

LINEAMIENTOS TÉCNICOS Y REGULATORIOS PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE IPTV EN COLOMBIA



ANEXOS

**OSCAR IVÁN SILGADO VERBEL
JORGE LUÍS PADILLA CAVADIA**

Director: Ing. YENI CUATINDIOY IMBACHI

**UNIVERSIDAD DEL CAUCA
FACULTAD DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA Y TELECOMUNICACIONES
DEPARTAMENTO DE TELECOMUNICACIONES
GRUPO NUEVAS TECNOLOGÍAS EN TELECOMUNICACIONES
GESTIÓN INTEGRADA DE REDES, SERVICIOS Y ARQUITECTURAS DE
TELECOMUNICACIONES
POPAYÁN, OCTUBRE DE 2008**



TABLA DE CONTENIDO

ANEXO A.....	1
1. PROCESAMIENTO SOBRE LA SEÑAL DE VIDEO Y AUDIO.....	1
1.1 Proceso de Codificación.....	1
1.2 Proceso de Compresión.....	1
1.2.1 Compresión MPEG.....	2
1.2.2 VC-1/SMPTE.....	5
1.3 Proceso de Empaquetamiento.....	6
1.3.1 Empaquetamiento de flujos MPEG-2 sobre RTP.....	6
1.3.2 Empaquetamiento de flujos MPEG-4 sobre RTP.....	7
1.3.3 Empaquetamiento de flujos VC-1 sobre RTP.....	8
1.4 Proceso de Cifrado.....	8
REFERENCIAS.....	9
ANEXO B.....	10
2. DEFINICIÓN DE LOS PARÁMETROS OBJETIVOS EN LA RED DE TRANSPORTE.....	10
2.1 El Parámetro Distancia de Pérdida.....	10
2.2 El Periodo de Pérdida.....	10
2.3 Jitter.....	10
2.4 Latencia.....	10
2.5 Máxima Duración del Error.....	10
2.6 Promedio de Velocidad de Pérdida de Paquete del Flujo IP.....	10
ANEXO C.....	11
3. POSICIONES Y CUESTIONAMIENTOS MANIFESTADOS PARA REGULAR EL SERVICIO IPTV.....	11
3.1 Artículo Publicado en el Periódico El Tiempo.....	11
3.1.1 ¿Quién controlará la TV por Internet?.....	11
3.1.2 ¿Cuál es el debate?.....	11
3.1.3 Televisión a través de la web.....	12
3.1.4 Las ventajas del sistema.....	12
3.2 Artículo Publicado en la Página Web de la CNTV.....	13
3.2.1 EMCALI solicita a la CNTV concesión para implementar servicio de IPTV.....	13
3.3 Carta del Ministerio de Comunicaciones a ETB, con Copia a la CNTV.....	14
ANEXO D.....	15
4. DOCUMENTO DE RESPUESTA A LA CONVOCATORIA PÚBLICA DEL MINISTERIO DE COMUNICACIONES.....	15



4.1	Carta de Presentación.....	15
4.2	Respuestas a las Preguntas del Documento.....	16
	REFERENCIAS.....	23
	ANEXO E.....	24
5.	ESPECIFICACIONES TECNICAS DE LAS TECNOLOGIAS DE ACCESO.....	24
5.1	Red de Acceso de Fibra Óptica.....	24
5.1.1	PON.....	25
5.1.2	AON.....	26
5.2	Red de Acceso de Cable (HFC).....	26
5.3	Red de Acceso DSL.....	28
5.4	Red de Acceso Inalámbrico.....	31
5.4.1	WIMAX.....	32
5.5	Distribución por Satélite.....	34
	BIBLIOGRAFIA.....	35
	ANEXO F.....	37
6.	COSTOS DE LAS TECNOLOGIAS DE ACCESO.....	37
6.1	Red de Acceso DSL.....	37
6.2	Red de Acceso HFC.....	37
6.2.1	Solución para DOCSIS 3.....	38
6.2.2	Solución para DOCSIS 2.....	39
6.2.3	Equipos comunes.....	40
6.3	Red de Acceso WIMAX.....	41
6.4	Red de Acceso FTTx.....	42
6.5	LISTA DE DIRECCIONES WEB DONDE FUERON CONSEGUIDOS LOS PRECIOS DE LAS TECNOLOGIAS DE ACCESO.....	44
6.5.1	Tecnología de Acceso DSL.....	44
6.5.2	Tecnología de Acceso HFC.....	44
6.5.3	Equipos WIMAX.....	46
	ANEXO G.....	48
7.	SÍNTESIS DEL CÁLCULO DE LAS TECNOLOGÍAS DE ACCESO PARA PRESTARLE SERVICIO A 10.000 USUARIOS.....	48
	ANEXO H.....	50
8.	IMÁGENES DEL FUNCIONAMIENTO DEL SERVICIO IPTV EN LAS INSTALACIONES DEL OPERADOR UNE – EPM TELECOMUNICACIONES.....	50



LISTA DE FIGURAS

Figura A-1 Grupo de Fotografías.	3
Figura A-2 Empaquetamiento de Paquetes TS	7
Figura A-3 Formato de una Unidad NAL	7
Figura A-4 Empaquetamiento de AUs	8
Figura D-1 Comparación de los Entes Regulatorios Actuales.	16
Figura D-2 Regulación Bajo Principio de Neutralidad Tecnológica.....	16
Figura D-3 Diferencia Entre Proveedor de Red y de Contenido.	17
Figura D-4 Modelo de Concesión Unificada.....	17
Figura D-5 Roles del Modelo del Negocio de la Televisión por Suscripción con Protocolo IPTV.	20
Figura E-1 Arquitectura y Elementos de una Red PON	25
Figura E-2 Arquitectura de la Red HFC y Elementos del Sistema	27
Figura E-3 Arquitectura DSL y Elementos que Intervienen	29
Figura E-4 Bandas de Frecuencia de las Tecnologías DSL	30
Figura E-5 Componentes del DSLAM.	30
Figura E-6 Velocidades de las Tecnologías DSL	31
Figura E-7 Arquitectura WIMAX y Elementos que Intervienen	32
Figura E-8 Arquitectura del Sistema Satelital Para IPTV	34

LISTA DE TABLAS

Tabla E-1 Parámetros Técnicos de las Tecnologías PON	25
Tabla E-2 Parámetros Técnicos de las Tecnologías DOCSIS Sobre Redes HFC	28
Tabla E-3 Parámetros Técnicos de las Tecnologías DSL	31
Tabla E-4 Parámetros Técnicos de la Tecnología de Acceso WIMAX	33
Tabla E-5 Velocidades Reales de WIAMAX de Acuerdo a la Modulación Empleada.	33
Tabla F-1 Costos de los Equipos de la Red de Acceso DSL.....	37
Tabla F-2 Costos de los Equipos de la Tecnología DOCSOS 3.....	38
Tabla F-3 Costos de los Equipos de la Tecnología DOCSOS 2.....	39
Tabla F-4 Costos de los Equipos de la Tecnología DOCSOS 1.x.	40
Tabla F-5 Costos de los Equipos de la Red HFC.....	40
Tabla F-6 Costos de los Equipos de la Red de Acceso WIMAX.....	41
Tabla F-7 Costos de los Equipos de la Red de Acceso EPON y GPON.....	43





ANEXO A

1. PROCESAMIENTO SOBRE LA SEÑAL DE VIDEO Y AUDIO

Para transmitir las señales de televisión a través de las redes IP, a los contenidos de video y audio se le aplican un conjunto de procesos, tales como codificación, compresión, empaquetamiento y cifrado, de los cuales se obtiene como resultado los contenidos con las características de ancho de banda y seguridad necesarias para su distribución sobre una plataforma del servicio IPTV. Estos procesos se describen a continuación.

1.1 Proceso de Codificación.

Antes del proceso de codificación, se ejecuta la captura de la escena visual de video y el audio en determinado espacio y tiempo, obteniendo como resultado los contenidos televisivos. La captura da como resultado una señal analógica, que posteriormente es digitalizada a través de procedimientos de muestreo y cuantificación. El muestreo consiste en el número de muestras tomadas de la señal analógica por medio de un convertidor analógico/digital (A/D) y la cuantificación es el número de niveles discretos que se toman por cada muestra [1].

1.2 Proceso de Compresión.

La Compresión se define como el proceso mediante el cual se reduce el tamaño de los datos que se requiere para transmitir una secuencia de imágenes y sonidos, por lo tanto disminuye la tasa de transferencia y el ancho de banda del canal. La compresión que se utiliza en los servicios IPTV se conoce como *lossy*, el cual consiste en un método de compresión donde la señal de televisión comprimida, al ser recuperada no es igual a la de origen debido a la pérdida de bits en las imágenes de video [2].

La importancia del proceso de compresión en ambientes IPTV está dada por las siguientes razones [3]:

- Los flujos de video y audio comprimidos, se transmiten adecuadamente sobre las redes IPTV que tienen una capacidad de transporte baja, caso contrario a los flujos de video sin comprimir.
- Los flujos de video digital sin comprimir pueden requerir velocidades binarias hasta de 216 Mbps de ancho de banda, para imágenes con definición estándar (SDTV) y hasta 1.5 Gbps para imágenes de alta definición (HDTV).
- En las redes IPTV, los flujos de video comprimidos se adecuan mejor dentro de un ancho de banda asegurado y condicionado por la distancia como en redes de acceso de Línea de Abonado Digital (DSL: *Digital Subscriber Line*).
- Los archivos comprimidos ocupan menos espacio de almacenamiento en los servidores de VoD (en el proveedor de servicio IPTV), que archivos digitalizados sin comprimir.

Los métodos de compresión más conocidos basados en compresión *lossy* corresponden a los desarrollados por el grupo MPEG y la Sociedad de Ingenieros de Película Cinematográfica y Televisión (SMPTE: *Society of Motion Picture and Television Engineers*), los cuales son utilizados por otros sistemas de distribución de televisión digital como cable, satélite y terrestre y se describen a continuación [1] [4] [5]:



1.2.1 Compresión MPEG.

MPEG es el método de compresión más usado en el mundo para la prestación de televisión digital a través de los sistemas de distribución terrestre, cable, satélite e IPTV. Hasta la fecha se han desarrollado varias versiones que incluyen a MPEG-2 y MPEG-4, los cuales son estándares propuestos por la Organización Internacional de Normalización/Comisión Electrotécnica Internacional (ISO/IEC: *International Standards Organization/International Electrotechnical Commission*) y la Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT) [4] [5] [6].

1.2.1.1 MPEG-2/ H.262.

MPEG-2 (oficialmente: ISO/IEC 13818-2), también conocido como H.262 (recomendación UIT). Éste estándar se encuentra dividido en 10 partes, que describen las características y aplicaciones del formato. Se destacan la Parte 2 que describe diferentes perfiles para la compresión de las señales de video, y las Partes 3 y 7 definen extensiones y algoritmos para múltiples canales de audio. MPEG-2 fue desarrollado para difusión de televisión y es el estándar predominante del mercado hoy en día [2].

- **Compresión del video MPEG-2**

En la compresión MPEG-2 el video es esta compuesto por una secuencia de imágenes las cuales se utilizan para formar el Grupo de Fotografías (*GOP: Group of Picture*) con una o más imágenes¹ codificadas. Por lo tanto, la compresión del video MPEG-2 es un proceso que implica tomar una imagen digitalizada sin comprimir hasta reducirla a un tamaño donde la calidad percibida en la secuencia de imágenes sea aceptable [7].

El tamaño del video depende del nivel de compresión que se aplique a la secuencia de imágenes como muestran los siguientes pasos [1] [2] [7]:

- i. En primera instancia el *sub-muestreo*, que representa la forma más básica de compresión de una imagen, eliminando bits empleados para representar la crominancia² y luminancia³.
- ii. El segundo paso consiste en convertir determinados valores continuos que representan una imagen en valores finitos organizados por arreglos de 8x8 pixeles, conocidos como "*bloques*". Cada bloque representa crominancia y luminancia independientemente el uno del otro.
- iii. Se ejecuta una función matemática conocida como Transformada del Coseno Discreto (*DCT: Discrete Cosine Transform*), sobre cada bloque de la imagen de video. Esta función es útil para los siguientes pasos.
- iv. El cuarto paso es la cuantificación, la cual consiste en la reducción de bits utilizados para representar los bloque de 8x8 pixeles que forman la imagen.
- v. Una vez realizados los pasos anteriores, se aplica a la secuencia de video, la compresión temporal y espacial respectivamente; ambos pasos son de gran importancia dado que se deben alcanzar altos índices de compresión que hasta el momento no se tienen.

A continuación se hace una breve descripción de la compresión espacial y temporal:

¹ Nombre técnico que hace referencia a una imagen dentro de una secuencia de video.

² Es el componente de la señal de video que contiene la información de color.

³ Representa el brillo o las componentes blanco y negro de una señal de vídeo.



Compresión temporal: es la reducción de bits por medio de la relación existente entre las imágenes de la secuencia de video. El algoritmo utilizado en este proceso, realiza operaciones de diferencia entre imágenes para obtener fotografías de menor tamaño que están constituidas por vectores que representan el movimiento. Por otro lado, el decodificador puede hacer uso de predicción del movimiento con base en imágenes pasadas o futuras. Las operaciones realizadas en este proceso, MPEG-2 las realiza entre arreglos de 16x16 píxeles conocidos como macro-bloques y bloques de 8x8 píxeles [1] [7].

Compresión espacial: Es la reducción de bits que se realiza sobre una sola imagen de la secuencia de video. Esta operación se realiza después de la compresión temporal, por lo tanto a las imágenes resultantes del proceso anterior se le aplica de nuevo la DCT para poder ejecutar Codificación de Longitud Corrida⁴ (RLC: *Run Length Code*) y de Longitud Variable⁵ (VLC: *Variable Length Code*) [1] [7].

Del proceso de codificación MPEG-2 se obtienen tres tipos de imágenes o tramas codificadas, para formar el GOP [7]:

- Tramas-Intra (I): Son codificadas como una sola imagen y no dependen de imágenes pasadas o futuras.
- Tramas-Predictivas (P): Son fotografías codificadas con base en imágenes I anteriores. Contienen vectores de información para la predicción del movimiento, que permite reconstruir la imagen de video, además ocupan menor número de bits que la imagen I.
- Tramas-Bidireccionales (B): Son fotografías codificadas con base en imágenes I o P anteriores y/o futuras. Las imágenes B ocupan menos número de bits que las P.

El estándar MPEG-2 incluye el concepto de GOP, que consiste en la combinación de una secuencia de imágenes I, P y B. Los GOP normalmente empiezan con una imagen I, precedida por un encabezado que tiene información tales como la sincronización del GOP, el tipo de imágenes que la sigue (P y/o B), información de código temporal, entre otros datos. El tamaño típico de un GOP dentro de escenarios IPTV varía entre 12 y 15 fotografías, que se repiten periódicamente formando a través del tiempo la secuencia de video, por lo tanto las imágenes I aparecen con una frecuencia representada con “n” y las P de igual manera representada con “m”, como muestra la Figura A-1 [2] [3] [7].

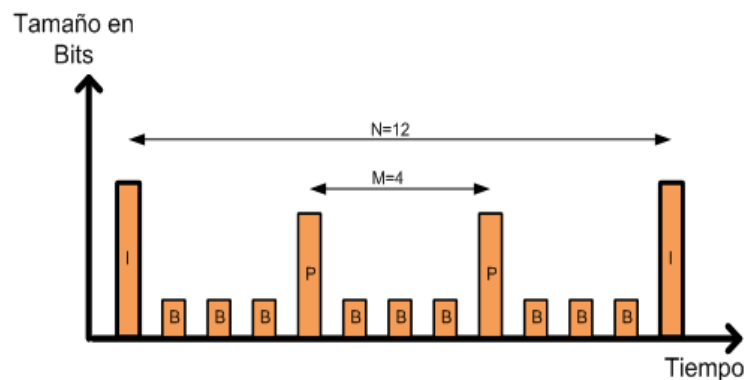


Figura A-1 Grupo de Fotografías.

⁴ Cuando hay una secuencia de bits iguales, estos son representados con el bit correspondiente y valor en número de las veces que se repite.

⁵ Mecanismo de codificación para representar con cortas palabras de código las palabras que aparecen con mucha frecuencia.



También MPEG-2 soporta video entrelazado y progresivo, el primero consiste en formar la imagen por medio de “líneas” (*slices*⁶), Consiste en formar la imagen por medio de “líneas”, las cuales son numeradas de forma par e impar, apareciendo primero las impares y después las impares. En el segundo, la imagen está formada por conjunto de “líneas”, que aparecen secuencialmente [7].

El estándar define un conjunto de *perfiles* y *niveles*, que soportan las diferentes aplicaciones de televisión tales como cable, terrestre, satelital, cine electrónico, teatro en casa, etc. Aunque el estándar H.262 no define aplicaciones sobre redes DSL, que es un escenario típico de IPTV, este método de compresión es adaptable a estos sistemas, por lo tanto perfiles tales como Perfil Principal (*MP: Main Profile*) y el Perfil Alto (*HP: High Profile*) se usan para aplicaciones IPTV. Los niveles se utilizan para restringir el tamaño de la fotografía, la velocidad de la imagen, la velocidad binaria y el tamaño de la memoria intermedia (buffer) para cada perfil [2] [3] [7].

- **Compresión del audio MPEG-2**

La codificación del audio corresponde a MPEG-2 Parte 2 para audio estéreo, donde la capa I, es un sistema de compresión con una relación de 4:1, es decir, velocidades binarias de 1536 Kbps utilizada por el Disco Compacto (CD: *compact disc*), se comprimen a una velocidad de 384 Kbps. MPEG Audio capa II, es un sistema con relación de 8:1 y calidad de CD, que se comprimen a una velocidad binaria de 192 Kbps. Y por último está MPEG Audio capa III, en el cual la compresión es de 12:1, es decir, 128 Kbps con calidad de CD.

La Parte 7 para Código de Audio Avanzado (AAC: *Advanced Audio Coding*), con 5.1 canales, alcanzando velocidades binarias bajas de 192 Kbps con calidad CD.

1.2.1.2 MPEG-4/H.264.

MPEG-4 Codificación de Video Avanzada (AVC: *Advanced Video Coding*) es también conocido como H.264, y oficialmente, ISO/IEC 14496-10. El estándar se encuentra dividido en 23 partes que caracterizan al formato, donde la parte 10 corresponde a la compresión avanzada de video y la parte 3 que define al audio. MPEG-4 presenta menores velocidades binarias pero con igual calidad al video comprimido con MPEG-2 [2].

- **Compresión del video MPEG-4.**

MPEG-4 AVC/H.264 o parte 10 del estándar la encargada de definir la codificación para los flujos de video, se desarrolló con el objetivo de alcanzar altos índices de compresión, manteniendo la calidad de la imagen. Por lo tanto, permite repartir videos de alta definición (HDTV) sobre redes de baja capacidad, además reduce el espacio requerido para el almacenamiento de los contenidos. Bajo estas condiciones H.264 aumenta la posibilidad de brindar servicios de video avanzado en escenarios IPTV [8].

El modo de operación de la técnica de compresión H.264 es similar a su predecesora MPEG-2 porque utiliza compresión espacial y temporal sobre las imágenes de video para reducir su tamaño [8] [9].

- Utiliza Predicción-Intra para la compresión espacial de la imagen entre bloques adyacentes de igual manera que MPEG-2, pero para diferentes tamaños de macro-bloques y una notable mejora en el algoritmo de DTC.
- Predicción-Inter para la compresión temporal que usa vectores de movimientos para predecir la tendencia del movimiento entre los bloques y macro-bloques de las

⁶ Es una serie de macro-bloques consecutivos de izquierda a derecha, que forman la línea de imagen.
Jorge Luis Padilla Cavada
Oscar Iván Silgado Verbel



imágenes sucesivas. Los macro-bloques son de diferentes tamaños hasta de 4x4 píxeles, con los cuales se forman “líneas” (slices) más detalladas, mejorando la compresión del movimiento empleado en la decodificación.

MPEG-4 al igual que su predecesor introduce un conjunto de perfiles y niveles para las diferentes aplicaciones que soporta el estándar, además incluye soporte para servicios de video sobre DSL [8]:

- Perfil Básico: Diseñado para funcionar en una variedad de escenarios de redes y aplicaciones tales como video conferencia y televisión móvil.
- Perfil Principal: Es realizado especialmente para aplicaciones de televisión como las que se encuentran en servicios de IPTV.
- Perfil Extendido: Combina características de los perfiles anteriores para operar en redes de baja capacidad.

La compresión H.262, especifica cambios más profundos en el proceso de compresión, los cuales no se detallan debido a que no es objeto de estudio dentro del presente trabajo.

- **Compresión de audio MPEG-4.**

En MPEG-4, el audio es descrito por la Parte 3, y corresponde al sonido AAC el cual alcanza velocidades binarias máximas de 192 Kbps y capacidad para 5.1 canales de audio.

1.2.2 VC-1/SMPTE.

Es una codificación de video implementada por Microsoft bajo el nombre de Windows Media Video (WMV) y que ha sido estandarizado por la Sociedad de Ingenieros de Película Cinematográfica y Televisión (SMPTE: *Society of Motion Picture and Television Engineers*); oficialmente es conocido como SMPTE 421M. VC-1 es diseñado para lograr un estado de compresión en tiempo real y con calidad comparable a MPEG-2 a unas velocidades de transmisión relativamente bajas.

Dentro de los usos que incluyen la compresión VC-1 están el transporte de contenidos sobre redes de baja velocidad tal como Internet y la emisión de televisión de alta definición (HDTV) que se transmiten por sistemas de cable, satélite, terrestre e IPTV. Además del cine digital con codificación *lossless*⁷. VC-1 es comparable en calidad a una imagen con compresión MPEG-2 y a MPEG-4 en cuanto a velocidad binaria [10] [11].

El modo de operación básico del estándar es similar a MPEG, porque adopta la misma técnica de compresión espacial y temporal de imágenes de video, sin embargo VC-1 tiene notables mejoras que la hacen diferentes tales como transformación del tamaño del bloque, compresión del movimiento mejorado, filtrado de información, aprovechamiento de la codificación entrelazada, avanzadas tramas B, compensación ante fallos, etc. [10].

VC-1 soporta varios perfiles y niveles para las diferentes aplicaciones definidas por el estándar [11]:

- Perfil Simple: Fue diseñado para funcionar sobre la red Internet.
- Perfil Principal: Por sus características es el perfil que mejor se adapta en escenarios IPTV y particularmente en redes de escaso ancho de banda. Dentro del perfil se definen

⁷ Cuando la información recuperada después de la compresión, es en efecto la misma de los contenidos de video sin comprimir.



varios niveles (bajo, medio y alto), que determinan ciertos parámetros de transmisión como sucede con MPEG-2.

- Perfil Avanzado: Es utilizado para una alta y eficiente compresión de video, principalmente para contenidos de alta definición (HDTV).

- **Compresión de audio SMTPE.**

El estándar utiliza la codificación de audio conocida como AC-3 o Dolby Digital 5.1, que permite la transmisión de 6 canales de audio a velocidades que ascienden a los 504 Kbps. Es usada en ocasiones por formatos de codificación como MPEG-4, por muchos sistemas de televisión satelitales, salas de cine y DVD.

1.3 Proceso de Empaquetamiento.

El empaquetamiento consiste en la organización y preparación de los contenidos de video y audio comprimidos, según el método de codificación seleccionado por el proveedor, ya sea MPEG-2, MPEG-4, VC-1, en paquetes para ser transportados desde el proveedor de servicio hasta el usuario, a través de las diferentes capas y protocolos de la arquitectura TCP/IP.

Como todos los tipos de información que se transportan sobre redes basadas en IP, es posible pasar directamente los flujos de video del nivel de aplicación al nivel de transporte de acuerdo con la arquitectura TCP/IP, pero se utiliza el protocolo RTP (a nivel de aplicación)/UDP (a nivel de transporte) debido a que le provee funciones punto a punto adecuadas para aplicaciones de tiempo real. Entre las características que hacen que el protocolo RTP sea apropiado para el servicio de IPTV están: identificación del tipo de datos transportados, número de secuencia de paquetes que le permite tanto a los servidores del proveedor del servicio como al CPE IPTV detectar cuando se presenta pérdida de paquetes, además de facilitar el reordenamiento de los mismos cuando llegan en secuencia incorrecta, y una marca de tiempo que permite corregir problemas de sincronización y retardos.

La forma en que se realiza el empaquetamiento depende de cada tecnología de compresión:

1.3.1 Empaquetamiento de flujos MPEG-2 sobre RTP.

Cuando se utiliza tecnología MPEG-2, la Aplicación de Usuario genera flujos comprimidos de bits llamados Flujos Elementales (ES: *Elementary Streams*) de cada tipo de contenido (video, audio y datos). El siguiente paso consiste en formar un flujo de tramas o paquetes intercalados, denominados Flujos Elementales Empaquetados⁸ (PES: *Packetized Elementary Stream*) que poseen un encabezado y una respectiva marca de tiempo. El tamaño de cada PES puede ser fijo o variable hasta llegar a los 65536 bytes. Después de este proceso, se genera un flujo de transporte formado por paquetes continuos denominados paquetes TS (*Transport Stream*). Estos paquetes son el resultado de dividir los PES en bloques con un tamaño fijo de 188 bytes, de los cuales 4 bytes se utilizan para el encabezado que contiene la información que identifica cada paquete. Una vez se crea el flujo de transporte, los paquetes TS se introducen directamente en la carga útil de los paquetes RTP, que a su vez utilizan el protocolo UDP en el nivel de transporte. La Figura A-2, muestra la estructura de los encabezados de cada protocolo y los paquetes TS [5]:

⁸ Término utilizado en inglés para hacer referencia a la partición de los datos para ser transmitidos en una red de datos conmutada.

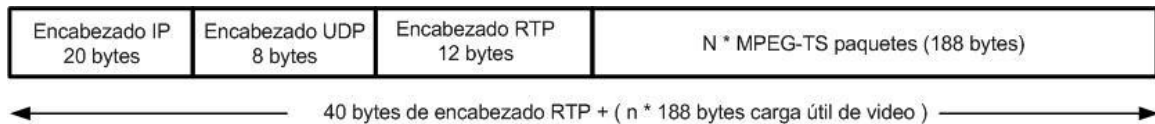


Figura A-2 Empaquetamiento de Paquetes TS [4]

Con la utilización de una red basada en tecnología Ethernet que posee una máxima unidad de transmisión (MTU: *Maximum Transmission Unit*) de 1500 bytes, el número de paquetes TS que se pueden transportar es de siete, con lo cual se tiene un 97% de eficiencia en el uso de la carga útil [12].

1.3.2 Empaquetamiento de flujos MPEG-4 sobre RTP.

Cuando se utiliza MPEG-4 la Aplicación de Usuario genera un flujo de paquetes formado por unidades de Nivel de Abstracción de Red (NAL: *Network Abstraction Layer*) que se forman a partir del flujo de video comprimido originado en el Nivel de Codificación de Video (VCL: *Video Coding Layer*) especificado por MPEG-4. La Figura A-3 muestra el formato de una unidad NAL:

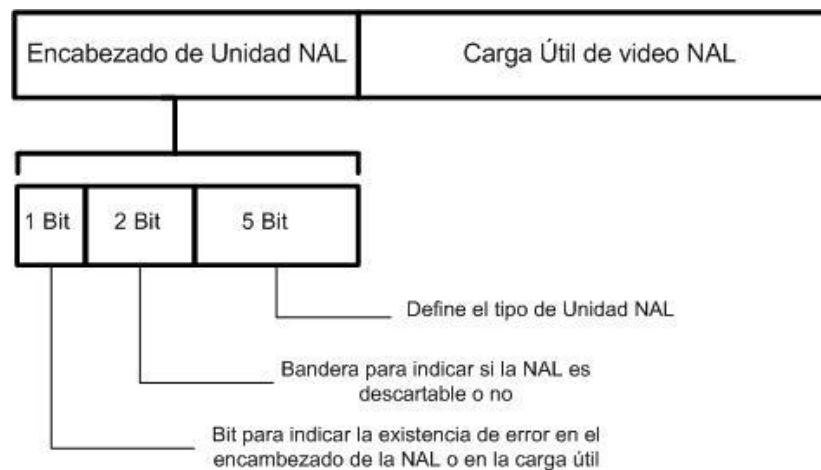


Figura A-3 Formato de una Unidad NAL [13].

La inserción de las unidades NAL dentro de los paquetes RTP está definida mediante tres mecanismos así [13]:

- Paquete único de Unidad NAL: Consiste en introducir una sola unidad NAL en la carga útil de los paquetes RTP.
- Agregación de Paquete de Unidad NAL: Hace referencia a la inserción de múltiples unidades NAL en la carga útil de los paquetes RTP con el objetivo de utilizar en su totalidad la máxima MTU de las diferentes tecnologías de red.
- Fragmentación de Paquete de Unidad NAL: Está relacionado con la fragmentación de una Unidad NAL en la carga útil de múltiples paquetes RTP. Este mecanismo posee dos ventajas principales. La primera es que hace posible el transporte de Unidades NAL con tamaño de 64 Kbytes, que facilitan la entrega de contenidos de alta definición y la segunda es la mejora en la efectividad de las técnicas de corrección de errores al tener que introducir un número de secuencia para determinar el orden de los fragmentos transmitidos.



Una vez que se define el mecanismo de inserción de las Unidades NAL, se sigue igual proceso que con el formato MPEG-2 en los niveles siguientes del esquema de comunicaciones.

1.3.3 Empaquetamiento de flujos VC-1 sobre RTP.

En el formato VC-1, los flujos de video comprimidos se empaquetan en elementos llamados Unidad de Acceso (AU: *Access Unit*). La estructura de una AU están definida por un encabezado que consta de 12 bytes y una carga útil de tamaño variable, la cual debe contener una trama VC-1 (datos de slices, macrobloques, entre otros). En el caso del video de alta definición, las tramas VC-1 pueden superar el tamaño de la MTU de la tecnología de red que se utilice, por lo que es necesario realizar fragmentación de la misma manera como ocurre con las Unidades NAL de MPEG-4. La fragmentación se realiza a este nivel para que no sea necesario hacerlo a nivel IP, porque se afecta la calidad de la transmisión. Esto último se debe a que con el uso del protocolo IP, al presentarse la pérdida de algún fragmento, se descartan todos los que ya hayan sido recibidos. Por otro lado se adiciona un mayor procesamiento a los elementos de la red [12].

Una vez se han formado los paquetes RTP el proceso siguiente es similar al que ocurre con MPEG-4. La Figura A-4 describe el proceso de inserción de las Unidades de Acceso en los paquetes RTP hasta llegar al Nivel de Red [14]:

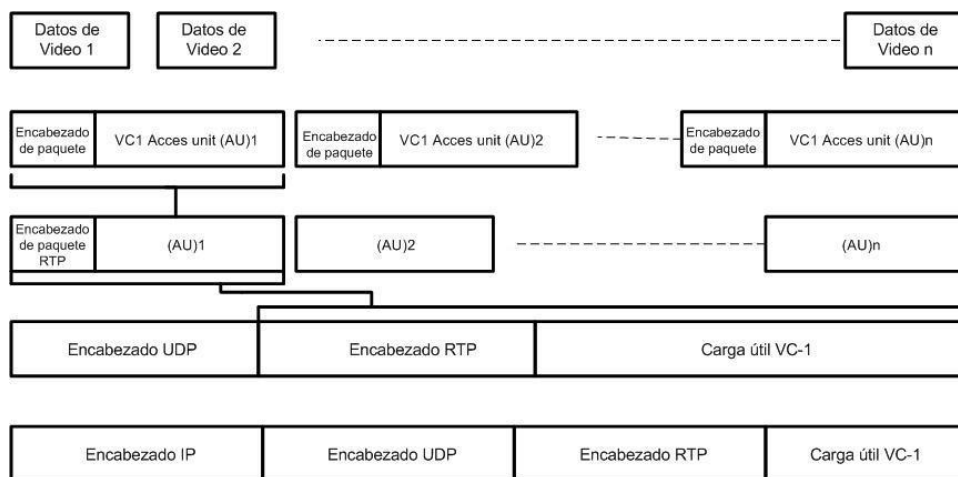


Figura A-4 Empaquetamiento de AUs [14]

1.4 Proceso de Cifrado.

El cifrado es el proceso de transformar información mediante el uso de algoritmos para que no se pueda "interpretar" por usuarios no autorizados, de tal manera que los bits de información que viajan sobre la red no sean los mismos de la información original. Por tanto la función del algoritmo en el proveedor del servicio es proporcionar un lenguaje particular para que solo pueda ser leído por el usuario del servicio. Los algoritmos utilizados para el cifrado generan un código de acceso denominado llave (*key*) para controlar la lectura de los datos en recepción.

Para IPTV el cifrado de los contenidos lo realiza el sistema de acceso condicional (CAS: *Conditional Acces System*), el cual permite que el acceso a la información de video y audio se limite a los usuarios del servicio. El cifrado del video se realiza teniendo en cuenta el tipo de servicio. Para la distribución televisión digital, el sistema CAS genera una llave por canal de televisión o sesión multicast, para codificar y decodificar todos los contenidos de audio y video. Para el video bajo demanda se generan llaves con cada contenido de video solicitado o sesión unicast.



REFERENCIAS

- [1] Hilbert Helt. “*Understanding IPTV*”. Derechos de autor, Auerbach Publications © 2007 por Taylor & Francis Group. ISBN 0-8493-7415-4.
- [2] Lawrence Harte. “*IPTV Basics*”. Derechos de Autor © 2007, Publicaciones Althos. ISBN: 1-932813-56-X.
- [3] Wes Simpson & Howard Greenfield. “*IPTV and Internet Video: New Markets in Television Broadcasting*”. Derechos de autor © 2007, Elsevier Inc. ISBN 13: 978-0-240-80954-0, ISBN 10: 0-240-80954-8.
- [4] Recomendación ETSI. “*Transport of MPEG-2 TS Based DVB Services over IP Based Networks*”. European Standard Telecommunications Series TS 102 034 V1.3.1. Geneva, Octubre del 2007.
- [5] Recomendación ETSI - DVB. “*Specification for the use of Video and Audio Coding in Broadcasting Applications based on the MPEG-2 Transport Stream*”. European Standard Telecommunications Series – Digital Video Broadcasting, document A001 Rev. 7. Febrero de 2007.
- [6] Comité de Sistemas de Televisión Avanzados (ATSC). Documento A/54A. “*Recommended Practice: Guide to the Use of the ATSC Digital Television Standard, including Corrigendum No. 1*”. Washington, D.C. 2006. Corrección numero 1, 20 Diciembre 2003. http://www.atsc.org/standards/a_54a_with_corr_1.pdf
- [7] Recomendación ITU. H.262. “*ISO/IEC 13818-2*”. Unión Internacional de Telecomunicaciones, 1995 ISO/IEC. Genève, Switzerland.
- [8] Iain E. G. Richardson. “*H.264 and MPEG-4 Video Compression*”. Derechos de autor © 2003, John Wiley & Sons Ltd. ISBN 0-470-84837-5.
- [9] Recomendación ITU-T H.264. “*SERIE H: SISTEMAS AUDIOVISUALES Y MULTIMEDIOS Infraestructura de los servicios audiovisuales – Codificación de imágenes vídeo en movimiento*”. Unión Internacional de Telecomunicaciones, 2006. Genève, Switzerland.
- [10] Jay Loomis y Mike Wasson. “*VC-1 Technical Overview*”. Pagina Web de Microsoft. Octubre de 2007. Disponible en:
<http://www.microsoft.com/windows/windowsmedia/howto/articles/vc1techoverview.aspx>
- [11] RFC 4425. “*RTP Payload Format for Video Codec 1 (VC-1)*”. Febrero de 2006. <http://www.ietf.org/mail-archive/web/ietf-announce/current/msg02225.html>
- [12] Albert J. Stienstra. “*Technologies for DVB Services on the Internet*”. Artículo IEEE. Proceedings of the IEEE. Vol. 94, No. 1. Enero de 2006.
- [13] RFC 3984. “*RTP Payload Format for H.264 Video*”. Febrero de 2005. <http://www.rfc-editor.org/rfc/rfc3984.txt>.
- [14] RFC 4425. “*RTP Payload Format for Video Codec 1 (VC-1)*”. Febrero de 2006. <http://www.rfc-archive.org/getrfc.php?rfc=4425>.



ANEXO B

2. DEFINICIÓN DE LOS PARÁMETROS OBJETIVOS EN LA RED DE TRANSPORTE.

2.1 El Parámetro Distancia de Pérdida.

Distancia de pérdida (*Loss Distance*) se define como la diferencia en los números de secuencia de dos paquetes perdidos con lo cual se tiene una medida de la separación entre la ocurrencia de errores consecutivos causados por las degradaciones sobre los contenidos transmitidos.

2.2 El Periodo de Pérdida.

El periodo de pérdida (*Loss Period*), Ofrece una manera de cuantificar el número de paquetes perdidos durante la duración de los errores. En condiciones ideales este número debería corresponder a un solo paquete IP, el cual es suficiente para presentarse una degradación notable de la calidad de la imagen, pero se consideran un valor mayor para incluir las posibles pérdidas que ocurren en ambientes xDSL donde se utilizan técnicas de corrección de errores tipo FEC (*Forward Error Correction*) por ejemplo, que introducen pérdidas mayores a un paquete IP.

2.3 Jitter.

Variaciones abruptas y no deseadas de una o más características de la señal, tales como el intervalo entre los pulsos sucesivos, la amplitud de ciclos sucesivos, o la frecuencia o la fase de los sucesivos ciclos.

2.4 Latencia.

La latencia corresponde a la cantidad de tiempo que tarda un paquete de datos en viajar desde el origen al destino a través de una conexión de red.

2.5 Máxima Duración del Error.

Tiempo máximo de duración de un evento de error que se debe permitir para que sumado a los tiempos de latencia y jitter no se presente una degradación notable de la calidad de imagen.

2.6 Promedio de Velocidad de Pérdida de Paquete del Flujo IP

Entre más alta es la velocidad de bits de acuerdo al formato de codificación utilizado, se pierde una mayor cantidad de información en un mismo tiempo de duración de un evento de error en la red. Por esto los flujos de video que se codifican a una mayor velocidad son más sensibles a la pérdida de paquetes porque hay más paquetes por segundo de transmisión y cada uno tiene la misma probabilidad de ser afectados.



ANEXO C

3. POSICIONES Y CUESTIONAMIENTOS MANIFESTADOS PARA REGULAR EL SERVICIO IPTV

3.1 Artículo Publicado en el Periódico El Tiempo.

Abril 26 de 2008

3.1.1 ¿Quién controlará la TV por Internet?

Mientras los operadores se preparan para el terreno fértil de la denominada IPTV, aún no se sabe quién la va a regular.

¿En manos de quién quedará el control de la televisión por Internet o IPTV? La discusión, que irónicamente aún no deja en claro los beneficios que traerá al usuario, está como para alquilar balcón.

En un nuevo capítulo en el camino hacia la aplicación de esta tecnología, la Comisión Nacional de Televisión (CNTV) rechazó la postura del Ministerio de Comunicaciones de considerar dicho sistema como de 'valor agregado' diferente al de la televisión por suscripción.

3.1.2 ¿Cuál es el debate?

A través de un documento enviado a esa cartera el pasado viernes, la Comisión argumentó que la diferencia tecnológica no hace de la IPTV un nuevo servicio de telecomunicaciones: funcione como funcione, sigue siendo televisión.

"Es un protocolo para la prestación del servicio de TV por suscripción, que permite utilizar cualquier tecnología o medio de transmisión. El simple hecho de utilizar un protocolo de transporte IP no transforma a la televisión en un servicio de valor agregado", aseguró la Comisión en el texto que reúne las explicaciones técnicas.

La carta responde a los argumentos con los que la ministra de Comunicaciones, María del Rosario Guerra, afirmó en marzo pasado que las empresas interesadas en ofrecer IPTV no tienen que recurrir a la Comisión para solicitar licencias.

Según el Ministerio, la IPTV debe quedar bajo su gestión, porque es un servicio de valor agregado que puede ofrecer cualquier operador de Internet, que ya de por sí tienen la licencia para ese tipo cosas.

Pero la CNTV cree que con tal esquema se debilitaría la televisión pública porque, según sus cálculos, dejaría de percibir 126 mil millones de pesos en 9 años.

Entonces, le plantea a la cartera preguntas concretas: "En caso de demandas por los actuales concesionarios de televisión por suscripción en el cambio de las reglas de juego (...) ¿Quién asumirá los costos?".



Considera que "el Ministerio de Comunicaciones no tiene competencia constitucional ni legal para regular el servicio de televisión por suscripción, independientemente de la tecnología utilizada".

En contraste, los operadores de telecomunicaciones ya están preparándose para el reto de la IPTV. La alianza UNE-EPM manifestó recientemente que la meta de la compañía es contar con 250.000 abonados de IPTV en el 2011, ofreciendo 103 canales de televisión y video por demanda a través de la esperada plataforma.

La ETB, por su parte, calcula tener mínimo 100.000 usuarios en el 2010.

3.1.3 Televisión a través de la web

En el entorno de Internet, que desde hace mucho permitió que las videoconferencias en tiempo real puedan transmitir señal de un computador a otro, IPTV viene siendo el equivalente en video al VoIP (telefonía por Internet, gracias a la transmisión de voz como datos).

Según Liliana Chacón, gerente de Multimedia y Televisión de ETB, la tecnología IPTV que se aplicará en Colombia permitirá al usuario captar, a través de un decodificador especial conectado al televisor, la señal de video en la web, sea por demanda o como señal abierta que cualquier canal de televisión decida transmitir a través de IP. En Latinoamérica, esta tecnología ya entró en funcionamiento en Chile.

Pero el sistema será exigente: expertos calculan que para que la señal IPTV sea estable y de calidad, el usuario requerirá una conexión de banda ancha de por lo menos 4 Mbps, es decir, casi ocho veces la capacidad común de transmisión de la banda ancha instalada actualmente en muchos hogares del país.

3.1.4 Las ventajas del sistema

Jeremy Allaire, ejecutivo de la empresa estadounidense Brightcove y analista de estas tecnologías, afirma que las empresas de telecomunicaciones en el mundo ven a IPTV como "un reemplazo de los sistemas digitales de televisión por cable o por satélite".

Pero en términos simples, esa diferencia se notaría en lo interactivo. Según Chacón, IPTV le otorgará al usuario la capacidad no solo de ver todos los canales que le ofrezca su operador, sino además, de "interactuar con la convergencia de todos los servicios".

Eso significa que esta televisión ofrecería funciones adicionales como identificador de llamada en pantalla, señales escogidas desde el teléfono celular, publicidad interactiva e información útil de servicio, como por ejemplo, un mapa del tránsito en la ciudad. Además, herramientas de control sobre la señal. Por ejemplo, ofrecería time shifting, que es la capacidad de adelantar, atrasar o detener las imágenes que emiten los canales en vivo.

Por último, la gran fortaleza estaría en la capacidad de almacenamiento que tiene el decodificador (también llamado Set Top Box). que permite grabar programas en el disco duro interno que trae de fábrica. Ya hay sistemas que lo permiten sin necesidad de IPTV, como el que ofrece Directv Plus, mediante la grabación digital con doble sintonizador.

Un antecedente de este fenómeno que ya está en el mercado y que comenzó en Estados Unidos es el proyecto Apple TV, un decodificador especial que se conecta al televisor, y con el que el usuario puede establecer contacto con la tienda iTunes para adquirir video por demanda.



Ante la evolución de las posibilidades y el hecho de que Internet podría ofrecer muchas más opciones de canales, es claro que la televisión a la cual el televidente colombiano está acostumbrado se va a transformar: no se tendrá que conformar con cambiar el canal, sino con que los canales se ajusten a él.

"En caso de demandas por los actuales concesionarios de televisión por suscripción en el cambio de las reglas de juego (...) ¿Quién asumirá los costos?".

Cuestionamiento de la Comisión Nacional de TV.

100 mil usuarios de IPTV abonados en el 2010 espera la ETB, según estimó en marzo su presidente, Rafael Orduz.

4 Mbps sería el ancho de banda necesario en conexión a Internet para que la IPTV sea estable, estiman expertos.

103 canales de tv y video por demanda por Internet calcula la alianza de UNE y EPM que sería su oferta en IPTV.

CARLOS SOLANO
CULTURA Y ENTRETENIMIENTO

Disponible en: http://www.eltiempo.com/tiempoimpreso/edicionimpresa/primerplano/2008-04-27/ARTICULO-WEB-NOTA_INTERIOR-4125308.html

3.2 Artículo Publicado en la Página Web de la CNTV.

Abril 28 de 2008.

3.2.1 EMCALI solicita a la CNTV concesión para implementar servicio de IPTV.

EmCali, empresa industrial y comercial del estado, que presta servicios de telecomunicaciones y de valor agregado en los municipios de Cali, Yumbo y Jamundí, en el Valle del Cauca, solicitó hoy a la Comisión Nacional de Televisión licencia para implementar el servicio IPTV.

En un reconocimiento a la competencia que tiene la CNTV para entregar la concesión de operación de televisión por suscripción bajo el protocolo IP, Eduardo José Victoria Ruiz, gerente General; Edwin Fernando López Bouzas, gerente de Telecomunicaciones, y Paola Andrea Ruiz, abogada de la empresa, se reunieron con la directora de la CNTV, María Carolina Hoyos Turbay, y la subdirectora de Asuntos Legales, Adriana Saldarriaga, para formalizar su petición.

Los funcionarios de EmCali señalaron que dentro del plan estratégico 2008-2012 incluyeron el empaquetamiento de nuevos productos, entre los cuales se encuentra la televisión bajo el protocolo IP, para lo cual se cuenta con la tecnología para prestar el servicio por las redes de banda ancha.

"Hemos presentado la solicitud a la CNTV, porque sabemos que ha sido y es la entidad competente para otorgar este tipo de concesiones", señaló el gerente de EmCali.

Disponible en: http://www.cntv.org.co/cntv_bop/noticias/2008/abril/28_04_08a.html



3.3 Carta del Ministerio de Comunicaciones a ETB, con Copia a la CNTV.

Ministerio de Comunicaciones 14/04/2008 09:40:56
Registro No: 214821 Usuario: PACOS
Destino: ETB
Dirección: CRA 7 NO. 36-37 PISO 9
BOGOTÁ D.C. - CUNDINAMARCA

REPÚBLICA DE COLOMBIA

Ministerio de Comunicaciones
Despacho de la Ministra

Bogotá D.C. 10 ABR 2008

E-13 01 ESP C.G. DOCUMENTAL
006441 11 APR *GBM11:22
008195

Doctor
RAFAEL ORDUZ MEDINA
Presidente
Empresa de Teléfonos de Bogotá
Ciudad

Respetado doctor Orduz:

El Ministerio de Comunicaciones tuvo conocimiento de la solicitud que la Empresa de Teléfonos de Bogotá extendió a la Comisión Nacional de Televisión con el ánimo de manifestar su interés en la utilización y aprovechamiento de la tecnología IPTV para la transmisión de contenidos audiovisuales.

Al respecto, quiero informarle que este Ministerio publicó en su página Web, el día 9 de abril del presente año, el documento de consulta pública *"Lineamientos de Política Sectorial para el Uso y Aprovechamiento de la Tecnología IPTV"*, sobre el cual estaremos gustosos de recibir sus observaciones y comentarios, a efectos de consolidar una política que incluya los aportes del sector y responda a las necesidades propias de las nuevas tecnologías emergentes en escenarios de convergencia.

Tal y como lo encontrará expuesto en el documento citado, de acuerdo con el marco jurídico colombiano y, especialmente, a las características propias de IPTV, es imperativo concluir que el servicio que se presta a través de dicha tecnología, no puede asimilarse al servicio de televisión -en ninguna de sus modalidades, pues se trata de un servicio de valor agregado para cuya prestación se requiere tan solo del Título Habilitante Convergente, en los términos previstos en el Decreto 2670 de 2007.

Con un cordial saludo,

MARIA DEL ROSARIO GUERRA
Ministra de Comunicaciones

C.C. Doctora María Carolina Hoyos Turbay - Directora CNTV
Doctor Gustavo Adolfo Cala Ardita - Vicepresidente de Regulación ETB



ANEXO D

4. DOCUMENTO DE RESPUESTA A LA CONVOCATORIA PÚBLICA DEL MINISTERIO DE COMUNICACIONES

4.1 Carta de Presentación.

Popayán 21 de abril de 2008.

Ministerio de Comunicaciones 22/04/2008 15:36:28
Radicado No: 194731 Usuario: RADICAR
Tramite a: 011.DIR.DESAR.SECTOR.LUZ.VICTORIA
DIAZ

Señores:
Dirección de desarrollo del sector
Ministerio de Comunicaciones.
E. S.

Cordial saludo,

Con la presente adjuntamos los comentarios y las respuestas a las preguntas correspondientes al documento *"Consulta pública Lineamientos de política sectorial para el uso y Aprovechamiento de la tecnología IPTV"*, que como estudiantes de Ingeniería Electrónica y de Telecomunicaciones de la universidad del Cauca y actualmente realizando trabajo de grado para culminar nuestros estudios de pregrado. Manifestamos nuestro interés respecto al tema ya que se relaciona con nuestro trabajo de grado llamado *"Lineamientos y procedimientos técnicos y regulatorios para implementar el servicio de IPTV en Colombia"*.

Gracias por su colaboración.

Atentamente:

Jorge Luis Padilla Cavadia.
Tel: 3113140197.
Correo: jpadilla@unicauca.edu.co
Calle 3N No. 2A - 14.
Popayán.

Oscar Silgado Verbel
Tel: 3006510051
Correo: oscarsilgado@hotmail.com
Carrera 4 E N 10 A-N 15.
Popayán.

4.2 Respuestas a las Preguntas del Documento.

Pregunta No. 1.- ¿Considera que los cuatro ejes o propósitos fundamentales identificados para estructurar la política sectorial para el uso y aprovechamiento de la tecnología IPTV, responden a las necesidades del sector?

Bajo las consideraciones del estado actual reglamentario de los servicios de telecomunicaciones en Colombia, donde existen múltiples organismos para la regulación de los diferentes servicios como muestra la Figura D-1, y la aparición de nuevos servicios convergentes (video, voz y datos sobre la misma red) y nuevos mercados, el actual sistema se convierte en una barrera regulatoria. Bajo este contexto el Ministerio de Comunicaciones propone una política sectorial para adaptarse a los cambios sobre las redes de telecomunicaciones. Se considera que los cuatro ejes propuestos para el uso del aprovechamiento de la tecnología IPTV cubren las necesidades del sector en particular y demás servicios convergentes, estableciendo una normativa horizontal de medios de transmisión bajo el principio de neutralidad tecnológica como se muestra en la Figura D-2 [1].

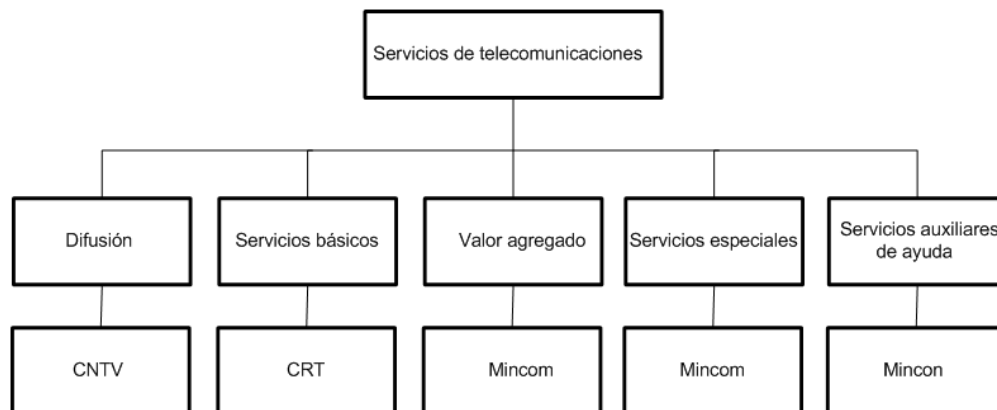


Figura D-5 Comparación de los Entes Regulatorios Actuales.

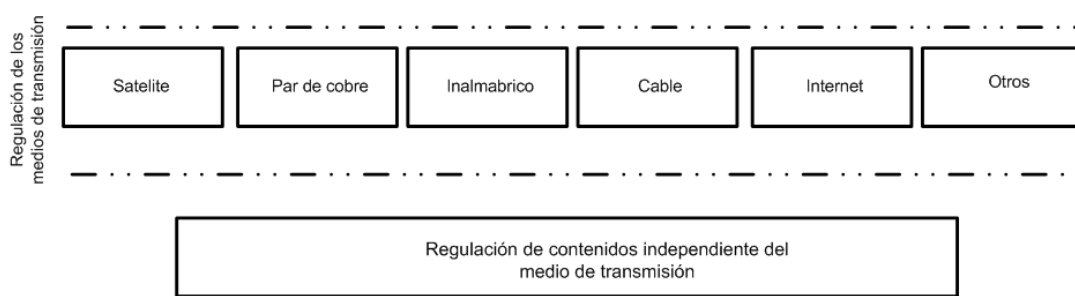


Figura D-6 Regulación Bajo Principio de Neutralidad Tecnológica.

Pregunta No. 2.- ¿Existen otros ejes o propósitos que deban ser considerados para estructurar la política sectorial para el uso y aprovechamiento de la tecnología IPTV?

Se considera que los cuatro ejes propuestos para el uso y aprovechamiento de la tecnología IPTV cubren las necesidades del sector, aunque ello implique cambios institucionales profundos y complejos ya en un ambiente de convergencia el principio de regular las redes y



los contenidos por separado o cuando el proveedor de servicio puede ser el mismo proveedor de red como muestra la Figura D-3 [2].

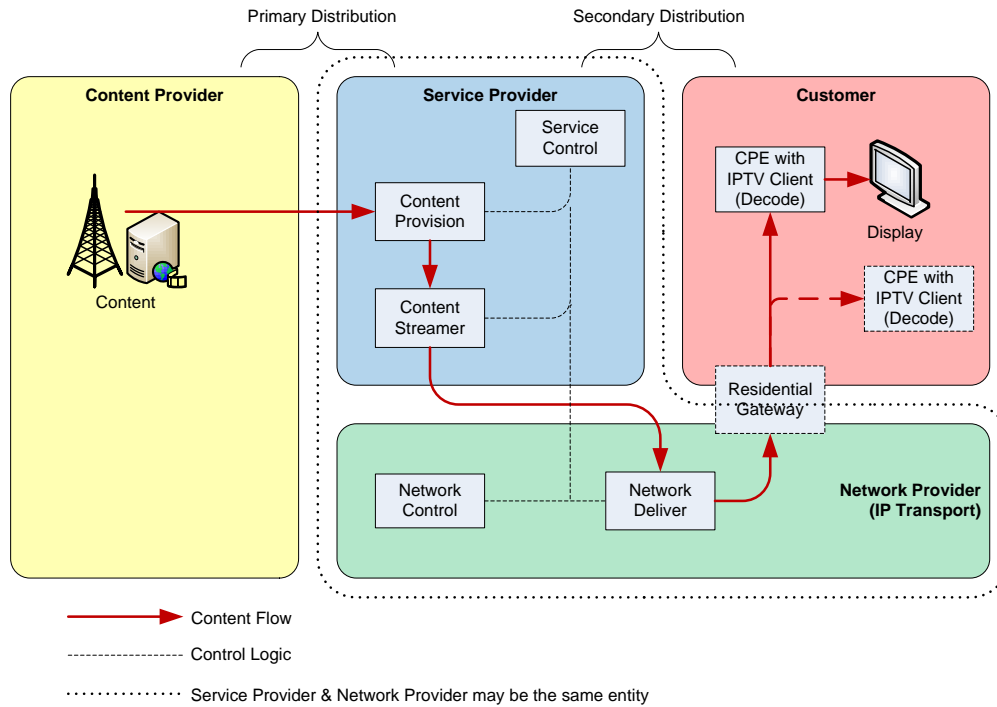


Figura D-7 Diferencia Entre Proveedor de Red y de Contenido.

Dentro la política sectorial para el aprovechamiento de la tecnología IPTV, se puede poner a consideración un modelo regulatorio unificado bajo el principio de concesión convergente, el cual consiste en la integración de todas las entidades regulatorias para ser representada en un solo ente, que bajo un ambiente de convergencia pueda responder rápidamente a las necesidades del sector brindando confianza a los mercados emergentes. La Figura D-4, muestra el modelo.

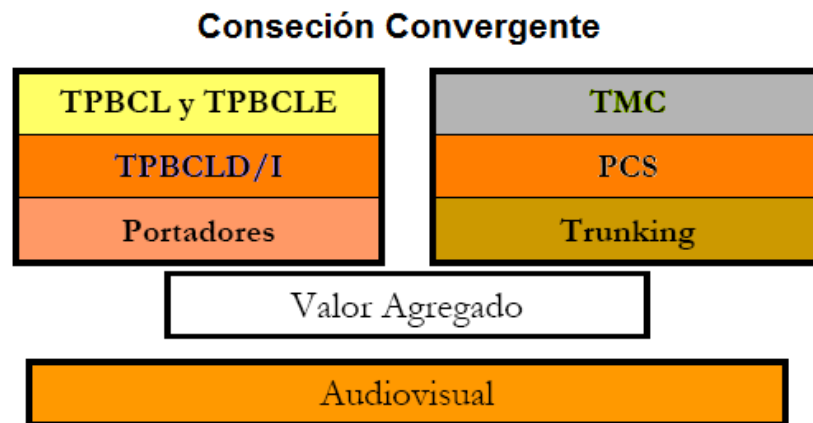


Figura D-8 Modelo de Concesión Unificada.

Pregunta No. 3.- ¿Está de acuerdo con que el servicio de televisión y la tecnología IPTV son conceptos diferentes que funcionan técnica y lógicamente de forma diferente, prestan usos diferentes, satisfacen necesidades diferentes y que, por lo tanto, no pueden someterse a un mismo marco jurídico? ¿Por qué si o por qué no?



Antes de responder la pregunta se procede a definir ciertos términos:

Televisión: forma de telecomunicación destinada a la transmisión de señales que representan escenas, cuyas imágenes se reproducen en una pantalla a medida que se reciben [3].

Nota 1 – Las señales recibidas pueden almacenarse para la subsiguiente presentación de las imágenes en una pantalla.

*Nota 2 – La principal aplicación de esta técnica es la **teledifusión** de imágenes para el público en general o un público determinado y la palabra “televisión” se emplea a menudo sin calificaciones para describir esta aplicación. La misma técnica se emplea también para fines industriales, científicos, médicos o para otros propósitos; tales aplicaciones se denominan a menudo “televisión de circuito cerrado”.*

Televisión analógica: En la televisión analógica la imagen y el sonido son representados a través señales eléctricas que varían continuamente en el tiempo, es decir magnitudes analógicas. Esto determina que en la transmisión de los canales de televisión se utilice una gran cantidad de recursos sin distinción del medio por el cual se distribuya tales como cable, radio propagación terrestre y satelital. Los servicios de televisión analógicos emiten todos los canales de manera simultánea y solo existe comunicación en una dirección desde el proveedor del servicio hasta el usuario [4].

Televisión digital: La Televisión Digital (DTV: Digital Television) se define como la difusión de los contenidos de televisión basados en modernas tecnologías y estándares de compresión de información que a diferencia de la televisión tradicional, codifica sus señales en forma binaria, permitiendo transmitir video y audio digital además de otros servicios interactivos por cualquiera de sus medios de distribución como cable, satélite, terrestre, línea telefónica, fibra óptica y en forma inalámbrica, habilitando a los operadores para crear nuevos servicios [5].

De manera independiente del medio utilizado para ofrecer el servicio de televisión digital tales como televisión digital terrestre, por cable y por satélite, se han establecido canales de retorno que permite brindar servicios interactivos, ya sea por el mismo medio o por otros sistemas integrados al servicio en particular. Además, la emisión de los canales también se realiza de manera simultánea sobre el medio utilizado [6-10].

IPTV

El Grupo de Estudio sobre IPTV (FG-IPTV: *Focus Group IPTV*), de la Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT), define a IPTV de la siguiente manera:

“IPTV es definido como un servicio multimedia que incluye televisión, video, audio, texto, gráficos y datos repartidos sobre una red gestionable basada en IP para proveer el nivel requerido de QoS⁹, QoE¹⁰, seguridad, interactividad y confiabilidad” [11].

Televisión Interactiva (iTV: *Interactive Television*): Es un servicio en el cual el usuario puede enviar solicitudes dentro de un ambiente de navegación, al proveedor del servicio con el objetivo de obtener información adicional. Esta capacidad requiere de canales que son conocidos como canal de retorno [11].

⁹ Calidad del Servicio (Quality of Service).

¹⁰ Calidad de la Experiencia (Quality of Experience).



Tipos de servicios IPTV

El servicio IPTV está compuesto por dos servicios básicos denominados Difusión de Televisión Digital y Video bajo Demanda, los cuales son descritos a continuación [2] [12] [13]:

- **Difusión de Televisión Digital:** IPTV brinda el servicio de Televisión Digital, el cual consiste en emitir al usuario los canales de televisión convencional que son recibidos desde otros sistemas alimentadores del servicio y transmitidos en tiempo real utilizando la red de distribución de IPTV. Los contenidos de televisión llegan en forma analógica o digital y se codifican bajo un formato de compresión seleccionado por el proveedor del servicio para luego encapsularlos dentro de paquetes IP.
- **Video bajo Demanda:** El Video bajo Demanda, es una modalidad de servicio donde el usuario solicita el contenido que se encuentre disponible dentro de una colección de videos almacenados en uno o varios servidores del proveedor de servicio IPTV, lo que posibilita seleccionar el horario que estime conveniente para su reproducción, por ejemplo una película, un noticiero, etc. También permite manipular el video como si se tratara de un reproductor de DVD, de tal manera que se puede adelantar, pausar, retroceder, parar y reproducir el flujo de video que está recibiendo el usuario.
- **Servicios Adicionales:** Los servicios de video, audio, texto, gráficos y datos que **no hacen parte del servicio básico de IPTV**, son considerados como adicionales que dependen de la capacidad que tenga el equipo receptor (CPE: *Customer Premise Equipment*) y del proveedor del servicio. Los servicios adicionales son generados por el operador de IPTV o por terceros, dentro de las cuales están servicios como identificador de llamadas, aplicaciones y servicios interactivos basados en IP.

CONCLUSION

En principio hay que aclarar que son conceptos diferentes porque no se puede comparar la tecnología utilizada para la distribución con el servicio de televisión en sí mismo. Cabe resaltar que IPTV es una tecnología que involucra el reparto de contenidos de audio y video interactivos, **incluyendo** el servicio de televisión digital que es diferente al servicio de televisión analógico que existe actualmente en Colombia.

En cuanto al funcionamiento de IPTV con respecto a los servicios de televisión radiodifundidos analógica, opera completamente diferente porque IPTV utiliza las ventajas del protocolo IP para transmitir los contenidos solo cuando el usuario lo solicite (operación transparente para el usuario), en cambio los servicios analógicos emiten todos los canales de televisión de manera simultánea.

El servicio de IPTV ofrece contenidos de video y audio digital, comparable con los servicios de televisión digital ofrecidos por otras tecnologías tales como televisión digital terrestre y la televisión digital por suscripción vía cable y satélite, que distribuyen contenidos como se citó anteriormente.

Por lo tanto comparar el marco jurídico que regula una tecnología de distribución con un servicio de televisión no corresponde a una relación de elementos los cuales tienen características semejantes.

Pregunta No. 4.- ¿Está de acuerdo con que la promoción del uso y aprovechamiento de la tecnología IPTV permite una mayor generación de opciones de servicio a favor del usuario?

Sí, porque la tecnología IPTV gracias a la flexibilidad en cuanto al número de potenciales de aplicaciones que se pueden implementar debido a la arquitectura TCP/IP en el nivel de aplicación provee una amplia gama de posibilidades para la generación de servicios adicionales.

Pregunta No. 5.- ¿Está de acuerdo con que las características propias de la tecnología IPTV hacen de ésta un servicio de valor agregado? Porqué si o porqué no.

IPTV es un concepto que va mucho más allá del considerado para definir el servicio de televisión, ya que este incluye servicios de difusión de televisión digital, contenidos bajo demanda y servicios adicionales que dependen de la capacidad del Equipo Terminal de Usuario (*CPE: Custom Premi Equipment*). IPTV sigue un modelo de negocio comparable al de televisión por suscripción como muestra la Figura D-5.

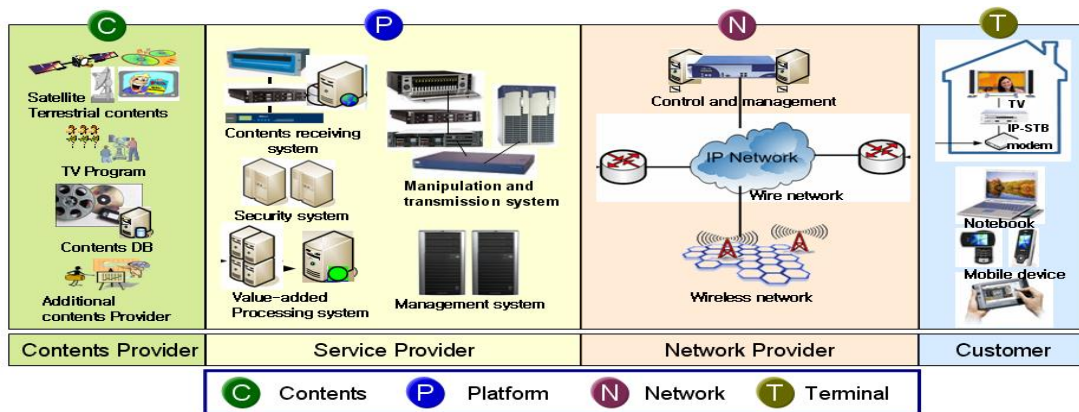


Figura D-9 Roles del Modelo del Negocio de la Televisión por Suscripción con Protocolo IPTV¹¹.

El servicio de televisión por suscripción, independientemente de la tecnología, medio, red, estándar o protocolo de transmisión utilizado, como el servicio de teledifusión que es, no se convierte en un servicio de valor agregado por el simple hecho de utilizar uno u otro protocolo. Todo lo contrario, se constituye en el **servicio soporte** necesario para la prestación de servicios de valor agregado.

Al ser IPTV un servicio comparable al servicio de televisión por suscripción, **sirve como servicio soporte** para la implementación de servicios de valor agregado, donde los servicios básicos corresponden a los descritos anteriormente, y que gracias a las potenciales aplicaciones que se pueden implementar sobre la capa de aplicación en la arquitectura TCP/IP. Desde el punto de vista del CPE, el proveedor de servicio IPTV se encuentra en capacidad de brindar los siguientes servicios:

- **Soporte para Inserción de Programa Digital:** soporte para Inserción de Programa Digital (DPI: *Digital Program Insertion*) le permite al operador agregar publicidad o contenidos adicionales, los cuales pueden ser dirigidos a un grupo específico de usuarios o área geográfica, sobre un determinado canal de televisión o como un canal adicional. Este servicio además provee mecanismos para la recolección de datos acerca de las preferencias de los usuarios en cuanto a la programación y temas de

¹¹ Fuente: UIT FG IPTV-ID-0025
Jorge Luis Padilla Cavadia
Oscar Iván Silgado Verbel



interés, estos datos son tomados cada vez que el usuario accede a informaciones adicionales que son emitidas por el proveedor del servicio.

- **Televisión Interactiva:** Es una nueva forma de ver televisión donde los usuarios disponen de informaron adicional de los programas para poder interactuar con los contenidos enviados en los horarios que se ofrece el servicio. La televisión Interactiva tiene funciones que dependen del CPE y del servicio que los proveedores de telecomunicaciones dispongan, por ejemplo, el resumen de un programa de televisión, acceso a la guía de programación, recordatorios, imprimir información adicional de un programa, escoger la cámara que el subscriber quiere ver, etc.
- **Soporte para Video Juegos:** Mas que un servicio brindado por el proveedor, este soporte para video juegos se encuentra dentro del de las aplicaciones del CPE que debe tener la capacidad de procesamiento y memoria necesaria para soportar varios juegos como si se tratara de una consola de videojuegos.
- **Aplicaciones basadas en IP:** El operador puede brindar servicios que hacen parte de las aplicaciones basadas en IP, habilitando su uso en el CPE del usuario. Dentro de estas aplicaciones se pueden incluir correo electrónico, mensajes instantáneos de texto y video, video y audio conferencia, telemedicina, comercio electrónico, etc.
- **Programación con múltiples cámaras y diferentes ángulos:** Este servicio consiste en transmitir una programación que le brinda funciones al usuario para escoger un determinado ángulo de observación. Estos servicios son usados en eventos deportivos, programas de entretenimiento, etc.
- **Grabador de Video Personal:** Grabador de Video Personal (PVR: *Personal Video Recorder*): tiene como función almacenar videos en formato digital durante un número de horas, limitadas por la capacidad que se disponga en el disco duro en el equipo final (*set top box*, computador, etc.), para que el usuario reproduzca el video en el momento en que este lo solicite y con ciertas limitaciones en cuanto a derechos de autor y licencias.

Pregunta No. 6.- ¿Está de acuerdo con que la regulación de las redes de comunicaciones se encuentre en cabeza del Comisión de Regulación de Telecomunicaciones, o quien haga sus veces y, la regulación de contenidos se encomiende exclusivamente a la Comisión Nacional de Televisión, o quien haga sus veces? Porqué si o porqué no.

Sí, porque la convergencia de redes y servicios impulsada por el avance tecnológico de las telecomunicaciones requiere que haya una coherencia dentro de las instituciones encargadas de regular los servicios, que bajo el sistema actual de regulación en Colombia propicia escenarios de desregulación que se convierten en barreras de entrada para nuevos mercados emergentes. Bajo la política sectorial que propone el ministerio, donde todas las redes de telecomunicaciones están bajo el control de una sola entidad reguladora se eliminan las barreras de entrada y favorece al desarrollo de convergencia de redes y servicios de manera eficiente. Por consiguiente esto le garantiza a los proveedores de servicios de telecomunicaciones una estabilidad reglamentaria, aumentando la confianza y estimula la inversión de capital. También bajo el principio de neutralidad tecnológica, se genera un ambiente donde no haya discriminación de las diferentes redes utilizadas en diferentes servicios de telecomunicaciones [1].



Pregunta No. 7.- ¿Qué mecanismos permitirían garantizar que el usuario cuente con toda la información relevante para la toma de decisiones, de tal forma que la simple “apariencia” de un servicio no lo lleve a equívocos y no vea frustradas sus expectativas?

Dado que hay una tendencia a la convergencia y que ella estará soportada sobre el protocolo IP, es necesario que en ese nuevo contexto que se avecina sobre las redes nacionales, se transforme los contratos de prestación de servicios actuales por acuerdos de nivel de servicio, donde se indiquen los requerimientos que debe ser cumplidos para que el usuario reciba a satisfacción el servicio independiente de cuál sea este.



REFERENCIAS.

- [1] TMG. “*Propuesta de opciones para integrar los enfoques de las políticas del sector*”. Telecommunications Management Group, Inc. Estados Unidos. 2006.
- [2] Unión Internacional de Telecomunicaciones. UIT. “*J.700 (draft): IPTV service requirements and framework for secondary distribution*”. Borrador aprobado por FG-IPTV, Octubre de 2007. Suiza.
- [3] Recomendación ITU B.13.
- [4] Fabián Romo Zamudio. “La verdadera TV digital”. Enter@te: Internet computo y telecomunicaciones. Universidad Nacional Autónoma de México. Ciudad de México. 2003. <http://www.enterate.unam.mx/Articulos/2003/septiembre/tvdigital.htm>.
- [5] Lawrence Harte. “IPTV Basics”. Derechos de Autor © 2007, Publicaciones Althos. ISBN: 1-932813-56-X.
- [6] DVB-RCT (DVB-Return Channel Terrestrial).
- [7] Estándar ANSI. “*Digital Cable Network Interface Standard*”. Instituto Nacional de Estándares Americano/Sociedad de Cable y de Ingenieros de Telecomunicaciones ANSI/SCTE. ANSI/SCTE 40 2004. Estados Unidos.
- [8] Recomendación ITU J.93. “*Requisitos del acceso condicional en la distribución secundaria de televisión digital por sistemas de televisión por cable*”. Serie J: Transmisiones de Señales Radiofónicas, de Televisión y de Otras Señales Multimediales. 1998.
- [9] Recomendación ITU J.112. “*Sistemas de transmisión para servicios interactivos de televisión por cable*”. Serie J: Transmisiones de Señales Radiofónicas, de Televisión y de Otras Señales Multimediales. 1998.
- [10] Recomendación ETSI, DVB-S2. “*DVB-S2 - Most advanced satellite delivery possible*”. European Standard Telecommunications Series 102 376 V1.1.1 (2005-02). Geneva, Switzerland.
- [11] Recomendación ITU. “*IPTV vocabulary of terms*”. Unión Internacional de Telecomunicaciones. FG IPTV-DOC-0199. Diciembre del 2007.
- [12] Recomendación ETSI. “*IPTV functions supported by the IMS subsystem*”. European Standard Telecommunications Series TS 182 027 v2.0.0.0. Geneva, Febrero 2008.
- [13] Recomendación ETSI. “*Transport of MPEG-2 TS Based DVB Services over IP Based Networks*”. European Standard Telecommunications Series TS 102 034 V1.3.1. Geneva, Octubre del 2007.



ANEXO E

5. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE LAS TECNOLOGÍAS DE ACCESO.

5.1 Red de Acceso de Fibra Óptica.

La red de acceso de fibra óptica constituye condiciones óptimas para los proveedores de telecomunicaciones al momento de ofrecer servicios como IPTV. La red de fibra es una conexión dedicada punto a punto (*PTP: Point to Point*) o punto multipunto (*PTM: Point to Multipoint*), compuestas por un conjunto de equipos que se encargan de conectar los dispositivos terminales de red con los equipos finales de los usuarios. El incremento de ancho de banda y los bajos costos de operación son algunos de los factores claves que animan cada día más a los proveedores para ofrecer sus servicios sobre una red basada en fibra. Dentro de los elementos que conforman la red de acceso de fibra óptica se encuentran [1] [2].

- *Terminal de línea óptica (OLT: Optical Line Termination)*: Es un equipo de transmisión que adapta la interfaz de los conmutadores en la central al medio portador de fibra. Los OLT pueden estar integrados o separados de los conmutadores o enrutadores de la red.
- *Red de distribución de fibra óptica*: Corresponde al conjunto de cables que se despliegan desde las centrales del proveedor hasta llegar a los terminales de red óptica (*ONT: Optical Network Termination*).
- *ONT*: Se encarga de convertir la señal óptica en señales eléctricas, es decir, provee una interfaz entre la red de fibra y el último tramo de red hasta el usuario. El último tramo de red puede estar constituido por cable coaxial, par trenzado o acceso inalámbrico.

La ONT constituye un papel importante al momento de configurar la arquitectura de red, debido a la distancia que se encuentra del usuario, dando lugar a las diferentes redes conocidas como FTTx (*Fiber to the X*) [2]:

- *Fibra hasta el edificio (FTTB: Fiber to the Building)*: Es una configuración de red constituida normalmente por una conexión PTP hasta el bloque o edificio. La fibra llega hasta una cabina o terminal remoto (ONT), donde es distribuida dentro de la edificación a través de cualquier tecnología de cable de cobre o inalámbrica [2].
- *Fibra hasta la curva (FTTC: Fiber to the Curve)*: En esta configuración, la ONT se encuentra entre 150 y 300 metros de las instalaciones del suscriptor. El último tramo de red está constituido por cualquier tecnología de red cableada de cobre o inalámbrica [2].
- *Fibra hasta la vecindad (FTTN: Fiber to the Neighborhood)*: Se encuentran las mismas condiciones que la arquitectura FTTC, con la diferencia de que la ONT está a una distancia máxima de 1.524 metros de las instalaciones del suscriptor [2]. **Error! arcador no definido.**
- *Fibra hasta el hogar (FTTH: Fiber to the Home)*: Con una arquitectura de fibra hasta el hogar, el camino desde el proveedor de servicio IPTV hasta el hogar, está completamente libre de cobre. La red de fibra hasta el hogar es capaz de llevar grandes volúmenes de datos, debido al ancho de banda del hilo de fibra [2].



Las tecnologías desarrolladas para la distribución de contenidos a través de fibra óptica, corresponden a dos variantes denominadas redes ópticas pasivas (PON: *Passive Optical Network*) y las redes ópticas activas (AON: *Active Optical Networks*) [1] [2].

5.1.1 PON

Las redes ópticas pasivas son redes punto multipunto compuesta por cable de fibra y componentes ópticos pasivos tales como divisores ópticos (*optical splitters*), OLT y ONT. PON es considera una de las principales tecnologías que empieza a utilizar arquitecturas FTTx. Una de las principales características de las redes ópticas es el uso de divisores ópticos, que son elementos que ramifican el hilo de fibra, lo que resulta en compartir la red entre múltiples usuarios [1] [2].

Las tecnologías desarrolladas hasta la fecha que utilizan las redes ópticas pasivas se caracterizan por los elementos presentados en la Figura 4.1 [1] [2].

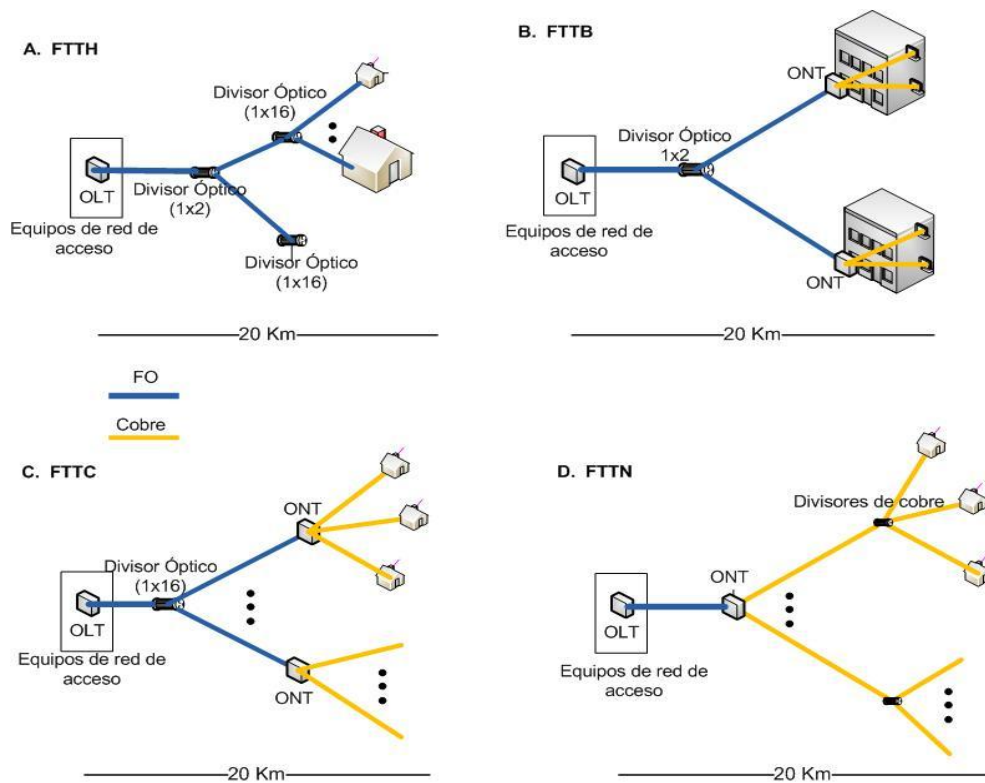


Figura E-1 Arquitectura y Elementos de una Red PON [1] [2].

Tabla E-1 Parámetros Técnicos de las Tecnologías PON [1] [2].

	BPON	EPON	GPON
Estándar	ITU G.983	IEEE 802.3ah	ITU G.984
Velocidad del enlace de bajada	1244,16 Mbps	1,25 Gbps	2,5 Gbps
Velocidad del enlace de subida	622,03 Mbps	1,25 Gbps	1,5 Gbps
Distancia máxima	20 Km	20 Km	20 Km
Máxima división por splitter	1x32	1x32	1x64
Protocolo de transmisión	ATM	Ethernet	Ethernet, ATM
Longitud de onda	1550 y 1490 nm	1550 y 1310 nm	1310, 1490 y 1550 nm



5.1.2 AON.

Las redes ópticas activas es una red punto a punto, compuesta por cable de fibra y por componentes ópticos activos. Se caracteriza por llegar con un hilo de fibra hasta el suscriptor del servicio, convirtiéndose en una tecnología costosa debido a que cada usuario ocupa una interfaz del conmutador en lugar de haber concentración de múltiples suscriptores por interfaz, por tanto no es considerada una solución viable en el despliegue del servicio IPTV [2].

5.2 Red de Acceso de Cable (HFC).

Los operadores de cable desde hace un tiempo, han estado reemplazando gradualmente sus redes tradicionales de cable coaxial y amplificadores por fibra óptica para la red de alta velocidad y una combinación de fibra y coaxial como solución de última milla para los usuarios finales. La combinación de coaxial/fibra, conforma la nueva generación de cable conocida como híbrido entre fibra y cable (*HFC: Hybrid Fiber Coax*). Dentro de las principales ventajas de una red HFC se encuentra la capacidad de transmitir simultáneamente servicios de distribución de televisión analógica, digital e internet, topología de red en árbol y conexión punto multipunto debido a que una línea de cable es compartido por múltiples usuarios [1].

La red HFC emplea tecnologías conocidas como la especificación para interconexión de servicio de datos por cable (*DOCSIS: Data Over Cable Service Interface Specification*) para Estados Unidos y EuroDOCSIS para Europa.

La arquitectura de la red de acceso HFC mostrada en la Figura E-2, está conformada por elementos en la central de cable al igual que en las instalaciones del suscriptor, los cuales son descritos a continuación [1] [3] [4]:

- *Cable coaxial*: Es el medio por donde se transporta la señal modulada en RF, utilizado para recorrer el último tramo de la red HFC. Normalmente se utiliza unos 300 metros de cable coaxial antes de introducir amplificadores para recuperar la señal, que por lo general es transportada unos 900 metros de distancia. El espectro de frecuencias que usa el cable varía de acuerdo a la tecnología DOCSIS (ver Tabla E-2) [1] [3].
- *Sistema de terminación de cable-módems (CMTS: Cable Modem Termination System)*: Es el equipo instalado en las centrales de cable encargadas de recibir los datos provenientes del proveedor de servicio IPTV, encapsulados dentro de paquetes IP, para establecer comunicación con los diferentes cable módems ubicados en las instalaciones del suscriptor, utilizando la red HFC. Por lo tanto, provee dos interfaces para comunicarse hacia una red IP y para difundir la señal en RF [1] [3] [4].

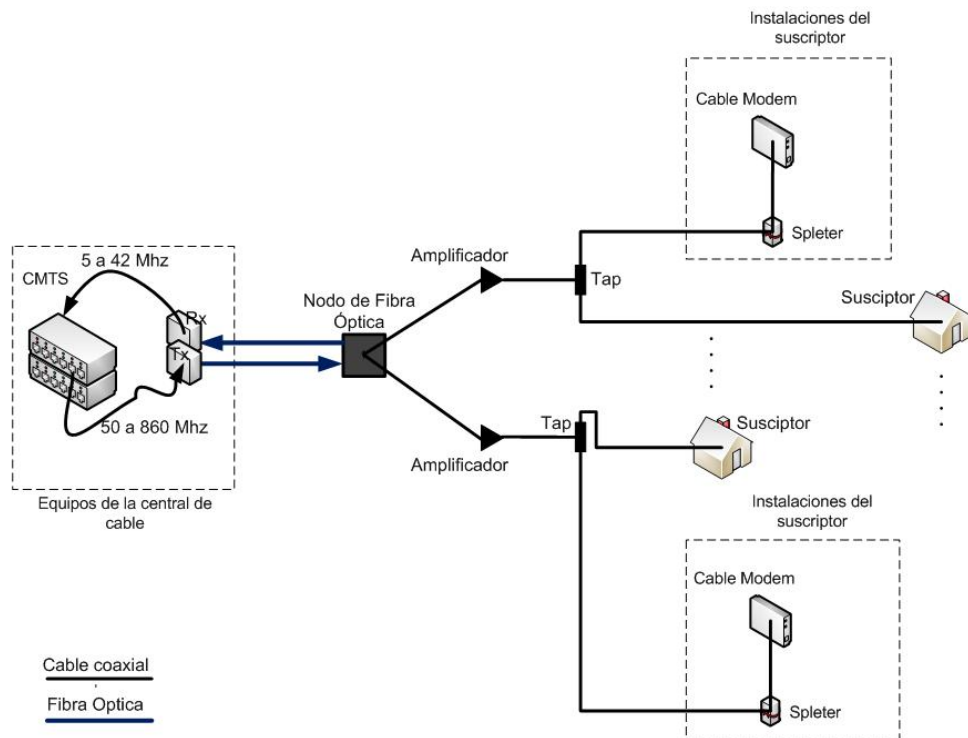


Figura E-2 Arquitectura de la Red HFC y Elementos del Sistema [1] [3] [4].

- El CMTS está en capacidad de transmitir los contenidos IP a una velocidad de 30 Mbps netos, sobre un canal de 6 Mhz (para el estándar Americano) y 8 Mhz (para el estándar Europeo), correspondiente al flujo de datos en sentido descendente. En consecuencia solo una pequeña parte del ancho de banda total del cable es utilizado, por lo que se debe hacer uso de un equipo que combine las señales de RF, obteniendo como resultado el acceso de múltiples usuarios por canal de 6 u 8 Mhz, de acuerdo con el plan de frecuencias que utilice el sistema [1] [4].
- *Equipo transmisor/receptor*: corresponde a los equipos OLT [1].
- *Nodo de fibra óptica*: Corresponden a los equipos ONT [1].
- *Amplificadores*: se encarga de recuperar la señal, distorsionada por el ruido y la distancia recorrida. Normalmente los amplificadores se distribuyen a lo largo de la red, máximo dos en cascada cada 300 metros, permitiendo extender la distancia recorrida por el cable coaxial [1].
- *Taps*: Son elementos instalados en la red de cable coaxial, donde extrae la línea de servicio que llega al usuario. Se caracterizan por trabajar en la banda de 5 Mhz a 1Ghz, introducir poco ruido y bajas pérdidas [3].
- *Splitter*: es un elemento encargado de dividir la señal que viaja a través del cable coaxial en dos o más señales. Normalmente trabaja en la banda de frecuencia de 5 Mhz a 1 Ghz y se utiliza es en las instalaciones dentro del hogar.
- *Cable modem*: Es el equipo ubicado en las instalaciones del cliente, encargado de extraer del canal los paquetes IP, enviados desde el CMTS. El cable modem se conecta con el usuario por medio de una red de área local, que en la mayoría de los casos es Ethernet. También, para el tráfico en sentido ascendente, el modem funciona como puerta de comunicaciones de red (gateway) hacia la red de cable [3].



Las características técnicas de la tecnología DOCSIS, utilizadas para la transmisión de datos sobre las redes HFC son mostradas en la Tabla E-2 [1] [3] [4].

Tabla E-2 Parámetros Técnicos de las Tecnologías DOCSIS Sobre Redes HFC [1] [3] [4].

	DOCSIS 1	DOCSIS 1.1	DOCSIS 2	DOCSIS 3
Velocidad de datos en sentido descendente por canal de 6 u 8 Mhz.	30 Mbps	30 Mbps	40 Mbps	160 Mbps
Velocidad de datos en sentido ascendente.	10 Mbps	10 Mbps	30 Mbps	=> 120 Mbps
Banda de frecuencia de los canales de bajada	50 – 750 Mhz	50 – 750 Mhz	88 – 860 Mhz	88 – 1002 Mhz
Banda de frecuencia del canal de subida	5 – 42 Mhz	5 – 42 Mhz	5 – 42 Mhz	5 – 45 Mhz y la opción de 5 – 85 Mhz
Modulación	QPSK, 16QAM	QPSK, 16QAM	QPSK, 8QAM, 16QAM, 32QAM, 64QAM y 128QAM	QPSK, 8QAM, 16QAM, 32QAM, 64QAM y 128QAM

5.3 Red de Acceso DSL.

Es una de las arquitecturas de telecomunicaciones más difundidas en el mundo, con más de 185'274.000 líneas que proporcionan acceso para los servicios de voz, datos y video. El conjunto de tecnologías DSL se caracteriza por ser enlaces punto a punto, simétrico o asimétrico, que utilizan la actual red pública de telefonía conmutada (*PSTN: Public Switched Telephone Network*), uniendo a la central de telefónica con un equipo terminal en las instalaciones del usuario. Es PTP porque no comparte el ancho de banda con otros usuarios como sucede en otros ambientes de red y asimétrica porque la transmisión de datos desde la central hasta los equipos de los usuarios viaja más rápido que en sentido inverso [1] [5] [6].

Una de las principales ventajas de las tecnologías DSL es que utilizan las actuales redes de cobre PSTN y como aspecto en contra está la disminución de la velocidad de los datos con el aumento de la distancia y nivel de degradación del cable [1].

En una red de acceso DSL intervienen varios elementos distribuidos tanto en las instalaciones del proveedor, como en las del suscriptor, mostrados en la Figura E-3 y citados a continuación [1] [5] [7].

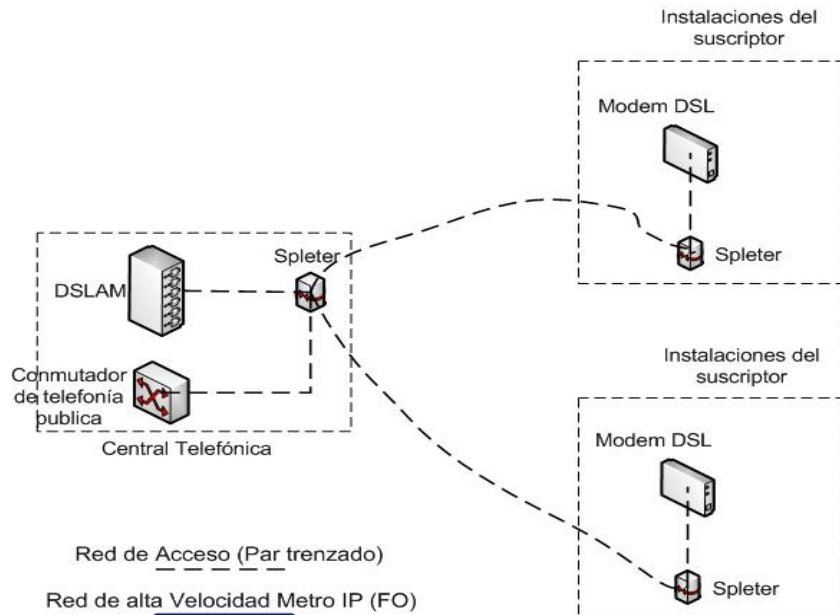


Figura E-3 Arquitectura DSL y Elementos que Intervienen [1] [5] [7].

- **Par trenzado:** Es el medio por donde viaja la señal modulada en forma analógica. El ancho de banda del cable depende de la distancia entre el multiplexor digital de acceso a la línea digital de abonado (*DSLAM: Digital Subscriber Line Access Multiplexer*) a las instalaciones del suscriptor y el diámetro del cable, que puede ser de 0,6mm o 0,8mm (para lograr mejor rendimiento del par trenzado). Una de las principales consideraciones a tener en cuenta es la atenuación de la señal, que aumenta a medida que se extiende la distancia recorrida por el cable y con la frecuencia (que presenta una relación no lineal, de tal modo que al aumentar el rango de la frecuencia mayor es la atenuación por unidad de longitud) [1].

La técnica de modulación empleada corresponde a Múltiples Tonos Discretos (*DMT: Discrete Multitone*), la cual consiste en modular múltiples portadoras con modulación QAM, separadas entre sí cada 4,3125 KHz. Tanto el modem del lado del proveedor (*ATU-C: ADSL Transceiver Unit - Centralized*) como el del suscriptor (*ATU-Remote*), utilizan la misma técnica de modulación, pero se diferencian al disponer el ATU-C de más portadoras para ofrecer mayor anchos de banda [1] [3] [8] [9].

Las bandas de frecuencia utilizadas por los sistemas ADSL, ADSL 2, ADSL 2+ y VDSL, varían de acuerdo al ancho de banda usado (ver Figura E-4). El modo de operación de los equipos está relacionado con el uso de las bandas de frecuencias, debido a que estas se pueden utilizar solapando el espectro de frecuencias empleado para el sentido descendente y ascendente o no. El uso de este modo de operación depende del fabricante, para alcanzar mayores velocidades de transmisión en el canal descendente [8-11].

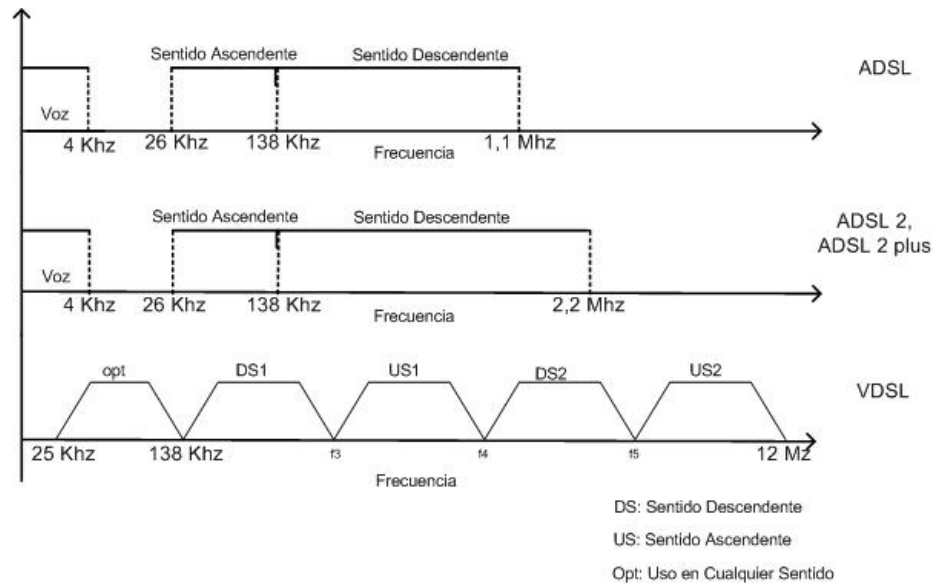


Figura E-4 Bandas de Frecuencia de las Tecnologías DSL [8-11].

- **Divisor o Splitter:** Es un dispositivo utilizado para separar la señal de datos de la señal de voz. El splitter divide la señal de baja frecuencia correspondiente a la línea telefónica y la de alta frecuencia que lleva los datos, tanto en las instalaciones del usuario como en la central telefónica [1] [5].
- **Modem DSL:** Consiste en un equipo transmisor/receptor ubicado en las instalaciones del cliente, que tiene interfaces para el par trenzado y para la red local donde se conectan los equipos finales del cliente, que por lo general son redes Ethernet. El modem DSL actúa como puente (*Bridge*) operando a nivel 2 o como enrutador (*router*) operando a nivel 3, de acuerdo a la arquitectura TCP/IP [1] [5].
- **Modem DSL del lado de la central:** Hace referencia al equipo transmisor/receptor ubicado en la central, normalmente se conoce como DSLAM. Es el encargado de enlazar las múltiples conexiones DSL utilizadas por cada usuario sobre una línea correspondiente a la red de alta velocidad metropolitana IP (ver Figura E-5). Los DSLAM para el soporte del video y audio provenientes del proveedor de servicio IPTV, están en la capacidad de soportar tráfico IP Unicast y Multicast, además de ser gestionables para garantizar niveles de QoS [1] [5].

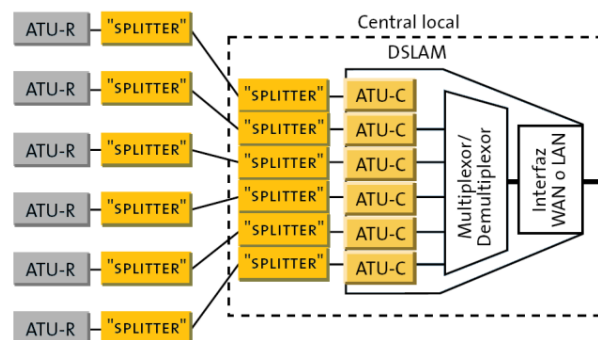


Figura E-5 Componentes del DSLAM [1] [5].

Las tecnologías DSL presentan un conjunto de características técnicas, que hacen posible la transmisión de video y audio provenientes de proveedor de servicio IPTV, descritas en la Tabla E-3 [8-11].

Tabla E-3 Parámetros Técnicos de las Tecnologías DSL [8-11].

	ADSL	ADSL 2	ADSL 2 +	VDSL	VDSL
Estándar	ITU G992.1	ITU G992.3	ITU G992.5	ITU G993.1	ITU G993.1
Máxima velocidad en sentido descendente	8 Mbps	12 Mbps	24 Mbps	52 Mbps	26 Mbps
Máxima velocidad en sentido ascendente	1 Mbps	1 Mbps	1 Mbps	6 Mbps	26 Mbps
Alcance	4 Km	3 Km	3 Km	0,9 Km	0,9 Km
Ancho de banda	1,1 Mhz	1,1 Mhz	2,2 Mhz	12 Mhz	12 Mhz
Simétrico/Asimétrico	Asimétrico	Asimétrico	Asimétrico	Asimétrico	Simétrico
BER	10^{-7}	10^{-7}	10^{-7}	10^{-7}	10^{-7}

Las diferentes velocidades que alcanzan las tecnologías DSL son mostradas en la Figura E-6.

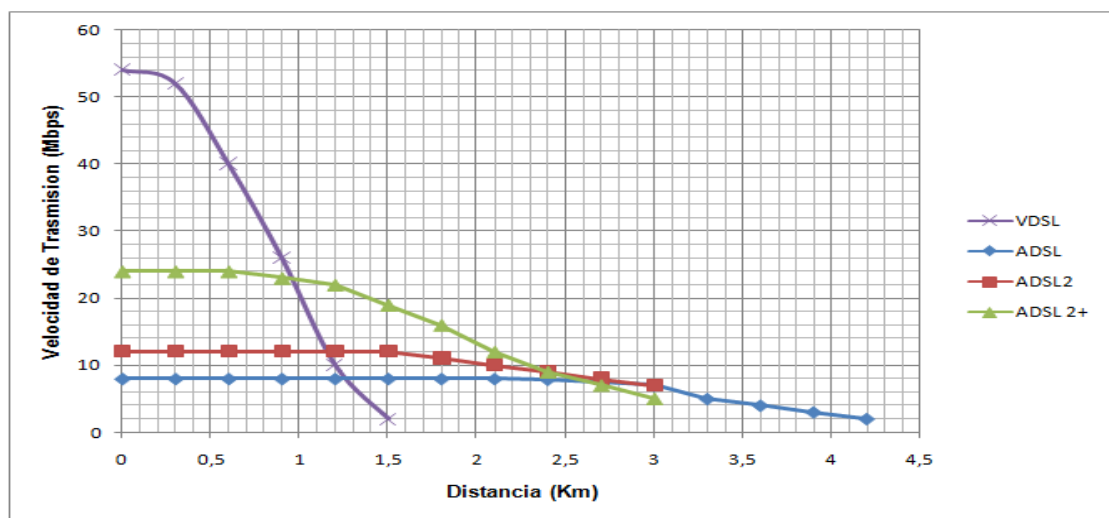


Figura E-6 Velocidades de las Tecnologías DSL [8-11].

5.4 Red de Acceso Inalámbrico.

En la actualidad existen un conjunto de tecnologías inalámbricas en la red de acceso, que se caracterizan por la forma en que viaja la onda electromagnética y su radiofrecuencia, capaces de transportar contenidos IP, dentro de un área de cobertura condicionada por la geografía del terreno en particular. Es por ello que las redes inalámbricas se clasifican de acuerdo con su radio de acción.

- **WWAN (Wireless WAN):** Son redes utilizadas para brindar grandes velocidades de transferencia, comparado con la capacidad de las telecomunicaciones móviles. Se caracterizan por cubrir grandes distancias ya sea operando como una conexión dedicada punto a punto (*core*) o como una conexión compartida por múltiples usuarios (acceso). Dentro de las tecnologías WWAN se encuentra la Interoperabilidad Mundial para Acceso por Microondas (*WIMAX: Worldwide Interoperability for Microwave Access*) [12].
- **WLAN (Wireless LAN):** Al igual que las redes WWAN, brindan grandes velocidades de transferencia, pero con un área de cobertura pequeña. Normalmente se emplean en lugares tales como red dentro del hogar, centros comerciales, aeropuertos, etc. Dentro de las tecnologías WLAN se destaca WIFI [12].

WIMAX es la tecnología de acceso inalámbrico capaz de soportar el reparto de contenidos IPTV, con más renombre en el mercado y se describe a continuación:

5.4.1 WIMAX.

La tecnología WIMAX, utilizada como red de acceso, es una tecnología inalámbrica banda ancha IP, conformada por un conjunto de servicios definidos en el estándar IEEE 802.16. En general está formada por varias estaciones base (*BS: Base Station*), que tienen asociada una antena o un arreglo de estas, ubicadas dentro de un área conocido como celda, elevadas y posicionadas estratégicamente para emitir señales a un grupo de estaciones suscriptoras (*SS: Subscriber Station*) que se encuentran en la instalaciones del cliente. Las BS se conectan con la red de alta velocidad (metropolitana IP), que transporta el tráfico IPTV [12-14].

Dentro de las principales características de WIMAX está que utiliza las topologías punto a punto o punto multipunto, de acuerdo con la arquitectura de red diseñada. Una conexión PTP normalmente funciona como red de alta velocidad de tráfico IP (*core*) y las PTM funcionan compartidas entre múltiples usuarios fijos o portables dentro de cualquier celda (a nivel de red de acceso) [12] [13].

Para el despliegue del servicio IPTV por parte de los operadores que escojan como solución de “última milla” la tecnología WIMAX, deben tener en cuenta los siguientes elementos, mostrados en la Figura E-7 y descritos a continuación [12] [13]:

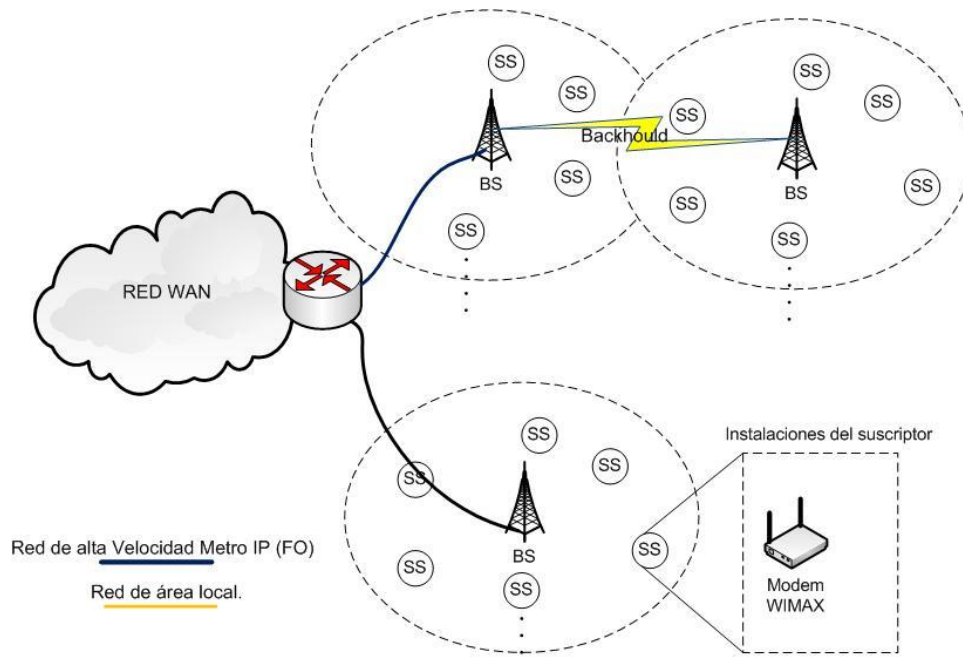


Figura E-7 Arquitectura WIMAX y Elementos que Intervienen [12] [13].

- **Estación Base WIMAX:** La estación base provee una conexión banda ancha en áreas metropolitanas. Está formada por equipos electrónicos protegidos bajo techo y una antena externa. Los equipos electrónicos proveen una interfaz para comunicarse con la red de alta velocidad metropolitana (*core*) y emitir las señales radiadas por la antena. Una estación base WIMAX, está en capacidad de cubrir hasta 50 Km de distancia en enlaces PTP y una distancia a nivel práctico de 1 Km operando en enlaces PTM. Del mismo modo que sucede en otros sistemas, la antena de la estación base puede ser omnidireccional o directiva, para cubrir una celda o sector de la celda y aumentar la



capacidad de la red. La tecnología aplicada a la estación base, se utiliza en equipos móviles o fijos [12] [13].

- *Equipo receptor WIMAX:* El equipo receptor está compuesto por una antena separada o integrada a una caja (al interior con una tarjeta WIMAX), que provee una interfaz entre la señal inalámbrica y la red local del usuario, hasta el CPE-IPTV. Normalmente la red local del usuario corresponde a una red Ethernet. El equipo receptor WIMAX, está en capacidad de ser fijo o móvil, de acuerdo con la tecnología utilizada [12] [13].
- *Equipos Backhaul:* Son los encargados de establecer comunicaciones entre estaciones base y de estas al proveedor de servicio, por medio de la red metropolitana. Las conexiones entre estaciones son punto a punto vía micro-ondas y en cuanto a la red metropolitana, se utiliza cualquier tecnología de red de alta velocidad. La integración de equipos “backhaul” a las BS, permite incrementar el número de celdas y por tanto el área de cobertura [12] [13].

Un aspecto clave de WIMAX es la disponibilidad del espectro de frecuencias para la provisión de servicios banda ancha. Varias bandas de frecuencias han sido asignadas a nivel internacional, en concordancia con el foro WIMAX, para el despliegue del servicio. Las bandas licenciadas corresponden a 2.5 Ghz, 3.5 Ghz y la no licenciada de 5 Ghz, las cuales han sido aceptadas por la mayoría de fabricantes en el mundo [12].

En cuanto a las características técnicas que se deben tener en cuenta de las tecnologías WIMAX como red de acceso para el servicio IPTV se muestran en la Tabla E-4 [12].

Tabla E-4 Parámetros Técnicos de la Tecnología de Acceso WIMAX [12].

	WIMAX-2004	WIMAX-2005
Estándar	IEEE 802.16g	IEEE 802.16e
Bandas de frecuencia	2 - 11 Ghz	2 - 11 Ghz para fijo 2 - 6 Ghz para móvil
Aplicación	Fijo sin línea de vista	Fijo y móvil sin línea de vista
Topología	Punto multipunto	Punto multipunto
Velocidad de transmisión en sentido descendente.	1 – 75 Mbps (teórico)	1 – 75 Mbps (teórico)
Ancho de banda del canal	1.25, 1.75, 3.5, 5, 7, 8.5, 10, 14 y 15 Mhz	1.75, 1.25, 3.5, 5, 7, 8.75, 10, 14 y 15 Mhz

En la práctica se obtienen los siguientes resultados para la velocidad de transmisión de acuerdo con la modulación y codificación empleada (ver Tabla E-5) [12].

Tabla E-5 Velocidades Reales de WIMAX de Acuerdo a la Modulación Empleada [12].

Modulación empleada.	Codificación	Velocidad de datos a 5 Mhz de ancho de banda. (Mbps).
BPSK	$\frac{1}{2}$	1,89
QPSK	$\frac{1}{2}$	3,95
QPSK	$\frac{3}{4}$	6
16 QAM	$\frac{1}{2}$	8,06
16 QAM	$\frac{3}{4}$	12,18
64 QAM	$\frac{2}{3}$	16,3
64 QAM	$\frac{3}{4}$	18,36

5.5 Distribución por Satélite

La participación de las redes satelitales en la oferta servicios IPTV, corresponde a la venta al por mayor de contenidos de televisión sobre el protocolo IP, los cuales son utilizados por los operadores regionales que deseen ofrecer IPTV a los usuarios del servicio. Este mecanismo es utilizado por algunos operadores del servicio IPTV con el objeto de disminuir la inversión de capital (CAPEX) en la adquisición de contenidos por separado, además de codificadores encargados de darle un formato al video y al audio para su posterior transmisión utilizando el protocolo IP [15].

La solución extremo a extremo ofrecida por los operadores de satélite para las empresas de telecomunicaciones regionales que presten los servicios de IPTV, consiste en adquirir los contenidos para operar como proveedor centralizado de IPTV y luego vender la grilla de canales (contenidos en tiempo real y para los servicios VoD) a las empresas de telecomunicaciones, que funcionan como operadores locales de IPTV (teniendo en cuenta la arquitectura general del servicio). La Figura E-8 muestra la solución ofrecida por los operadores satelitales a las empresas de telecomunicaciones regionales para IPTV [15].

Es de aclarar que la solución ofrecida por los operadores de la red satelital corresponde a contenidos en tiempo real, por tanto los servicios VoD son prestados desde el proveedor regional de servicio IPTV. También tener en cuenta, que la red de distribución utilizada desde el proveedor regional no hace parte de los operadores de satélite, por tanto red de transporte y de acceso es particular de cada empresa.

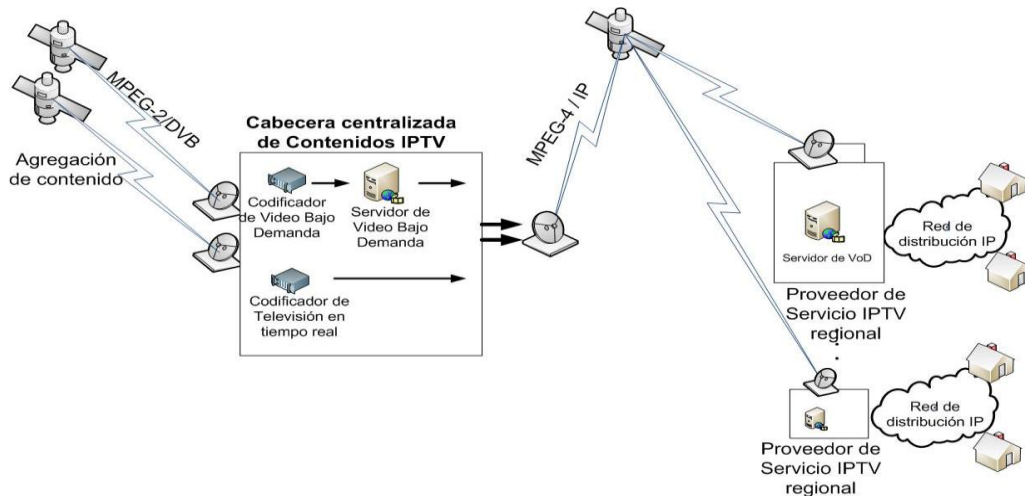


Figura E-8 Arquitectura del Sistema Satelital Para IPTV [15].



BIBLIOGRAFIA

- [1] José Antonio Adell H, et al. “*Las telecomunicaciones de nueva generación*”. Libro publicado por Telefónica.
http://www.telefonica.es/sociedaddeinformacion/html/publicaciones_nueva_gener.shtml
- [2] Michael Kunigonis. “*FTTH Explained: Delivering Efficient Customer Bandwidth and Enhanced Services*”. International Engineering Consortium IEC. Chicago, Estados Unidos. 2007. http://www.iec.org/online/tutorials/fiber_home/
- [3] Cisco. “*Cable Access Technologies*”. Manual de tecnologías de interworking, disponible en la página web Cisco. Capítulo 22.
<http://www.cisco.com/en/US/docs/internetworking/technology/handbook/Cable.pdf>
- [4] Recomendación J.112. “*Sistemas de transmisión para servicios interactivos de televisión por cable*”. Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT). Marzo de 1998.
- [5] Wes Simpson & Howard Greenfield. “*IPTV and Internet Video: New Markets in Television Broadcasting*”. Derechos de autor © 2007, Elsevier Inc. ISBN 13: 978-0-240-80954-0, ISBN 10: 0-240-80954-8.
- [6] Foro DSL. “*IPTV deployments more than double in a year as broadband continues to achieve strong growth*”. Derechos de autor: © Foro Línea de Abonado Digital (DSL: Digital Subscriber Line). Octubre de 2007.
http://www.broadband-forum.org/news/download/pressreleases/pr_bwfeurope100807.pdf
- [7] Foro DSL. “*Asymmetric Digital Subscriber Line Tutorial*”. Derechos de autor: © Foro Línea de Abonado Digital (DSL: Digital Subscriber Line). 2007.
www.dsforum.org/learnDSL/ppt/ADSL_Slideshow07.ppt
- [8] Recomendación G.992.1, ADSL. “*Transceptores de línea de abonado digital asimétrica*”. Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT). 2000.
- [9] Recomendación G.992.3, ADSL2. “*Transceptores de línea de Abonado Digital Asimétrica 2*”. Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT). 2005.
- [10] Recomendación G.992.5, ADSL 2+. “*Transceptores para línea de abonado digital asimétrica – Línea de abonado digital asimétrica 2 de anchura de banda ampliada (ADSL2+)*”. Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT). 2005.
- [11] Recomendación G.993.1, VDSL. “*Transceptores de línea de abonado digital de velocidad muy alta*”. Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT). 2004.
- [12] John Wiley. “*The Business of WiMAX*”. Libro publicado por John Wiley & Sons Ltd. ISBN: 13 978-0-470-02691-5. Reino Unido. 2006.
- [13] James She, et al. “*IPTV over WiMAX: key success factors, challenges, and solutions*”. Artículo IEEE. Revista de telecomunicaciones IEEE. Toronto, Ont., Canadá. Agosto de 2007.
- [14] Ioan Vlad Uilecan, Chi Zhou y Guillermo E. Atkin. “*Framework for Delivering IPTV Services over WiMAX Wireless Networks*”. Artículo IEEE. Conferencia internacional IEEE, de tecnologías Electro/Información. Chicago, IL. 2007.



[15] Documento Intelsat. "*IPTV the power to deliver*". Especificación de la solución de Intelsat para IPTV. Febrero de 2007.
http://www.intelsat.com/_files/services/media/IPTV-factsheet.pdf



ANEXO F

6. COSTOS DE LAS TECNOLOGÍAS DE ACCESO

Las diferentes tecnologías de acceso se diferencian entre sí, por los elementos utilizados en las diferentes soluciones de red para poder llegar al usuario. A continuación se presenta una lista de equipos, tecnología y precio (precios de lista) respectivo, los cuales servirán como base para estipular el costo aproximado de las diferentes redes de acceso:

6.1 Red de Acceso DSL.

Como solución de última milla para las diferentes tecnologías xDSL, en correspondencia con la el Capítulo 4 se describen los siguientes elementos (ver Tabla F-1):

Tabla F-6 Costos de los Equipos de la Red de Acceso DSL.

Equipo	Marca	Modelo	Tecnología soportada	Valor unitario en dólares Americanos
DSLAM	Versatek	Chasis VX-200HD	ADSL, ADSL 2 y ADSL2+	\$ 55.584
DSLAM	Versatek	VX-V2016	VDSL	\$ 895
Modem DSL	Versatek	VX-VEB160 1/CO	ADSL, ADSL 2+	\$ 79
Modem DSL	Versatek	VX-VEB150	VDSL	\$ 85
Divisor DSL	--	649A1 splits	xDSL	\$ 6.99
Cable trenzado (20 pares)	--	--	xDSL	\$ 1,47/metro

Los equipos citados en la Tabla F-1 se caracterizan por:

DSLAM VX-200HD:

- Chasis DSLAM de alta densidad, con ranuras para 16 tarjetas modelo: VX-2000-HD.
- Cada tarjeta tiene 48 puertos ADSL 2+, compatibles con ADSL y ADSL2.
- La capacidad total del chasis es de 768 puertos.

DSLAM VX-V2016:

- Equipo con 16 puertos VDSL.
- Unidad montable en un rack estándar de 19 pulgadas.

Cable trenzado:

- Compuesto por 20 pares de cable trenzado.
- Cable de 0.6 mm de diámetro.
- Cubierta de polivinilo (PVC).

6.2 Red de Acceso HFC.

Los fabricantes de tecnologías para proveer solución en la red de acceso, utilizando una distribución HFC y en correspondencia a la arquitectura mostrada en el capítulo 4, ellos ofrecen equipos integrados o en módulos para la cabecera del servicio de acuerdo con las necesidades del cliente. Debido a que las empresas de cable ofrecen servicios de televisión,



la migración hacia servicios de televisión IP debe ser gradual, para ello fabricantes como Cisco ofrecen equipos, los cuales se adquieren a medida que se aumente el número de clientes IPTV:

6.2.1 Solución para DOCSIS 3.

La Tabla F-2 muestra una lista de los equipos ofrecidos por Cisco para las redes de cable, con base en tecnologías DOCSIS 3.

Tabla F-7 Costos de los Equipos de la Tecnología DOCSOS 3.

Equipo	Marca	Modelo	Tecnología soportada	Valor unitario en dólares Americanos
Chasis CMTS	Cisco	UBR-10012	DOCSIS y EuroDOCSIS	\$ 20.000
Tarjeta de línea Giga-bit Ethernet	Cisco	ESR-HH-1GE	IEEE 802.3z	\$11.000
Tarjeta cisco PRE-2	Cisco	ESR-PRE2	--	\$ 23.121
Edge QAM	Scientific Atlanta	DVP-XDQA24	DOCSIS 3	\$ 19.000
Cable modem	Scientific Atlanta	DPC2505	DOCSIS 3	\$ 300

Los equipos citados en la Tabla F-2 se caracterizan por:
Chasis CMTS UBR-10012:

- Enrutador banda ancha universal (UBR), es un CMTS para los operadores de cable.
- Chasis diseñado modularmente para protección de la inversión, conocido dentro del mercado para soluciones M-CMTS (*Modular-CMTS*).
- Ranuras disponibles en el chasis corresponde a 8 tarjetas de línea + 4 interfaces WAN + 2 tarjetas de tiempo y control + 2 ranuras para tarjetas PRE, pantalla de información y ventilación interna.

Tarjeta de línea Giga-bit Ethernet:

- Aumenta la demanda de los operadores de cable al proveer una interfaz de 1Gbps en modo full-duplex.
- Tarjetas de línea, el cual se conecta en las ranuras 3 y 4 del chasis UBR-10012.
- Para su funcionamiento requiere de una tarjeta en la chasis UBR-10012, conocida como Cisco PRE-2

Tarjeta Cisco PRE-2:

- La tarjeta Cisco PRE-2 es la nueva generación para el proceso de rutas del chasis UBR-10012, que direccionan las nuevas necesidades de los servicios emergentes.
- Procesamiento a nivel 2 y nivel 3 de acuerdo con la arquitectura OSI.

Equipo EDGE QAM:

- Es un equipo que combina interfaces Giga-bit Ethernet, enrutamiento, multiplexación, modulación QAM y funciones de conversión del enlace ascendente.
- Utiliza tecnología DOCSIS 3, con varios canales combinados (*cannel bonding*) para el flujo descendente.



- Soporta hasta 24 canales de bajada QAM.
- Capacidad hasta de 960 Mbps con modulación 256-QAM (24 canales de 6 Mhz).

Cable modem:

- Cable modem para tecnologías DOCSIS 3.
- Utiliza combinación de 3 canales para recibir velocidades hasta de 100 Mbps.
- Compatible con DOCSIS 1.x y 2.0.

6.2.2 Solución para DOCSIS 2.

La Tabla F-3 muestra una lista de los equipos utilizados en una red de acceso basada en DOCSIS 2.0.

Tabla F-8 Costos de los Equipos de la Tecnología DOCSOS 2.

Equipo	Marca	Modelo	Tecnología soportada	Valor unitario en dólares Americanos
Chasis CMTS	Cisco	UBR-7246VXR	DOCSIS y EuroDOCSIS	\$ 17.000
Tarjeta lineal	Cisco	UBR-MC28x	DOCSIS 2	\$ 50.000
Combinador pasivo	Blonder Tongue Labs	OC-16	Combinador de RF	\$ 313
Cable modem	D-link	DMC202	DOCSIS 2	\$ 80

Los equipos citados en la tabla F-3 se caracterizan por:

Chasis CMTS UBR-7246:

- Enrutador banda ancha universal (UBR), es un CMTS para los operadores de cable.
- Soporta hasta 4 tarjetas de línea.

Tarjeta de línea UBR-MC28x:

- Basado en tecnología DOCSIS 2.0
- Está compuesto por 2 canales de bajada y 8 de entradas para el canal en sentido ascendente.
- Cada canal en sentido descendente provee hasta 30 Mbps de velocidad de transmisión.
- Cada canal tiene un ancho de banda de 6 Mhz.

Combinador pasivo:

- Equipo compuesto de por 16 canales de (6 Mhz).
- Combina las señales moduladas en una portadora.

Cable modem:

- Cable modem para tecnologías DOCSIS 2.
- Utiliza un canal para recibir velocidades hasta de 30 Mbps.
- Compatible con DOCSIS 1.x.

6.2.2.1 Solución para DOCSIS 1.x.



La Tabla F-4 muestra la lista de equipos utilizados por Cisco, implementando la tecnología DOCSIS 1.x.

Tabla F-9 Costos de los Equipos de la Tecnología DOCSOS 1.x.

Equipo	Marca	Modelo	Tecnología soportada	Valor unitario en dólares Americanos
Chasis CMTS	Cisco	UBR-7225VXR	DOCSIS y EuroDOCSIS	\$ 5.000
Tarjeta lineal	Cisco	UBR-E-28-U	DOCSIS 1.x	\$ 23.500
Combinador pasivo	Blonder Tongue Labs	OC-16	Combinador de RF	\$ 313
Cable modem	Cisco	UBR905	DOCSIS 1.x	\$ 213.5

Los equipos citados en la Tabla F-4 se caracterizan por:
Chasis CMTS UBR-7525:

- Enrutador banda ancha universal (UBR), es un CMTS para los operadores de cable.
- Soporta 2 tarjetas de línea.

Tarjeta Lineal UBR-E-28U:

- Basado en tecnología DOCSIS 1.0
- Está compuesto por 2 canales de bajada y 8 de entradas para el canal en sentido ascendente.
- Cada canal en sentido descendente provee hasta 30 Mbps de velocidad de transmisión.
- Cada canal tiene un ancho de banda de 6 Mhz.

Cable modem:

- Cable modem para tecnologías DOCSIS 1.x.
- Utiliza un canal para recibir velocidades hasta de 30 Mbps.

6.2.3 Equipos comunes.

Para las tres tecnologías son mostrados en la Tabla F-5.

Tabla F-10 Costos de los Equipos de la Red HFC.

Equipo	Marca	Modelo	Tecnología soportada	Valor unitario en dólares Americanos
Equipo Tx/Rx (E/O)	Blonder Tongue Labs	BTEA-CO-B19-216	CWDM	\$ 5.540
Equipo Rx/Tx outdoor (O/E)	Blonder Tongue Labs	BOFN-S4S-870-50	CWDM	\$ 2.435
Amplificador (coaxial)	Blonder Tongue Labs	LPA-860-36G	--	\$ 947
TAP outdoor	Blonder Tongue Labs	TLS-1000-3	--	\$ 43,5



Splitter	Drake	DGS-2	--	\$ 2.15
Fibra óptica (4 hilos)	--	--	SC-SC	\$ 210/10metros + \$ 2 después de eso
Cable coaxial	Belden	9116p	RG-6	\$ 460/304 metros

Los equipos citados en la Tabla F-5 se caracterizan por:

Equipo Transmisor/Receptor (eléctrica a óptica):

- Equipo conversor de RF a señal óptica.
- Longitud de onda utilizada es de 1550 nm para distribución de televisión por cable, FTTH y PON.
- Tiene dos puertos de distribución de fibra.
- Técnica de transmisión utilizada corresponde a DWDM (*Dense Wavelength Division Multiplex*) y CWDM (*Coarse Wavelength Division Multiplexing*).

Equipo Receptor/Trasmisor (óptica a eléctrica):

- Equipo conversor de señal óptica a RF.
- Longitud de onda utilizada es de 1550 nm.
- Tiene una interfaz de red óptica.
- Tiene cuatro puertos de salida RF.
- Es capaz de permitir comunicación bidireccional desde la red de cable.

Tap outdoor:

- Divisor de señal con soporte para ubicación externa.
- Divisor de una a tres líneas pasivo.

Splitter:

- Divisor de señal para las instalaciones del hogar.
- Divisor de una a dos líneas pasivo.

6.3 Red de Acceso WIMAX

A continuación en la Tabla F-6, se presenta una lista de los equipos mostrados a nivel global dentro arquitectura mostrada en el capítulo 4.

Tabla F-11 Costos de los Equipos de la Red de Acceso WIMAX.

Equipo	Marca	Modelo	Tecnología soportada	Valor unitario en dólares Americanos
Estación Base	Proxim	3500-B00-AM0	IEEE 802.16-2004	\$ 4.999
Antena Sector	MTI Wireless	MT-30106	Banda 3,5 Ghz	\$ 450
CPE WIMAX	Proxim	3500-S00-AM0	IEEE 802.16-2004	\$ 509,95
Antena (suscriptor)	Proxim	3437-A00-018	Banda 3,5 Ghz	\$ 114
Equipo backhaul	Proxim	301-27400-51A1H0	5.8GHz	\$ 11.249
Antena directica backhaul	Gabriel	A5.8-2Q	5.8GHz	\$ 259
Torre prefabricada	--	S100-40	--	\$1.539,9
Soporte 6 antenas sector	--	ACM-6	--	\$ 225



Licencia Wimax	La licencia corresponde a un precio otorgado para operar a nivel Nacional	\$ 1,8 millones de dólares / año
----------------	---	----------------------------------

Los equipos citados en la Tabla F-6 se caracterizan por:

Estación base WIMAX:

- Consiste en una estación base sectorizada, configurada para atender múltiples suscriptores en áreas metropolitanas.
- La banda de frecuencia utilizada es de 3,5 Ghz.
- Con un ancho de banda de 7 Mhz y una modulación 64-QAM, alcanza transmitir a velocidades de 25,4 Mbps.
- Con un ancho de banda de 3,5 Mhz y modulación 63-QAM, alcanza a transmitir a velocidades de 12,7 Mbps.
- Control de ancho de banda para la prestación de múltiples servicios.
- Estándar soportado IEEE 802.16-2004.

Antena sectorizada:

- Antena utilizada para sectores de 60° y polarización vertical.
- La banda de frecuencia utilizada es de 3,5 Ghz.

CPE WIMAX:

- Estación ubicada en las instalaciones del suscriptor.
- Banda de frecuencia utilizada es de 3,5 Ghz.
- Ancho de banda del canal es de 3,5 Mhz y 7 Mhz.

Antena suscriptor:

- Banda de frecuencia utilizada es de 3,5 Ghz.
- Antena con polarización vertical.

Equipo backhaul:

- Es un puente inalámbrico Ethernet, punto a punto y transmisión en modo full-duplex.
- Trabaja en la banda de frecuencia no licenciada 5.850 MHz.
- Rango de Frecuencia de trabajo de 5725-5850 MHz.
- Capacidad de transmisión de 216 Mbps.

Antena directiva para backhaul:

- Antena parabólica directiva con polarización vertical u horizontal.
- Frecuencia de trabajo de 5,75 a 5,85 GHz

6.4 Red de Acceso FTTx.

A continuación se presenta una lista (ver Tabla F-7) de los elementos globales involucrados dentro de una arquitectura FTTx, los cuales han sido mostrados en la arquitectura FTTx del capítulo 4. Hay que aclarar que los precios de las tecnologías EPON y GPON son similares de acuerdo a datos proporcionados por industrias del sector, razón por la cual los precios de los equipos GPON no han sido referenciados con las páginas de sus proveedores.



Tabla F-12 Costos de los Equipos de la Red de Acceso EPON y GPON.

Equipo	Marca	Modelo	Tecnología soportada	Valor unitario en dólares Americanos
OLT EPON	Haishuo Technology	HA7100	IEEE 802.3ah	\$ 2000 / por interfaz
ONT EPON	Haishuo Technology	HA7200	IEEE 802.3ah	\$ 300
	Haishuo Technology	HA7200G	IEEE 802.3ah	\$ 350
OLT GPON	--	--	ITU G.984	\$ 2.000
ONT GPON	--	--	ITU G.984	\$ 300
	--	--	ITU G.984	\$ 350
Splitter óptico (1:4)	Go4Fiber Ltd	1x4	--	\$ 91,5
Splitter óptico (1:8)	Go4Fiber Ltd	1x8	--	\$105,6
Splitter óptico (1:16)	Go4Fiber Ltd	1x16	--	\$ 237,1
Splitter óptico (1:32)	Go4Fiber Ltd	1x32	--	\$ 332,8
Splitter óptico (1:64)	Go4Fiber Ltd	1x64	--	\$ 625
Fibra óptica (4 hilos)	--	--	SC-SC	\$ 210/10metros + \$ 2/metro después de eso

Las características de los equipos descritos en la Tabla F-7 son:

OLT EPON:

- Es una tarjeta con tecnología Ethernet el cual transmite a velocidades simétricas de 1 Gbps sobre un enlace de fibra óptica.
- Hace parte de una arquitectura de red óptica pasiva.
- Longitudes de ondas utilizadas 1.310 nm para Rx y 1.490 nm para Tx.
- Número máximos de divisiones de fibra soportadas corresponde a 32, es decir, el número máximo hogares soportados por tarjeta OLT EPON en una arquitectura FTTH es de 32.
- Utilizado en cualquier arquitectura FTTx.

ONT HA7200:

- Equipo de usuario EPON.
- Está compuesto con una interfaces Ethernet de 100 Mbps para comunicación con el usuario.
- Longitudes de onda utilizada de 1310 nm para Tx y de 1490 nm para la RX.
- Utilizados en arquitecturas FTTH y FTTB.

ONT HA7200G:

- Equipo de usuario EPON.
- Está compuesto con interfaces Ethernet de 1000 Mbps para la comunicación con el usuario.
- Longitudes de onda utilizada de 1310 nm para Tx y de 1490 nm para la RX.
- Utilizados en cualquier arquitectura FTTx.



OLT GPON:

- Equipos con tecnología Ethernet el cual transmite a velocidades simétricas de 2,5 Gbps sobre un enlace de fibra óptica.
- Hace parte de una arquitectura de red óptica pasiva.
- Número máximo de divisiones de fibra soportadas corresponde a 128, es decir, el número máximo hogares soportados por tarjeta OLT GPON en una arquitectura FTTH es de 128.
- Utilizado en cualquier arquitectura FTTx.

ONT GPON:

- Equipo de usuario EPON.
- Está compuesto con interfaces Ethernet de 1000/100/10 Mbps para la comunicación con el usuario.
- Utilizados en cualquier arquitectura FTTx.

6.5 LISTA DE DIRECCIONES WEB DONDE FUERON CONSEGUIDOS LOS PRECIOS DE LAS TECNOLOGIAS DE ACCESO.

A continuación se agregan los enlaces URL clasificados por tecnología de acceso y nombre del equipo:

6.5.1 Tecnología de Acceso DSL.

DSLAM ADSL, ADSL2 y ADSL 2+

http://www.fuzing.com/vli/003076b97203/8-Port-ADSL2-Mini-DSLAM-VX_1000LD

DSLAM VDSL

<http://versatek.com/Spanish/products/dslam-vxv2016-sp.htm>

Modem ADSL-ADSL2+

<http://versatek.com/products/vx170wr.htm>

Divisor DSL

www.ebay.com

Cable trenzado

http://www.bka.co.uk/1308B_20pr.htm

Modem VDSL

<http://versatek.com/Spanish/products/vx150.htm>

6.5.2 Tecnología de Acceso HFC.

CMTS Chasis UBR 10012

http://www.netfast.com/xq/asp/dept./man_id.21/grp_id./grp_name./cat_id./cat_name./pro_id.2515183/qx/prod_details.htm

Tarjeta de línea ESR-HH-1GE



http://www.netfast.com/xq/asp/dept./man_id.21/grp_id./grp_name./cat_id./cat_name./pro_id.2516070/qx/prod_details.htm

<http://www.shopping.com/xPC-Cisco-ESR-HH-1GE->

Tarjeta Cisco PRE-2

http://www.memory4less.com/m4l_itemdetail.asp?rid=fd_13_Cisco&itemId=27125222&gclid=COB0o57ejZUCFQNjgQodkC53gw

Equipo DOCSIS 3 modelo xDQA24 Edge QAM

http://www.tech-ex.com/exhibition/ccbn2007/digital_hd/00381571.html

CMTS Cisco UBR7225 VXR

<http://www.muk.com.ua/cisco/-0049.php>

Line card UBR-E-28U

<http://www.muk.com.ua/cisco/-0049.php>

Combinador pasivo 16 canales

<http://www.nsc.com.com/oc-16passivecombiner.aspx>

CMTS Cisco UBR 7246 VXR

<http://www.muk.com.ua/cisco/-0049.php>

Tarjeta de linea UBR MC28U DOCSIS 2

<http://www.muk.com.ua/cisco/-0049.php>

Cable modem DOCSIS 1.x

http://cgi.ebay.co.uk/UBR905_W0QQitemZ360080534207QQcmdZViewItem

Cable modem DOCSIS 2

<http://www.shopping.com/xPC-D-Link-DOCSIS2-0-CABLE-MODEM-USB-ENET>

Cable modem Linsys modelo WCM300 DOCSIS 3

<http://www.softwareforless.com/findspecs.asp?partid=498311>

Cable modem Cisco DPC2505 DOCSIS 3

<http://forum.cabletv.com/rogers-shaw-videotron-cogeco/5596-vid-otron-bonds-some-customers.html>

Taps bidireccional, Outdoor/line passive

<http://www.nsc.com.com/index.asp?PageAction=VIEWPROD&ProdID=705>

http://www.solidsignal.com/prod_display.asp?PROD=SS3856&xzoom=Large#xview

Amplificador bidireccional

<http://www.nsc.com.com/index.asp?PageAction=VIEWPROD&ProdID=423>

<http://www.prosecuritys.com/lpa86036g.html>

http://www.basshome.com/blonder-tongue_lpa86036g_105806_prd1.htm

Splitter 1 a 2 divisiones

<http://www.nsc.com.com/dgs-2digitalreadysplitter2way.aspx>

Cable coaxial 300 metros

Jorge Luis Padilla Cavadia
Oscar Iván Silgado Verbel



<http://www.nscocom.com/index.asp?PageAction=VIEWPROD&ProdID=818>

http://www.solidsignal.com/prod_display.asp?PROD=9116P

Equipo Transmisor/receptor en la central de cable

<http://www.nscocom.com/index.asp?PageAction=VIEWPROD&ProdID=1421>

Equipo Tx/Rx en la cabecera de cable

<http://www.nscocom.com/btea-co-bxx-n16erbiumdopedfiberamplifier.aspx>

Equipo Tx/Rx outdoor

<http://www.nscocom.com/index.asp?PageAction=VIEWPROD&ProdID=254>

http://www.solidsignal.com/prod_display_print.asp?PROD=SS7554

Cable de Fibra Óptica

http://www.bka.co.uk/readyterm_sc.htm

6.5.3 Equipos WIMAX.

Antena Wimax de la estación base

http://www.moonblinkwifi.com/pd_15_dbi_35.cfm

Equipo estación base

<http://www.wimax.com/commentary/blog/blog-2008/tranzeo-enters-wimax-base-station-market>

http://www.moonblinkwifi.com/pd_tsunami_mp16.cfm

CPE Wimax

http://shopping.trustedreviews.com/US/product/17933878/Proxim_Tsunami_MP16_3500_Subscriber_Station_USCAN_PSU/

Antena estación suscriptora

http://www.moonblinkwifi.com/pd_tsunami_mp16_3437.cfm

Equipo bachault

http://www.moonblinkwifi.com/pd_ar60x_bridgwave_60_ghz_125gbps_full_duplex_extended_range.cfm

Torre prefabricada

<http://www.rflinx.com/products/transmission-towers/>

Soporte 6 antenas sector

<http://www.rflinx.com/products/transmission-towers/>

Licencia WIMAX

http://www.contraloriagen.gov.co:8081/internet/cartelera/Archivos/1995/info_noticia.jsp?id=1995

<http://www.gobiernoelectronico.org/node/436>

2.1 EQUIPOS DE LAS TECNOLOGIAS PON

FTTx

Jorge Luis Padilla Cavadia
Oscar Iván Silgado Verbel



EPON OLT

<http://www.made-in-china.com/showroom/zoey-media-converter/product-detailieMEtavKHpcW/China-EPON-Equipments.html>

EPON ONT para FTTH

<http://www.made-in-china.com/showroom/zoey-media-converter/product-detailOebngovJArWB/China-EPON-ONU.html>

EPON ONT para FTTN

<http://www.made-in-china.com/showroom/zoey-media-converter/product-detailOebngovJArWB/China-EPON-ONU.html>

Splitter óptico 1x4, 1x8, 1x16, 1x32 y 1x64

http://www.go4fiber.com/products_showcase.aspx?category_id=677&category_lv=1&main_id=9

Páginas de documentos que afirman que los precios de las tecnologías EPON y GPON son similares.

http://www.cenic.org/events/archives/1gob/032004/preson_bb.pdf

<http://www.broadlight.com/docs/pdfs/wp-gpon-vs-bpon-cost-comparison.pdf>

ANEXO G

7. SÍNTESIS DEL CÁLCULO DE LAS TECNOLOGÍAS DE ACCESO PARA PRESTARLE SERVICIO A 10.000 USUARIOS

Tabla G-1 Costos de las Tecnologías de Acceso Corresponden a una Distancia de 1 km y Precios en Dólares Americanos

LOS SIGUIENTES COSTOS DE TECNOLOGÍAS DE ACCESO CORRESPONDEN A UNA DISTANCIA DE 1 Km Y PRECIOS EN DÓLARES AMERICANOS													
Velocidad en Mbps	2,1	2,7	2,82	3,82	5,4	7,46	11,2	16,5	28,3	35,8			
ADSL	2.287.392	2.287.392	2.287.392	2.287.392	2.287.392	N.A	N.A	N.A	N.A	N.A			
ADSL 2+	2.287.392	2.287.392	2.287.392	2.287.392	2.287.392	2.287.392	2.287.392	2.287.392	N.A	N.A			
VDSL	2.284.155	2.284.155	2.284.155	2.284.155	2.284.155	2.284.155	2.284.155	2.284.155	2.284.155	N.A			
DOCSIS 1.x	11.668.883	12.509.391	14.846.437	19.077.379	26.278.121	34.956.997	51.683.695	73.067.415	127.055.884	N.A			
DOCSIS 2.0	8.863.695	11.243.636	11.476.919	15.281.135	20.985.893	28.832.088	42.143.799	62.112.062	104.425.830	N.A			
DOCSIS 3.0	4.427.959	4.755.285	4.870.875	5.327.070	6.411.400	7.616.640	9.704.317	12.677.699	19.928.316	24.435.738			
WIMAX	11.029.287	12.407.643	12.648.855	15.095.437	18.575.786	23.468.950	32.772.853	44.557.796	75.151.300	92.386.750			
EPON-FTTH	15.021.187	15.021.187	15.021.187	15.021.187	15.021.187	15.021.187	15.021.187	15.021.187	15.021.187	15.210.632			
GPON-FTTH	14.001.120	14.001.120	14.001.120	14.001.120	14.001.120	14.001.120	14.001.120	14.001.120	14.425.175	14.496.375			

Tabla G-2 Costos de Tecnologías de Acceso por Usuario a una Distancia de 1 km y Precios en Dólares Americanos

COSTOS DE TECNOLOGÍAS DE ACCESO POR USUARIO A UNA DISTANCIA DE 1 Km Y PRECIOS EN DÓLARES AMERICANOS													
Velocidad en Mbps	2,1	2,7	2,82	3,82	5,4	7,46	11,2	16,5	28,3	35,8			
ADSL	229	229	229	229	229	N.A	N.A	N.A	N.A	N.A			
ADSL 2+	229	229	229	229	229	229	229	229	N.A	N.A			
VDSL	228	228	228	228	228	228	228	228	228	N.A			
DOCSIS 1.x	1.167	1.251	1.485	1.908	2.628	3.496	5.168	7.307	12.706	N.A			
DOCSIS 2.0	886	1.124	1.148	1.528	2.099	2.883	4.214	6.211	10.443	N.A			
DOCSIS 3.0	443	476	487	533	641	762	970	1.268	1.993	2.444			
WIMAX	1.103	1.241	1.265	1.510	1.858	2.347	3.277	4.456	7.515	9.239			
EPON-FTTH	1.502	1.502	1.502	1.502	1.502	1.502	1.502	1.502	1.502	1.521			
GPON-FTTH	1.400	1.400	1.400	1.400	1.400	1.400	1.400	1.400	1.443	1.450			



Tabla G-3 Costos de Tecnologías de Acceso Corresponden a una Distancia de 3 km

LOS SIGUIENTES COSTOS DE TECNOLOGÍAS DE ACCESO CORRESPONDEN A UNA DISTANCIA DE 3 Km													
Velocidad en Mbps	2,1	2,7	2,82	3,82	5,4	7,46	11,2	16,5	28,3	35,8			
ADSL	3.753.392	3.753.392	3.753.392	3.753.392	3.753.392	N.A	N.A	N.A	N.A	N.A			
ADSL 2+	3.753.392	3.753.392	3.753.392	3.753.392	N.A	N.A	N.A	N.A	N.A	N.A			
VDSL	N.A	N.A	N.A	N.A	N.A	N.A	N.A	N.A	N.A	N.A			
DOC-SIS 1.x	12.003.733	13.029.966	15.375.962	19.786.404	27.292.296	36.339.147	53.774.970	76.065.065	132.342.159,0	N.A			
DOC-SIS 2.0	9.159.870	11.694.620	11.871.819	15.819.636	21.739.793	29.882.163	43.696.474	64.418.637	108.329.955,0	N.A			
DOC-SIS 3.0	4.625.409	5.006.585	5.140.125	5.686.070	6.931.950	8.334.640	10.763.367	14.239.349	22.656.716	27.900.088			
WIMAX	11.594.187	13.133.943	13.402.065	16.144.537	20.028.368	25.513.350	35.920.153	49.103.896	83.328.900	102.635.650			
EPON-FTTH	34.666.500	34.666.500	34.666.500	34.666.500	34.666.500	34.666.500	34.666.500	34.666.500	34.666.500,0	34.869.200			
GPON-FTTH	33.813.975	33.813.975	33.813.975	33.813.975	33.813.975	33.813.975	33.813.975	33.813.975	33.663.375	33.832.125			
EPON-FTTN/VDSL	3.887.086	3.946.814	3.915.086	3.871.720	3.961.584	4.600.678	6.343.329	7.761.560	9.189.968	13.414.246			

Tabla G-4 Costos de Tecnologías de Acceso por Usuario a una Distancia de 3 km y Precios en Dólares Americanos

COSTOS DE TECNOLOGÍAS DE ACCESO POR USUARIO A UNA DISTANCIA DE 3 Km Y PRECIOS EN DOLARES AMERICANOS													
Velocidad en Mbps	2,1	2,7	2,82	3,82	5,4	7,46	11,2	16,5	28,3	35,8			
ADSL	375	375	375	375	375	N.A	N.A	N.A	N.A	N.A			
ADSL 2+	375	375	375	375	N.A	N.A	N.A	N.A	N.A	N.A			
VDSL	N.A	N.A	N.A	N.A	N.A	N.A	N.A	N.A	N.A	N.A			
DOC-SIS 1.x	1.200	1.303	1.538	1.979	2.729	3.634	5.377	7.607	13.234	N.A			
DOC-SIS 2.0	916	1.169	1.187	1.582	2.174	2.988	4.370	6.442	10.833	N.A			
DOC-SIS 3.0	463	501	514	569	693	833	1.076	1.424	2.266	2.790			
WIMAX	1.159	1.313	1.340	1.614	2.003	2.551	3.592	4.910	8.333	10.264			
EPON-FTTH	3.467	3.467	3.467	3.467	3.467	3.467	3.467	3.467	3.467	3.487			
GPON-FTTH	3.381	3.381	3.381	3.381	3.381	3.381	3.381	3.381	3.366	3.383			
EPON-FTTN/VDSL	389	395	392	387	396	460	634	776	919	1.341			

ANEXO H

8. IMÁGENES DEL FUNCIONAMIENTO DEL SERVICIO IPTV EN LAS INSTALACIONES DEL OPERADOR UNE – EPM TELECOMUNICACIONES

Imágenes tomadas del servicio IPTV en funcionamiento en el escenario de pruebas del operador UNE – EPM Telecomunicaciones.



Figura H-1 Vista de la Guía de Canales Del Menú Principal de la EPG.



Figura H-2 Vista del Menú Principal de la EPG.



Figura H-3 Imagen del Proceso de Compra de un Contenido de VoD (ingreso de código de autorización).



Figura H-4 Imagen del Proceso de Compra de un Contenido de VoD una Vez Aceptado el Código de Autorización.



Figura H-5 Contenido de VoD en Ejecución.



Figura H-6 Vista de Exploración de la EPG.



Figura H-7 Muestra de la Forma en que se Presenta la Información de Cada Canal.



Figura H-8 Menú de Configuración del “Control de Padres” en la EPG.

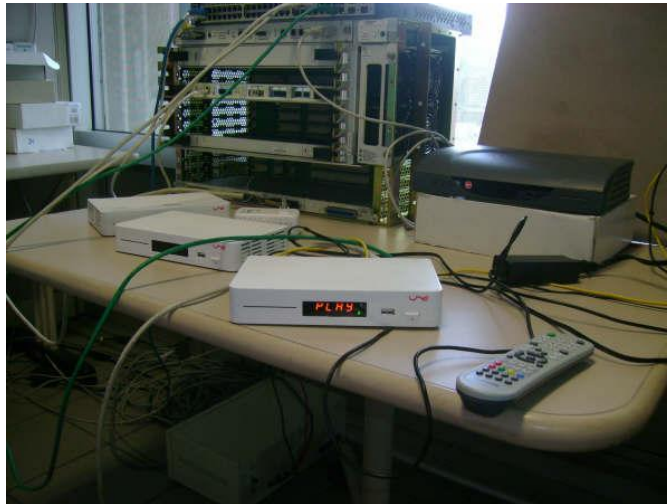


Figura H-9 Sección del Escenario de Pruebas del Servicio IPTV Donde se Mostró su Funcionamiento.

En la imagen se muestran algunos de los CPE IPTV utilizados y el IP DSLAM.