargo, no está considerado aún un servidor de facturación y opcionalmente un servidor para ofrecer video bajo demanda almacenado localmente.

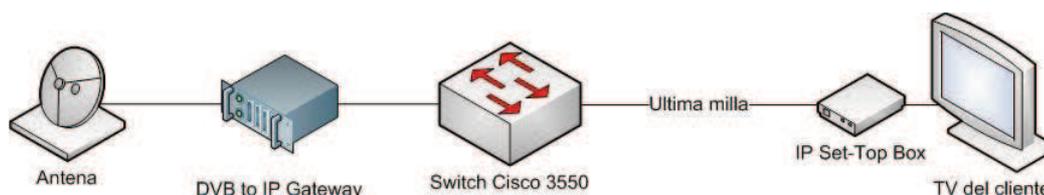


Figura 3-7: Ejemplo de un esquema básico para transmisión de IPTV

Los sistemas de broadcast (Broadcast Streaming System) y video bajo demanda (VOD Streaming System) tienen que poder soportar muchas conexiones simultáneas y, en el caso del último, tener una gran capacidad de almacenamiento que le permita poseer el contenido listo para su distribución. Ejemplos de estos equipos se muestran en la Figura 3-8.



Figura 3-8: NetUP IPTV Combine 4X, NetUP Imagine Complex

Estos servidores pueden ser administrados por soluciones en hardware y software, dependiendo del fabricante, los códecs utilizados, los equipos de usuario, entre otros.

3.2 SELECCIÓN DE EQUIPOS

Antes de escoger las características requeridas para los equipos del usuario, primero es necesario revisar las diferentes opciones existentes.

3.2.1 TELEFONÍA IP

Para poder determinar los equipos de usuario, se debe tener en cuenta las posibles implementaciones del servicio, ya que a pesar que la idea del servicio Triple Play es de ofrecer los equipos necesarios para acceder al servicio, también hay que tener en cuenta que existen servicios en software los cuales son muchas veces gratuitos o a bajo costo.

Actualmente existen muchas compañías que ofrecen soluciones para telefonía IP en software y hardware.

3.2.1.1 Soluciones en software

Un usuario con el ancho de banda necesario, puede acceder a servicios de Telefonía IP sin la necesidad de ningún equipo especial más que su computador, un micrófono y parlantes (o una diadema).

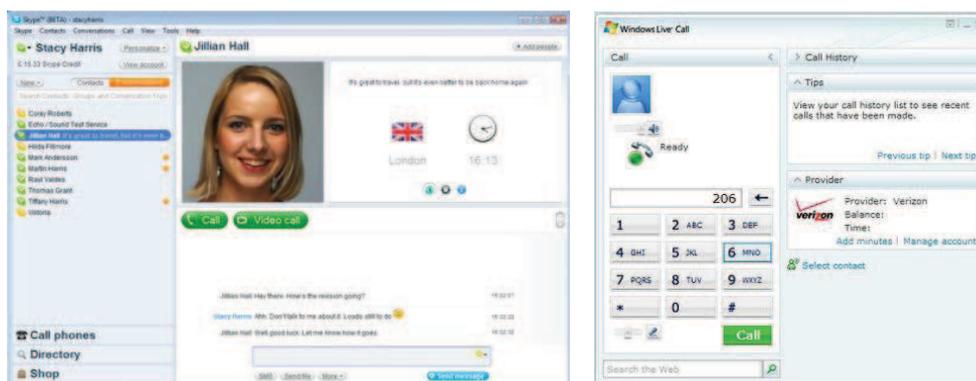


Figura 3-9: Aplicaciones de software de telefonía a través de Internet

De esta manera podría utilizar servicios como Skype, MSN Messenger, Yahoo Messenger, entre otros para realizar llamadas o incluso utilizar accesorios como una Webcam para comunicaciones que incluyan video tal como los mostrados en la Figura 3-10.

3.2.1.2 Soluciones en hardware

Las soluciones en hardware implican que junto al servicio Triple Play brindado al cliente final, se incluirá, además del módem de banda ancha dispositivos para la realización de llamadas VoIP. Las soluciones de hardware pueden ser de tres tipos:

3.2.1.2.1 Teléfono IP conectado a computador del usuario.

En este caso el teléfono sería un híbrido entre un teléfono y un softphone, ya que trabajaría, por ejemplo, mediante una conexión de tipo USB o Wi-Fi al computador del usuario y en conjunto con un software integrado. El problema de esta implementación radica, al igual que el caso de software para VoIP, que el PC del usuario debe estar encendido para que el mismo pueda hacer y recibir llamadas.

Entre los equipos que entran en esta categoría, que se pueden encontrar en el mercado, tenemos:



Figura 3-10: Vonage V-Phone, Samsung WIP-6000, Skypephone, RTX 3088

3.2.1.2.2 Adaptador para teléfono analógico

Esta implementación permite que el usuario siga usando su teléfono convencional para hacer llamadas telefónicas, con la única diferencia que el adaptador permite que las llamadas se realicen a través de la conexión a Internet existente en vez de la conexión normal. El problema de esta implementación al igual que las demás, es que solo se podrían realizar llamadas entre teléfonos IP o internacionales debido a la normativa vigente en el Ecuador, punto que será topado más adelante.

Entre los adaptadores de VoIP existentes en el mercado podemos encontrar:



Figura 3-11: Adaptadores VoIP: Linksys PAP2T, D-Link DVG-2001S, Vonage V-Portal

3.2.1.2.3 Teléfono basado en hardware

En este caso, se necesita hacer la incorporación al servicio de un equipo que reemplaza completamente el hardware necesario para telefonía. La ventaja de este dispositivo es que al ser un teléfono IP dedicado puede incorporar, según el caso, funciones de mensajería, contactos, etc.

El problema de esta implementación es el costo; por ejemplo, entre los equipos existentes en el mercado que caen dentro de esta clasificación tenemos:



Figura 3-12: Teléfonos VoIP Cisco 7900 series, 3Com 3101

Sin embargo, esta implementación del servicio, permite migrar fácilmente a mejores características del servicio y consiste en la forma más fácil de uso para el cliente final. El detalle de los requerimientos necesarios y el costo de los equipos, se revisará en el capítulo 4.

3.2.2 BANDA ANCHA

Para brindar el servicio de banda ancha a los clientes, se necesita un equipo que además permita el acceso a Internet a los demás equipos que se utilizarán.

Algunos ejemplos de los equipos necesarios para brindar banda ancha que soporten ADSL2+ y que se encuentran disponibles en el mercado se muestran en la Figura 3-13.



Figura 3-13: Router Cisco 870 Series, TP-Link TD-8810, D-Link DSL-504T-GenII

Es muy importante que el modem escogido soporte calidad de servicio, es decir que pueda distinguir el tipo de tráfico que pasa a través del mismo para que de esta manera pueda dar prioridad a los paquetes de voz y video que enviarán los equipos a los cuales esté conectado.

3.2.3 TELEVISIÓN IP

Al igual que en el caso de la telefonía IP, la televisión sobre el protocolo IP (IPTV) puede ser implementada a través de soluciones en software y hardware. Pero un usuario, con el suficiente ancho de banda podría acceder también a servicios de video o televisión en Internet sin necesidad de instalar ningún software adicional.

Bajo este punto no sería necesario siquiera de ofrecer hardware al usuario, simplemente el ancho de banda necesario le permitiría acceder al servicio de televisión a través de Internet desde su computadora.

O en algunos casos, como ya se han descrito, el usuario es capaz de descargar una aplicación, la cual acceda al contenido de video por medio de un protocolo de transmisión en tiempo real como RTP.

Algunos de los sitios en los que se puede acceder a canales gratuitos de televisión por Internet, series o programas gratuitos o herramientas para su acceso son:

- <http://www.justin.tv>
- <http://www.medinalia.com>

- <http://www.orb.com>
- <http://www.channelchooser.com>
- <http://www.channelbreak.com/livechannel.php>
- <http://www.streamick.com>
- <http://www.streamwired.com>
- <http://www.peekvid.com>
- <http://www.mediascrape.com>
- <http://www.contentstock.com>
- <http://tv4all.com>
- <http://www.tvmix.net>
- <http://www.martialartstv.com>
- <http://www.maniatv.com>
- <http://www.boxtobox.co.uk>
- <http://freefootball.org>
- <http://www.joost.com>
- <http://www.jump.tv>
- <http://www.peerperview.com>

3.2.3.1 Soluciones en software

En el caso de soluciones en software, la televisión se podría implementar mediante el uso de aplicaciones para Linux, Mac OS y Windows las cuales permiten acceder y suscribirse a un sinnúmero de canales de contenido, claro está, que estas opciones aún no tienen el mismo desarrollo que soluciones dedicadas.

3.2.3.1.1 Solución para Linux

Linux MCE es una plataforma de comunicaciones basada en Linux que permite, entre otras cosas agrupar las tareas de administración de medios de audio y video, además de poder controlar dispositivos asociados como TV, radio, teléfonos, sistemas de vigilancia, entre otros. Su conexión a Internet permite la obtención de contenidos de video en tiempo real y bajo demanda, y por ser una aplicación de código abierto, es gratis.

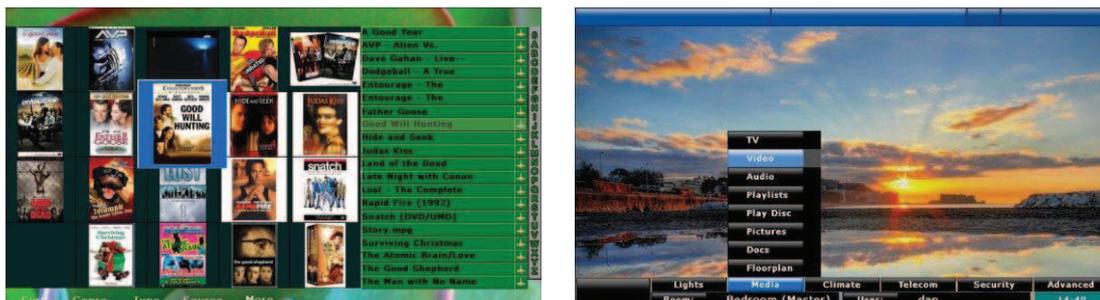


Figura 3-14: Interfaz de Linux MCE 1.1²⁴

3.2.3.1.2 Solución en Mac OS

MythTV es una solución diseñada para plataformas Mac OS que al igual que su contraparte en Linux y Microsoft permite acceder a todo tipo de contenidos de imagen, audio y video además de conectarse a Internet para descargar guías de TV para poder realizar grabaciones programadas. Esta aplicación está siendo desarrollada también para plataformas Linux y Microsoft y pretende además competir con aplicaciones comerciales como Windows Media Center o Nero Home.



Figura 3-15: Interfaz de MythTV 0.21²⁵

3.2.3.1.3 Solución en Windows

Microsoft Mediaroom es la nueva plataforma para entretenimiento casero de esta compañía que agrupa funciones de audio, video, imágenes y juegos. Además por su conexión a Internet, su soporte en sistemas operativos Windows y la gran cantidad de proveedores de contenidos que están asociados a esta iniciativa la hacen una muy atractiva opción para IPTV en software.

²⁴ <http://www.linuxmce.org/>

²⁵ <http://www.mythtv.org/>

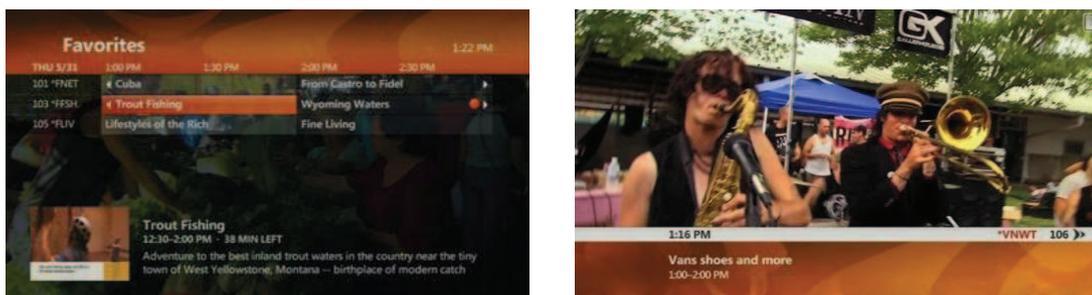


Figura 3-16: Microsoft Mediaroom (antes Microsoft TV IPTV Edition)²⁶

3.2.3.2 Soluciones en hardware

Para realizar esta implementación se necesita un adaptador que permita convertir la señal obtenida de la red a una señal de video estándar. Existen adaptadores en el mercado que permiten ofrecer el servicio de IPTV mediante una conexión de banda ancha, y utilizarlo desde el mismo receptor de televisión del usuario. Estos adaptadores son comúnmente conocidos como Set-Top Box.

En este caso la disponibilidad de estos dispositivos en el mercado estaría limitada a la capacidad de importar estos equipos, o por lo menos hasta que el servicio de IPTV se popularice.

Entre los equipos existentes en el mercado que permiten convertir a un TV normal en un equipo IPTV tenemos:



Figura 3-17: Set-Top Boxes: Amino AmiNET 110, Motorola VIP1500

El Set-Top Box (STB) elegido deberá ser compatible con el servidor de streaming de video y el middleware escogido para la transmisión de contenido de video y además deberá soportar los servicios que se pretendan ofrecer.

²⁶ <http://www.microsoftmediaroom.com/>

3.3 CAPACIDAD DE LOS ENLACES

Para determinar la capacidad de los enlaces requerida en el lado del usuario, para poder acceder a los servicios incluidos en el paquete Triple Play, se debe hacer un análisis del tipo de tráfico y demanda de cada uno de los servicios incluidos. Previamente se realizará una revisión breve de los protocolos involucrados en la transmisión de datos para poder determinar después su influencia en los cálculos a realizar.

3.3.1 PROTOCOLOS DE TRANSMISIÓN DE DATOS

Además de revisar los principales estándares para transmisión de datos, voz y video, que es el objetivo del presente proyecto, también es necesario determinar los protocolos utilizados para la transmisión de esta información.

La familia de protocolos TCP/IP (Transmission Control Protocol / Internet Protocol) es la más utilizada en Internet. TCP/IP define una arquitectura de varias capas similar en funciones a la del modelo OSI pero menor en número como se muestra en la Figura 1-13.



Figura 3-18: Capas del modelo TCP/IP

Los protocolos utilizados dependen de la capa en donde se utilicen, por ejemplo a nivel de capa Enlace se utiliza mayoritariamente Ethernet; a nivel de Internet, IP; a nivel de capa Transporte, TCP y UDP; y a nivel de capa Aplicación, DNS, HTTP, FTP, SMTP, RTP, IMAP, POP3, SIP, SNMP, SSH, Telnet, etc.

Se analizará, de este modo, los principales protocolos involucrados en los servicios de acceso a Internet, Voz sobre IP e IPTV.

3.3.1.1 Ethernet

Ethernet es el estándar para redes de área local más utilizado hoy en día. Fue inicialmente desarrollado por Xerox en la década de 1970 pero se estandarizó como IEEE 802.3 en 1985. Ethernet utiliza un mecanismo de acceso al medio denominado contención en el cual todos los dispositivos conectados escuchan las transmisiones realizadas sobre el canal pero solo el dispositivo destino las acepta; este mecanismo se denomina CSMA / CD (Carrier Sense Multiple Access / Collision Detection).

Ethernet además especifica las características del cableado, señalización a nivel físico y formatos de tramas de datos a nivel de enlace de datos del modelo TCP/IP.

La Tabla 3-7 muestra algunas de las tecnologías basadas en Ethernet.

Tecnología	Velocidad de transmisión	Tipo de cable	Distancia máxima	Topología
10Base5	10 Mbps	Coaxial grueso	500 m	Bus (Conector AUI)
10Base2	10 Mbps	Coaxial delgado	185 m	Bus (Conector T)
10BaseT	10 Mbps	Par Trenzado	100 m	Estrella (Hub o Switch)
10BaseF	10 Mbps	Fibra óptica (multimodo)	2000 m	Estrella (Hub o Switch)
100BaseT4	100 Mbps	Par Trenzado (UTP categoría 3)	100 m	Estrella. Half Duplex (hub) y Full Duplex (switch)
100BaseTX	100 Mbps	Par Trenzado (UTP categoría 5)	100 m	Estrella. Half Duplex (hub) y Full Duplex (switch)
100BaseFX	100 Mbps	Fibra óptica (multimodo)	2000 m	No permite el uso de hubs
1000BaseT	1000 Mbps	4 pares trenzados (UTP cat 5e ó 6)	100 m	Estrella. Full Duplex (switch)
1000BaseSX	1000 Mbps	Fibra óptica (multimodo)	550 m	Estrella. Full Duplex (switch)
1000BaseLX	1000 Mbps	Fibra óptica (monomodo)	5000 m	Estrella. Full Duplex (switch)
10GBaseSR	10000 Mbps	Fibra óptica (multimodo)	300 m	Estrella. Full Duplex (switch)
10GBaseLX4	10000 Mbps	Fibra óptica (monomodo)	10000 m	Estrella. Full Duplex (switch)
10GBaseLR	10000 Mbps	Fibra óptica (monomodo)	10000 m	Estrella. Full Duplex (switch)
10GBaseCX4	10000 Mbps	4 pares trenzados (UTP categoría 6)	15 m	Estrella. Full Duplex (switch)

Tabla 3-7: Variaciones de Ethernet

3.3.1.1.1 Formato de trama

El formato de trama IEEE 802.3 es muy similar al de Ethernet (que especifica un preámbulo de 8 bytes) está definido por los siguientes campos:

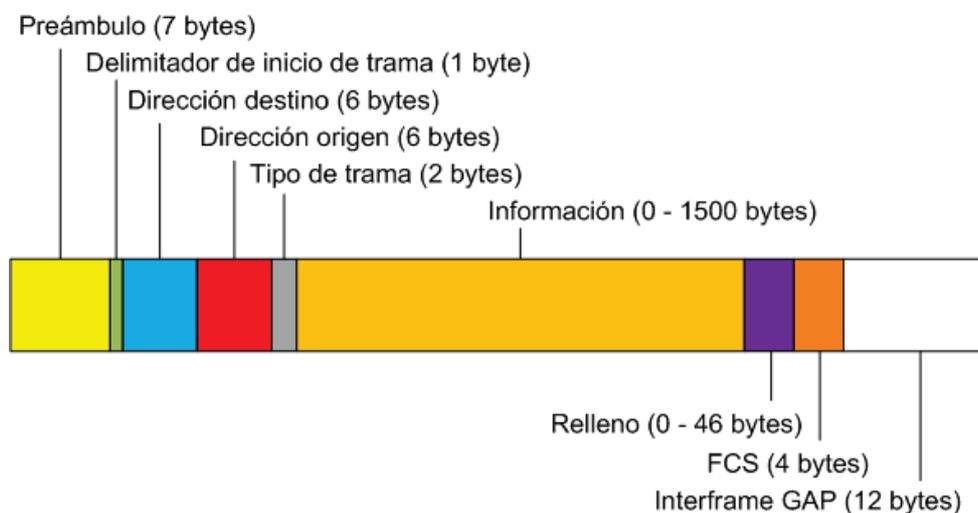


Figura 3-19: Campos de la trama IEEE 802.3

- Preámbulo.- Es una secuencia de 56 bits utilizada para sincronización de trama (10101010 10101010 1010...)
- Delimitador de inicio de trama.- Es una secuencia de 8 bits utilizada para determinar el inicio de la trama (10101011)
- Dirección destino.- Representa la dirección MAC del equipo que recibirá la trama.
- Dirección origen.- Representa la dirección MAC del equipo que envía la trama.
- Tipo de trama.- Es un campo que identifica el protocolo de nivel superior asociado con el paquete o, la longitud del campo información.
- Información.- Contiene toda la información recibida del nivel superior (capa de red). Tiene una longitud de entre 0 y 1500 bytes.
- Relleno.- Permite que la trama Ethernet alcance una longitud mínima de 64 bytes requerido para evitar problemas de detección de colisiones.
- FCS (Frame Check Sequence).- Contiene un valor de revisión CRC (Comprobación de Redundancia Cíclica) aplicado a toda la trama (desde el campo Dirección de Destino) para detectar errores en el receptor.
- Interframe GAP.- Es un espacio de tiempo (el equivalente a 12 bytes) que permite separar tramas consecutivas de una transmisión.

3.3.1.2 Protocolo IP

IP (Internet Protocol) es un protocolo que trabaja a nivel de capa de red del modelo TCP/IP. Es utilizado para comunicaciones de datos a través de redes de paquetes conmutados.

La unidad de transmisión del protocolo IP es el datagrama, el cual define un encabezado que permite el envío de información en forma no confiable a su destino; es decir, IP permite el envío de datos basado en direcciones IP pero no garantiza su recepción. La confiabilidad de las comunicaciones basadas en IP dependen de protocolos de capa superior como TCP o UDP.

3.3.1.2.1 Direcciones IP

Una dirección IP es un número que permite identificar a un dispositivo de red dentro de una red que utilice el protocolo IP. Las direcciones IP versión 4 están conformadas por 32 bits y dividida en 4 octetos. Según el valor de estos octetos, una dirección IP puede ser clasificada como se muestra en la Tabla 1-6.

Clase	Rango de direcciones	Máscara de red	No. de redes
A	1.0.0.0 hasta 126.255.255.255	255.0.0.0	126
B	128.0.0.0 hasta 191.255.255.255	255.255.0.0	16384
C	192.0.0.0 hasta 223.255.255.255	255.255.255.0	2097152
D	224.0.0.0 hasta 239.255.255.255		
E	224.0.0.0 hasta 255.255.255.255		

Tabla 3-8: Tipos de direcciones IP

Además existen ciertas direcciones IP reservadas, como por ejemplo:

- La primera dirección de cada red se denomina dirección de red.
- La última dirección de cada red se denomina dirección de broadcast.
- La dirección 127.x.x.x se denomina dirección de bucle o de loopback.

Además existen direcciones IP denominadas privadas que sirven para identificar a los equipos conectados dentro de una misma red

- Clase A: 10.0.0.0 hasta 10.255.255.255
- Clase B: 172.16.0.0 hasta 172.31.255.255
- Clase C: 192.168.0.0 hasta 192.168.255.255

3.3.1.2.2 Datagrama IP

El datagrama IP consta de un encabezado como el que se muestra en la Figura

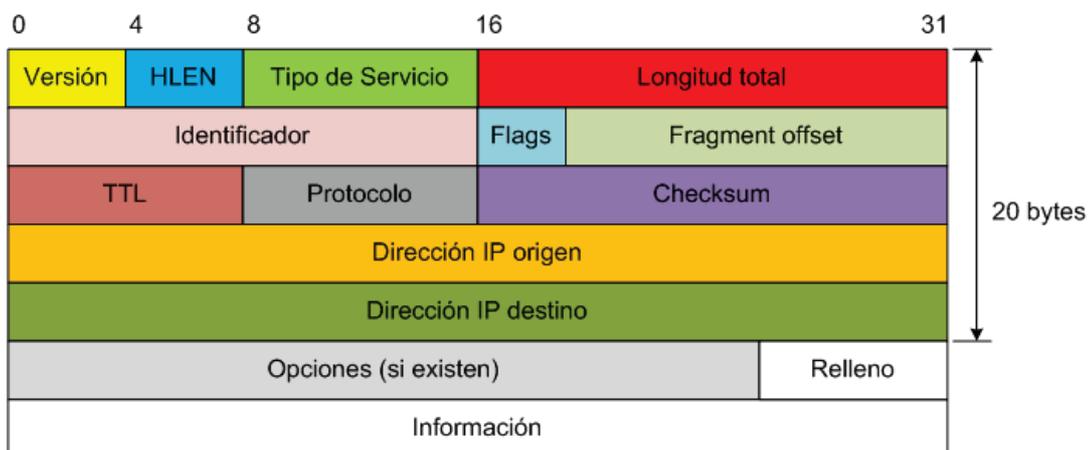


Figura 3-20: Campos del encabezado del datagrama IP

- Versión.- Indica la versión del protocolo IP. La actual es la 4 (IPv4).
- HLEN.- Indica la longitud de la cabecera en partes de 4 bytes. El mínimo valor de este campo es 5 (20 bytes).
- Tipo de Servicio.- Permite identificar la calidad de servicio brindado al datagrama IP. Consta 8 bits:
 - Bits 0 a 2 (Precedence): Permite denotar la importancia del datagrama.
 - Bits 3 a 6 (Type Of Service): Según su valor puede ser: 0000 (servicio normal), 0001 (minimizar costo), 0010 (maximizar confiabilidad), 0100 (maximizar ancho de banda), 1000 (minimizar retardo)
 - Bit 7 (MBZ): Reservado para uso futuro
- Longitud total.- Es la longitud total del datagrama IP incluida su cabecera medida en bytes. Debido a su tamaño (16 bits), el tamaño máximo de un datagrama es 65535 bytes.
- Identificador.- Es un campo asignado por el equipo emisor para identificar a un datagrama fragmentado. Los fragmentos de un mismo datagrama poseen el mismo identificador.
- Flags.- Es un campo que permite ejercer control sobre la fragmentación del datagrama IP. Contiene 3 bits: 0 (reservado) cuyo valor debe ser 0, DF (Don't Fragment,) que lleva el valor 0 si se permite la fragmentación del datagrama y

1 en caso contrario, y MF (More Fragments) que lleva el valor 1 en todos los fragmentos del datagrama (en caso de existir) y 0 para el último.

- Fragment offset.- Indica la posición del fragmento medido en partes de 8 bytes
- TTL (Time To Live).- Número de saltos máximo que puede dar el datagrama antes de llegar a su destino. Cada dispositivo intermedio de una transmisión resta el valor de este campo en 1. Cuando el valor es 0, el datagrama se descarta.
- Protocolo.- Indica el protocolo utilizado en el campo de información. Por ejemplo 1 para ICMP, 2 para IGMP, 6 para TCP, 17 para UDP.
- Checksum.- Permite realizar la comprobación de errores de la cabecera mediante la suma en complemento de uno de sus palabras de 16 bits. Si este campo no es igual, el datagrama se desecha.
- Dirección IP origen.- Representa la dirección IP del equipo emisor.
- Dirección IP destino.- Representa la dirección IP del equipo receptor.
- Opciones.- Es un campo de longitud variable y no es obligatorio. Generalmente se utiliza para pruebas de red y depuración.
- Relleno.- Permite que la cabecera sea un múltiplo de 32 bits en caso de que el campo de opciones no lo sea.

IP provee un mecanismo de envío del mejor esfuerzo, es decir, que no garantiza la entrega de los paquetes. Por lo tanto la información puede llegar duplicada, desordenada, corrupta o incluso se puede perder.

El control de integridad de datos se debe realizar en capas superiores; por ejemplo, realizando una comprobación de errores en los mismos o generando datagramas no muy grandes para así evitar su fragmentación.

3.3.1.3 Protocolo TCP

TCP (Transmission Control Protocol) es un protocolo de capa transporte que permite que las transmisiones se realicen de manera confiable y ordenada gracias a que trabaja mediante el establecimiento de las comunicaciones antes de que éstas se realicen.

3.3.1.3.1 Segmento TCP

El segmento TCP consta de los campos mostrados en la Figura 1-16.

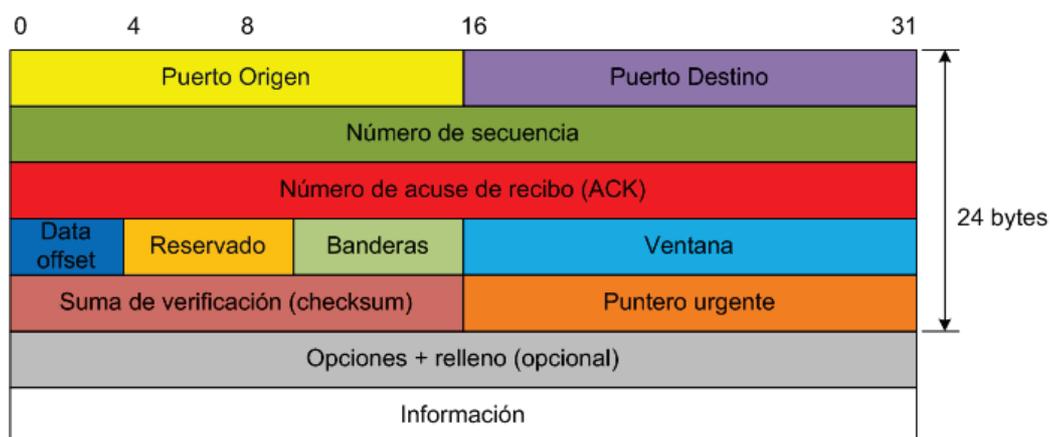


Figura 3-21: Campos del segmento TCP

- Puerto Origen.- Contiene el número de puerto de la aplicación que origina la transmisión.
- Puerto Destino.- Contiene el número de puerto de la aplicación de destino.
- Número de secuencia.- Contiene la posición del campo de información a partir del número de secuencia anterior.
- Número de acuse de recibo.- Contiene el número del próximo número de secuencia que debe recibir el segmento.
- Data offset.- Contiene el número de palabras de 32 bits del encabezado del segmento TCP.
- Reservado.- Debe ser cero. Reservado para uso futuro.
- Banderas.- Contiene 6 bits significantes:
 - URG: Indica que el segmento contiene información urgente que termina en el valor del campo puntero urgente.
 - ACK: Indica al receptor que debe prestar atención al acuse de recibo.
 - PSH: El remitente indica la función de PUSH.
 - RST: Permite resetear la comunicación.
 - SYN: Indica la sincronización de los números de secuencia para iniciar una nueva comunicación.
 - FIN: Indica la terminación de una comunicación.
- Ventana.- Este número determina la cantidad de octetos de información indicados en el acuse de recibo que el remitente puede aceptar.

- Suma de verificación.- Se calcula mediante la suma en complemento de uno de las palabras de 16 bits del encabezado y los datos.
- Puntero urgente.- Contiene el número de secuencia del último byte de información urgente. Se usa si está activo el bit URG.
- Opciones.- Es un campo de longitud variable que permite especificar las opciones del segmento TCP si las hay.
- Relleno.- Es una secuencia de ceros que permite que el campo de opciones sea un múltiplo de 32 bits.

TCP no sólo permite el establecimiento de comunicaciones en las que los paquetes llegan de forma segura y en orden si no que también permite la realización de tareas de control de flujo y posee mecanismos de control de congestión.

3.3.1.4 Protocolo UDP

UDP (User Datagram Protocol) es un protocolo de capa transporte que permite el intercambio de datagramas mediante un mecanismo no orientado a conexión. A diferencia de TCP (Transmission Control Protocol), UDP no garantiza la confiabilidad de la información; sin embargo, las aplicaciones en tiempo real como voz y video prefieren a este protocolo debido a que produce menor retardo. UDP asume el uso del protocolo IP en la capa red.

3.3.1.4.1 Puertos

Al igual que TCP, UDP utiliza puertos para diferenciar a las comunicaciones entre diferentes aplicaciones. El número de puertos utilizables es 65535 (16 bits) de los cuales del 1 al 1023 son puertos “bien conocidos”.

Algunos de los puertos utilizados por las aplicaciones conocidas son FTP (21), TELNET (23), SMTP (25), DNS (53), TFTP (69), HTTP (80), POP3 (110), SNMP (161,162), IMAP (143), HTTPS (443), RTSP (554), entre otros.

3.3.1.4.2 Datagrama UDP

El datagrama UDP posee una cabecera que consta de los campos indicados en la Figura 1-16.

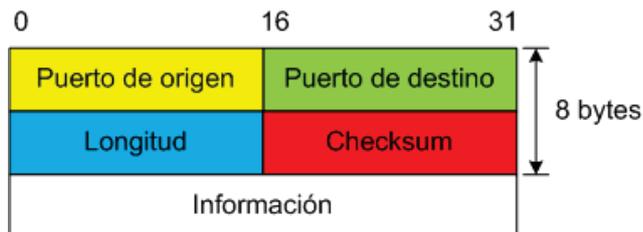


Figura 3-22: Campos del encabezado del datagrama UDP

- Puerto de origen.- Identifica al puerto utilizado por la aplicación de origen.
- Puerto de destino.- Identifica al puerto utilizado por la aplicación de destino.
- Longitud.- Permite identificar la longitud del datagrama completo incluida la cabecera.
- Checksum.- Es una secuencia de 16 bits que permite realizar la comprobación de errores de la cabecera mediante la suma en complemento de uno de la cabecera y los datos.

3.3.1.5 RTP

RTP (Real-time Transport Protocol) es un protocolo utilizado principalmente para la transmisión de audio y video a través de Internet. También puede utilizarse en conjunto con RTSP para mejorar sus aplicaciones para multimedia. RTP no utiliza un puerto TCP o UDP estándar, sin embargo, generalmente se utiliza puertos entre el 16384 y 32767.

Para poder realizar un control acerca de la información transmitida, se utiliza RTCP (RTP Control Protocol) en conjunto con RTP.

3.3.1.5.1 Paquete RTP

Los campos del paquete RTP se muestran en la Figura 1-17.

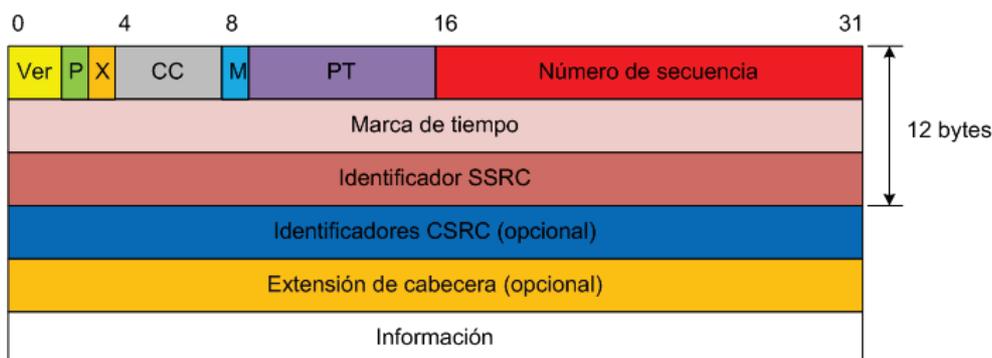


Figura 3-23: Campos del paquete RTP

- Ver.- Indica la versión del protocolo (actual 2).
- P.- Si el bit P tiene valor 1, existe relleno al final del paquete RTP.
- X.- Si el bit X tiene valor 1, se utilizará el campo Extensión de cabecera para poder añadir información a la cabecera RTP.
- CC.- Contiene el número de identificadores CSRC del encabezado.
- M.- Si tiene el valor 1, los datos son relevantes para la aplicación.
- PT.- Determina el formato de la información.
- Número de secuencia.- Permite al receptor detectar la pérdida de paquetes y reordenar los mismos.
- Marca de tiempo.- Identifica el instante de muestreo del primer bit del campo Información.
- Identificador SSRC.- Permite identificar la fuente de sincronización. Si su valor es cero, el campo Información representa dicha fuente.
- Identificadores CSRC.- Permite identificar las fuentes contribuyentes para el campo Información cuyo número se especifica en el campo CC.
- Extensión de cabecera.- Permite agregar información adicional a la cabecera, útil para realizar pruebas sobre nuevas funciones de RTP.

Una vez terminada la revisión de los protocolos involucrados en la transmisión de los datos que corresponden a los servicios incluidos en Triple Play, se realizará el cálculo del tráfico generado por cada uno de los mismos.

3.3.2 TELEFONÍA IP

El tráfico necesario para el servicio de telefonía IP es en tiempo real y con poco retardo, por lo tanto no sólo necesita un ancho de banda más o menos constante dependiendo del esquema de compresión, sino que también necesita que la latencia de las comunicaciones sea menor en comparación con los demás servicios. Este tipo de tráfico, de tipo simétrico, debe tener un ancho de banda garantizado tanto de subida como de bajada.

Es por lo tanto, que para enlaces de tipo WAN, se debe utilizar un códec de baja utilización de ancho de banda pero de aceptable calidad como es el caso de

G.726 o G.729 (véase Tabla 3-5). Para calcular el ancho de banda ocupado en comunicaciones de este tipo, se debe tomar en cuenta la información extra debida al empaquetamiento de la información:

$$AB_{req} = \frac{AB_{codec}(Long_{sobrecarga} + Long_{encapsulamiento})}{Long_{sobrecarga}}$$

El campo $AB_{c\acute{o}dec}$ representa la tasa de bits generada por el c\acute{o}dec de compresi\on de audio, $Long_{sobrecarga}$ representa el tama\no del payload de datos enviados, el campo $Long_{encapsulamiento}$ representa el overhead generado por los protocolos involucrados en la comunicaci\on, es decir RTP, UDP, IP y Ethernet.

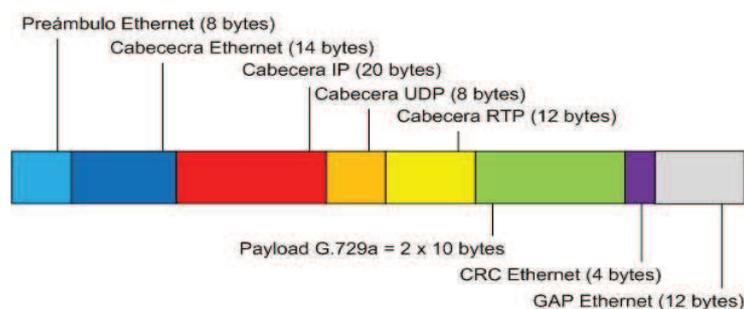


Figura 3-24: Encapsulamiento de una comunicaci3n de voz con el protocolo G.729a²⁷

El overhead en comunicaciones de Voz sobre el protocolo IP y, en general para aplicaciones en tiempo real se da principalmente por la informaci3n adicional agregada por los protocolos RTP, UDP, Ethernet e IP.

El proceso de se\nalizaci3n no se toma en cuenta puesto que se realiza antes y despu\es de una llamada mediante mensajes de texto. Por lo tanto, de acuerdo a la Figura 3-24 anterior y utilizando el c\acute{o}dec G.729a a 8 Kbps:

$$AB_{req} = \frac{8 \text{ Kbps}(20 + 8 + 14 + 20 + 8 + 12 + 4 + 12) \text{ bytes}}{20 \text{ bytes}} = 39.2 \text{ Kbps}$$

El ancho de banda utilizado por canal es de 39.2 Kbps, por lo tanto este valor ser\ia el necesario para los enlaces de bajada y de subida para VoIP.

²⁷ <http://www.newport-networks.com/whitepapers/voip-bandwidth3.html>

3.3.3 INTERNET

En comparación con los servicios de voz y televisión sobre IP incluidos en Triple Play, el acceso a Internet es el servicio menos demandante en ancho de banda, por lo tanto se podría considerar un ancho de banda mínimo para que un usuario pueda navegar en Internet al mismo tiempo que utiliza los otros dos servicios.

Además, la naturaleza de este tipo de tráfico es a ráfagas, por lo que se podría brindar el servicio utilizando entre 64 / 32 y 128 / 64 Kbps, ya que este último es el servicio más utilizado por los clientes de ReadyNet, sin embargo, esto dependerá mucho del costo final del ancho de banda para los clientes.

3.3.4 TELEVISIÓN IP

La Televisión IP es un servicio altamente demandante en ancho de banda, pero a pesar de esto, no tiene requerimientos exigentes de latencia. Para que la reproducción se pueda realizar de manera ininterrumpida, en teoría sólo se debe asegurar que la velocidad de transmisión requerida por el códec más el overhead generado en la transmisión de los datos se cumpla.

Al igual que en el caso de la telefonía IP, se escogerá el códec y sus características de tal manera que la calidad del video sea comparable a la televisión pagada.

Definición	Códec	Velocidad de Tx
Estándar (SDTV)	Sin compresión	210 Mbps
Estándar (SDTV)	MPEG-2	3 Mbps
Estándar (SDTV)	MPEG-4 (H.264)	1.6 Mbps
Alta (HDTV)	Sin compresión	818 Mbps
Alta (HDTV)	MPEG-2	12 Mbps
Alta (HDTV)	MPEG-4 (H.264)	6 Mbps

Tabla 3-9: Velocidad de transmisión requerido por los principales códecs para TV²⁸

Este tipo de tráfico es totalmente asimétrico, puesto que la información enviada por el usuario es despreciable con respecto a la recibida.

²⁸ <http://www.commsdesign.com/article/printableArticle.jhtml?articleID=201805799>

Según la Tabla 3-4, para poder ofrecer una calidad de video similar a la televisión de definición estándar, el códec MPEG-4 es el más indicado debido a su bajo requerimiento de velocidad de transmisión para tal efecto, además que permite su transmisión en tiempo real, que es el requerimiento para IPTV. En otras palabras, para ofrecer una calidad estándar, el video deberá tener una resolución de 640 x 480 pixeles (relación de aspecto 4:3) a una velocidad de refrescamiento de 30 cuadros por segundo.

Para calcular el ancho de banda de video requerido utilizando el códec H.264 se procede de manera similar al punto 3.3.1:

$$AB_{req} = \frac{1600 \text{ Kbps}(188 + 8 + 14 + 20 + 8 + 12 + 4 + 12) \text{ bytes}}{188 \text{ bytes}} = 2263.8 \text{ Kbps}$$

Por lo tanto, el ancho de banda mínimo requerido para ofrecer video con calidad estándar, es de 2263.8 Kbps.

3.3.5 TOTAL DE ANCHO DE BANDA

Para determinar el ancho de banda requerido para brindar Triple Play se debe tener en cuenta ciertos aspectos que permitirán determinar la capacidad de los enlaces requerida para el servicio.

- El ancho de banda destinado a cada uno de los servicios incluidos.
- El factor de concentración o compartición que se podrá destinar a los usuarios.
- El códec empleado para los servicios de voz y video.
- El número de canales simultáneos que se permitirá ver al usuario.

En el caso de los servicios de Telefonía IP e IPTV, el ancho de banda necesario debe ser fijo y constante puesto que se trata de servicios en tiempo real y con alto requerimiento de ancho de banda.

Para el caso de acceso a Internet, se mantiene las mismas consideraciones del servicio de banda ancha brindado en la actualidad por el ISP, por lo que en este caso el factor de compartición sería de 8 a 1.

$$AB_{\text{Total}} = AB_{\text{Internet}} + AB_{\text{VoIP}} + AB_{\text{IPTV}}$$

$$AB_{\text{Total}} = 64 + 39.2 + 2263.8$$

$$AB_{\text{Total}} = 2367 \text{ [Kbps]}$$

Tomando en cuenta las consideraciones antes mencionadas para el uso de telefonía IP, Internet e IPTV, el ancho de banda mínimo necesario para ofrecer el servicio de Triple Play a un usuario sería en este caso de 2367 Kbps.

3.3.6 SALIDA A INTERNET

Una vez obtenido un valor estimado del ancho de banda que necesitaría cada usuario que utilice el servicio Triple Play, es necesario calcular también el ancho de banda que ReadyNet necesitaría contratar con el proveedor del servicio para posteriormente poder realizar el análisis de costos más adecuado.

Haciendo un análisis de ancho de banda y tomando el caso más favorable para el ISP, es decir, que todo el tráfico generado se dé a través de conexiones realizadas con un factor de compartición de 8 a 1, la capacidad del enlace mínima que permitiría brindar el servicio de Internet a 8 usuarios es de 2367 Kbps. Esta consideración toma en cuenta, que los 8 usuarios que comparten el mismo enlace no utilizan simultáneamente todo su ancho de banda asignado.

Sin embargo, tomando en cuenta que el tráfico de voz y de video deberían recibir un tratamiento especial. Se podría tomar las siguientes consideraciones:

- Que el tráfico destinado únicamente al acceso a Internet, es decir 64 Kbps de la conexión del usuario reciban un tratamiento de menor calidad de servicio.
- Que el tráfico restante, es decir, alrededor de 2300 Kbps pase a través de un enlace con calidad de servicio, esto es, que tenga prioridad el tráfico de video y voz sobre otro tipo de datos.

Por obvias razones, el considerar el segundo aspecto, el costo del servicio se incrementaría a cambio de mejorar la calidad del mismo como se verá más adelante.

La salida a Internet se puede realizar a través de varios servicios portadores que dan servicio a la ciudad de Quito y se muestran en la Tabla 3-8:

No.	Operador	No. usuarios	No. enlaces	Actualizado
1	CNT (ANDINATEL S.A.)	58.192	76.119	30-abr-09
2	CNT (PACIFICTEL S.A.)	88	577	30-abr-09
3	CONECCEL S.A.	401	1228	30-abr-09
4	ECUADORTELECOM S.A.	34	20.329	31-mar-09
5	EL ROSADO S.A.	0	0	31-ene-09
8	ETAPATELECOM S.A.	21	59	30-abr-09
9	GILAUCO S.A.	3	13	30-ago-08
10	GLOBAL CROSSING S.A.	714	3.886	30-abr-09
11	GRUPO BRAVCO CIA. LTDA.	4	23	30-abr-09
12	MEGADATOS S.A.	593	2.267	30-abr-09
13	NEDETEL S.A.	265	262	30-abr-09
14	OTECCEL S.A.	75	145	30-abr-09
15	PUNTONET S.A.	880	1.113	30-abr-09
16	QUICKSAT S.A.	0	0	31-dic-08
17	SETEL S.A.	1	1.238	30-abr-09
18	SURATEL S.A.	91.654	95.601	30-abr-09
19	TELCONET S.A.	2.964	7.284	30-abr-09
20	TELECSA S.A.	1	505	30-abr-09
21	TELEHOLDING S.A.	17	284	30-abr-09
22	TRANSELECTRIC S.A.	11	111	30-abr-09
23	TRANSNEXA S.A.	14	197	30-abr-09

Tabla 3-10: Concesionados como Servicios Portadores²⁹

3.3.7 CONSIDERACIONES GENERALES

El inconveniente de brindar dos tipos de servicio en el mismo paquete es que la red sobre la cual se brinda ese servicio debe estar en la capacidad de realizar la diferenciación entre tráfico a ráfagas, como el caso de Internet, y tráfico en tiempo real, como es el caso de los servicios de VoIP e IPTV, por lo tanto, además de brindar el ancho de banda suficiente y necesario para la ejecución de estos servicios, también se debería pedir un tratamiento especial para los mismos, especialmente en las salidas internacionales. Por ejemplo, se podría pedir para cierta salida a Internet un tratamiento especial utilizando algún tipo de calidad de servicio como DiffServ en la red de backbone de la CNT.

Otro problema es que por limitaciones en la concesión de servicios, la Telefonía IP no puede conectarse a la red telefónica pública, por lo que, acuerdo a la

²⁹ http://www.supertel.gov.ec/pdf/estadisticas/historico_portadores.pdf

reglamentación vigente, este servicio no puede reemplazar a la telefonía convencional.

3.4 SOFTWARE Y SERVIDORES ADICIONALES

Desde el punto de vista del Proveedor de Servicios de Internet, en este caso ReadyNet, se debe analizar la posibilidad de implementación del servicio. Es por esto que además de considerar los equipos y enlaces necesarios, tanto en el lado del cliente como en este ISP, se debe considerar también otros aspectos que permitan la administración de los servicios a ser prestados.

3.4.1 TELEFONÍA Y TELEVISIÓN IP

En cuanto a lo referente a software de Telefonía IP, debería ser necesario un sistema de administración adicional, podría ser en Linux o Windows, para poder realizar un monitoreo y facturación de los servicios de voz, ya sean paquetes, llamadas individuales, horarios, etc.

La alternativa basada en Linux, tomando en cuenta el software existente en el ISP, se puede encontrar en varias formas, una de las existentes en el mercado, basada en una colección de paquetes conocidos, es distribuida por Astertele, la cual permite instalar un servidor de VoIP, en una máquina con arquitectura x86 utilizando los siguientes requisitos de software para el servidor.

- CentOS
- Trixbox
- A2Billing
- Asterisk y Panel de administración de usuarios TRABAS (opcional)

3.4.1.1 CentOS

CentOS es una distribución de Linux gratuita basada en Red Hat. Debido a esta compatibilidad ofrece soporte para la instalación de paquetes RPM (Red Hat

3.4.1.4 A2Billing

A2Billing es una solución de software basada en Linux que permite realizar el control y facturación de servicios de telefonía IP.

Entre las habilidades especiales de este programa están las de permitir pagos a través de líneas inteligentes o servicios como Paypal, crear estadísticas de llamadas, alarmas, entre otras. Esto permite facilitar la gestión de múltiples cuentas telefónicas y determinar, gracias a sus estadísticas, las mejores opciones de tarifas según tipo de usuario, destinatarios, horarios, etc.

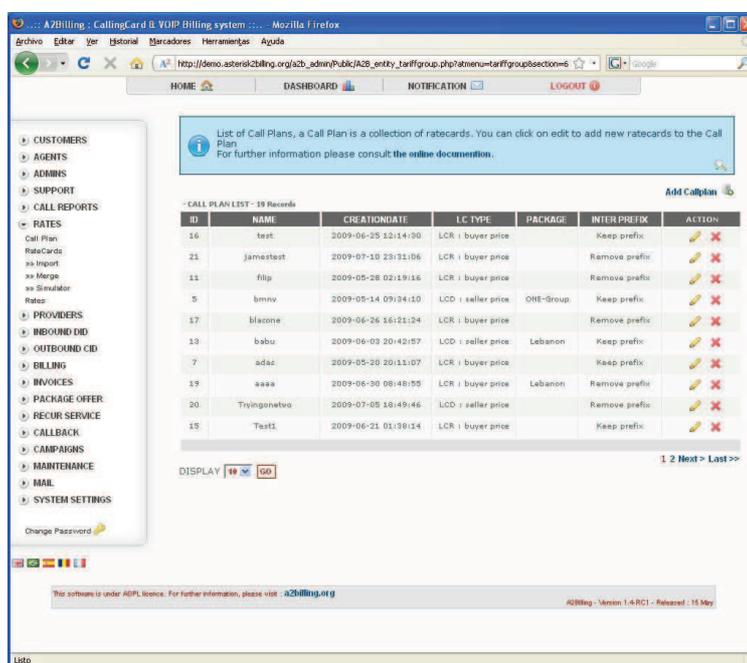


Figura 3-26: Consola de administración web de A2Billing³¹

Al igual que las demás soluciones en software, A2Billing utiliza Asterisk como motor de telefonía, además de Apache y MySQL como servidores Web y de base de datos respectivamente, con lo que permite la administración distribuida a través del protocolo http.

Sin embargo, esta solución no está pensada para proveedores de servicio, sino más bien para el cliente final, por lo tanto no ofrece escalabilidad, balance de carga u otros beneficios de las soluciones más potentes.

³¹ <http://trac.asterisk2billing.org/cgi-bin/trac.cgi>

Para las tareas de administración de contenidos de video, control y tarificación, se puede utilizar software como el NetUP United Control Center para trabajar con equipos de la misma empresa.

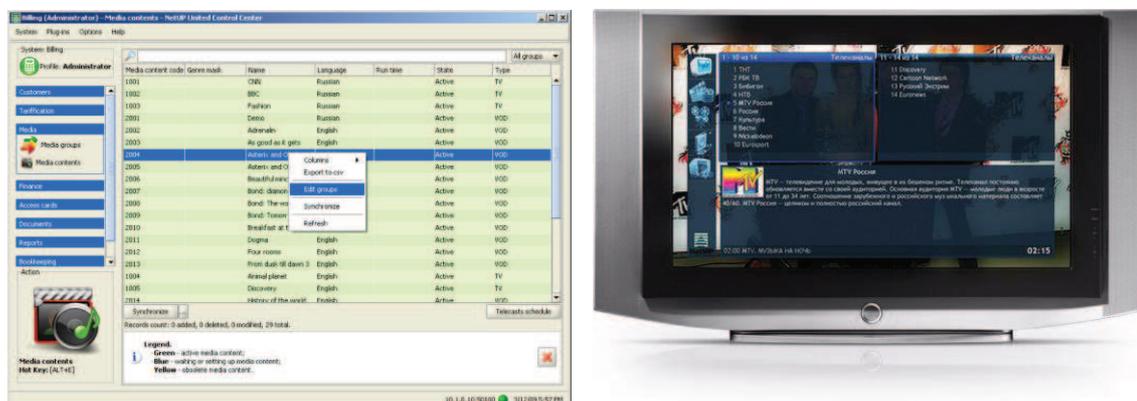


Figura 3-27: Middleware de NetUP IPTV Combine e interfaz del cliente³²

Sin embargo y a pesar de las soluciones particulares de los equipos de comunicación, se puede también acceder a aplicaciones hechas más o menos a la medida. Un ejemplo de lo anteriormente mencionado es MTS con su solución CC&B (Customer Care & Billing) que permite a tareas de administración y facturación de servicios de Telefonía y Televisión IP desde una sola interfaz.

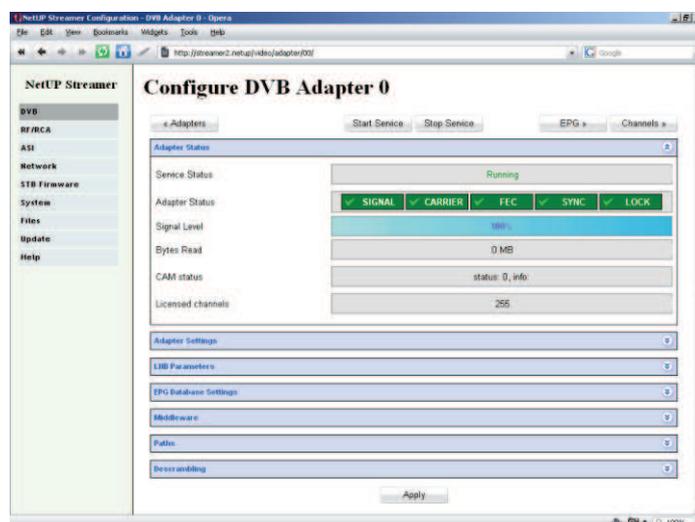


Figura 3-28: Consola de administración vía Web de NetUP Streamer³³

Tomando en cuenta que se necesita un método para realizar el control de tarificación tanto de llamadas como de televisión por Internet, además de las funciones relacionadas a los tipos de servicios prestados, se puede implementar

³² http://www.netup.tv/en-EN/brochures/iptv_combine_administrator_guide.pdf

estas funciones en un servidor adicional o seleccionar el hardware para telefonía IP y televisión IP que ofrezca esta característica de tal manera que el control de tarificación solo se administre desde un equipo de oficina de manera similar a lo que ocurre con los servicios de correo, publicación web, entre otros.

3.4.2 BANDA ANCHA

Como ya se mencionó en el punto 3.1.2.3, mucha de la infraestructura existente en ReadyNet y los nodos de la CNT ya son ADSL2+ por lo que la utilización de esta tecnología no representa mayores problemas. El único limitante para la implantación de banda ancha a través de ADSL2+ es la CNT el cual aún no permite utilizar las ventajas de esta tecnología a través de sus últimas millas. Únicamente aquellos usuarios que tienen módems ADSL en vez de ADSL2+ necesitarían realizar una actualización de sus equipos de acceso en caso de necesitar un mejor servicio.

Sin embargo, para que el servicio sea conveniente para el usuario final, el ancho de banda demandado en los servicios de VoIP e IPTV no será muy alto, por lo que en la mayoría de los casos no será necesario utilizar el ancho de banda adicional de la tecnología ADSL2+.

Otro problema para obtener un mayor ancho de banda aprovechando nuevas tecnologías es que mientras el usuario se encuentre más alejado del punto de presencia de la CNT, las velocidades de acceso de ADSL2+ y ADSL son prácticamente las mismas, por lo que el uso de esta tecnología no obtiene una ventaja considerable si los nodos del portador no están adecuadamente distribuidos en toda la ciudad de Quito.

La infraestructura para banda ancha puede consistir por tanto de los equipos utilizados al momento para brindar acceso a Internet a través de la CNT y Global Crossing, de los que permiten el acceso a las últimas millas con la CNT, PuntoNet y Stealth y el switch de core seguiría siendo el Cisco Catalyst 2950, el cual permitiría la conexión de los nuevos equipos destinados a proveer los servicios de Telefonía IP y Televisión IP.

CAPÍTULO 4

ESTUDIO DE FACTIBILIDAD

4.1 FACTIBILIDAD TÉCNICA

Para la implementación de los servicios de telefonía IP y televisión IP, no es suficiente la infraestructura de servidores instalada en ReadyNet, no sólo debido a los servicios que se brindan a través de los mismos, sino también por la carga que está actualmente siendo asignada para los servicios de DNS, Web, Mail, Webmail, etc.; sin embargo, los equipos adicionales requeridos para los servicios de Telefonía IP y Televisión IP se pueden interconectar con la infraestructura existente. Esto quiere decir, que pueden utilizar los enlaces a Internet y las últimas millas existentes a través de los puertos libres del switch de core Cisco 2950.

4.1.1 EQUIPOS

Tomando en cuenta el análisis realizado en el punto 2.3.7 no sólo es recomendable, sino una necesidad la adquisición de un servidor adicional, en el cual se albergarán las funciones relacionadas a la administración y tarifación de los servicios de voz y televisión IP, o que los equipos escogidos brinden estas facilidades. Además es necesario un gateway VoIP o softswitch que permita administrar las conexiones IP para los equipos telefónicos del usuario y un servidor de IPTV para administrar los contenidos de video en broadcast y bajo demanda.

4.1.1.1 Equipos de usuario

En el lado del usuario es necesario instalar tres equipos, un módem ADSL2/2+, un teléfono IP, y un Set-Top Box.

4.1.1.1.1 Módem ADSL2+

Se puede utilizar un módem ADSL2/2+ de un solo puerto LAN, para conectar el PC del usuario vía USB y el Set-Top Box a la extensión Ethernet del Teléfono IP.

Sin embargo, es preferible utilizar un módem que posea 4 puertos LAN y conectar los equipos directamente a éste. Además es muy importante que soporte tipo de servicio y esquemas de seguridad que permitan llevar el tráfico de voz y video de una manera segura y eficiente.

El equipo que brinde el servicio de acceso a Internet debe tener las características mínimas que se muestran en la Tabla 4-1:

Característica	Detalles
Puertos	4 FastEthernet (RJ45), 1 RJ11
Estándares	UIT-T G.992.1, G.992.2, G.992.5, G.994.1, G.994.3
Conexión	PPPoE, IEEE 802.1d
Seguridad	IP Filtering, IPSEC, PPTP, L2TP
Calidad de servicio	IP ToS, IEEE 802.1p

Tabla 4-1: Requerimientos del modem DSL

4.1.1.1.2 Teléfono IP

El teléfono IP seleccionado deberá poseer un puerto Fast Ethernet, soportar el protocolo SIP y el códec G.729a para utilizarlo con las consideraciones realizadas en el punto 3.3.1. Las características de pantalla, altavoz, identificación de llamadas, entre otros dependen de las características adicionales que se deseen dar al servicio y del costo adicional que impliquen.

Viendo las diferentes opciones de equipos para ofrecer Voz sobre IP, las características mínimas necesarias se muestran en la Tabla 4-2:

Característica	Detalles
Puertos	2 FastEthernet (RJ45)
Protocolos	SIP
Códecs de voz	G.729a
Otros	Pantalla LCD, speaker

Tabla 4-2: Requerimientos del teléfono IP

4.1.1.1.3 Set-Top Box (STB)

En este caso, el STB deberá soportar el protocolo MPEG-4 parte 10, también conocido como H.264 a definición estándar (por compatibilidad y ancho de banda) para concordar con las consideraciones realizadas en el punto 3.3.3. Sin embargo, se podría considerar también brindar el servicio de IPTV a resolución VCD (352 x 240) para abaratar costos y disminuir el ancho de banda lo que en cambio comprometería la calidad del servicio ofrecido al usuario final. La conexión

del STB con el receptor del usuario se debe realizar mediante cable coaxial o mediante 2 o 3 cables para audio (1 o 2) y video (1) o incluso mediante una interfaz de video digital en caso de ser soportada por el televisor del usuario. El uso de señales de video digital no se puede contemplar en este momento puesto que Ecuador, a través de la Superintendencia de Telecomunicaciones aún no define el estándar de televisión digital que adoptará³³.

El equipo que permite ofrecer el servicio de IPTV en el lado del usuario, o Set-Top Box debe poseer las características mínimas señaladas en la Tabla 4-3.

Característica	Detalles
Servicios	Soporte para IPTV y VoD
Protocolos	RTSP, RTP/RTCP, PPPoE
Interfaz de A/V	RGB, S-Video, Audio L/R
Códecs soportado	MPEG-4, H.264 (NTSC, 4:3)
Interfaz de red	1 FastEthernet
Control remoto	Sí

Tabla 4-3: Requerimientos del Set-Top Box

4.1.1.2 Equipos en ReadyNet

4.1.1.2.1 Servidor de Tarifación

Debido a que los servidores existentes ya brindan varios servicios y manejan una carga bastante alta, el servidor de tarifación podría ser montado en un servidor nuevo. Sin embargo, es preferible escoger equipos de comunicaciones que realicen las tareas de control y tarifación de manera integrada y realizar la administración de manera remota desde un equipo en el área técnica.

4.1.1.2.2 Softswitch

El equipo que permitirá dirigir las llamadas de los clientes hacia el exterior a través de Internet deberá ser tomado en cuenta las posibilidades de crecimiento de este servicio. Para que ReadyNet pueda de esta manera realizar la reventa de minutos IP comprados a operadoras internacionales. Se podría incluso, montar el software Asterisk en el servidor de tarifación para que funcione como servidor de VoIP, sin embargo, es recomendable la adquisición de un softswitch como equipo dedicado para la realización de estas tareas.

³³ http://www.supertel.gov.ec/radiodifusion/television_digital.htm

El equipo o los equipos que brinden el servicio de VoIP deben tener las siguientes características mínimas:

- Soporte de protocolo SIP
- Manejo de mecanismos de facturación: prepago, postpago, ilimitado.
- Múltiples mecanismos de enrutamiento
- Gatekeeper proxy
- Gateway con otros sistemas telefónicos (opcional)
- Control de características de llamadas
- Estadísticas e informes de utilización y tráfico.
- Escalabilidad
- Buzón de voz, mensajes instantáneos

Por último, para ofrecer llamadas internacionales junto con la telefonía IP, se necesitará revender los minutos IP previamente adquiridos a algún proveedor.

4.1.1.2.3 Gateway IPTV

Este equipo debe ofrecer contenidos de video obtenidos a través de un proveedor Internacional y tener gran capacidad de almacenamiento para permitir a los usuarios el acceso a video bajo demanda. Sin embargo, debido a los costos que conlleva, no se tomarán en cuenta servidores adicionales para almacenamiento ni funciones extras para este estudio.

Además se debe tomar en cuenta que hay que realizar una subscripción con algún proveedor de contenido de video para poder brindar el mismo a los usuarios. Este proveedor, además de realizar el servicio de streaming de video, también puede ofrecer video bajo demanda, evitando así la utilización de infraestructura adicional en ReadyNet. La infraestructura que se instale permitirá brindar servicios que posteriormente pueden cubrir televisión abierta y pagada, canales bajo subscripción, contenido interactivo, juegos e incluso contenido de video de internet directamente en el receptor.

Las características mínimas requeridas para este equipo se describen a continuación:

- Soporte para NTSC
- Esquema de codificación compatible con MPEG4 y H.264
- Codificación directa desde fuentes de satélite y cable
- Administración remota basada en Web
- Conversión entre múltiples formatos de audio y video

4.1.2 ENLACES

Refiriéndose a la utilización de los enlaces en ReadyNet recientemente se han realizado mejoras en los mismos; sin embargo, el aumento del ancho de banda se puede hacer mediante upgrades, tanto en las últimas millas como en las salidas a Internet conforme se vayan necesitando, por lo tanto, considerando que el tiempo necesario para ampliar este valor es de menos de una semana, no es necesario realizar una inversión inicial en este aspecto, además no es lo óptimo tener enlaces subutilizados, lo cual no significa que no se deba incluir en el cálculo del costo para el consumidor final.

La interconexión de los nuevos equipos de telecomunicaciones podría realizarse sobre la infraestructura existente en la empresa, es decir, tanto las últimas millas (utilizadas actualmente), el servidor de tarifación, el softswitch y el gateway IPTV podrían estar conectados en puertos del switch Cisco 2950 que constituye el switch de core en el diagrama de ReadyNet de la Figura 2-1.

4.2 FACTIBILIDAD ECONÓMICA

Para realizar el estudio de factibilidad económica se realizará previamente un estudio del estado actual del mercado de las telecomunicaciones especialmente en lo relacionado a los servicios de Internet.

Los datos resultantes se contrastarán con los indicadores obtenidos por el CONATEL para determinar las posibles falencias del servicio e inconvenientes en su implementación a futuro.

4.2.1 MERCADO DE TELECOMUNICACIONES EN EL ECUADOR

El mercado de telecomunicaciones en el Ecuador se encuentra retrasado si lo comparamos con otros mercados de la región como es el caso de Colombia, Chile, Brasil, entre otros, en donde los precios y calidad de los servicios de Internet permiten ya ofrecer aplicaciones avanzadas.

Para describir las características de los Servicios de Valor Agregado en nuestro país se tomarán en cuenta los datos provenientes del CONATEL según datos de este organismo obtenido en el Congreso Internacional de Telecomunicaciones IP realizado en julio de 2007 y publicado en su página web.

4.2.1.1 USUARIOS CORPORATIVOS

Entre los tipos de acceso a Internet más comunes en el caso de usuarios corporativos³⁴, podemos mencionar:

- Cable módem
- xDSL (Digital Subscriber Line)
- Enlaces de microondas
- Enlaces satelitales
- Red Digital de Servicios Integrados (RDSI)

Para el caso de los tipos de acceso, la empresa SURATEL parte del Grupo TVCable no presta su última milla a través de cable coaxial para los ISP, sino a través de par de cobre telefónico, por lo que la primera solución, es decir, cable módem, no es viable para ReadyNet.

En cuanto a las tecnologías DSL, se tienen dos alternativas. La primera está basada en la tecnología ADSL2 o ADSL2+, sin embargo su utilización depende de la implementación que haga la CNT de esta tecnología en sus centrales y de la distancia del abonado al punto de presencia, puesto que tomando en cuenta la Figura 1-4, la distribución de sus centrales en la ciudad de Quito y que la velocidad de las conexiones ADSL2 o ADSL2+ disminuye rápidamente en función de la distancia (lo que repercute directamente en la atenuación de la señal y la

³⁴ [http://www.conatel.gov.ec/website/eventos/eventos/pres_semana_internet\(3\).ppt](http://www.conatel.gov.ec/website/eventos/eventos/pres_semana_internet(3).ppt)

relación señal a ruido), no todos los sectores de la ciudad de Quito estarían aptos para aprovechar las ventajas de esta tecnología. Los enlaces de microondas y satelitales, son viables para cuando se necesitan usos específicos de mayor ancho de banda, y a un costo mayor. Pero debido a la naturaleza del Triple Play, es decir, orientado a un mercado de consumo, no se tomarán en cuenta estas tecnologías, además, claro está, que implicaría un costo adicional además del incluido en el servicio.

4.2.1.2 USUARIOS RESIDENCIALES

Entre los tipos de acceso a Internet más comúnmente encontrado entre los usuarios residenciales³⁵ tenemos:

- Cable modem
- ADSL (Asymmetric Digital Subscriber Line)
- Red Digital de Servicios Integrados
- Wi-Fi

Igual que en el caso de los usuarios de tipo corporativo, no se puede prestar el servicio mediante cable módem, ya que el dueño de la infraestructura, el Grupo TVCable no permite utilizar la última milla mediante cable coaxial; sin embargo, no deja de ser una opción viable a futuro.

Para el caso de ADSL, igualmente se necesitará una actualización de la tecnología en las centrales de la CNT, que es quien da la última milla para el caso de usuarios de ancho de banda de ReadyNet. Para el caso de los módems ADSL instalados en los usuarios, no existe ningún problema en la mayoría de los casos, puesto que los actualmente utilizados ya soportan la tecnología ADSL2+.

Tanto para el caso de usuarios corporativos como residenciales, el acceso a Internet mediante ISDN no es factible en nuestro país, debido a la falta de implementación de esta tecnología.

La última forma de acceso a Internet por parte de los usuarios residenciales, Wi-Fi no es viable, porque es utilizado para enlaces de tipo LAN (hotspots, redes Ad

³⁵ [http://www.conatel.gov.ec/website/eventos/eventos/pres_semana_internet\(3\).ppt](http://www.conatel.gov.ec/website/eventos/eventos/pres_semana_internet(3).ppt)

hoc) y este servicio no se puede ofrecer directamente desde un ISP como el estudiado. La opción Wi-Max requiere de mayor infraestructura, y debería ser implementada por una empresa con permiso para ofrecer Servicios portadores (ReadyNet está catalogada dentro de Servicios de Valor Agregado) por lo que depende de la inversión que hagan este tipo de empresas para poder utilizar en un futuro no muy lejano a Wi-Max como tecnología de acceso de última milla.

La opción G.HDSL que ofrece la CNT como red de acceso no es viable para usuarios residenciales puesto que a diferencia de ADSL, G.HDSL no permite utilizar la línea para llamadas de voz y, su uso únicamente para telefonía IP en nuestro país no puede aún no es viable ya que por impedimentos legales, ésta no puede reemplazar a la telefonía pública.

4.2.1.3 ESTADÍSTICAS

Según datos tomados del CONATEL actualizados a junio de 2009 según las estadísticas periódicas que este organismo publica en su página web, se puede apreciar algunos datos interesantes acerca de la penetración y uso de estos servicios en nuestro país.

Las Figuras 4-1 y 4-2 demuestran el crecimiento del número de usuarios y abonados de Internet en los últimos años.

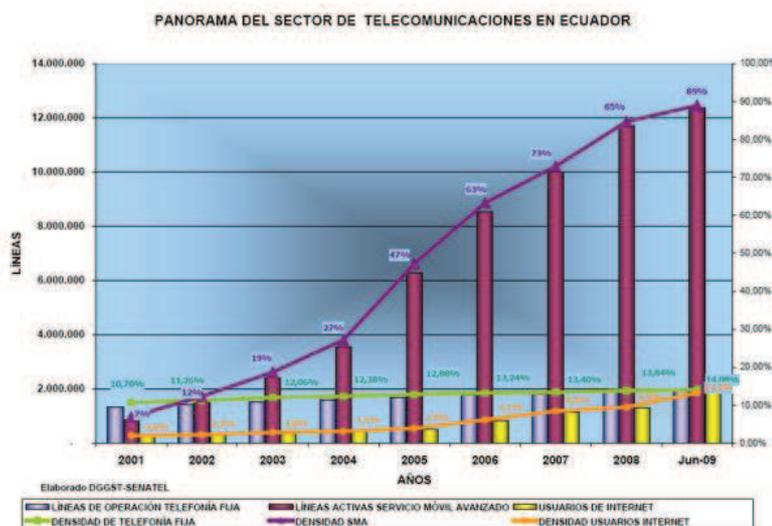


Figura 4-1: Indicadores del sector de telecomunicaciones 2001 - 2009³⁶

³⁶ <http://www.conatel.gov.ec>

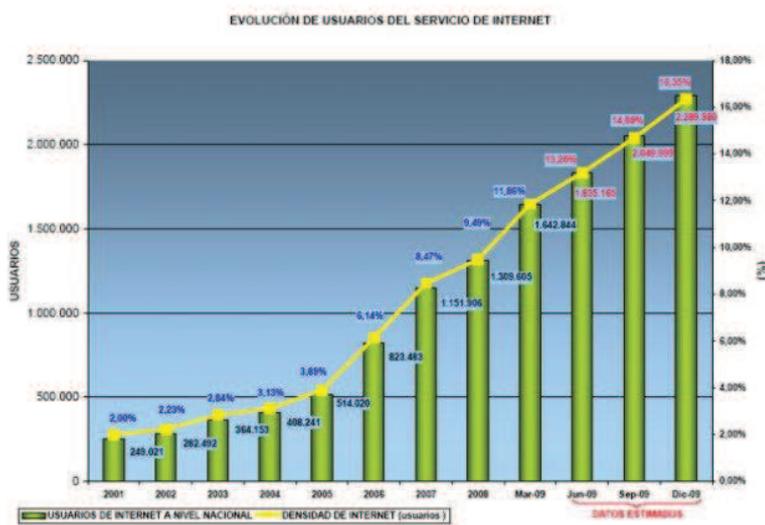


Figura 4-2: Usuarios de internet y densidad³⁷

Lo cual nos indica, que el uso de servicios de Internet sigue siendo aún muy escaso en el Ecuador en comparación con otros servicios de valor agregado como la telefonía móvil por ejemplo.

El siguiente gráfico publicado por el CONATEL en su evento “Soluciones de Banda Ancha para Telecomunicaciones” nos indica en forma cualitativa el desarrollo y penetración de los diferentes servicios de telecomunicaciones existentes en la actualidad en nuestro país.

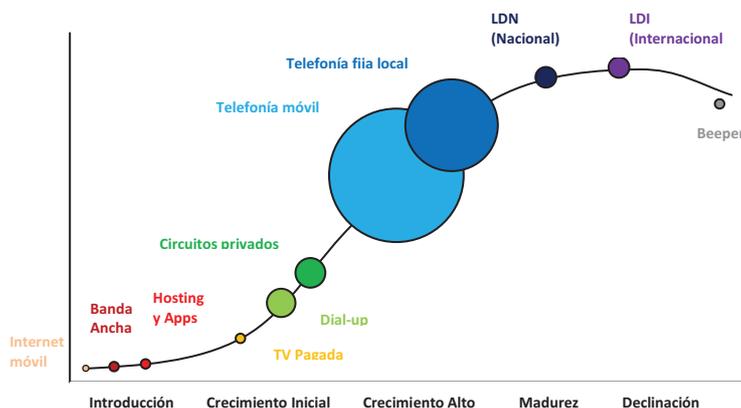


Figura 4-3: Tamaño y madurez de los servicios de telecomunicaciones en Ecuador³⁸

Nótese que en la Figura 4-3, no se encuentran servicios como Telefonía IP ni Televisión IP, puesto que aún eran inexistentes en nuestro país cuando se realizó el estudio (2006). Además, el desarrollo y penetración de la banda ancha en

³⁷ <http://www.conatel.gov.ec>

³⁸ CONATEL; “Soluciones de Banda Ancha para Telecomunicaciones”, 2006

nuestro país es mínima en comparación con servicios como la telefonía tanto fija como móvil debido principalmente al costo de los mismos. En lo que respecta a la región, la Figura 4-4 ilustra los costos de acceso a Internet de la conexión más básica ofrecida por los principales proveedores de cada país.

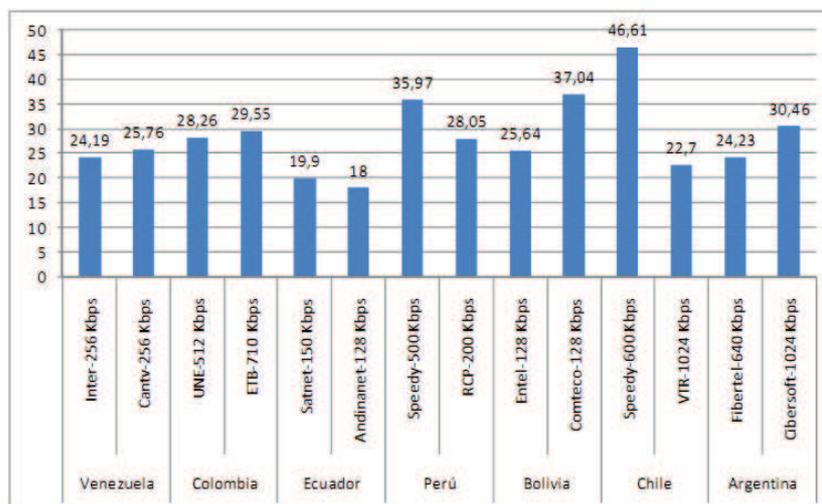


Figura 4-4: Comparación de costos de acceso a Internet en la región³⁹

Para ser más justa la comparación, la Figura 4-5 muestra el costo de conexiones de 1Mbps para acceso a Internet de los países de la región.

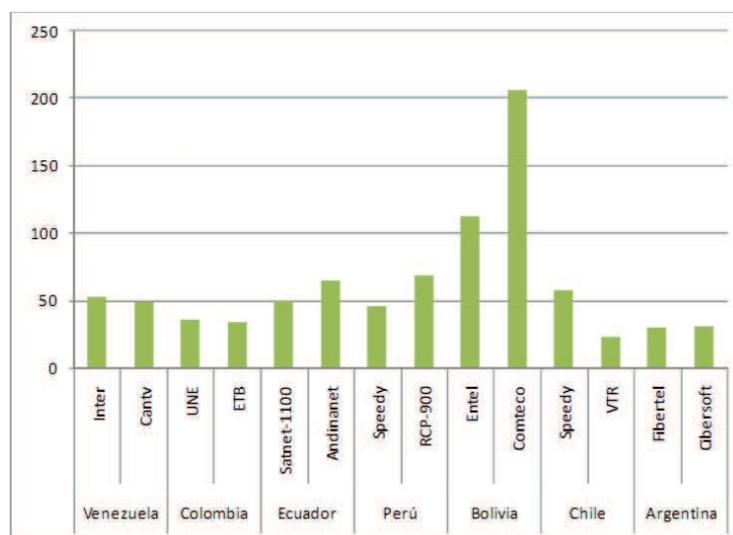


Figura 4-5: Comparación de costos de acceso a Internet en la región³⁹

Por último, la Figura 4-6 ilustra la variación de las conexiones de acceso a Internet de 1Mbps desde el año 2007.

³⁹ www.imaginar.org/docs/internet_2009.pdf

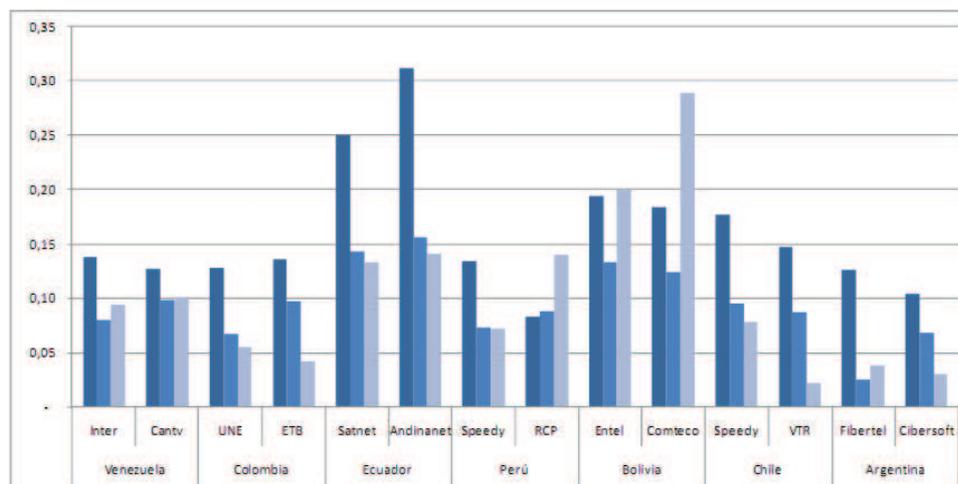


Figura 4-6: Comparación de costos de acceso a Internet en la región⁴⁰

Como se puede notar en los gráficos anteriores, el costo del acceso a Internet en Ecuador ha disminuido notablemente en los últimos años, lo que ha repercutido favorablemente en el porcentaje de acceso al servicio. Las proyecciones de penetración del Internet en el Ecuador hasta el 2010 se muestran en la Tabla 4-4.

Penetración de Internet en el Ecuador (en miles)						
	2005	2006	2007	2008	2009	2010
Población	13200	13300	14245	14465	14683	14899
Usuarios de Internet conmutado	408	476	568	636	688	752
Usuarios de Internet dedicado	107	148	243	424	692	1047
Usuarios de Internet Social	0	0	38	71	100	124
Total usuarios	515	624	849	1131	1481	1923
Penetración de Internet	3.73%	4.45%	5.96%	7.82%	10.08%	12.91%

Tabla 4-4: Perspectivas de penetración de Internet en el Ecuador hasta el año 2010⁴¹

Sin embargo, estas expectativas podrían ser más optimistas si se toman en cuenta antecedentes como es la inversión de Telefónica en infraestructura de comunicaciones en nuestro país o las posibles modificaciones en cuanto a impuestos se refiere que se puedan presentar en el actual o futuros gobiernos.

Ya a partir de enero de 2007 se puede notar una aceptable mejora de precios y servicios en proveedores de Internet como la CNT y Satnet (Cablemodem), lo cual está forzando a los demás proveedores de servicio a mejorar sus aplicaciones o disminuir sus precios, lo que permite visualizar un futuro algo prometedor para las telecomunicaciones en nuestro país a no muy largo plazo.

⁴⁰ www.imaginar.org/docs/internet_2009.pdf

⁴¹ CONATEL; "Soluciones de Banda Ancha para Telecomunicaciones", 2006

4.2.2 ESTUDIO DE MERCADO

Según una encuesta realizada en la ciudad de Quito (ver Anexo E), se pueden obtener algunos datos útiles sobre el conocimiento, utilización y opinión de los servicios de telecomunicaciones relacionados con el paquete Triple Play que se piensa ofrecer que nos permitan tener una base para determinar el mercado en el cual se pretendería implantar Triple Play.

Quito es la ciudad más viable para ser la cabeza de servicios avanzados sobre Internet puesto que tiene más del 60% de usuarios de Internet del Ecuador⁴².

La encuesta fue realizada a 102 personas de diferentes sectores de la ciudad. Para determinar el margen de error de la misma, partimos de la siguiente fórmula:

$$E \cdot n^{\frac{1}{2}} = Z_{\alpha/2} \cdot \sigma$$

En donde:

E es el margen de error que se quiere calcular

n representa el tamaño de la muestra ($n=102$)

$Z_{\alpha/2}$ valor crítico para un nivel de confianza del 95% ($Z_{\alpha/2}=1,96$)

σ es la desviación estándar de la población

Reemplazando los datos en la fórmula anterior tenemos:

$$E = \frac{Z_{\alpha/2} \cdot \sigma}{\sqrt{n}} = \frac{1,96 \cdot (0,5)}{\sqrt{102}}$$

$$E = 0.097$$

Por tanto el margen de error del estudio realizado se sitúa en el 9.7%, el 95% del tiempo, asumiendo que los encuestados contestaron con honestidad y su distribución fue homogénea. La fórmula no toma en cuenta el total de la población ya que al ser esta muy grande (Quito) se la considera infinita para fines estadísticos.

⁴² <http://www.coberturadigital.com/2008/05/22/internet-en-ecuador-2008-del-millon-de-usuarios-mas-60-son-de-quito/>

El primer dato obtenido de es el sector de residencia de las personas encuestadas. La primera pregunta pretende determinar el origen de las personas consultadas; los resultados se muestran en la Figura 4-6.

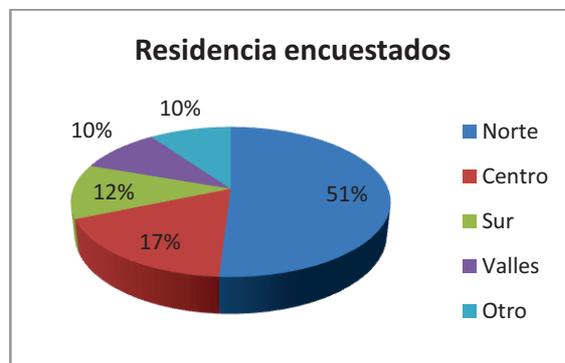


Figura 4-7: Sector de residencia en Quito de las personas encuestadas

La siguiente pregunta permite determinar el estado del servicio, costos y aceptación de la televisión pagada, puesto que es el principal competidor del IPTV. Los resultados se muestran en la Figura 4-7:

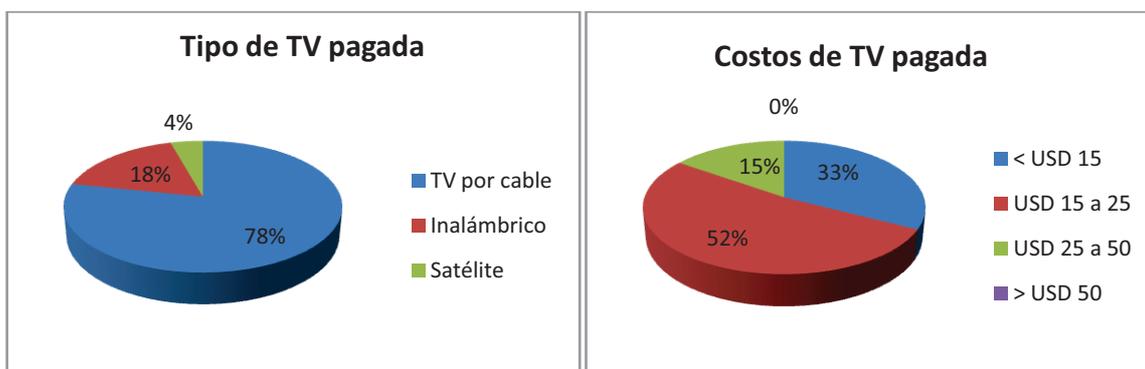


Figura 4-8: Utilización y pago de TV por cable

Para tener una idea del mercado al que puede ir dirigido el paquete Triple Play, los siguientes datos permiten tener algunas referencias sobre el uso de Internet, es decir, el tipo de conexión de los usuarios y las velocidades a las cuales se accede al servicio.

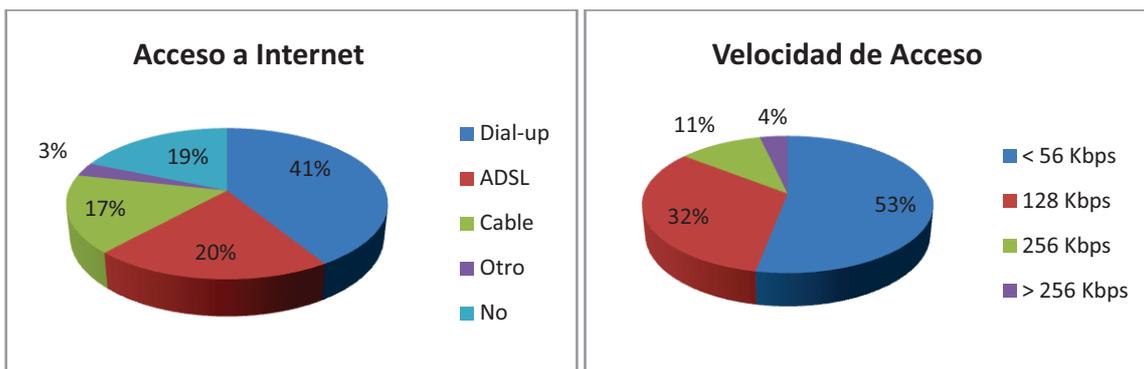


Figura 4-9: Tipo de acceso a Internet y velocidad de la misma

Además del tipo de servicio, es necesario conocer los puntos fuertes y débiles del mismo.

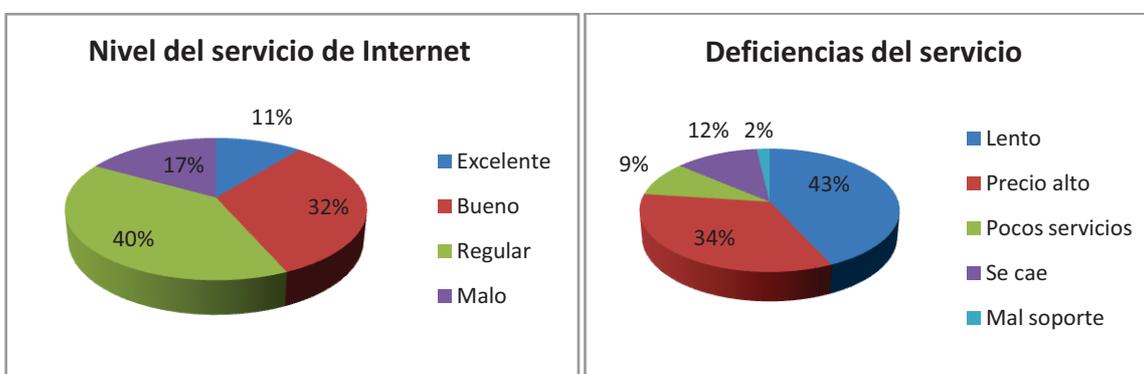


Figura 4-10: Indicadores de calidad del servicio de Internet

La Figura 4-10 muestra el ya amplio conocimiento de la telefonía IP de las personas encuestadas pero la poca intención de su utilización puesto que este servicio estaría dedicado exclusivamente a llamadas internacionales.



Figura 4-11: Conocimiento de VoIP y predisposición de utilizar el servicio

Los resultados mostrados en la Figura 4-11, representan el poco conocimiento que se tiene de la Televisión IP o IPTV pero el gran interés en sus beneficios.

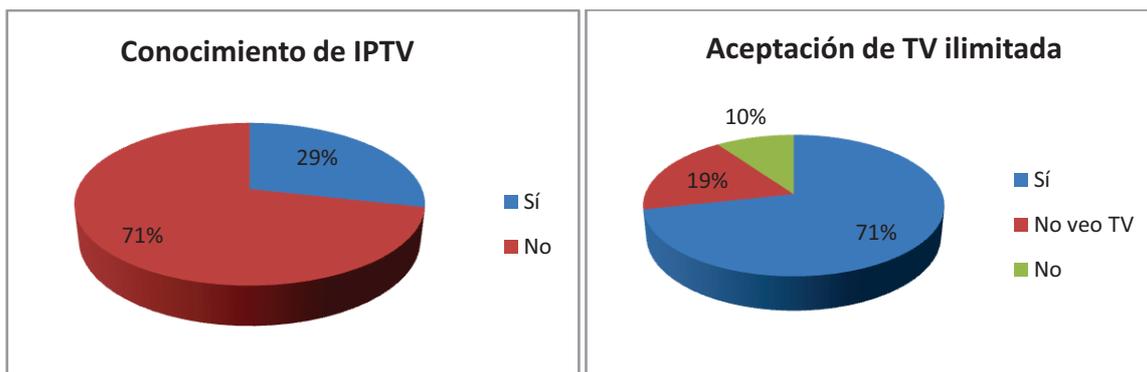


Figura 4-12: Conocimiento de IPTV e interés en el servicio

Por último, se muestra la capacidad o intención de los encuestados por los servicios incluidos dentro de Triple Play. Nótese que algunos de los encuestados simplemente no están dispuestos a pagar por los tres servicios.

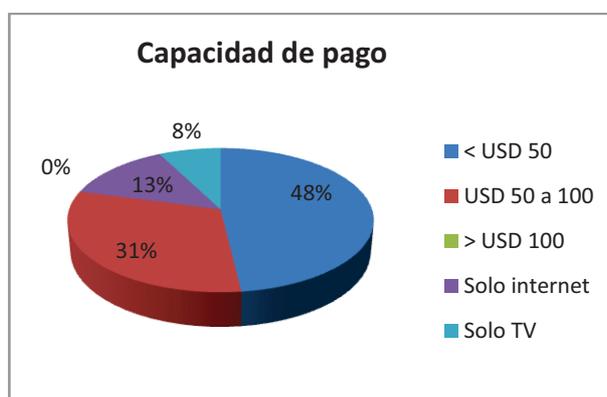


Figura 4-13: Capacidad de pago por los servicios incluidos en Triple Play

Sin embargo a pesar del estudio realizado, en Julio de 2007 se creó el Plan Nacional de Desarrollo de las Telecomunicaciones 2007 - 2012 que entre otros puntos pretende:

Fomentar la introducción masiva de tecnologías de banda ancha (xDSL, Wi-Fi, Wi-Max, PLC, Cable coaxial y Fibra óptica) con una meta ideal de alcanzar 1 Mbps en los próximos años. Entre las aplicaciones que el plan pretende impulsar están la Fibra Óptica Residencial (FTTH), televisión de alta definición (HDTV), redes de nueva generación (NGN), Wi-Max, Televisión IP (IPTV), Voz sobre IP (VoIP), entre otras.

Por tanto, el éxito o fracaso de la implementación de nuevos servicios depende de los logros que se hagan en el sector de las telecomunicaciones, no sólo por las empresas que lo representan, sino también por los organismos reguladores.

Adicionalmente, para que el servicio Triple Play pueda ser competitivo en el mercado ecuatoriano y especialmente en la ciudad de Quito, el valor de los servicios incluidos debe ser similar o inferior a los equivalentes existentes en el mercado, por lo tanto las soluciones de banda ancha, telefonía IP y televisión IP deberán tener un precio comparable con el estándar de precios de banda ancha, telefonía internacional y televisión por cable existentes.

En la Tabla 4-2 se detalla una recopilación del precio de algunos de los servicios comparables a los incluidos en el paquete Triple Play.

	Proveedor	Tipo de servicio	Costo	Instalación
Banda Ancha	CNT	128 / 64 Kbps	18,00	50,00
		256 / 128 Kbps	24,90	50,00
		1024 / 256 Kbps	65,00	50,00
		2048 / 512 Kbps	107,00	50,00
	Cablemodem	150 / 75 Kbps	19,90	30,00
		2500 / 500 Kbps	99,90	30,00
		2000 / 1000 Kbps	85,00	65,00
	Dicell (TELMEX)	512 Kbps	29,90	0,00
		2048 Kbps	84,90	0,00
Otros	128 / 64 Kbps	39,90	50 - 100	
Telefonía IP (softphone)	Interactive	USA ilimitado	24,90	0.00
		Europa ilimitado	39,00	0.00
TV pagada	Univisa	Digipack (39 canales)	20,00	N / D
		Mega Digipack (44 canales)	33,93	N / D
	TV Cable	Familiar (39 canales)	12,99	N / D
		Premium (58 canales)	21,50	N / D
		Premium Gold (65 canales)	26,50	N / D
		Súper Premium (83 canales)	41,20	N / D
Triple Pack	TVCable	Internet (100 / 75 Kbps)		
		TV Cable (35 canales)	53,92	30,00
		Telefonía fija (1300 minutos)		
	TelMex	Banda ancha (512 Kbps)		
	TV Plata (49 canales)	47,51	0,00	
	Voz Genial (1750 minutos)			

Tabla 4-5: Comparación de servicios de valor agregado existentes en el mercado

Según la Tabla 4-2, un servicio que incluya un ancho de banda de 128 Kbps de bajada, llamadas ilimitadas al exterior y una gran cantidad de canales de televisión debería tener un precio de alrededor de 100,00 dólares, que es el equivalente a sumar servicios similares como los anotados anteriormente. No se pueden realizar comparaciones debido a la naturaleza y condiciones de los servicios brindados; sin embargo, esta cifra nos permite tener una referencia de la tarifa a la que se debe llegar para que el servicio Triple Play pueda ser aceptado por el usuario final.

Tomando en cuenta la predicción de alrededor de 300 clientes de ReadyNet para el próximo año, y tomando en cuenta además que, según la encuesta realizada, el 38% de los clientes de la empresa podría utilizar el servicio de telefonía IP con su única utilización actual, es decir, llamadas internacionales. Se podría decir con un punto de vista bastante optimista que existen 114 clientes potenciales que están en capacidad de acceder a los servicios ofrecidos en el lapso de un año, esto es, alrededor de 9 clientes mensuales entre nuevos y antiguos que cambien su tipo de servicio.

4.2.3 ANÁLISIS DE COSTOS

Para poder determinar el costo de inversión, tanto por parte de ReadyNet como por el lado del cliente, que posteriormente permitirá fijar el precio al servicio brindado se necesita tomar en cuenta algunos aspectos como:

- Última milla contratada con la CNT
- Módem de banda ancha
- Teléfono VoIP
- Set-Top Box
- Servidores para VoIP
- Servidores para IPTV
- Servidores para tarifación y manejo de contenido
- Acceso a Internet para los tres servicios
- Costo de los minutos IP

- Costo del contenido de video
- Instalación (materiales, fuerza de trabajo, movilización, etc.)
- Costo de operación (sueldo, mantenimiento, etc.)

4.2.3.1 INFRAESTRUCTURA

En este aspecto se tomará en cuenta los equipos de interconexión para VoIP, IPTV y los servidores que se puedan requerir. Puesto que la interconexión de los mismos se puede realizar sin problemas a través de la misma infraestructura existente en ReadyNet (Switch Cisco 2950), no es necesario considerar hardware de conectividad adicional.

A partir de los resultados del estudio de mercado realizado en el punto 4.2.2 se podría decir de forma optimista que alrededor de 9 clientes al mes podrían utilizar los servicios incluidos en Triple Play y resumiendo las características requeridas en los puntos 4.1.1.1 y 4.1.1.2 los equipos necesarios serían los siguientes:

Equipo	Características
uniSwitch Softswitch	<ul style="list-style-type: none"> • Múltiples mecanismos de enrutamiento: LCR, ASR, Priority, Two-stage, Preferred routing • Conversión SIP/H.323 • Soporte de modos: Proxy, Enrutado, Enrutado sin H.245, Estático • Alta escalabilidad y capacidad: desde 500 (estándar) hasta 1000 (carrier) llamadas simultáneas • Soporte de fallas de enrutamiento y ASR • Conectividad universal con teléfonos IP, gatekeepers, gateways y softswitches
VoiceMaster VoIP Billing	<ul style="list-style-type: none"> • Funcionalidades de tarificación avanzadas • Administración de tarjetas de llamada • Múltiples métodos de autenticación • Monitoreo y alertas en tiempo real • Reportes • Particionamiento en servidores virtuales • Alta confiabilidad • Arquitectura modular • Tablas ilimitadas para tarifas • Alta capacidad de llamadas simultáneas: desde 1000 (estándar) hasta 4000 (carrier)
comboSwitch Media Concentrator	<ul style="list-style-type: none"> • Codificación en tiempo real de hasta 2 fuentes de video • Soporte para NTSC, PAL y SECAM • Codificación en MPEG4 y H.264 • Transcodificación directa multiformato

	<ul style="list-style-type: none"> • Transcodificación directa de satélite y cable • Soporte para múltiples servidores de flujo • Administración basada en Web
iptvSwitch Streaming Server	<ul style="list-style-type: none"> • Flujo de video de calidad MPEG4 y H.264 • Alta capacidad de flujo • Soporte para redistribución de flujo • Soporte para flujo TCP y UDP • Soporte para flujo multicast • Autorización de suscriptores y encriptación de flujos • Administración basada en Web
VoiceMaster Content Management & Billing	<ul style="list-style-type: none"> • Autenticación y facturación en tiempo real • Facturación de contenido pre y post pago • Administración de objetos de contenido, listas y planes • Time scheduling • Soporte de servicios de chat, clima, noticias y otros • Reportes en tiempo real de canales activos

Tabla 4-6: Características de los equipos para VoIP e IPTV

El costo referencial de los equipos de la Tabla 4-6 se muestra a continuación:

Equipo	Costo (USD)
uniSwitch Softswitch Std.	5700,00
VoiceMaster VoIP Billing	2000,00
comboSwitch Media Concentrator	5300,00
iptvSwitch Streaming Server Std.	20450,00
VoiceMaster Content Management & Billing	2600,00
TOTAL	36050,00

Tabla 4-7: Costo referencial de los equipos adicionales requeridos

Según la Tabla 4-7, la infraestructura básica, como para poder empezar a brindar el servicio Triple Play supone una inversión de 36050,00 dólares, a la cual se podrían añadir en un futuro cercano algunos equipos para ofrecer mayores aplicaciones.

Los equipos descritos son la base para poder brindar el servicio de IPTV, sin embargo se pueden incrementar equipos dependiendo de las fuentes de información deseadas y de los servicios a implementar.

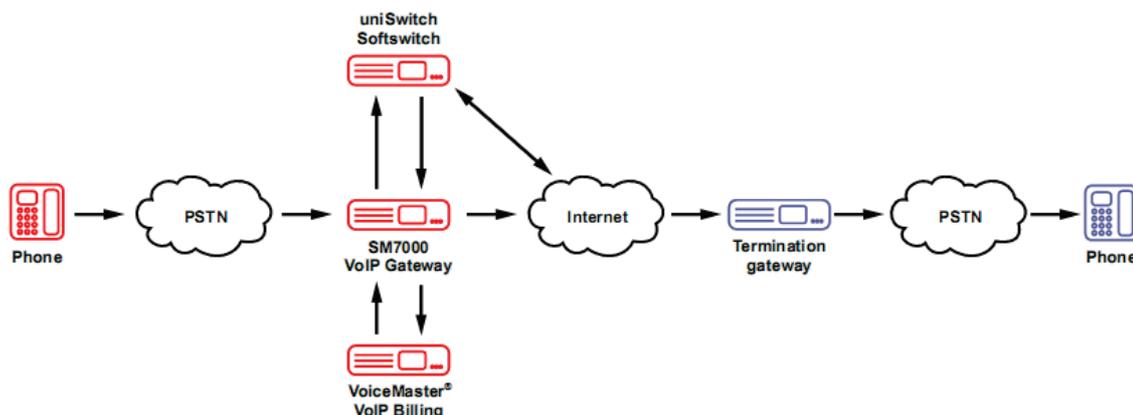


Figura 4-14: Equipos adicionales para escalar la infraestructura de VoIP⁴³

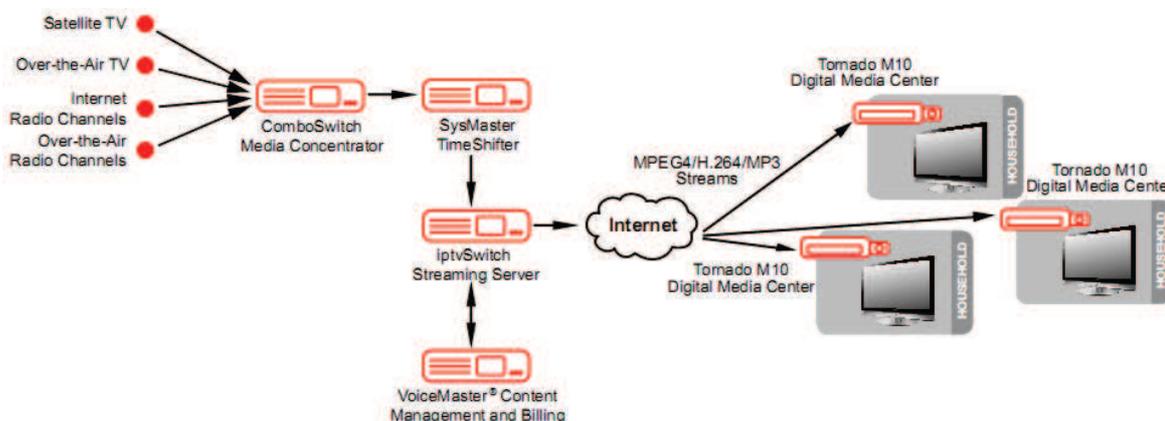


Figura 4-15: Equipos adicionales para escalar la infraestructura de IPTV⁴⁴

Para el número de clientes mensuales estimados, los equipos para VoIP e IPTV son más que suficientes; sin embargo, se podrían utilizar equipos adicionales para ofrecer redundancia o incluso agregar otros equipos para ofrecer ciertas características adicionales como:

- SM7000 VoIP Gateway para conectar la red de telefonía IP con la pública (PSTN).
- TVGate IPTV Gateway para recibir señales de televisión digital y añadirlas al servicio IPTV.

Adicionalmente se podría trabajar en conjunto con una Autoridad Certificadora (CA) para proveer contenido de video con derechos de autor (DRM) o agregar servidores adicionales para aumentar la capacidad. Sin embargo, estas soluciones permiten el acceso a gran cantidad de usuarios, por ejemplo, en el

⁴³ http://www.sysmaster.com/products/voip_products.php

⁴⁴ http://www.sysmaster.com/products/iptv_products.php

caso del softswitch uniSwitch, permite 500 llamadas simultáneas, lo cual está muy por encima de las provisiones de servicios que podría otorgar ReadyNet, por tanto se podría utilizar una solución más económica y que por ende maneje un menor número de llamadas simultáneas.

Una solución de este tipo es la que provee ProInfoTech⁴⁵, la cual ofrece una solución en software denominada Billion Softswitch que se adapta al número de llamadas simultáneas que se deseen ofrecer y además es multiplataforma, es decir, es compatible con Windows, Linux, FreeBSD y Solaris 10. Los precios que maneja esta plataforma son los siguientes:

Edición	Número de Llamadas simultáneas	Precio de la licencia	Precio de la Suscripción (mensual)
Enterprise Edition (SIP / H.323)	4	\$ 115,00	-
	8	\$ 215,00	-
	16	\$ 395,00	\$ 33,00
	32	\$ 640,00	\$ 53,50
	64	\$ 960,00	\$ 80,00
	128	\$ 1728,00	\$ 144,00
	256	\$ 3328,00	\$ 277,50
	512	\$ 6400,00	\$ 535,50
	1024	\$ 12288,00	\$ 1024,00

Tabla 4-8: Precios de la solución Billion Softswitch

4.2.3.2 EQUIPOS DE USUARIO

Al igual que los equipos necesarios en el proveedor, es necesario considerar hardware adicional que se entregará al cliente, ya sea a modo de compra o de arrendamiento.

El análisis de costos de los equipos de usuario permitirá determinar el hardware que se le está dando al usuario, y las aplicaciones brindadas, para de esta manera poder determinar los costos de instalación y del valor del servicio a ser pagado.

Tomando en cuenta las características mínimas de los equipos revisadas en el punto 4.1.1.1, las especificaciones de los equipos requeridos en el lado del usuario serían:

⁴⁵ <http://www.proinfotech.com/softswitch.htm>

Equipo	Características
<p>Modem ADSL2+ TP-Link TD-8840</p> 	<ul style="list-style-type: none"> • Estándares ADSL: G.992.1, G.992.2, G.994.1, G.992.3, G.992.5 (anexos A/B/L/M) • Velocidad de transmisión: Hasta 24 Mbps de bajada y 3.5 Mbps de subida • ATM: UNI 3.1ATM, Adaptation Layer Type 5-AAL5 Multiprotocol encapsulation over ATM, UBR, CBR, VBR-rt, VBR-nrt. Supports 8PVCs • PPP: PPP over ATM, PPP over Ethernet • Firewall: Filtrado de paquetes, NAT • Enrutamiento: IP y ARP over ATM, Estático, IP, TCP, UDP, ARP, Servidor DNS, DHCP, NAT • VPN: IPSec, PPTP, L2TP • QoS: ToS IP, DSCP, 802.1p • Administración: HTTP, Telnet, Consola, SNMP • Interfaces: 1 RJ11, 4 Fast Ethernet
<p>Teléfono IP Grandstream BudgeTone 200</p> 	<ul style="list-style-type: none"> • Protocolos: SIP, TCP, UDP, IP, RTP, RTCP, HTTP, ARP, RARP, ICMP, DNS, DHCP, NTP, TFTP, PPPoE • Códecs de audio con autonegociación: G.723.1, G.729A/B, G.711, G.726, G.722 • QoS: En capa 2 (802.1q, 802.1p) y capa 3 (ToS, DiffServ, MPLS) • 8 teclas dedicadas: Message, Hold, Conference, Transfer, Flash, Speakerphone, Send, Mute/Del • LCD: 12 dígitos con luz de fondo • Administración: Web, Teclado/LCD, Archivo (para implementación masiva) • Interfaces: 2 Fast Ethernet, 1 plug 2.5mm
<p>Set-Top Box Tornado M50 Standard</p> 	<ul style="list-style-type: none"> • IPTV and Video-on-Demand Support • Digital Music and Internet Radio Delivery • H.264, MPEG4, MPEG2 and WMV Support • High Definition Support • Online Chat and Email Clients • Media Center Functionality • Headline News and Weather Reports • Dolby 5.1 Audio Support • Interfaces: 2 USB, 1 Fast Ethernet, 1 HDMI, 1 Composite, 1 S-Video, 1 YPbPr, 1 L/R Audio, 1 RS232, 1 Infrarojo, 1 S/PDIF • Formatos de video: H.264, MPEG4, MPEG2, WMV, DVX, ASF, AVI • Formatos de audio: MP3, AAC, WAV, Dolby Digital 5.1, DTS 5.1**, 16bit Linear PCM • Protocolos: UDP, TCP, IPv4, ARP & RARP, DNS, DHCP, PPPOE, NTP, IGMPv1, v2, v3, IGMP, BOOTP, RTP/RTCP, RTSP, HTTP • Administración: Web, Content Management System, PPPoE • Incluye control remote Tornado Learning

Tabla 4-9: Características de equipos de usuario

El costo de los equipos que aparecen en la Tabla 4-9 se muestra a continuación:

Equipo	Costo (USD)
Modem ADSL2+ TP-Link TD-8840	36,00
Teléfono Grandstream BudgeTone 200	59,00
Set-Top Box Tornado M50 Standard	137,00
Tornado Learning Remote Control	10,00
TOTAL	242,00

Tabla 4-10: Costo referencial de equipos de usuario

Por tanto, el costo total referencial de los equipos incluidos para poder proporcionar el servicio al cliente es de 242,00 dólares. Este costo podrá ser amortizado durante el tiempo que dure el contrato de prestación de servicios para de esta manera disminuir el costo de instalación.

4.2.3.3 ÚLTIMAS MILLAS

Hasta octubre de 2009 el valor de las últimas millas que ofrecen las empresas portadoras que trabajan con ReadyNet está resumido en la Tabla 4-11.

Capacidad (Kbps)	CNT (F.O.)	PuntoNet (F.O.)	Stealth (Radio)
64 / 32	N / D	70,00	75,00
100 / 75	17,00	N / D	N / D
128 / 64	N / D	92,00	105,00
256 / 128	N / D	130,00	125,00
300 / 150	22,00	N / D	N / D
550 / 150	25,00	N / D	N / D
1000 / 300	28,00	N / D	N / D
1600 / 600	31,00	N / D	N / D

Tabla 4-11: Tabla de precios referenciales de últimas millas

Las últimas millas son contratadas conforme el ISP ofrece el servicio a nuevos clientes, por tanto este rubro va incluido dentro del contrato de cada abonado y no representa una inversión anticipada.

4.2.3.4 SALIDA A INTERNET

Los precios de las salidas a Internet por la CNT se resumen en la Tabla 4-12.

Proveedor	Velocidad	Costo (USD)
CNT	E1 (2048 Kbps)	450,00
Global Crossing (con QoS)	E1 (2048 Kbps)	600,00

Tabla 4-12: Tabla de precios de salidas a Internet

Se debe tomar en cuenta que según el factor de compartición que se utilice en el servicio, este valor será repartido entre todos los usuarios que compartan un determinado ancho de banda. En otras palabras para poder ofrecer un ancho de banda de 2367 Kbps (que es el total requerido según el cálculo del punto 3.3.5) a 114 potenciales usuarios del servicio en el lapso de un año, se requeriría un enlace de 33,7 Mbps con un radio de contención de 8 a 1.

4.2.3.5 SERVICIOS

De igual manera se debe tomar la adquisición del contenido de video para IPTV y de la adquisición de minutos IP para VoIP, cuyos precios se deberán añadir posteriormente a las tarifas finales del servicio brindado según los planes existentes.

Existen muchas empresas que se encargan de ofrecer contenido de video para proveedores de Internet, como por ejemplo: 3Vision, Akimbo Systems Inc, Backspace Communications, Dave TV, Federall Hill Communications, Flextech Television, Gotuit Media Corp, Interactive Television Networks, MagnifyMedia, SeaChange International, Telechannel, TimeshifTV, TVN Entertainment Corporation, ViewNow, entre otras.

4.2.3.6 OTROS RUBROS

Además de los gastos hasta ahora considerados, también hay que tomar en cuenta el personal técnico que realizará la instalación, mantenimiento y administración de los servidores y equipos de usuario y la capacitación adicional que deberá recibir. Otro dato es importante a considerar es el equipamiento adicional que necesite ReadyNet para la implementación de la infraestructura de VoIP e IPTV, es decir lo relacionado a conectividad de red, corriente eléctrica y mecanismo de respaldo frente a alguna falla.

4.2.3.7 RECUPERACIÓN DE LA INVERSIÓN

La inversión realizada para la infraestructura necesaria para Triple Play deberá ser amortizada de tal manera que no sólo los servidores sino también los equipos instalados en el hogar del cliente no influyan mucho en el precio final del servicio y

que permita generar ingresos después del primer semestre de realizado el análisis.

Para los cálculos descritos anteriormente se ocupará una tasa efectiva máxima del 11,83% según datos del Banco Central del Ecuador a febrero de 2008⁴⁶.

$$A = \frac{P(1+i)^n * i}{(1+i)^n - 1}$$

En donde A es el valor de amortización a calcular, P es el valor total del activo, i es la tasa de interés y n es el número de períodos.

4.2.3.7.1 Equipos de usuario

Para el caso de equipos del cliente, se tomará en cuenta que éstos serán amortizados durante el tiempo que sea efectivo el contrato de prestación de servicios y que no se podrá cancelar el mismo sin realizar primero una multa que garantice la inversión realizada.

Tomando en cuenta el valor de la tasa efectiva máxima del 11,83% el interés mensual es de 0,875%.

$P = \text{USD } 242,00$

$n = 12$ meses

$i = 0,986 \%$

$$A = \frac{P(1+i)^n * i}{(1+i)^n - 1} = \frac{242(1+0,00986)^{12} * 0,00986}{(1+0,00986)^{12} - 1}$$

$$A = \frac{2,684}{0,125} = 21,48$$

Por tanto, el costo de los equipos instalados en el hogar del cliente; es decir, el módem, teléfono IP y set-top box suponen una amortización mensual de 21,48 dólares lo que deberá ser agregado al costo del servicio.

Otra opción sería, que en la instalación se pague 100 dólares adicionales por concepto de equipos y el resto sea amortizado a un año. En este caso y utilizando la fórmula anterior, el valor se reduciría a 12,60 mensuales durante un año.

⁴⁶ <http://www.bce.fin.ec/>

4.2.3.7.2 Infraestructura de comunicaciones

De manera similar al caso de los clientes, se deberá amortizar el costo de los servidores de tal manera que los ingresos generados permitan recuperar la inversión realizada y tener ganancias dentro de la vida útil de los mismos. Por tanto, considerando un retorno de inversión de 3 años:

$$P = \text{USD } 22400$$

$$n = 36 \text{ meses}$$

$$i = 0.986 \%$$

$$A = \frac{P(1+i)^n * i}{(1+i)^n - 1} = \frac{36050(1+0.00986)^{36} * 0.00986}{(1+0.00986)^{36} - 1}$$

$$A = \frac{505,92}{0,424} = 1194,45$$

Por tanto, el valor de amortización de la infraestructura necesaria, que será igualmente distribuido entre todos los usuarios del servicio sería de 1194,45 dólares mensuales, lo cual supondría un incremento mensual de 132,72 dólares al valor del servicio de cada uno de los 9 clientes potenciales según el punto 4.2.2. Claro está, para que la inversión realizada sea viable, deberá producir rentabilidad a los 6 meses de iniciado el mismo, dato que servirá para calcular las tarifas asignadas a los clientes.

4.2.3.7.3 Costo parcial del servicio

Este costo no toma en cuenta el acceso al contenido de video ni los minutos IP y depende del número de clientes esperados para el servicio. Tomando en cuenta el valor optimista, pero real de que 9 clientes mensuales de ReadyNet entre nuevos y antiguos estén interesados en el servicio de Triple Play en el lapso de un año, tenemos:

$$\text{Costo} = (AB + E + I) * OM$$

En donde, AB representa el costo mensual del ancho de banda contratado para todas las aplicaciones, E es la amortización mensual de los equipos instalados en el cliente, I es la amortización de infraestructura y OM es el porcentaje de 20 % por gastos de operación y mantenimiento, es decir, que está sujeto a imprevistos.

No se puede fijar el precio exacto de ofrecer al usuario un ancho de banda de 2367 Kbps ya que el servicio ofrecido depende de la oferta de los proveedores de últimas millas, sin embargo, basándonos en la Tabla 4-5, podemos asumir un valor aproximado de 100 dólares que se tomará como referencia para este cálculo.

$$\text{Costo} = (100 + 12,60 + 132,72) * 1.20 = 294,38$$

Según estos cálculos, el servicio Triple Play, que incluya un ancho de banda de 2367 Kbps repartidos entre aplicaciones de Internet, Telefonía IP y Televisión IP y una instalación de 100 dólares tendría un valor mensual de 294,38 dólares.

En dicho valor no se toma en cuenta el costo de los minutos IP, ni el contenido de video, los cuales pueden variar dependiendo de los planes contratados. Sin embargo, y a pesar de distribuir los costos de la manera más optimista posible y, así no se tuviera que realizar inversión alguna en infraestructura, el costo obtenido seguiría estando muy lejos del esperado de 90 dólares para ser competitivo con los servicios similares existentes como se hizo el análisis en la Tabla 4-2. Sin embargo, este valor depende de algunos rubros, cuya variación en precio afectan al usuario final como:

- El valor de los enlaces de última milla, costo que repercute directamente en el abonado del servicio
- El valor de los enlaces de Internet, cuya influencia en el total puede variar dependiendo del factor de compartición que se otorgue al mismo.
- El costo de los equipos; que dependiendo del número que se adquieran, se podría conseguir algún descuento con el proveedor o mayorista.
- Otros equipos adicionales, por ejemplo, para mejorar la administración o gestionar el respaldo de datos, lo que incrementa la inversión inicial.
- El número de usuario finales, ya que dependiendo de las previsiones y el mercado, el distribuir el costo de la infraestructura de comunicaciones entre un número mayor de personas, ayudaría a disminuir el valor de las tarifas para cada cliente.

4.3 FACTIBILIDAD LEGAL

Los Proveedores de Servicios de Internet en el Ecuador se encuentran dentro del ámbito de Servicios de Valor Agregado según la clasificación del SENATEL, por lo tanto las reglamentaciones y estadísticas aplicadas a los ISP se considerarán dentro de esta clasificación.

La factibilidad legal para implementar los servicios incluidos dentro del paquete Triple Play se analizarán justamente en cada uno de sus partes, esto es, las factibilidades legales para prestar servicios de telefonía IP, televisión IP y banda ancha (ADSL2+).

4.3.1 TELEFONÍA IP

El SENATEL considera al servicio de transmisión de voz a través de Internet como Telefonía IP a pesar de que hacia afuera de nuestro país este concepto y Voz sobre IP (o simplemente VoIP) son sinónimos.

Con esta denominación, la Telefonía IP en el Ecuador está permitida como un servicio de valor agregado pero está limitado a realizarse de manera internacional o sólo entre terminales que no se unan a la red telefónica pública (PSTN), lo cual es una gran limitante para la aceptación y popularización de este servicio.

Se podría brindar el servicio, de forma local, siempre y cuando la empresa, en este caso, el Proveedor de Servicios de Internet ReadyNet cuente con toda la infraestructura propia necesaria para ello.

El hecho de utilizar un gateway u otro mecanismo para conectar un abonado de Telefonía IP con la red telefónica pública se considera bypass y es penado por la ley.

Estas reglas fueron establecidas en la Resolución 491-21-CONATEL-2006 dada en Quito, el 8 de septiembre de 2006.

4.3.2 BANDA ANCHA

La utilización de las líneas telefónicas para brindar el servicio de Internet está permitida en la reglamentación para Servicios de Valor Agregado expresada por la SUPTEL y a la cual se sujetan los Proveedores de Servicios de Internet, el uso de una u otra tecnología para brindar este servicio, siempre y cuando se realice a través de la misma infraestructura, en este caso, utilizando las últimas millas de la CNT, es indiferente para la reglamentación vigente.

4.3.3 TELEVISIÓN IP

La reglamentación en lo que se refiere a los servicios de Televisión utilizando el protocolo IP aún no está creada. La única actualización realizada al permiso para los Servicios de Valor Agregado fue la Resolución 491-21-CONATEL-2006 del 8 de septiembre de 2006; que trata el tema de Voz sobre Internet.

De manera similar a lo que ocurrió con la Telefonía IP, antes de existir una reglamentación que la regulase, no se podía brindar de manera abierta el servicio. Por lo tanto, hasta que exista una reglamentación al respecto, el uso de Televisión IP no será permitido ya que no hay forma de regularlo o tener un control del mismo.

Sin embargo, el Plan Nacional de Desarrollo de Telecomunicaciones 2007 - 2012 tiene como uno de sus objetivos el de realizar la “conceptualización y regulación en la prestación de servicios de telecomunicaciones como en la que se introducirá la convergencia tecnológica de los servicios de telecomunicaciones como: la universalización del Internet para beneficiar a los usuarios con aplicaciones de datos (transmisión de datos), voz (telefonía IP), video, televisión por IP (IPTV) y demás servicios agregados sobre Internet, eliminando todo tipo de discriminación ofreciendo servicios sin restringir la competencia”⁴⁷.

Para los puntos que no estén contemplados dentro de la Ley Especial de Telecomunicaciones en lo que respecta a los Servicios de Valor Agregado, el Gobierno nacional creó mediante el Decreto Ejecutivo No 1781 del 21 de Agosto del 2001, la Comisión Nacional de Conectividad, como el organismo

⁴⁷ Plan Nacional de Desarrollo de Telecomunicaciones 2007 - 2012, Julio 2007

interinstitucional encargado de formular y desarrollar la Agenda Nacional de Conectividad.

Según datos obtenidos de la página WEB del CONATEL⁴⁸, la conformación de esta Agenda, está integrada por un directorio constituido de la siguiente manera:

- a) El Presidente del Consejo Nacional de Telecomunicaciones, quien lo preside;
- b) El Ministro de Educación y Cultura, o su delegado,
- c) El Ministro de Salud Pública o su delegado;
- d) El Ministro de Agricultura y Ganadería, o su delegado;
- e) El Ministro de Comercio Exterior, Industrialización y Pesca, o su delegado;
- f) El Ministro de Turismo, o su delegado;
- g) El Ministro de Ambiente, o su delegado;
- h) El Ministro de Defensa Nacional, o su delegado;
- i) El Ministro de Economía y Finanzas; y,
- j) El Presidente del CONAM o su delegado

Por lo tanto, este directorio será el encargado de resolver los problemas o vacíos relacionados con la Ley Especial de Telecomunicaciones existente.

⁴⁸ <http://www.conatel.gov.ec/website/conectividad/conectividad.php>

CAPÍTULO 5

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 CONCLUSIONES

- A partir de los datos obtenidos en cuanto a equipos necesarios y tarifas del servicio de Triple Play para los usuarios y futuros clientes de ReadyNet, este servicio de momento no es factible debido principalmente a tres factores: primeramente, el acceso a Internet en nuestro país es aún muy caro en comparación con otros países de la región y del mundo lo que hace que el ancho de banda necesario para brindar el servicio sea una limitante; además, el número de usuarios de este ISP es bajo, lo que supone que la inversión inicial que se debe realizar aumente la tarifa a cobrar para los servicios de telefonía IP y televisión IP; por último, mientras no exista normativa legal con respecto a IPTV no se puede ofrecer este componente.
- La principal razón para los proveedores de servicios de internet de ofrecer Triple Play es poder llegar al usuario final con una mayor variedad de servicios que les permita diferenciarse de la competencia. Aprovechar la infraestructura instalada y ofrecer servicios basados en IP será la manera más viable para competir, no solo en el campo de Internet de banda ancha, sino también en la telefonía y televisión, y de esta manera no tener que utilizar mucha fuerza laboral para el mantenimiento del servicio.
- En el caso de los servicios de voz, el Consejo Nacional de Telecomunicaciones hace una diferenciación en lo que se refiere a Telefonía IP y Voz sobre IP; ya que considera que este último incluye la interconexión de esta tecnología con la red telefónica pública, lo cual está prohibido por la ley. Es por esto que de conformidad con la Ley Especial de Telecomunicaciones con sus reformas aprobadas en septiembre de 2007, solo se permite a un ISP ofrecer servicios y equipos de telefonía IP, esto es, servicio de PC a PC utilizando el Internet como medio de paso sin interconectarse en ningún momento a la red telefónica pública.

- El estudio realizado acerca de la infraestructura para IPTV en el proveedor de servicios de Internet no contempla acceso a señales internacionales de televisión pagada vía satélite, puesto que esto representaría una inversión muchísimo mayor a la estudiada y no sería factible debido al ya alto costo de la infraestructura necesaria; sin embargo, debido a la naturaleza de los equipos y servidores empleados, es posible implementar a futuro equipos adicionales para almacenar contenido de video, o separar las funciones de codificación de video de las de transmisión utilizando equipos diferentes conforme a la demanda.
- La viabilidad de implementar IPTV sería mayor para el caso de un operador de cable como es el caso de TVCable o Telmex o incluso para un canal de televisión puesto que a la infraestructura necesaria para este servicio se puede sumar a la existente y de esta manera brindar, además de los canales provistos por su propio servicio, los canales disponibles a través de Internet por IPTV, o incluso agregar su contenido almacenado y ponerlo a disposición con la modalidad de Video bajo Demanda (VoD), claro está, utilizando un servidor adicional de ser el caso.
- La Televisión IP no debería sufrir las mismas restricciones que la telefonía IP anteriormente indicadas, pues esta tecnología ocupa en su totalidad la infraestructura de Internet para la difusión de señales de televisión y no el espectro electromagnético como es el caso de los canales de televisión convencionales. Sin embargo, a pesar de que en el Consejo Nacional de Telecomunicaciones están abiertos a la implementación de nuevas tecnologías, la Televisión IP aún no está reglamentada y esto puede ocasionar problemas legales futuros.
- El mercado de telecomunicaciones en lo que respecta a los servicios incluidos en Triple Play, es decir voz, datos y video tiene algunas complicaciones para su implementación. En primer lugar, no existe reglamentación que regule el servicio de IPTV, lo que impide que se pueda realizar una implementación del mismo. En segundo lugar, la Telefonía IP está limitada a llamadas que se realicen con infraestructura propia de telecomunicaciones o con el exterior, lo

que limita al número de posibles interesados en el servicio, que como se vio en las encuestas realizadas, no tienen necesidad de realizar llamadas al exterior. Por último, hay que tomar en cuenta la competencia existente, puesto que Triple Play compite no sólo con los demás proveedores de Internet, sino también con las telefónicas, ya sea móviles o fijas y con los servicios de televisión pagada, los cuales están ofreciendo tarifas cada vez más competitivas en sus respectivos segmentos de mercado.

- A pesar de las complicaciones mencionadas en el punto anterior, el futuro de las telecomunicaciones es bastante prometedor debido especialmente, a que en nuestro país, este mercado recién está creciendo y todavía hay muchos servicios que se pueden brindar. Sin embargo, todo dependerá de la forma en que se administren las telecomunicaciones por parte de los organismos reguladores como el CONATEL o SENATEL, la inversión extranjera y reducción de costos que esto pueda generar como es el caso de la inversión en infraestructura realizada en el Ecuador por parte de la empresa Telefónica, y las facilidades que se den para mejorar la competencia entre los diferentes proveedores de Servicios de Valor Agregado entre los que se cuentan los ISP.
- El principal competidor que se presenta para el desarrollo de IPTV, no solo en el Ecuador, sino en todos los países es la televisión por cable y satelital, además de los proveedores de telefonía fija y móvil que usualmente ofrecen servicios muy competitivos y de buena calidad. En otros países desarrollados como Korea, Japón, Francia y Estados Unidos existen planes de Triple Play muy agresivos que ofrecen el servicio a bajísimos precios o incluso con un período gratuito de prueba para tratar de popularizar esta alternativa.
- En lo que respecta a la parte económica, el gobierno actual y las nuevas reglamentaciones e impuestos existentes también pueden jugar un rol muy importante en el desarrollo de las telecomunicaciones, puesto que sus políticas pueden afectar no sólo los costos de los servicios de telecomunicaciones a nivel interno en el Ecuador si no también a nivel externo, es decir, podrían facilitar el camino de implantación de nuevas alternativas de telecomunicaciones en nuestro país o hacerlo más conveniente para aquellas

empresas que pertenecen a dicho campo y ven a nuestro país como un nuevo punto de generación de ingresos en el sector.

- A pesar que debido al ancho de banda necesario, la tecnología ADSL es suficiente, mecanismos de transmisión de datos como ADSL2+ o incluso FTTH serán imprescindibles de implementar en un futuro conforme los usuarios finales vayan solicitando la inclusión de más servicios, más canales o incluso más receptores de televisión para IPTV en sus hogares. Además, la competencia entre los diferentes proveedores de servicios de valor agregado provocará el mejoramiento de precios y el aumento de calidad de los servicios brindados, tal como está empezando a surgir entre empresas fuertes como la CNT, Grupo TVCable y Telmex.
- Nuevas empresas que empiezan a competir en el mercado de servicios de valor agregado como por ejemplo Telmex aumentan la competitividad del sector e impulsa a los demás a mejorar sus precios y productos, lo que es un inicio para empezar a ver una mayor variedad de los mismos. Es así como poco a poco se empiezan a ofrecer paquetes de Internet, telefonía y televisión por cable para atraer a más clientes.
- ADSL2 y ADSL2+ tienen como principal limitante la distancia en especial a altas velocidades de transmisión, lo que implica que para brindar un servicio de alto ancho de banda a un usuario, no solamente hay que tomar los costos de equipos y acceso, sino que también la ubicación de los nodos de las empresas portadoras con respecto a la ubicación del cliente.
- Las tecnologías de acceso inalámbrico como WiMAX todavía no despegan como estándar de comunicaciones y esto entorpece su utilización masiva como medio de transmisión para llegar al usuario final a pesar de que ya no es una alternativa nueva en este sector.
- Otra de las limitantes del acceso a altas velocidades de transmisión necesarias para la implementación de servicios avanzados es la infraestructura de acceso existente. El uso de otros medios de transmisión como la fibra óptica aún no es común pero será necesario cuando los

proveedores de servicios de Internet empiecen a ofrecer anchos de banda mayores y quieran competir en infraestructura con los proveedores de cable tal como está pasando en Estados Unidos y varios países de Europa.

- La Empresa Eléctrica Quito S.A. a través de Electronet está empezando a competir en la rama de servicios de valor agregado ofreciendo acceso a Internet a través de la tecnología PLC, por ahora con muy limitada cobertura, que aprovecha el cableado eléctrico existente, lo cual le permitirá ofrecer Internet a prácticamente cualquier hogar con acceso a cableado eléctrico dentro de la ciudad de Quito.
- Ecuador aún tiene que definir si adoptará el estándar ATSC (Estados Unidos), DVB-T (Europa) o ISDB-T (Japón) para televisión digital y una vez que lo haga, la industria se puede concentrar en ofrecer tanto equipos como servicios basados en este estándar Brasil, por ejemplo, recientemente adoptó el estándar japonés (ISDB-T), lo que le permitirá ofrecer transmisiones de televisión digital estándar y en alta definición, además de señales móviles, portátiles y la interactividad.

5.2 RECOMENDACIONES

- A diferencia del servicio de Internet cuyo tráfico generado se realiza a ráfagas, el servicio de Telefonía IP necesita garantizar el ancho de banda y gozar de baja latencia, mientras que la Televisión IP necesita mayor ancho de banda que los dos servicios; es por esto que, sería recomendable que ReadyNet tenga un método de clasificación del tráfico generado, de tal manera que se pueda pedir un esquema de calidad de servicio en la salida a Internet, tal como el caso de Global Crossing. El servicio en mención se podría brindar a través de DiffServ o mediante un enlace dedicado, con el cual se haya negociado un tratamiento especial del tráfico.
- Además, de considerarse la implantación del servicio de Triple Play a futuro, es muy necesaria la realización de una fase de pruebas, en la cual se pueda despejar cualquier duda con respecto a las dificultades de implementación del

servicio, así como también poder determinar la calidad del mismo y los posibles inconvenientes en su instalación y distribución. Esto permitirá no sólo pulir detalles como los puntos del contrato entregado a los usuarios sino también los tiempos de respuesta que se necesiten para resolver inconvenientes futuros.

- Al igual que en el caso del acceso a Internet, el acuerdo de nivel de servicio (SLA) realizado entre el cliente y ReadyNet deberá especificar las políticas de utilización de cada una de las aplicaciones, las multas por cancelación del mismo, entre otros. Al ser éste un servicio compuesto, es necesario entender que cada servicio incluido tiene condiciones diferentes en cuanto a ancho de banda, disponibilidad, calidad de servicio, entre otras, por lo que dichas características deben ser tomadas en cuenta por separado en dicho documento.
- No es necesario contratar el ancho de banda necesario para todos los usuarios previstos desde un principio, puesto que la capacidad adquirida se estaría subutilizando y no es la condición óptima. En la mayoría de los casos, el upgrade de dichos enlaces no supone un cargo extra además del costo mensual del servicio; sin embargo, si suele suponer un gasto el disminuir el ancho de banda contratado para un enlace a Internet.
- Mientras no exista una regulación sobre el uso y distribución de la Televisión IP no se puede ofrecer este servicio puesto que su implementación puede caer en problemas legales a futuro de igual forma como ocurre actualmente con la interconexión de una red de telefonía IP con la red telefónica pública, lo cual está categorizado como bypass y es penado por la ley.
- Por último, antes de poder poner un precio a un servicio de éstas características también es recomendable tomar en cuenta otros factores que no influyen directamente en el servicio pero que si pueden repercutir negativamente como por ejemplo el conocimiento del personal técnico y de ventas del mismo para poder brindar un buen soporte y poder dar a conocer de una manera más adecuada a los potenciales clientes.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

APONTE, Alfredo; SISTEMAS DE TELECOMUNICACIONES CONCEPTO DE IP EN NUEVAS REDES INTEGRADAS, Universidad Central de Venezuela, Facultad de Ingeniería Eléctrica, Caracas, Marzo, 2006

HELD, Gilbert; UNDERSTANDING IPTV, Auerbach Publications, Boca Raton, Florida, 2006

DIRECCIONES ELECTRÓNICAS

A2BILLING; <http://trac.asterisk2billing.org/cgi-bin/trac.cgi>

ADSLZONE; <http://www.adslzone.net/adsl2.html>

AMINO; <http://www.aminocom.com/products/ipstb/aminet110.html>

ANDINADATOS; <http://www.andinadatos.com.ec/antiguo/adsl.htm>

Avadía DIGITAL; <http://www.abadiadigital.com/noticia1516.html>

AWARE, INC; <http://icttoolkit.infodev.org/en/Document.2942.pdf>

AWS & CIT; <http://www.ist-opium.org/bluepapers/CIT%20-%20Blue%20Paper.doc>

AXOR; http://www.axor.com.ar/iptv_es.htm

BANCO CENTRAL DEL ECUADOR; <http://www.bce.fin.ec/docs.php?path=/documentos/Estadisticas/SectorMonFin/TasasInteres/Indice.htm>

CITEL; http://www.citel.oas.org/newsletter/2008/diciembre/ngn-normas_e.asp

COBERTURA DIGITAL; <http://www.coberturadigital.com/2008/05/22/internet-en-ecuador-2008-del-millon-de-usuarios-mas-60-son-de-quito/>

COMMSDESIGN; <http://www.commsdesign.com/article/printableArticle.jhtml?articleID=201805799>

CONATEL; <http://www.conatel.gov.ec/website/conectividad/conectividad.php>

CONATEL; [http://www.conatel.gov.ec/website/eventos/eventos/pres_semana_internet\(3\).ppt](http://www.conatel.gov.ec/website/eventos/eventos/pres_semana_internet(3).ppt)

ELECTRONET; <http://electronet.net.ec/ServicioalCliente/Cobertura/tabid/146/Default.aspx>

GRANDSTREAM; <http://www.grandstream.com/products/consumerphones.html>

HowStuffWorks, Inc; <http://electronics.howstuffworks.com/ip-telephony.htm>

IPTV INDUSTRY; <http://www.iptv-industry.com/>

LA HORA; <http://www.lahora.com.ec/frontEnd/main.php?idRegional=1&idSeccion=722326>

LINKSYS; http://www.linksys.com/servlet/Satellite?c=L_Product_C2&childpagename=US%2FLayout&cid=1139414816993&pagename=Linksys%2FCommon%2FVisitorWrapper

LinuxMCE; <http://www.linuxmce.org/>

LLAMATUCASA.COM; http://www.llamatucasa.com/vision_general_voip.html

MICROSOFT; <http://www.microsoft.com/mediaroom/>

MTS Telecommunications Management; <http://www.mtsint.com/UserFiles/File/MTS/brochures/MTSCCBSolution.pdf>

MULTIMEDIA RESEARCH GROUP; http://www.mrgco.com/TOC_WCS06.html

MythTV; <http://www.mythtv.org/>

NetUP; <http://www.netup.tv/en-EN/iptv-general.php>

NEWPORT NETWORKS; <http://www.newport-networks.com/whitepapers/voip-bandwidth3.html>

ONEVIDEO; http://www.onevideo.co.uk/mpeg-solutions-mpeg-encoders-c-62_48.html?osCsid=b9b95205ca482ef6780f391448f5d1e6

ONLINE; <http://www.online.com.es/1312/tecnologia/television-por-internet>

PROINFOTECH; <http://www.proinfotech.com/softswitch.htm>

S2 GRUPO DE INNOVACIÓN EN PROCESOS ORGANIZATIVOS; <http://www.securityartwork.es/2008/02/27/voip-protocolos-de-transporte/>

SEINIT; http://www.isoc.org/seinit/portal/index.php?option=com_content&task=view&id=43&Itemid=26

SHENICK; http://www.shenick.com/media_lib/files/Testing_MPEG_based_IP_video_by_Shenick.pdf

SUPERTEL; http://www.supertel.gov.ec/radiodifusion/television_digital.htm

SUPERTEL; http://www.supertel.gov.ec/pdf/estadisticas/historico_portadores.pdf

SYSMASTER; <http://www.sysmaster.com/products>

SYSMASTER; <http://shop.sysmaster.com/index.php>

TELEFÓNICA; <Http://sociedaddelainformacion.telefonica.es/jsp/articulos/detalle.jsp?elem=4215>

TP-LINK; <http://www.tp-link.com/products/products.asp>

TRIXBOX; <http://www.trixbox.org>

Villar Mateo; http://mateovilar.com/articulo_143.html

WIKIPEDIA; <http://es.wikipedia.org/wiki/ADSL2>

WIKIPEDIA; <http://es.wikipedia.org/wiki/IPTV>

WIKIPEDIA; http://es.wikipedia.org/wiki/Voz_sobre_IP

WIKIPEDIA; <http://en.wikipedia.org/wiki/Ftth>