

**ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO**

**DEPARTAMENTO DE ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA**

**CARRERA DE INGENIERÍA EN ELECTRÓNICA Y  
TELECOMUNICACIONES**

**PROYECTO DE GRADO PARA LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE  
INGENIERÍA**

**DISEÑO DEL ENLACE DE ÚLTIMA MILLA PARA PROVEER  
SERVICIOS *TRIPLE PLAY* CON TECNOLOGÍA DSL PARA LA  
EMPRESA SITEL**

**VICTOR HUGO FLORES JARAMILLO**

**SANGOLQUÍ – ECUADOR**

**2007**

## CERTIFICACIÓN

Certificamos que el presente proyecto de grado, “Diseño del enlace de última milla para proveer servicios *Triple Play* con tecnología DSL para la empresa SITEL”, fue desarrollado en su totalidad por el señor Víctor Hugo Flores Jaramillo, bajo nuestra dirección.

Atentamente,

Ing. Fabián Sáenz  
Director

Ing. Diego Loor  
Codirector

## RESUMEN

El “Diseño del enlace de última milla para proveer servicios *Triple Play* con tecnología DSL” está dirigido a los Proveedores de Servicio que necesitan una alternativa de negocio para competir con otras empresas del medio. Esta nueva alternativa permitirá a los Proveedores mantener la base de sus clientes y atraer nuevos, lo que finalmente se traduce en más ingresos económicos para la empresa.

En este proyecto se exponen las distintas consideraciones tecnológicas y de infraestructura que deben ser tomadas en cuenta para la implementación de servicios combinados de voz, video y datos. Es así que se ha efectuado un análisis de las nuevas tecnologías que permiten el despliegue de servicios “Triple Play”, tomando, finalmente, a la familia de estándares xDSL como la mejor solución, enfocándose en el estándar ADSL2+ como tecnología de acceso para el cliente. Se incluye también un análisis de nuevas técnicas de compresión y protocolos basados en IP para brindar este tipo de servicios; con lo cual se concluye en un diseño de la solución incluyendo infraestructura y arquitectura de red en la *última milla*, es decir, equipos, tecnologías, requerimientos y estándares que soporten la confiable entrega de servicios de Voz sobre IP, IPTV y el acceso a Internet.

Para determinar su posible éxito se realizará, además, un análisis económico, que abarca: la predicción del impacto en el mercado, la regulación y un análisis de sensibilidad.

## **DEDICATORIA**

A mi madre, Jeanneth, gran ejemplo de incansable lucha y superación, y mi padre, Víctor Hugo, por siempre en mis recuerdos. Su dedicación, actitud ante la vida y su inmenso amor, me han hecho lo que soy.

A mi hermana, Cristina, sus infaltables muestras de amor y su dulzura llenaron continuamente mi vida de cariño y esperanza.

A mis abuelitos, Celia y Miguel y a mi familia, sus oraciones y apoyo me han dado siempre la fuerza para continuar.

## **AGRADECIMIENTOS**

Especial agradecimiento a Dios, por su infinito amor y por todas sus bendiciones; sin Él nada es posible.

A mi madre, Jeanneth, por su amor e incondicional apoyo, por su paciencia y comprensión, por sus consejos y valor para seguir adelante, por sus bendiciones y sus constantes palabras de aliento, gracias de todo corazón.

A mi director, Ing. Fabián Sáenz y Codirector, Ing. Diego Loor por su valioso tiempo dedicado.

Al Ing. Ramón Valdez e Ing. Bladimir Carranco por su confianza y ayuda desinteresada.

Finalmente quiero agradecer a Dianasol, novia y amiga por sus constantes palabras de apoyo, su fe en mí y su incomparable compañía.

Gracias a toda mi familia y a mis buenos amigos, todos y cada uno de ellos han marcado mi vida con enriquecedoras experiencias y momentos inolvidables.

## PRÓLOGO

El decline en la rentabilidad de los servicios de telefonía fija, el incremento de la demanda de nuevos servicios y la creciente competencia entre los diferentes proveedores de telecomunicaciones, han forzado a los Proveedores de Servicios que utilizan como medio el par de cobre a encontrar fuentes de nuevos ingresos ampliando su oferta de servicios. El *Triple Play*, voz, datos y video son servicios atractivos y representan la solución que están buscando para reevaluar las relaciones con sus clientes e incrementar sus flujos de ingreso.

Este proyecto empieza por describir de manera general su importancia, con una breve mirada a la situación actual de la tecnología xDSL. A continuación se realiza un estudio de las tecnologías implementadas en el Ecuador para brindar servicios de banda ancha, teniendo como objetivo principal la comparación de estas con la tecnología xDSL, analizando funcionamiento y características de cada una. El proyecto plantea al xDSL como la solución más adecuada en la “última milla”, por esta razón se describe las características de uno de sus más completos estándares, el ADSL2+. Debido a su importancia, se analizan los servicios que componen el *Triple Play* independientemente. Los siguientes puntos se enfocan exclusivamente a la parte técnica, describiendo tecnologías empleadas para brindar los diferentes servicios y analizando los requerimientos para implementar una adecuada infraestructura y un despliegue de mecanismos de calidad de servicio para una correcta entrega de servicios al cliente. Finalmente se describen las características técnicas de los equipos *Fiberhome* y se realiza un corto análisis económico para determinar su posible factibilidad.

Cabe mencionar que algunos términos no han sido traducidos y se ha adoptado su expresión en inglés, debido a que el término resulta más general en ese idioma o la traducción no es apropiada para expresar el verdadero significado de dicho término.

## INDICE DE CONTENIDO

<b>INDICE DE TABLAS.....</b>	<b>1</b>
<b>INDICE DE FIGURAS.....</b>	<b>3</b>
<b>INDICE DE HOJAS TÉCNICAS.....</b>	<b>6</b>
<b>GLOSARIO .....</b>	<b>7</b>
TÉRMINOS.....	7
ACRÓNIMOS.....	9
<b>CAPÍTULO I.....</b>	<b>13</b>
<b>INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>13</b>
1.1 ANTECEDENTES .....	13
1.2 JUSTIFICACIÓN .....	14
1.3 IMPORTANCIA.....	16
1.4 SITUACIÓN ACTUAL DE LA TECNOLOGÍA DSL .....	17
1.4.1 DSL en el mundo .....	17
1.4.1.1 Estadísticas y ejemplos de mercados .....	17
1.4.1.2 Tarifas, velocidades y tecnologías adoptadas .....	24
1.4.2 DSL en Quito.....	27
<b>CAPÍTULO II.....</b>	<b>31</b>
<b>TECNOLOGÍA DSL .....</b>	<b>31</b>
2.1 TECNOLOGÍAS DE BANDA ANCHA.....	31



2.1.1	Definición de Banda ancha .....	31
2.1.2	Importancia y estado actual de la banda ancha .....	34
2.1.3	Tecnologías y servicios de banda ancha en el mercado.....	36
2.1.3.1	Sistemas con cable .....	39
2.1.3.2	Sistemas inalámbricos.....	44
	Móvil Celular.....	45
	Wireless Local Loop .....	47
	Satelital.....	48
2.1.4	Nuevas tecnologías.....	57
2.1.4.1	Fibra óptica.....	58
2.1.4.2	WiMAX .....	60
2.1.4.3	PLC .....	62
2.2	ESTÁNDARES DE LA TECNOLOGÍA DSL.....	64
2.2.1	Prestaciones de la tecnología DSL .....	64
2.2.2	Resumen de estándares DSL .....	66
2.2.3	Algunas características de ADSL2+ .....	70
2.2.3.1	Ancho de Banda .....	71
2.2.3.2	Inducción de Ruido.....	72
2.2.3.3	Distancias .....	74
2.2.3.4	Velocidad adaptable .....	75
2.2.3.5	Funcionamiento interno .....	76
2.2.3.6	Compatibilidad y herencia .....	76
2.2.3.7	Anexos .....	76
2.3	SERVICIOS DE BANDA ANCHA .....	78
2.3.3	Servicios de Internet.....	79
2.3.4	Servicios de Voz .....	80
2.3.5	Servicios de Video.....	80
	<b>CAPÍTULO III.....</b>	<b>84</b>
	<b>INFRAESTRUCTURA DE RED DE ACCESO .....</b>	<b>84</b>
3.1	ARQUITECTURA DE RED PARA SERVICIOS <i>TRIPLE PLAY</i> .....	84

3.1.1	Introducción e Importancia de los servicios <i>Triple Play</i> .....	84
3.1.2	Componentes en una red Triple Play .....	86
3.1.2.1	Proveedores de servicios .....	86
3.1.2.2	Sistema de transporte .....	87
3.1.2.3	Red de Acceso .....	87
3.1.2.4	Red de usuario .....	88
3.1.3	Requerimientos y análisis de la tecnología para los servicios en la "última milla".....	89
3.1.3.1	Comunicación personal .....	91
	Codificación de la voz.....	91
	Protocolos para VoIP.....	95
	Solución para el servicio de voz .....	96
3.1.3.2	Servicios de video .....	98
	Compresión de video.....	100
	Solución para el servicio de video .....	108
3.1.3.3	Servicios de acceso a Internet.....	109
3.2	CARACTERÍSTICAS BÁSICAS DE LA ARQUITECTURA DE RED PARA EL SOPORTE DE SERVICIOS <i>TRIPLE PLAY</i> .....	111
3.3	CONSIDERACIONES DE CALIDAD DE SERVICIO .....	118
3.3.1	Factores que afectan la calidad de los servicios <i>Triple Play</i> .....	118
3.3.1.1	Factores que afectan a las aplicaciones de voz .....	118
	Retardo.....	119
	Pérdida de paquetes .....	121
	Jitter.....	121
	Eco de Voz .....	122
3.3.1.2	Factores que afectan a las aplicaciones de video .....	123
	Retardo.....	123
	Pérdida de paquetes .....	124
	Jitter de video .....	124
3.3.1.3	Factores que afectan a las aplicaciones de acceso a Internet ...	126
3.3.1.4	Posibles Medidas .....	126

Retardo y latencia.....	126
Pérdida de paquetes .....	126
Jitter.....	127
3.3.2    Requerimientos de seguridad y calidad de servicio en la red .....	127
3.3.3    Mecanismos de aseguramiento de calidad de servicio .....	129
3.3.3.1    IEEE 802.1q .....	130
3.3.3.2    IEEE 802.1p .....	131
3.3.3.3    Operación de un DSLAM VLAN .....	132
3.3.3.4    Configuración en el DSLAM .....	132
Definiendo una VLAN .....	132
Asignando puertos a una VLAN .....	133
3.3.4    Pruebas que garantizan calidad de los servicios .....	133
3.3.4.1    Pruebas de infraestructura .....	133
DSLAM .....	133
Equipos de usuario.....	134
3.3.4.2    Pruebas de aplicaciones .....	134
3.3.5    Condiciones del medio.....	135
3.3.5.1    Pruebas en el par de cobre .....	137
3.4    DIMENSIONAMIENTO DE EQUIPOS.....	138
3.5    PROTOTIPO DE IMPLEMENTACIÓN .....	141
3.5.1    Requerimientos de cada servicio por suscriptor.....	141
3.5.2    Ancho de banda por suscriptor .....	142
3.5.3    Ancho de banda para el prototipo .....	142
<b>CAPITULO IV.....</b>	<b>144</b>
<b>CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DEL EQUIPAMIENTO .....</b>	<b>144</b>
4.1    EQUIPOS FIBERHOME.....	144
4.2    EQUIPOS DE USUARIO .....	145
4.2.1    CPE.....	145
4.2.2    IP Set Top Box .....	145
4.2.3    Software de IPTV .....	146

4.2.3.1	Sistema IPG .....	147
4.3	EQUIPOS DEL PROVEEDOR .....	147
4.4	SISTEMA DE GESTIÓN.....	148
4.5	JUSTIFICACIÓN DEL FABRICANTE.....	149
4.6	ESTÁNDARES Y RECOMENDACIONES.....	150
<b>CAPÍTULO V</b> .....		<b>154</b>
<b>ANÁLISIS ECONÓMICO</b> .....		<b>154</b>
5.1	PREDICCIÓN DEL IMPACTO EN EL MERCADO .....	154
5.2	ASPECTO REGULATORIO .....	157
5.3	ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD.....	158
<b>CONCLUSIONES</b> .....		<b>162</b>
<b>RECOMENDACIONES</b> .....		<b>166</b>
<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....		<b>168</b>
<b>ANEXOS</b> .....		<b>171</b>
<b>HOJAS TÉCNICAS</b> .....		<b>172</b>

## INDICE DE TABLAS

### CAPÍTULO I

Tabla. 1.1. Ranking de países con más líneas DSL desplegadas hasta el segundo cuarto del 2006 .....	20
Tabla. 1.2. Tarifas mensuales ADSL en diferentes países .....	25
Tabla. 1.3. Velocidad y tarifa de conexiones ADSL para el Hogar .....	29

### CAPÍTULO II

Tabla. 2.1. Listado empresas con licencia de Servicios Portadores .....	37
Tabla. 2.2. Comparación Cable Módem vs xDSL .....	40
Tabla. 2.3. Planes y velocidades tecnología cable módem .....	43
Tabla. 2.4. Tecnologías y servicios .....	52
Tabla. 2.5. Tecnologías y cobertura .....	52
Tabla. 2.6. Comparativa tecnologías de banda ancha .....	53
Tabla. 2.7. Ventajas y desventajas de tecnologías de banda ancha .....	54
Tabla. 2.8. Ventajas y desventajas de tecnologías de banda ancha .....	62
Tabla. 2.9. Estándares DSL .....	69
Tabla. 2.10. Comparación de anexos en la familia ADSL .....	77
Tabla. 2.11. Multimedia sobre DSL .....	82

### CAPÍTULO III

Tabla. 3.1. Requerimientos de ancho de banda para diferentes servicios .....	90
Tabla. 3.2. Características de algunos <i>codecs</i> .....	93
Tabla. 3.3. Resumen de requerimientos para servicios <i>Triple Play</i> .....	111
Tabla. 3.4. Proceso de transformación de Red para <i>Triple Play</i> .....	117

Tabla. 3.5. Retardos de codificación de voz .....	120
Tabla. 3.6. Retardos de paquetización .....	120
Tabla. 3.7. Resumen de requerimientos de calidad para servicios <i>Triple Play</i> .....	129
Tabla. 3.8. Pruebas para el par de cobre .....	137
Tabla. 3.9. Requerimientos de servicio por suscriptor .....	141

#### **CAPÍTULO IV**

Tabla. 4.1. Límites de los retardos (UIT G.114) .....	151
---	-----

#### **CAPÍTULO V**

Tabla. 5.1. Análisis de sensibilidad .....	161
--	-----

## INDICE DE FIGURAS

### CAPÍTULO I

Figura. 1.1. Porcentaje de banda ancha en el mundo por tecnología de acceso. 31 de marzo 2006 .....	18
Figura. 1.2. Tendencia de las tecnologías de banda ancha. Junio 2003 a marzo 2006 .....	19
Figura. 1.3. Distribución de la cantidad de líneas DSL por zonas en el mundo .....	20
Figura. 1.4. Cantidad de abonados por empresas que funcionan en diferentes países de Latinoamérica .....	21
Figura. 1.5. Distribución del mercado DSL por empresas en la ciudad de Quito .....	28

### CAPÍTULO II

Figura. 2.1. Definiciones de ancho de banda desde distintos puntos de vista .....	33
Figura. 2.2. Penetración de banda ancha en Latinoamérica .....	36
Figura. 2.3. Alternativas de acceso de banda ancha en Ecuador .....	39
Figura. 2.4. Infraestructura básica de tecnología Cable Módem .....	42
Figura. 2.5. Infraestructura básica de tecnología xDSL .....	44
Figura. 2.6. Infraestructura básica de CDMA2000 1x EV-DO .....	46
Figura. 2.7. Esquema de red para servicio satelital unidireccional .....	50
Figura. 2.8. Porcentaje de enlaces de banda ancha por tecnología de acceso en el mercado nacional .....	51
Figura. 2.9. Ejemplo de red PON .....	59
Figura. 2.10. Arquitectura WiMax .....	61
Figura. 2.11. Infraestructura básica para PLC .....	63
Figura. 2.12. Historia de los estándares DSL y su impacto en el mercado .....	67

Figura. 2.13. Área de cobertura de los estándares DSL .....	69
Figura. 2.14. Frecuencias utilizadas por ADSL2+ .....	71
Figura. 2.15. Líneas ADSL Interferentes .....	73
Figura. 2.16. Reducción de Interferencia entre líneas .....	74
Figura. 2.17. Velocidades de transmisión versus distancia .....	75
Figura. 2.18. Evolución de los servicios en el mercado residencial y su relación con el ancho de banda requerido .....	78
Figura. 2.19. Tendencia de los operadores de telecomunicaciones en la prestación de servicios .....	83

### **CAPÍTULO III**

Figura. 3.1. Ejemplo de oferta <i>Triple Play</i> Telefónica España .....	85
Figura. 3.2. Arquitectura <i>Triple Play</i> por bloques .....	89
Figura. 3.3. Arquitectura de Protocolos Multimedia .....	95
Figura. 3.4. Solución para el servicio de voz .....	96
Figura. 3.5. Conexión de las tarjetas en el DSLAM para VoIP .....	98
Figura. 3.6. Evolución de estándares y formatos de video .....	101
Figura. 3.7. Contenido de difusión estándar .....	106
Figura. 3.8. Comparación de estándares de compresión de video en demanda de ancho de banda, requerimientos para almacenamiento y tiempos de descarga .....	107
Figura. 3.9. Solución para el servicio de video .....	108
Figura. 3.10. Solución para el acceso a Internet .....	110
Figura. 3.11. <i>Codecs</i> de Voz: Calidad vs. Ancho de banda .....	123
Figura. 3.12. Consecuencias del <i>jitter</i> y la pérdida de paquetes en la calidad del video .....	125
Figura. 3.13. VLAN 802.1q en una trama Ethernet .....	131
Figura. 3.14. Paradiafonía y Telediafonía .....	136
Figura. 3.15. Modularidades de un DSLAM .....	140



## **CAPÍTULO IV**

Figura. 4.1. Solución <i>Fiberhome</i> para servicios <i>Triple Play</i> .....	144
Figura. 4.2. Solución IPTV <i>set top box Fiberhome</i> .....	146
Figura. 4.3. Interfaz gráfica del ANM2000 .....	149

## INDICE DE HOJAS TÉCNICAS

CPE ADSL2+ AN1020–20T, 4 ports módem .....	172
AN3300 Technical Specifications .....	175
IP SET-Top Box SV-300.....	179

# GLOSARIO

## TÉRMINOS

**10BaseT.-** Norma 802.3 Ethernet para red local de 10 Mbps.

**100Base T.-** Norma 803.2 para red local de 100 Mbps.

**Bucle de abonado.-** es el cableado que se extiende entre la central (o conmutador) y los locales del usuario.

**Bucle desagregado:** El incumbente cede el uso del par de cobre al operador entrante en todo el rango de frecuencias del par. El usuario se desvincula totalmente del operador incumbente.

**Bucle compartido.-** El incumbente cede al operador entrante el uso de las frecuencias del par por encima de las de telefonía para ofrecer servicios de datos. No se produce una desvinculación total del usuario con el operador incumbente porque al menos seguirá pagando la cuota de abono asociada a la línea telefónica.

**Dial-up.-** Discado. Describe el proceso de establecimiento de una conexión temporal a través de la red telefónica conmutada.

**Cabecera.-** HeadEnd en inglés.

**Carriers.-** o Portadores, empresas que proveen transporte de información a gran escala.

**Ciente.-** abonado o suscriptor es la persona o empresa que recibe los servicios contratados a través del operador o Proveedor de Servicios.

**Convergencia.-** Confluencia de varios servicios en una sola plataforma e infraestructura.

**Diafonía.-** Crosstalk en inglés. La diafonía es la transmisión de señales de un hilo a otro circundante.

**Forwarding.-** Envío de datos.

**IP Ping.-** Comprueba el estado de la conexión con uno o varios equipos remotos.

**MODEM.-** Este término proviene de las palabras Modulador – Demodulador. Equipo que convierte señales digitales en analógicas y viceversa. Los módems se utilizan para enviar datos digitales a través de redes analógicas como la telefónica (PSTN) o en sistemas inalámbricos.

**Multicast.-** Envío de la información en una red a múltiples destinos simultáneamente.

**Oficina central.-** Central. En telefonía, la central de conmutación en la cual los suscriptores terminan sus enlaces locales. Maneja un área geográfica específica, identificada por los primeros tres dígitos de un número telefónico local.

**On-line.-** En línea. Condición en la cual un usuario, terminal, o un proceso está activamente conectado a las facilidades de una red de comunicaciones o computador. Pertinente a la operación de una unidad funcional bajo control continuo de un computador. Opuesto a fuera de línea.

**Operadoras de cable.-** Empresas que utilizan como medio de entrega de servicios el cable coaxial y que regularmente entregan TV e Internet.

**Operador incumbente.-** El operador propietario de las redes telefónicas y que ha sustentado su negocio en los servicios de voz tradicional.

**Operadoras telefónicas.-** Las empresas dueñas de la infraestructura del par de cobre y que arriendan a otras empresas para proveer servicios con tecnología xDSL.

**Proveedores de servicios.-** se refiere a las empresas que entregan servicios a través del par trenzado de cobre como medio de acceso, principalmente los proveedores de servicios de Internet a través de las operadoras de acceso telefónico como Andinatel y Pacifictel.

**RJ45.-** Registered Jack 45. Clavija con ocho conductores utilizada con cable UTP.

**Scrambling.-** Encriptación del flujo de video por seguridad.

**Servicios multimedia.-** En este proyecto hace referencia a servicios como la telefonía VoIP, televisión IP, difusión de TV y video bajo demanda, juegos online, entre otros.

**Set top box.-** Describe un dispositivo que conecta se conecta a un televisor y algún dispositivo externo de donde viene la señal de TV y la transforma en el contenido que se divisa en la pantalla.

**Slots.-** Ranuras.

**SoftSwitch.-** Dispositivo central en una red telefónica IP.

**Splitter.-** Dispositivo para filtrar una señal y separar sus varias frecuencias.

**Streaming.-** Es la transmisión de imágenes de vídeo sin interrupciones en tiempo real o diferido entre puntos próximos o remotos, usando redes de comunicaciones de datos.

**TELNET.-** Acceso remoto a un dispositivo o equipo.

**Trace Route.-** Herramienta de diagnóstico de redes que permite seguir la pista de los paquetes que van desde un *host* hasta un punto de la red.

**Vocoders.-** Es un analizador y sintetizador de voz.

**Unicast** Envío de información desde un único emisor a un único receptor.

**Up link.-** Interfase del nodo con la red de transporte.

## ACRÓNIMOS

<b>ACELP</b>	Algebraic Code Exited linear prediction
<b>ADPCM</b>	Adaptive Differential PCM
<b>ADSL</b>	Asymmetric Asymmetric Data Subscriber Line
<b>ADSL2+</b>	Asymmetric Asymmetric Data Subscriber Line 2 plus
<b>ARP</b>	Address Resolution Protocol
<b>ARPU</b>	Average Revenue Per User, ingresos medios por usuario
<b>ATM</b>	Asynchronous Transfer Mode
<b>BER</b>	Bit error rate
<b>BSS</b>	Broadcasting Satellite Service
<b>CATV</b>	Community Antenna Television
<b>CBR</b>	Constant Bit Rate
<b>CDMA</b>	Code Division Multiple Access
<b>CDMA2000 1xEV-DO</b>	1x Evolution-Data Optimized
<b>CINTEL</b>	Centro de Investigación de las Telecomunicaciones
<b>Codec</b>	Codificador – decodificador

<b>CONATEL</b>	Consejo Nacional de Telecomunicaciones
<b>CPE</b>	Customer Premises Equipment
<b>CS-ACELP</b>	Conjugate-Structure Algebraic Code Excited Linear Prediction
<b>DBS</b>	Direct broadcast satellite
<b>DHCP</b>	Dynamic Host Configuration Protocol
<b>DiffServ</b>	Diferenciación de Servicio
<b>DMT</b>	Discrete Multitone
<b>DSLAM</b>	Digital Subscriber Line Access Multiplexor
<b>DPCM/DCT</b>	Differential Pulse Code Modulation / Discrete Cosine Transform
<b>DVB</b>	Digital Video Broadcasting
<b>DVB-IP</b>	Internet Protocol - Digital Video Broadcasting
<b>DVB-RCS</b>	Digital Video Broadcasting - Return Channel via Satellite
<b>DVD</b>	Digital Versatile Disc
<b>DWDM</b>	Dense Wavelength Division Multiplexing
<b>FCC</b>	Federal Communications Commission
<b>FEC</b>	Forward Error Correction
<b>FEXT</b>	Far-End Crosstalk
<b>FTTx</b>	Fiber to the x
<b>FTP</b>	File Transfer Protocol
<b>GSM-GPRS</b>	Groupé Spécial Mobile – Global Packet Radio Service
<b>HDTV</b>	High Definition TV
<b>HFC</b>	Hybrid Fibre Coaxial
<b>http</b>	HyperText Transfer Protocol
<b>IEEE</b>	Institute of Electrical and Electronics Engineers
<b>IGMP</b>	Group Management Protocol
<b>IP</b>	Internet Protocol
<b>IPG</b>	Inter-active Program Guide
<b>IPTV</b>	Internet Protocol Televisión
<b>ISP</b>	Internet Service Provider
<b>JVT</b>	Joint Video Team
<b>LAN</b>	Local Area Network

<b>LD-CELP</b>	Low Delay Code Excited Linear Prediction
<b>LMDS</b>	Local Multipoint Distribution System
<b>LOS</b>	Line of Sight
<b>Motion-JPEG</b>	Joint Photographic Experts Group. Formato para video
<b>MP-MLQ</b>	Multipulse Maximun Likelihood Quantization
<b>MPEG</b>	Moving Pictures Experts Group
<b>MPEG-4 AVC</b>	Advanced Video Coding
<b>MPLS</b>	MultiProtocol Label Switching
<b>NEXT</b>	Near-End Crosstalk
<b>OCDE</b>	Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico
<b>OFDM</b>	Orthogonal Frequency Division Multiplexing
<b>OLT</b>	Optical Line Terminal
<b>ONU</b>	Optical Network Termination
<b>PCI</b>	Peripheral Component Interconnect
<b>PCM</b>	Pulse Code Modulation
<b>PCMCIA II</b>	Personal Computer Memory Card International Association
<b>PLC</b>	Power Line Communications
<b>PON</b>	Passive Optical Networks
<b>POTS</b>	Plain Old Telephone Service
<b>PSTN</b>	Public Switched Telephone Network
<b>PYMES</b>	Pequeños y medianos negocios
<b>QoS</b>	Quality of Service
<b>RDSI</b>	Red Digital de Servicios Integrados ISDN por sus siglas en inglés.
<b>RIP</b>	Routing Information Protocol
<b>RTP</b>	Real-Time Transport Protocol
<b>RTCP</b>	Real-Time Control Protocol
<b>RTPC</b>	Red telefónica pública conmutada
<b>RTSP</b>	Real Time Streaming Protocol
<b>SDH</b>	Synchronous Digital Hierarchy
<b>SDSL</b>	Symmetric Digital Subscriber Line.
<b>SHDSL</b>	Single-pair High-speed Digital Subscriber Line

<b>SIP</b>	Session Initiation Protocol
<b>SLA</b>	Service Level Agreement
<b>SNMP</b>	Simple Network Management Protocol
<b>SNR</b>	Signal Noise Relation
<b>SONET</b>	Synchronous Optical Network
<b>STB</b>	Set Top Box
<b>TCM-ISDN</b>	Time Compression Multiplexed Integrated Services Digital Network
<b>TCP</b>	Transmission Control Protocol
<b>TDM</b>	Time Division Multiplexing
<b>TIR</b>	Tasa Interna de Retorno
<b>TFP/TFTP</b>	File Transfer Protocol/Trivial File Transfer Protocol
<b>UDP</b>	User Datagram Protocol
<b>UIT</b>	Unión Internacional de las Telecomunicaciones.
<b>UIT-T</b>	Unión Internacional de las Telecomunicaciones Sector de Normalización de las Telecomunicaciones
<b>VAN</b>	Valor Actual Neto
<b>VBR</b>	Variable Bit Rate
<b>VDSL2</b>	Very-high-speed DSL version 2
<b>VHS</b>	Video Home System
<b>VoD</b>	Video On Demand
<b>VoDSL</b>	Voz sobre DSL
<b>VoIP</b>	Voz sobre el protocolo IP
<b>VPLS</b>	Virtual Private LAN Service
<b>VPN</b>	Virtual Private Network
<b>VSAT</b>	Very Small Apertura Terminal
<b>WECA</b>	Wireless Ethernet Compatibility Alliance
<b>WiFi</b>	Wireless Fidelity
<b>WiMAX</b>	Worldwide Interoperability for Microwave Access
<b>WLAN</b>	Wireless LAN
<b>xDSL</b>	x Digital Subscriber Line.



# CAPÍTULO I

## INTRODUCCIÓN

### 1.1 ANTECEDENTES

No hace mucho tiempo en nuestro país, la única forma efectiva y económica de acceso a Internet para hogares y pequeños negocios era el acceso por medio de la línea telefónica tradicional la cual solo puede ofrecer servicios de banda estrecha como son: telefonía, fax y transmisión de datos de baja velocidad, esta última con la utilización de módems. Este tipo de conexión, conocida como *dial up*, no es suficiente para la entrega de contenido multimedia.

Una alternativa para aumentar la capacidad de la conexión son las tecnologías xDSL, las cuales, con la utilización de técnicas de modulación avanzadas sobre una banda mucho mayor que la usada por el *dial up*, han fortalecido y revitalizado las conexiones de las operadoras telefónicas a través del par tradicional de cobre transformándolo en un medio adecuado para el transporte de aplicaciones y servicios multimedia.

En los últimos años, la tecnología xDSL ha sido ampliamente mencionada como un gran salto hacia el futuro, especialmente para el acceso a Internet de banda ancha. Esta tecnología ha tomando ventaja sobre sus competidores, convirtiéndose en la tecnología de acceso de banda ancha más popular en muchos países, incluido el Ecuador. Esto se debe no solo a la evolución en la forma en que

usamos las comunicaciones, ya sea negocios o entretenimiento, sino también al desarrollo tecnológico sobre el DSL original que ha permitido a los Proveedores de Servicios disponer de conexiones con mayor velocidad y capacidad; y de esta manera ofrecer un portafolio completo de servicios de voz, datos y video, conocido como *Triple Play*.

Mientras la entrega combinada de voz y datos ya esta prácticamente implementada en el mercado, la exitosa adición de video ha sido una barrera para complementar los servicios *Triple Play* debido a diferentes razones:

Empezando por, ineficientes y anticuados algoritmos de compresión de video que exceden ampliamente al ancho de banda disponible; segundo, el insuficiente ancho de banda en las redes de acceso que no abastece el video comprimido; y, tercero, la inmensa mayoría de los equipos de los clientes que hoy en día son simplemente incapaces de mantener la segmentación del servicio y los requerimientos de calidad de servicio que son cruciales para las aplicaciones de voz y video. Sin embargo, esta realidad ha cambiado con el desarrollo de tecnologías como MPEG-4<sup>1</sup> para comprimir el video y VDSL2/ADSL2+<sup>2</sup> para la Red de Acceso, unido al despliegue de equipamiento de Usuario con la inteligencia necesaria para aprovisionar calidad de servicio.

## 1.2 JUSTIFICACIÓN

El decline en la rentabilidad de los servicios de telefonía fija debido principalmente al aumento de los servicios que proporciona la telefonía móvil, el incremento de la demanda de nuevos servicios y la creciente competencia entre los operadores de redes de cable y los proveedores alternativos de telecomunicaciones han forzado a los Proveedores de Servicios que utilizan el par de cobre, como medio

---

<sup>1</sup> Moving Picture Experts Group version 4.

<sup>2</sup> VDSL2. Very High Bit Rate Digital Subscriber Line 2/ADSL2+. Evolución del sistema ADSL2.

para entregar sus servicios, a encontrar fuentes de nuevos ingresos ampliando su portafolio de productos que podrían ser telefonía, Internet de banda ancha, Difusión de Televisión, Video Bajo Demanda, etc. Es por esto que la idea del *Triple Play* se ha popularizado durante los últimos años, de esta manera las compañías de cable y las telefónicas buscan reevaluar las relaciones con sus clientes y diversificar sus flujos de ingreso.

Es evidente que la mayor presión está sobre las operadoras telefónicas, ya que los operadores de cable a parte de entregar servicios de TV, lideran la entrega de servicios de banda ancha residencial y están tratando de una forma metódica y estratégica entrar en servicios de voz residenciales y servicios de datos para negocios, convirtiéndose de esta manera en su principal competencia. Afortunadamente, la tecnología ha estado cambiando en formas que permiten a los Proveedores de Servicios permanecer en la competencia con la creciente masificación del DSL. Por ejemplo, el éxito comercial del Internet ha sido una oportunidad para los Proveedores de Servicios, ya que ha aumentando la demanda de suscriptores para banda ancha. La mayoría de los Proveedores de Servicios ahora ofrecen conectividad de alta velocidad a residencias así como también a negocios y están entrando rápidamente de difundir sus servicios de voz con una ligera ventaja frente a la competencia.

En un mercado poco regulado, los Proveedores de Servicios necesitan actuar rápidamente antes que los servicios de la competencia produzcan un impacto significativo que traería como consecuencia una lenta y continua reducción de sus suscriptores e ingresos, pudiendo terminar inclusive en su desaparición. Los servicios en paquete, voz, datos y video son servicios atractivos y representan la solución que están buscando para mantener tanto a sus clientes como sus ganancias. Cuantos más servicios se le brindan a un mismo cliente con la mejor calidad y confiabilidad, este más leal es; así el proveedor tiene la posibilidad de vender más, mantener al cliente satisfecho y por lo tanto tener mayor retención de clientes. Mientras más nuevos servicios ofrecen los competidores, más importante

resulta para los Proveedores asegurar que sus servicios cumplan con la exigente expectativa de sus clientes, para así hacerle frente a la competencia de forma efectiva.

La estrategia resulta clara, los Proveedores de Servicios deben añadir su propio servicio de video (aplicaciones que pueden incluir: videoconferencia, difusión de video, video bajo demanda) a sus paquetes actuales de voz y datos para poder competir en el mercado de hoy en día.

### 1.3 IMPORTANCIA

Claramente, existen significativas oportunidades de negocios para el Proveedor de Servicios que ofrezca un paquete de servicios *Triple Play*. Aparte de proteger la base de sus clientes del impacto de servicios ofrecidos por la competencia y evitar el abandono de los mismos, el servicio de video, como parte de una oferta en un solo paquete, tiene el potencial para aumentar el ARPU<sup>3</sup> en un 100%, algo que ningún otro servicio puede actualmente proveer. Pero existen retos significativos por delante para los Proveedores de Servicios, temas estratégicos claves incluyendo: cómo obtener un costo efectivo de despliegue de infraestructura en sus extensas redes que posteriormente proporcionen rentabilidad al propietario y como obtener la mejor entrega de servicios *Triple Play* a miles de suscriptores en sus hogares de una manera confiable.

El éxito de los operadores en la prestación de los servicios de voz, video y datos no solo depende de la elección correcta del servicio y de los contenidos para sus suscriptores, sino también de una infraestructura de red adecuada. Esta infraestructura de red debe garantizar un desempeño de entrega impecable, tener la capacidad de evolucionar conforme cambien las necesidades de las empresas y de sus clientes, se introduzcan nuevos servicios y aplicaciones al mercado; y en

---

<sup>3</sup> Ingreso medio por usuario que obtiene en un mes una compañía de servicios.

general, cuando los requerimientos de ancho de banda y calidad de servicio aumenten.

Se espera que la integración de servicios signifique una disminución de los costos tanto para el cliente como para el proveedor. Mediante una sola red el proveedor tendrá muchas fuentes de ingreso y la capacidad de una administración centralizada de todos sus servicios. Además, con un solo proveedor se podrá obtener todos los servicios digitales a un costo conjunto menor que el equivalente a los servicios por separado. Como ya se mencionó, la gran batalla la lideran las empresas de cable con las de telefonía, ambas tienen gran parte del desarrollo a favor. Las compañías de cable han desarrollado sus redes para los grandes anchos de banda que requiere la televisión analógica y las telefónicas tienen una amplia experiencia en el transporte de voz digital y datos. Con la gran competencia que surgirá en los próximos años el acceso a *Triple Play* tendrá un costo adecuado para la mayoría de los clientes residenciales.

El objetivo es construir un excelente servicio en un ambiente robusto, que pueda escalar uniformemente la entrega de TV de alta definición y diferentes aplicaciones de video de una manera impecable, además voz y servicios de datos de alta velocidad. Idealmente, este paquete incluiría entrega de servicio continuo, flexibilidad de servicio, optimización y riesgo reducido.

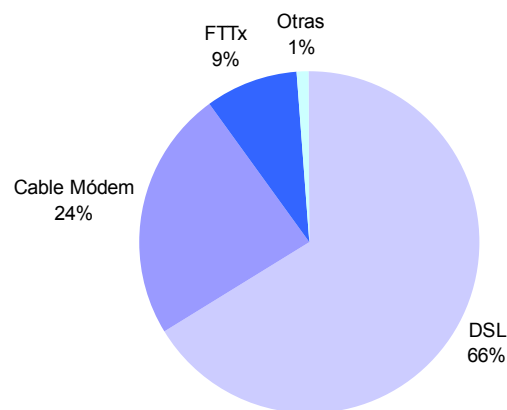
## **1.4 SITUACIÓN ACTUAL DE LA TECNOLOGÍA DSL**

### **1.4.1 DSL en el mundo**

#### **1.4.1.1 Estadísticas y ejemplos de mercados**

El cable y las tecnologías alternativas han estado perdiendo terreno gradualmente frente al xDSL. En el 2005 ya se empezó a ver el gran despliegue del xDSL, pues en el primer cuarto de ese año creció en un 39,4%, mientras que el Cable Módem y otras tecnologías consiguieron tan solo un crecimiento del 28,9%. En los últimos dos años el xDSL ha logrado superar a las tecnologías tradicionales que han dominado el mercado durante bastante tiempo, alcanzado ya el 66% del mercado de banda ancha en el mundo.<sup>4</sup>

**Figura. 1.1. Porcentaje de banda ancha en el mundo por tecnología de acceso. 31 de marzo 2006**

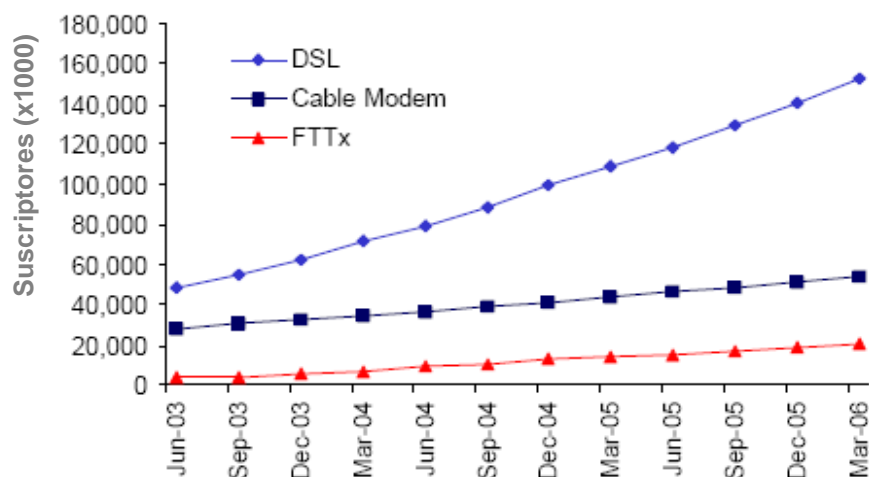


Fuente: Point Topic, Ltd. 2006

La tecnología DSL es hoy por hoy la tecnología de banda ancha con mayor expansión. Hasta septiembre del 2006 ya había una estimación de 165 millones<sup>5</sup> de conexiones en el mundo entero. Esto demuestra una apuesta decisiva a nivel mundial por esta tecnología.

<sup>4</sup> "World Broadband Statistics: Q1 2006", Point Topic.

<sup>5</sup> Point – Topic, "Global DSL subscribers", 27 Septiembre 2006.

**Figura. 1.2. Tendencia de las tecnologías de banda ancha. Junio 2003 a marzo 2006**

Fuente: Point Topic, Ltd. 2006

Entre los diez países con mayor cantidad de suscriptores de banda ancha alrededor del mundo, los Estados Unidos y Canadá son los únicos en los que claramente existen más conexiones de Cable Módem que líneas xDSL. El ranking de países en los que está más implantada el xDSL está encabezado por China, con más de 33 millones de usuarios, seguida de Estados Unidos y Japón.

Ranking	País	Total DSL Q2 2006	Ranking	País	Total DSL Q2 2006
1	China	33.305.000	12	Canadá	3.570.500
2	USA	23.174.650	13	Australia	2.686.200
3	Japón	14.861.686	14	Holanda	2.656.000
4	Alemania	11.675.000	15	México	2.087.931
5	Francia	11.082.000	16	Turquía	2.080.457
6	Reino Unido	8.718.329	17	India	1.537.000
7	Italia	7.190.300	18	Polonia	1.534.955
8	Sur Corea	6.376.294	19	Suecia	1.432.800
9	España	4.582.700	20	Bélgica	1.385.906
10	Taiwán	3.835.000	21	Suiza	1.253.000

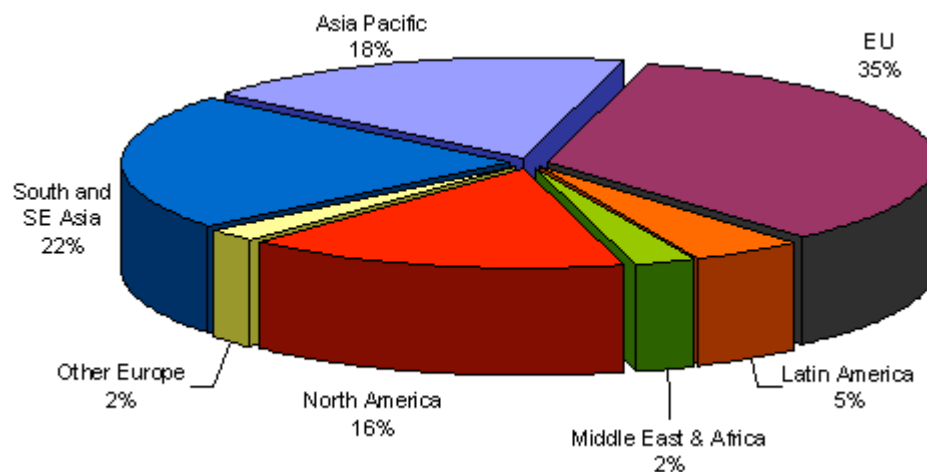
11	Brasil	3.796.600	22	Finlandia	1.136.000
----	--------	-----------	----	-----------	-----------

Fuente: DSL Forum

**Tabla. 1.1. Ranking de países con más líneas DSL desplegadas hasta el segundo cuarto del 2006**

Hasta el segundo cuarto del 2006 la distribución de la cantidad de líneas xDSL por zonas en el mundo era la siguiente:

**Figura. 1.3. Distribución de la cantidad de líneas DSL por zonas en el mundo**

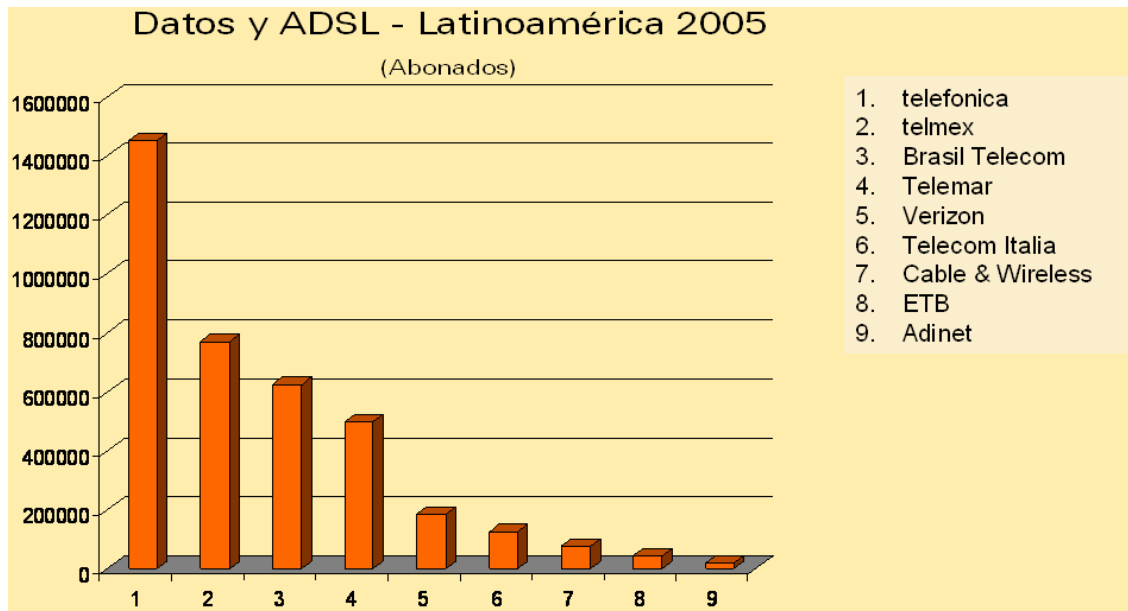


Fuente: DSL Forum

El despunte de la penetración de banda ancha en Latinoamérica empiezan a aparecer, mostrando cifras significativas de crecimiento y cantidad de suscriptores (Figura 1.4), cada día nuevas empresas se agregan a las ya conocidas ampliando el despliegue de la tecnología DSL en Latinoamérica. En los siguientes años Latinoamérica promete ser el sector con más índice de penetración de tecnología DSL, debido al gran potencial que esta tecnología ya ha demostrado tener.



**Figura. 1.4. Cantidad de abonados por empresas que funcionan en diferentes países de Latinoamérica**



Fuente: Convergencia Research. 2005

A continuación se presenta un análisis de los modelos de negocio<sup>6</sup> que se han adoptado en los países donde la tecnología DSL domina el mercado de los servicios de banda ancha, estos modelos de negocio en la mayoría de los casos han tenido mucho éxito y han sido agentes retenedores de clientes y fuentes generadoras de considerables ingresos.

**Francia.-** Dos son las empresas que domina el mercado DSL en Francia: France Telecom y Free. La operadora local y más antigua es France Telecom, propietaria de la infraestructura de abonado desde los inicios de las comunicaciones en Francia. A través de su empresa Orange ofrece servicios de Internet banda ancha y TV sobre DSL con más de 40 canales. Además, por ser la dueña de la infraestructura de red ofrece servicios de telefonía tradicional. El segundo lugar la ocupa Free, una compañía del grupo Iliad, esta empresa ofrece *Triple Play* sobre

<sup>6</sup> Información obtenida de *Gaptel* y otros documentos de estudio de mercados y su evolución.

ADSL<sup>7</sup> con un precio muy atractivo, como factor diferencial frente a la oferta del operador dominante.

**Italia.-** En Italia se encuentra FastWeb, compañía de servicios de telecomunicaciones del grupo e.Biscom. FastWeb ofrece servicios de voz, conexión a Internet de banda ancha, transmisión de datos y distribución de video en todos los formatos existentes: difusión (televisión tradicional), multidifusión (televisión de pago y pago por visión) y unidifusión (video a la carta y televisión interactiva). El gran éxito del nuevo servicio de televisión de FastWeb, disponible a través de fibra óptica y ADSL, se debe al aumento de los usuarios del servicio de video bajo demanda.

**España.-** Telefónica es una de las empresas que mas ha desarrollado servicios sobre la tecnología DSL, esta empresa es de especial atención ya que su despliegue ha alcanzado a los países más desarrollados, principalmente en Latinoamérica, colocando subsidiarias en países como México, Chile y Brasil. Entre el 2005 y el 2006 Telefónica alcanzó la cifra de tres millones de líneas ADSL en funcionamiento, de las que el 92 % eran accesos residenciales y de pequeños negocios. Hoy, los servicios de ADSL de Telefónica ofrecen diversas tarifas y modalidades para cubrir un amplio abanico de necesidades de acceso a Internet en Banda Ancha. En el marco de TV sobre ADSL, *Imagenio*, servicio de TV interactiva sobre ADSL, con 40 canales de TV, ha permitido el lanzamiento de diferentes ofertas al mercado, esencialmente *Triple Play*. Desde su lanzamiento a mediados del 2004, *Imagenio* alcanzó los 200.000 clientes en España hasta finales del 2005, su éxito hizo que Telefónica lo implemente también en República Checa.

La competencia es grande en este país, France Telecom España tiene su oferta de televisión ADSL que incluye cerca de 40 canales de TV, servicios interactivos, guía de programación y servicio de Video Bajo Demanda. Otras empresas como Ono y Jazztel ya ofrecen servicios *Triple Play* sobre DSL a una porción considerable de suscriptores.

---

<sup>7</sup> Asymmetric Digital Subscriber Line.

**China.-** China Telecom con 23.5 millones de suscriptores y China Netcom con 13.5 millones hacen a estos los segundos más grandes ISPs alrededor del mundo. El gobierno chino, ha optado definitivamente por incentivar la industria en la fabricación de equipos con tecnología DSL, debido a esto la mayor parte de la manufactura DSL se ha movilizó a este país. Empresas grandes como Alcatel han cambiado su matriz a Shanghai. La mayor parte de módems y DSLAMs<sup>8</sup> son fabricados en China. El mercado de los servicios multimedia están muy adelantados en este país, la gran aceptación que ha tenido la tecnología ha permitido su rápida expansión y desarrollo. Existen varias soluciones de servicios con la tecnología DSL entregándose voz, video bajo demanda y difusión de televisión, además enlaces de Internet de banda ancha para todos los mercados.

**USA.-** Verizon, SBC y BellSouth son los principales proveedores de conexiones DSL en Estados Unidos. A pesar de que es el segundo país con más conexiones DSL en el mundo, esta tecnología es claramente superada en cantidad de conexiones y servicios por los operadores de cable. En la mayoría de enlaces DSL se ofrece grandes anchos de banda para el acceso a Internet residencial. En TV y otros servicios de video, predominan tecnologías de cable, fibra y satelital.

**Chile.-** Con más de 200 mil accesos de banda ancha ADSL instalados, Chile es uno de los países donde un operador (Telefónica Chile) tiene una estrategia de *Triple Play*, CTC ha desarrollado una amplia oferta de servicios de voz y de acceso de banda ancha con tecnología ADSL.

**Brasil.-** Fue uno de los primeros países del mundo en lanzar el servicio ADSL en 1999. Varios operadores trabajan con ADSL en Brasil, entre las que podemos nombrar Telemar, Brasil Telecom, Telefónica, GVT, entre otras. Estas empresas están afianzadas en los servicios de Internet de banda ancha, no sucede lo mismo en los servicios de voz y video, ya que en el primer caso, se limitan al servicio

---

<sup>8</sup> Digital Subscriber Line Acces Multiplexer.

tradicional de voz y en menor porcentaje a otras alternativas como VoIP<sup>9</sup> y en el segundo se espera su despliegue para el 2008.

**México.-** En México, las conexiones del tipo ADSL son la alternativa dominante. Los subscriptores de banda ancha que se conectan con este tipo de líneas integran el 43% del total de usuarios de Internet. El operador dominante es Telmex. En el último reporte de la compañía a mediados del 2006, se muestra que los clientes de *Prodigy Infinitud*, su servicio de banda ancha, superan el millón y medio de cuentas. La superioridad de Telmex frente a sus competidores reside en el importante número de líneas fijas que posee la compañía, gracias a ser el operador incumbente<sup>10</sup>. Los servicios *Triple Play* “puros” en este país, sólo pueden ser ofrecidos mediante la asociación de las telefónicas y los operadores.

#### 1.4.1.2 Tarifas, velocidades y tecnologías adoptadas

En cada país las ofertas basadas en las tecnologías DSL son muy diversas y en muchos de los casos están totalmente regidas por el operador dominante propietario de la infraestructura de “última milla”, como consecuencia, los ISPs<sup>11</sup> no tienen otra opción que vender los servicios con el nivel de calidad y de precios definidos por el operador incumbente. La consecuencia de este monopolio es que en cada país el operador ha posicionado las ofertas DSL como ha querido. En otros casos se ha logrado formalizar la liberación del bucle de abonado, fomentando la competencia y la consecuente disminución de precios.

País	Tarifa \$ (dólar)*	Velocidad de bajada (bps)
Republica Dominicana	23,07	128 k
Costa Rica	32,20	256 k

<sup>9</sup> Voz Sobre IP.

<sup>10</sup> Se refiere al operador tradicional de la telefonía fija y que es propietario de la infraestructura de par de cobre instalado en los hogares.

<sup>11</sup> Internet Service Provider.

México	36,32	1 M
China	8,00	512 k
Francia	12,65	1 M
Colombia	28,39	256 k
Ecuador	39,90	128 k
Chile	29,00	128 k
Bolivia	61,00	128 k
USA	29,99	1.5 M
España	48,22	1 M
Brasil	13,84	256 k

\*No incluye impuestos. Tarifa promedio del enlace de menor capacidad. Acceso a Internet

Fuente: Varias fuentes. 2006

**Tabla. 1.2. Tarifas mensuales ADSL en diferentes países**

Los costos por servicios de banda ancha DSL, tan solo por conexión a Internet, aún son bastante altos para que se popularice en el mercado residencial, esta tendencia se observa en la mayoría de países Latinoamericanos. En países europeos, Norte América y países sudamericanos bien definidos como Brasil y Chile, ya se ofrecen paquetes de servicios a precios considerables. En el servicio *Imagenio* de Telefónica España por ejemplo, las cuotas mensuales dependerán de los contenidos a la carta o si se desea los canales de televisión y radio, con precios que oscilan entre 55,68 a 62,64 €<sup>12</sup> mensuales incluidos impuestos.

Las estrategias para captar clientes son cada vez más agresivas y el mayor beneficiado de esta competencia es el cliente por que mejoran la capacidad de sus conexiones y se reducen los precios. Por ejemplo, VTR en Chile duplicó su velocidad, para competir con Telefónica. Lo mismo sucedió en España, donde Wanadoo cuadruplicó la velocidad de su conexión para superar la oferta de Telefónica de duplicar su velocidad de ADSL. Con esto la conexión mínima ahora es de 2 Mbps a un costo aproximado de 29,9 €.

<sup>12</sup> Tasa de cambio \$1,26 el euro.

Amplia es la gama de velocidades de conexión en diferentes países, estas depende de las necesidades de los clientes y las aplicaciones que requieren. Por ejemplo en países como Reino Unido y Holanda la conexión residencial mínima es de 2 Mbps, mientras que en otros como Suiza o Italia se limitan a 512 Kbps. En España Telefónica ofrece en la actualidad seis velocidades de banda ancha: 1, 2, 4 y 8 megas para el mercado residencial y 10 y 20 megas, en ADSL2+, principalmente para empresas. En Argentina las velocidades oscilan entre 128 y 2 Mbps siendo la más popular la de 256 kbps.

Por el momento, la tecnología más desplegada de entre la familia xDSL es el estándar ADSL. En cualquiera de sus versiones, ha sido suficiente su gran capacidad para soportar aplicaciones básicas principalmente en el mercado residencial y de pequeños negocios, su característica asimétrica lo ha hecho ideal para todo tipo de aplicaciones donde se requieren mayor ancho de banda en sentido red-usuario que en el sentido ascendente, por ejemplo, ha tenido un rotundo éxito en el acceso a Internet de alta velocidad, también en la descarga de música y video en tiempo real (Streaming). Por otra parte, ha sido utilizado en aplicaciones de voz como VoDSL<sup>13</sup> y VoIP<sup>14</sup>, e inclusive con una buena calidad de la línea de cobre y pequeñas distancias al nodo de acceso se ha podido adoptar esta tecnología para ofrecer servicios de TV interactiva.

En el mercado corporativo el estándar más popular es el SHDSL<sup>15</sup>, pues ofrece herramientas fundamentales para el desarrollo y crecimiento de las grandes empresas, soportando servicios típicos del sector de negocios como videoconferencia y soluciones de voz de forma más robusta que con ADSL, entregando múltiples canales de voz, accesos a LANs<sup>16</sup> remotas, almacenamiento Web y VPNs<sup>17</sup>.

---

<sup>13</sup> Voz sobre DSL.

<sup>14</sup> Voz sobre el protocolo IP.

<sup>15</sup> Single-pair High-speed Digital Subscriber Line.

<sup>16</sup> Local Area Network.

<sup>17</sup> Virtual Personal Network.

La fibra recientemente, se ha constituido como una amenaza importante para la tecnología DSL, sin embargo, mientras la velocidad de las conexiones de cobre sigan aumentando, DSL tendrá la posibilidad de mantenerse en el mercado hasta que el despliegue de la fibra cubra un área comparable al que cubre en este momento el DSL y su costo sea asequible.

#### 1.4.2 DSL en Quito

El servicio ADSL<sup>18</sup> actualmente se encuentra ya implementado en las principales ciudades del país, es el estándar más desplegado y comercializado para brindar servicios de acceso a Internet tanto en el sector residencial como en el mercado corporativo. Nuevas tecnologías DSL como el ADSL2+ están en una fase de despliegue y masificación en Quito, Guayaquil y Cuenca por lo que aun no se dispone de la tecnología en el resto del país.

Para el sector corporativo, los proveedores entregan por lo general una conexión simétrica con los estándares SDSL<sup>19</sup>, HDSL y G.SHDSL<sup>20</sup> (hasta 2 Mbps), orientados a la creación de redes privadas seguras y económicas, que posibilitan la comunicación fluida entre las distintas sedes de una empresa o entre la empresa y sus clientes o proveedores. Las soluciones de voz varían del tradicional servicio de telefonía en la banda de voz analógica, orientado al mercado residencial, hasta las aplicaciones de voz digital como la VoIP, dirigido al mercado corporativo, desplegado en redes internas de empresas privadas. Al mismo tiempo, se esta tratando de explotar nuevos equipos que ofrecen alternativas de soluciones de voz sobre IP, pero que están todavía en fase de prueba para ver su aceptación en el mercado.

---

<sup>18</sup> *Asymmetric Asymmetric Data Subscriber Line.*

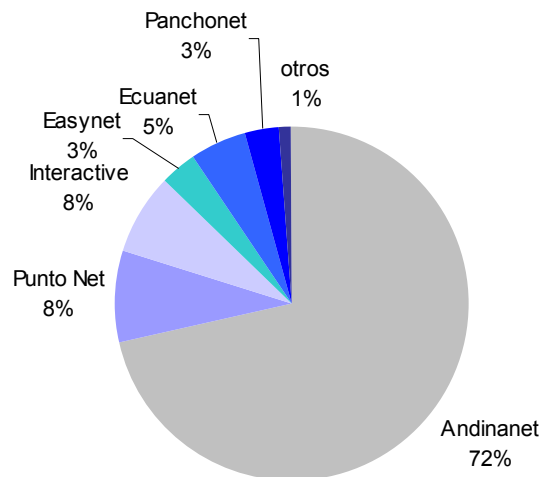
<sup>19</sup> *Symmetric Digital Subscriber Line.*

<sup>20</sup> *Symmetric Single-pair High-speed Digital Subscriber Line.*

*Andinanet*, el principal proveedor de servicios con tecnología DSL tiene implementado los estándares ADSL, ADSL2+, SDSL, HDSL y G.SHDSL. Al mercado residencial se ofrecen conexiones a Internet de banda ancha y servicios de voz de telefonía tradicional (POTS<sup>21</sup>). Se encuentran en planes de entregar soluciones de VoIP y proyectos de diferentes soluciones de video para el mercado residencial. Se ha establecido un plazo de aproximadamente dos años para comenzar con la implementación de este tipo de servicios.

El mercado de las conexiones DSL está ampliamente dominado por el operador incumbente en nuestro país. *Andinanet* posee aproximadamente un 72% de los usuarios en la ciudad de Quito.

**Figura. 1.5. Distribución del mercado DSL por empresas en la ciudad de Quito**



Fuente: Elaboración propia

<sup>21</sup> Plain Old Telephone Service.



En los últimos dos trimestres del 2006 la demanda de nuevos clientes se ha cuadruplicado, obligando a los *Carriers*<sup>22</sup> como *Andinadatos* ampliar el despliegue de puntos de acceso y la capacidad de cada uno de ellos, a tal punto que hoy, la ciudad de Quito está prácticamente cubierta. Aproximadamente un 80% del territorio urbano de la capital tiene la posibilidad de acceder a una conexión DSL, dentro de la distancia que requiere el estándar para DSL. Solo *Andinadatos* tiene desplegado alrededor de 24 puntos de acceso con capacidad aproximada de 512 clientes cada uno, con posibilidad de expansión.

La competencia entre los proveedores de servicio DSL se ha intensificado en el último año, el crecimiento de los proveedores y puntos de acceso ha sido enorme, tanto que ahora existe una amplia lista de ISPs de entre los cuales se puede escoger; pero los costos son todavía muy altos a pesar del incremento de la competencia. Esto se debe a la cantidad de impuestos “especiales”, falta de regulación para fomentar más la competencia y los altos costos de interconexión internacional, que además posee una limitada capacidad frente a la gran demanda. Por lo tanto, la conexión a Internet de banda ancha es todavía inalcanzable para la mayoría de los hogares, siendo esto una de las barreras más grandes para que la entrega de servicios multimedia sea implementada en el país. Hoy, el precio medio de una conexión a Internet (128 kbps asimétricos) llega a los 43 dólares sin impuestos, tomando en cuenta además que las velocidades de conexión son de muy limitada capacidad y que no son comparables con los grandes anchos de banda que se ofertan en los países desarrollados (1 Mbps mínimo).

Plan	Ancho de banda	Costo*
Fast Boy 128	128/64 kbps	\$ 39,90
Fast Boy 256	256/128 kbps	\$ 65,00
Fast Boy 512	512/128 kbps	\$ 79,90

\* Costo mensual, no incluyen IVA, además costo de inscripción \$ 50 que incluye el módem.

Fuente: Andinanet. [www.andinanet.net](http://www.andinanet.net). Noviembre 2006

**Tabla. 1.3. Velocidad y tarifa de conexiones ADSL para el Hogar**

<sup>22</sup> Operadores de servicios portadores.

Los principales ISP han adoptado una gama de tres velocidades para el acceso a Internet de clientes residenciales. Actualmente, 128/64, 256/128 y 512/128 (down/up) kbps son las capacidades contratadas más populares en el mercado, sin embargo, hay que tomar en cuenta que la tasa de transferencia no siempre es la ofrecida, pues dependen de aspectos como atenuación, disponibilidad y compresión.

El 75% de los enlaces instalados pertenecen al mercado residencial, estos hogares pueden ser potenciales clientes de los servicios *Triple Play*. Las altísimas tasas de crecimiento y penetración de los servicios con tecnología DSL en nuestro país, hace que existan muchas posibilidades de éxito con las ofertas empaquetadas, siendo ya implementadas y totalmente probadas en algunos países, se han vuelto una verdadera oportunidad de negocio y la tecnología DSL es la más apta, técnica y económicamente para brindar este tipo de servicios.

## **CAPÍTULO II**

### **TECNOLOGÍA DSL**

#### **2.1 TECNOLOGÍAS DE BANDA ANCHA**

##### **2.1.1 Definición de Banda ancha**

Día a día el término “banda ancha” se esta volviendo inevitablemente parte de nuestras vidas, debido principalmente a la forma en la que ha evolucionado el uso de las comunicaciones. Cuando hablamos de banda ancha no sólo hablamos de Internet y la velocidad del enlace, sino de un conjunto de funcionalidades que permiten la convergencia de servicios y la creación de aplicaciones en varios campos como las comunicaciones, la información, el entretenimiento, la educación, la salud, el gobierno y el trabajo. El concepto de banda ancha es muy extenso y es un término que aún no está bien definido, es más, es una expresión que va evolucionando conforme avanzan el tiempo y la tecnología.

Los tiempos actuales exigen un concepto de banda ancha mucho más amplio que debe encerrar los parámetros de servicio del proveedor y también las condiciones necesarias para que el cliente pueda acceder a los servicios que tiene asignados sin problemas a través de su enlace de banda ancha. Por otra parte, desde el punto de vista estrictamente técnico, las organizaciones internacionales

tampoco se han puesto de acuerdo. La UIT<sup>23</sup> en la Recomendación I.113 del Sector de Normalización define la banda ancha como la capacidad de transmisión más rápida que la velocidad primaria de la RDSI<sup>24</sup> a 1,5 ó 2 Mbps. Por su parte, el regulador americano, la FCC<sup>25</sup>, la define como aquella que tenga la capacidad de soportar, en ambos sentidos (proveedor-usuario y viceversa), una velocidad que en la “última milla” sea cuatro veces más rápida que la máxima que se puede conseguir con una línea telefónica convencional (256 Kbps). La Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE) establece este límite en capacidades en el enlace en sentido descendente de al menos 256 kbps. También, la Sociedad de la Información, ha definido a la banda ancha como la capacidad de soportar servicios interactivos (voz, datos e imágenes).

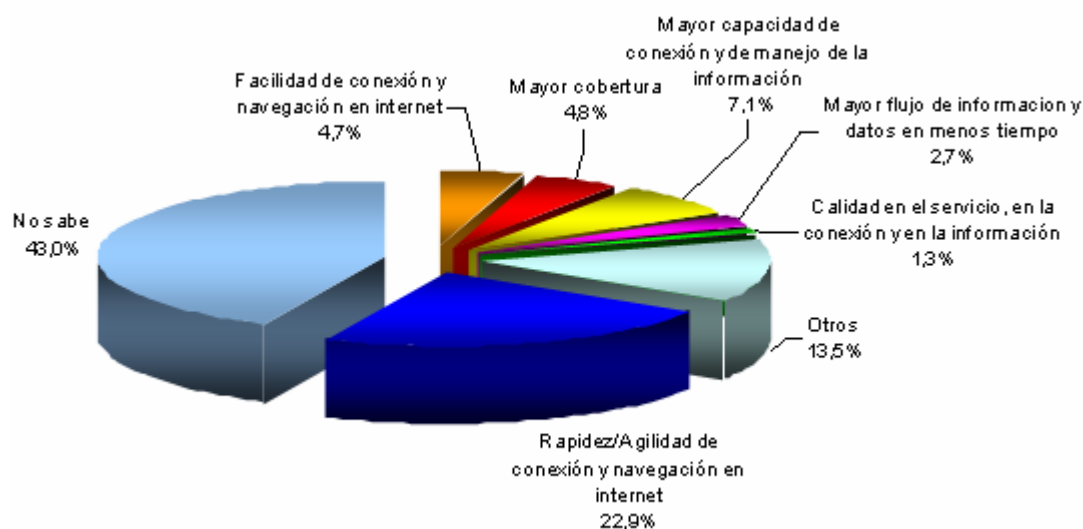
Resulta difícil limitar el concepto de banda ancha a uno solo, su significado irá variando, ya que tendrá que responder a las necesidades de cada momento, en función del tipo de contenidos que se demanden. La alta capacidad o velocidad de transmisión es un concepto relativo que evoluciona en el tiempo hacia demandas de mayores velocidades, y que varía significativamente de país a país. Hay muchos puntos de vista desde los cuales se puede analizar el término “banda ancha”, en un estudio realizado por el Centro de Investigación de las Telecomunicaciones (CINTEL) conjuntamente con *Pyramid Research*, se consultaron a personas involucrados en el medio tanto clientes como proveedores, la consulta mostró que la mayor parte de los clientes definen a la banda ancha como la rapidez con la que estos navegan en Internet, mientras por el lado de los proveedores los conceptos que predominan son la capacidad de la conexión, calidad de servicio y manejo de la información.

---

<sup>23</sup> Unión Internacional de las Telecomunicaciones.

<sup>24</sup> Red Digital de Servicios Integrados.

<sup>25</sup> Federal Communications Commission.

**Figura. 2.1. Definiciones de ancho de banda desde distintos puntos de vista**

Fuente: Pyramid Research. CINTEL

En Ecuador, cuando surgió la Red Digital de Servicios Integrados se definió a este y a la conexión por marcado telefónico como accesos de “banda estrecha” y al acceso con una conexión de mayor capacidad del *dial up* como banda ancha. A partir de ahí, tanto en los medios técnicos como para los departamentos de ventas, se ha considerado banda ancha a las conexiones mayores o iguales a 128 kbps. Es por esto que las actuales ofertas de los diferentes proveedores tienen como “eslogan” publicitario a este término y entregan a sus clientes una gama de conexiones de diferentes velocidades, llamadas “conexiones de banda ancha”.

Después de este análisis podemos tomar como definición de banda ancha a un conjunto amplio de tecnologías que han sido desarrolladas para soportar la prestación de servicios interactivos innovadores, con la característica de “siempre en línea” (always on-line), permitiendo el uso simultáneo de servicios de voz y datos, y proporcionando unas velocidades de transmisión que evolucionan con el tiempo, partiendo de los 128 Kbps de velocidad en sentido descendente que puede considerarse actualmente el mínimo para la denominación de banda ancha.

Este concepto inicial deberá cambiar con la adición de los servicios de video, que constituirán una revolución tecnológica en el acceso de abonado, el mercado pasará a utilizar la expresión “banda ancha” para referirse a tecnologías que permiten velocidades de acceso de usuario del orden de los Mbps.

### 2.1.2 Importancia y estado actual de la banda ancha

La banda ancha nos da la capacidad técnica para tener acceso a una amplia gama de recursos, servicios y productos que pueden mejorar nuestras vidas en diversas formas. Paulatinamente la banda ancha ha penetrado en el mercado como un servicio innovador principalmente en lo que se refiere a la conexión a Internet y la transmisión de datos de alta capacidad. Con este nuevo recurso, tanto los clientes residenciales y principalmente los corporativos, han experimentado una mejora en su servicio y una disminución significativa de costos en algunos casos.

La banda ancha permite perfeccionar las aplicaciones de Internet más solicitadas en la actualidad, de hecho, uno de los principales incentivos para los usuarios residenciales de la banda ancha es sencillamente mejorar sus posibilidades de navegación por la Web. De esta manera la banda ancha puede aportar al mejoramiento de servicios principalmente en dos campos:

**Negocios.** La banda ancha se ha convertido en una herramienta indispensable para las grandes empresas y más aún en las pequeñas empresas, pues les permiten mejorar sus modelos de negocios, haciéndolas más competitivas y eficaces.

**Entretenimiento.** En este campo permite introducir servicios de entretenimiento como son: Difusión de televisión, video bajo demanda, juegos “en línea”, descargas en general, etcétera.

Entre el 2002 y el 2005 el mercado de las telecomunicaciones experimento un alto índice de crecimiento y penetración de las conexiones de banda ancha, constituyéndose como el servicio más popular y con mejores ingresos a nivel mundial. En el mercado latinoamericano se estima que los suscriptores de banda ancha crecerán a un ritmo de 22% entre 2004 y 2008 y que Latinoamérica será la tercera región con mayor ritmo de crecimiento en el mercado; y a finales del 2009, el mercado de banda ancha en la región será 143% mayor al de África y 53% mayor al de Europa Central y Oriental, esto solo con conexiones de acceso a Internet.

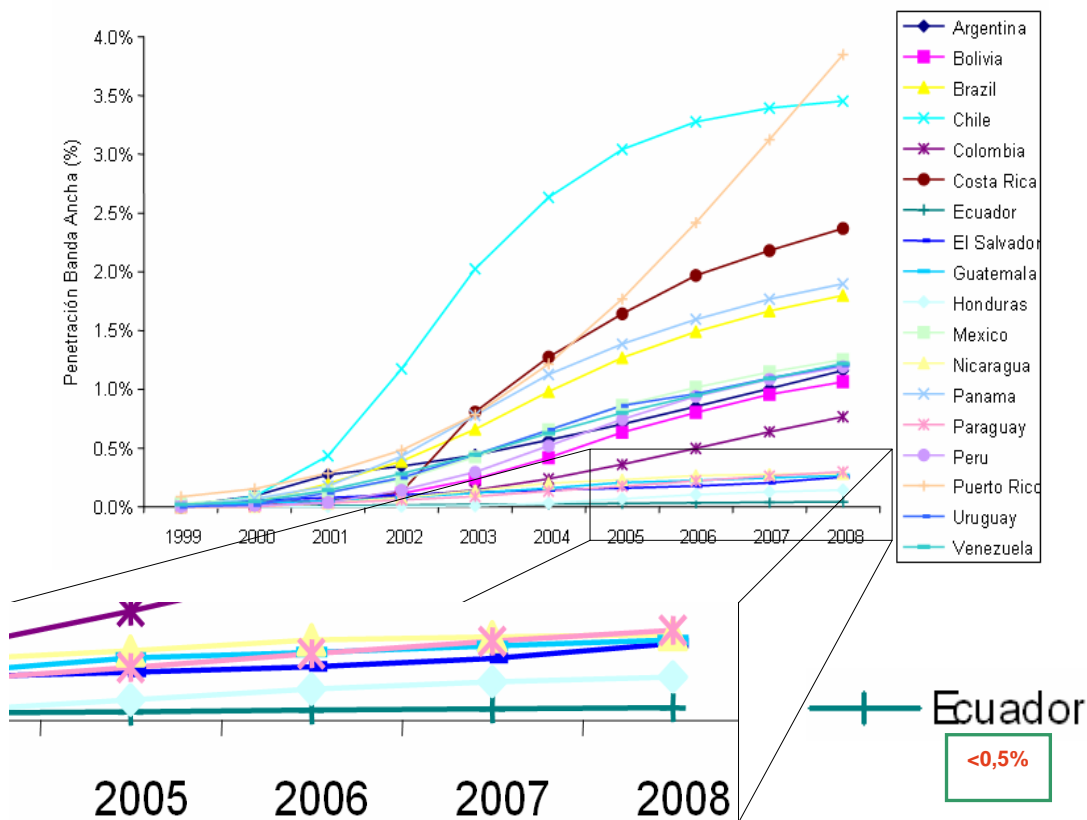
En otros mercados con mayor desarrollo, como el norteamericano, el europeo y el asiático la realidad es diferente; estos por el contrario han experimentado una disminución en el crecimiento del número de conexiones de banda ancha en los últimos años, es por esto que han decidido presentar alternativas de servicio como las ofertas de varios servicios en paquetes y la introducción de video como servicio innovador. Nuevos servicios en paquetes como el *Triple Play* ya han sido implementados desde mediados del 2005 teniendo mucho éxito en países como España, Estados Unidos y otros de Europa y Asia, de esta manera las empresas han experimentado una mejora significativa en los índices de penetración.

En el Ecuador, desde el 2005, ha venido en aumento la cantidad de conexiones de banda ancha tanto que hoy en día existen más de 37.097<sup>26</sup> accesos de banda ancha, de estos, los accesos ADSL y Cable Módem son los más populares en el mercado. La Figura. 2.2 muestra que el Ecuador en el 2008 tendrá una penetración de banda ancha menor al 0.5% (completamente rezagado dentro del contexto de los países latinoamericanos), por lo que resulta urgente ofrecer mejores precios para masificar su despliegue y posteriormente, nuevas aplicaciones para mantener tanto los ingresos como los índices de penetración y crecimiento.

---

<sup>26</sup> Valor aproximado según la Superintendencia de Telecomunicaciones del Ecuador (2005-2006). Están incluidas solamente enlaces ADSL, Cable Modem, Radio y Satelital.

**Figura. 2.2. Penetración de banda ancha en Latinoamérica**



Fuente: Pyramid Research. CINTEL

### 2.1.3 Tecnologías y servicios de banda ancha en el mercado

En el Ecuador existen empresas que ofrecen enlaces de banda ancha brindando servicios en dos categorías: clientes con cuentas personales llamados generalmente clientes **residenciales** y empresas e instituciones mediante cuentas **corporativas**. Actualmente en nuestro país, las alternativas de acceso de banda ancha por tecnología son variadas para el mercado corporativo, no así para los clientes residenciales. Los proveedores que entregan servicio al hogar están bien definidos, la competencia se centra entre los operadores de cable y las telefónicas.



El Consejo Nacional de Telecomunicaciones (CONATEL) ha definido a los proveedores que tienen la infraestructura adecuada para entregar servicios de banda ancha en la categoría de **Servicios Portadores**. Estas infraestructuras constituyen una parte indispensable a ser analizada a la hora de entregar servicios de banda ancha. El siguiente cuadro muestra la lista de los concesionarios con licencia para funcionar como *Carriers*.

Servicios Portadores	
Concesionario	Concesión
ANDINATEL S.A.	Concesión a nivel nacional, servicios finales y portadores.
PACIFICTEL S.A.	Concesión a nivel nacional, servicios finales y portadores.
ECUADORTELECOM	Concesión a nivel nacional, servicios finales y portadores. WLL
SETEL	Concesión a nivel nacional, servicios finales y portadores. WLL.
ETAPA S.A.	Cantón Cuenca, Servicios finales y portadores
OTECEL S.A	Servicio de Telefonía Móvil Celular; Servicios Portadores
CONECEL S.A.	Servicio de Telefonía Móvil Celular; Servicios Portadores
QUICKSAT S.A.	Servicios Portadores Satelitales
IMPSATEL S.A.	Servicios Portadores
MEGADATOS S.A.	Servicios Portadores
SURATEL S.A.	Servicios Portadores
TELCONET S.A.	Servicios Portadores
GILAUCO S.A.	Servicios Portadores
NEDETEL S.A.	Servicios Portadores
TRANSNEXA S.A.	Servicios Portadores
TRANSELECTRIC S.A	Servicios Portadores
GRUPO BRAVCO	Servicios Portadores
TELEHOLDING S.A.	Servicios Portadores
PUNTO NET S.A	Servicios Portadores

Fuente: CONATEL, DGGST. Agosto 2005

**Tabla. 2.1. Listado empresas con licencia de Servicios Portadores**

Por otra parte se debe mencionar a las empresas que tienen permiso para entregar servicios de Internet<sup>27</sup>, estos proveedores dominan el mercado actual principalmente en lo que se refiere a Internet de banda ancha, transmisión de datos de alta capacidad y en algunos casos transmisión de voz. Existe alrededor de 112 Proveedores de servicios de Internet a lo largo del territorio nacional hasta agosto de 2006, según el CONATEL.

Se ha realizado un estudio del estado de las redes de banda ancha en la ciudad de Quito, principalmente dirigidos a enlaces de “última milla”, es decir el último tramo de una línea de comunicación que da el servicio al usuario. Este estudio se basó en la recopilación de información de diferentes fuentes, y a través de entrevistas efectuadas a los principales proveedores de transporte y servicios del sector. Otra consideración para este estudio, es que se ha enfocado en las diferentes tecnologías de acceso de banda ancha disponibles en la actualidad considerando, además otros aspectos como: cantidad de enlaces, tipos de servicios, crecimiento y en algunos casos una comparativa de precios.

---

<sup>27</sup> ISP por sus siglas en inglés.

Figura. 2.3. Alternativas de acceso de banda ancha en Ecuador



Fuente: Elaboración Propia

### 2.1.3.1 Sistemas con cable

En esta categoría se han considerado las tecnologías xDSL<sup>28</sup> sobre pares de cobre, así como las tecnologías de acceso híbridas de fibra óptica y coaxial HFC<sup>29</sup>. Es importante notar que la característica fundamental que diferencia, por un lado, a

<sup>28</sup> x Digital Subscriber Line. Familia de la tecnología DSL.

<sup>29</sup> Hybrid Fibre Coaxial.

las tecnologías de acceso xDSL, y por otro, a las tecnologías HFC, es que las primeras son tecnologías de acceso dedicado para banda ancha, mientras que las segundas son tecnologías de acceso compartido, siendo ésta una característica esencial a la hora de entender las ventajas y desventajas que ambas presentan. La siguiente tabla muestra una comparación de las dos tecnologías en diferentes campos, además presenta datos del estado de cada tecnología en nuestro país.

<b>Campos</b>	<b>Cable</b>	<b>xDSL</b>
<b>Ruido e Interferencias</b>	Ruido impulsivo, RF y canal de retorno.	Diafonías (NEXT, FEXT) y radian RF con más facilidad.
<b>Escalabilidad</b>	Fácil aumentar nuevos clientes	Fácil aumentar nuevos clientes
<b>Confiabilidad</b>	Alta	Alta
<b>Conexión</b>	Acceso compartido	Acceso dedicado
<b>Disponibilidad</b>	Amplia	Restringida
<b>Clientes</b>	Residenciales Corporativos	Residenciales Corporativos
<b>Coste de despliegue</b>	Alto	Bajo
<b>Coste nuevo abonado</b>	Bajo	Medio
<b>Costo del servicio</b>	Alto	Alto
<b>Voz</b>	No implementado	Ya implementado
<b>Video</b>	Ya implementado	No implementado
<b>Datos</b>	Ya implementado	Ya implementado
<b>*Velocidades Residencial</b>	Hasta 800 kbps	Hasta 512 kbps
<b>*Velocidades Corporativo</b>	Hasta 4 Mbps	Hasta 2 Mbps

\* Velocidades ofertadas hasta 2006 por los Proveedores de Servicio en el Ecuador

Fuente: Elaboración Propia

**Tabla. 2.2. Comparación Cable Módem vs xDSL**

En la actualidad existen dos redes de acceso de banda ancha mediante portadores con cable ampliamente implantadas en el país: las redes HFC de los operadores de cable, fundamentalmente el **Grupo TVCable**, y la red xDSL sobre la red de cobre de los operadores dominantes, **Andinatel** y **Pacifictel**, además, otros proveedores que en algunos casos, poseen sus propia infraestructura de “última milla” y en otros, rentan la conexión del cliente a empresas más grandes, para entregar sus servicios. Ambas redes están basadas en tecnologías maduras, además, desde su aparición en el país han alcanzado una gran cantidad de abonados. Así, en el estudio realizado se indica que, a finales de Marzo de 2006 ya existían aproximadamente 12.346<sup>30</sup> líneas xDSL instaladas, mientras que, los enlaces de Cable Módem superan las 19.501<sup>31</sup>, alcanzando juntos el más del 75% del mercado de conexiones de banda ancha según un informe del CONATEL, ratificando con esto que son las tecnologías que dominan el mercado de los accesos de banda ancha. La competencia entre ambas tecnologías es una realidad, sustentada además por el hecho que los operadores de telecomunicaciones que las suministran son distintos.

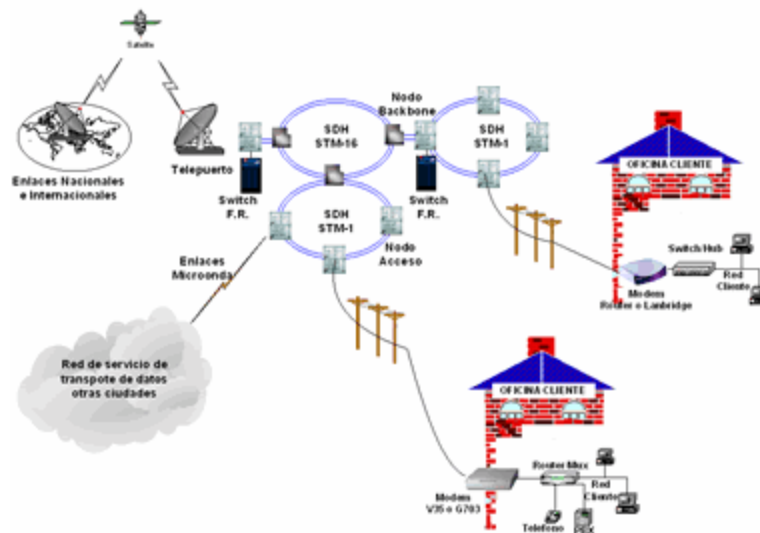
Las redes híbridas fibra-coaxial han sido las grandes protagonistas en los últimos años. El grupo TVCable como operador principal, ya ha optimizado su red de fibra óptica, incorporando al servicio de televisión pagada, el de banda ancha y telefonía, este último todavía en fase de implementación. TVCable, sumado a un ciento de proveedores de televisión por cable, distribuidos por todo el país, ha ido desplegando con una sensible rapidez grandes tramos de red, de manera que el número de hogares que poseen estas conexiones es bastante significativo y crece constantemente.

---

<sup>30</sup> Dato estimado con datos de estadísticas de la Superintendencia de Telecomunicaciones del Ecuador

<sup>31</sup> Según la Superintendencia de Telecomunicaciones del Ecuador

Figura. 2.4. Infraestructura básica de tecnología Cable Módem

Fuente: Suratel. [www.suratel.com](http://www.suratel.com)

Las redes de cable y fibra, son redes de muy alta capacidad, por lo que prestan todo tipo de servicios, y con las ventajas propias de un sistema cableado, como la seguridad, la resistencia a interferencias de radio y no ser necesario compartir el espectro de frecuencias con otros operadores; y todo ello a través de un único cable. La disponibilidad de este servicio se limita a oficinas, residencias y negocios exclusivos en las ciudades de Quito y Guayaquil, donde se brinda el servicio de televisión por suscripción e Internet. *Cable Módem* como tecnología de banda ancha ofrece velocidades de transferencia de datos entre 128 a 800 kbps en sentido red-usuario y 128 a 300 kbps en sentido usuario-red. Con costos mensuales que oscilan entre 39 y 125 dólares más impuestos.

Plan	Ancho de banda	Costo*
CableMódem 128	128/128 kbps	\$ 39.90
CableMódem 200	200/150 kbps	\$ 49.90
CableMódem 400	400/150 kbps	\$ 75.00
CableMódem 800	800/300 kbps	\$ 125.00

\* Costo mensual, no incluyen iva

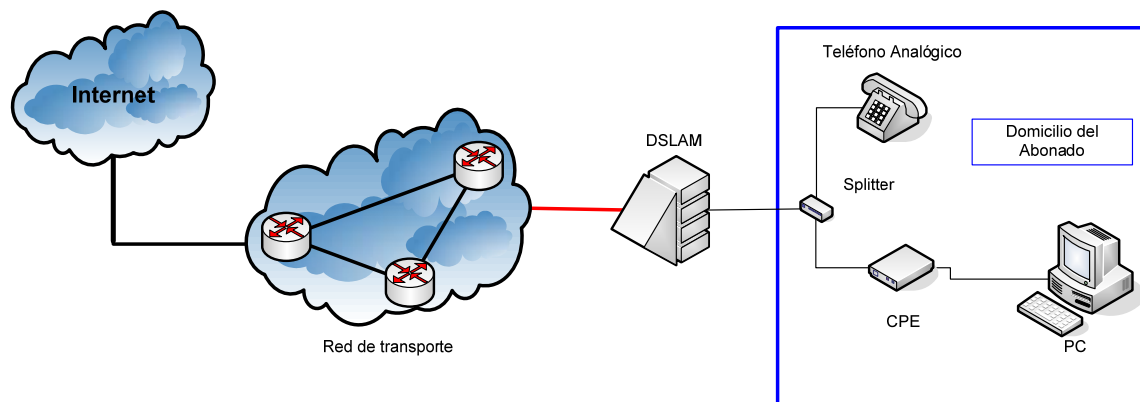
Fuente: Satnet. [www.satnet.net](http://www.satnet.net). Octubre 2006.

**Tabla. 2.3. Planes y velocidades tecnología cable módem**

Los servicios con tecnología xDSL han tenido un gran impacto en el mercado Nacional, en los dos últimos años se ha visto un gran crecimiento del servicio en el mercado corporativo y poco a poco esta ganando más suscriptores en el mercado residencial. El crecimiento en los dos primeros trimestres del 2006 ha sobrepasado el 170%<sup>32</sup>, cifra aparentemente alta, pero muy baja comparada con mercados de otros países de Latinoamérica. Es seguro que una de las principales razones para que los índices de penetración y crecimiento aún no sean significativos son los altos costos de los servicios, por lo que la mayoría de los clientes residenciales todavía optan por una conexión *dial up*.

Gracias a que DSL aprovecha la infraestructura ya instala en los hogares (par de cobre), ha resultado más fácil su despliegue, ganando terreno rápidamente frente a su principal competencia el Cable Módem.

<sup>32</sup> Superintendencia de Telecomunicaciones del Ecuador.

**Figura. 2.5. Infraestructura básica de tecnología xDSL**

Fuente: Elaboración Propia

Actualmente las empresas con DSL brindan servicios de Internet de banda ancha para clientes residenciales y corporativos con precios y prestaciones similares a los que entrega el Cable Módem. Además prestan servicios de telefonía en la categoría de negocios. Los proveedores más representativos son Andinanet, PuntoNet, Interactive, Ecuonet, entre otros.

Con lo analizado anteriormente se establece que las redes HFC llevan ventaja, pues ya han probado que son capaces de soportar servicios multimedia. A pesar de que todavía las conexiones DSL ofrecen buenos ingresos y siguen creciendo, en un futuro la alternativa para las telefónicas y los proveedores será ampliar sus redes en capacidad y tecnología para entregar también servicios de video y afianzarse en la entrega de voz, para mantenerse así en la competencia.

### 2.1.3.2 Sistemas inalámbricos

Las licencias concedidas para operar sistemas de radio fija a 3,4 – 3,7 y a 27,5 - 29,25 GHz, las tecnologías de servicios móviles avanzados y las ya afianzadas tecnologías de satélite forman parte de las alternativas inalámbricas que presenta



nuestro país como parte de la gama de posibilidades en el ámbito de las tecnologías de acceso. Aunque con muy bajo índice de penetración en comparación a las tecnologías de cable, muchas de estas tecnologías están disponibles desde hacia varias décadas, siendo ampliamente usadas como infraestructuras de transporte de datos y como sustitutas de las redes de fibra óptica y de cable en aquellos casos en que despliegue resultaba excesivamente costosos.

Para el análisis de las diferentes tecnologías de acceso inalámbricas, se han considerado las tecnologías GSM-GPRS<sup>33</sup>, CDMA2000<sup>34</sup>, WiFi<sup>35</sup>, así como los sistemas xMDS, en particular LMDS<sup>36</sup> y las tecnologías de acceso vía satélite.

## Móvil Celular

En la categoría de servicios móviles, existen tres empresas *Otecel* cuyo nombre comercial es *Movistar*, *Conecel* conocido como *Porta* y *Telecsa* como *Alegro*. Por el momento, de estas tres, solo *Alegro* tiene la capacidad de proveer servicios de banda ancha pues ha adaptado su red CDMA2000 con la evolución CDMA2000 1xEV-DO<sup>37</sup>, constituyéndose en una ventaja tecnológica y por tanto económica sobre sus competidores, que lamentablemente no ha sido bien explotada.

CDMA2000 1xEV-DO, es una evolución de CDMA2000 1x con una alta velocidad de datos. CDMA2000 1xEV-DO soporta una velocidad de datos en el enlace de bajada de hasta 3,1 Mbps y una velocidad de datos en el enlace de subida de hasta 1,8 Mbps en un canal de radio dedicado a transportar paquetes de datos de alta velocidad. Aún se espera que esta versión sea mejorada ya que actualmente las tasas de datos presentadas no se alcanzan en la práctica, pero existen países como Estados Unidos donde se ha desarrollado para alcanzar una velocidad de 2,5 Mbps

---

<sup>33</sup> Groupé Spécial Mobile – Global Packet Radio Service.

<sup>34</sup> Code Division Multiple Access.

<sup>35</sup> Wireless Fidelity.

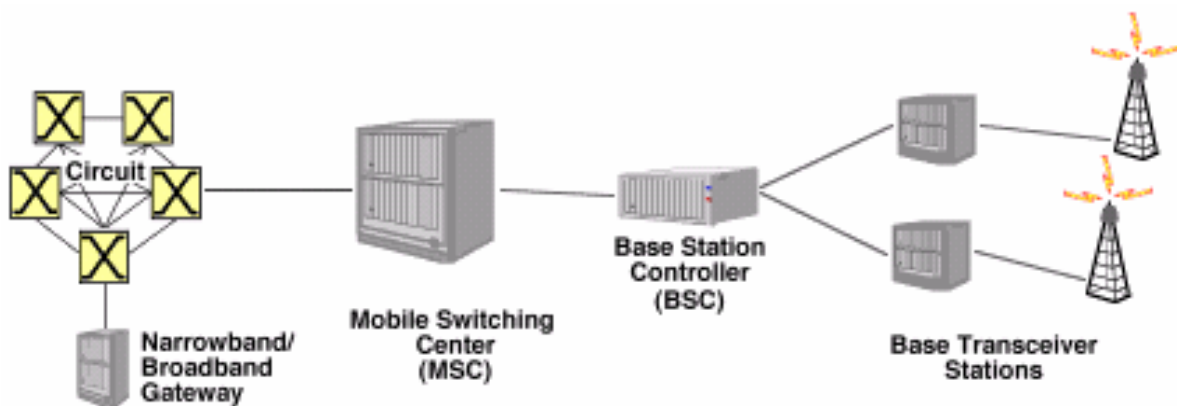
<sup>36</sup> Local Multipoint Distribution System.

<sup>37</sup> 1x Evolution-Data Optimized, originalmente 1x Evolution-Data Only.

en sentido descendente. Actualmente, Alegro entrega servicios de conexión a Internet con velocidades hasta 1024 kbps, utilizando los teléfonos móviles como módems o mediante una tarjeta PCMCIA II<sup>38</sup> para computadores portátiles. Estos servicios están orientados más a clientes residenciales bajo el eslogan de “NIU”.

El panorama para las dos empresas restantes es todavía deficiente, *Movistar* posee dos redes, una de la familia GSM que primordialmente se utiliza para la transmisión de voz, además permite transmisión de datos a baja velocidad: 9,6 kbps. Esta velocidad es claramente insuficiente por lo que solo puede soportar servicios de envío de mensajes cortos (SMS). Las prestaciones que ofrece su red CDMA2000 1x son similares pero esta puede entregar velocidades de hasta 144 kbps bajo condiciones ideales. Actualmente ya está implementada la tecnología GPRS sobre la red GSM, pero aún no prestan servicios de transmisión de datos al público en general.

Figura. 2.6. Infraestructura básica de CDMA2000 1x EV-DO



Fuente: Trends in Wireless Communications. Motorola

Porta es propietario de una red con tecnología GPRS. GPRS ofrece al usuario un servicio portador más eficiente que el GSM normal para las comunicaciones de

<sup>38</sup> Personal Computer Memory Card International Association.

datos. La velocidad teórica máxima que puede alcanzar GPRS es de 171,2 kbps, aunque el acceso que experimenta el usuario en la práctica suele ser bastante inferior: unos 40 kbps en el enlace descendente y 9,6 kbps en el ascendente. Con esta infraestructura Porta puede entregar tan solo servicios WAP, el acceso a Internet (web browsing, ftp, e-mail) y el acceso a intranets de empresas.

Mientras en otros países ya están implementadas tecnologías de tercera generación y en prueba tecnologías de cuarta generación, en nuestro país aún funcionan tecnologías de la generación 2.5. Al parecer, está todavía muy lejos la posibilidad de que los operadores móviles entreguen servicios de banda ancha con contenido multimedia.

### **Wireless Local Loop**

Entre las tecnologías de corto alcance se destaca WiFi, concretamente del estándar IEEE<sup>39</sup> 802.11b, sustentando básicamente por el éxito que ha tenido su implementación en otros países. Además, su total compatibilidad con las redes Ethernet y la tecnología IP, han hecho que sea posible implantación de redes WiFi de acceso público identificadas con el nombre de *Hot Spots*. De esta forma, en el estudio realizado se constata que, no hace mucho, surgieron iniciativas comerciales como las WLAN<sup>40</sup>, que fueron presentadas como sistemas alternativos e innovadores para el acceso a Internet de banda ancha. Así, una muy limitada cantidad de empresas, con por ejemplo, *Ecuador On Line*, *GigoWireless* y *Fix Wireless* han desplegado algunos *Hot Spots* en las ciudades de Quito y Guayaquil, con un modelo de servicio similar a la telefonía celular en la que se debe adquirir una tarjeta prepago, tarifada por tiempo, la cual contiene un nombre de usuario y una contraseña.

---

<sup>39</sup> Institute of Electrical and Electronics Engineers.

<sup>40</sup> Wireless LAN por sus siglas en Inglés.

Esta alternativa no ha tenido mucho éxito en el mercado, ha sido orientada a sectores claves donde grandes cantidades de ejecutivos se reúnen para realizar sus negocios. Su difusión ha sido muy limitada y poco expandida, es por esto que muy poco se conoce de estos servicios. Hoy, existen algunos *Hot Spots* instalados en ciertos sectores de la ciudad de Quito, por ejemplo en Tony Roman's, Aeropuerto Mariscal Sucre, ciertos hoteles y algunos sitios comerciales.

LMDS ofrece, por su parte, prestaciones muy similares a las entregan los sistemas de cable, pero no ha tenido una buena penetración por la gran competencia con las redes de tecnologías como xDSL y las redes HFC. Hay que resalta el hecho de que LMDS en Ecuador es una tecnología planteada para sectores urbanos, en los que ya existen una buena presencia de las redes xDSL y HFC, por esta razón casi no se la utiliza. Dos empresas tienen la concesión para entregar servicios mediante WLL según el CONATEL, *Ecuador Telecom* y *Setel*.

## **Satelital**

Se ha analizado los principales servicios de telecomunicaciones por satélite, actualmente dedicados mayormente a la difusión de TV, algunos a comunicaciones telefónicas y líneas de datos, y en menor porcentaje a servicios de banda ancha y comunicaciones personales. En esta tecnología se limita el uso de los satélites en aplicaciones de tiempo real, tales como la videoconferencia o los servicios de voz, pues, al superar el retardo máximo permitido, la calidad del servicio no es la adecuada.

La banda ancha vía satélite es otra forma de banda ancha inalámbrica, estos sistemas presentan como principal ventaja su cobertura global, por lo que se utiliza para dar servicio en áreas remotas o muy poco pobladas. En el país estos enlaces están orientados a estaciones remotas de petroleras, grandes granjas y haciendas productoras y floricultoras.

El acceso a Internet basado en los satélites es el más costoso de los servicios de banda ancha, la instalación, el equipo necesario y las cuotas mensuales del servicio tienen precios elevados por lo que estos tipos de accesos quedan reservados a las grandes empresas que necesitan una gran capacidad de transmisión de datos. En el costo de instalación se incluyen la antena parabólica y el módem satelital principalmente. La velocidad del flujo de datos descendente o ascendente para la banda ancha por satélite depende de varios factores, incluyendo el proveedor y el paquete de servicio que se compra, la línea visual del consumidor con el satélite y el clima. Normalmente un cliente recibe los datos a una velocidad que oscila entre 512 Kbps hasta varios megas.

Hay aproximadamente 13 compañías que han sido autorizadas para operar servicios de telecomunicaciones satelitales: Suratel (Americatel SA), Clasesat S.A., Conecel, Impsat del Ecuador SA, Quicksat, Megadatos, Nedetel, Transnexa, Grupo Bravo, Ecuador Telecom, Teleholding, Gilauco Andinatel y Telconet. Impsatel y Megadatos tiene el 43% y el 16% del mercado respectivamente, mientras que las demás empresas comparten el mercado restante.

Hay dos modelos principales de negocios en la categoría de satélites. El primero de una vía, consiste en una conexión híbrida de satélite y teléfono. Hay que tener instalada una antena parabólica digital, un acceso telefónico a Internet, una módem o tarjeta PCI<sup>41</sup> para satélite. Los módems unidireccionales (sat-módem) sólo pueden recibir datos. Solo cuentan con un canal de entrada, y se conocen como DVB-IP<sup>42</sup>.

En este modelo de servicio el cliente envía sus mensajes de correo electrónico y la petición de las páginas Web, que consume muy poco ancho de banda, mediante un módem tradicional, pero la recepción se produce por una antena VSAT<sup>43</sup>, con una

---

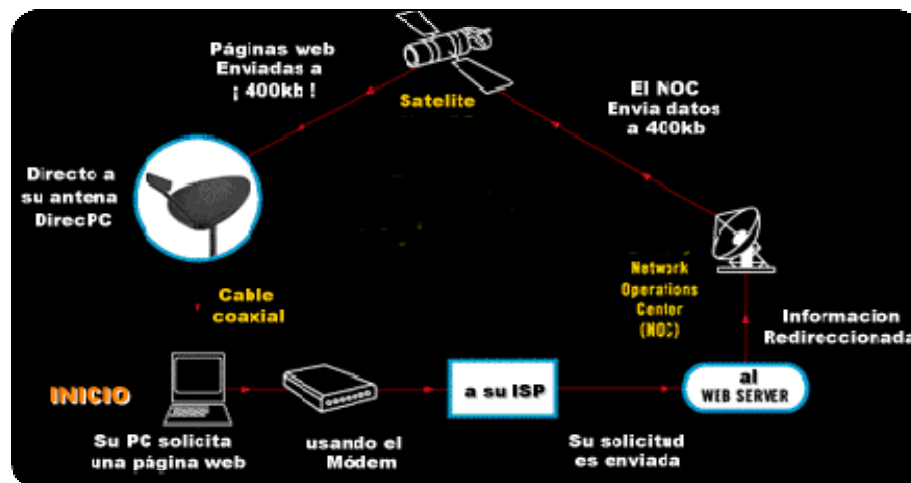
<sup>41</sup> Peripheral Component Interconnect.

<sup>42</sup> Internet Protocol - Digital Video Broadcasting.

<sup>43</sup> Very Small Apertura Terminal.

conexión de hasta varios megas. La velocidad de descarga a través del satélite es un promedio de unos 400 Kbps. El costo de este servicio esta alrededor de USD \$290 de instalación, más una cuota mensual mayor de USD \$90, cifras que resultan inalcanzables para usuarios residenciales.

Figura. 2.7. Esquema de red para servicio satelital unidireccional



Fuente: Centro Nacional de Información y Comunicación Educativa. España

El modelo bidireccional es un servicio más práctico, permite el envío y recepción de datos mediante un “canal de retorno” por la misma antena satelital, se evita la necesidad de un medio físico terrestre para el envío de peticiones. El precio es mucho mayor que el servicio de una vía, USD \$2.600 de instalación más USD \$290 mensuales.

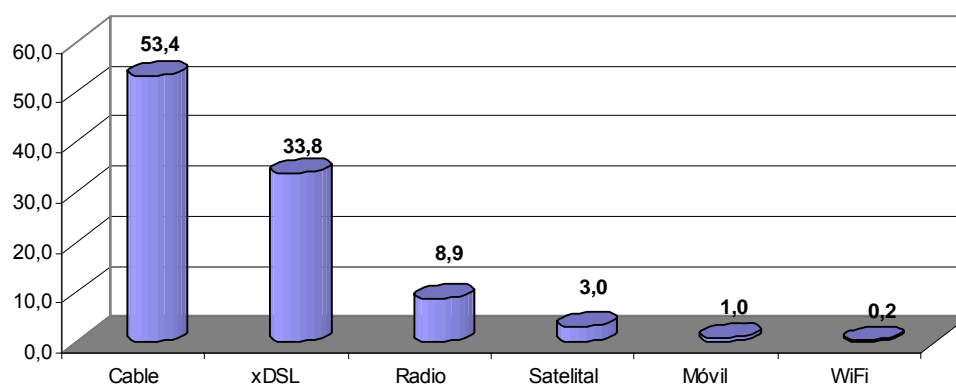
Los módems para el modelo bidireccional son capaces de recibir y enviar datos. A más del canal de entrada posee un canal de retorno, por el mismo enlace satelital. El estándar, DVB-RCS<sup>44</sup> par la conexión de banda ancha satelital.

<sup>44</sup> Digital Video Broadcasting - Return Channel via Satellite.

Cualquiera de estas dos conexiones tiene la capacidad de entregar servicios de voz video y datos de una manera confiable.

Como ya se mencionó, los diferentes tipos de accesos de banda ancha tienen un alto potencial de crecimiento en el país, la siguiente figura muestra la distribución actual de las tecnologías entre el mercado de enlaces de banda ancha en el Ecuador.

**Figura. 2.8. Porcentaje de enlaces de banda ancha por tecnología de acceso en el mercado nacional**



Fuente: Elaboración propia<sup>45</sup>

Es una realidad que de la gama de tecnologías expuestas destacan las conexiones *xDSL* y *Cable Módem*, siendo los más aparentes para masificar el modelo de multiservicios en un futuro cercano, sin embargo, no hay que olvidar que cada tecnología presenta determinadas ventajas sobre las restantes. Por ejemplo, los sistemas de cable llevan la ventaja respecto al ancho de banda, los sistemas de radio respecto a la flexibilidad de implantación, la TV por satélite respecto a la

<sup>45</sup> Esta figura ha sido elaborada con datos obtenidos de una serie de entrevistas realizadas a los principales proveedores de servicios de banda ancha. Las cantidades expuestas provienen de una estimación, producto de datos entregados por las empresas encuestadas y de estadísticas de la SUPTTEL hasta finalizado el primer trimestre del 2006.

cobertura y las tecnologías móviles respecto a la movilidad tal como se muestra en la siguiente tabla.

Servicio	xDSL	HFC	Celular	Satélite	Radio
Telefonía	Optimo	Bajo	Optimo	Insuficiente	Optimo
Video	Optimo	Optimo	Insuficiente	Optimo	Alto
Movilidad	Insuficiente	Insuficiente	Optimo	Alto	Insuficiente
VPN	Alto	Alto	Bajo	Bajo	Alto
Internet	Optimo	Optimo	Bajo	Bajo	Alto

La tabla muestra las capacidades de las tecnologías para diferentes servicios.

Fuente: Telefónica. España

**Tabla. 2.4. Tecnologías y servicios**

De la misma manera, las ventajas también se basan en la disponibilidad, la siguiente es una tabla comparativa en donde se muestra la disponibilidad de cada tecnología en la ciudad de Quito. Este punto resulta muy importante a la hora de elegir el tipo de tecnología para entregar los servicios digitales en paquete, siendo de mayor interés las tecnologías que cubran a sectores residenciales ya que ha estos son orientados los servicios *Triple Play*.




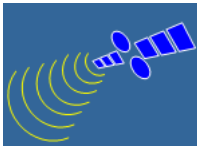
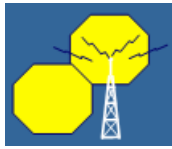
Servicio	xDSL	HFC	Celular	Satélite	Radio
Cobertura	Amplia 65%	Amplia 75%	Total 100%	Restringida 5%	Restringida 20%

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla. 2.5. Tecnologías y cobertura**



Las siguientes tablas muestran una comparativa de los diferentes aspectos que intervienen a la hora de determinar si las tecnologías analizadas son aptas para brindar servicios multimedia. Así también, en la tabla 2.7 se muestra ventajas y desventajas de cada una.

Tecnología	xDSL	Cable	WLL	Satélite	Celular
Descripción	Tecnología basada en una línea dedicada que utiliza la infraestructura actual de bucle de abonado	Usa un módem para cable coaxial, la misma conexión de cable que se usa para la Televisión	Utiliza una red de estaciones base conectadas entre sí por redes de fibra óptica o de radio	Utiliza la red de satélites convencionales para transmitir contenidos en banda ancha a una antena del usuario	Basada en una red celular y una red de transporte que permite el acceso a través de teléfonos móviles
Medio	Par de cobre 	Coaxial 			
Capacidad de datos	Alta	Alta (compartida)	Media	Alta	Media (en base a la tecnología)
Costo de la tecnología en el mercado*	Bajo	Medio	Medio	Alto	Alto
Coste de despliegue con infraestructura existente	Ninguno	Ninguno	Bajo	Alto	Ninguno
Coste de despliegue Nuevo	Bajo	Alto	Bajo	Alto	Bajo
Coste por abonado	Medio	Medio	Bajo	Alto	Medio

\* Se refiere al costo de la inversión por tecnología

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla. 2.6. Comparativa tecnologías de banda ancha**

Tecnologías	Ventajas	Desventajas
Satélite	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Generalmente está ofrecido como otra opción en áreas rurales que no tienen acceso a cable ni DSL.</li> <li>• Gran cobertura.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Velocidades más lentas de flujo descendente.</li> <li>• Objetos en la tierra y las señales de radio pueden interferir.</li> </ul>
Cable	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Alta capacidad.</li> <li>• Usa el cableado existente que transmite la televisión.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• El uso ampliado en la cadena puede demorar el servicio.</li> <li>• Despliegue muy caro.</li> <li>• Capacidad compartida.</li> <li>• Seguridad: Todas las señales llegan a todos los terminales.</li> <li>• Despliegue muy selectivo.</li> </ul>
Línea digital del suscriptor (DSL)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Usa el cableado de teléfono existente.</li> <li>• Permite el uso del teléfono para llamadas de voz mientras esté conectado al Internet.</li> <li>• No necesita obra civil.</li> <li>• Capacidad sin compartir.</li> <li>• Seguridad: cada par solo transmite la información a él destinada.</li> <li>• Despliegue muy avanzado.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Capacidad para usar estos servicios y/o la velocidad de conexión depende de la distancia de la oficina central telefónica.</li> <li>• Necesita pares de buena calidad.</li> </ul>
WLL	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Costes de inversión inicial y tiempo de despliegue bajos.</li> <li>• Necesidades de obra civil sensiblemente inferiores.</li> <li>• Riesgo de inversión menor.</li> <li>• Fácilmente escalable.</li> <li>• Bajo coste de mantenimiento.</li> <li>• Cobertura donde el cable no está disponible.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Necesita de visión directa entre antenas.</li> <li>• Atenuación de la señal radioeléctrica a altas frecuencias y desvanecimiento por las condiciones atmosféricas.</li> <li>• Tecnología relativamente nueva.</li> <li>• Coste elevado del equipo de usuario.</li> </ul>

Fuente: Recopilación de varias fuentes

**Tabla. 2.7. Ventajas y desventajas de tecnologías de banda ancha**

Después del estudio realizado se puede decir que si bien todas las tecnologías ofrecen buenas alternativas en capacidad y servicios que soportan, la tecnología DSL lleva la ventaja en otros aspectos: La gran popularidad y amplio crecimiento de la tecnología DSL no solo se debe a que por su gran potencial y amplio despliegue, la mayoría de fabricantes de equipos a nivel mundial han optado por esta tecnología, sino también por que se le ha dado gran promoción en varios sectores comerciales y residenciales, constituyéndose así como una tecnología de acceso que ofrece primero, la capacidad necesaria en términos de ancho de banda para que el usuario pueda acceder a cualquier tipo de servicio multimedia y segundo, de entre las diferentes tecnologías implementadas, DSL es la tecnología más viable económicamente para cualquiera de los sectores principalmente en el residencial y de los PYMES<sup>46</sup>.

La tecnología xDSL se puede desplegar de forma inmediata si un cliente requiere el servicio. Desde luego, existen costos que el cliente debe asumir en un inicio, pero generalmente son mucho menores que en otras tecnologías. Algunas versiones de DSL pueden interactuar con un gran número de configuraciones de usuario. Se puede soportar PCs y *set top box*<sup>47</sup> de manera individual, así como redes de área local (LAN) de tipo Ethernet, por ejemplo. Existen equipos terminales menos aparatosos y más conocidos por el usuario comparados con accesos como LMDS o satélite donde es necesario la instalación de antenas adecuadas a cada sistema. Asimismo, el coste de los terminales es más asequible para el usuario residencial, por ahora, el equipo de usuario está alrededor de los \$40, en cambio las tarjetas para conexión por satélite y a través del PC bordean los cientos de dólares. Recientemente, han aparecido módems y routers auto-configurables que al conectarse detectan de inmediato las características de la línea y se configuran automáticamente, además tienen en algunas ocasiones características de administración remota.

---

<sup>46</sup> Pequeños y medianos negocios.

<sup>47</sup> Un STB es un dispositivo que permite a una televisión recibir y decodificar una señal de televisión digital.

Otra ventaja radica en el despliegue alcanzado. El éxito de esta tecnología como acceso de banda ancha ha sido tal, que cada mes la demanda incrementa con cifras significativas, los proveedores deben aumentar la capacidad de los nodos y desplegar otros nuevos para poder cubrir inmediatamente las peticiones que se presentan. Además debido al gran auge del DSL en el mercado, la competencia entre proveedores es cada vez mayor, favoreciendo la disminución de costes, como consecuencia los costos de servicio son más competitivos respecto a otras tecnologías.

Al reutilizar la infraestructura telefónica las inversiones necesarias son menores que en la implantación de otras redes como las de cable o satelital. Es más fácil conseguir rentabilidad o un retorno más rápido de la inversión que en otras, esto se debe a que el mercado es más amplio que las inalámbricas que son orientadas solo al mercado corporativo, satelitales dirigidas a zonas geográficamente distantes o de cable que dependen del despliegue de infraestructura.

A pesar de todas estas ventajas, el camino para el DSL esta lleno de obstáculos, factores políticos y regulatorios, de competencia, de infraestructuras, o monopolios que dificultan la masificación y la introducción de nuevos servicios son barreras que deberán ser superadas. A pesar de los intentos de liberalizar el mercado de las telecomunicaciones, este sigue siendo ampliamente dominado por los grandes operadores estatales, principalmente en lo que se refiere a la telefonía fija. Estos operadores poseen una red de infraestructuras extendida por todo el país y una cantidad de clientes exorbitante. Por esta razón, resulta muy difícil para los operadores alternativos competir en este mercado mal regularizado, con muy poca garantía de una competencia equitativa a criterio personal.

Si el año 2005 y 2006 se han caracterizado por la fuerte competencia basada en ofertas de acceso a Internet y ofertas combinadas de voz y banda ancha en menor escala, el 2007 puede ser el punto de partida para que la competencia se centre en

los servicios doble y Triple *Play*. De seguro en los próximos años se librará con mayor intensidad la batalla entre los dos proveedores más importantes de servicios para el hogar: Telefónicas y Cable.

#### 2.1.4 Nuevas tecnologías

Existen nuevas alternativas de acceso en la “última milla”, que han surgido en unos casos con el fin de complementar a las tecnologías existentes en los puntos en las que estas son deficientes, y en otros, para ingresar como nuevas tecnologías de acceso, a través de las cuales es posible la prestación de servicios convergentes, surgiendo de esta manera mayores posibilidades de competencia. Se deberá tener presente que las empresas entrantes que usen las nuevas tecnologías deberán competir con empresas afianzadas en el mercado y que poseen una extensa cartera de clientes, lo que hace difícil anticipar si estas tecnologías llegarán a tener difusión comercial.

Por otra parte, se ha buscado soportar la continua evolución de contenidos y servicios, que requieren cada vez de mayores capacidades y alta calidad. El objetivo es obtener nuevos tipos de accesos que satisfagan las necesidades de los clientes de una manera confiable, con el correspondiente ahorro en el despliegue, cobertura universal y la flexibilidad de operación para el proveedor de telecomunicaciones.

Entre las tecnologías consideradas nuevas, se encuentran el **WiMAX**<sup>48</sup> en las comunicaciones inalámbricas y el **PLC**<sup>49</sup> y la **fibra** en las comunicaciones terrestres. En el mundo, estas tecnologías ya son una realidad, existen países en los que su despliegue es considerable, no así en nuestro país, donde su despliegue es escaso o prácticamente nulo.

---

<sup>48</sup> Worldwide Interoperability for Microwave Access.

<sup>49</sup> Power Line Communications.

### 2.1.4.1 Fibra óptica

La gran capacidad de la fibra hace de esta tecnología ideal para todo tipo de aplicaciones, a pesar de que su despliegue es todavía pequeño, comparado con otras tecnologías, sus enormes prestaciones y el abaratamiento del material han hecho que su crecimiento en los últimos años alcance grandes cifras.

Las redes ópticas destraban el “cuello de botella” del acceso, aumentando el ancho de banda y la calidad de servicio. Poseen grandes capacidades de ancho de banda en el orden de los Gbps. La transmisión se realiza a través de láser que convierte la señal eléctrica en luz y la envían a través de la fibra a un detector que la convierte de nuevo, en una señal eléctrica. Se usan para transmitir señales a través de largas distancias y poseen una gran inmunidad frente a interferencias electromagnéticas.

Las tecnologías con fibra se pueden clasificar en dos tipos:

- Por el uso de elementos pasivos y/o activos: Redes *PON*.

La arquitectura *PON*<sup>50</sup> elimina la electrónica en la planta externa. En estas redes se define una arquitectura de red de fibra óptica de naturaleza compartida donde, desde un único *OLT*<sup>51</sup>, es posible dar servicio a decenas de usuarios<sup>52</sup> sobre un tendido monofibra en una topología árbol-rama.

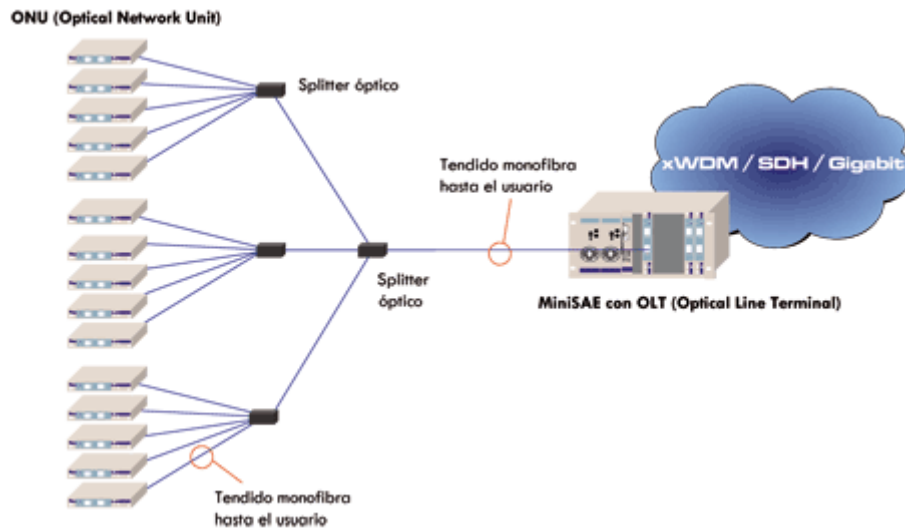
---

<sup>50</sup> Passive Optical Networks.

<sup>51</sup> Optical Line Terminal, dispositivo de usuario.

<sup>52</sup> ONU, Optical Network Termination.

Figura. 2.9. Ejemplo de red PON



Fuente: Telnet

En la figura anterior se aprecia los divisores ópticos o Splitters<sup>53</sup>. Estos elementos pasivos son responsables de dividir la señal óptica entre las diferentes ramas de la red PON.

- Por la cercanía del tramo de fibra al domicilio de cliente: FFTx.

FTTH (Fiber To The Home).- Se trata de llegar con fibra óptica hasta el hogar del abonado, directamente desde el nodo de servicio. Es la alternativa más directa, y también la de mayor coste a la hora de proporcionar acceso a banda ancha. Desde el punto de vista del operador, tiene el inconveniente de que requiere una fuerte inversión en obra civil, a pesar de que hoy en día el costo de despliegue es parecido al del cobre.

Existen otros tipos de despliegue de fibra, pero requieren de tecnologías tradicionales para alcanzar al cliente final, entre estas se incluyen:

<sup>53</sup> Dispositivo para filtrar una señal y separar sus varias frecuencias.

FTTB (Fiber To The Building).- La fibra llega hasta el interior de un edificio residencial o de negocios, existiendo una terminación de red óptica para todo el edificio.

FTTC (Fiber To The Curb).- El ONU y el tendido final de fibra son compartidos por varios usuarios.

FTTCab (Fiber To The Cabinet).- Configuración muy parecida a la anterior, con la diferencia de que el ONU es compartido por un mayor número de usuarios y que la red de cable eléctrico es de mayor extensión.

FTTExch (Fiber To The Exchange).- La fibra termina en el nodo de conmutación.

La modulación utilizada es el DWDM<sup>54</sup>, multiplexación por división de longitud de onda.

#### 2.1.4.2 WiMAX

Las infraestructuras de telecomunicaciones terrestres presentan dificultades técnicas y económicas para facilitar un servicio universal al cliente, por lo que hasta que se llegue a la situación de un despliegue considerable de la fibra óptica, hay que optar por soluciones intermedias inalámbricas como WiMAX. De entre las nuevas tecnologías, WiMAX es la tecnología más promisoría en nuestro país, pues ya ha empezado su despliegue iniciando en la provincia de Guayaquil.

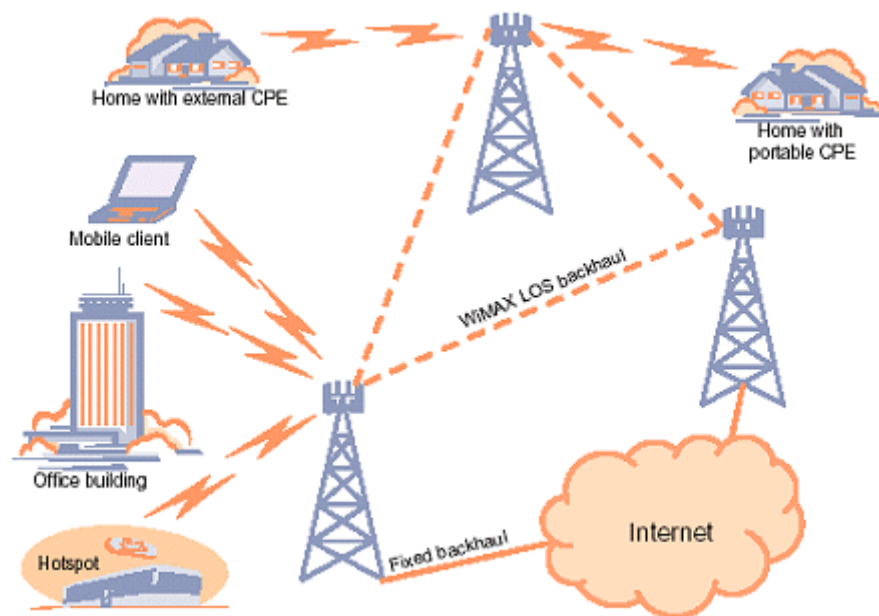
La tecnología WiMAX funciona de manera similar a las actuales redes inalámbricas de tecnología WiFi, en donde una estación base con una antena o también conocida como *Access Point*, permite y controla el acceso inalámbrico de los equipos a la red, dentro de un área limitada de servicio, cuyo rango de cobertura depende principalmente de las condiciones topográficas y topológicas del área a cubrir.

---

<sup>54</sup> Dense Wavelength Division Multiplexing.



Figura. 2.10. Arquitectura WiMax



Fuente: WiMax Forum

WiMAX integra la familia de estándares IEEE 802.16. Los nuevos estándares no requiere de antenas LOS<sup>55</sup> sino únicamente del despliegue de estaciones base (BS) formadas por antenas emisoras/receptoras con capacidad de dar servicio a unas 200 estaciones suscriptoras (SS) que dan cobertura y servicio a edificios completos. Su instalación es muy sencilla y rápida y su precio competitivo en comparación con otras tecnologías de acceso inalámbrico y celulares. La tecnología esta basada en OFDM<sup>56</sup> con 256 subportadoras puede cubrir un área de 48 kilómetros, con capacidad para transmitir datos a una velocidad de 70 Mbps con una tasa máxima de 5.0 bps/Hz y dará soporte para miles de usuarios en una escalabilidad de canales de 1.5 MHz a 20 MHz. Estos estándares soportan niveles de servicio (SLA) y calidad de servicio (QoS).

<sup>55</sup> Line of Sight.

<sup>56</sup> Orthogonal Frequency Division Multiplexing.

	802.16	802.16a	802.16e
<b>Espectro</b>	10 - 66 GHz	< 11 GHz	< 6 GHz
<b>Funcionamiento</b>	Solo con visión directa	Sin visión directa (NLOS)	Sin visión directa (NLOS)
<b>Tasa de bit</b>	32 - 134 Mbps con canales de 28 MHz	Hasta 75 Mbps con canales de 20 MHz	Hasta 15 Mbps con canales de 5 MHz
<b>Modulación</b>	QPSK, 16QAM y 64 QAM	OFDM con 256 subportadoras QPSK, 16QAM, 64QAM	Igual que 802.16a
<b>Movilidad</b>	Sistema fijo	Sistema fijo	Movilidad pedestre
<b>Anchos de banda</b>	20, 25 y 28 MHz	Seleccionables entre 1,25 y 20 MHz	Igual que 802.16a con los canales de subida para ahorrar potencia
<b>Radio de celda típico</b>	2 - 5 Km. aprox.	5 - 10 Km. aprox. (alcance máximo de unos 50 Km.)	2 - 5 Km. aprox.

Fuente: IEEE

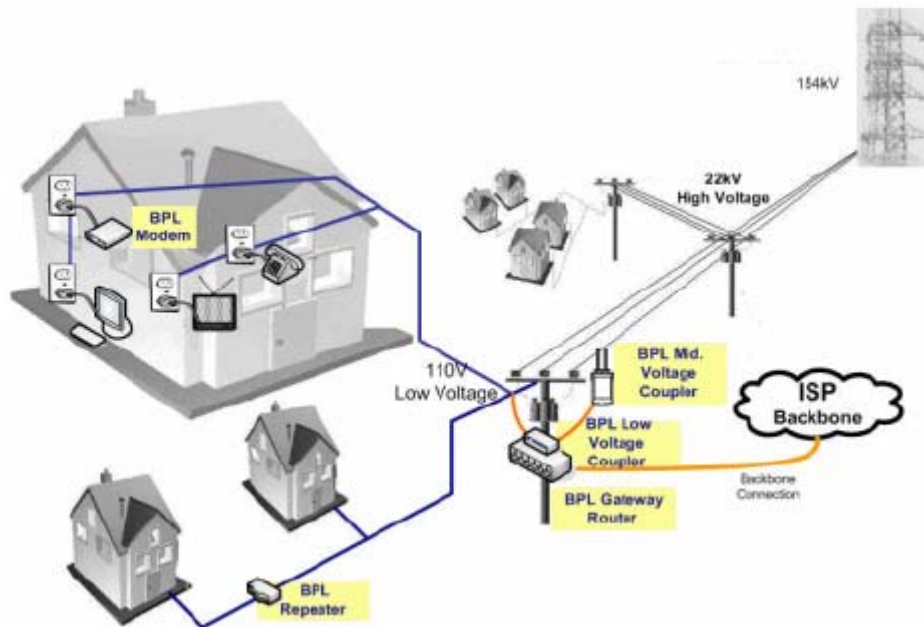
**Tabla. 2.8. Ventajas y desventajas de tecnologías de banda ancha**

### 2.1.4.3 PLC

También se habló de una nueva tecnología con características parecidas al ya afianzado Cable Módem, con la diferencia de que podría aprovechar una infraestructura ya instalada; la tecnología de acceso PLC, basada en la transmisión de información digital usando las redes de distribución de energía eléctrica existentes. Convierte la red de distribución eléctrica de baja tensión en una red de telecomunicaciones apta para transmitir datos y voz. Las velocidades del PLC son comparables con las del DSL o cable módem, velocidades de hasta 45 Mbps a través de la red secundaria de alimentación eléctrica de 110 voltios y 60 Hz. Modulación OFDM, utiliza la banda de frecuencias desde los 2 MHz a 30 MHz para los datos de manera de no interferir con la señal eléctrica. Área de cobertura de 100 y 500 m dependiendo de las frecuencias de transmisión empleadas. En las subestaciones eléctricas (o transformadores locales) se instalan servidores que se

conectan a Internet generalmente a través de fibra óptica. El protocolo a nivel de red es IP sin realizar ninguna conversión.

**Figura. 2.11. Infraestructura básica para PLC**



Fuente: Colegio nacional de ingenieros industriales. México

Tecnologías como FTTH, WiMAX y PLC podrían ser tecnologías comercialmente factibles y masivas en un futuro cercano, pero hoy en día su despliegue es limitado y deberá pasar mucho tiempo para que alcancen su masificación.

## 2.2 ESTÁNDARES DE LA TECNOLOGÍA DSL

### 2.2.1 Prestaciones de la tecnología DSL

La evolución en los contenidos y los nuevos tipos de servicios exigen que las tecnologías entreguen mayores prestaciones. El gran ancho de banda de las conexiones es un requerimiento fundamental para acelerar el proceso de difusión de los nuevos servicios. La tecnología DSL permite una gran capacidad de las conexiones en la “última milla”, a través de medios de transmisión convencionales como el par trenzado telefónico. Otro hecho importante es lograr que sobre este acceso se pueda brindar al usuario garantías de QoS<sup>57</sup>, pues hay aplicaciones que son más sensibles que otras. Este aspecto también está perfectamente solventado por la tecnologías DSL que incorporan diferentes características que garantizan la calidad de los datos transmitidos hasta el cliente final.

Las tecnologías HFC ofrecen grandes anchos de banda pero la característica de medio compartido hace que las velocidades reales que perciben los abonados sean mucho más bajas de lo ofrecido. En este sentido la tecnología DSL ya posee estándares que consiguen alcanzar velocidades comparables con las que ofrece el cable, y que además son enlaces dedicados.

Es importante remontarse a los orígenes del DSL, pues en un inicio esta tecnología no fue utilizada para los fines para los que se emplea en estos días. DSL empezó su evolución en los setentas, posteriormente, los laboratorios Bellcore en Estados Unidos desarrolló el primer servicio xDSL a finales de los 80s. Durante este período, las compañías de telecomunicaciones estaban planeando competir directamente con proveedores de televisión por cable para el mercado de video bajo demanda. Para hacer esto, ellos necesitaban una manera rentable de crear conexiones de gran capacidad para los suscriptores en sus hogares.

---

<sup>57</sup> Calidad de Servicio.

Lamentablemente, esta aplicación nunca fue totalmente desarrollada ni implementada apropiadamente.

DSL fue considerada para despliegue a gran escala recién en 1992 y 1993 por las telefónicas en Estados Unidos. Su gran “despegue” como tecnología de acceso fue en 1996, con la liberación formal del bucle de abonado en USA, situación que marcó el comienzo de una ola de servicios DSL.

Tantos años de evolución, principalmente los últimos cuatro, sumado al objetivo original de su creación, han hecho que DSL esté continuamente a la vanguardia tecnológica presentando características que eficientemente soportan servicios innovadores, ofreciendo grandes anchos de banda con técnicas avanzadas de codificación y que además alcanzan grandes distancias.

Hoy, el mercado de la banda ancha está marcado por conexiones de gran capacidad basadas en ADSL. Sin embargo, ésta sólo es la primera fase hacia una oferta de nuevos servicios. Servicios “Triple” y “Cuádruple Play” se han vuelto una realidad gracias a ADSL2+ y VDSL2, el primero ofrece velocidades multicanal de más de 20 Mbps, con distancias de más de 1,5 Km. y VDSL2 posibilitará servicios cercanos a 100 Mbps simétricos en bucles de 300 metros. Por el momento, su despliegue es limitado pero no pasará mucho tiempo para que sean las tecnologías más difundidas, pues la propia demanda de nuevos servicios impulsará su implementación y despliegue.

Por otro lado existen implementaciones que permiten un mayor control de la calidad de servicio por parte del *Working Text 101* de DSL Forum. Este mismo grupo investiga el *Low Frequency DSL*, que utiliza la banda por debajo de la usada para el flujo red-usuario en el ADSL normal. La banda se usa en los dos sentidos de forma solapada; esto permitiría alcances de hasta 12 Km. con pares de calibre 0,5 y velocidades de unos 180 kbps. Además existen otras líneas de evolución previstas: el *Asymmetric Digital Subscriber Line 2++* (ADSL2++ o ADSL4) que incrementa la

tasa de datos a 52 Mbps extendiendo la frecuencia máxima usada para la transmisión de datos en sentido descendente hasta 3.75 MHz, eso sí, con alcances menores.

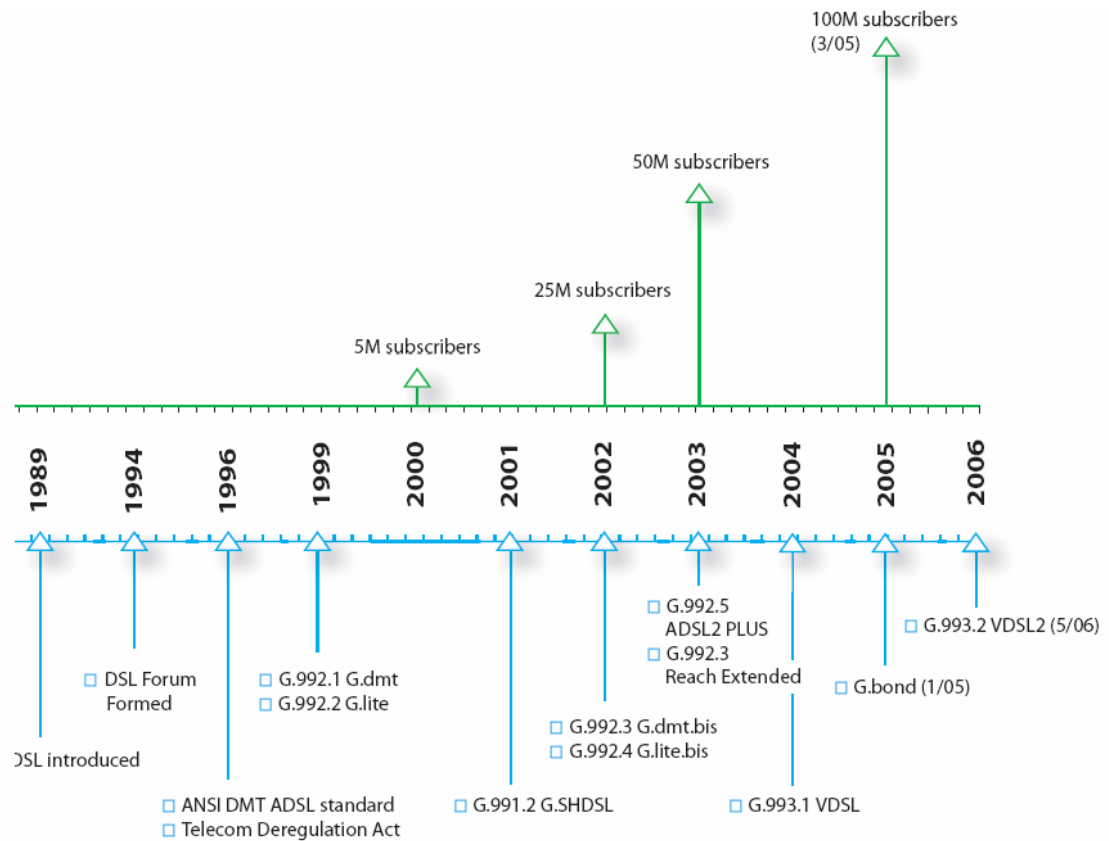
Las continuas investigaciones e innovaciones apoyadas por parte de una gran cantidad de empresas alrededor del mundo, demuestran una preferencia definitiva por las tecnologías DSL. Todo esto hace notar, que el DSL tiene respaldada su evolución de manera continua, garantizando innovaciones que se adaptarán a los adelantos tecnológicos de los servicios y comunicaciones según el tiempo lo requiera.

### **2.2.2 Resumen de estándares DSL**

Los estándares han ido evolucionando y cubriendo las necesidades tecnológicas de la época, así, con la introducción del ADSL2+, en el 2003, los *carriers* y los proveedores de servicios comenzaron a percibir las cantidades de ancho de banda necesario para la entrega efectiva de video sobre DSL. Después, a inicios del 2005, la ITU introdujo el estándar *G.bond* conocido como *Bonded ADSL2+*, como una forma de doblar el ancho de banda en sentido descendente sobre el par de cobre. Esta constituye una forma más efectiva para clientes alejados a una distancia mayor 1.8 Km. desde la Oficina Central, pero ya no cumple con las cortas distancia y altas tasas que el video demanda.

VDSL fue ratificado en el 2003, pero los proveedores de servicios estaban de acuerdo a que todavía se requería mucho trabajo en este estándar. Con la introducción del VDSL2 la industria formalizó la entrega de servicios triples: voz, video y datos.

**Figura. 2.12. Historia de los estándares DSL y su impacto en el mercado**



Fuente: "VDSL2. The Ideal Access Technology for Delivering Video Services". Revisión 2. Aware

La tecnología DSL tiene una amplia gama de estándares que cubren los diferentes escenarios, soportando nuevos servicios que satisfacen las necesidades en varios campos del mercado. A continuación se presenta un resumen de las diferentes tecnologías DSL, su campo de ocupación y sus principales características.

Estándar	ITU	Nombre	Capacidades Máximas (down/up Mbps)	Distancia media (metros)	Aplicaciones
SHDSL (1 par)	G.991.2	G.SHDSL	2,312/2,312	1800	Acceso negocios
SHDSL (2 pares)	G.991.2	G.SHDSL	4,624/4,624	1800	Acceso negocios

ADSL	G.992.1	G.dmt	7/1	3600	Usuarios de hogares y pequeños negocios. Tasas de descargas más rápidas que una conexión de marcado.
ADSL	G.992.2	G.lite	1,5/0,512	5400	Usuarios residenciales y de pequeños negocios. Conexión simple.
ADSL2	G.992.3	G.dmt.bis	12/1	3600	Creciente demanda de mayor ancho de banda. Soporta servicios de video.
ADSL2	G.992.4	G.lite.bis	8/1	5400	Orientado a hogares
ADSL2+	G.992.5	ADSL2plus	24/3,5	2500	Mayores anchos de banda. Capacidad para la entrega de todo tipo de servicios multimedia.
ADSL2-Re	G.992.3	Reach Extended	8/1	5800	Extensión del alcance
G.Bond	G.098.1	ADSL2+ Bonded	8/1	3600	Vincula dos líneas ADSL2/2+ para doblar en ancho de banda descendente
VDSL	G.993.1	Very high data rate DSL	55/15	1300	Universidades, grandes corporaciones. Cortas distancia grandes anchos de banda. Varias aplicaciones de video (HDTV).
VDSL2 12 MHz long reach	G.993.2	Very-high-data-rate DSL 2	55/30	1300	Servicios <i>Triple play</i> a largas distancias
VDSL2 30 MHz Short reach	G.993.2	Very-high-data-rate DSL 2	100/100	100	Servicios <i>Triple play</i> a cortas distancias

Fuente: Varias fuentes

Tabla. 2.9. Estándares DSL

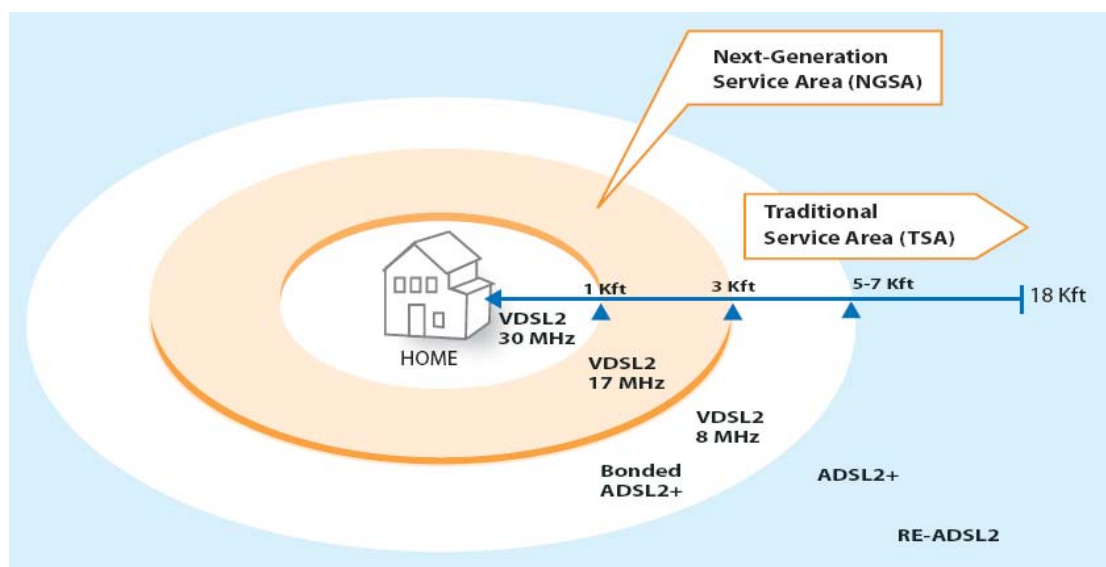


El desarrollo de las tecnologías DSL no solo ha logrado alcanzar grandes anchos de banda, permitiendo la entrega de servicios de nueva generación, sino que también se han visto en la necesidad de cubrir cada vez mayores distancias, por lo que también se ha desarrollado tecnologías que amplían el área de cobertura, dando así la posibilidad de llegar a mayores cantidades de clientes con grandes anchos de banda que soporten la entrega de nuevos servicios.

Para distancias mayores a 4,5 Km. existe un estándar que permite mejorar el nivel de la relación señal a ruido, el llamado ADSL2 Reach Extended (alcance extendido). Dejando de utilizar las altas frecuencias y aumentando la potencia de transmisión, logra extender el área de cobertura para una tasa de datos de 768 Kbps a unos 5,8 Km., 900 metros más que el ADSL2. Incrementando el área de Servicio en un 37%.

Para mantener grandes anchos de banda y llegar más allá de 1,5 Km., ADSL2+ y *Bonded ADSL2+* pueden ser desplegados para soportar servicios avanzados.

Figura. 2.13. Área de cobertura de los estándares DSL



Fuente: "VDSL2. The Ideal Access Technology for Delivering Video Services". Revisión 2. Aware.

Los enlaces asimétricos son definitivamente los ideales para los hogares, ya que los usuarios bajan más datos de los que suben a la Red. En esta categoría existen servicios como la difusión de video, el video bajo demanda o acceso a Internet que son aplicaciones típicas donde se necesitan unos anchos de banda elevados para recibir la información multimedia y solo unos pocos kbps por segundo para seleccionarla. En esta categoría DSL posee estándares como el ADSL, ADSL2 y principalmente ADSL2+, este último por su gran ancho de banda, soporta perfectamente los nuevos servicios de video.

ADSL2+ está respaldado por el despliegue de su antecesora ADSL, que ya ha alcanzado cifras considerables en nuestro país. La migración a ADSL2+ constituiría en una simple actualización de software, posibilitando a los proveedores de servicios actualizar las conexiones de sus clientes para que estos tengan la posibilidad de acceder a servicios innovadores, agregando a su conexión a Internet servicios de voz y video sobre un mismo enlace. Por otra parte se conoce que ADSL2+ ya está totalmente afianzado en mercados internacionales, pues después de más de casi tres años en el medio ha alcanzado su madurez tecnológica, probando ser una tecnología robusta, flexible y económica. Tanto los fabricantes de equipos como los proveedores de servicios han adoptado esta tecnología con gran éxito, haciendo que ADSL2+ hoy en día sea la preferida para que los proveedores de servicios mejoren sus redes y consecuentemente puedan entregar todo tipo de nuevos servicios.

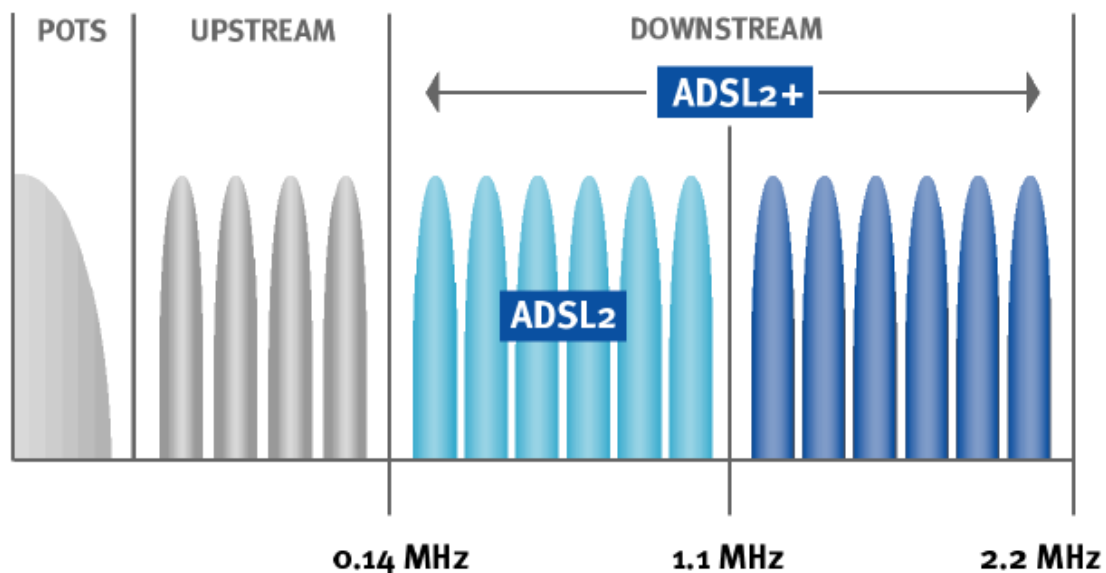
### **2.2.3 Algunas características de ADSL2+**

Las innovaciones que introduce el estándar ITU-T G.992.5 conocido como ADSL2+ permiten considerables mejoras en varios aspectos respecto a sus

antecesoras ADSL y ADSL2, estas mejoras constituyen puntos clave para lograr la implantación de redes que permitirán ofrecer aplicaciones de creciente demanda.<sup>58</sup>

### 2.2.3.1 Ancho de Banda

Figura. 2.14. Frecuencias utilizadas por ADSL2+



Fuente: "ADSL2 and ADSL2+ The New Standard". Aware.

En este estándar la cantidad de espectro utilizado sobre el par de cobre es el doble, esto permite un incremento considerable en el ancho de banda en sentido descendente de hasta 24 Mbps (teórico), para enlaces cortos menores de 1,5 km. Las primeras dos versiones de ADSL, utilizan anchos de banda en frecuencia para el flujo de datos de bajada de 1.1 MHz y 552 KHz respectivamente, mientras que ADSL2+ utiliza 2.2 MHz. Las tasas de transmisión en sentido ascendente en ADSL2+ están cerca del 1 Mbps (3,5 en ADSL2+ Anexo M), dependiendo de las condiciones

<sup>58</sup> La siguiente información ha sido tomada de diferentes fuentes principalmente del "Paper" *ADSL2 and ADSL2+ The New Standard* propiedad de *Aware*

del cable. La banda de frecuencias utilizada para la transmisión en sentido descendente es igual a las anteriores versiones del ADSL (25,8 a 138 kHz). Finalmente, la banda más baja se reserva para servicios POTS o ISDN<sup>59</sup> o hasta en algunos casos para el modo *todo digital* dependiendo del Anexo.

ADSL2+ usa la técnica de modulación denominada DMT<sup>60</sup> como método para separar el espectro de frecuencia de la señal DSL. Emplea varias portadoras, como si de diversos módems de banda local se trataran, cada una de estas portadoras, denominadas subportadoras, se modulan en cuadratura. Con DMT se obtiene 512 subportadoras separadas entre si 4,3125 KHz, escogido en relación con la duración del símbolo con el fin de reducir las interferencias entre portadoras y entre símbolos, con una ancho de banda de 4 kHz, esto para el canal en sentido descendente. Para el canal ascendente que va desde 26 a 138 kHz se obtiene 36 subcanales.

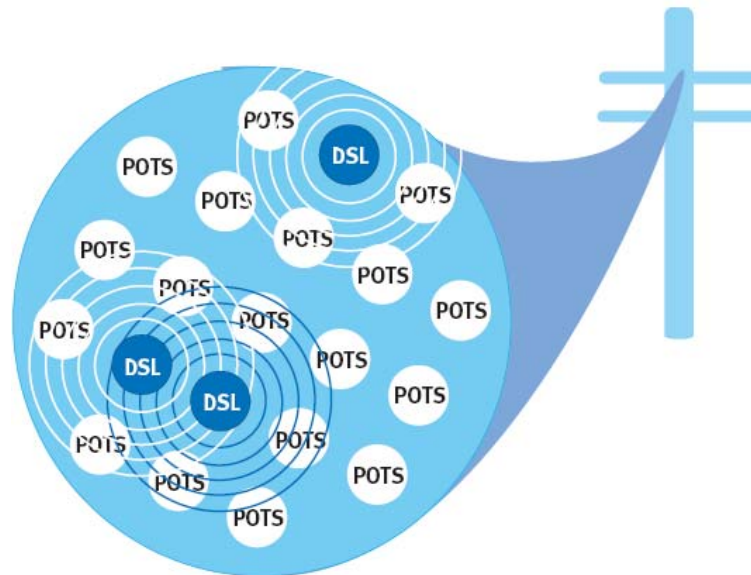
### 2.2.3.2 Inducción de ruido

Cuando en un mismo cable troncal multipar de planta externa están presentes varias líneas ADSL, estas pueden crear interferencias entre si, deteriorando la relación señal a ruido en el receptor, desmejorando la máxima velocidad de conexión que se podría establecer.

---

<sup>59</sup> Integrated Services Digital Network.

<sup>60</sup> Discrete Multitone.

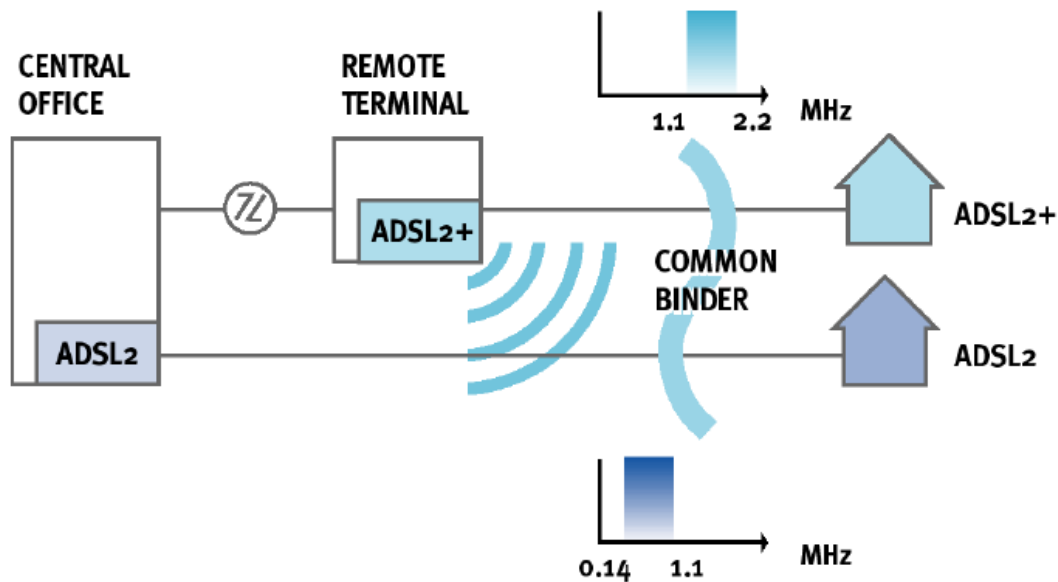
**Figura. 2.15. Líneas ADSL Interferentes**

Fuente: "ADSL2 and ADSL2+ The New Standard". Aware

ADSL2+ puede corregir este problema usando frecuencias bajo 1.1 MHz desde la Central Telefónica al Terminal remoto, y frecuencias entre 1.1 MHz y 2.2 MHz desde el Terminal remoto a la propiedad del cliente. Esto eliminará la mayor parte de la diafonía<sup>61</sup> entre los servicios y preservará las tasas de transmisión en la línea desde la oficina central.

<sup>61</sup> Crosstalk en inglés. La diafonía es la transmisión de señales de un hilo a otro circundante.

Figura. 2.16. Reducción de Interferencia entre líneas

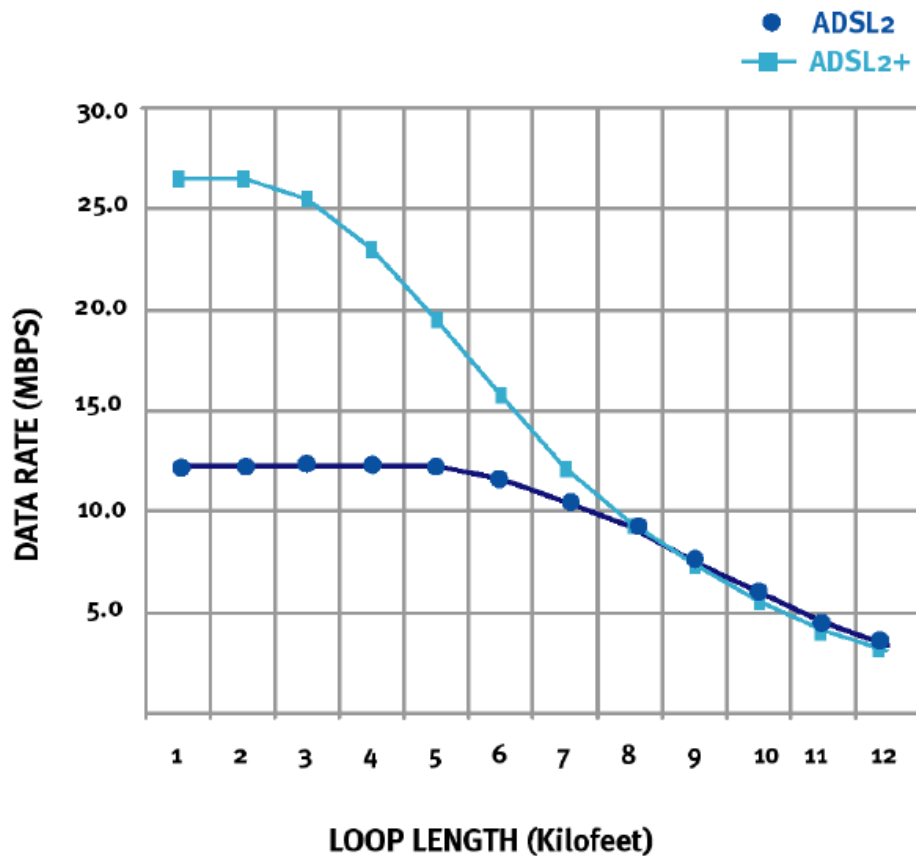


Fuente: "ADSL2 and ADSL2+ The New Standard". Aware.

### 2.2.3.3 Distancias

Gracias a su mayor eficiencia en la modulación, el ADSL2+ permite conseguir mayores velocidades que la tecnología ADSL para una misma distancia, considerando por distancia el recorrido existente entre el domicilio del cliente y la Central Telefónica. Además, alcanza altas velocidades medias de conexión, que bajo ADSL sólo son posibles para clientes cuyos domicilios se encuentran mucho más próximos a la Central Telefónica. Pero a partir de los 3000 metros, se comporta como ADSL, esto se debe a que la parte superior del espectro que ADSL2+ utiliza también es la más vulnerable a la diafonía y a la atenuación, 20 dB/km promedio, por tanto al aumentar la distancia, el ruido por diafonía y la atenuación son mayores, perdiendo los altos flujos de datos. Aunque el ADSL2+ ofrece una velocidad de transmisión elevada, su rango de cobertura es francamente reducido, por lo que tan solo es eficiente si el cliente final se encuentra a menos de 2 Km. de la central a la que se conecta.

Figura. 2.17. Velocidades de transmisión versus distancia



Fuente: "ADSL2 and ADSL2+ The New Standard". Aware.

#### 2.2.3.4 Velocidad adaptable

ADSL2+ permite adaptar la velocidad de transmisión dinámicamente, es decir, en función del volumen de ruido e interferencias que pudiera haber en la línea del cliente, esta tecnología ajusta la velocidad de la transmisión sin causar cortes y sin necesidad de reiniciar el módem, dando al usuario mejor calidad de navegación.

### **2.2.3.5 Funcionamiento interno**

La nueva generación de conexiones mejora la inicialización del módem, disminuyéndola a menos de 3 segundos y el funcionamiento de la línea. Reduce el tamaño de las tramas a 4 Kbps, comparado con los 32 Kbps del ADSL estándar, facilitando el despliegue de los datos. Incorpora además una capa adicional de corrección de errores, optimizando al máximo la información que circula por la capa física, con lo que las compañías pueden supervisar en tiempo real el funcionamiento de la conexión. También trae funciones de ahorro energético y la capacidad de transportar servicios basados en paquetes.

### **2.2.3.6 Compatibilidad y herencia**

ADSL2+ puede interactuar con otros estándares DSL, lo que hace ideal para la escalabilidad de la red. Además, conserva todos los beneficios de sus tecnologías predecesoras principalmente de ADSL2. Por otra parte, en el ADSL2+ se ha eliminado la posibilidad de escoger entre las dos modalidades que existían en el ADSL estándar y se ha optado por establecer el modo “Interleaver” como único, pues ADSL2+ está dirigido a aplicaciones sensibles (video y voz) que requieren mayor calidad en la transmisión.

### **2.2.3.7 Anexos**

Existen diversos anexos dentro del estándar ITU-T G.992.5:

- El Anexo A especifica un ADSL2+ con compatibilidad con POTS, es decir, se puede compartir el ADSL2+ con un canal telefónico estándar.
- El Anexo B ofrece compatibilidad con RDSI.



- El Anexo I es un modo “todo-digital”, sin canales telefónicos, que ofrece un mayor caudal de subida.
- El Anexo M es un modo compatible con POTS que ofrece un caudal de subida extendido, duplicando el número de bits en sentido descendente. La tasa de datos puede ser tan alta como 24 Mbps en sentido descendente y 3.5 Mbps en sentido ascendente dependiendo de la distancia desde el DSLAM al hogar del cliente. La principal diferencia entre esta especificación y el ADSL2+ básico es que la división de frecuencias ascendente/descendente ha sido cambiada desde los 138 kHz a los 276 kHz, permitiendo al ancho de banda en sentido ascendente incrementarse de 1 a 3.5 Mbps.
- Anexo L, extiende la máxima distancia de alcance usando más potencia en bajas frecuencias, permitiendo al enlace trabajar a distancias de 7 Km.

Anexo	Ambiente	USO DE TONOS					APLICABLE A		
		1-5	6-31	32-64	65-255	256-512	ADSL G.991.1	ADSL2 G.992.3	ADSL2+ G.992.5
A	POTS	POTS	UP	DOWN	DOWN	DOWN*	SI	SI	SI
B	ISDN	ISDN	ISDN	UP	DOWN	DOWN*	SI	SI	SI
C	TCM-ISDN <sup>62</sup>	POTS	UP	DOWN	DOWN	N/A	SI	SI	SI
I (ADSL)	TCM-ISDN	POTS	UP	DOWN	DOWN	DOWN	SI	NO	NO
I (ADSL2)	POTS	UP	UP	DOWN	DOWN	DOWN*	NO	SI	SI
J	ISDN	UP	UP	UP	DOWN	DOWN*	NO	SI	SI
L (RE-ADSL2)	POTS	POTS	UP**	DOWN**	DOWN**	N/A	NO	SI	NO
M(ADSL2/2+)	POTS	UP	UP	UP	DOWN	DOWN*	NO	SI	SI

\*Solo ADSL2+

\*\*No todos los tonos son usados

Fuente: “DSL anywhere Issue 2”. DSL Forum

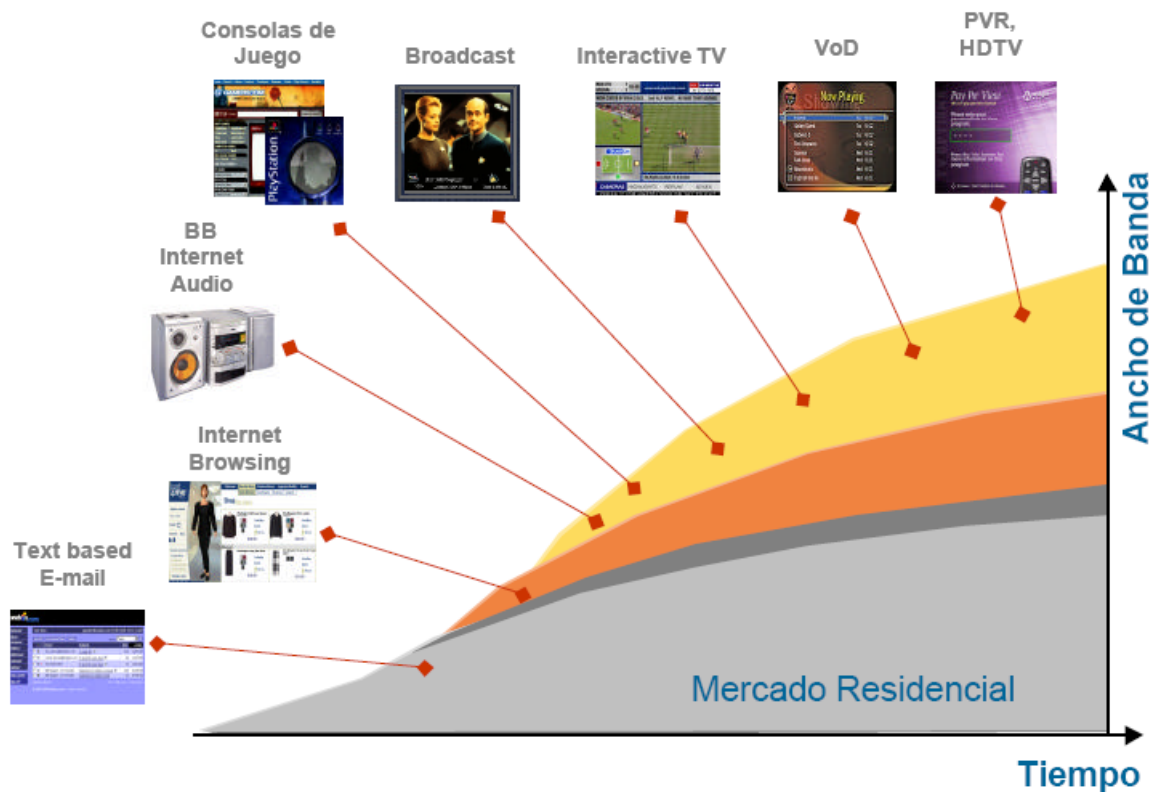
**Tabla. 2.10. Comparación de anexos en la familia ADSL**

<sup>62</sup> Time Compression Multiplexed Integrated Services Digital Network.

## 2.3 SERVICIOS DE BANDA ANCHA

La gran expansión del Internet ha impulsado la creación de numerosas aplicaciones. En un inicio los usuarios comunes utilizaban sus conexiones para la navegación por la Web, la mensajería instantánea, el intercambio de archivos, el comercio y correo electrónico. Según el tiempo avanza, las aplicaciones evolucionan, ya sea debido a la demanda de nuevos servicios o a la búsqueda de los proveedores por mantener sus clientes y captar nuevos. Nuevas aplicaciones interactivas y otros servicios digitales de alta calidad orientados principalmente al sector del entretenimiento, demandan cada vez de mayor ancho de banda debido a su gran contenido.

Figura. 2.18. Evolución de los servicios en el mercado residencial y su relación con el ancho de banda requerido



Fuente: Comisión del Mercado de las Telecomunicaciones

Aparte de la prácticamente infaltable conexión a Internet, la tendencia de los operadores es brindar a sus clientes residenciales servicios innovadores relacionados con el entretenimiento (televisión y juegos); además de otras alternativas de comunicación básica, más flexible y económica (llamadas telefónicas). La alternativa para la masificación del servicio DSL será entonces ofrecer nuevos tipos de servicios a precios atractivos dirigidos al mercado residencial, ya que este sector es el de mayor despliegue en el campo y que consecuentemente será el que traiga mayores ingresos al proveedor.

### 2.3.3 Servicios de Internet

Las operadoras telefónicas han sido las pioneras en el negocio del acceso a Internet a los hogares. Aprovechando la infraestructura ya desplegada, empezaron a brindar servicios de acceso a Internet por “marcación”. Mediante este tipo de conexiones es posible acceder a servicios de correo electrónico, realizar búsqueda informal de información, navegación Web y en menor cantidad *Chat*. Posteriormente se utilizó el par de cobre para el despliegue de las tecnologías DSL, consiguiendo velocidades de acceso mucho mayores que mejoraron las aplicaciones comunes de Internet como la descarga de archivos tales como: video, música, documentos, etcétera; además, navegación de páginas Web con contenido interactivo, la reproducción de video y música “en línea” (*streaming* de baja velocidad) y que además permiten la conexión permanente (*always on-line*). Por otra parte, con este tipo de conexiones se ha popularizado los servicios desarrollados sobre Internet como las llamadas IP de calidad media que se realizan a través del PC con software para voz sobre IP como el Messenger o el *Skype*.

### **2.3.4 Servicios de Voz**

En nuestro país las empresas de telefonía son de propiedad estatal y operan de cierta manera en un régimen de monopolio. Sus mayores ingresos provienen principalmente de los clientes residenciales que han venido acumulando desde su inicio, ofreciéndoles servicios de telefonía conmutada o tradicional.

La tecnología evoluciona hacia redes basadas en paquetes, por esta razón ha surgido la necesidad de que los proveedores de servicio busquen una forma de interconectar sus clientes sin perder la fiabilidad, conveniencia y funcionalidad de las redes telefónicas públicas conmutadas. En los últimos años ha empezado el despliegue del servicio de VoIP.

En Ecuador operadores con permisos habilitados para el servicio telefónico han incorporado a sus redes equipos SoftSwitch<sup>63</sup> para incursionar en el mercado de la telefonía IP. En los últimos meses, las operadoras SETEL, del grupo TV Cable, y Ecuador Telecom han iniciado la prestación de servicios de telefonía usando arquitecturas basadas en tecnología IP. De esta manera los proveedores de servicio han podido incorporar a su oferta aplicaciones de voz, teniendo así la posibilidad de proporcionar un servicio más barato por varios motivos; en primer lugar, las conexiones permanentes de banda ancha, evitan la tarificación por minuto de la red telefónica pública conmutada (RTPC) y en segundo lugar, se puede efectuar una llamada de larga distancia o internacional a través de una llamada local al ISP, obviando así la necesidad de pasar por el operador.

### **2.3.5 Servicios de Video**


Tradicionalmente se ha considerado a la televisión como un negocio que solo proveen las operadoras de cable. Sin embargo, la tendencia es que los proveedores

---

<sup>63</sup> Dispositivo central en una red telefónica IP.

de servicio también entreguen una señal de video. Ahora, las telefónicas deben empezar a planear el despliegue de plataformas que permitan servicios de video y además, utilizar en la “última milla” tecnologías que le garanticen la correcta entrega de este tipo de servicios; en este punto el ADSL2+ puede soportar de una manera rentable y eficientemente la entrega de video. Los modelos de servicios en el campo del video pueden ser tan variados como muestra la Tabla 2.11.

Modelo de negocio	Características	Interfase gráfica de usuario
<b>Difusión de TV</b>	Difusión de TV con oferta equivalente al cable y al satélite. Como servicio agregado se entrega una guía electrónica de programación.	
<b>TV interactiva y WEB-TV</b>	Repetición de escenas y secuencias o Acceso a la Web por TV	
<b>Pay-Per-View</b>	Pago por visión. Se puede ver programas previamente difundidos por las cadenas de TV en múltiples horarios. Compra de eventos	
<b>Video Virtual (PVR)</b>	Grabación y visualización de contenidos. Funciones de STOP, pause, FR, FF sobre el contenido grabado.	

<p><b>Video bajo demanda</b></p>	<p>Rentar películas en la red.  <i>Streaming</i> de VoD en tiempo real o en background.            Facturación individual de películas.</p>	
----------------------------------	---	---

Fuente: Alcatel

**Tabla. 2.11. Multimedia sobre DSL**

La difusión de TV y el video bajo demanda serían los modelos de negocio que mayores posibilidades de penetración tendrían en el país. El primero, por que los suscriptores en nuestro medio están familiarizados con este tipo de contenidos debido a la bien conocida televisión por cable; y el segundo, por que resulta una manera atractiva y novedosa para el usuario. Con este servicio el usuario tiene la posibilidad de ver lo que quiera cuando quiera, permitiendo flexibilidad al escoger contenidos enteramente al gusto del cliente. Puede además evitar cortes por publicidad. Las alternativas pueden variar desde películas hasta programas o eventos, por lo que lo más importante sería la variedad de contenidos que se puedan ofrecer. Tanto en las películas como en el resto de programas se permitirá pausar la reproducción, avanzar y retroceder.

La tecnología que promete mucho en este campo, es la televisión por IP o IPTV<sup>64</sup>. En los países asiáticos, ya hay un despliegue importante de la TV sobre IP, y Yahoo TV es el proveedor número uno. De acuerdo con una investigación de la firma Multimedia Research Group, se espera que los cerca de 2 millones de usuarios en el 2004 crezcan hasta unos 26 millones para el 2008, el año en el que se espera empezar el despliegue de esta tecnología en nuestro país. Por lo que IPTV

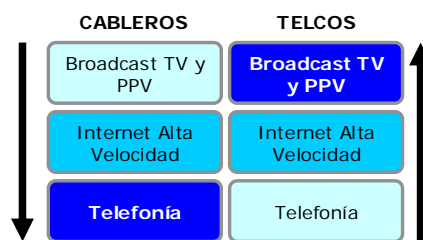
<sup>64</sup> Internet Protocol Televisión.

presentará una amplia gama de soluciones en equipos y tecnología madura para garantizar el correcto despliegue en el Ecuador.

El despliegue de IPTV resulta difícil, pues la tecnología para brindar este servicio es aún poco conocida en el país. Pero lo más importante, es que requiere una inversión en infraestructura muy elevada que no todos los proveedores lo pueden asumir, por lo que en un inicio el servicio estaría disponible para unos pocos.

Dos son los operadores de telecomunicaciones más importantes, las Telefónicas y las Operadoras de TV, cada uno con su espacio bien definido en el mercado. En un inicio, entregaban servicios orientados exclusivamente a las áreas para las que fueron creados. Hoy los límites empiezan a borrarse. Las operadoras de televisión brindan TV de pago e Internet y empiezan a brindar servicios de telefonía. Las telefónicas por su parte comenzaron con el servicio de voz tradicional, posteriormente a través de los IPS empezaron a entregar conexiones a Internet, ahora, ya empiezan a planear el despliegue de TV en sus redes.

**Figura. 2.19. Tendencia de los operadores de telecomunicaciones en la prestación de servicios**



Fuente: OVUM

La tendencia es clara, se está pasando de una plataforma para cada tipo de servicios, a una competencia en servicios soportados en una sola plataforma. Y para el cliente, pasar de tener varios proveedores para cada servicio a un solo proveedor para todos los servicios.

## CAPÍTULO III

### INFRAESTRUCTURA DE RED DE ACCESO

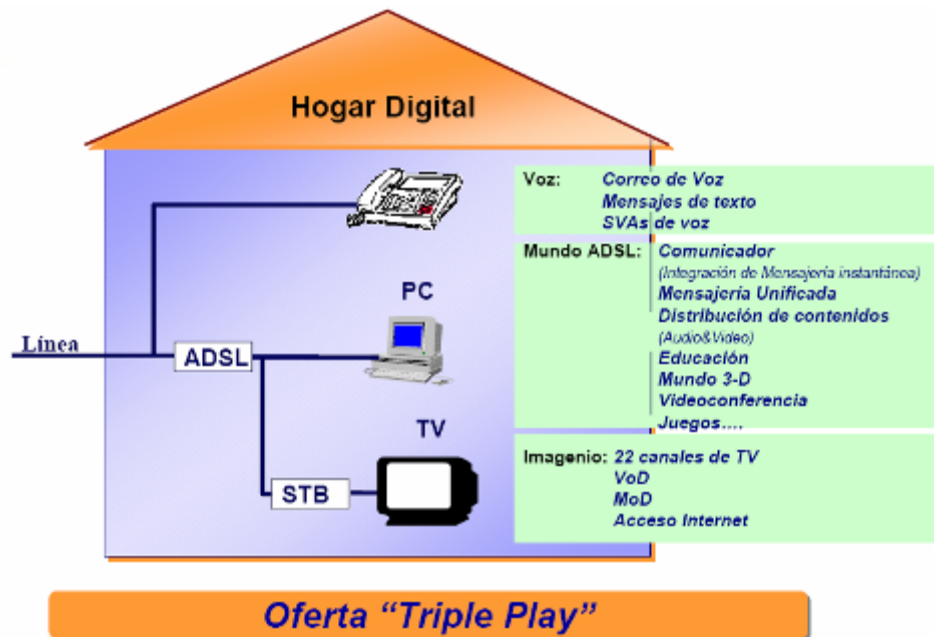
#### 3.1 ARQUITECTURA DE RED PARA SERVICIOS *TRIPLE PLAY*

##### 3.1.1 Introducción e importancia de los servicios *Triple Play*

*Triple Play* no es una nueva tecnología, es más bien un concepto orientado a los negocios y marketing pero que no deja de depender de las tecnologías. El *Triple Play* está estrechamente relacionado con dos conceptos: *Envolver*, un término de marketing que significa empaquetar varios servicios y *convergencia tecnológica*, consiste en varios servicios sobre infraestructuras y tecnologías comunes.

La idea de un servicio *Triple Play* puede ser simplemente la posibilidad de un cliente de tener un servicio combinado de TV + Internet + Telefonía con un sólo costo mensual y conexión permanente, sin importar, si está suscrito a varias empresas que le brindan los servicios, ni tampoco, si utiliza más de una conexión y tecnología para acceder a estos servicios. Pero realmente el servicio *Triple Play puro* es aquel en que el usuario accede a servicios de voz, video e Internet a través de una sola tecnología de acceso, un solo proveedor y por tanto una sola factura.



Figura. 3.1. Ejemplo de oferta *Triple Play* Telefónica España

Fuente: Telefónica

El *Triple Play* es el futuro inmediato en el campo de los servicios de comunicaciones. Este nuevo modelo de servicios es una oportunidad para masificar el despliegue de las conexiones DSL y su implementación entrega beneficios a ambas partes del negocio, así algunos de los beneficios para el usuario serían:

- Integración de servicios. De esta forma un usuario podrá percibir un único servicio empaquetado, en lugar de tres servicios independientes.
- Personalización y flexibilidad del servicio, lo que se traduce en un tratamiento diferenciado y personalizado a los usuarios.
- Factura única, simplificando los procesos de pago y control de gastos.
- El *Triple Play* es ofertado tanto por compañías operadoras de televisión por cable así como por operadores de comunicaciones, la competencia entre estos puede traer una considerable reducción de tarifas.

Para los proveedores y operadores los beneficios serían:

- Aumento de ingresos mediante la introducción de nuevos servicios y captación de más usuarios (ARPU<sup>65</sup>).
- Incremento en la lealtad o fidelidad de los usuarios a un operador en particular, gracias a una atención personalizada y única para todos los servicios.
- Plataforma de administración centralizada.
- Una sola red, múltiples fuentes de ingreso
- Optimización en el uso de las infraestructuras existentes a fin de reducir los costos que permitan ofrecer tarifas de servicios más baratos, de tal forma que garanticen su permanencia y diferenciación en el mercado.
- Simplicidad en los procesos de atención al cliente y pago de facturas, personalización y flexibilidad de servicios.

### 3.1.2 Componentes en una red Triple Play

La arquitectura de red para proveer servicios *Triple Play* esta formada por cuatro bloques principales básicos: los proveedores de servicios, la red de transporte, las redes de acceso (xDSL) y los equipos de usuario.

#### 3.1.2.1 Proveedores de servicios

En este punto se localiza la *cabecera* de servicios, contienen una serie de equipos que administran los servicios multimedia y es donde se establece la comunicación con Internet. En el caso del video, el video de difusión se captura vía satélite o directamente del difusor y se codifica, al igual que el video almacenado. Posteriormente todas las señales de video digital se transforman en paquetes para la

---

<sup>65</sup> Ingreso medio por usuario que obtiene en un mes una compañía de servicios.

inserción en la red IP de transporte. Aquí también reside un *SoftSwitch*<sup>66</sup> que realiza el control de las llamadas IP y permite la comunicación con la red PSTN. Como parte de la administración el proveedor de servicios implementa mecanismos de QoS así como también protocolos de control como: Autenticación, Control de usuarios, Facturación, Interactividad para VoD<sup>67</sup>, etcétera. Todos estos servicios son entregados al sistema de transporte a través de medios de gran capacidad, generalmente la fibra, pues permite enlaces a grandes distancias.

### 3.1.2.2 Sistema de transporte

Dentro del sistema de transporte se pueden englobar todos los elementos encargados de llevar los contenidos multimedia hasta el punto de acceso y atender las peticiones de éste por un canal de retorno.

La red troncal de transporte constituye el primer nivel de la red de transporte y se encarga de hacer posible que la red alcance cualquier extensión geográfica. La red de transporte en si, debe entregar una gran capacidad con calidad de servicio, dependiendo del tipo de servicios que se requiera transportar. El transporte digital es bidireccional y se realiza mediante tecnologías de alta velocidad.

### 3.1.2.3 Red de Acceso

A través de la red de acceso deben llevarse a cabo las tareas de transmisión de datos y conmutación, teniendo como misión principal multiplexar la información proveniente de diferentes proveedores de servicios o distintos usuarios y adaptar el sistema de transporte a las características específicas del “bucle de abonado”. El dispositivo que realiza estas funciones en las tecnologías xDSL es el DSLAM. En la dirección descendente, solo se entrega al abonado el contenido de video

---

<sup>66</sup> Dispositivo central en una red telefónica IP.

<sup>67</sup> Video On Demand.

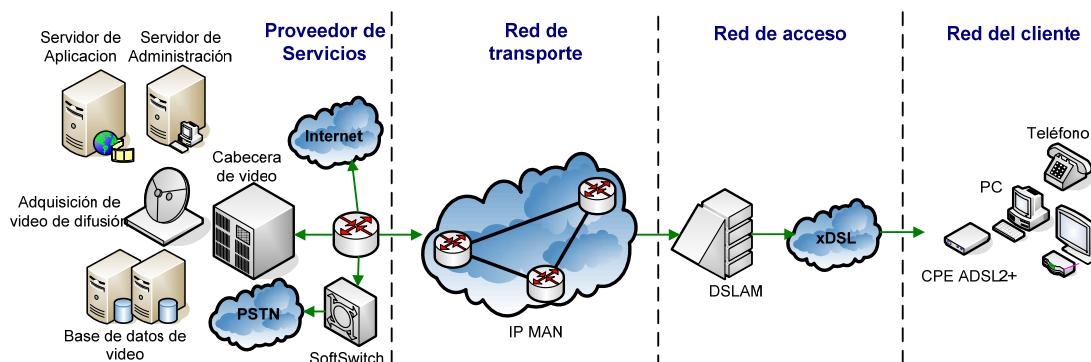
seleccionado, tanto como canal de TV de difusión, como programa de VoD, además se entrega toda información de Internet y la señal de voz en el caso de una llamada telefónica. En la dirección ascendente se envían todas las peticiones del cliente y la señal de voz.

A la red de acceso también se le llama la “última milla” por que representa la última parte de la red de comunicación. Las distancias entre el punto de acceso y el usuario son desde 100 metros hasta unos pocos kilómetros en las tecnologías xDSL.

#### **3.1.2.4 Red de usuario**

En este bloque se encuentran los equipos de usuario y es donde termina el servicio. Entre los dispositivos del usuario hay dos tipos de componentes básicos: El dispositivo de terminación de la red y los equipos propiamente del usuario. El dispositivo de terminación de la red finaliza la capa xDSL, generalmente se le conoce como Módem y es el que realiza la tarea de demodular la señal recibida para entregarle al cliente y modular la información del cliente para ser enviada a la red. Dependiendo del servicio que se está entregando este dispositivo también entrega ATM, Ethernet y funciones de proceso IP. También puede realizar funciones de gestión, mantenimiento, señalización y tasación. La interfase con el usuario puede ser Ethernet o USB dependiendo del tipo de módem.

Entre los equipos de usuario pueden estar un *set top box* (STB) que decodifica la señal de video, un computador personal (PC) y un teléfono dependiendo del tipo de servicio requerido.

Figura. 3.2. Arquitectura *Triple Play* por bloques

Fuente: Elaboración Propia

### 3.1.3 Requerimientos y análisis de la tecnología para los servicios en la “última milla”

En años recientes, **IP**<sup>68</sup> ha surgido como la capa de red y el protocolo de servicio preferido. Este es ampliamente desplegado en el núcleo de las redes de proveedores de servicios, así como también en negocios y aún en redes residenciales. Usando IP hasta el cliente final se logrará mayor eficiencia ya que no es necesaria la transformación intermedia de protocolos. Desde el punto de vista de los servicios un gran número de aplicaciones basadas en IP están disponibles, incluyendo **VoIP**, acceso a Internet, redes privadas virtuales y otros servicios de datos, y difusión de video y video bajo demanda con **IPTV**. Por otra parte, la expansión del IP también ha contribuido al desarrollo de servicios de red tales como la diferenciación de servicios que define un conjunto de protocolos de calidad de servicio basados en IP que se valen de la clasificación y etiquetas en los paquetes para un manejo especial dentro de la red. Similarmente, protocolos *multicast* basados en IP permiten la eficiente entrega de información a múltiples destinos. Todo lo mencionado anteriormente solo hace pensar que el IP se volverá

<sup>68</sup> Internet Protocol.

gradualmente el estándar global para todos los servicios y particularmente para la televisión digital.

Decidir cuales servicios introducir tendrá un impacto significativo sobre las decisiones en la arquitectura de red. Si un Operador está interesado en ofrecer servicios *Triple Play* básico, deberá tomar diferentes consideraciones para adaptar su red a nuevos tipos de servicios. Uno de los requerimientos más cruciales es el ancho de banda total, la Tabla 17 muestra una serie de servicios, entre los que se encuentran, desde el clásico acceso a Internet hasta los más recientes como HDTV<sup>69</sup> con sus respectivos requerimientos de ancho de banda aproximados.

Servicio	Acho de banda requerido
Servicios LAN transparentes	100 Mbps simétrico
Videoconferencia de alta definición	6 Mbps simétrico
Videoconferencia de menor calidad	128 a 512 kbps simétrico
Difusión de video de calidad	6 a 8 Mbps asimétrico
Video Digital MPEG-2 SD	2 a 3 Mbps asimétrico
Video bajo demanda (comprimido)	3 Mbps asimétrico
HDTV MPEG-2	15 a 18 Mbps asimétrico
HDTV MPEG-4	6 a 9 Mbps asimétrico
IPTV por canal (comprimido)	6 Mbps asimétrico
Audio Digital	1 Mbps asimétrico
VoIP, POTS por línea	64 kbps simétrico
Juegos interactivos	5 Mbps promedio simétrico
Aplicaciones streaming	1.5 Mbps asimétrico
Navegación Web rápida (Internet)	200 kbps asimétrico

Fuente: Varias fuentes

**Tabla. 3.1. Requerimientos de ancho de banda para diferentes servicios**

<sup>69</sup> High Definition TV por sus singlas en inglés. Televisión de alta definición.

### 3.1.3.1 Comunicación personal

Los servicios de comunicación personal para los clientes residenciales son entregados actualmente a través de un puerto de servicio tradicional de red PSTN<sup>70</sup>, pero este servicio está siendo paulatinamente reemplazado por los servicios de voz sobre protocolo Internet, debido a la tendencia de desarrollar una única red convergente para varios servicios basados en paquetes. La VoIP implica en general un mejor servicio telefónico, precios más bajos, nuevas funcionalidades, además el proveedor puede reducir la inversión en equipos, disminuir cargos de interconexión, optimizar recursos, realizar menor mantenimiento, implementar una administración centralizada y obtener más oportunidades de negocio.

La telefonía IP permite que la señal análoga del teléfono sea procesada y digitalizada por medio de un **codec**<sup>71</sup> de modo que una vez convertidas en paquetes de datos puedan ser enviadas a través de la red utilizando la tecnología IP, de esta manera el cliente se libera de la dependencia del operador de telefonía TDM<sup>72</sup>. Hay que tomar en cuenta que si el cliente realiza una llamada de IP a IP el proveedor no tendrá que lidiar con el operador de telefonía TDM, pero por el contrario si el cliente necesita comunicarse con un teléfono convencional el proveedor tendrá que negociar los costos de interconexión.

#### Codificación de la voz

Cuando la voz analógica hace entrada al dispositivo IP se convierte a un formato digital y entonces es codificada de acuerdo a un método de codificación específico que determina la velocidad del flujo de datos. La codificación comprime la voz y la fracciona en paquetes, para esto se usa un *codec de audio*, un tipo de *codec*

---

<sup>70</sup> Public Switched Telephone Network.

<sup>71</sup> Codificador – decodificador.

<sup>72</sup> Time Division Multiplexing.

específicamente diseñado para la compresión y descompresión de señales de sonido audible para el ser humano.

Las dos técnicas mayormente utilizadas en codificación de voz son los sistemas *waveform coding* (codificación de forma de onda) y *vocoder*. La primera tiene por objetivo reproducir la señal decodificada lo más parecido a la señal original. Los *vocoders*, por otro lado, toman en consideración el modelo de producción de la voz para reproducir una señal perceptivamente igual a la original, estos *codecs* han permitido bajar considerablemente la tasa de codificación sin una pérdida perceptiva de la calidad de voz.

#### *Codecs de forma de onda*

El **ITU-T G.711** usa como técnica de modulación PCM<sup>73</sup>. El codificador utiliza 8 bits por muestra, las cuales son muestreadas a una tasa de 8 kHz codificando a una tasa de 64 kbps y no comprime la voz. El estándar G.711, establece dos tipos de algoritmos de compresión: la ley  $\mu$ , la cual es utilizada como estándar PCM en Estados Unidos, y la ley A, la cual es utilizada como estándar PCM en Europa. G.711 es el estándar por defecto para todos los fabricantes de dispositivos IP, así como para el PSTN y ha estado vigente ya varios años.

Los estándares ITU-T G.726 y G.727 emplean modulación ADPCM<sup>74</sup> obteniendo tasas de 40, 32, 24 y 16 kbps dependiendo del modo.

#### *Vocoders*

Entre los *vocoders* destaca el ITU-T G.729 con CS-ACELP<sup>75</sup> como técnica de modulación. G.729 es soportado por varios fabricantes para comprimir la voz operando a 8 kbps y con buena calidad de la voz. Con calidad ligeramente menor

---

<sup>73</sup> Pulse Code Modulation.

<sup>74</sup> Adaptive Differential PCM.

<sup>75</sup> Conjugate-Structure Algebraic Code Excited Linear Prediction.



que el G.711, este es el segundo estándar más común implementado. G.729 es un *codec* propietario con una licencia costosa.

G.723.1 opera a 6.3 kbps con ACELP<sup>76</sup> y 5.3 kbps con MP-MLQ<sup>77</sup>, aunque este estándar reduce el consumo del ancho de banda, la voz es notablemente pobre comparada con el estándar G.729 y no es muy popular para la VoIP.

Método de compresión	Estándar ITU	Tasa (kbps)	Bits por muestra	Tasa de muestreo	Retardo de codificación (ms)	MOS
PCM	ITU-T G.711	64	8	8000	0,125	4,5
ADPCM	ITU-T G.721	32	4	8000	0,125	4
MP-ACELP	ITU-T G.723.1	5,3	159	33,33	30	3,4
		6,3	189	33,33		
MR-ADPCM	ITU-T G.726	16	2 - 5	8000	0,125	2
E-ADPCM	ITU-T G.727	24				3
		32				4
		40				4,3
LD-CELP <sup>78</sup>	ITU-T G.728	16	10	1600	5	4,2
CS-ACELP	ITU-T G.729	8	80	100	10	4
CS-ACELP	ITU-T G.729A	8	80	100	10	4

Fuente: Varias fuentes

**Tabla. 3.2. Características de algunos *codecs***

Entre los *codecs* analizados hay algunos que son estándar y otros son técnicas propietarias. La mayoría de fabricantes soportan uno o más de los estándares

<sup>76</sup> Algebraic Code Excited Linear prediction.

<sup>77</sup> Multipulse Maximum Likelihood Quantization.

<sup>78</sup> Low Delay Code Excited Linear Prediction.

mencionados y evitan las soluciones propietarias por el costo que tienen las licencias.

La red telefónica tradicional ha entregado confiabilidad y gran calidad en las comunicaciones de voz por años. La voz se transporta por un canal estándar 64 kbps, este ancho de banda garantiza que cada llamada lleve la voz como un flujo digital continuo desde el cliente hasta el punto de acceso.

Los requerimientos de telefonía en cuanto ancho de banda, son bastante pequeños comparados con otros servicios, usando el *codec* ITU-T G.711 PCM para digitalizar la voz requeriría tan solo un ancho de banda aproximado de 64 kbps. En la dirección descendente el G.711 consume más ancho de banda que otros *codecs*, arriba de los 84 kbps incluyendo la información TCP/IP. Esto debe tomarse en cuenta como parte del diseño de la capacidad del *up link* del DSLAM para cada cliente, haciendo una estimación del posible tráfico de voz generado por los clientes a los que sirve el DSLAM; el ancho de banda seleccionado debe ser el suficiente para que las llamadas no sufran degradación. El problema del ancho de banda está aparentemente solventado pues afortunadamente en los últimos años, se han instalado enlaces de gran capacidad como *Gigabit Ethernet* o mediante fibra óptica, que han permitido reducir los retardos considerablemente a niveles aceptables.

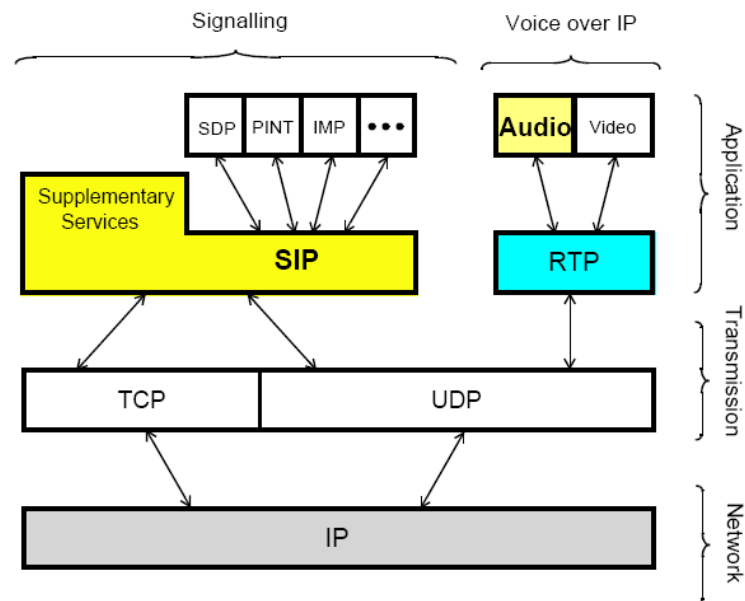
Con G.711 para VoIP se entregará la mejor calidad de voz, ya que no usa compresión y es el mismo *codec* que utiliza la red PSTN por lo que el sonido es el más cercano a un teléfono normal, además tiene la más baja latencia ya que no hay necesidad de comprimir la voz, lo que además se traduce en disminución del costo de energía de procesamiento; tiene un amplio soporte debido a su gran despliegue, la gran mayoría de fabricantes lo adoptan como estándar, por lo tanto también los proveedores lo han tomado como solución.

## Protocolos para VoIP

En VoIP, hay un protocolo de señalización y un protocolo de transmisión de la voz. Ambos protocolos requieren que toda la información sea transportada en paquetes IP. Los protocolos utilizados por la VoIP son:

- IP, TCP<sup>79</sup>, UDP<sup>80</sup>.
- RTP<sup>81</sup>, RTCP<sup>82</sup>.
- SIP<sup>83</sup>, H.323 (ITU-T).

**Figura. 3.3. Arquitectura de Protocolos Multimedia**



Fuente: Internet Engineering Task Force

H.323 fue el primer protocolo de señalización y aún es el más usado, sin embargo su declive es evidente. Interactúa fácilmente con POTS e ISDN. Uno de los nuevos protocolos de control de las llamadas es SIP, exclusivo para telefonía IP y

<sup>79</sup> Transmission Control Protocol.

<sup>80</sup> User Datagram Protocol.

<sup>81</sup> Real-Time Transport Protocol.

<sup>82</sup> Real-Time Control Protocol.

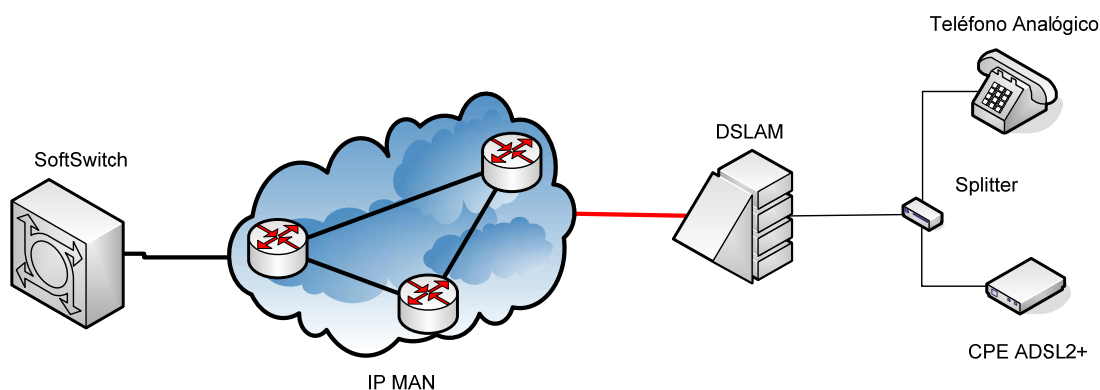
<sup>83</sup> Session Initiation Protocol.

que es más flexible que H.323. SIP tiene la función de establecer la sesión IP entre usuarios para configurar llamadas de VoIP y también conferencias multimedia o sesiones *Multicast*. Hay que tener muy claro que SIP no transporta la voz o los contenidos multimedia sino más bien realiza la comunicación de los usuarios a través del *SoftSwitch*.

Los protocolos RTP/UDP se usan para el transporte de voz. El UDP o TCP se encargan del transporte de las tramas de control y señalización.

### Solución para el servicio de voz

Para el servicio de voz sobre IP se ha planteado una solución en la que el equipo de acceso, este caso el DSLAM, realizará la transformación de la señal de voz a paquetes de datos IP. Estos paquetes serán llevados por la red de transporte al *SoftSwitch* del proveedor de servicios, donde se realizará la comunicación con otros clientes IP o en su defecto se realizará la comunicación con la red PSTN. En la localidad del cliente se requerirá la instalación de un *splitter*, el mismo que divide la señal de voz para el terminal telefónico y la señal de datos para el CPE<sup>84</sup>.



Fuente: Elaboración propia

<sup>84</sup> Customer Premises Equipment.

Esta solución proveerá al cliente de una línea telefónica, suficiente para satisfacer la demanda en su hogar. El cliente, familiarizado con su teléfono convencional, no experimentará ningún cambio en el uso de su Terminal para realizar su comunicación de voz.

Para que el DSLAM maneje la señal de voz, debe ser equipado con tarjetas POTS y tarjetas de procesamiento AC16, habilitándolo para interactuar directamente con la plataforma *SoftSwitch*<sup>85</sup> utilizando la red IP. Las tarjetas internas del DSLAM realizan el procesamiento e interfase de la señal de voz. La señal analógica procedente del cliente es recibida en la “tarjeta de línea” y dividida para pasarla a la tarjeta POTS en donde la señal se normaliza, es decir adecua la voz para que sea digitalizada. Posteriormente la señal es redirigida a la tarjeta AC16 donde se digitaliza y se convierte en paquetes IP; finalmente se transmite la señal por los puertos de *uplink*<sup>86</sup> del DSLAM a través de la red de datos IP hasta el *SoftSwitch*. Como en este caso al usuario se le va a entregar servicios de voz y datos, se requiere utilizar un puerto de la tarjeta de línea regular ADSL2+ y un puerto de la tarjeta POTS para proveer la señal de voz. De esta manera la banda tradicional de voz, por debajo de los 4 kHz, se usa para transmitir la señal de voz al DSLAM optimizando el uso del espectro de datos y destinándolo solo al servicio de video y la conexión a Internet. La configuración del DSLAM dependerá de los requerimientos de la cantidad y distribución geográfica de clientes que ocupen los servicios de voz y datos.

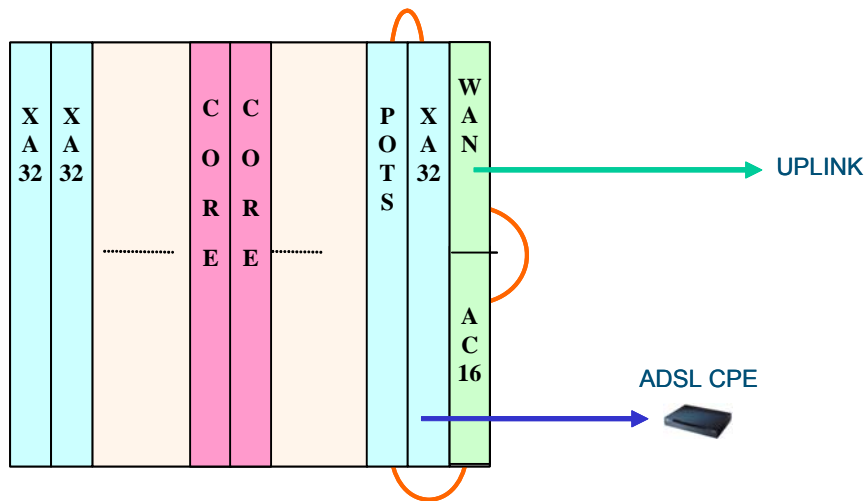
El esquema de conexión en el DSLAM entre las tarjetas se muestra a continuación:

---

<sup>85</sup> Dispositivo central en una red telefónica IP.

<sup>86</sup> Interfase del nodo con la red de transporte.

Figura. 3.5. Conexión de las tarjetas en el DSLAM para VoIP



Fuente: Fiberhome

### 3.1.3.2 Servicios de video

El **IPTV** que significa *Internet Protocol Televisión*, se ha convertido en la denominación más común para describir un número de servicios de video empaquetado sobre una red de banda ancha de protocolo IP. Estos servicios de video pueden variar desde un servicio de difusión de video, que imita al tradicional servicio de difusión de TV y televisión por cable, hasta el video bajo demanda.

Cualquier red IP de banda ancha puede soportar un servicio IPTV, sin embargo, el IPTV se ha constituido como la solución de las compañías telefónicas para entregar televisión a audiencias masivas sobre la infraestructura existente, que por el momento solo entregan acceso a Internet. IPTV ofrece a sus operadores flexibilidad y valor agregado en forma de nuevos servicios entregados a los clientes generando de esta manera rentabilidad y competitividad para la empresa; además, IPTV entrega contenidos de manera eficiente, es decir, se envía solo el contenido solicitado por el

usuario, liberando de esta manera la capacidad en el espectro asignado a cada cliente. La televisión sobre IP permite integrar junto con Internet y VoIP todos los servicios en una sola red, asegurando mejor control de los usuarios y eficiencia en el QoS.

Tal como la telefonía IP el IPTV no es un protocolo, sino más bien una aplicación de banda ancha. En el IPTV, el contenido de video analógico se digitaliza y comprime usando un *codec*<sup>87</sup> de video, las señales de video obtenidas son convertidas en paquetes de datos y enviadas a través de una red IP hasta el usuario final.

El IPTV se diferencia de la televisión por cable en la forma de transmitir la señal de video. La televisión por cable es un servicio tipo “difusión”, en la cual todos los canales disponibles son difundidos a todos los clientes. En el IPTV, un STB<sup>88</sup> permite o restringe el acceso a canales, dependiendo de las preferencias del suscriptor. IPTV utiliza protocolos *unicast*<sup>89</sup> y *multicast*<sup>90</sup>, los cuales personalizan el contenido para cada cliente individualmente en el caso del video bajo demanda o un grupo de clientes para la difusión de TV.

El servicio de video es determinante a la hora de configurar el ancho de banda necesario, pero como ya se mencionó, con el desarrollo de la tecnología xDSL que alcanza altos flujos de datos y algoritmos mejorados de compresión de video, los proveedores de servicios están en capacidad de desplegar servicios de video de muy buena calidad.

---

<sup>87</sup> En los servicios de TV, la comunicación es unidireccional, por lo que en este caso el *codec* solo codifica la señal de video en el lado del proveedor y solo decodifica la señal en el equipo del cliente.

<sup>88</sup> Set Top Box.

<sup>89</sup> Envío de información desde un único emisor a un único receptor.

<sup>90</sup> Envío de la información en una red a múltiples destinos simultáneamente.

## Compresión de video

La compresión de video es un elemento clave para el despliegue de servicios multimedia, puesto que el video digital sin comprimir supone un flujo de datos demasiado grande para poder ser tratado, transmitido o almacenado. El video de definición estándar define alrededor de 221 Mbps y el video de alta definición 1.3 Gbps.

La elección del *codec*<sup>91</sup> para la compresión del video tiene mucha importancia, porque determina la calidad final del video, la tasa de bits que se enviarán, la robustez ante las pérdidas de datos y errores, el retraso por transmisión, entre otros aspectos.

Para la compresión de video existen dos técnicas bien diferenciadas, con pérdidas y sin pérdidas. La técnica de compresión sin pérdidas es Motion-JPEG<sup>92</sup>, pero no es utilizada pues utiliza un gran ancho de banda. El tipo de compresión con pérdidas es en el que se basa **MPEG**<sup>93</sup> y sus derivaciones, el cual consiste en utilizar un algoritmo de codificación para reducir la cantidad de bits. Tal vez la mayor desventaja del MPEG frente al JPEG es el costo, ya que una disminución del tamaño de la señal implica una mayor complejidad en el proceso de compresión.

Varios son los estándares de compresión más usados para comprimir el video, a continuación se presenta una gráfico en el que se muestra como han ido apareciendo y su relación con software de reproducción de video que en algunos casos los han adoptado.

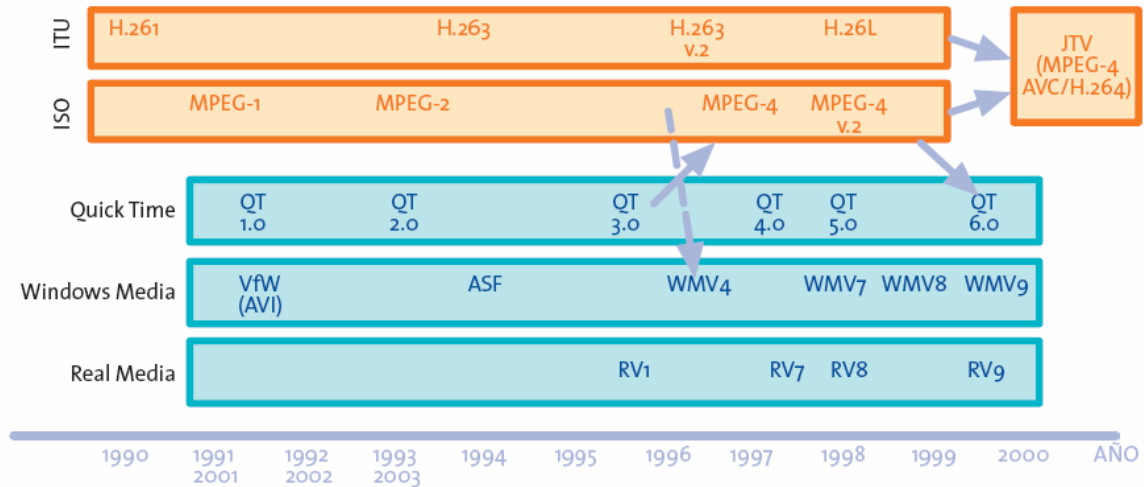
---

<sup>91</sup> No se ha elegido ningún *codec* de video como solución, ya que el diseño solo se limita a la parte de acceso y la elección del *codec* es potestad del proveedor de servicios.

<sup>92</sup> Joint Photographic Experts Group. Formato para video.

<sup>93</sup> Moving Picture Experts Group.



**Figura. 3.6. Evolución de estándares y formatos de video**

Fuente: Telefónica

H.261 y H.263 se han utilizado para videoconferencia y videotelefonía. H.261 ha sido la base para otros estándares y es el primer estándar que surgió para la compresión de video digital. H.263 simplemente logra menor tasa de bits respecto a su antecesora.

El estándar **MPEG** es el más difundido entre los fabricantes de equipos y software. Su principal ventaja es que proporciona un alto nivel de compresión. En MPEG la compresión de video se aplica sobre series consecutivas de imágenes en una secuencia de video, haciendo uso de las similitudes entre imágenes próximas. Las secuencias de video contienen normalmente redundancia estadística, tanto en la dimensión espacial (píxeles similares en un mismo cuadro) como en la dimensión temporal (píxeles similares entre cuadros). Un codificador de video utiliza correlación entre píxeles para disminuir la información transmitida, esto se realiza a través de DPCM/DCT<sup>94</sup>. DPCM para la correlación temporal y DCT para la correlación espacial. MPEG es de hecho bastante más complejo que lo indicado anteriormente,

<sup>94</sup> Differential Pulse Code Modulation / Discrete Cosine Transform.

ya que incluye parámetros como la predicción de movimiento en una escena y la identificación de objetos.

Hay diferentes subconjuntos definidos para cada una de las versiones de MPEG. Por ejemplo hay un subconjunto de herramientas denominados *MPEG Profile*. Un *MPEG Profile* específico establece exactamente qué herramientas debería soportar un decodificador MPEG. Además, para cada perfil existen a diferentes niveles. El nivel especifica parámetros como por ejemplo la tasa de bits máximo a usar en la transmisión y las resoluciones soportadas. Al especificar el Nivel y el Perfil MPEG es posible diseñar un sistema que solo use las herramientas MPEG que son aplicables para un tipo concreto de aplicación.

Otro aspecto importante de MPEG es el modo en el que se usa el ancho de banda disponible. En la mayoría de los sistemas MPEG es posible seleccionar si la tasa de bits debe ejecutarse en modo CBR<sup>95</sup> o VBR<sup>96</sup>. La mayoría *codecs* se elige codificación variable de video ya que permite un uso eficiente del ancho de banda.

**MPEG-1** fue el primer estándar público, presentado en 1993. MPEG-1 adoptó las técnicas de compresión de video desarrolladas para el estándar JPEG y le añadió más técnicas para conseguir una codificación eficaz de secuencias de video. Está dirigido a dispositivos de almacenamiento digital como CD, DAT, ópticos, etc. Para MPEG-1 el objetivo es mantener el consumo de ancho de banda relativamente constante aunque varíe la calidad de la imagen, que es comparable con la calidad del video VHS<sup>97</sup>. Algunas de sus características son:

- Como H.261, MPEG-1 se basa en DCT.

---

<sup>95</sup> Constant Bit Rate.

<sup>96</sup> Variable Bit Rate.

<sup>97</sup> Video Home System.

- Trabaja a una resolución de 352 x 288 píxeles y es válido para sistemas de 625 y/o 525 líneas, por esto es un estándar genérico, adecuado para todo tipo de video.
- El MPEG-1 se aplica regularmente a aplicaciones que usan tasas de bits entre 500 Kbps a 1,5 Mbps. La tasa que alcanza en la compresión de video es de 1,2 Mbps.
- La principal desventaja es que MPEG-1 no fue diseñado para ambientes con errores lo que limita en aplicaciones como IPTV.

**MPEG-2** se centró en ampliar la técnica de compresión de MPEG-1 a fin de trabajar con imágenes más grandes y de mayor calidad a expensas de una menor relación de compresión y del resultante aumento de uso de ancho de banda. Asimismo, este estándar proporciona unas técnicas más avanzadas destinadas a potenciar el video a la misma velocidad de transmisión de 1,5 Mbps.

MPEG-2 ha sido el estándar para difusión de video digital por algunos años y es el estándar de mayor difusión en estos días. Sus principales características son:

- Resolución de video generalmente 720 x 480, 720 x 576, 544 x 576.
- Usado en CATV, DBS, DVD, HDTV, BSS<sup>98</sup>, DVB<sup>99</sup>, etc.
- HDTV con MPEG-2 alcanza 19.3 Mbps.
- Orientado a transmisión por banda ancha, es decir entornos con errores (broadcasting, ATM)
- Emisión de múltiples programas simultáneos
- Funcionalidades no incluidas en MPEG-1, scrambling<sup>100</sup>, priorización de paquetes, copyright, rebobinado rápido hacia delante y hacia atrás.

---

<sup>98</sup> Broadcasting Satellite Service.

<sup>99</sup> Digital Video Broadcasting.

<sup>100</sup> Encriptación del flujo de video por seguridad.

**MPEG-4** soporta imágenes de alta calidad y aplicaciones de ancho de banda casi ilimitado. Incorpora mejoras significativas en la eficiencia de la codificación, buscando una reducción media de la tasa binaria sobre anteriores estándares del 50 por ciento, para la misma calidad, además, robustez frente a errores y adaptación eficiente a la transmisión, ya sea transportado sobre MPEG-2 o sobre protocolos IP. Cuando la gente habla de MPEG-4 generalmente se está refiriendo a MPEG-4 *parte 2*. Este es el estándar de transmisión de video clásico MPEG-4, también denominado *MPEG-4 Visual*.

Dada la complejidad de MPEG-4, el número de perfiles definidos es mucho mayor que en MPEG-2. En MPEG-4 parte 2 por ejemplo, los más usados para codificación de video, en aplicaciones de distribución o video bajo demanda, son el perfil *Simple Profile* y el perfil el *Advanced Simple Profile*. El perfil ASP en relación al SP incorpora una serie de técnicas adicionales que le permiten una reducción mayor del ancho de banda usado.

Tal vez, el estándar más revolucionario en los últimos dos años es el estándar **MPEG-4 AVC**<sup>101</sup>, que es la parte 10 de MPEG-4 y también es conocido como H.264; este estándar ha resultado de la unión de grupos de estándares de video como son la ITU-T y el MPEG conocido como **JVT**<sup>102</sup>. Este estándar es considerado como el mejor para las aplicaciones de IPTV y ha sido adoptado ampliamente entre los fabricantes de STBs.

H.264/MPEG-4 disminuye a la mitad el ancho de banda requerido para entregar video digital de calidad DVD y además reduce los requerimientos de ancho de banda para la transmisión digital de calidad definición estándar a aproximadamente 700 kbps.

---

<sup>101</sup> Moving Pictures Experts Group version 4 Advanced Video Coding.

<sup>102</sup> Joint Video Team.

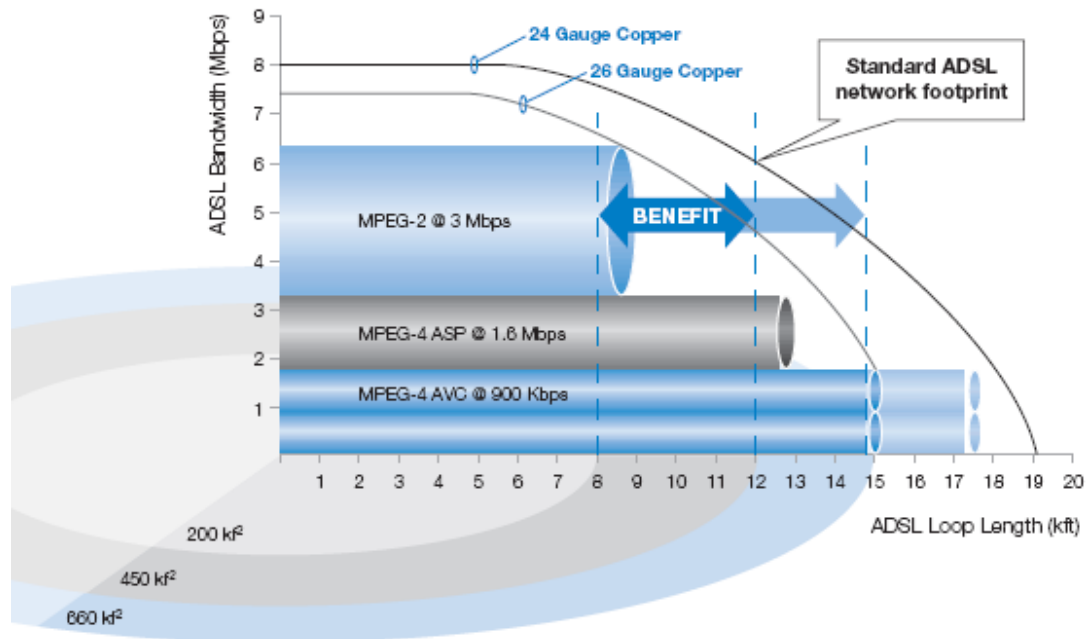
MPEG-4 AVC reduce a la mitad la tasa de bits comparado MPEG-2, reduciendo la capacidad de almacenamiento, acortando los costos de transmisión sobre los enlaces terrestres ya que se envía la misma información en la mitad del tiempo, de esta manera también se puede transmitir más contenido sobre la infraestructura existente. El H.264/AVC puede usar tecnologías de transporte compatible con MPEG-2, simplificando una actualización desde MPEG-2 a H.264/AVC para ayudar a proteger la inversión de algunas compañías que ya han adoptado MPEG-2 como solución. Una diferencia significativa, sin embargo, es que el H.264/AVC no requiere el costoso y usualmente propietario hardware que necesita MPEG-2, haciendo al H.264/AVC más rápido y fácil de desplegar. Una parte especial de H.264/AVC, llamada capa de abstracción de red<sup>103</sup>, permite encapsulación del flujo para transmisión sobre una red TCP/IP. H.264/AVC es parte de la próxima especificación GPPv6. Con el uso de tecnologías unidas, UDP o TCP/IP y H.264, hay un escenario común para mayor integración entre el hogar y los dispositivos móviles para el futuro *Cuádruple Play*.

La efectividad de una técnica de compresión de imágenes viene dada por la tasa de compresión. A mayor tasa de compresión se consume menos ancho de banda manteniendo un número de imágenes por segundo determinado. O si el ancho de banda se mantiene constante se aumenta el número de imágenes por segundo. Al mismo tiempo, un mayor nivel de compresión implica menor nivel de calidad de imagen para cada imagen individual. La siguiente figura compara la tasa necesaria para transportar video de definición estándar entre diferentes estándares y además presenta la relación del ancho de banda en una línea ADSL y la distancia que se puede alcanzar, determinando la factibilidad de implementación con cada uno.

---

<sup>103</sup> Network Abstraction Layer.

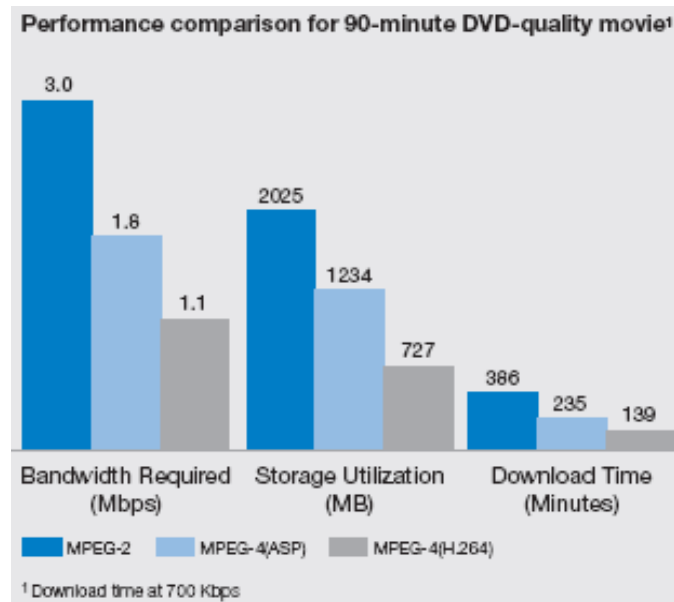
Figura. 3.7. Contenido de difusión estándar



Fuente: Envivio, Inc., 2003

Cuanto más sofisticada sea la técnica de compresión utilizada, más complejo y caro resultará el sistema. Lo que ahorre en ancho de banda y almacenamiento encarecerá los costes de latencia, codificación y complejidad del sistema. Otro factor adicional a considerar son los costes de las licencias.

**Figura. 3.8. Comparación de estándares de compresión de video en demanda de ancho de banda, requerimientos para almacenamiento y tiempos de descarga**



Fuente: Envivio, Inc., 2003

## Protocolos para IPTV

IPTV se basa en los siguientes protocolos para el transporte y control de los datos de video:

A nivel de transporte se utiliza, UDP y TCP para el transporte de la información. TCP entrega flujos de video en tiempo real de manera confiable en redes ligeramente cargadas que tienen pérdidas infrecuentes de paquetes debido a la congestión, por esta razón se utiliza más para el transporte de los paquetes de control. Si el grado de congestión aumenta, la retransmisión de paquetes puede producirse, es aquí cuando es conveniente que las redes soporten UDP. UDP es el protocolo que generalmente realiza el transporte de los paquetes de video.

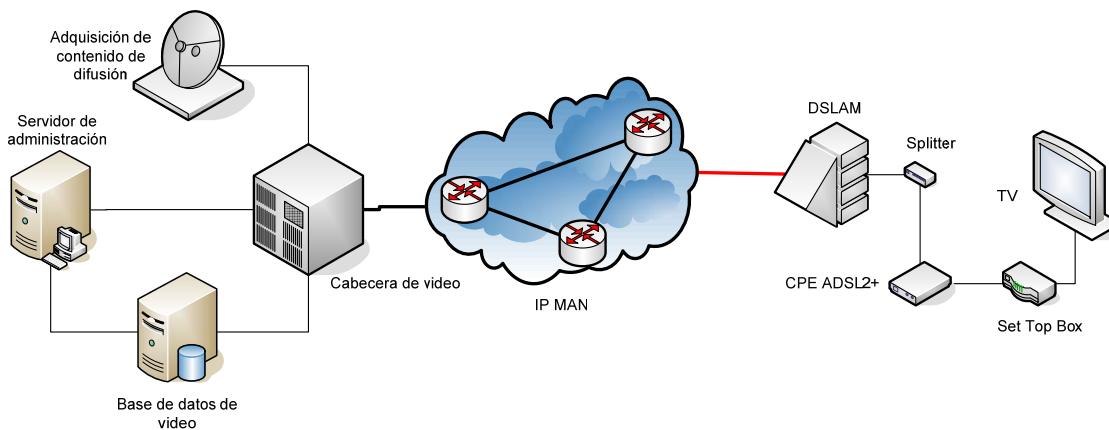
El protocolo RTP<sup>104</sup> asegura que pérdidas ocasionales de paquetes y otros errores no afecten significativamente a la calidad del video. Las cabeceras de RTP pueden ser utilizadas por ciertos *routers* y *switches* para proporcionar las garantías apropiadas de QoS para las transmisiones en tiempo real.

Para el control del servicio se recurre a protocolos a nivel de aplicación como el RTSP<sup>105</sup>. Este protocolo se encarga de controlar la sesión de video del cliente, con funcionalidades similares a las de un aparato de video: *Play*, *fast-forward*, *pause*, *stop* y *record*. RTSP usa TCP para datos de control.

### Solución para el servicio de video

Usando la tecnología ADSL2+, el contenido de video con la aplicación IPTV es entregado al cliente final. El *Set Top Box* estará conectado al módem ADSL2+, el mismo de codifica la señal de video y controla tanto la identificación del cliente como la sesión para el caso de video bajo demanda. Las características del STB dependerán principalmente del estándar de compresión que utilice el proveedor de servicios.

Figura. 3.9. Solución para el servicio de video



Fuente: Elaboración propia.

<sup>104</sup> Real Time Protocol.

<sup>105</sup> Real Time Streaming Protocol.



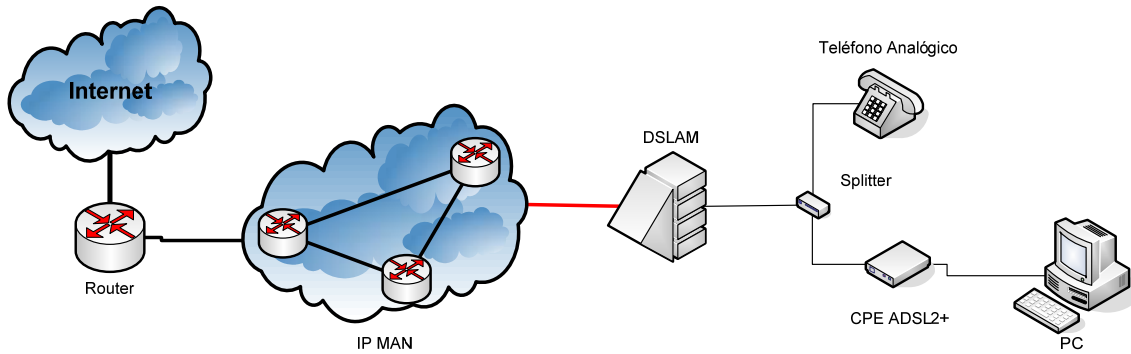
### 3.1.3.3 Servicios de acceso a Internet

El acceso a Internet es el campo mayormente desplegado en nuestro país. Este tipo de servicio es el menos sensible en cuanto a los requerimientos de ancho de banda. Simplemente se debería considerar que tipo de aplicaciones requiere el cliente y en base a esto asignar un ancho de banda que quedará determinado de acuerdo a varios perfiles configurados en el DSLAM.

Las aplicaciones más comunes son la revisión de correo, el Chat y la navegación Web. Para estas actividades, todas con características asimétricas, un ancho de banda de 256/128 kbps debería ser suficiente, sin embargo, nuevas aplicaciones como la descarga de video y música así como la visualización de páginas con alto contenido multimedia requerirían un ancho de banda de más 1 Mbps con una tasa descendente considerablemente menor, para que la apreciación del cliente en cuanto al tiempo sea la más satisfactoria.

La infraestructura de red es la más simple de los servicios, en el lado del cliente se necesita la instalación de un *splitter* y a continuación un CPE ADSL2+ para que module y de-module la señal de datos. La información pasa a través de un cable 10Base-T o 100Base-T hasta el PC. Este módem estará conectado al DSLAM mediante la línea de cobre, el mismo que dirige el tráfico de todos los clientes hacia la red de transporte.

**Figura. 3.10. Solución para el acceso a Internet**



Fuente: Elaboración propia

Hay que tener en cuenta que los requerimientos de ancho de banda para el acceso a Internet crecen constantemente por lo que el operador deberá tener la capacidad de ampliar la velocidad de las conexiones según la demanda así lo requiera, por lo que deberá asegurar que los elementos que formen parte de la red sean escalables.

Servicios	Telefonía, VoIP	Difusión de TV	Video Bajo demanda	Acceso a Internet
Requerimiento de ancho de banda	<b>Banda estrecha</b>	<b>Banda ancha de capacidad media</b> Tasa de bits constante a variable multicast	<b>Banda ancha de capacidad media-alta</b> Debido a la única demanda se usa unicast	<b>Banda ancha de capacidad media-alta</b> Este servicio puede incluir la descarga de una canción hasta un DVD.
Requerimiento de disponibilidad de la red	<b>Altos</b> Debe seguir la línea de la telefonía tradicional para la	<b>Media-alta</b> Los clientes esperan la misma	<b>Bajo-alto</b> El cliente puede tener que esperar	<b>Bajos</b> Como el usuario trabaja en un ambiente temporal

	correcta entrega de la comunicación.	calidad de la TV por cable.	para que empiece la reproducción.	la disponibilidad no es clave en este servicio
--	--------------------------------------	-----------------------------	-----------------------------------	--

Fuente: Elaboración Propia

**Tabla. 3.3. Resumen de requerimientos para servicios *Triple Play***

### **3.2 CARACTERÍSTICAS BÁSICAS DE LA ARQUITECTURA DE RED PARA EL SOPORTE DE SERVICIOS *TRIPLE PLAY***

Para una adecuada entrega de los nuevos tipos de servicios se debe realizar una serie de mejoras en las redes actuales, estas mejoras tienen que buscar la implementación de tecnologías y elementos que garanticen mejores prestaciones.

El gran despliegue de la tecnología IP ha permitido introducir una serie de nuevos productos que interactúan fácilmente con las nuevas tecnologías basadas en IP. Los *SoftSwitches* por ejemplo, permiten la transmisión para servicios de voz sobre IP ya que realiza las funciones de procesamiento y control de llamadas; las cabeceras de video digital conocidas como *headend* en inglés, donde se almacena y procesa el contenido de video para VoD y donde se recibe las señales de canales nacionales o internacionales para la difusión de video; además, sofisticados y mejorados equipos de conmutación que permiten un manejo eficiente de los paquetes de datos que se pasan a Internet.

Los servidores de los proveedores de servicio generalmente controlan el acceso de los suscriptores a la red xDSL, además realiza una gran variedad de tareas, incluyendo autenticación y tarificación, entre otras. Es obvio que el servidor que ahora maneja solo los servicios de acceso a Internet, tendrá que lidiar con la administración de otros servicios y además deberá soportar interfaces de alta velocidad para manejar un servicio *Triple Play*.

Ya se conoce que el servicio más crítico en el *Triple Play*, en relación a uso del ancho de banda, es el servicio de video. La gran cantidad de usuarios que pueden realizar peticiones de video, ya sea de difusión o bajo demanda, produce un gran impacto en la red de transporte. Por ejemplo los servicios de video bajo demanda, basados en un tráfico de unidifusión, pueden causar un aumento brusco del ancho de banda requerido por los usuarios. Este problema puede ser solventado ya sea con una gran capacidad de la red de transporte o desplegando una *red de distribución de video privado*, lo que asegura la expansión del servicio y el **QoS**.

En el caso de redes de transporte, afortunadamente las tecnologías se han desarrollado permitiendo, ahora, que las redes provean anchos de banda escalables y que además puedan integrar técnicas que manejan eficientemente al mismo.

Hasta hace poco, TDM, SONET<sup>106</sup> y ATM habían sido los protocolos de transporte primarios en la red de acceso. Sin embargo, estos presentan volúmenes muy bajos comparados con otras tecnologías y hay problemas para solventar ahorros en su despliegue o ampliación. Por otra parte, debido a la complejidad de estas tecnologías su operación, aprovisionamiento, administración y costo de mantenimiento son complicados, lo que los hace inadecuados para un mundo de servicios basados en IP. Las redes de transporte basadas en conmutadores ATM han predominado en el mercado como una opción para gestionar el ancho de banda y asociar distintos parámetros de QoS según el servicio que se ofrezca. Para solventar todas estas deficiencias ha surgido la solución basada en **Ethernet**.

Ethernet muestra algunas ventajas respecto a otras tecnologías. Es tecnología madura y bien comprendida pues ha venido empleándose desde hace años. Debido a su amplio despliegue hay una amplia gama de productos y soporte en el mercado, es una tecnología de bajo costo con la que se puede implementar una red integrada y eficiente. A diferencia de los otros, Ethernet tiene una constante evolución y

---

<sup>106</sup> Synchronous Optical Network.

permite escalabilidad en ancho de banda. IP utiliza enrutamiento Ethernet, proporcionando ahora una infraestructura con la capacidad para soportar el ancho de banda y los requisitos de QoS que exige el servicio *Triple Play*.

Con IP se requieren menores inversiones en hardware. Las interfaces IP sobre Ethernet son de 8 a 13 veces más eficientes en costes que las soluciones IP sobre ATM o IP sobre SDH/SONET. Uno de los puntos donde ATM o SDH era muy superior a Ethernet era la robustez, fiabilidad y protección, pero se han conseguido grandes mejoras en este aspecto. Los equipos Ethernet pueden ser configurados con tarjetas redundantes, y ser enlazados siguiendo caminos alternativos a través de la red, mediante diversos mecanismos de protección.

A parte de garantizar grandes cantidades de ancho de banda el proveedor deberá desarrollar efectivamente administración y mantenimiento de los elementos de la red para un óptimo desempeño durante los períodos en los que una gran cantidad de usuarios realicen peticiones.

Protocolos **multicast** y **unicast** basados en IP permiten también la eficiente entrega de video para diferentes tipos de usuarios, haciendo un uso efectivo de la red. Los servicios de video bajo demanda, son naturalmente unidifusión por lo que se debe emplear protocolos *unicast*. En esta forma de transporte de paquetes, la información pasa a través de una sola fuente y un solo receptor. Cada paquete tiene una única dirección de fuente y destino. *Multicast* IP para la entrega de servicios a múltiples usuarios, se basa en la entrega de la información entre grupos que están formados por varios receptores y varias fuentes. Este protocolo se enfocará en servicios de difusión de video y video casi bajo demanda (NVoD, Near Video on Demand).

La solución de crear una *red de distribución de video*, permite copiar y distribuir el contenido de video que regularmente solicitan los usuarios en servidores caché cercanos. Cuando exista una petición de los usuarios, estos serán atendidos por el

servidor caché más próximo. De esta manera se alivia el “cuello de botella” de la red troncal causada por el tráfico de video optimizando el uso de los recursos de la red.

Uno de los requisitos principales para que el proceso de migración hacia la red IP única se desarrolle con éxito, es que las tecnologías de conmutación de paquetes permitan ofrecer servicios de tiempo real, como por ejemplo la voz, entregando a los usuarios los mismos niveles de calidad que les ofrecen hoy en día las arquitecturas basadas en conmutación de circuitos. Inicialmente el Internet era más conocido por prestar servicios de acceso y distribución de contenidos que por el servicio de transporte de datos, conocido como de *best effort*. Pero ahora IP ha introducido cambios tecnológicos fundamentales que permiten ir más allá de este nivel, proporcionando una respuesta más determinística y menos aleatoria.

La continua evolución de las redes IP ha permitido también el surgimiento de un gran conjunto de servicios de red que resuelven eficientemente los problemas antes mencionados. En un inicio surgieron las VLANs, por medio de las cuales se puede administrar mejor el ancho de banda dividiendo redes en canales virtuales para separar los servicios, lo que garantiza que no haya ningún tipo de intromisión entre ellos. Esta solución es apta si es que el sistema de transporte desea ofrecer servicios de acceso a Internet momentáneamente, sin embargo, con múltiples servicios, en donde el aislamiento de servicios es crítico, es mejor VPLS<sup>107</sup> basado en **MPLS**<sup>108</sup>.

La definición de diferentes clases de calidad de servicio permite dar prioridad a aquellos servicios que son más sensibles y mejor remunerados, de esta manera estas aplicaciones reciben una mayor prioridad en caso de congestión de la red. La aparición de estándares para la asignación de prioridades, como **IEEE 802.1p**, empleados junto a protocolos de conmutación basados en etiquetas, como DiffServ<sup>109</sup> o MPLS, han permitido mejorar las condiciones de red aleatoria que es Ethernet. MPLS y Diffserv, son mecanismos de provisión de QoS que operan en un

---

<sup>107</sup> Virtual Private LAN Service.

<sup>108</sup> MultiProtocol Label Switching.

<sup>109</sup> Diferenciación de Servicio.

entorno IP. El objetivo de MPLS es integrar sin discontinuidades los niveles 2 y 3, combinando eficazmente las funciones de control del enrutamiento con la simplicidad y rapidez de la conmutación de nivel 2. Pero, ante todo y sobre todo, MPLS constituye un avance en la evolución de las tecnologías de *routing* y *forwarding* en las redes IP. Además resuelve la complejidad de gestión de dos redes separadas y tecnológicamente diferentes que presenta ATM.

La diferenciación de servicios, incluyen un conjunto de mecanismos de QoS basados en IP que realizan la clasificación y señalización de paquetes logrando de esta manera la **priorización** de un tipo de servicio sobre otro.

La aportación principal de MPLS pasa por las mejoras que permite alcanzar en la gestión de las rutas que siguen los flujos de tráfico, mientras que la mayor aportación de *Diffserv* viene dada por los mecanismos que introduce para manejar la prioridad de los flujos de tráfico.

En la parte de la red de acceso existen también algunas consideraciones que se debe tomar en cuenta. En cuanto a la red troncal de las operadoras DSL, el soporte tradicional han sido arquitecturas de IP sobre ATM, lo que daba lugar a serias limitaciones, como el elevado tiempo requerido para instalar, configurar y gestionar los sistemas DSL convencionales, el gran tamaño y escasa escalabilidad de estos sistemas y la necesidad de mantener una única red troncal para todo tipo de servicios. Pero por la tendencia de migrar todo a un red convergente IP, la solución no es otra que basar los DSLAM en Ethernet conmutado en vez de en ATM. Hoy en día, las interfaces Ethernet son mucho más baratas que las ATM y prácticamente igual de eficientes; además, es una tecnología menos compleja y más conocida.

El DSLAM puede usar multiplexación Ethernet como arquitectura de acceso la misma que usa **VLANS** como mecanismo de entrega de servicio a lo largo de la red de acceso, eliminando de esta manera ATM. Un beneficio directo del cambio es la reducción de la información adicional. La eliminación de las conexiones virtuales

permanentes que son parte intrínsecas de soluciones ATM, abren la puerta a nuevas arquitecturas. En este mismo segmento, los DSLAM hoy en día ya tienen enlaces a la red de alta capacidad como Gigabit Ethernet (IEEE 802.3ae) con lo que adecuadamente puede soportar la carga de los servicios de video.

El ancho de banda en la red Ethernet es compartido más eficientemente por los usuarios finales, en contraposición a los sistemas ATM, donde la asignación de ancho de banda es mucho más estática. Además es posible dar mayor capacidad de integración. Los DSLAM basados en Ethernet ocupan menos espacio y consumen menos energía que la mayoría de los basados en ATM, lo cual supone un enorme ahorro de costes para las operadoras.

<b><i>Pasado y presente. Redes de banda ancha basadas en ATM</i></b>	<b><i>Siguiente generación. Redes de banda ancha basadas en IP</i></b>
<b>DSLAM ATM</b>	<b>DSLAM IP</b>
Agregación de capa 1 no inteligente. Baja velocidad de enlaces ascendente. La mayoría basadas en Oficina Central.	Agregación inteligente con soporte para multicast. Enlaces ascendentes Gigabit Ethernet. Cada vez más basados en terminales remotos.
<b>Complejo, conexiones fijas</b>	<b>Simple, conexiones flexibles</b>
Basados en PPP. Vinculado al CPE DSL en el hogar. Alto costo de aprovisionamiento.	Basado en DHCP. Independiente del dispositivo del usuario. Bajo costo de aprovisionamiento.
<b>BRAS centralizado</b>	<b>Routers de ancho de banda distribuido</b>
Optimizado para acceso a Internet Best-effort. Falta de ruteo escalable y Qos. Traspaso OC-12 al núcleo IP.	Optimizado para video y otros servicios sensibles a QoS. Altamente escalable. Traspaso 10 GbE al núcleo IP/MPLS.
<b>Baja elasticidad de la red</b>	<b>Disponibilidad alta de la red</b>
Tolerable a apagones.	No tolerancia a interrupción de



Repercusiones financieras mínimas.	servicios. Riesgo de abandono si las métricas no son alcanzadas.
------------------------------------	---

Fuente: Yankee Group

**Tabla. 3.4. Proceso de transformación de Red para *Triple Play***

Por otra parte, debido a la necesidad de aligerar la carga en las redes de transporte, se requiere aumentar la funcionalidad de los DSLAMs incorporando *multicast* y los protocolos necesarios, como **IGMP**<sup>110</sup>. Este protocolo es un método para envío inteligente de paquetes *multicast*, se basa en grupos de clientes que tienen asignados direcciones *multicast* identificadas en una lista de distribución. IGMP intercambia información entre los STB de cada cliente IPTV y el servidor del proveedor de servicios, de esta manera el servidor determina cuales clientes están activos dentro de un grupo *multicast*. Por ejemplo, cuando el servidor recibe un mensaje de petición de cambio de canal desde el equipo de cliente, este cambia a dicho cliente a otro grupo *multicast*, determinando así los canales que deberían ser repetidos y enviados al STB en el cliente.

La tendencia en las industrias de las comunicaciones de banda ancha es la integración en una red multiservicio ya que la variedad de servicios soportados sobre un medio de transporte digital común serán la pauta para el éxito en sus negocios, este precisamente es el concepto del *Triple Play*.

Como se ha visto, hay algunos retos que tiene que afrontar el proveedor de servicios sobre todo para la entrega de video. Estos son orientados tanto a la parte técnica como a la económica. Por otra parte, si los proveedores despliegan exitosamente una planta física, pero los servicios que entregan son de de baja calidad, se ponen en riesgo de perder un cliente frente a la competencia. Por lo que

---

<sup>110</sup> Group Management Protocol.

deberán asegurar la calidad de su contenido realizando pruebas concientes y diseñando estrategias de aseguramiento de servicio.

### **3.3 CONSIDERACIONES DE CALIDAD DE SERVICIO**

Para asegurar la calidad de servicio para el cliente, el proveedor de servicios debe adquirir nuevos equipos de pruebas y medida, así como sistemas de aseguramiento de servicio con altas capacidades de integración. Tanto el mecanismo de transporte a nivel físico de la red como el mecanismo del flujo de paquetes para cada aplicación deben poseer excelentes características para así entregar apropiados niveles de QoS.

#### **3.3.1 Factores que afectan la calidad de los servicios *Triple Play***

Cuando se comparte los recursos con otros servicios, la mayoría de servicios necesitan algunas formas de calidad de servicio. Los requerimientos de la red para soportar calidad de servicio difieren entre diferentes servicios, por ejemplo, un servicio de telefonía tendrá requerimientos de calidad de servicio más estrictos que un servicio de video y a su este último tendrá mayores requerimientos que el acceso a Internet.

##### **3.3.1.1 Factores que afectan a las aplicaciones de voz**

El servicio de voz se considera el más sensible al tiempo entre los servicios que componen el *Triple Play*, pues existen algunos factores que pueden afectar críticamente al servicio. Estos factores son: retardo, pérdida de paquetes y *jitter*.

## Retardo

La calidad de una llamada IP debe ser comparable con la del servicio PSTN o ISDN. Para esto se debe asegurar que la latencia en una llamada no exceda los 150 ms. Si se excede los niveles aceptables de retardo y latencia en las aplicaciones de voz puede hacer que las partes involucradas en una llamada de voz, sean forzadas a una pausa cada vez que estas hablan y esperan para que la otra parte escuche o en el peor de los casos que se termine la llamada.

El tiempo que toma los paquetes para viajar desde un punto a otro dentro de una red es medido en niveles de latencia. La latencia depende de algunos factores, en la red de transporte el retardo dependerá de la tecnología utilizada, la distancia entre los enlaces y la capacidad de procesamiento de los *routers*. Dado que los protocolos TCP y UDP no son completamente apropiados para aplicaciones en tiempo real, es necesario desarrollar metodologías que permitan mejorar la calidad de servicio de este tipo de aplicaciones.

Los retardos de codificación de la voz son otras fuentes de retardo, estos dependen de los métodos de codificación. En la siguiente tabla se muestran algunos ejemplos.

Codec	Tasa (kbps)	Retardo de codificación (ms)
G.711	64	0,125
G.721	32	0,125
G.723	24 – 40	0,125
G.726	16 - 40	0,125
G.727	16 – 64	0,125
G.729	8	10
G.728	16	0,625

G.723.1	6,3	30
G.723.1	5,3	30

Fuente: Trend Communications

**Tabla. 3.5. Retardos de codificación de voz**

Otro factor es el retardo de empaquetamiento de la información, es decir el tiempo empleado para llenar un paquete con voz codificada. Este factor constituye el principal elemento en el retardo de transmisión de la trayectoria de voz. El retardo de empaquetamiento es proporcional al tamaño del paquete e inversamente proporcional a la velocidad de datos de la voz codificada. En la Tabla 13 se muestran algunos valores de estos retardos.

Método de codificación	Tamaño de Paquete y Tiempo de empaquetamiento			
	20 bytes	36 bytes	40 bytes	44 bytes
G.711 PCM 64 Kbps	2.5 ms	4.5 ms	5 ms	5.5 ms
G.726 ADPCM 32 Kbps	5 ms	9 ms	10 ms	11 ms
G.728 LD-CELP 16 Kbps	10 ms	18 ms	20 ms	22 ms

Fuente: Trend Communications

**Tabla. 3.6. Retardos de paquetización**

Otras fuentes de retardo para la telefonía IP pueden ser: el retardo de colas en el CPE, retardo de transmisión hacia la WAN, retardos en la WAN, retardo de transmisión hacia el CPE, retardo en la memoria por el buffer del CPE y retardo de descompresión.

## **Pérdida de paquetes**

Una pérdida de paquetes es regularmente más importante para servicios que no pueden retransmitir su información cuando hubo un error. Este es el caso de la mayoría de servicios de tiempo real los cuales no tienen tiempo de hacerlo, si ellos retransmiten un paquete erróneo la retransmisión probablemente vendrá muy tarde para usarla. La pérdida de paquetes es común en una conexión de Internet, pero un 1% de pérdidas son consideradas aceptables. Pérdidas mayores pueden resultar en degradación de la calidad de voz o terminación de la llamada, dependiendo de la severidad.

## **Jitter**

El *jitter* es una variación de los niveles de retardo o latencia sobre el tiempo, causado por acciones como colas y enrutamiento que afectan el camino por el que los paquetes viajan a través de la red. Por la característica del Internet es común que se produzcan congestiones en la red y que los paquetes tomen diferentes caminos. Cada *router* está implementado con un sistema de *buffer* que permite almacenar y procesar cierto volumen de tráfico. Si la carga aumenta, los buffer se llenan produciendo pérdidas y retardo de paquetes. Una red congestionada generalmente tendrá altos niveles de *jitter*.

Los *codecs* de VoIP responden al *jitter* pasando por un buffer a la llamada, creando un retardo audible. La cantidad de *jitter* que es aceptable varía dependiendo del fabricante. Un *jitter* mayor a 30 ms puede también causar que la llamada falle.

## Eco de Voz

En una red híbrida, teléfonos análogos pueden ser fuentes de eco, pero una configuración puramente IP es también susceptible, así, algunas llamadas inevitablemente convivirían con elementos TDM de la red en algún punto cuando ellos están fuera de la red. El Eco de Voz ocurre cuando los participantes en una llamada oyen que sus propias voces que salen de los auriculares haciendo de la llamada una comunicación intolerable.

Hay niveles aceptables de eco para llamadas telefónicas IP, la cancelación de eco y la supresión son las formas más comunes de mantener el eco en un nivel apropiado dentro de la red. Canceladores de eco (procesamiento digital de señales) son generalmente usados en *gateways* y otros equipos para controlar los niveles de eco.

El BER<sup>111</sup> debe ser lo suficientemente bajo (entre  $10^{-6}$  a  $10^{-7}$ ) como para que los paquetes no requieran retransmisión y la calidad de voz no sea afectada por errores. Uno de los retos de la VoIP es lograr una confiabilidad de 99.999% como la que entrega las redes de voz orientadas a la conexión.

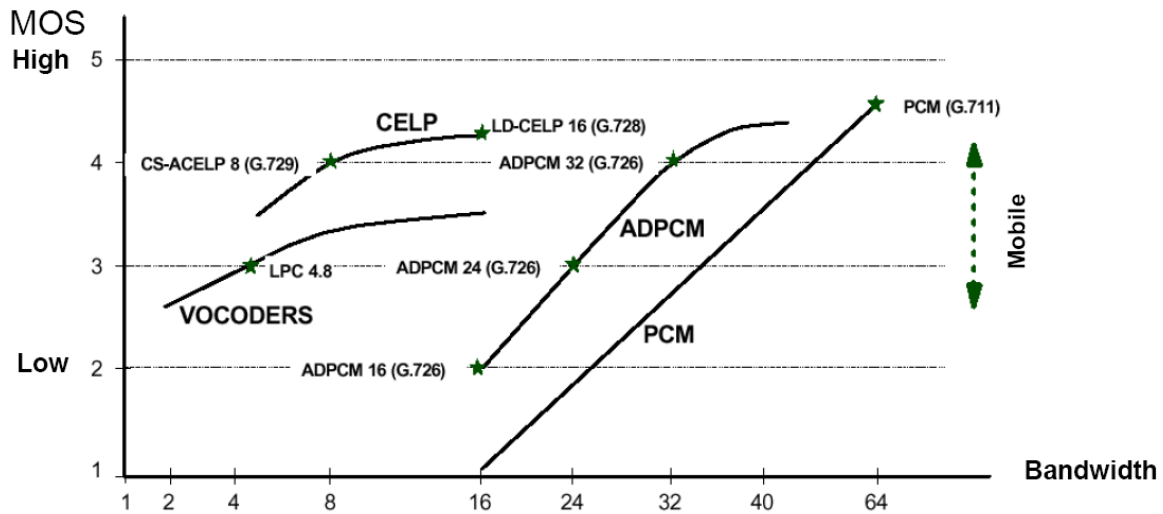
Para medir la calidad de voz en codificadores de forma de onda se utiliza métodos objetivos como la relación razón señal a ruido, que pueden ser calculados directamente comparando la señal original con la decodificada. Por el contrario si se utiliza *vocoders* es necesario implementar métodos subjetivos. Se han desarrollado varias estrategias de medición pero el más utilizado es el *Mean Opinion Score* (MOS). El MOS es una medida que va desde 5 a 1, donde 4 o mayor se considera calidad de telefonía tradicional, entre 3.6 y 4 se considera como calidad de telefonía celular, de ahí en adelante la calidad de la voz no es aceptable. Por ser una técnica complicada y costosa, no se la realiza regularmente. En pruebas realizadas a diferentes *codecs* para evaluar la calidad de la voz que entrega cada uno se ha

---

<sup>111</sup> Tasa de error de transmisión.

determinado que muchas veces la compresión afecta a la calidad de la voz a costa de menor capacidad.

Figura. 3.11. Codecs de Voz: Calidad vs. Ancho de banda



Fuente: Trend Communication

### 3.3.1.2 Factores que afectan a las aplicaciones de video

#### Retardo

Para aplicaciones de video, probables impedimentos pueden incluir tramas *congeladas* e imágenes corruptas desplegadas en los monitores y TVs. Sin embargo, los servicios de video bajo demanda son menos susceptibles a retardos, ya que regularmente el flujo de video pasa por un *búffer* por algunos segundos en el reproductor para que sea capaz de superar retardos en la información. Un retardo bajo 5 segundos es aceptable para los servicios de video.

Las tramas comprimidas por lo general tienen un retardo de 180 ms cuando se usa MPEG-2 y 100 ms con MPEG-4.

Un factor significativo que afecta a la experiencia del usuario cuando ve IPTV es la latencia en respuesta a las peticiones del suscriptor. Esto es particularmente notable cuando se cambia de canal conocido como *channel zapping* en inglés. Aunque los retardos de codificación y los tiempos de llenado del buffer en el *set top box* son comúnmente los contribuidores más grandes para la latencia durante las operaciones de cambio de canal, la latencia añadida por la infraestructura de red es un componente igualmente crítico de esta operación. Estas latencias pueden ser de dos tipos:

- Latencia durante las operaciones de ingreso y abandono
- Latencia durante la entrega de video

### **Pérdida de paquetes**

La pérdida de paquetes es el factor más crítico en los servicios de video, puede resultar en una pérdida de la señal de video donde los *shows* de TV pierden claridad o momentáneamente quedan en blanco. En el peor caso, la pérdida severa de paquetes puede causar una pérdida total de comunicación por la red, resultando que la sesión de video se termine abruptamente.

La pérdida de paquetes en redes IP también se presenta por la congestión, ruido eléctrico en los canales de transmisión y cuando un equipo falla en la red, esta debe ser menor al 2% para considerarse aceptable.

### **Jitter de video**

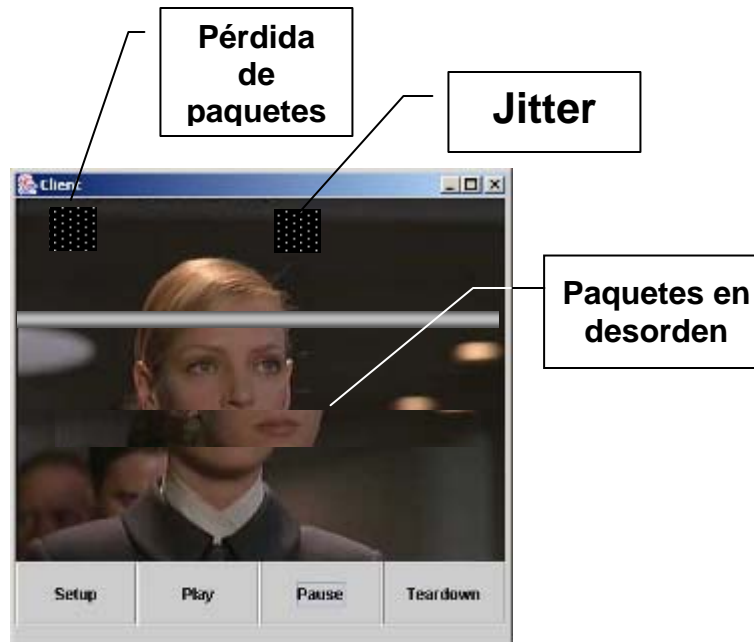
La transmisión en tiempo real de redes basadas en paquetes ocurre en ráfaga, los *buffers* se llenan y subsecuentemente se vacían. Esto causa variaciones en el



retardo de transmisión, que es conocido como *jitter* de tiempo. El *jitter* puede ser direccionado y aumentar la memoria recibida de buffer, pero esto puede aumentar latencia.

La compresión del video MPEG es extremadamente sensible al *jitter* y a la pérdida de paquetes. Además de los problemas de tiempo, ciertos paquetes que contiene información crítica para la decodificación, como la secuencia del encabezado y el encabezado del grupo de imágenes. Si esta información se pierde o es recibida fuera de la secuencia, el decodificador de video no será capaz de decodificar adecuadamente el flujo de video. El resultado es que la calidad del video puede ser extremadamente pobre.

**Figura. 3.12. Consecuencias del *jitter* y la pérdida de paquetes en la calidad del video**



Fuente: Metro ethernet forum

### 3.3.1.3 Factores que afectan a las aplicaciones de acceso a Internet

El servicio de Internet es el menos sensible a todos los problemas anteriores, sin embargo se requiere por sobretodo, asegurar un ancho de banda para que las aplicaciones del cliente funcionen de la mejor manera y no tengan repercusión en su satisfacción con respecto al servicio.

En el caso del e-mail y el tráfico HTTP, un poco de paquetes perdidos no es un problema. Siempre y cuando la información de “cabecera” este en orden, los paquetes se reensamblarán así mismos en el destino sin ningún cambio aparente o pérdida perceptible para el usuario final. El servicio de Internet es prácticamente insensible al retardo y al *jitter*.

### 3.3.1.4 Posibles Medidas

#### Retardo y latencia

Los proveedores de servicio que entregan servicios de telefonía basada en IP deben asegurarse que el tráfico de VoIP sea tratado diferente, haciendo arreglos explícitos con los operadores portadores para que asignen alta prioridad a su tráfico de voz. Además se debería monitorear los paquetes de todos los servicios para asegurar que estos son transmitidos con cantidades aceptables de retardo y en un orden apropiado. Para esto, la red debe ser minuciosamente probada variando las condiciones de tráfico para determinar con precisión el máximo nivel de latencia que puede ocurrir.

#### Pérdida de paquetes

Para asegurar que la pérdida de paquetes no afecte a los flujos de tráfico bajo condiciones de congestión de la red, la mayoría de las redes implementan ciertos

mecanismos de calidad de servicio. Estos mecanismos consisten en la implementación de etiquetas de ciertos tipos de tráfico y usan esto para configurar por ejemplo al tráfico de voz con una alta prioridad que el tráfico de Internet.

El código de error de la capa de enlace (FEC) puede minimizar la pérdida, pero estos enlaces fueron diseñados para datos y podrían no ser lo suficientemente robustos para prevenir la degradación de la calidad de voz y video.

## **Jitter**

Para contrarrestar el *jitter* se debería realizar un apropiado control de la calidad de servicio como colas y asignación de ancho de banda. Una serie de pruebas son esenciales para determinar cuanto *jitter* puede experimentar una red y como se debería tratar. La mayoría de las soluciones de calidad de servicio incluyen un buffer *jitter*, el cuál agrega pequeñas cantidades de retardos a los paquetes recibidos, por lo que todos aparentemente tienen una igual y aceptable cantidad de latencia. Esto también asegura que los paquetes son transmitidos en un orden correcto.

### **3.3.2 Requerimientos de seguridad y calidad de servicio en la red**

La seguridad en general es importante para los servicios que transportan alguna información de sensible privacidad, como la información de una llamada telefónica, o contenido que tiene un cierto valor comercial, como películas en demanda. Estos servicios necesitan algún nivel de protección ya que solo los usuarios autorizados pueden recibir y usar esta información. Este tipo de seguridad es implementada a largo de toda la red, comúnmente se establece entre el cliente y el servidor con un software o en el *set top box* para el video bajo demanda. Los niveles de seguridad de la red incluyen algunas clases de separación de tráfico entre diferentes usuarios

echo por un puerto de conmutación de tráfico o redes privadas virtuales y/o la posibilidad de encriptar todo el tráfico entre el usuario y el proveedor de servicios.

Entre el proveedor de servicios y el punto de acceso se puede implementar IGMP, este protocolo se emplea comúnmente para prevenir la intervención de intrusos no autorizados en un grupo *multicast* de video.

El echo que el enlace de “última milla” sea un enlace no compartido, gracias al empleo de la tecnología DSL como tecnología de acceso, garantiza de cierta manera seguridad y calidad de servicio. Dado que la tecnología xDSL entrega un ancho de banda establecido real, una gran disponibilidad del medio es una ventaja pues problemas como pérdida de paquetes por congestión son nulos y sólo surgen por problemas o deficiencias del medio. Pero esta ventaja no es suficiente, se requiere implementar mecanismos de calidad de servicio como el estándar 802.1q para realizar diferenciación de paquetes y entregarlos a niveles superiores.

La red del hogar debe ser segura y privada, ya que el acceso está limitado a los usuarios y dispositivos dentro del hogar. La privacidad implica que los datos del usuario en la red del hogar esté protegida y no pueda ser interceptada o vista por usuarios no autorizados.

Servicios	Telefonía, VoIP	Difusión de TV	Video Bajo demanda
Requerimiento de Qos de la red	<b>Altos requerimientos</b> Bien sensible a retardos, variación de retardos y pérdida de paquetes.	<b>Bajos requerimientos</b> Menos sensible al retardo El flujo de video se pasa regularmente por un buffer en el cliente. Más sensitivo a pérdida de paquetes.	<b>Bajos requerimientos</b> No es un servicio de tiempo real, tiene tiempo para recuperar paquetes perdidos y pedir retransmisión

Requerimiento de Seguridad en la red	<b>Medios</b> Separar el tráfico de voz del tráfico de Internet es aconsejable.	<b>Bajos</b> No requiere seguridad de capa de red. Seguridad de derechos de autor se requiere pero no implementada en la red.	<b>Bajos</b> Seguridad de derechos de autor se requiere pero no implementada en la red.
--------------------------------------	--	---	--

Fuente: Trend Communications

**Tabla. 3.7. Resumen de requerimientos de calidad para servicios *Triple Play***

### 3.3.3 Mecanismos de aseguramiento de calidad de servicio

Con todos estos nuevos servicios los clientes esperan que la red les entregue las garantías necesarias. La naturaleza en ráfaga del tráfico necesita innovar formas de direccionar los paquetes en la red. La red debería por tanto, tener la inteligencia para discriminar entre diferentes clases de tráfico en la red. Los proveedores de servicio deben asegurar que la red de acceso del cliente sea apropiada para la entrega de estos servicios, implementando mecanismos como **802.1q**. El beneficio principal de la tecnología VLAN 802.1q es que ésta provee localización del tráfico. Con este mecanismo, los servicios de voz, video y datos que deben coexistir en un solo medio físico, estarán separados en diferentes VLANs, logrando un mejor desempeño del servicio y agregando seguridad al enlace. Características adicionales, como limitar el ancho de banda, priorización de paquetes 802.1p y diferenciación de servicio deben ser implementadas para asegurar el QoS dentro de una red.

Algunos términos VLAN deben ser conocidos para entender el funcionamiento y configuración de las VLANs.

- **Tag Header (VLAN Tag): Etiqueta de VLAN**

Es un conjunto de cuatro bytes de datos insertados en la trama Ethernet que identifican la VLAN o la clase de trama. La etiqueta de la VLAN está insertada dentro de la trama justo después del campo “dirección MAC origen” (Source MAC). Doce bits de la etiqueta representan la VLAN ID. El resto de bits son de información adicional.

- **VLAN ID: Identificador de VLAN**

Es un número único (entre el 1 y el 4094) que identifica una VLAN.

- **VLAN Name: Nombre de VLAN**

Un nombre de 32 caracteres alfanuméricos asociados con un identificador de VLAN (VLAN ID). El *VLAN Name* pretende hacer que las VLANs creadas por el usuario sean más fáciles de identificar y recordar.

- **Default VLAN**

La VLAN a la que están asignados todos los puertos al inicializar. La VLAN Default tiene una VLAN ID de 1 y no puede ser borrada ni renombrada.

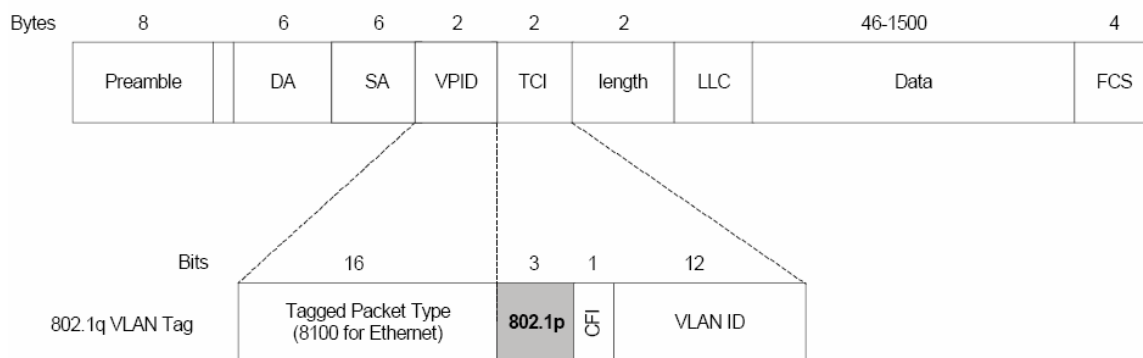
### 3.3.3.1 IEEE 802.1q

El estándar IEEE 802.1q establece un método estándar para insertar VLAN en las tramas Ethernet. IEEE 802.1q especifica una etiqueta que es añadida a una trama MAC Ethernet. Esta etiqueta VLAN comprende dos partes: el ID de VLAN (12 bits) y Priorización (3 bits). El campo de priorización nunca ha sido definido y usado en el estándar IEEE 802.1q VLAN. La especificación IEEE 802.1p define este campo de priorización.

### 3.3.3.2 IEEE 802.1p

La técnica de señalización IEEE 802.1p, una extensión de 802.1q, es un estándar de capa 2 OSI para priorizar el tráfico de red en las subcapas enlace de datos MAC. El tráfico 802.1p es simplemente clasificado y enviado al destino, sin establecer una reserva de ancho de banda. El IEEE 802.1p habilita a los DSLAMs priorizar tráfico y realizar filtrado *multicast* dinámico. La especificación de priorización trabaja en la capa de trama de control de acceso al medio (MAC). El estándar 802.1p ofrece también suministros para filtrar tráfico *multicast* para asegurar que este no se prolifere sobre las redes conmutadas de capa 2. La cabecera 802.1p incluye un campo de 3 bits de priorización, el cual permite a los paquetes ser agrupados en ocho niveles de prioridad (o clases de tráficos). La mayor prioridad es siete, la cual podría ser asignada al tráfico de la red crítico como Protocolo de información de ruteo (RIP Routing Information Protocol). Los valores entre cinco y seis pueden ser aplicados a aplicaciones sensibles al retardo como el video y la voz. Clase de datos de tres a uno para un rango desde aplicaciones de carga controlada como el *streaming* multimedia y en general el tráfico de Internet. El valor cero se usa como *best effort* por defecto, invocado automáticamente cuando ningún otro valor ha sido configurado.

**Figura. 3.13. VLAN 802.1q en una trama Ethernet**



Fuente: Micrel. Inc.

### 3.3.3.3 Operación de un DSLAM VLAN

Cuanto un solo PVC es configurado para *Triple Play* en un puerto DSL, el correspondiente CPE tiene que soportar 802.1q *VLAN tagging* para diferenciar los paquetes de voz, datos y flujos de video. Cuando los paquetes que vienen del proveedor de servicio llegan al DSLAM-IP, estos paquetes son recibidos con una *VLAN tag* asignada una prioridad 802.1p. En base a esta, el DSLAM discrimina el tipo de tráfico y le asigna una VLAN ID establecida para cada tipo de servicio. Esta información será enviada al CPE, el mismo que mediante 802.1q decidirá que tipo de tráfico está recibiendo. En el sentido ascendente, el DSLAM clasifica los paquetes del cliente, basándose en la VLAN ID y entonces aplica la prioridad de colas y un estricto cronograma para el envío de los paquetes. Para esto, el DSLAM necesita aplicar prioridad 802.1p, marcando a los paquetes con una prioridad antes de enviarlos hacia la red de transporte; de esta forma los paquetes reciben diferente tratamiento dependiendo del tipo de tráfico. Las tramas que no tengan ningún tipo de etiqueta VLAN, se asume que tienen un valor de VLAN por defecto y por lo tanto se las trata como tal.

### 3.3.3.4 Configuración en el DSLAM

#### Definiendo una VLAN

Una VLAN debe existir y tener una única identificación antes de que cualquier puerto o regla pueda ser asignada a esta. El administrador define una VLAN asignándole un número de identificación único (el ID de VLAN) y un nombre opcional. El ID de VLAN es el número que identificará a que tipo de tráfico corresponde el paquete.



## Asignando puertos a una VLAN

Ahora que una VLAN ha sido creada, puertos individuales son asociados a la VLAN. Esto se logra a través de la administración asociando un ID de VLAN con cada puerto en el DSLAM.

### 3.3.4 Pruebas que garantizan calidad de los servicios

Un conjunto de pruebas deben ser realizadas en múltiples capas, incluyendo capa física, capa de enlace de datos, capa de red y capa de aplicación. Una simple prueba de capa física en la red de acceso no revela todos los temas de QoS potenciales que pueden afectar aplicaciones *Triple Play*.

#### 3.3.4.1 Pruebas de infraestructura

Es importante conocer el total desempeño de la red, cada elemento de la red debe cumplir con ciertos requerimientos para la entrega de servicios. Las pruebas de infraestructura se realizan para asegurar que el hardware y el equipo que va a ser desplegado entregue un óptimo desempeño.

## DSLAM

Las pruebas deberían incluir pruebas de carga con generación de tráfico y análisis así como también pruebas en el desempeño de multiservicios, que incluyen configuración de múltiples grupos de tráfico y sus respectivas pruebas para comprobar que el DSLAM puede soportar adecuadamente este modelo y no causar impacto en ninguno de los servicios dados.

## Equipos de usuario

Simular una variedad de escenarios de bucles locales y probar varios tipos de CPE es importante para entregar un ambiente real de servicio. Conocer un el impacto real del servicio en el bucle es esencial, pues el proveedor debe conocer la calidad de la señal que va a ser entregada al usuario. Por lo que también sería importante incluir pruebas de emulación de varios comportamientos del *set top box* ante el *cambio de canal* por un numero de usuarios, incluyendo la variación de velocidades en el cambio randómico y secuencial de canal.

### 3.3.4.2 Pruebas de aplicaciones

Para asegurar los servicios de IPTV, son vitales las pruebas de QoS relacionadas con el desempeño, escalabilidad y capacidad, de esta manera los operadores pueden conocer cuantos clientes activos al mismo tiempo podrán soportar, cuanto ancho de banda pueden manipular y como la red responderá a una posible demanda pico. Para el servicio de Difusión de video, se debería simular un ambiente en el que el DSLAM conviva con una red basada en IP, en la que múltiples canales de video son transportados. Las pruebas deberían también incluir la medición del tiempo de cambio de canal, latencia promedio de ingreso y abandono de canales, validación del canal y total calidad de la señal de video.

Errores en el enlace y temas de calidad de la voz deben ser identificados y resueltos antes de que la entrega de servicio de voz sea completada. Los técnicos deben verificar conectividad de la red extremo a extremo, provisión del servicio y calidad de la llamada.

Para el caso del tráfico de Internet se deben realizar pruebas de http<sup>112</sup>, FTP<sup>113</sup>, Trace Route<sup>114</sup>, IP Ping<sup>115</sup> y verificar estadísticas de tráfico.

---

<sup>112</sup> HyperText Transfer Protocol.

### 3.3.5 Condiciones del medio

El par de cobre en la tecnología xDSL no está exento de errores, pues es propenso a una serie de interferencias y atenuación. Es primordial asegurar que las condiciones de la línea sean las mejores posibles para soportar servicios *Triple Play*.

La distancia entre el nodo de acceso y el domicilio del cliente es uno de los factores directamente relacionados con la cantidad de ancho de banda que se puede alcanzar en un enlace. Generalmente cuando se realiza la petición del servicio se analiza la factibilidad de la línea del cliente, este análisis determina si el potencial cliente está dentro del área de servicio, pues una distancia mínima debe existir para garantizar una tasa de datos fija, por supuesto, siempre y cuando el estado de la línea y las posibles interferencias así lo permitan.

Otro factor relevante es el ruido en la línea, este factor afectan directamente a la potencia de la señal. La medida de esta perturbación se llama atenuación, que se define como la reducción de la potencia de la señal con la distancia. La relación señal/ruido<sup>116</sup>, determina que cantidad de datos pueden ser transportados en la línea. Comúnmente un margen de al menos 8 dB de SNR es necesario para aplicaciones de gran velocidad. La atenuación se produce principalmente por la resistencia del cable o por la emisión electromagnética del ambiente. La atenuación es el principal factor limitante de la capacidad de transmisión de datos. Los factores que influyen en la atenuación son:

- Grosor del cable: menor atenuación cuanto más.

---

<sup>113</sup> File Transfer Protocol.

<sup>114</sup> Herramienta de diagnóstico de redes que permite seguir la pista de los paquetes que van desde un host hasta un punto de la red.

<sup>115</sup> Comprueba el estado de la conexión con uno o varios equipos remotos.

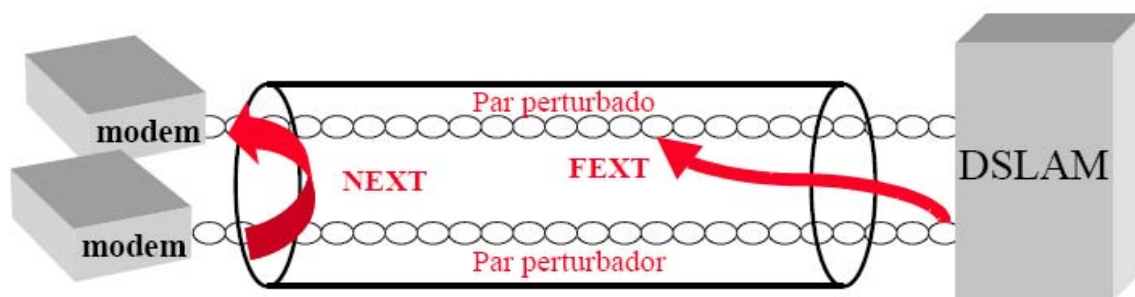
<sup>116</sup> SNR. Signal Noise Relation.

- Frecuencia: a mayor frecuencia mayor atenuación (proporcional a la raíz cuadrada)
- Tipo de cable: menor atenuación en coaxial que en par trenzado (menos emisión electromagnética)

Pruebas de campo experimentales han demostrado que hasta una distancia de 2,6 Km. del nodo, en presencia de ruido, se obtiene un caudal de 2 Mbps en sentido descendente y de hasta 0,9 Mbps en sentido ascendente con la tecnología ADSL2+.

El crecimiento de las líneas xDSL en un solo cable multipar puede causar una forma de interferencia como la diafonía. La diafonía se produce cuando la señal transportada por un par, interfiere en el par adyacente por el efecto de la inducción magnética entre los conductores. Hay dos clases, NEXT<sup>117</sup> y FEXT<sup>118</sup> (Paradiafonía y Telediafonía). La diafonía produce disminución del alcance y la velocidad de transmisión, además dificulta el aprovisionamiento del servicio y es el efecto que más limita la capacidad de los sistemas xDSL. Resulta un problema crítico en zonas de alta densidad de usuarios.

Figura. 3.14. Paradiafonía y Telediafonía



Fuente: DSL Forum

<sup>117</sup> Near-End Crosstalk.

<sup>118</sup> Far-End Crosstalk.

Por otra parte, el par de cobre tiene recorridos en el espacio abierto, incluso partes de este recorrido se realizan con pares paralelos en vez de trenzados. Todo esto produce que ciertas partes de la conexión se conviertan en antenas captadoras de las emisiones de radio, de onda larga, media o corta, especialmente las emisiones de radioaficionados. Para identificar este tipo de interferencia externa se usa un analizador de espectros.

### 3.3.5.1 Pruebas en el par de cobre

Pruebas de preevaluación de la calidad del DSL requiere un análisis de múltiples características de la línea para determinar si es apta para transportar servicios de banda ancha. El técnico que va a activar el servicio debe hacer una prueba de conectividad ADSL2+, si el sistema sincroniza sin problemas y todos los parámetros del enlace están dentro de lo esperado, solo deberá verificar la conectividad a nivel IP. En el caso de que se note algo extraño en el enlace, es decir, que tenga problemas en sincronizar o que no sincronice, el técnico debe contar con las herramientas necesarias para poder identificar y solucionar el problema, en el menor tiempo posible. Las siguientes pruebas son requeridas para determinar el estado del medio o en su defecto obtener suficiente información para diagnosticar un posible problema.

<b>Pruebas eléctricas</b>	<b>Pruebas de banda ancha</b>
<i>Determina calidad del par físico</i>	<i>Determina comportamiento de la línea</i>
Resistencia eléctrica	Pruebas del servicio (IP)
Atenuación	Calidad del servicio (QoS)
Perdida de Retorno	Velocidad de Transferencia
Característica de Señal/Ruido	Pruebas de conectividad xDSL
Desequilibrio resistivo	Pruebas de ping, pérdidas de paquetes
Aislamiento	Retardo total

Fuente: Elaboración Propia

**Tabla. 3.8. Pruebas para el par de cobre**

### 3.4 DIMENSIONAMIENTO DE EQUIPOS

Para los servicios *Triple Play*, IPTV, VoIP y acceso a Internet, los siguientes son los aspectos que se debe tomar en cuenta:

La conexión a Red tiene que ser de gran capacidad: 640 Mbps o preferiblemente Gigabit Ethernet o  $n \times$  Gigabit Ethernet son requeridos si queremos dar un servicio equiparable a las prestaciones del cable. Probablemente, aun así haya que disminuir los números máximos de abonados por nodo. En la configuración planteada, además de gran capacidad por canal, hay otros dos factores significativos que afectan el ancho de banda en la red, el número de canales *multicast* a ser entregados por suscriptor y la presencia de múltiples *sets* de televisión en cada hogar. Para el video bajo demanda se debería hacer una proyección de la posible demanda máxima de peticiones individuales determinando así la tasa máxima en el *uplink* del DSLAM.

Debido a que los operadores IPTV necesitan soportar grandes aplicaciones que requieren grandes anchos de banda, están obligados a abandonar el MPEG-2 y adoptar al MPEG-4, a pesar del dominio de los componentes MPEG-2 incluyendo a la mayoría de *set top boxes*. El 2006 ha sido el año de MPEG-4, los diferentes fabricantes lo han adoptado decisivamente como estándar para sus nuevos componentes esto ha hecho que la competencia logre bajar los precios y se vuelva una solución rentable. Los proveedores de servicio deberán determinar si adoptar el estándar MPEG-2 y aumentar el ancho de banda requerido o tomar como solución el MPEG-4 y optimizar el uso del canal.

Lo ideal en los DSLAMs sería que soporten IGMP en alguna de sus versiones, dependiendo de la versión instalada en los servidores del proveedor de servicios; así, los DSLAMs harán *multicast* para la difusión de video y *unicast* para el video bajo

demanda. En este mismo campo se debe verificar que los retardos de abandono e ingreso de canal estén dentro del rango aceptable para que no afecte a la experiencia del usuario.

De acuerdo a la tecnología de acceso expuesta como solución, el DSLAM debería cumplir con estándares internacionales incluyendo TI.413<sup>119</sup>, G.992.5 (ADSL2+), así como también protocolos relevantes como son RFC 1483<sup>120</sup>, IEEE802.1p, IEEE802.1q para la calidad de servicio y seguridad. Para el caso expuesto en el proyecto debería soportar tres VLANs, una para el servicio de video, otra para el acceso a Internet y una última para las tramas de control y comunicación con los dispositivos del cliente.

Los protocolos de comunicación con el DSLAM deberán ser establecidos por el operador de la red de transporte y el proveedor de servicios dependiendo de las soluciones que se implementen y las características de la red. Entre las que se podría nombrar estarían PPPoA, PPPoE, IPoA o IPoE.

Otras características adicionales podrían ser DHCP<sup>121</sup> y ARP<sup>122</sup>, soportar SNMP<sup>123</sup> para comunicación con el sistema de administración de red y también protocolos como TELNET<sup>124</sup> y TFP/TFTP<sup>125</sup>.

## Escalabilidad

En el acceso xDSL el elemento que determina la escalabilidad es el DSLAM. En la Figura 39 se muestra un esquema conceptual de un DSLAM, señalando aquellos elementos que determinan su escalabilidad. La cantidad de tarjetas, tanto de línea como las tarjetas POTS dependerá de la cantidad de clientes. Cada DSLAM tiene un

---

<sup>119</sup> Recomendación ANSI para modulación DMT en xDSL.

<sup>120</sup> Define Multiprotocol Encapsulation over ATM Adaptation Layer 5.

<sup>121</sup> Dynamic Host Configuration Protocol.

<sup>122</sup> Address Resolution Protocol.

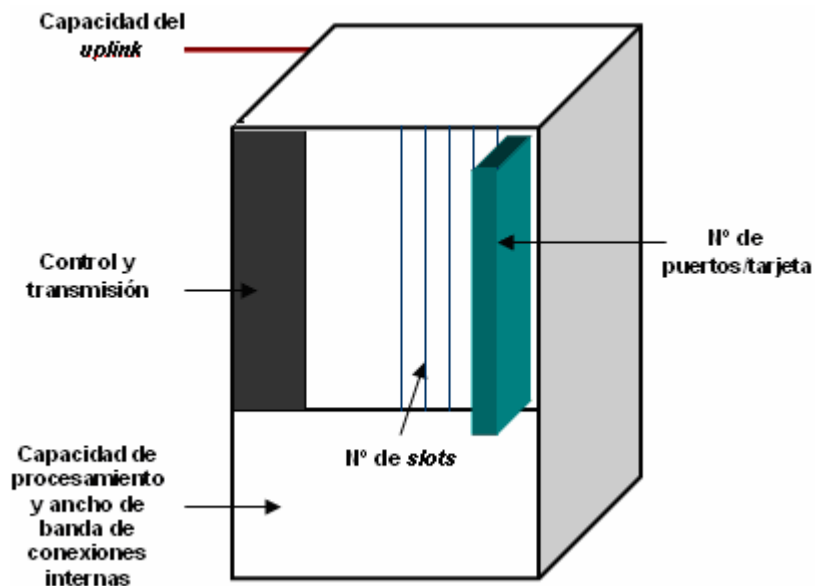
<sup>123</sup> Simple Network Management Protocol.

<sup>124</sup> Acceso remoto a un dispositivo o equipo.

<sup>125</sup> File Transfer Protocol/Trivial File Transfer Protocol.

determinado número de *slots* para albergar una cierta cantidad de tarjetas. Cada tarjeta tiene la capacidad de soportar por lo general 32 clientes.

Figura. 3.15. Modularidades de un DSLAM



Fuente: Elaboración propia

El CPE debería soportar 802.1q para la diferenciación entre tipos de servicio, además el estándar G.992.1. Como se trata de un equipo dirigido al cliente no es necesario que incorpore funciones de enrutamiento ni DHCP, más bien funcionará en modo *bridge* (RFC 1483). En hardware debería tener un puerto WAN con interfase RJ-11 y por lo menos dos puertos Ethernet RJ-45 para la conexión al PC y para el servicio de video que lleva la señal al STB.

Los *Set top boxes* deberían entender IPTV e incorporar estándares de descompresión de video dependiendo de la compresión utilizada por el proveedor del servicio. Si es que se desea implementar VoD debería incluir un software para desplegar la interfase gráfica en donde el cliente elige el contenido de video, para esto el STB debe soportar IGMP.



Finalmente se debe garantizar que la capacidad de procesamiento y memoria, tanto del DSLAM como en los equipos de usuario, sean suficientes para abastecer todo el tráfico en ráfaga de los tres servicios.

### 3.5 PROTOTIPO DE IMPLEMENTACIÓN

Se ha tomado como prototipo de implementación, para exponer un ejemplo de los requerimientos, a un edificio ubicado en el sector residencial de Cumbayá, el mismo consta de 16 departamentos provistos con la infraestructura necesaria, es decir a cada propietario de departamento se llega con la acometida telefónica. En base a esto y a lo analizado en los requerimientos para cada servicio se puede hacer una estimación de la capacidad del *uplink* del DSLAM para soportar la demanda de los clientes y además los requerimientos de capacidad por puerto de cada cliente. Los cálculos podrían ser los siguientes:

#### 3.5.1 Requerimientos de cada servicio por suscriptor

Servicio	Ancho de banda (kbps)	Estándar	Observaciones
Voz	64 simétrico	G.711 (codificación de voz)	Por canal
Video	900 asimétrico	MPEG-4 H.264 (compresión de video)	Por flujo de video de definición estándar
Datos	256/128 asimétrico		Suficiente para aplicaciones más críticas como <i>streaming</i> de video

Fuente: Elaboración propia

**Tabla. 3.9. Requerimientos de servicio por suscriptor**

### 3.5.2 Ancho de banda por suscriptor

Para el canal de voz se aprovecha la banda usada para la telefonía tradicional y por lo tanto no se toma en cuenta para el cálculo del ancho de banda de la banda de datos en el ADSL2+.

$$AB_{\text{voz}} = 64 \text{ kbps asimétricos}$$

Para el canal de datos, el ancho de banda que debe soportar la línea del cliente se calcula como sigue:

$$AB_{\text{suscriptor}} = AB_{\text{video}} + AB_{\text{datos}} + AB_{\text{control}}$$

$$AB_{\text{suscriptor}} = 1000 \text{ kbps} + 256 \text{ kbps} + 64 \text{ kbps}$$

$$AB_{\text{suscriptor}} = 1,3 \text{ Mbps}$$

Por lo tanto un ancho de banda en sentido descendente por puerto de 1,5 Mbps sería suficiente para cubrir las necesidades de un servicio *Triple Play* al hogar. Debido a las características de los servicios el ancho de banda es asimétrico y no se necesitaría más de 128 kbps para las peticiones del usuario tanto para Internet como en el video bajo demanda.

### 3.5.3 Ancho de banda para el prototipo

Con 16 clientes el DSLAM debería tener mínimo una capacidad de:

$$AB_{\text{uplink}} = 1,5 \text{ Mbps} \times 16 \text{ suscriptores}$$

$$AB_{\text{uplink}} = 24 \text{ Mbps}$$

Asumiendo que el DSLAM tiene un *uplink* de 400 Mbps, el número de clientes pico para el servicio de video, estimando un 40% de uso de ancho de banda simultáneo sería:

$$\#_{\text{clientes simultáneos}} = \text{Uplink del DSLAM} / \text{consumo video total} / \text{consumo AB simultáneo}$$

$$\#_{\text{clientes simultáneos}} = 400 \text{ Mbps} / 1 \text{ Mbps} / 40\%$$

$$\#_{\text{clientes simultáneos}} = 100$$

Este valor estimado servirá como referencia de la cantidad de clientes que podría soportar el enlace de red del DSLAM para el servicio más crítico en cuanto ancho de banda se refiere.

Para este caso en particular, una tarjeta de línea con capacidad de 32 puertos ADSL2+ cubriría la demanda de este conjunto residencial.

La distancia del punto de acceso a este edificio, asumiendo una buena calidad de la línea y pérdidas aceptables por interferencias, debería ser máxima de 2,5 Km. para garantizar los 1,5 Mbps requeridos para cada cliente.

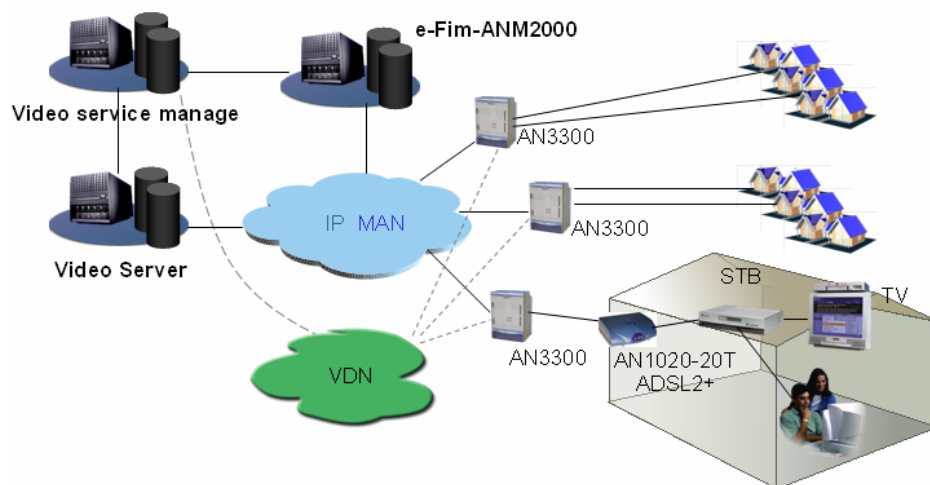
## CAPITULO IV

### CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DEL EQUIPAMIENTO

#### 4.1 Equipos Fiberhome

FiberHome ofrece alternativas de solución para proveer toda clase de servicios interactivos empleando como tecnología de acceso al xDSL. Para brindar acceso de banda ancha, los equipos Fiberhome soportan ADSL2+, de esta manera el cliente puede acceder a servicios *Triple Play* con una gran capacidad en su conexión. Equipos como el DSLAM AN3300 y el CPE AN1020-20T representan un buen complemento para brindar la mejor solución en la “última milla”.

Figura. 4.1. Solución *Fiberhome* para servicios *Triple Play*



Fuente: Fiberhome

## 4.2 EQUIPOS DE USUARIO

### 4.2.1 CPE

Los módems Fiberhome soportan ADSL2+, por lo que pueden garantizar mayores tasas a distancias considerables. Además incorpora tasa adaptable y administración dinámica del espectro. Otras características incluyen:

- Mejoras en administración y capacidades de diagnóstico.
- Mejoras en la administración de energía.
- DSL multimodo.
- Mayor integración.
- Tecnologías de *splitter* mejorada.

Junto con el acceso de banda ancha, FiberHome ofrece equipos terminales estables y versátiles, para la entrega de servicios IPTV.

### 4.2.2 IP Set Top Box

- Soporta conexión LAN o DSL.
- Recibe y procesa datos IP y flujos de video digital.
- Soporta MPEG-1, MPEG-2, MPEG-4, WMV y Real, además soporta VoD. En este caso muestra a través de la pantalla del televisor guías digitales y menús de administración.
- Soporta navegación HTML, juegos en red *on line* y descarga de contenido.

**Figura. 4.2. Solución IPTV set top box Fiberhome**

Fuente: Fiberhome.

### 4.2.3 Software de IPTV

Hay algunas variedades de fabricantes en este sector, cada uno con sus propias configuraciones para IPTV. El software para IPTV es típicamente una arquitectura cliente servidor donde el cliente reside en el STB. El software controla la experiencia del usuario es decir define como el cliente interactúan con el servicio. La administración de múltiples servicios necesita de una función de dos vías en una red IP.

El software para administración debe estar instalado tanto en la cabecera como en el equipo de usuario.

### 4.2.3.1 Sistema IPG

IPG<sup>126</sup>, es la plataforma y ventana de los clientes para recibir el contenido de voz y video. El IPG sirve al cliente con diferentes interfaces, incluye servidores WEB, servicio de datos de capa de presentación. Hay dos tipos principales de sistemas de guía interactiva:

- IPG basados en buscador:
  - Ventajas. Adopta tecnología WEB estándar, gran apertura para usuarios finales, permite múltiples tipos de acceso STB, fácil y clara interfase de usuario, no se necesita instalación en el STB
  - Desventajas. necesita inicial el buscador, el cual ocupará muchas fuentes y descargas las páginas todo el tiempo.
  
- IPG basados en el cliente
  - Ventajas: respuesta rápida, ocupa pocos recursos y no necesitan mucha interacción entre el cliente servidor
  - Desventajas: necesita instalar software en el STB del cliente, problemas para la actualización

## 4.3 EQUIPOS DEL PROVEEDOR

El DSLAM puede ser distribuido en diferentes configuraciones dependiendo del despliegue del escenario. Para soportar este tipo de servicios el DSLAM no solo debe entregar las funciones de la línea de acceso DSL, además debe manejar QoS y funciones de administración de tráfico y poseer gran capacidad de enlace para dirigir el tráfico hacia la red de transporte. Algunas de estas características contienen los DSLAM Fiberhome, así entre otras podemos mencionar:

---

<sup>126</sup> Inter-active Program Guide.

- Mayores capacidades del interfaz hacia la red: 622Mbps y 1 GEth, que unido a los progresos en la codificación de video (MPEG4) hacen que el número de canales disponibles en cada DSLAM ya no sea un factor limitante.
- Capacidad *multicast* interno, lo que en los recursos internos significa la ocupación de un ancho de banda por programa y no por usuario.
- Utilización de IP, y sus capacidades de *multicast*. En combinación con ATM para mantener el QoS.
- Solución de la respuesta rápida al *zapping* en el DSLAM, p.ej. IGMP snooping.

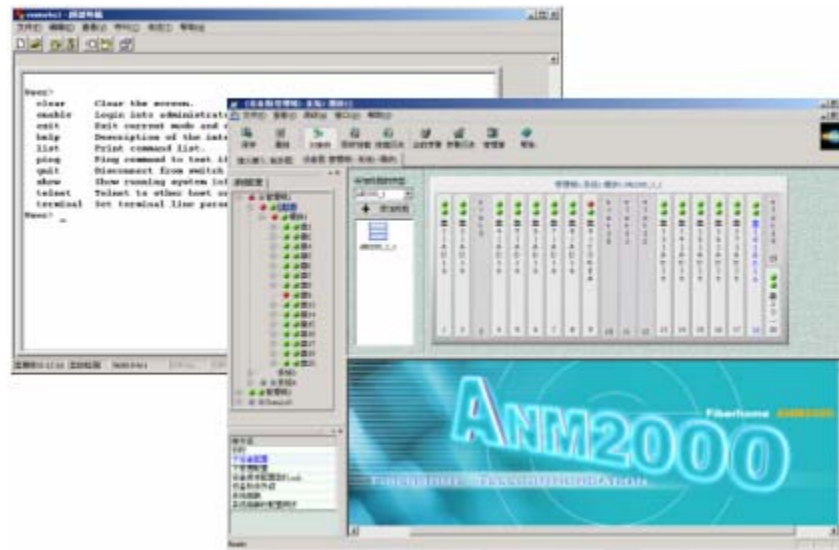
#### 4.4 SISTEMA DE GESTIÓN

El sistema de gestión está orientado al hardware de la plataforma, pues el servidor de administración controla la conexión y funcionamiento de los DSLAM y sus componentes entre los que se incluye las tarjetas y sus respectivos puertos. FiberHome ofrece el sistema de administración *e-Fim-ANM2000*, que junto con un servidor de administración de servicio de video y un servidor de contenido de video provee una solución integral a los servicios *Triple Play*. El sistema de Administración, posee dos clases de interfaces de administración, vía línea de comando y vía interfase gráfica, esta última es muy amigable y provee varios niveles de administración a la plataforma de servicios.

Cada sistema de gestión puede soportar 256 elementos de red, obteniendo de esta manera un gran control y operabilidad en el momento de monitorear la red.



Figura. 4.3. Interfaz gráfica del ANM2000



Fuente: FiberHome

Con este software podremos administrar la red de manera confiable y segura. El intercambio de información entre los dispositivos de la red son encriptados usando el protocolo de capa de aplicación SNMP<sup>127</sup> entregando así seguridad y permitiendo al administrador monitorear el desempeño de la red, buscar y resolver problemas y tomar decisiones para una solución oportuna.

#### 4.5 JUSTIFICACIÓN DEL FABRICANTE

Varias son las ventajas que aportan los equipos de la marca china Fiberhome Technologies, tanto por su variedad de equipos como por la calidad de los mismos y principalmente por su precio. Fiberhome Technologies es por hoy por hoy uno de los tres mejores fabricantes de equipos de acceso de banda ancha en China. Fiberhome proporciona a sus clientes equipos con excelentes prestaciones y precios competitivos, lo que permite gran rentabilidad para los proveedores. Los clientes también pueden verse beneficiados de los bajos costos de los equipos, ya que en la

<sup>127</sup> Simple Network Management Protocol.

mayoría de las ocasiones, deben asumir parte del costo del equipo necesario para acceder a los servicios.

Fiberhome, posee una amplia gama de dispositivos que aportan soluciones y tecnología de punta para satisfacer las necesidades de empresas en varios campos. Conjuntamente con sus más de 30 años de investigación y desarrollo, un estricto sistema de aseguramiento de la calidad ratifica la fiabilidad de sus equipos; ganando paulatinamente la confianza de sus socios comerciales. Uno de estos socios es la empresa SITEL en Ecuador, por esto es que en el presente proyecto se ha tomado a los equipos Fiberhome como primera solución en el diseño de la red.

Probablemente, una de sus principales ventajas es que consiente de la experiencia adquirida gracias a Internet han optado como estrategia comercial adoptar un modelo descentralizado basado en el empleo de estándares abiertos y no en protocolos propietarios. Los equipos cumplen con determinadas normas para potenciar la libertad de elección de los usuarios, garantizar el correcto funcionamiento de equipos y la interoperabilidad de servicios en un entorno de mercado competitivo, permitiendo a los equipos Fiberhome interactuar con diferentes fabricantes sin problemas. Además su constante innovación permite encontrar soluciones escalables conforme surgen nuevas tecnologías.

#### **4.6 ESTÁNDARES Y RECOMENDACIONES**

A continuación se presenta una serie de estándares y recomendaciones a los que se ha hecho referencia a lo largo de este proyecto. Muchos de los conceptos expuestos en estos documentos se han utilizado para establecer lineamientos de diseño y deberían ser la base para obtener un fiable despliegue de los servicios tanto en tecnología como en infraestructura.

La ITU-T<sup>128</sup> establece estándares para servicios multimedia sobre Internet en dos series principales: la serie G, *Transmission systems and media, digital systems and networks* y la serie H, *Audiovisual and multimedia systems*. La serie G incluye sistemas de codificación de voz, características de medios de transmisión, redes digitales etc. La serie H incluye sistemas y terminales para servicios audiovisuales, codificación de video, servicios adicionales para multimedia, etc. Algunos de los estándares para los servicios multimedia son:

Para la codificación de voz se hecho referencia a los estándares G.711, y G.729. Para la calidad de servicio de la voz los estándares G.114 o G.131, provee un número de asignaciones de retardo para conexiones de voz nacional e internacional. G.114 especifica que el retardo de una conexión internacional extremo a extremo en un sentido sea menor de 150 ms lo que será aceptable para la mayoría de las aplicaciones de usuario. Se recomienda además un tiempo de procesamiento en un sentido de no más de 50 ms en cada uno de los sistemas nacionales. El retardo total no puede ser superior a 200 milisegundos pues podría debilitar seriamente la calidad de ciertas aplicaciones.

Rango(ms)	Descripción
0-150	Aceptable para las aplicaciones más comunes.
150-400	Aceptable, teniendo en cuenta que un administrador de red conozca las necesidades del usuario.
Sobre 400	Inaceptable para la mayoría de planeaciones de red, sin embargo, este límite puede ser excedido en algunos casos aislados.

Fuente: ITU-T

**Tabla. 4.1. Límites de los retardos (UIT G.114)**

<sup>128</sup> International Telecommunication Union, Telecommunication Standardization sector.

Algunos estándares ITU que definen la calidad de voz son el P.862 y P.800, este último se basa en la herramienta más utilizada ya mencionada anteriormente el MOS.

Para la tecnología DSL es el G.992.5 que define las características del ADSL2+. Para la tecnología xDSL sería importante revisar las recomendaciones de la ANSI en cuanto a distancias, potencias y atenuaciones en las líneas.

La ITU unida con la ISO establece el último estándar de compresión de video el H.264/AVC, recomendado para IPTV.

Otro organismo que establece reportes técnicos que sirven como referencia para la tecnología de acceso xDSL es el *DSL Forum*. Entre las recomendaciones para los servicios de banda ancha asimétrica y las aplicaciones IP están:

Para administración, el TR-069 que permite a los operadores configurar y actualizar remotamente las unidades de terminación de la red DSL a nivel WAN. En este mismo campo existe el TR-064 a nivel LAN.

TR-101 para IPTV, contempla la entrega de multidifusión de video en una red Ethernet. Algunos trabajos en progreso que contienen ciertas recomendaciones para el video son el WT-126 que establece mecanismos y requerimientos para la calidad de la experiencia en los servicios *Triple Play* y el WT-135 para administración remota y funcionalidades del STB, ambos basados en los reportes técnicos TR-058, TR-059 y TR-092.

En cuanto a la calidad de servicio, la recomendación TR-059 que establece QoS IP, abarca: tratamiento de colas, limitación de ancho de banda, fragmentación entre otras.

Para cuestiones de seguridad y calidad de servicio se ha tomado en cuenta los estándares de la IEEE como IEEE 802.1p QoS, IEEE 802.1q VLAN e IEEE 802.1d Anexo H.2, prioridades de usuario y clases de tráfico. Estos se basan en la naturaleza del servicio con respecto a ciertos parámetros como: ancho de banda requerido, retardo de paquetes, *jitter* y pérdida de paquetes.

## CAPÍTULO V

### ANÁLISIS ECONÓMICO

#### 5.1 PREDICCIÓN DEL IMPACTO EN EL MERCADO

Actualmente, los operadores o proveedores de servicios se encuentran en el proceso de masificación de servicios de banda ancha principalmente basadas en tecnologías xDSL, ya que han visto su gran potencial de despliegue en varios servicios. En Ecuador podemos encontrar operadores que ya cuentan con este tipo de redes y que en los próximos años empezarán el despliegue de servicios *Triple Play*. No obstante a esto, la penetración de servicios de Banda Ancha en Ecuador aún no ha madurado y sus tarifas son muy altas cuando se compara con la de otros países. Sin embargo, paulatinamente están ingresando nuevos proveedores, los cuales fomentan la competencia con la consecuente disminución de precios.

No hay que olvidar que los usuarios son, en la mayoría de los casos, indiferentes a la tecnología o la infraestructura que se está empleando para entregarle el servicio, por lo tanto, el éxito o fracaso de las redes implementadas para entregar servicios *Triple Play* no va a depender de la solvencia técnica, empresarial o financiera de las empresas de servicios, sino de su capacidad para dar nuevos servicios a los usuarios a mejores precios y con mejores prestaciones y calidad que los que ahora reciben por otros medios o no reciben en absoluto.

Por otro lado, los operadores tradicionalmente se han especializado en la prestación de un servicio. Tal es el caso de las compañías de Telefonía y las compañías de cable en las que la integración de más servicios implica, madurar los conceptos tecnológicos ampliando la cobertura e implementando nuevas tecnologías y mejorando en la atención al cliente y el desarrollo de negocios.

Las nuevas tecnologías ha posibilitado el desarrollo de productos que suponen una reducción muy importante en la infraestructura de equipos necesaria. Así, los operadores tienen la posibilidad de disminuir los costos de arrendamiento de infraestructura, disminuyendo las tarifas suficientes para cubrir los gastos y permitiendo la amortización de capital invertido.

Los proveedores persiguen mayores ingresos mediante la introducción de nuevos servicios que atraigan a un mayor número de usuarios. Para esto, previamente deben primero conocer el tamaño del mercado potencial, además investigar cuáles son las tendencias del sector, si existen interesados y cuántos en tener acceso a múltiples servicios. Por otro parte, deben realizar un estudio económico de varios servicios por separado, determinar cuál sería el precio ideal para entrar en la competencia y saber si el cliente estaría en capacidad de asumir ese gasto. Con todo esto los proveedores garantizan de alguna manera su futura permanencia en el mercado y determinarán la posible rentabilidad del negocio.

Para una parte de los servicios *Triple Play* el costo del servicio será una barrera para su despliegue. Por ejemplo, el costo de la conexión es aún muy elevado ya que los suscriptores deben pagar con su respectiva factura, impuestos equivalentes al 27% del valor de los servicios de telecomunicaciones recibidos, que corresponden a 12% por IVA y 15% por Impuesto de Consumos Especiales – ICE. En el caso del Internet y la telefonía IP, se excluyen del ICE porque entran en la categoría de servicios de Valor Agregado. Lamentablemente, este no es el único inconveniente en

este campo, otras razones de peso son entre otras, los altos costos de acceso internacional al Internet por la falta de conexión internacional de gran capacidad. Esto se debe a que las operadoras que revenden la interconexión no han desarrollado puntos de acceso Internacional directos y deben pagar una serie de “peajes” arrendando infraestructuras de otros países para llegar al enlace internacional.

El modelo del bucle desagregado adoptado en varios países con gran éxito, ha producido un incremento considerable de la competencia, ayudando así a la proliferación de nuevos servicios a precios muy convenientes para los suscriptores; internamente, no hay normas que regulen este tema. Para entregar servicios sobre el par de cobre a los abonados de telefonía fija, las empresas que no sean las grandes operadoras tienen que arrendar a las telefónicas la infraestructura de acceso o desplegar nuevas redes locales, en el primer caso el mayor porcentaje del costo de arrendamiento es absorbido por el cliente; y en el segundo, el despliegue de una nueva infraestructura implica grandes inversiones que muy pocas empresas tienen la capacidad de asumir. En un futuro, este modelo podría ser una alternativa para ser estudiada, pues ya se ha visto que atrae la inversión y fomenta la competencia, de esta manera, pequeñas empresas tendrían la posibilidad de entrar en el mercado con una mínima inversión y con costos de servicio más convenientes para el suscriptor.

Los servicios innovadores siempre han sido negocios de éxito en el mercado en general, es así como el acceso a Internet, conjuntamente con la telefonía móvil en nuestro medio, se han constituido como los campos que más réditos han alcanzado en el negocio de las telecomunicaciones. Por otra parte, enfocándose en los enlaces con tecnologías xDSL, estos, prácticamente han igualado en suscriptores a los operadores de cable en menos de 5 años de estar en el mercado, con más mérito, tomando en cuenta que los operadores de cable ya llevan más de 10 años en el medio. El éxito del xDSL en nuestro país es evidente, las oportunidades que da esta tecnología para proveer servicios *Triple Play* son enormes, sin embargo, las principales barreras siguen siendo el costo del servicio y las deficientes políticas de



competencia, que afectarán considerablemente el nivel de penetración de este tipo de servicios.

En resumen, mientras no se disminuyan los impuestos y se realice una correcta liberación del mercado de las telecomunicaciones en donde se creen normas para garantizar y fomentar una libre competencia, los servicios *Triple Play* no tendrán la posibilidad alcanzar una gran penetración en el mercado. Pasarán de ser, de una oportunidad de negocio para los proveedores y nuevos servicios accesibles para los clientes, a un negocio solo para sectores privilegiados.

## 5.2 ASPECTO REGULATORIO

Algunos aspectos regulatorios están aparentemente solventados, sin embargo, hay muchas situaciones pendientes que impiden un gran despliegue de los nuevos servicios. Sin embargo, su desarrollo se verá respaldado por demanda de los clientes y la cantidad de empresas que necesiten implementar nuevos servicios.

En el país, todavía no existe regulación en aspectos de convergencia para que una sola empresa utilice una misma infraestructura para entregar los tres servicios que implica el *Triple Play*. Las licencias deben ser adquiridas por separado, es decir una para cada tipo de servicio, un ejemplo de esto es el Grupo TV Cable, esta empresa ofrece los servicios de voz video y datos a través de diferentes empresas sobre diferentes infraestructuras, así, SETEL provee telefonía, SATNET servicios de acceso a Internet y TV CABLE difusión de Televisión.

El CONATEL es el organismo regulador en nuestro país. Para los servicios de Internet y de voz sobre IP, encerrados dentro de la categoría de Servicios de Valor agregado, se creo el Reglamento para la prestación de servicios de valor agregado resolución No 071-03-CONATEL-2002. Específicamente para la implementación de

VoIP existe la resolución 491-21-CONATEL-2006, Acceso a Voz sobre Internet (VoIP).

La VoIP podría servir como el reemplazo de la telefonía tradicional o como una alternativa a este, en los dos casos debe cumplir con ciertas normas, esto se contempla en la reciente resolución del CONATEL 534-22-CONATEL-2006, Norma de calidad del servicio de valor agregado de Internet.

Para la implementación de infraestructura de acceso se hace referencia a la *Norma para la implementación y operación de sistemas de modulación digital de banda ancha*, resolución No. 417-15-CONATEL-2005. Para regular la implementación de las tecnologías xDSL.

En cuanto al tratamiento regulatorio de la difusión de TV, el organismo que norma este servicio es el CONARTEL<sup>129</sup>. La actual Ley de Radiodifusión no contempla la entrega de licencias para que las operadoras telefónicas entren en el negocio de la transmisión de contenidos televisivos, esto unido a la no existencia de una norma que regule aplicaciones como el IPTV, constituyen una gran barrera legal para que las operadoras telefónicas implementen servicios *Triple Play*.

### 5.3 ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD

Una vez que se haya escogido el tipo de tecnología y se haya dimensionado apropiadamente la demanda de tráfico, ahora se debe determinar si los costos de la red son realmente justificables mediante un análisis de sensibilidad. Este se basa en un estudio de costo-beneficio, dependiendo de las aplicaciones que se deseen implementar.

---

<sup>129</sup> Consejo Nacional de Radiodifusión y Televisión.

Para entender el análisis de sensibilidad se debe introducir algunos conceptos básicos:

**Tasa Interna de Retorno (TIR).** La TIR es una herramienta de toma de decisiones de inversión utilizada para comparar la factibilidad de diferentes opciones de inversión. De una manera formal, se define como la tasa de interés efectiva que da la inversión en el negocio en evaluación.

**Valor Actual Neto (VAN).** Es el valor de la inversión en el momento cero, descontados todos sus ingresos y egresos a una determinada tasa, que refleja las expectativas de retorno depositadas en el proyecto.

**Período de recuperación.** Indica el tiempo que la empresa tardará en recuperar la inversión, con la ganancia que genera el negocio. Es una cantidad de meses o años.

**Período de recuperación descontado.** Es el plazo que se requiere, para que los flujos de efectivo descontados sean capaces de recuperar el costo de la inversión. A diferencia del cálculo del período de recuperación tradicional, el de recuperación de descontado considera el valor del dinero a través del tiempo. Así cuando se utiliza el método del período de recuperación descontado, un proyecto debería ser aceptado cuando su período de recuperación descontado sea inferior a su vida esperada.

Se ha establecido que el costo del servicio en paquete sería 71 dólares más un impuesto del 27%, además se asume un costo inicial de inscripción de 430 dólares, que incluye el costo del equipamiento y la instalación. Este rubro será cobrado de contado o prorrateado al tiempo que el proveedor de servicio establezca. Los costos mencionados, tendrán un decremento cada año en base al abaratamiento de los equipos y por el aumento de la competencia.

Tomando como base el crecimiento de una empresa dedicada a proveer acceso a Internet, se asume que en el primer año se alcanzaría una base de 500 clientes y en años posteriores un crecimiento constate de al menos 250 clientes con picos en el 4 y 5 años. Estas cifras unidas a las ya descritas anteriormente, constituyen los ingresos aproximados que percibiría la empresa durante los primero 5 años.

Los costos de equipamiento inicial incluyen, la actualización de equipos en el *head end*, los DSLAM para el despliegue de la red, los equipos de usuario, STBs y CPEs. Además, la adquisición del contenido de video, licencias y permisos y los costos de arrendamiento de infraestructura y transporte de la información. Los siguientes años se tomará en cuenta los costos de adquisición de equipos para los nuevos suscriptores, los impuestos, costos de administración y actualización de equipos de red. Todos estos valores forman parte de los egresos de la empresa.

Realizando todos los cálculos, se estima que el retorno de la inversión vendrá en aproximadamente 4 años, con una tasa Interna de retorno del 29%. Para que un negocio sea rentable se debe considerar un porcentaje mayor al 25% del TIR. La empresa que preste servicios *Triple Play* bajo las condiciones de mercado actuales y las cifras de crecimiento asumidas, percibirá ganancias netas a partir del cuarto año; sin embargo, si el entorno de negocio cambiara de forma positiva bajo condiciones que ya se ha mencionado, el modelo de los servicios en paquetes sería un negocio de éxito comparable al que hoy en día es el servicio celular.

## CALCULO DE LA TASA DE RETORNO (TIR) Y VALOR ACTUAL NETO (VAN)

## SERVICIOS TRIPLE PLAY EN LA ULTIMA MILLA

Operador de red de acceso Proveedor de Servicios Triple Play 500 CLIENTES	ESTIMACION DEL FLUJO DE CAJA LIBRE Operador de red de acceso					
	0 2006	1 2007	2 2008	3 2009	4 2010	5 2011
<b>1 Ingresos</b>		847.460	985.110	2.022.000	3.067.000	3.405.390
Inscripción		215.000	105.000	307.500	400.000	285.000
Pago del servicio por cliente (mensual)		632.460	880.110	1.714.500	2.667.000	3.120.390
<b>2 Costos</b>		-585.752	-352.453	-775.013	-1.215.675	-1.414.960
Costos de Explotación						
82,25% Servicios		-474.950	-275.375	-610.125	-957.500	-1.114.125
20,00% Actualización de Activos		-94.990	-55.075	-122.025	-191.500	-222.825
2,50% Mantenimiento		-15.812	-22.003	-42.863	-66.675	-78.010
<b>MARGEN OPERACIONAL BRUTO</b>		261.709	632.657	1.246.988	1.851.325	1.990.430
Otros Gastos		-8.475	-9.851	-20.220	-30.670	-34.054
1% ADMINISTRACIÓN		-8.475	-9.851	-20.220	-30.670	-34.054
0,5% CONTRALORIA		-	-	-	-	-
<b>3 Gastos no desembolsables</b>		-40.245	2.969	8.906	11.875	8.906
Depreciación equipos		-40.245,00	2.968,75	8.906,25	11.875,00	8.906,25
<b>MARGEN OPER. ANTES DE IMPUESTOS</b>		212.989	625.775	1.235.674	1.832.530	1.965.283
<b>4 Cálculo de Tasas e Impuestos</b>		565	-159.573	-315.097	-467.295	-501.147
0% Licencia		500	-	-	-	-
25% Impuesto a la Renta		-	-156.444	-308.918	-458.133	-491.321
0,5% SuperIntendencia de Compañías		-1.065	-3.129	-6.178	-9.163	-9.826
<b>MARGEN OPER. DESPUES DE IMPUESTOS</b>		213.554	466.202	920.577	1.365.235	1.464.136
<b>5 Ajuste por Gastos no desembolsables</b>		40.245	-2.969	-8.906	-11.875	-8.906
Depreciación por equipamiento		40.245	-2.969	-8.906	-11.875	-8.906
<b>6 Costos y Beneficios no afectos a Impuestos</b>		-474.950	-275.375	-610.125	-1.114.125	394.861
<b>Inversiones</b>		474.950	275.375	610.125	1.114.125	-
Equipos		402.450	29.688	89.063	118.750	89.063
DSLAM		51.975	-	-	-	-
CPE		9.375	4.688	14.063	18.750	14.063
STB		50.000	25.000	75.000	100.000	75.000
Licencia software Administracion		1.100	-	-	-	-
Contenido		250.000	-	-	-	-
Head End		38.000	-	-	-	-
Otros		2.000	-	-	-	-
Servicio		72.000	108.000	216.000	360.000	468.000
Arrendamiento Infraestructura		24.000	36.000	72.000	120.000	156.000
Servicio TP		48.000	72.000	144.000	240.000	312.000
Inscripción		500	-	-	-	-
<b>Valor Residual Inversión</b>		-	-	-	-	-394.861
Equipamiento de acceso		-	-	-	-	-394.861
<b>Total</b>		-474.950	-21.576	-146.891	-45.829	239.235
<b>Valores en USD</b>						1.850.091

Tasa de descuento para actualización 16,5%

Tasa Interna de Retorno (TIR)	29,1%
Valor Actual Neto (VAN) (US\$)	361.301
Periodo de Recuperación (Años)	4,24
Periodo Recuperación Descontado (Años)	4,80

Fuente: Elaboración propia

Tabla. 5.1. Análisis de sensibilidad

## CONCLUSIONES

La entrega de servicios *Triple Play* es una nueva alternativa para las empresas y clientes, que les permite experimentar nuevas formas de comunicación y entretenimiento centradas en el usuario. Para los proveedores de servicio esta es una oportunidad de ofrecer diferenciación de servicio para permanecer en la competencia como negocio atractivo y de esta manera mantener y expandir su mercado de clientes.

El *Triple Play* está causando una importante transformación en las redes de entrega de servicios, los proveedores de servicios necesitan integrar múltiples tecnologías de red con nuevos equipos bajo una administración integrada y centralizada que permita control escalable y una migración de los suscriptores desde la forma actual de entrega de servicios a una futura convergencia de múltiples servicios.

La tecnología xDSL se ha convertido en una importante herramienta para las compañías telefónicas, ya que les ha permitido re-potenciar sus conexiones del par de cobre para brindar una gama de nuevos servicios, logrando así mantenerse en la competencia frente a las grandes prestaciones que ofrecen las tecnologías de cable y fibra. En los últimos años, la familia de estándares xDSL se ha desplegado en forma acelerada, debido a su gran capacidad, bajo costo y simplicidad de implementación. Con los nuevos estándares que se han desarrollado como ADSL2+ y VDSL2 los proveedores de servicios tienen ahora la capacidad de escalar sus

redes, ya que pueden soportar requerimientos del mercado actual y futuro, entregando soluciones de grandes anchos de banda que requieren los servicios de nueva generación.

Las cifras de suscriptores alcanzadas por la tecnología xDSL en nuestro país, unida a la reutilización de la infraestructura de cobre y la tecnología ya instalada, constituye una gran ventaja para las operadoras telefónicas, pues las inversiones necesarias para el despliegue de servicios son mucho menores y además, su éxito fomenta competencia y la disminución de precios del servicio alcanzando el retorno de la inversión en menos tiempo.

Un aspecto importante para el éxito de un futuro servicio *Triple Play* es el tamaño del mercado total de suscriptores que pueda alcanzar la tecnología xDSL como tecnología de acceso, a pesar de que hay una creciente demanda para el acceso de Internet de banda ancha, mejores condiciones del mercado como la creación de políticas que garanticen una libre competencia, serían importantes para incentivar la masificación del xDSL.

Para competir efectivamente en el mercado de los servicios de banda ancha, los proveedores de servicio no solo deben incluir video en los servicios ya ofertados, sino también diseñar adecuadamente el modelo de negocio que más se ajuste a las necesidades de ciertos sectores y poniendo especial atención en la elección correcta de contenidos que despierten el interés del cliente; además, deben establecer un precio atractivo del servicio para que rápidamente capten clientes en el mercado.

En nuestro país, los proveedores de servicios están aparentemente establecidos en el mercado de acceso a Internet, mientras que en el campo de la VoIP se han desarrollado recién durante los últimos dos años. Estos servicios les han permitido crecer considerablemente hasta que hoy en día la cantidad de suscriptores de las telefónicas es comparable con la de su principal competidor, el cable. Los servicios de voz y datos ya están afianzados en el mercado, sin embargo el

despliegue de video es todavía incierto y constituye la última barrera para completar un paquete de servicios *Triple Play* sobre el par de cobre. Aunque las aplicaciones de video como el IPTV ya están desarrolladas e implementadas en varios lugares del mundo, en el país esta tecnología es aún desconocida y se espera su despliegue para el 2008.

Seguramente la gran barrera para la implementación de los servicios de IPTV es el tema económico, pues una plataforma de video implica grandes inversiones. Muy pocas empresas del sector tienen la capacidad de asumir tal magnitud de inversión, por lo que posiblemente se buscará una asociación comercial de empresas para combinar varios operadores y proveedores de servicio.

El objetivo final del *Triple Play* es lograr que sobre una única infraestructura se transporte todos los tipos de servicios y que sea un solo proveedor el que los entregue. Con un solo proveedor el cliente podrá acceder a un paquete de servicios con un costo menor que el que pagaría por servicios separados. No solo se debe llegar a la integración de servicios en un solo medio físico sino también a una sola tecnología, no hay duda que IP es la tecnología a donde todos tiene que converger. Por eso han surgido aplicaciones como la VoIP y al IPTV que rápidamente están ganando terreno en el mercado y que junto con las tecnologías de transporte basadas en Ethernet constituyen un verdadero concepto de convergencia.

La calidad es un tema primordial en la entrega de todo tipo de servicios y más aún en los servicios considerados sensibles como es la voz y el video, por esta razón, el proveedor de servicios y los operadores de infraestructuras de transporte y de acceso tiene que implementar tecnologías que garanticen la correcta entrega del servicio de acuerdo a los requerimientos que exigen cada uno. Por otra parte, la calidad de la línea de cobre en la infraestructura de "última milla" debe ser excelente para alcanzar las grandes tasas que requieren los servicios sobretodo el de video.



---

Una de las principales ventajas de la tecnología xDSL en la “última milla”, es el hecho de que entre el punto de acceso y el cliente, el ancho de banda es dedicado, dando gran disponibilidad y seguridad al enlace, garantizando así, gran desempeño de la conexión y calidad de servicio en este tramo de la red.

La seguridad es un aspecto importante en las redes en donde se transporta contenidos de sensible privacidad, es por esto que diferentes mecanismos de separación de tráfico y/o técnicas de encriptación de los contenidos deben ser implementados entre el cliente y el proveedor de servicios para impedir filtraciones y fuga de información.

La poca liberación y regulación del mercado de las telecomunicaciones impiden la masificación del DSL, trayendo como consecuencia, un pobre crecimiento de la competencia; esto, unido a los excesivos impuestos, hacen que los servicios *Triple Play* no tengan una gran posibilidad de penetración en el mercado, constituyéndose una oferta atractiva tan solo para sectores privilegiados, debido al alto costo del servicio. Por esta razón, los proveedores de servicio deben realizar un adecuado plan de negocios, para por una parte, determinar el sector donde los servicios tengan un mayor impacto, tomando en cuenta el alto costo inicial del servicio y por otra, establecer los contenidos apropiados para cada sector.

## RECOMENDACIONES

Una serie de pruebas para calidad del DSL, entrega al proveedor valiosa información para implementar servicios *Triple Play* de alto desempeño en las manos de los clientes. La calidad de las líneas actualmente desplegadas son aceptables solo para el acceso a Internet, no así para un futuro servicio *Triple Play*, ya que en unos casos, las líneas llevan instaladas varios años y se han degradado considerablemente y en otros, la calidad de los empalmes y conexiones no son apropiadas, todo esto hace que los pares de cobre no alcancen las velocidades que permite la tecnología instalada y que requieren los servicios de gran demanda de ancho de banda como el video. Por esta razón, se recomienda certificar la planta externa de cobre, es decir, probar y calificar las líneas antes de ofrecer ADSL2+, lo que permitirá entregar servicios empaquetados con confianza.

El diseño de una infraestructura basada en estándares y recomendaciones técnicas de los organismos internacionales como la ITU y la IEEE, es recomendable para garantizar interoperabilidad y correcto funcionamiento de equipos dentro de la red. Buscar equipos que combinen el soporte de varios estándares y sean económicos es lo ideal para una implementación confiable y que genere una pronta recuperación de la inversión.

Los proveedores de servicios deberán realizar un estudio de mercado previo la oferta de servicios, para determinar las tendencias del sector y un estudio económico de los servicios por separado para determinar el precio ideal que le permita ser atractivo a los clientes y competir con los servicios ofertados por la competencia.

Un análisis minucioso de la red de extremo a extremo, se debería efectuar para obtener mediciones de posibles interferencias y retardos que afecten el buen desempeño de los servicios en tiempo real. Con este estudio el proveedor tiene importante información para establecer medidas y de esta manera alcanzar rangos definidos por recomendaciones internacionales para efectuar una fiable entrega de los servicios. Los proveedores además deberían establecer convenios de niveles de servicio, para tratar de manera diferente a cada tipo de tráfico dependiendo de sus requerimientos.

Es necesario, que los proveedores de servicios intalen un sistema de control y monitoreo integrados en una sola plataforma, donde todos los servicios sean operados y lograr una administración centralizada.

Para asegurar que los factores que afectan a la calidad de servicio en el *Triple Play* no sean críticos, se debería implementar mecanismos de calidad de servicio, en donde se diferencien los tipos de tráfico y se asignen anchos de banda dinámicamente de acuerdo a los requerimientos de cada servicio, además, técnicas de corrección de errores a lo largo de la red.

Al momento de dimensionar los equipos con base en los requerimientos de la red, se debe realizar un diseño que permita al proveedor ser escalable y crecer conforme a las necesidades en infraestructura y tecnología así lo requieran. Para esto no solo se debe tomar en cuenta el crecimiento del mercado, que se traduce a mayores anchos de banda y nuevas tecnologías, sino también, otros puntos como: la compatibilidad de los equipos, es decir la capacidad de soportar estándares mundiales; y principalmente la capacidad de implementar nuevas tecnologías, sin realizar cambios significativos en la infraestructura y a costos sensiblemente menores, que no representen una gran inversión para los proveedores de servicio.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

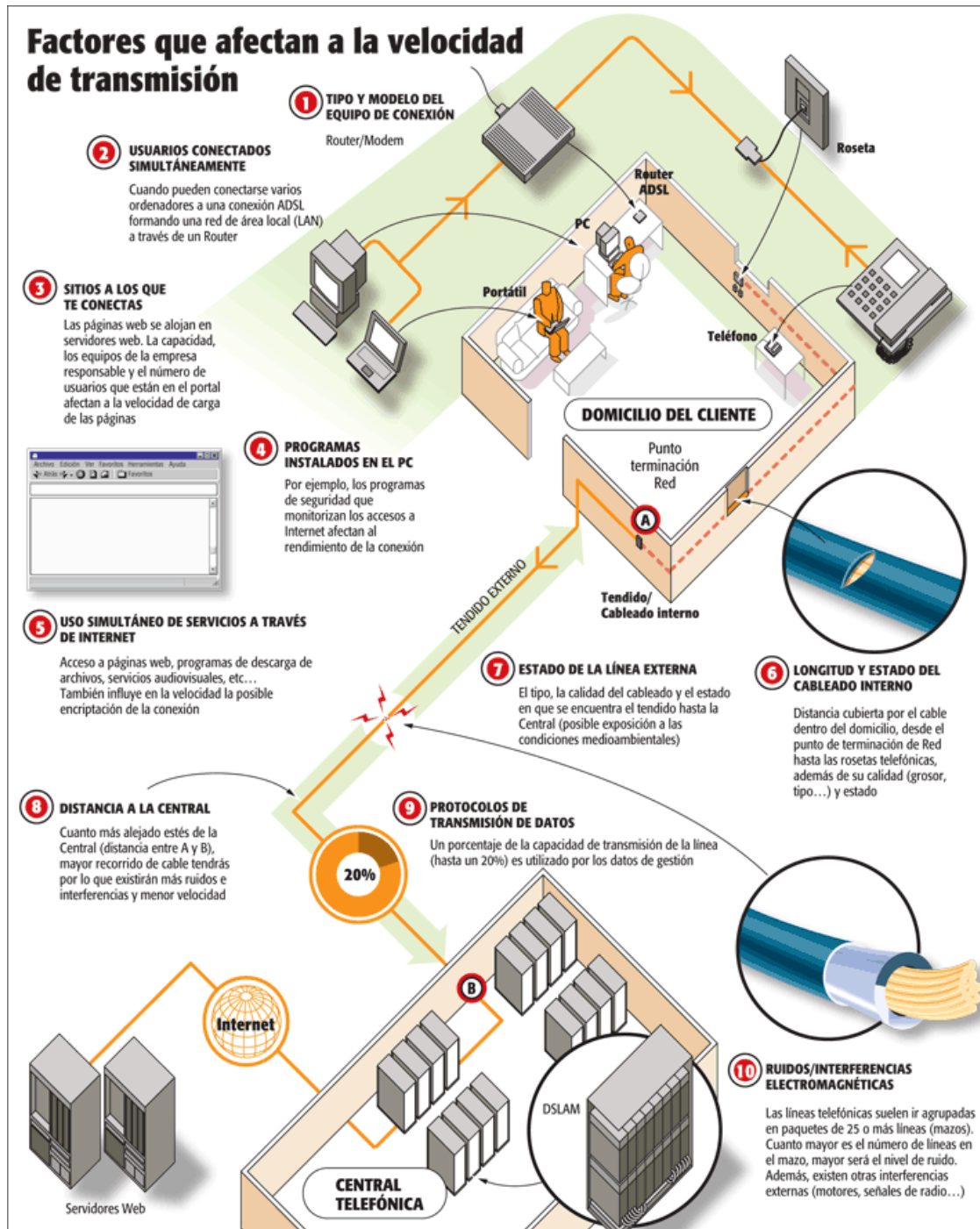
- BARÓ, Adreu Veá, *Evolución del acceso a Internet*, Mayo de 2002.
- Conferencias, Foro Andino sobre la Sociedad de la Información realizado en Quito el 25 y 26 de Diciembre de 2006.
- MALISANI, Raúl, “Banda ancha – VoIP”, Interlink srl., 7mo encuentro regional de telecomunicaciones.
- GUZMÁN, Cristóbal, “Tendencias de la banda ancha”, Foro centroamericano en tecnologías y servicios de telecomunicaciones, San Salvador, (El Salvador) 27 de Julio de 2005.
- “Análisis del mercado servicios de banda ancha en Colombia”, CINTEL, Pyramid Research, Febrero 2004.
- COX, Tim, “World Broadband Statistics Q1 2006”, Point Topic, June 2006
- CARRIÓN, Hugo, “Futuro de las Telecomunicaciones en el Ecuador”, CIEEPI.
- GAPTEL, Grupo de Análisis y Prospectiva del Sector de las Telecomunicaciones, “Banda Ancha”, Julio 2004.
- División de Relaciones Corporativas y Comunicación, Telefónica, “Las Telecomunicaciones de Nueva Generación”.
- DIAZ, Miguel, “Mejoras que introduce el estándar G.992.5 conocido como ADSL2plus”, Universidad Simón Bolívar, Caracas Venezuela.
- AWARE, INC., “ADSL2 and ADSL2+ The New ADSL standars”, 2002.
- FIBERHOME TELECOMMUNICATION, “ADSL training resource”, 2003.
- ALCATEL ESPAÑA, “La importancia de los contenidos para el futuro del ADSL, La Realidad de las Nuevas Tecnologías para la Empresa Española”, 2002.

- POUTANEN, Aleksandre, "Influence and Development of Triple Play Services", Helsinki University of Technology, Telecommunications Software and Multimedia Laboratory.
- AGUADO, Fernando, "Redes de acceso mediante tecnologías xDSL", Curso de grado de Sistemas de Telecomunicación, Universidad de Vigo.
- TRENDCOMMUNICATIONS, "TriplePlay Architectures".
- CABALLERO, José, White paper "Enabling Triple Play in Access Networks", SwitchCore, 2006.
- AUDIN, Gary, "Voice over IP (VoIP) Basics for IT Technicians", White Paper, Fluke Networks.
- MILLER, Mark, "WHITE PAPER Implementing the VoIP Network, A technical briefing series on VoIP and converged networks", Network General, Volume 3 , August 2005.
- PIETROSEMOLI, Ermanno, "VoIP", Fundación Escuela Latinoamericana de Redes.
- COWARD, Andrew, "IP Quality of Service (QoS) Applications and Service Examples", Unisphere Networks.
- CABLETRON SYSTEMS, 802.1Q VLAN User's Guide.
- MICREL INC, "Virtual LAN applications and technology".
- Voz sobre IP (VoIP), [www.monografias.com](http://www.monografias.com).
- GAPTEL, Grupo de Análisis y Prospectiva del Sector de las Telecomunicaciones, "Digital Televisión".
- PAÑEDA, Xabiel; MELENDI, David, "Servicios de audio/vídeo servicios de comunicaciones", Universidad de Oviedo, 2005.
- Departamento de Automática, Ingeniería Electrónica e Informática Industrial, "Estándares de Compresión de Vídeo", Universidad Politécnica de Madrid.
- BROADBAND SERVICE FORUM, "IPTV Explained, Patr 1 a BSF Series".
- FIBERHOME TECHNOLOGIES, "Solution for IPTV Service on DSLAM", Junio, 2005.
- IYER, Deepa, "Internet Protocol Television (IPTV): A Survival Strategy or Revenue Generator for Telcos", Parks Associates, 2005.

- 
- ZHONG, “The Video over IP DSL Solution”.
  - ENVIVIO; INTEL CORPORATION, “H.264 & IPTV Over DSL Enabling New Telco Revenue Opportunities”.
  - OOGHE, Sven, “IPTV ARCHITECTURE overview Architecture & Transport Working Group, Abril 2006.
  - ARNASON, Bernadin, “IPTV: The Future is Now”, Pivot Group, Mayo 2006.
  - AXIS COMMUNICATIONS, “Compresión de Vídeo Digital, Revisión de los Métodos y los Estándares a usar para la Transmisión y el Almacenamiento de Vídeo”, Actualizado en agosto de 2004.
  - TELEFÓNICA, “La codificación y compresión digital de contenidos audiovisuales”.
  - Estadísticas y varios documentos de Pyramid Research, DSL Forum [www.dslforum.org](http://www.dslforum.org), IEEE, ITU, OECD, CONATEL, SUPTEL, [www.tripleplay-services.com](http://www.tripleplay-services.com), [www.tripleplay.tv](http://www.tripleplay.tv).
  - Conceptos y significados en [es.wikipedia.org](http://es.wikipedia.org).

## ANEXO 1

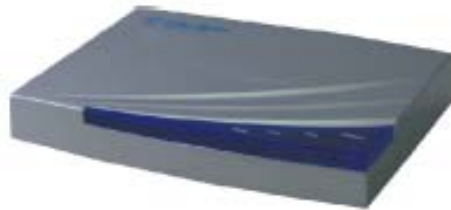
## Factores que afectan a la velocidad de transmisión



Fuente: Telefónica

## HOJAS TÉCNICAS

### CPE ADSL2+ AN1020–20T, 4 ports módem



The device is a well-designed high-speed ADSL modem/router.

#### Features

- Full rate ADSL router, support Bridge/Router
- Provides 24Mbps downstream and 1Mbps upstream
- Maximum transmission range: 5.4 Kilometers
- Four Ethernet ports, 10/100 Mbps Auto-MDI/MDIX
- Friendly GUI for web configuration.
- Configurable as a DHCP Server on Your Network
- Compatible with all standard Internet applications
- Industry standard and interoperable DSL interface
- Simple web-based status page displays a snapshot of your configuration, and links to the configuration pages.



- Downloadable flash software upgrades
- Support up to 8 Permanent Virtual Circuits (PVC)
- Support up to 8 PPPoE sessions

### **ADSL standard supports**

- ITU G.992.1 (G.dmt) Annex A
- ITU G.992.2 (G.lite)
- ANSI T1.413 Issue 2
- ITU G.992.3(ADSL2)
- ITU G.992.5(ADSL2+)

### **Encapsulation supports**

- RFC 1483 bridge
- RFC 1483 Router
- Classical IP over ATM (RFC 1577)
- PPP over ATM (RFC 2364)
- PPP over Ethernet (RFC 2516)

### **System requirements**

Recommended system requirements are:

- Pentium 233MHZ or above
- Memory: 64MB or above
- 10M Base-T Ethernet or above
- Win9X, Win2000, WinXP, WinMe, WinNT
- Ethernet Network Card

## Rear panel layout

Interface	Description
SWITCH	Power on/off switch
POWER	Plug in for power adaptor
RESET	Modem Reset button Press and hold around 5~10s to reset the hardware. The modem will auto restart. This action will recover the modem's default configuration.
Ethernet(1-4)	Ethernet interface for connecting to computer or Switch
LINE	ADSL connector for connecting to ADSL telephone line



## AN3300 Technical Specifications

### General Specifications

Standards Support	<ul style="list-style-type: none"> <li>◆ ITU-T G.992.1 (G.DMT) Telecommunication Standardization Asymmetric Digital Subscriber Line (ADSL) Transceivers</li> <li>◆ ITU-T G.992.2 (G.Lite) Telecommunication Standardization Transmission Systems and Media Splitterless Asymmetric Digital Subscriber Line (ADSL) Transceivers</li> <li>◆ YD/T1239-2002 Very-high-speed Digital Subscriber Line (VDSL) Foundation</li> <li>◆ IEEE 802.3 Ethernet Specification</li> <li>◆ IEEE 802.3u Fast Ethernet Specification</li> <li>◆ IEEE 802.3x Flow Control Protocol</li> <li>◆ IEEE 802.3z 1000BASE-SX/LX Specification</li> <li>◆ IEEE 802.1d Bridging and Spanning Tree Protocol</li> <li>◆ IEEE 802.1p Port-compatible Privilege Tag</li> <li>◆ IEEE 802.1q Virtual Local Area Networks (VLANs)</li> <li>◆ IEEE 802.1x Port-based Authentication Protocol</li> </ul>
Cables & Wires	<ul style="list-style-type: none"> <li>◆ Cable &amp; wire interfaces compliant with relevant YD/T1055 requirements</li> <li>◆ 10Base-T: UTP-3 / 4 / 5; 100 meter</li> <li>◆ 100Base-TX: UTP-5; 100 meter</li> <li>◆ 1000Base-SX: 62.5/125<math>\mu</math>m multi-mode optical fiber; 220 meter 50/125<math>\mu</math>m multi-mode optical fiber; 550 meter</li> <li>◆ 1000Base-LX: 62.5/125<math>\mu</math>m multi-mode optical fiber; 550 meter 50/125<math>\mu</math>m multi-mode optical fiber; 550 meter 8/125<math>\mu</math>m single-mode optical fiber; 15 kilometer</li> </ul>
Port Configuration	◆ ADSL/VDSL/SHDSL/LAN-interface cards mixed-configured
Work Mode	◆ Full-duplex
Network Management	<ul style="list-style-type: none"> <li>◆ Console command-line interface (CLI) connection</li> <li>◆ Telnet CLI connection</li> <li>◆ Simple Network Management Protocol (SNMP) support</li> </ul>
Switching Mode	◆ Store-and-Forward
Backboard Throughput	◆ 34G
Packet Buffer	◆ 24M
VLAN Support	◆ Comply with IEEE 802.1q and GVRP protocol, with support for VLAN tag, at

	most 4095 VLANs
MAC Address Support	◆ Auto-learning and wire-check support, at most 64 K MAC addresses
Dimensions	◆ Standard 19" 11U: 480×488.1×352 (W×H×D), in unit mm
Power Supply	◆ -48V (-40V~-57V)
Power Consumption	◆ 600W (full loaded)
Operating Temperature	◆ 0~45℃
Storage Temperature	◆ -30℃~60℃
Operating & Storage Humidity	◆ 10%~90%
Weight	◆ 35 kg

## Structure Parameters

AN3300 frame is standard 19" 11U: 480×488.1×352 (W×H×D), in unit mm. Weight: 35 kg.

## Interface Specifications

### 1. Inter-card interfaces

- ◆ Star-bus structured;
- ◆ Full IP technology based.

### 2. External interfaces

- ◆ 10/100 Base-T Ethernet interfaces: the data rate is self-adaptive 10/100 Mbps; the transmission distance can reach 100 meter; and RJ45 type connectors serve as the tie-ins.
- ◆ 100 Base-Fx optical Ethernet interfaces: the data rate is 100 Mbps; the transmission distance can reach 40 to 80 kilometer; and LC/PC type connectors serve as the tie-ins. Each AN3300 can support 2 XFX4 cards, that means 8 ports, which can form two 4×800M trunk-ports.
- ◆ GBIC interfaces: the data rate is 1000 Mbps; the transmission distance can reach 550 meter (single mode fibers used) or 15 kilometer (multiple mode fibers used); and SC/PC type connectors serve as the tie-ins. Each AN3300 can support 2 XGE3 cards, which mean 2 GBICs.
- ◆ ADSL service interfaces: each ADSL-interface card provides 24 DMT based ADSL ports, which are connected with RTUs via twisted pairs. The interfaces comply with

ITU-TG.992.1 (G.DMT), G.992.2 (G.LITE) and ANSI T1.413: the maximum upstream/downstream data rates are 1 Mbit/s and 8 Mbit/s, and the transmission distance can reach 3 to 5 kilometers.

- ◆ VDSL service interfaces: each VDSL-interface card provides 24 QAM based VDSL ports, which are connected with RTUs via twisted pairs. The maximum upstream/downstream data rates are 16.67 Mbit/s and 16.67 Mbit/s, and the transmission distance can reach 2 kilometers.
- ◆ SHDSL service interfaces: each SHDSL-interface card provides 32 TC-PAM based SHDSL ports, which are connected with RTUs via twisted pairs. It supports E1, V.35 and Ethernet based services. The maximum upstream/downstream data rates are symmetric 2.3 Mbit/s (up/down), and the transmission distance can reach 4.5 kilometers.

### **3. Management interfaces**

- ◆ 10/100M Ethernet interface for in-band management, supporting TCP/IP and SNMP;
- ◆ 10/100M Ethernet interface (optical/electric) and GBIC interface for in-band management, supporting TCP/IP and SNMP;
- ◆ RS232 console interface for local maintenance or remote maintenance via a modem connected with it.

### **4. Other interfaces**

- ◆ Input interface for -48V DC power supply;
- ◆ Alarm output interface.

## **Working Circumstances Requirement**

### **General Requirement**

- ◆ Operating Temperature: 0 to 45°C;
- ◆ Storage Temperature: -30 to 60°C;
- ◆ Relative Humidity: 10 to 90%, non-condensing;
- ◆ Atmospheric Pressure: 70 to 106 kpa;
- ◆ No corrosive and solvent gas, no floating dust, and no neighboring strong electromagnetic interference;
- ◆ Installation Floor Bearing Capability:  $\geq 600\text{kg/m}^2$ , used to fix the installation.

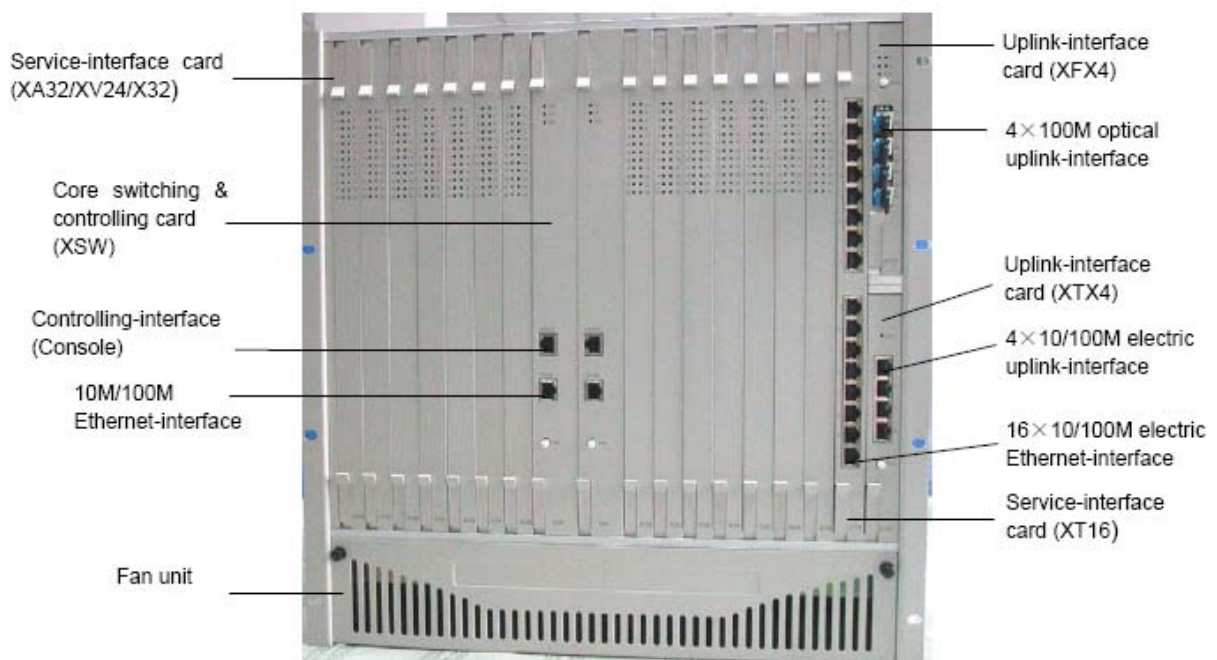
## Power Supply

- ◆ Voltage: 110 VAC
- ◆ Power consumption: 600W per equipment frame (fully loaded).

## Earthing

- ◆ Earthing Resistance: <5

# AN3300



## IP SET-Top Box SV-300



### SV-300 IP Set-Top Box

H.264/AVC, SMPTE VC-1, MPEG-2



#### Single Chip H.264/VC-1 IP-STB

The SV-300 IP-STB is an entry level device which allows operators and service providers to deliver superb quality digital television programming to customers over broadband content delivery network infrastructure.

A unique single chip integrated hardware design allows for H.264/AVC decoding at up to 4Mbps with MPEG-2, SMPTE VC-1 and WMV9 supported as well. A wide range of audio codecs is supported including MPEG-1 layers 2 and 3.

Shorten Time To Market by using the standard SV-300 client-side GUI applications for your deployment needs which include a HTML 4.0 Web Browser, IP-TV and VOD GUI client applications as well as rich media browsing.

The SV-300 also provides support for common Middleware client-side solutions and HTML Web Browsers.

Linux SDK's are available for porting any STB software to the SV-300 using the Sentivision Media Platform (SMP), unique integrated media processing framework.

#### Based on Texas Instruments DAVINCI technology

Whether your project is a revolutionary IP-TV broadcasting system or a heterogenous VOD content delivery system the SV-300 is a solid performer in video decompression and user experience. Based on DAVINCI technology from Texas Instruments the SV-300 offers superb video quality in a low-cost, small form factor design.

Sentivision has leveraged experience gained from past IP-STB designs to offer an industry leader in performance, features, functionality and time-to-market.

Why settle for something less when you can have the best of the industry's IP-STB offering now?

SV-300 features include:

- Interactive Graphical User Interface (GUI) which enables VOD Movie browsing and selection, IP-TV channel viewing and Web Browsing,
- ISMA streaming of Movies ON DEMAND from industry standard Video Streaming Servers,
- IGMP multicast support for receiving MPEG Transport Streams from Broadcast H.264/AVC Encoders,
- HTML 4.0 Web Browser,
- Remote Firmware Upgrade;

#### Proven Interoperability

The Sentivision SV-300 is the emerging industry standard IP Set-Top Box for H.264/AVC decoding. With a wide range of broadcast encoders supported the SV-300 is a leader in proven interoperability among IP-TV decoder devices.

The SV-300 has passed (or is pending) interoperability testing with the following H.264/AVC encoders: Tandberg EN5930, Harmonic MV100, Tut Systems ASTRIA, Modulus Video ME1000, Envivio 4Caster, Optibase, Scientific Atlanta, Skystream and Thomson / Grass Valley.

The SV-300 has been tested with Video Streaming servers from Envivio and Kasenna.

#### Future proof: Multiple codecs

The SV-300 IP-STB can automatically recognize and decode the following video stream compression formats:

- H.264/AVC Main Profile Level 3,
- WMV9 and SMPTE VC-1,
- MPEG-4, MPEG-2, MPEG-1.

The SV-300 is future-proof as the compression algorithms are software based and can be upgraded and improved at any time in the future.




**Hardware:**

CPU: Texas Instruments TMS320DM6443  
RAM: 128 MB  
FLASH: 32MB (BOOT + APP)

**Firmware**

- OS: Sentivision Embedded Linux 2.6
- GUI: Sentivision Media Platform (SMP)
- HTML 4.0 Web Browser
- Web-based Administration
- CLI (Command Line Interface)
- Remote Firmware Upgrade

**Networking:**

- IP-TV: MPEG-TS over UDP
- Unicast: RTSP/RTP (RFC 3550, RFC 3640, RFC 2326, RFC 2327), ISMA
- IP Multicast: (IGMP, SAP)

**Video Codecs:**

- H.264/AVC Main Profile Level 3
- MPEG-2 MP@ML up to 10Mbps
- *(optional) ON2 VP6*
- *(optional) SMPTE VC-1 (WMV9)*

**Audio Codecs:**

- MPEG-1 Layers 2, 3
- MPEG-2 AAC
- *(optional) Dolby AC-3*
- *(optional) WMA*

**Graphics:**

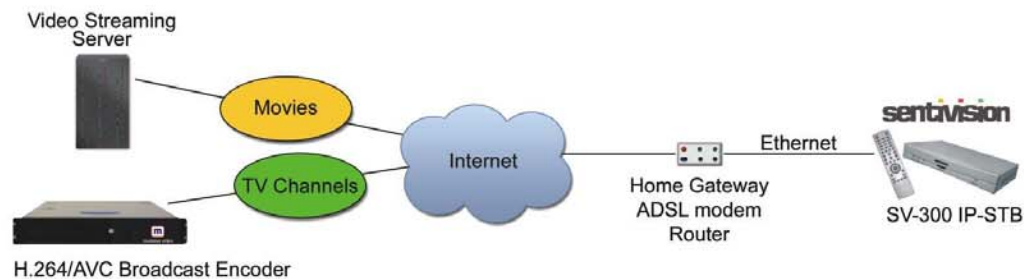
- 24-bit RGB with 8bpp Alpha
- Picture-In-Graphics, PIP
- Deflicker Filter
- Video Rescale / Blend / Crop
- DSP Graphics Rendering

**Optional Firmware:**

- Oregon TV Web Browser
- G-Cluster GAME Client
- Securemedia DRM client

**Physical:**

- Dimensions: 210 x 140 x 35mm
- Unit weight: 0.4 kg
- Power Supply: External 5V
- Power Consumption: 40W

**Contact Information:**

**Sentivision POLAND**  
Sentivision Polska Sp. z o.o.  
10F, Marynarska 19A  
02-674 Warsaw, Poland

Phone: +48-22-640-0860  
Fax: +48-22-640-0861

**SENTIVISION: The Complete VOD and IP-TV solution provider**

Sentivision is an innovative provider of cutting-edge media technologies and products for the digital entertainment market. Sentivision products include digital video appliances, set-top boxes, video codecs, video content streaming, secure video content downloading systems and more. Sentivision is committed to providing its customers with solutions enabling secure and reliable video transmission over low and medium bandwidth IP-based networks such as ADSL. Sentivision is based in Tokyo, Japan with R&D based in Warsaw, Poland.



El presente proyecto de grado fue entregado al Departamento de Eléctrica y Electrónica reposando en la Escuela Politécnica del Ejército desde:

Sangolquí, a

Autor

---

Sr. Victor H. Flores J.

Cordinador de Carrera

El Secretario Académico

---

Msc. Ing. Gonzalo Olmedo

---

Dr. Jorge Carvajal