



Secretaría de Estado de Telecomunicaciones
y para la Sociedad de la Información



Foro de la TV de Alta Definición

**ASPECTOS RELEVANTES DEL DESPLIEGUE DE
SERVICIOS DE TV EN ALTA DEFINICIÓN EN
SISTEMAS DE RADIODIFUSIÓN MEDIANTE
TECNOLOGÍAS IP**

Versión 1.0

Elaborado por

**Subgrupo de Subgrupo de Radiodifusión mediante tecnologías IP
(xDSL)**

**Grupo Técnico del Foro de la Televisión
de Alta Definición en España**

Coordinado por
TELEFÓNICA

Abril de 2008

Índice

1 INTRODUCCIÓN	3
1.1 OBJETIVOS	3
1.2 ARQUITECTURA GENÉRICA DE PLATAFORMAS IPTV	3
1.2.1 Plataforma de Servicios	5
1.2.2 Proveedor de contenidos de TV.....	5
1.2.3 Proveedor de Contenidos bajo Demanda.....	5
1.2.4 Red IP Gestionada	5
1.2.5 Red de Acceso.....	5
1.3 DEFINICIÓN DE SERVICIOS	5
1.3.1 Servicio de datos.....	5
1.3.2 Servicio de TV (también conocido como streaming o live TV)	6
1.3.3 Servicio de CbD.....	6
1.3.4 Servicio de Videoconferencia.....	6
2 T1 - INTEGRACIÓN DE COMPONENTES DENTRO DE LAS PLATAFORMAS. RECOMENDACIÓN DE ESTÁNDARES	8
2.1 PROVISIÓN DE CONTENIDOS	8
2.1.1 Cabecera de TV.....	8
2.1.1.1 Codificación y Compresión.....	8
2.1.1.2 Multiplexación	9
2.1.1.3 Remultiplexación	9
2.1.2 Cabecera de VbD.....	10
2.2 RED DE TRANSPORTE IP	10
2.2.1 Redes gestionadas.....	10
2.2.1.1 Red de Transporte de Datos	11
2.2.1.2 Red de Transporte de TV.....	11
2.2.1.3 Red de Transporte de VbD.....	12
2.2.2 Redes no Gestionadas (Internet)	12
2.3 RED DE ACCESO	13
2.3.1 Passive Optical Networks (xPONs).....	14
2.3.2 Red de acceso VDSL.....	16
2.4 PLATAFORMA DE SERVICIOS.....	18
2.4.1 IPTV.....	18
2.4.2 Internet TV	19
3 T2 - REVISIÓN DE LAS ESPECIFICACIONES ACTUALES EN CUANTO A INSTALACIONES DE RECEPCIÓN.....	20
3.1 EQUIPAMIENTO DE USUARIO	20
3.2 EQUIPAMIENTO DE MEDIDA	21
3.3 REGLAMENTO DE LAS ICT's	25
4 T3 - IMPACTO ECONÓMICO DE LA MIGRACIÓN A LA ALTA DEFINICIÓN.....	26
4.1 ACTUALIZACIÓN DE EQUIPAMIENTO	26
4.2 COSTES DE CONTRIBUCIÓN.....	27
4.3 COSTES EN LA DISTRIBUCIÓN	28
4.3.1 Servicio de TV (también conocido como streaming o live TV)	28
4.3.1.1 Costes de adecuación de la red de transporte	28
4.3.1.2 Costes de adecuación en red de acceso	29
4.3.2 Servicios del tipo Contenidos bajo Demanda	30
4.3.2.1 Costes de adecuación de la red de transporte	30
4.3.2.2 Costes de adecuación en red de acceso	30
5 CONCLUSIONES	33
ANEXO 1: GLOSARIO	34

1 Introducción

1.1 Objetivos

El presente documento redactado para el Foro de la Televisión de Alta Definición, pretende reunir el estado del arte de la Televisión de Alta Definición (TVAD) en los aspectos relevantes para el despliegue de servicios de TV en Alta Definición sobre sistemas de difusión mediante tecnologías IP, en aquellas tareas asignadas a los Subgrupos de Trabajo:

- ? T1 - Integración de componentes dentro de las plataformas. Recomendación de estándares
- ? T2 - Revisión de las especificaciones actuales en cuanto a instalaciones de recepción
- ? T3 - Impacto económico de la migración a la Alta Definición

1.2 Arquitectura genérica de Plataformas IPTV

Con el fin de facilitar la comprensión de las implicaciones del despliegue se servicios de TV en Alta Definición sobre tecnologías IP, se va a describir brevemente como es una arquitectura genérica de Plataformas de Servicios IPTV, con el fin de poder identificar posteriormente en cada apartado qué elementos de la cadena están afectados por la introducción de servicios de TVAD sobre los servicios ya existentes.

Las Plataformas de Servicios IPTV tienen ciertas ventajas sobre otro tipo de Plataformas para proporcionar distintos tipos de servicios en Alta Definición. De hecho, este tipo de Plataformas se ven favorecidas al aprovechar la rápida evolución de las tecnologías IP, así como su convergencia con servicios de voz, datos, TV y terminales móviles (lo que se denomina como "Cuádruple Play"). Organizaciones de estandarización como 3GPP, TISPAN, OMA, Open IPTV Forum, etc ya trabajan en este sentido.

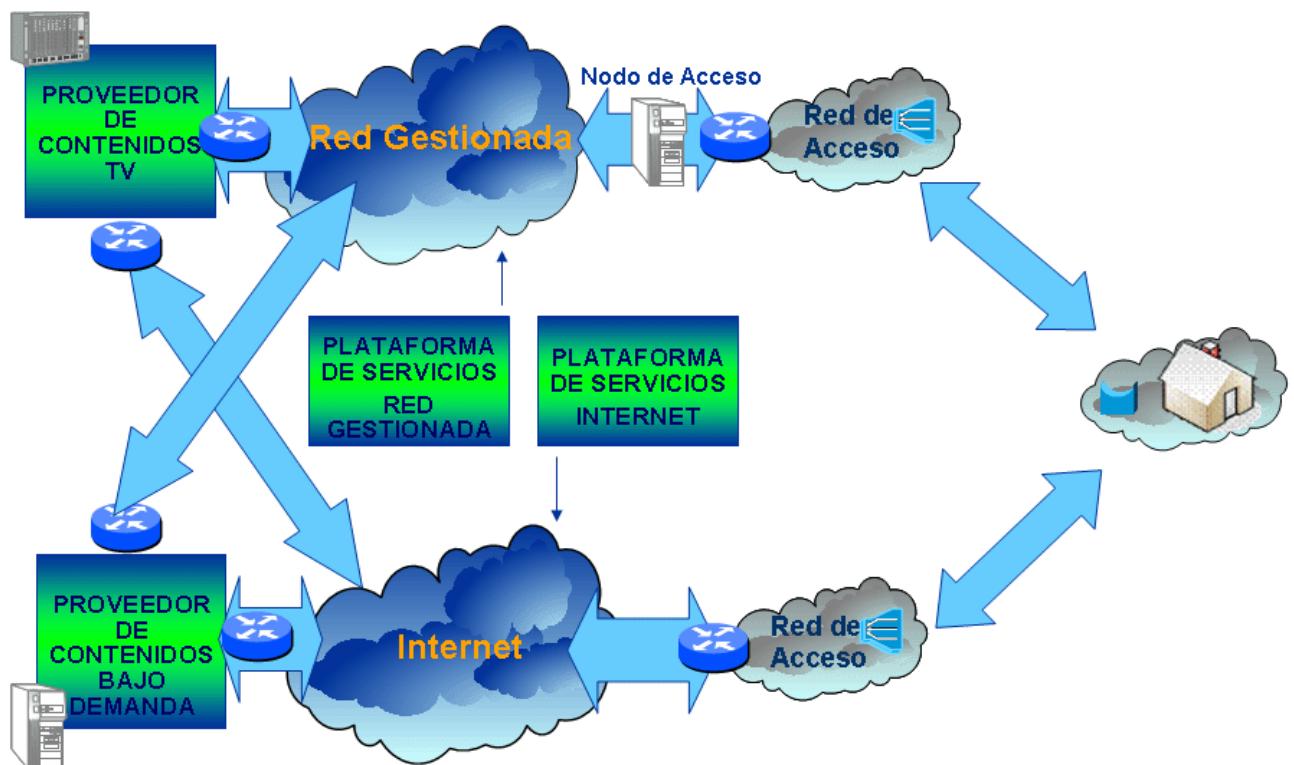


Figura 1.2-1: Arquitectura genérica de Plataformas IPTV

Actualmente el concepto de la televisión por IP (IPTV en sus siglas inglesas) corresponde a un sistema de televisión en un entorno controlado, en el cual un proveedor de servicios gestiona la red de transmisión y de acceso, así como también de los contenidos a ofrecer. Esto es lo que hemos denominado redes IP gestionadas. Por otro lado la televisión por Internet (Internet TV) corresponde a un sistema de televisión transmitido por Internet y recibido por los usuarios a través de esta red no gestionada. Tanto IPTV como la televisión por Internet emplean IP (Internet Protocol) como protocolo de transmisión de paquetes. Sin embargo, estos dos conceptos de televisión están referidos a modelos de negocios y de explotación diferentes, aunque a nivel de tecnología y servicios ofrecidos presentan similitudes. La adaptación de las arquitecturas de los servicios existentes (IPTV) a la AD implica la incorporación y actualización de elementos en las mismas.

Ambos tipos de redes utilizan una red de acceso muy parecida en el tramo final para proporcionar conectividad IP al usuario final.

Al igual que en las diferentes tecnologías de Radiodifusión, uno de los aspectos más relevantes que hay que mencionar en la introducción de servicios de AD es el mayor ancho de banda requerido en el acceso. El acceso es una de las diferencias claves en las Plataformas de Servicios IPTV, ya que el medio de transmisión en lo que se denomina la “última milla”, está completamente dedicado al usuario, a diferencia de otros medios de radiodifusión, donde el ancho de banda en el acceso está compartido por todos o un conjunto significativo de usuarios.

La limitación actual del Ancho de Banda en el bucle de Abonado se verá favorecida a corto plazo con la evolución de las redes de acceso hacia otras tecnologías emergentes, como VDSL2 y/o FTTx.

Las redes IP no gestionadas actuales presentan serias limitaciones para proporcionar servicios de vídeo en AD, requiriendo una reingeniería ya que normalmente no están diseñadas para proporcionar la calidad de servicio (QoS) requerida por los servicios de TV y vídeo en Alta Definición, ni para soportar multicast, tecnología básica en los servicios de distribución de TV, ya que cada flujo transita una sola vez por cada punto, y se replica donde es necesario, lo que proporciona escalabilidad prácticamente ilimitada. Otro elemento característico de estos servicios es que están dirigidos al PC y no a la TV, por lo que el segmento de mercado al que van dirigido actualmente no es el mercado masivo de la TV. Actualmente empiezan a aparecer dispositivos que permiten conectar la salida de vídeo del PC al TV, pero la calidad percibida por el usuario, sobre todo en pantallas grandes del tipo “Full HD” es muy deficiente.

Aunque no es una diferencia por la incorporación de servicios de AD, es conveniente mencionar en esta introducción que una tecnología clave en las redes gestionadas que proporcionan servicios de IPTV en la actualidad es el DSLAM IP, capaz no solo de implementar la capa física de transmisión sobre el bucle de abonado (Tecnologías xDSL en la actualidad), sino también de terminar la señalización del protocolo IP multicast (IGMP), y replicar los canales de TV al usuario que los ha solicitado. Esta tecnología se utiliza en redes gestionadas.

Indicar igualmente que una de las ventajas de este tipo de redes es que permite situar un control de acceso en la red, incorporando filtros en el DSLAM en función del perfil contratado por el usuario, que impide el envío físico de los canales a los usuarios que no los han contratado, frente a las soluciones basadas solo en encriptación que se utilizan en cable y satélite, más vulnerables a la piratería.

En cuanto a los servicios de Contenidos bajo Demanda en Alta Definición, es aconsejable localizar nodos de acceso con Servidores de Vídeo distribuidos, por razones de dimensionado y escalabilidad de las redes, aunque podrían desplegarse redes mixtas, en función de la demanda de los contenidos.

A continuación se explican algunos de los conceptos básicos de la arquitectura:

1.2.1 Plataforma de Servicios

La Plataforma de Servicios contiene los Servidores de Aplicaciones, Servidores de Bases de datos, de contenidos, clientes, datos de uso, sistemas de gestión, contratación, tarificación, etc.

1.2.2 Proveedor de contenidos de TV

Contiene la arquitectura formada por los elementos de la cabecera de TV, donde las señales de TV son tratadas para su inyección en la red de transporte de TV, que puede ser una red dedicada en el caso de redes gestionadas.

1.2.3 Proveedor de Contenidos bajo Demanda

Contiene la arquitectura formada por los codificadores y las herramientas que permiten gestionar los contenidos bajo demanda. Para la provisión de CbD se pueden diseñar arquitecturas centralizadas o distribuidas. Se considera que en ambos casos, este elemento incorpora los servidores de contenidos, así como los elementos que gestionan la carga de contenidos en los diferentes servidores de vídeo. Esta distribución está basada igualmente en técnicas multicast, en el caso de redes gestionadas.

1.2.4 Red IP Gestionada

Red bidireccional que proporciona conectividad IP entre la Plataforma de Servicios y las redes de acceso. En los servicios IPTV se pueden distinguir tres tipos de flujos cuyas características, en cuanto a los parámetros de ancho de banda, calidad de servicio, retardo, latencia, robustez ante errores de transmisión, etc. son muy diferentes: Flujos de vídeo en tiempo real, como por ejemplo los canales de TV y eventos PPV; Flujos de vídeo en descarga que no requieren tiempo real, como por ejemplo la distribución de CbD hacia los servidores de vídeo en una arquitectura distribuida; y Flujos de datos, que pueden ser tanto para el acceso a Internet, como para realizar el transporte de los datos que manejan las Aplicaciones Interactivas, flujos de gestión, operación y mantenimiento, etc.

1.2.5 Red de Acceso

La red de acceso está formada actualmente por una serie de conmutadores IP en una agrupación lógica del tipo MAN (Metropolitan Area Network), y los DSLAMs que terminan la capa física xDSL del bucle de abonado.

1.3 Definición de servicios

Para desarrollar las implicaciones del despliegue de servicios de Alta Definición sobre Plataformas IPTV, es conveniente definir previamente los tipos de servicio que se pueden soportar sobre estas Plataformas, ya que afectarán de forma diferente a los distintos elementos de la cadena de provisión de servicio.

A continuación se presentan cuatro tipos de servicios ofrecidos por ambos tipos de redes mencionadas, gestionadas y no gestionadas: Servicios de Datos, Servicios de TV, Servicios de CbD y Videoconferencia.

1.3.1 Servicio de datos

Los servicios de datos ofrecidos por los sistemas IPTV y de Televisión por Internet corresponden básicamente a servicios de tipo informativos (teletexto, publicidad, programación, etc.), servicios de señalización, que permiten la personalización de cada usuario para utilizar por ejemplo el servicio de Video bajo Demanda, así como la gestión, operación y mantenimiento del servicio, el flujo de datos que utilizan las Aplicaciones Interactivas y el acceso a Internet.

Este servicio no requiere de más especificaciones estrictas en término de retardo y pérdidas de paquetes ni de ancho de banda, por lo que las redes actuales sean gestionadas o no gestionadas son capaces de suministrarlos. En el caso de la alta definición, este tipo de servicio no se vería afectado.

1.3.2 Servicio de TV (también conocido como streaming o live TV)

Los servicios de televisión se pueden dividir en dos categorías en función principalmente del modelo de negocio: Servicios de suscripción y servicios de PPV (Pay per View). Ambos están enfocados a la difusión de contenidos en vivo, es decir en tiempo real.

Los servicios de suscripción corresponden a la difusión de contenidos audiovisuales comunes para todos los usuarios del sistema, en un esquema similar a los clásicos canales de televisión. Suele haber distintos paquetes de canales con precios de suscripción distintos. En un esquema de IPTV sobre redes gestionadas, la transmisión de estos canales se realiza a través de canales multicast. Por el contrario, en televisión por Internet, el multicast no está desplegado a nivel de red por lo que las actuales soluciones emplean mecanismos de multicast a nivel de aplicación (ALM, Application Layer Multicast). El uso de mecanismos multicast en general permite optimizar el consumo de recursos de red, dado que los contenidos audiovisuales son enviados empleando menor cantidad de flujos.

Los servicios PPV permiten ofrecer contenidos audiovisuales bajo pago. Usualmente se refieren al consumo de un canal determinado o un evento en vivo. En IPTV, los servicios PPV de consumo de películas (tradicionales en plataformas inherentemente broadcast como el Satélite, TDT y, en menor medida, el Cable) pierden atractivo con el despliegue de servicios de Contenidos bajo Demanda.

En el caso de pasar a Alta Definición, la calidad del contenido aumenta y por lo tanto el ancho de banda necesario para la transmisión también.

1.3.3 Servicio de CbD

Los servicios de Contenidos bajo Demanda (conocidos también como Video on Demand, en sus siglas inglesas), consisten en que un usuario puede escoger y reproducir en cualquier momento un contenido audiovisual dentro de un catálogo de contenidos o base de datos. El contenido es enviado desde los servidores del proveedor de servicio (o desde cualquier proveedor como en televisión por Internet) y el usuario tiene la facultad de controlar de forma individual su reproducción (ej: pausar, avanzar y rebobinar).

El uso de Alta Definición en este tipo de servicio también involucra disponer de mayores anchos de banda a nivel de acceso.

1.3.4 Servicio de Videoconferencia

Los servicios de videoconferencia permiten la interacción visual y auditiva entre dos o más usuarios ubicados en diferentes localizaciones. La evolución de estos sistemas ha ido de la mano del progreso en tecnologías de red: desde las conexiones RDSI hasta las actuales conexiones del tipo Ethernet, así como también del uso de mecanismos de señalización como H.323 y SIP. Dado los restrictivos requerimientos de red (bajos retardos y jitter, ancho de banda, etc.) para su implementación, este tipo de servicio siempre ha estado muy ligado a redes privadas controladas y en menor medida a Internet, aunque eso ha ido cambiando con el aumento de ancho de banda en las redes de acceso.

Los sistemas tradicionales de videoconferencia emplean dispositivos terminales (tipo set-top-box) que disponen de cámara y sistema de audio (altavoces y micrófono) generalmente integrados y adicionalmente se requiere de un monitor externo para la visualización. A nivel de Internet sistemas como Messenger o Skype requieren de un PC, un software, de una cámara, altavoces y micrófonos. Las calidades de video obtenidas con el uso de terminales son claramente mejores que las obtenidas mediante las de un simple PC conectado a Internet. Básicamente esta diferencia radica en que el enfoque de uso es distinto: El primero está pensando para transmisión de reuniones de trabajo, e-learning, telemedicina usando locales acondicionados (ej: salas de reuniones) y el segundo está pensando en el uso individual a nivel de escritorio.

Un elemento necesario para generar una multiconferencia es una MCU (Multipoint Control Unit), el cual es un dispositivo de red que conmuta flujos multimedia permitiendo la conexión de diferentes puntos.

Este tipo de servicio requiere de un rendimiento muy estricto en términos de ancho de banda simétrico, retardos, "Jitter" y pérdida de paquetes. Pasar a alta definición aumenta los requerimientos en esos aspectos.

2 T1 - Integración de componentes dentro de las plataformas. Recomendación de estándares

En este apartado, se van a identificar los componentes más importantes de la arquitectura genérica expuesta en el apartado anterior que están afectados por el despliegue de servicios de Televisión de Alta Definición sobre redes de difusión IP, así como la recomendación de estándares para cada uno de los elementos que la conforman.

Se tendrá en cuenta aquellos aspectos que afectan a la introducción de servicios de TVAD en los servicios ya existentes.

2.1 Provisión de contenidos

2.1.1 Cabecera de TV

Este apartado define y analiza los elementos de la cadena de TV digital en base a la recomendación de estándares para la integración de servicios de distribución de Televisión de Alta Definición sobre redes de transporte IP.

La Arquitectura de cabeceras esta formada por varios dispositivos, cuyas funciones básicas son: Codificación, Compresión, Multiplexación, Remultiplexación.

2.1.1.1 Codificación y Compresión

La codificación de video y audio es el proceso por el cual las señales de vídeo recibidas en formatos de transporte, ya sea analógico o en digital, son convertidas/comprimidas en tiempo real en señales de video/audio digital en formato de distribución, para adecuarse al ancho de banda de las redes de acceso y a los formatos de vídeo/audio que soporta el equipamiento de cliente. Este elemento de la cadena es muy similar al utilizado en las plataformas de TV Digital por cable (HFC), satélite o terrestre tradicionales.

Actualmente, la mayoría de las cabeceras soportan el formato MPEG2. Debido al ancho de banda que consume este formato en HD para proporcionar una calidad adecuada, de cerca de 20 Mbps, uno de los aspectos más importantes en el proceso de adaptación para la TVAD en la mayoría de las cabeceras tiene lugar en la Codificación y Compresión de vídeo/audio donde es necesario adaptar su tecnología de forma que incorporen los formatos adecuados para la HD y soportar además los formatos adecuados para SD: MPEG-2 MP@ML, MPEG-4 AVC MP@L4.0 con sus formatos en 720p50 o 1080i25, opcionalmente MPEG-4 AVC HP@L4.2 para formatos futuros en 1080p50 (aunque este formato no está claro que se implante en Plataformas de IPTV a corto/medio plazo debido al alto consumo de ancho de banda que supone en el acceso), en cuanto a vídeo, y MPEG-1 layers 1, 2 y 3, AAC, HE-AAC, AC3 y E-AC3, tanto en formatos 2.0 como 5.1, para el audio. Estas características son necesarias en el caso de redes gestionadas.

En el caso de redes no gestionadas, han de soportar además formatos más extendidos en Internet, como VC-1 MP@ML y VC-1 AP@HL.

Para una información más detallada de estos aspectos técnicos de estos formatos, por favor referirse al documento de la Tarea TH1 - Formatos de producción, intercambio y difusión de contenidos de TV en Alta Definición.

El estándar más significativo a aplicar en este elemento de la cadena es el MPEG-4 AVC/H.264 (parte 10), desarrollado conjuntamente por la UIT-T Video Coding Experts Group (VCEG) y el ISO/IEC Moving Picture Experts Group.

- ☒ Parte 1 (ISO/IEC 14496-1): Sistemas: Describe la sincronización y la transmisión simultánea de audio y vídeo.
- ☒ Parte 2 (ISO/IEC 14496-2): Visual: Un códec de compresión para elementos visuales (video, texturas, imágenes sintéticas, etc.). Uno de los muchos perfiles definidos en la Parte 2 es el Advanced Simple Profile (ASP).
- ☒ Parte 3 (ISO/IEC 14496-3): Audio: Un conjunto de códecs de compresión para la codificación de flujos de audio; incluyen variantes de Advanced Audio Coding (AAC) así como herramientas de codificación de audio y habla.
- ☒ Parte 4 (ISO/IEC 14496-4): Conformidad: Describe procedimientos para verificar la conformidad de otras partes del estándar.
- ☒ Parte 5 (ISO/IEC 14496-5): Software de referencia: Formado por elementos de software que demuestran y clarifican las otras partes del estándar.
- ☒ Parte 8 (ISO/IEC 14496-8): Transporte sobre redes IP: Especifica un método para transportar contenido MPEG-4 sobre redes IP.
- ☒ Parte 9 (ISO/IEC 14496-9): Hardware de referencia: Provee diseños de hardware que demuestran implementaciones de otras partes del estándar.
- ☒ Parte 10 (ISO/IEC 14496-10): Advanced Video Coding (AVC): Un códec de señales de vídeo técnicamente idéntico al estándar UIT-T H.264.

2.1.1.2 Multiplexación

La multiplexación es el proceso por el cual los flujos de vídeo/audio son incluidos en una trama de transporte en MPEG2-TS. En este sentido, la multiplexación no tiene implicaciones por el despliegue de la AD, en cuanto a formatos se refiere, ya que la trama de transporte no varía. El estándar que se aplica en este elemento de la cadena es MPEG-2 (ISO/IEC 13818) Parte 1 – Sistemas. Describe la sincronización y multiplexación de vídeo y audio (MPEG Transport Stream) UIT-T Rec. H.222.0 Enmienda 3.

Sin embargo, se deberá tener en cuenta que la AD aumentará significativamente la tasa de transporte (con respecto a contenidos SD codificados en MPEG-4 AVC) y el multiplexor debe escalarse adecuadamente en cuanto a recursos HW.

Este elemento de la cadena en Plataformas IPTV es muy similar al utilizado en las Plataformas de TV Digital por cable (HFC), satélite o terrestre tradicionales: La diferencia más relevante es que los canales de salida son tramas de transporte MPEG2 monoprograma (SPTS) mientras que en las cabeceras tradicionales se generan tramas multiprograma (MPTS), una por cada transpondedor o canal RF.

2.1.1.3 Remultiplexación

En este proceso el flujo resultante es encapsulado en IP. En cuanto a la adaptación a la TVAD, no tiene implicaciones por el despliegue de la AD. Los canales en los remuxIP se desglosan en flujos IP Multicast hacia los routers de salida hacia la red de transporte de TV. Los canales se distribuyen en modo difusión y el acceso a los mismos por parte de los usuarios se realiza utilizando el estándar IGMP (en redes gestionadas). Cuanto más cercano al usuario se resuelve el protocolo IGMP, más eficiente es la red en ancho de banda ocupado por el servicios de difusión de TV.

Las funciones principales que se realizan en este elemento de la cadena son la regeneración de la información de servicio PSI (tablas PAT y PMT) de las tramas de salida, la regeneración de las marcas temporales (PCRs), y el encapsulado de cada trama SPTS sobre protocolo IP (UDP Multicast), asignando a cada canal de TV una dirección IP multicast diferente.

2.1.2 Cabecera de VbD

Los servicios de VbD se apoyan normalmente en una arquitectura distribuida proporcionando así alta escalabilidad aunque también sería posible una arquitectura mixta: Una parte de los contenidos se encuentran localizados en los servidores de contenidos sitos en la cabecera de VbD y los demás servidores de contenidos se encuentran en los diferentes nodos de acceso.

Al igual que ocurre con el equipamiento de cabecera de TV, el aspecto más relevante de la introducción de servicios en Alta Definición en este elemento de la cadena es la necesidad de que se soporten los formatos de audio y vídeo mencionados en dicho apartado, ya sea en redes gestionadas o en redes libres de Internet.

Para el control completo de la visualización del contenido por parte del usuario (play, pausa, rebobinado, avance rápido...), se utilizan protocolos de control RTSP, según la norma del IETF RFC 2326. Para la trama de transporte se suele utilizar MPEG-2 TS, aunque también están estandarizados protocolos del tipo RTP/RTCP según la norma del IETF RFC 3550. No hay ninguna implicación en este aspecto por la introducción de Servicios de HD.

En cuanto a los servidores de vídeo, la introducción de servicios de Alta Definición implica la necesidad de un mayor volumen de almacenamiento para el mismo Nº de contenidos que en SD. En muchos casos, los modelos de negocio y la cobertura física del servicio por las limitaciones de ancho de banda en el acceso, van a requerir la necesidad de comercializar el mismo contenido en SD y HD (por supuesto que no todos), lo cual va a suponer una necesidad notable de almacenamiento adicional.

Al no requerirse una codificación en tiempo real, y no ser un elemento que necesite replicarse, salvo por cuestiones de redundancia del servicio, se pueden utilizar codificadores más complejos, mezcla de técnicas HW y SW, en varias pasadas, que permiten una mayor optimización en el tamaño de los contenidos, para una misma calidad de vídeo, lo que supone un alivio en el tema del incremento del volumen de almacenamiento.

Otro elemento a considerar, que también alivia este requisito, es que los servidores de vídeo en la mayoría de los casos están ahora dimensionados para contenidos en MPEG-2 SD. La utilización de codificaciones en MPEG-4 SD, reducirá significativamente el almacenamiento necesario para contenidos en SD.

El sistema de Distribución de Contenidos bajo Demanda gestiona la carga de contenidos en los servidores de contenidos distribuidos. Para la distribución de los mismos se recomienda el uso de tecnologías multicast.

2.2 Red de Transporte IP

2.2.1 Redes gestionadas

En una red gestionada, el Operador puede utilizar técnicas de transmisión y commutación diferentes dependiendo del tipo de flujos que se transportan, aprovechando las tecnologías disponibles para utilizar la más adecuada desde un punto de vista tecno-económico, en función de las características de ancho de

banda, calidad de servicio, retardo, latencia, robustez ante errores de transmisión, etc que son propias de cada tipo de flujo.

En general, la introducción de servicios de Alta Definición no tiene unas implicaciones específicas en el diseño de estas redes con respecto a los servicios actuales de definición estándar, excepto en cuanto al ancho de banda se refiere. En los servicios IPTV se pueden distinguir tres tipos de flujos cuyas características, en cuanto a los parámetros comentados, son muy diferentes: Flujos de vídeo en tiempo real, como por ejemplo los canales de TV y eventos PPV; Flujos de vídeo en descarga que no requieren tiempo real, como por ejemplo la distribución de CbD hacia los servidores de vídeo en una arquitectura distribuida; y Flujos de datos, que pueden ser tanto para el acceso a Internet, como para realizar el transporte de los datos que manejan las Aplicaciones Interactivas, flujos de gestión, Operación y Manteniendo, etc.

2.2.1.1 Red de Transporte de Datos

La red de transporte de datos consiste en un “backbone” IP que permite transportar los flujos de datos, que pueden ser tanto para el acceso a Internet, como para realizar el transporte de los datos que manejan las Aplicaciones Interactivas, servicios de comunicaciones P2P, flujos de gestión, Operación y Manteniendo, etc, entre los diferentes Centros de Servicio de la Plataforma y las redes de acceso.

Las características de cada uno de estos flujos son similares, pero también tienen sus diferencias a la hora de definir la Calidad de Servicio, retardo, latencia, robustez ante errores de transmisión, etc, aunque sin tener unos requisitos tan estrictos como para el vídeo en tiempo real. Por ello se suelen utilizar técnicas de VPN (Redes Privadas Virtuales) sobre protocolos MPLS (Multiprotocol Label Switching) para aislar unos flujos de otros y asignarles la prioridad adecuada.

Lógicamente, no hay ninguna implicación por la introducción de servicios de Alta Definición en estas redes.

2.2.1.2 Red de Transporte de TV

La distribución de flujos de vídeo en tiempo real, para un N° amplio de canales (más de 100), tiene como principales características la necesidad de un gran ancho de banda, y una gran sensibilidad a los tiempos de retardo y pérdidas de paquetes. También requiere una latencia bastante controlada, aunque menos controlado que para un servicio de Videoconferencia por ejemplo. Conviene pues atravesar el menos número posible de elementos de conmutación.

Debido al gran ancho de banda que se requiere, se utiliza la posibilidad de las tecnologías IP de difundir cada canal físico en un canal IP multicast. Esto permite transportar cada canal una sola vez hasta los puntos más cercanos al usuario, que son los DSLAMs con funcionalidad IP localizados en la Red de Acceso.

La forma más eficiente en costes de realizar el transporte de los canales multicast desde la Cabecera de TV hasta la Red de Acceso es utilizar una red de transporte óptica con topología de anillo unidireccional con tecnología JDS, en el que el tráfico IP se encapsula sobre ATM/AAL5 utilizando un único circuito virtual. Este tráfico se hará llegar, mediante la funcionalidad punto a multipunto de las redes JDS a los diferentes Nodos de Acceso, donde se inyectan en multicast.

Al ser redes ópticas de transporte con una gran capacidad, el aumento del ancho de banda necesario por la introducción de servicios de Alta Definición no tiene implicaciones significativas.

2.2.1.3 Red de Transporte de VbD

La red de distribución de Contenidos bajo Demanda se encarga de distribuir los contenidos y metadatos desde la cabecera de CbD hasta los Servidores de Vídeo en una arquitectura distribuida.

Los requisitos de este flujo son los menos exigentes, ya que este transporte no requiere tiempo real, y por lo tanto no requiere un control del retardo, no es de un gran ancho de banda al utilizar técnicas multicast para llegar a todos los servidores de vídeo, no tiene ningún problema de latencia, y se pueden utilizar protocolos IP de transporte asegurado.

Como los puntos donde se localizan los Servidores de Vídeo distribuidos son los nodos de acceso pertenecientes a las distintas redes de acceso, es decir, el mismo punto por el que se inyectan los canales de TV multicast, lo más eficiente es utilizar la misma red de transporte.

Este elemento no tiene ninguna implicación técnica por la introducción de servicios en Alta Definición, ya que el aumento del ancho de banda necesario es insignificante con respecto a los servicios de TV en tiempo real que se transportan por la misma red.

2.2.2 Redes no Gestionadas (Internet)

En general, las mismas tecnologías de red IP que se utilizan en redes gestionadas se emplean igualmente en el ámbito de Internet. La diferencia radica en el modo de empleo de ciertas tecnologías y en la carencia de control de la calidad de servicio (QoS).

Internet es una red IP tradicional “best effort” que carece de mecanismos de calidad de servicio. Es además un conjunto de sistemas autónomos que interactúan entre sí intercambiando tráfico de distinto tipo. El concepto de proveedor único de contenido de una red controlada (ej: proveedor de cable) de un sistema del tipo IPTV se modifica, ya que en Internet cualquier usuario o participante de la red puede convertirse en proveedor de contenido. En Internet los servicios de datos pueden ofrecerse generalmente sin problemas.

El multicast como mecanismo óptimo de distribución de servicios de televisión no es empleado en Internet, ya que su despliegue actualmente es limitado (no todos los enrutadores tienen el soporte). En este sentido, existen criterios no siempre técnicos que han retrasado su implantación. Sin embargo, como solución a esto, los sistemas actuales de televisión por Internet emplean mecanismos que simulan el Multicast pero a nivel de capa de aplicación, los cuales son conocidos como ALM (Application Layer Multicast) y que permiten crear lo que se conoce como redes Peer-to-Peer (P2P).

Cada participante de esta red P2P está capacitado para publicar sus propios contenidos multimedia y así sean consumidos por los demás participantes del sistema. Sin embargo, existe la desventaja de la heterogeneidad de los participantes tanto en ancho de banda de acceso como en capacidad de procesamiento y visualización. Los actuales sistemas de televisión por Internet están enfocados a la distribución de contenido multimedia de baja calidad.

La distribución de contenido audiovisual en Internet también puede realizarse en un esquema tradicional cliente-servidor con el inconveniente de la escalabilidad. Puesto que es el generador de contenido quien debe proporcionar esta

infraestructura y normalmente no tiene capacidad ni un modelo de negocio capaz de brindar este servicio con éxito.

Actualmente no existe un estándar en los mecanismos de distribución de contenido audiovisual por Internet. En los últimos años han proliferado muchos mecanismos propietarios que con el fin de mejorar la calidad mezclan características propias de P2P y de un esquema cliente-servidor. Por otro lado usualmente la eficiencia de los sistemas P2P de distribución de video dependen mucho de la cantidad de usuarios conectados para así mejorar aspecto de tolerancia a fallos, calidad del video, del ancho de banda de los accesos y las capacidades de los terminales.

El éxito de Internet como vía de provisión de servicios de televisión radica en que el generador de contenidos es capaz de injectar a la red, y el usuario a través de un ISP es capaz de consumirlos. En caso de contenidos de Alta Definición, los requisitos de ancho de banda tanto para el generador de contenido como para el consumidor son mucho mayores, pero dado el crecimiento actual de los accesos hacen pensar que en breve éstos serán cubiertos, pero eso sí, sin garantía de calidad de servicio.

2.3 Red de Acceso

El incremento de demanda de los usuarios de un mayor ancho de banda, así como la aparición de nuevos servicios en el campo de las telecomunicaciones, han hecho necesaria la creación de nuevas tecnologías de redes de acceso. Es la necesidad de ofrecer difusión de servicios multimedia con la mayor calidad de servicio posible lo que ha obligado a solucionar el problema de cuello de botella en las redes de acceso existentes o también llamado de la última milla.

De esta forma, la difusión de servicios multimedia tipo TVAD se basará en el futuro en redes de acceso de alta capacidad basadas en fibra óptica en las que hay una continuidad desde la red troncal hasta la red de acceso. Es en esta última donde se produce la conversión O/E (óptico-electrónica) y que puede penetrar hasta la residencia final del usuario. La fibra óptica es una solución segura, gracias a su ancho de banda ilimitado y su robustez.

En una red de acceso óptica se debe definir:

- ? La/s arquitectura/s de la red de acceso para transportar los servicios requeridos
- ? Los servicios
- ? Los protocolos de la red

Las redes de acceso ópticas en general son del tipo FTTx (Fiber-To-The-x) que es la arquitectura de red de acceso que se prevé utilizar como primer paso en el desarrollo de las redes ópticas de acceso. Reciben distintas denominaciones dependiendo principalmente de la distancia que cubre la fibra hasta la residencia del usuario final. La siguiente figura muestra las distintas topologías de red que existen como alternativa en una red de acceso:

- ? FTTE_x (Fiber To The Exchange - fibra hasta la central local)
- ? FTTCab (Fiber To The Cabinet - fibra hasta el armario/cabina de calle)
- ? FTTC (Fiber To The Curb - fibra hasta la acera)
- ? FTTH (Fiber To The Home - fibra hasta el hogar)

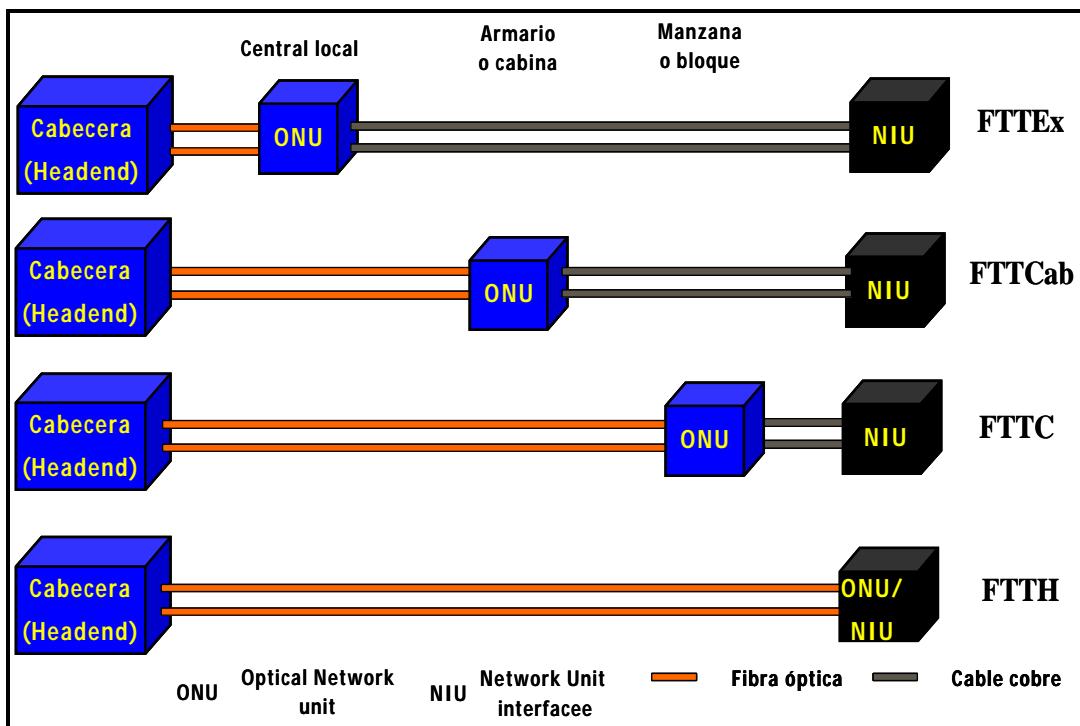


Figura 2.3-1: Tipos de redes FTTx

2.3.1 Passive Optical Networks (xPONs)

La red PON (Passive Optical Network) es totalmente pasiva del tipo FTTH (Fiber-to-the-Home), en la que la fibra llega hasta la propia residencia del abonado. Por el hecho de no tener equipos activos hace que no se necesite alimentación eléctrica salvo los equipos terminales en la central (Central Office, CO) y en la residencia del usuario (Optical Network Unit, ONU). Esta topología es especialmente atractiva a las compañías operadoras ya que elimina la necesidad de instalar multiplexores y demultiplexores activos en la parte intermedia de la red. Los elementos pasivos utilizados se pueden alojar en una cabina o enterrarlos en la acera, y normalmente no necesitan mantenimiento alguno una vez se ha realizado el tendido de cable. Así pues, mediante una topología arbol-rama, es posible dar servicio a decenas de usuarios (ONUs) sobre un tendido monofibra desde un único OLT (Optical Line Terminal).

A continuación indicamos algunas de las ventajas más destacables de este tipo de redes: Mayores distancias entre CO y los usuarios, del orden de 20 Km; mínima cantidad de fibra a instalar; mayor ancho de banda; posibilidad de difusión (broadcasting) de vídeo y/o televisión digital y/o analógica (en algunos casos usando diferentes longitudes de onda).

La topología de una red PON puede ser variable, de forma que permite minimizar el coste con respecto al despliegue de fibra. Casi todas las topologías son posibles: bus, árbol, árbol ramificado y anillo. El conector puede ser del tipo 1:2 (tap) o 1:N (splitter), en este caso se debe tener en cuenta la pérdida de señal (splitting loss) que limitará el número máximo de derivaciones (típicamente 32 o 64 en la actualidad).

El equipo de usuario (ONU) a su vez puede ser un terminal o un equipo que atiende a múltiples usuarios, en el caso por ejemplo de un router o un servidor de red local en un edificio. Es por ello que la gestión del ancho de banda y la QoS son claves para medir la eficiencia de una red PON en cualquier escenario de trabajo.

Las redes PON con arquitectura punto-multipunto permiten la superposición del caudal de datos habitual de las redes ópticas pasivas con las señales ópticas de televisión procedente de una cabecera CATV (Community Antenna Television).

Así pues, las redes PON son una alternativa muy fiable proporcionando grandes ventajas tanto a nivel económico como a nivel tecnológico. Su reducción de coste en equipamiento para la conversión electro-óptica y la eficiencia en topologías punto-multipunto son un aliciente frente a las tecnologías actuales basadas en conectividad punto a punto.

Entre las redes xPON conocidas la que se prevé más interesante a corto plazo es la EPON (Ethernet PON) cuyo estándar IEEE 802.3ah fue aprobado en Junio de 2004.

El canal de bajada (downstream) en este tipo de red entre la OLT y las ONU's es del tipo P2MP (point-to-multipoint) del tipo difusión (broadcast) mientras que el canal de subida (upstream) es del tipo multipoint-to-point compartido entre todos los usuarios. Ambos canales son multiplexados en el tiempo y denominamos ciclo al periodo que comprende la transmisión desde la primera ONU hasta la última de la red. En una red PON el tiempo de ciclo puede ser fijo o variable en función del protocolo MAC (Media Access Control) empleado. Tanto el canal de bajada como el de subida transportan tramas Ethernet en ráfagas de una o varias tramas de acuerdo con el estándar IEEE 802.3, es decir, con un tiempo entre tramas (IFG, InterFrame Gap) y un preámbulo inicial de la trama.

El canal de subida es compartido por los usuarios de una misma rama, y de ello deriva la necesidad de gestionar el acceso al medio mediante un protocolo MAC adecuado que asegure a cada abonado la QoS necesaria según el tipo de tráfico, y le garantice el cumplimiento del contrato de servicio (SLA, Service Level Agreement). Esta red pasiva permite ramificaciones (split ratio) del orden de 4 a 64. Todos los elementos de la red son pasivos, el alcance máximo de la red y la velocidad son función del tipo de medio físico, pero en principio se considera que 10 Km y 1 Gbps son los valores que más se utilizarán en las instalaciones pioneras, y ya se han anunciado nuevas versiones de mayor velocidad de hasta 10 Gbps.

La figura a continuación muestra de forma gráfica la transmisión de una red del tipo EPON, tanto en el canal de bajada como en el de subida, en cuanto al protocolo de acceso al medio se refiere (MAC).

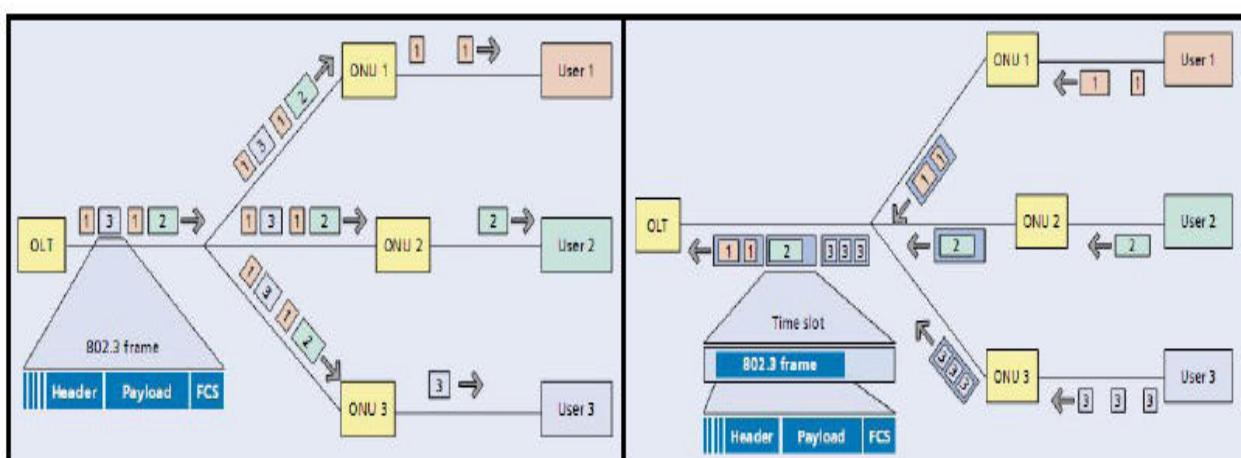


Figura 2.3-2: Acceso al medio en redes EPON

2.3.2 Red de acceso VDSL

Otra alternativa interesante a considerar a corto plazo se basa en las redes del tipo xDSL (Digital Suscriber Line). La tecnología xDSL permite obtener un gran ancho de banda sobre bucles locales de par de cobre, sin necesidad de utilizar amplificadores o repetidores de señal entre los equipos del usuario y la central telefónica local.

Cada una de tecnologías xDSL se caracteriza por un flujo de datos y un alcance limitado en la comunicación, lo cual limita a su vez la cobertura del servicio de TV de Alta Definición a los clientes según su distancia a la central telefónica en la que si ubica el equipo transmisor.

La siguiente tabla muestra las tecnologías disponibles dentro de la familia xDSL:

Family	ITU	Name	Ratified	Maximum Speed capabilities
ADSL	G.992.1	G.dmt	1999	7 Mbps down 800 kbps up
ADSL2	G.992.3	G.dmt.bis	2002	8 Mb/s down 1 Mbps up
ADSL2plus	G.992.5	ADSL2plus	2003	24 Mbps down 1 Mbps up
ADSL2-RE	G.992.3	Reach Extended	2003	8 Mbps down 1 Mbps up
SHDSL (updated 2003)	G.991.2	G.SHDSL	2003	5.6 Mbps up/down
VDSL	G.993.1	Very-high-data-rate DSL	2004	55 Mbps down 15 Mbps up
VDSL2 -12 MHz long reach	G.993.2	Very-high-data-rate DSL 2	2005	55 Mbps down 30 Mbps up
VDSL2 - 30 MHz	G.993.2	Very-high-data-rate DSL 2	2005	100 Mbps up/down

Figura 2.3-3: Estándares xDSL del DSL Forum

De las diversas variantes de esta tecnología la candidata a facilitar la difusión de la Televisión digital de Alta Definición (TVAD) es la VDSL (Very high bit rate Digital Subscriber Line).

La topología de la red VDSL es híbrida de manera que el tramo desde la cabecera hasta lo más cerca posible del abonado se realiza con fibra, y desde allí se distribuye el último tramo de la red hasta el CPE (Customer Premises Equipment, equipo de abonado) utilizando el par trenzado de cobre (variable entre 300 m hasta 1,5 Km), por lo que puede ser considerada como del tipo FTTCab o FTTC.

Al igual que las redes PON, VDSL también puede ser implementado mediante la tecnología Ethernet. Esta implementación facilita de forma sustancial la migración a los nuevos servicios mediante el uso de las redes públicas y privadas MAN (Metropolitan Area Network), así como redes LAN (Local Area Network) ya existentes.

En referencia al coste en desarrollo de infraestructuras no parece tan sencillo, puesto que se plantean algunos problemas. Realizar la migración a tecnología VDSL exige una actualización de las redes de acceso y en consecuencia

inversiones económicas considerables. En función de las diferentes topologías de acceso a la red, el grado de cercanía de la fibra óptica al usuario final varía según sea FTTH (el tendido de fibra finaliza en el hogar), FTTB (el tendido finaliza en la entrada del edificio) y FTTCab/FTTC (el tendido finaliza en un bastidor intermedio en la calle).

VDSL incrementa el ancho de banda en las redes de acceso, ante la demanda de nuevos servicios que requieren altos requisitos y prestaciones. Soluciona de forma drástica las limitaciones de ancho de banda existentes en tecnologías inferiores tales como ADSL, ADSL2 y ADSL2+. Aunque ésta última ofrece un ancho de banda superior a ADSL2, resulta limitada para aplicaciones que requieren un gran ancho de banda.

VDSL es la tecnología de la familia xDSL que proporciona un mayor ancho de banda en la red de acceso. VDSL puede implementarse tanto en redes residenciales como en redes LAN sobre líneas telefónicas comunes. Este hecho permite por parte del usuario el uso de aplicaciones emergentes con gran proyección ahora y en el futuro. VDSL2 soporta aplicaciones como Video bajo Demanda, difusión de televisión digital o TVAD sobre par trenzado, servicios de videos interactivos, Web TV, etc.

La tecnología VDSL puede ser simétrica o asimétrica. Cada una está orientada en función de las aplicaciones a utilizar. Tal y como se especifica en la recomendación UIT-T/G.993.1, donde trata de ajustar los estándares regionales del ETSI y del ANSI establecidos para el VDSL, las velocidades que se pueden llegar a alcanzar son las siguientes:

- En el caso de VDSL asimétrico, permite llegar hasta los 52 Mbps en el downstream y del orden de hasta 12 Mbps en el upstream para el usuario sobre una línea de par trenzado (aunque estos valores dependen de forma importante de la distancia hasta la residencia del abonado). Dispone de un gran ancho de banda de downstream destinado a poder soportar difusión de televisión o Video bajo Demanda entre otros. Sin embargo, el canal de upstream es bastante inferior en capacidad.
- En el caso de VDSL simétrico, ofrece hacia el usuario 26 Mbps aproximadamente tanto de downstream como de upstream en distancias de hasta 50 metros en bucles cortos. Está destinado a usuarios, así como pequeñas y medianas empresas para el servicio de aplicaciones de videoconferencia de alta calidad.

Las ventajas de proporcionar un mayor ancho de banda en el acceso a servicios y aplicaciones online, como vídeos, música, así como, propiciar el desarrollo de "triple play" tales como servicios de voz, Internet, y la referida televisión de Alta Definición influyeron de forma significativa en el desarrollo de VDSL2.

VDSL2 es una recomendación técnica de la UIT-T G.993.2. Como ya se ha comentado, esta evolución tecnológica permite añadir sobre la red de par de cobre actual, en la que se encuentra telefonía e Internet, televisión en AD, videoconferencia o VoIP entre otros servicios. Es capaz de ofrecer hasta 100 Mbps con acceso asimétrico.

A pesar que tanto VDSL como VDSL2 son las tecnologías con mayor ancho de banda, su atenuación es mucho mayor con respecto a la distancia en comparación al resto de tecnologías de red de acceso. VDSL2 es capaz de ofrecer 100 Mbps hasta los primeros 300 metros. Se reduce de forma significativa hasta los 2 km, donde ofrece un servicio equiparable al de ADSL.

La siguiente figura hace una comparación práctica de las principales tecnologías xDSL existentes, desde el punto de vista de aplicación en servicios de distribución de vídeo.

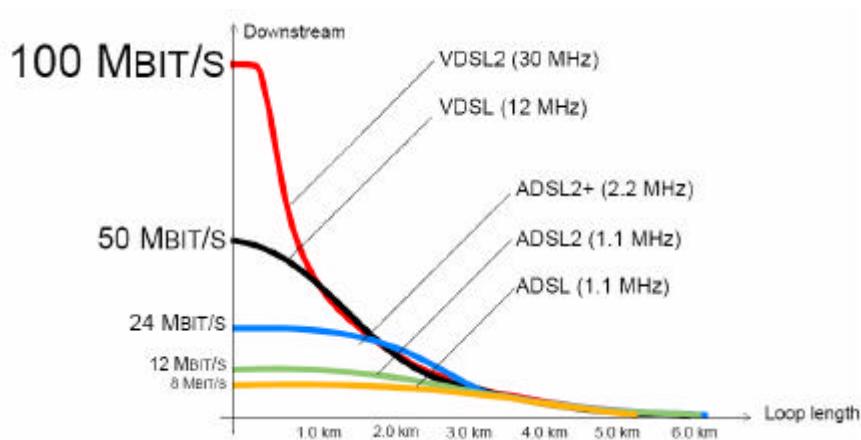


Figura 2.3-4: Ancho de Banda en tecnologías xDSL

La implementación en general de la tecnología VDSL muestra claramente sus ventajas. Ethernet sobre VDSL ha de ser una alternativa presente a las redes PON, dado los excelentes resultados con aplicaciones de alta velocidad.

Es una tecnología de fácil acceso, y sin ningún tipo de modificación a nivel de cableado o protocolo en el último tramo del acceso. Comporta ventajas importantes para el despliegue de servicios de TVAD. Sin embargo, se requiere desplegar los DSLAMs fuera de las centrales, lo cual supone un coste adicional de adecuación de los alojamientos de los DSLAMs, así como un incremento en el coste de mantenimiento.

2.4 Plataforma de Servicios

La Plataforma de Servicios contiene los Servidores de Aplicaciones, Servidores de Bases de datos, de contenidos, clientes, datos de uso, sistemas de gestión, contratación, tarificación, etc.

2.4.1 IPTV

Las implicaciones en el equipamiento de la Plataforma de servicios por la incorporación de Servicios de AD, ya sean de distribución, CbD o videoconferencia de Alta Calidad, consisten principalmente en la actualización que se requiere por el aumento en la complejidad de los modelos de negocio. La coexistencia de contenidos en SD y AD, con costes de comercialización diferenciados, hace necesario la definición de paquetes de servicios más complejos, que afectan sobre todo a los sistemas de gestión, provisión, y tarificación. Se requiere una evolución de estas Plataformas para proporcionar la flexibilidad necesaria.

Este aspecto es más relevante en redes gestionadas, donde al haber un Operador que garantiza la Calidad de Servicio es más habitual los modelos de negocio más complejos que en redes abiertas a Internet, donde debido al carácter de tipo "best effort", los modelos de negocio suelen ser más simples.

2.4.2 Internet TV

El modelo de televisión por Internet utiliza muchas de las tecnologías empleadas en entornos IPTV (codecs, servidores de video, etc.), pero la orientación es completamente distinta. La principal diferencia es que utiliza Internet como plataforma de distribución con lo cual el sistema carece de control sobre la red de transporte.

La televisión por Internet es un modelo donde el control del contenido está regido por el propio proveedor de dicho contenido. En ese sentido cualquier participante de la red ya sea un proveedor tradicional o un simple usuario puede convertirse en generador de contenido como por ejemplo películas, videos domésticos, videos publicitarios, etc. Cada generador de contenido puede usar el modelo de negocio que más le acomode. Un aspecto a destacar es la comunicación directa entre el proveedor y el consumidor.

Este modelo permite abrir un abanico de posibilidades tecnológicas a nivel de generación como de recepción. Sin embargo, en la actualidad los sistemas de televisión por Internet están aún basados en PC con lo cual el número de clientes sigue siendo reducido comparado con la televisión tradicional y las calidades de video están lejos de ser de alta definición porque los accesos aún no lo permiten. Hay, sin embargo, soluciones P2P basadas en equipos terminales dedicados tipo set-top-box que están entregando soluciones HDTV pero con redes de accesos avanzadas.

La plataforma de servicios usada en televisión por Internet varía de acuerdo al modelo de negocio que se desea emplear y al servicio que se desea ofrecer. Un proveedor puede tener una plataforma similar a los de IPTV con sus servidores de video, bases de datos, etc. Y un simple usuario le bastaría una cámara, un servidor de video y un acceso a Internet.

Para poder brindar contenido de alta definición en Internet, la plataforma de servicios no varía en general, a los utilizados en IPTV en cuanto a tipos de dispositivos. En ambos casos eso si éstos deben soportar el nuevo contenido de alta definición, lo cual conlleva a tener mayores recursos de almacenamiento y mayores y mejores conexiones de red. A nivel de terminal de usuario se necesita lo mismo, ya que se requiere disponer de pantallas HD y mayores velocidades de acceso.

3 T2 - Revisión de las especificaciones actuales en cuanto a instalaciones de recepción

3.1 Equipamiento de Usuario

En la figura se muestra un esquema de conexión de elementos en la casa del Cliente. Entre el equipamiento de usuario se puede considerar el modem router xDSL, los descodificadores de TV digital y las pantallas. Aunque en la actualidad algunas pantallas están empezando a incorporar el descodificador integrado (Este tipo de terminales integrados se denominan iDTV), para medios de transmisión como TDT, en Plataformas de IPTV todavía no es habitual, debido a la falta de estándares de IPTV lo suficientemente extendidos.



Figura 3.1-1: Esquema de equipamiento de usuario

La interconexión entre el modem router y el descodificador se suele realizar mediante una LAN Ethernet.

También es posible utilizar PLC (Power Line Communications) para dicha interconexión. La tecnología PLC permite implementar una LAN Ethernet entre el módem router y el descodificador a través de la red de distribución eléctrica del hogar, mediante unos adaptadores en los dos extremos. El principal problema de esta tecnología es que actualmente no existen estándares del IEEE para este tipo de aplicación. Las normas existentes han sido desarrolladas por diferentes empresas dentro del marco definido por las organizaciones estadounidenses HomePlug Powerline Alliance y Universal Powerline Association. Aunque se ha mejorado mucho la relación señal/ruido de estas tecnologías para permitir una QoS adecuada a servicios de vídeo, en la actualidad no está lo suficientemente madura como para incorporar el ancho de banda necesario para servicios de AD.

También están empezando a aparecer soluciones del tipo inalámbricas, sobre todo utilizando el estándar IEEE 802.11n, que ofrece unas características de calidad de

servicio más adecuadas para la transmisión de flujos de vídeo en redes del hogar inalámbricas.

El principal inconveniente que presentan las conexiones inalámbricas es que las implementaciones actuales de los protocolos multicast reducen mucho el ancho de banda, siendo insuficiente incluso para servicios de SD. La solución a estos problemas es incorporar un adaptador al descodificador que permita implementar una conexión "unicast" entre el módem router inalámbrico y dicho adaptador.

La incorporación de servicios en AD, ya sea de distribución de TV, y/o CbD, implica la necesidad de soportar los formatos de vídeo y audio adecuados en los terminales de cliente, tanto para soportar los servicios de SD como los servicios nuevos de AD, de forma compatible con los flujos de vídeo y audio generados en las Cabeceras de TV y CbD, según los estándares mencionados en los apartados correspondientes.

En cuanto al servicio de Videoconferencia de alta calidad, la implicación más importante en cuanto a equipamiento de cliente se refiere es la necesidad de que los dispositivos soporten la integración de cámaras de vídeo y micrófono mediante puertos USB, así como soportar estándares de video y audio, tanto para calidad estándar como para alta calidad, utilizados por estos dispositivos periféricos, y los terminales homólogos de videoconferencia, ya sea videoteléfonos, móviles o terminales de tipo PC, como por ejemplo H.261, H.263, GSM 6.10 y G.711.

3.2 Equipamiento de Medida

En este apartado se analizan los diferentes parámetros y especificaciones referidos a equipamiento de medida para la caracterización de instalaciones con presencia de señales xDSL en recepción de servicios de TV de Alta Definición sobre este sistema.

Desde el punto de vista de los equipos de medida, éstos deberán disponer de las siguientes características:

- ? Medida de la atenuación de la línea
- ? Medida del PLR
- ? Medida de la potencia del canal
- ? Medida del C/N
- ? Medida de la Latencia
- ? Medida del Jitter

Como ya se ha comentado en el Apartado anterior, la transmisión de TV de Alta Definición exige un alto ancho de banda, lo que implica la utilización de los estándares ADSL2+, VDSL y VDSL2. A estos, debe añadirse la posibilidad de comunicación a través de fibra óptica, ya sea hasta el hogar (FTTH) o en alguna de sus posibilidades intermedias (FTTB, FTTC, FTTCab...).

Para entender los puntos en que ejecutar las medidas que permitan garantizar el correcto funcionamiento de los servicios, es necesario conocer la arquitectura de referencia que se define en los estándares.

Los distintos estándares xDSL están recogidos por la Unión Internacional de Telecomunicaciones en la serie de recomendaciones G "Transmission systems and media, digital systems and Networks".

En la siguiente figura se definen las interfaces de referencia en una red de acceso xDSL:

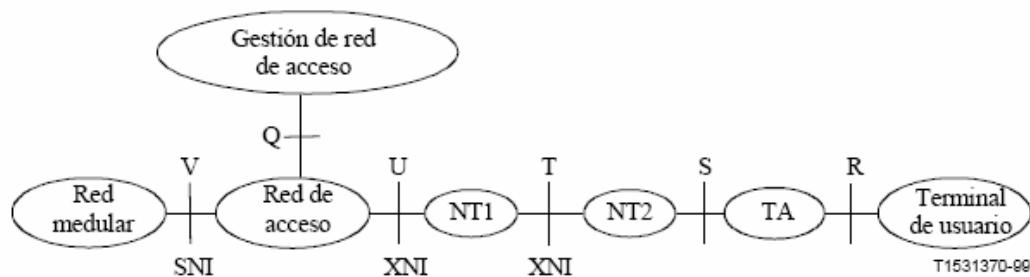


Figura 3.2-1: Configuración de Referencia G.99x genérico

Esta configuración de referencia identifica los puntos de referencia en el contexto de red de acceso (fuente UIT-T G.995.1 Visión de conjunto de las Recomendaciones sobre líneas de abonado digitales)

La configuración de referencia genérica consta de los siete elementos funcionales siguientes:

- ? Red medular (o red troncal)
- ? Red de acceso
- ? Terminación de red 1 (NT1)
- ? Terminación de red 2 (NT2)
- ? Adaptador de terminal (TA)
- ? Terminal de usuario
- ? Gestión de red de acceso

Dichas recomendaciones recogen requisitos de calidad de la comunicación. En algunos casos, estos requisitos están pendientes de estudios posteriores (ADSL 2+ UIT G.992.5 anexo G, "Requisitos de calidad de funcionamiento de la ATU-x para la Región B (Europa)"). Paralelamente, el grupo TR-126 en su publicación de diciembre de 2006 (DSL Forum), expone la existencia de métodos recomendados por la VQEG (Video Quality Expert Group) para servicios de TV de definición estándar, pero no en alta definición.

A fin de determinar unos requisitos mínimos para la transmisión de TV de Alta Definición, recogemos las consideraciones del grupo de trabajo TR-126, del DSL Forum. Según dicho grupo, la calidad del servicio debe definirse según las características subjetivas de los servicios desde la perspectiva del usuario final del servicio, define por ello el parámetro QoE (Quality of Experience). Siguiendo la recomendación del TR-126, las directrices y objetivos de realización de la QoE son tomadas en el contexto de un sistema extremo a extremo, siendo neutros a las tecnologías de acceso (ya sean xDSL, xPON, etc), arquitecturas de servicios e implementación.

La Calidad de Servicio (QoS) es la medida de calidad a nivel de pérdidas de paquetes desde la perspectiva de la red. Sin embargo, la QoE se orienta a la satisfacción del usuario, y abarca todo el proceso de disfrute del servicio (conexión inicial, plano de control, esfuerzo del usuario, etc).

Lógicamente, la QoS y la QoE se encuentran relacionadas según la siguiente gráfica:

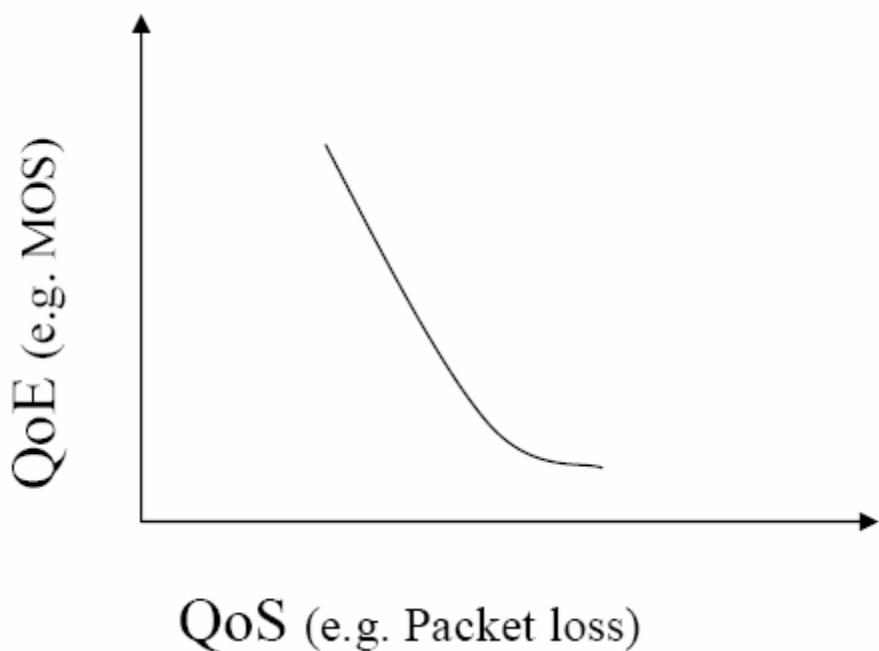


Figura 3.2-2: Relación QoE vs QoS (Fuente TR-126 DSL Forum)

El TR-126 aborda los objetivos a nivel de la capa de transporte para servicios de TV de Alta Definición, tomando como criterio un evento deficiente en 12 horas. Aporta tablas con parámetros de medida según sea la codificación del vídeo (TR-126, apartado 6.3.2.3 High Definition TV: Transport Layer Performance Objectives):

Transport stream bit rate (Mbps)	Latency	Jitter	Maximum duration of a single error	Corresponding Loss Period in IP packets	Loss Distance	Corresponding Average IP Video Stream Packet Loss Rate
15.0	<200 ms	<50 ms	≤ 16 ms	24 IP packets	1 error event per 4 hours	$\leq 1.17\text{E-}06$
17	<200 ms	<50 ms	≤ 16 ms	27 IP packets	1 error event per 4 hours	$\leq 1.16\text{E-}06$
18.1	<200 ms	<50 ms	≤ 16 ms	29 IP packets	1 error event per 4 hours	$\leq 1.17\text{E-}06$

Figura 3.2-3: Parámetros mínimos recomendados en servicios TV AD MPEG-2

Transport stream bit rate (Mbps)	Latency	Jitter	Maximum duration of a single error	Corresponding Loss Period in IP packets	Loss Distance	Corresponding Average IP Video Stream Packet Loss Rate
8	<200 ms	<50 ms	≤ 16 ms	14 IP packets	1 error event per 4 hours	$\leq 1.28\text{E-}06$
10	<200 ms	<50 ms	≤ 16 ms	17 IP packets	1 error event per 4 hours	$\leq 1.24\text{E-}06$
12	<200 ms	<50 ms	≤ 16 ms	20 IP packets	1 error event per 4 hours	$\leq 1.22\text{E-}06$

Figura 3.2-4: Parámetros mínimos recomendados en servicios TV AD MPEG-4

Puede verse gráficamente los PLR's (Packet Loss Rate) en función del bit rate, tanto para TV de definición estándar (SDTV) como para TV de Alta Definición (HDTV), en función del tiempo transcurrido entre PLR's en la siguiente figura (fuente TR-126 DSL Forum):

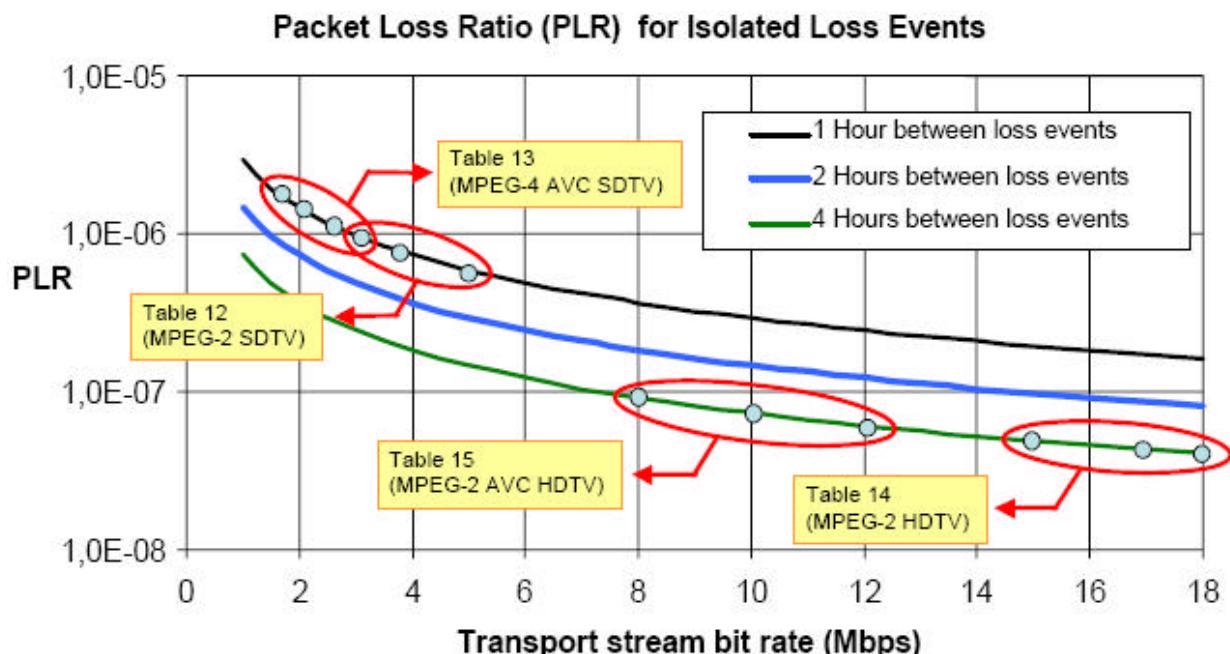


Figura 3.2-5: PLR vs bit rate (fuente DSL Forum)

De las Figuras Figura 3.2-3/4, se pueden extraer las medidas recomendadas para servicios de TV en Alta Definición.

Del estudio TR126, puede verse que las medidas recomendadas de Latencia y de "jitter" (<200 ms y <50ms) son las mismas para servicios de TV en definición estándar y en AD, ya sea con codificación MPEG-2 o MPEG-4.

El valor de "Packet Lost Rate" es muy similar (entre 1.16E-06 y 7.31E-06). Sin embargo, los servicios de TV de Alta Definición difieren en el criterio de "Loss Distance" (1 error por 4 horas en TV AD frente a 1 error por 1 hora en TV SD).

Por todo ello, la recomendación que puede emitirse, razonablemente, para los nuevos servicios de TV de Alta Definición se puede concretar en las siguientes afirmaciones:

- ? Las medidas de calidad del servicio de TV sobre xDSL son las mismas con independencia del estándar de transmisión utilizado, y del tipo de servicios soportado (TV AD ó TV SD, en MPEG-2 ó MPEG-4).
- ? Los parámetros a medir y sus valores para servicios de TV AD son los mismos y coinciden con los utilizados comercialmente en servicios de TV SD.

Dado que los valores recomendados hacen referencia a QoE, éstos son independientes del tipo de sistema de transmisión utilizado, incluyendo ADSL2+, VDSL, VDSL2 y FTTH, e incorpora en unas pocas medidas los efectos negativos de toda la red extremo a extremo.

Por último, indicar, que las recomendaciones efectuadas por DSL Forum (TR126) han quedado recogidas en el documento FG IPTV-DOC-0184 de la Unión Internacional de Telecomunicaciones fruto de la reunión mantenida en 7th FG IPTV meeting: Qawra, St Paul's Bay, Malta, 11-18 December 2007

3.3 Reglamento de las ICT's

El actual reglamento de las ICT's no determina ningún parámetro de medida referente a comunicaciones xDSL.

Del cumplimiento exacto del actual reglamento se deriva un funcionamiento correcto de las actuales instalaciones xDSL. Por ello, no se proponen modificaciones sobre dicho reglamento.

4 T3 - Impacto económico de la migración a la Alta Definición

En este apartado se analiza el impacto económico de la migración de las Plataformas que proporcionan servicios de TV digital en definición estándar para su adaptación a la Televisión de Alta Definición.

Los aspectos que condicionan económicamente la migración de servicios de TV digital en resolución estándar hacia su emisión en formatos de Alta Definición son:

- ? Costes por actualización de equipamiento
- ? Costes derivados de contribuciones externas más caras, al menos inicialmente
- ? Costes derivados de un mayor consumo de ancho de banda de distribución hacia los usuarios finales

El impacto de adaptación a alta definición de las infraestructuras de red troncal y de acceso resulta distinto, a la vez que depende del Tipo de Servicio, según la clasificación mencionada en el Apartado 1.3.

En el corto y/o medio plazo no parece razonable que los operadores de Internet TV vayan a realizar esfuerzos de migración hacia alta definición, debido a los problemas de QoS que se han mencionado en algunas ocasiones. Es por esto que el análisis realizado en el presente documento se ha orientado a los costes de migración en una arquitectura de servicios IPTV con redes gestionadas.

4.1 Actualización de equipamiento

La figura muestra en forma simplificada la arquitectura de provisión de servicios de TV digital de Alta Definición en redes IP gestionadas.

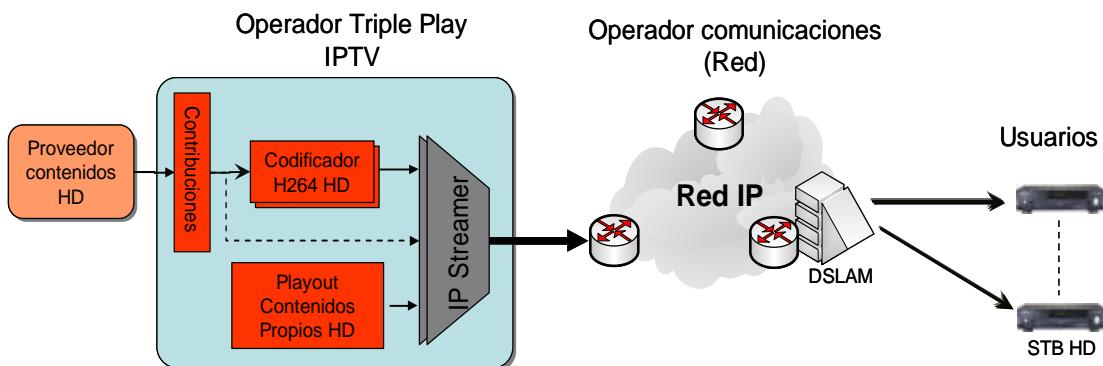


Figura 4.1-1: Arquitectura de Provisión de Servicios IPTV

La separación lógica de roles entre Proveedor de Contenidos, Operador de Servicios y Operador de Red no siempre se cumple, pudiendo un mismo actor realizar más de una función.

La lista del equipamiento a actualizar incluye:

- ? Equipamiento para la recepción de contribuciones
- ? Codificadores H264 compatibles AD
- ? Sistemas de ingestión/servidores de "Playout" AD para contenidos propios, por ej. para canales de pago por visión (PPV) y para Contenidos bajo Demanda

- ? Parque de receptores. Para modelos verticales, estos costes son asumidos normalmente por la Plataforma de pago, aunque también pueden existir modelos de negocio en los que los costes son compartidos entre el Proveedor de Servicio y el Cliente.

Si bien la actualización de equipamiento de cabecera de TV y de CbD es un factor a considerar, difícilmente resultará determinante frente al resto de costes involucrados en el despliegue de servicios en Alta Definición. En muchos casos los equipos ya son compatibles con formatos H.264, ya que la reducción de ancho de banda que se logra entre MPEG-2 y MPEG-4, ya está haciendo evolucionar el equipamiento de cabecera, al aumentar significativamente la cobertura del servicio, o la posibilidad de proporcionar una mayor ancho de banda en servicios de datos simultáneamente con los servicios de vídeo.

Estos costes, salvo en lo que atañe a la eventual actualización de codificadores fruto de la maduración de la tecnología de compresión en años posteriores a la inversión inicial, representan un gasto fijo que se repercuten una única vez y se amortiza a lo largo de los años de provisión del servicio.

En cuanto a los servidores de vídeo, la implicación reside en el mayor volumen de almacenamiento necesario para el mismo N° de contenidos que en SD, pero el coste del almacenamiento tiene un perfil decreciente de forma exponencial con el tiempo, por lo que tampoco es un factor con mucho peso.

Otro elemento a considerar, que también alivia este requisito, es que los servidores de vídeo están ahora dimensionados para contenidos en MPEG-2 SD. La utilización de codificaciones en MPEG-4 SD, reducirá significativamente el almacenamiento necesario para contenidos en SD.

El hecho de mantener una coexistencia de servicios en SD y Alta Definición, con costes de los contenidos diferentes, obligará a implementar Modelos de Negocio más complejos que afectan a los Sistemas de Gestión y provisión de los servicios. Las Plataformas necesitan evolucionar en estos aspectos para proporcionar la flexibilidad necesaria.

El factor más determinante, en cuanto al equipamiento se refiere, son los descodificadores de usuario. Actualmente ya se están desplegando descodificadores compatibles con Alta Definición pero, dependiendo de las Plataformas, hay un parque de descodificadores adaptados únicamente a la recepción en resolución estándar, lo cual supone una barrera de entrada en coste de sustitución de estos equipos antes de haber llegado a la amortización. Sin embargo, y como veremos más adelante, hay factores relacionados con la Red que tienen una influencia más importante.

En cuanto a los terminales, desde hace tiempo hay muchas pantallas con el sello HD-ready, pero todavía es una incógnita si en muchos casos no va a hacer ciertos problemas de compatibilidad cuando se despliegue realmente el servicio. Esto supondrá un mayor coste de Operación y Mantenimiento por parte de los Operadores.

4.2 Costes de contribución

Al igual que en el caso de los canales en resolución estándar, el abanico de opciones para la recepción de contribuciones externas es amplio. A título de ejemplo, cuando la contribución consiste en uno o más canales generados externamente éstos se podrán recibir tanto en banda base HD-SDI, como en formatos comprimidos mediante enlaces punto a punto en fibra, enlaces de satélite o por microondas.

El argumento de marketing más importante, sino el único, a la hora de desplegar con éxito los nuevos formatos de Alta Definición (esto es, "vender" el servicio a los usuarios

potenciales) es que existe una gran diferencia en calidad con respecto a lo que se obtiene utilizando resolución estándar.

Resulta fundamental, por lo tanto, que las contribuciones lleguen en las mejores condiciones, evitando hasta donde resulte posible la utilización de formatos, anchos de banda y/o equipamiento de contribución que pudiera llegar a enmascarar los beneficios de una mayor resolución horizontal y vertical en origen.

Aquí también los costes asociados se dividen en 2 categorías:

- ? Por la adecuación de infraestructuras por parte del proveedor de los contenidos. Previsiblemente, esos costes serán repercutidos hacia las plataformas cliente.
- ? Por la utilización de anchos de banda para el transporte de las señales de contribución sensiblemente mayores que en el caso de televisión en formato estándar. Habría que fijar un valor objetivo o rango, por ejemplo entre 15 y 24 Mbps para los formatos comprimidos.

4.3 Costes en la distribución

Las Plataformas de servicios IPTV tienen una ventaja con respecto a operadores de otras tecnologías, dado que estas redes se ven favorecidas al aprovechar la evolución de las Tecnologías IP, y principalmente la posibilidad de proporcionar servicios de "cuadruple play" sobre la misma red, permitiendo la convergencia de servicios de voz, datos, TV y móvil. Sin embargo, esta clara ventaja tiene a su vez el inconveniente de la necesidad de compartir el ancho de banda para servicios de TV con los demás servicios.

Otra ventaja de las Plataformas de servicios IPTV radica en que para los "clientes pasados", no hay ninguna limitación en cuanto a N° de canales en AD que se pueden proporcionar, ya que el medio de acceso es dedicado por Cliente, y no compartido, como para otros medios de transmisión.

4.3.1 Servicio de TV (también conocido como streaming o live TV)

La distribución de flujos de vídeo en tiempo real, para un N° amplio de canales (más de 100), tiene como principal característica la necesidad de un gran ancho de banda. Por ello, se utiliza la posibilidad de las tecnologías IP de difundir cada canal físico en un canal IP multicast. Esto permite transportar cada canal una sola vez hasta los puntos más cercanos al usuario, que son los DSLAMs con funcionalidad IP localizados en la Red de Acceso.

4.3.1.1 Costes de adecuación de la red de transporte

La arquitectura de provisión de estos servicios es normalmente centralizada, existiendo una única cabecera desde donde se distribuyen los canales hacia los abonados en modo multicast. En estos casos, el ancho de banda máximo necesario depende sólo de la cantidad de servicios de la oferta del operador, y no del número de abonados que disfruta en cada momento de los mismos.

Asumiendo que los servicios en resolución estándar ocupan unos 4 Mbits/s y los de alta definición pasan a necesitar 10 Mbits/s, el incremento de ancho de banda que debe ser capaz de acomodar la red troncal es de 6 Mbits/s por servicio migrado.

Al ser redes ópticas de transporte con una gran capacidad, el aumento del ancho de banda necesario por la introducción de servicios de Alta Definición no tiene implicaciones significativas. A título de ejemplo, si un Operador decidiera ofrecer a sus clientes un paquete AD de 10 canales premium esto demandaría 60 Mbits/s extra en los segmentos de red, cifra que probablemente pueda ser

absorbida por la infraestructura actualmente en uso, y por lo tanto no habría necesidad de realizar inversiones significativas para dotar de mayor capacidad a la red de transporte, por lo menos en una fase inicial.

4.3.1.2 Costes de adecuación en red de acceso

La red de acceso está formada por una serie de conmutadores IP en una agrupación lógica del tipo MAN (Metropolitan Area Network), y los DSLAMs que terminan la capa física xDSL del bucle de abonado.

Como en el resto de medios de transmisión, ya sea por Satélite, TDT, o quizás en menor medida el Cable, el verdadero factor clave desde el punto de vista técnico-económico en la introducción de servicios de Alta Definición es el aumento del ancho de banda requerido en la Red de Acceso.

Esta mayor necesidad de ancho de banda para proporcionar contenidos que requieren un mayor flujo de información digital tiene implicaciones en diferentes aspectos.

En la MAN confluyen los diversos flujos unicast de los servicios de CbD y Videoconferencia de Alta Calidad de todos los usuarios a los que la MAN proporciona servicio, así como la distribución punto a multipunto de los flujos de canales de TV multicast, en una especie de árbol hasta llegar a cada DSLAM. La introducción de los servicios de Alta Definición requiere de un aumento de la capacidad de estas redes para proporcionar un servicio con calidad asegurada al mismo N° de usuarios finales.

El mayor ancho de banda requerido en cada puerto del DSLAM implica que cada DSLAM puede dar servicio a menos usuarios, lo cual significa que se requiere un aumento del N° de DSLAMs para proporcionar servicio al mismo N° de usuarios.

El aspecto más importante a considerar cuando la distribución final es vía xDSL es la capacidad real de los bucles de abonado para un despliegue de red determinado.

La capacidad de transmisión/recepción de información mediante par de cobre se ve condicionada por la distancia entre el DSLAM y el punto de terminación de red en casa del abonado, además de por las calidades del propio par trenzado y de la instalación.

Las tecnologías desplegadas actualmente, ADSL y ADSL2+, ofrecen un ancho de banda máximo de 8 y 24 Mbps respectivamente, pero el ancho de banda decrece exponencialmente con la atenuación asociada a la longitud del bucle. Para los servicios base que se consideran actualmente, que podrían consistir en 3 Mbps de acceso a Internet, más el acceso simultáneo a un canal de video codificado a 2 Mbps en MPEG4-AVC, más sus audios asociados, se necesita un ancho de banda en línea de 6 Mbps, lo que limita la cobertura a 1,5 y 1,9 km de bucle en ADSL y ADSL2+ respectivamente.

Un operador que decida migrar parte de sus servicios a Alta Definición debe tener en cuenta que una parte de sus clientes actuales pueden tener dificultades para recibir estos canales, por lo que las estrategias de despliegue quedarán condicionadas por este factor.

Para una cobertura adecuada de servicios de Alta Definición es necesaria una actualización paulatina de la red de acceso hacia tecnologías del estilo VDSL2. VDSL2 es una tecnología de la familia xDSL que, a pesar proporcionar un mayor ancho de banda que ADSL2+, sus características de atenuación son

mucho peores con respecto a la distancia en comparación al resto de tecnologías de red de acceso. VDSL2 es capaz de ofrecer 100 Mbps hasta los primeros 300 metros. Sin embargo, se reduce de forma significativa hasta los 2 km, donde ofrece un servicio equiparable al de ADSL.

El despliegue de VDSL2 requiere de una arquitectura en la red de acceso similar a las redes de cable, desplazando los DSLAMs fuera de las Centrales. Estos DSLAMs, localizados bien en armarios enterrados, en arquetas acondicionadas, o bien en instalaciones en los edificios con un N° de usuarios que así lo aconsejen, se conectan con los puntos de acceso en las Centrales Locales mediante fibra óptica mediante arquitecturas del tipo FTTC (Fibra a la acera) y FTTB (Fibra al edificio), respectivamente. De esta forma, se reduce la longitud del par de cobre del bucle final de abonado, permitiendo un aumento del ancho de banda.

La evolución de la red de acceso tiende hacia arquitecturas del tipo FTTH (Fibra al hogar), donde cada usuario tendrá disponible el ancho de banda que proporciona una interfaz de fibra óptica, lo cual significa de hecho que el ancho de banda no será ninguna limitación para proporcionar cualquier tipo de servicio.

Esta evolución de la red de acceso requiere una planificación de inversiones bastante importante, así como una regulación que proteja la inversión.

4.3.2 Servicios del tipo Contenidos bajo Demanda

Estos servicios son inherentemente de tipo unicast, lo que obliga a desplegar normalmente arquitecturas con servidores de vídeo distribuidos para la provisión de los contenidos. Esto es aplicable tanto para el caso actual de resolución estándar como para su evolución hacia alta definición. La segmentación de los usuarios de una plataforma IPTV entre varios servidores es lo que permite gestionar un número apropiado de accesos simultáneos durante la fase de explotación comercial del servicio.

4.3.2.1 Costes de adecuación de la red de transporte

La red de transporte se encarga de distribuir los contenidos y metadatos desde la cabecera de CbD hasta los Servidores de Vídeo en una arquitectura distribuida.

Los requisitos de este flujo son los menos exigentes que en el caso de distribución de TV, ya que este transporte no requiere tiempo real y tampoco requiere de un gran ancho de banda al utilizar técnicas multicast para llegar a todos los servidores de vídeo.

Como los puntos donde se localizan los Servidores de Vídeo distribuidos son los nodos de acceso pertenecientes a las distintas redes de acceso, es decir, el mismo punto por el que se inyectan los canales de TV multicast, lo más eficiente es utilizar la misma red de transporte que para el servicio de difusión de TV.

Por estas razones, no hay una implicación importante en costes de migración a la AD por este concepto.

4.3.2.2 Costes de adecuación en red de acceso

Debido al mayor ancho de banda de los flujos de vídeo en AD, un operador que pretenda mantener para su nueva oferta de contenidos a la carta en AD

los mismos ratios de simultaneidad que en definición estándar, se verá obligado a seguir alguna de las siguientes estrategias (o una combinación de ambas):

- ☒ Segmentar aun más su topología de servidores de vídeo. En otras palabras, deberá añadir nuevos servidores, acercándolos a los clientes de modo que los contenidos de cada bomba de video (ancho de banda de cada segmento específico de red) sean compartidos por un número menor de usuarios.
- ☒ Aumentar la capacidad de la red de acceso, entre el servidor de vídeo y los clientes.

La siguiente figura ilustra estas opciones:

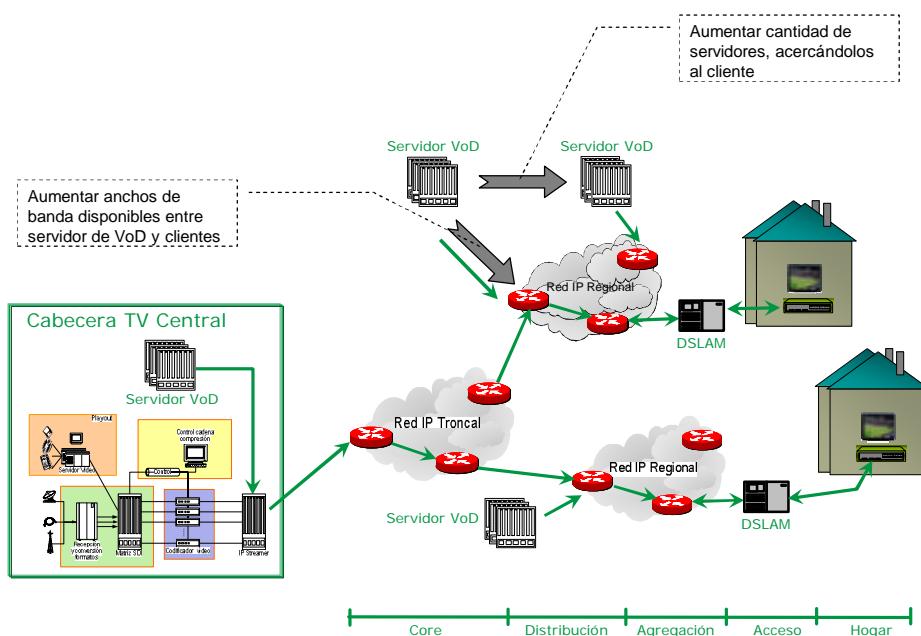


Figura 4.3-1: Alternativas para servicios de CbD

Por ejemplo, un proveedor de servicios de CbD en resolución estándar, que ha dimensionado su infraestructura de servidores partiendo de las siguientes premisas:

- ☒ Bitrate resolución estándar: 4 Mbits/s
- ☒ Simultaneidad: 10%
- ☒ Ancho de banda dedicado para CbD: 200 Mbits

Con estos valores la cantidad máxima de clientes conectados al mismo tiempo a un puerto de salida de un servidor sería de 50, dando un total de 500 usuarios accediendo a ese segmento.

Si ahora el operador decidiera migrar parte de sus contenidos para ofrecerlos en alta definición y quisiera mantener el mismo número de accesos simultáneos, dispone de dos opciones:

- ☒ Aumentar el ancho de banda dedicado para ese segmento de red, que en este caso pasaría a 500 Mbits para esos 50 usuarios
- ☒ Segmentar más la red, haciendo que los 500 usuarios que antes se conectaban a un único servidor ahora lo hagan a 2 o más y utilizando segmentos de acceso distintos.

Estas acciones representan unas inversiones en infraestructura no despreciables aunque presentan la ventaja de poder realizarse en forma

gradual, esto es, a medida que aumente la demanda de los nuevos servicios en AD.

5 Conclusiones

En el documento se ha desarrollado en cierto detalle los aspectos relevantes del despliegue de servicios de TV en Alta Definición en sistemas de radiodifusión mediante tecnologías IP, en cuanto a la integración de componentes dentro de las plataformas, recomendación de estándares, instalaciones de recepción, y el impacto económico cualitativo que supone la necesaria evolución de las Plataformas actuales.

A modo de conclusión, los aspectos que se ha identificado que tienen mayor peso son los siguientes:

- ? Las redes IP no gestionadas, aunque en un futuro mejorarán sus prestaciones, a corto y medio plazo, no van a ser capaces de incorporar servicios de difusión de TV, PPV, CbD en tiempo real en Alta Definición, y videoconferencia de Alta Calidad
- ? Se requiere realizar adaptaciones de las cabeceras de TV y CbD a los formatos de vídeo y audio de AD, así como el redimensionamiento de los Servidores de Vídeo
- ? Las redes ópticas de transporte de TV y distribución de CbD, debido a su gran capacidad actual, el aumento del ancho de banda necesario por la introducción de servicios de Alta Definición no es un factor de gran relevancia
- ? La incorporación de contenidos en AD implica una mayor flexibilidad de las Plataformas de servicios para proporcionar modelos de negocio más complejos
- ? La introducción de los servicios de Alta Definición requiere de un aumento de la capacidad de las redes de acceso metropolitanas, e incremento del N° de DSLAMs para proporcionar un servicio con calidad asegurada al mismo N° de usuarios finales. Aunque la evolución de la red en estos puntos representan unas inversiones en infraestructura no despreciables, presentan la ventaja de poder realizarse en forma gradual
- ? Aunque ya se están desplegando en la actualidad descodificadores compatibles con los formatos de Vídeo/Audio recomendados para la Alta Definición, hay desplegado un parque de descodificadores que no lo es, por lo que se va a requerir una sustitución de los mismos, lo cual supone una barrera de entrada significativa en coste de sustitución antes de haber llegado a la amortización de los equipos
- ? Para llegar a una cobertura adecuada de servicios de Alta Definición es necesario una actualización paulatina de la red de acceso hacia tecnologías del estilo VDSL2 y/o FTTx en sus diversas modalidades de FTTC (Fibra a la acera) o FTTB (Fibra al edificio), tendiendo hacia redes de tipo FTTH (Fibra al hogar). Esta evolución requiere de una planificación de inversiones bastante importante, y es uno de los aspectos con mayor relevancia en el despliegue de servicios de Alta Definición sobre Plataformas de Servicios IPTV
- ? Sin embargo, la gran ventaja de las Plataformas de servicios IPTV radica en que para los "clientes pasados", no hay ninguna limitación de cara al futuro en cuanto a N° de canales y servicios en AD que se pueden proporcionar, ya que el medio de acceso es dedicado por Cliente
- ? Los estándares y la regulación son vitales para proteger la inversión necesaria

Anexo 1: Glosario

ADSL	Asymmetric Digital Subscriber Line
ATM	Asynchronous Transfer Mode
ATSC	Advanced Television Systems Committee
ATU-x	ADSL Transceiver Unit, C (Central Office) ó R (Remoto)
AVC	Advanced Video Coding
CBR	Constant Bit Rate
C/N	Carrier-to-noise power ratio
DSLAM	Digital Subscriber Line Access Multiplexer
DVB	Digital Video Broadcasting
EBU	European Broadcasting Union
ETSI	European Telecommunication Standard Institute
FTTB	Fiber To The Building
FTTC	Fiber To The Curb
FTTH	Fiber To The Home
HDTV	High Definition Television
IGMP	Internet Group Management Protocol
ICT	Infraestructuras Comunes de Telecomunicaciones
IP	Internet protocol
ITU	International Telecommunication Union
JDS	Jerarquía Digital Síncrona
MOS	Mean Opinion Score
MPEG	Moving Picture Expert Group
MPTS	Multiprogram Transport Stream
PLR	Packet Loss Rate
QoE	Quality of Experience
QoS	Quality of Service
RTSP	Real Time Streaming Protocol
SDTV	Standard Definition Television
SPTS	Single Program Transport Stream
STB	Set Top Box
TCP	Transmisión Control protocol
TV	Televisión
TV AD	Televisión de Alta Definición (también HDTV)
TV SD	Televisión de Definición Estándar
UDP	User Datagram Protocol
VDSL	Very High Bitrate Digital Subscriber Line
VQEG	Video Quality Expert Group
xPON	cualquier tipo de Passive Optical Network