



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



Foro de la TV de Alta Definición

ASPECTOS TÉCNICOS RELACIONADOS CON LA RADIODIFUSIÓN POR CABLE

Versión 1.0

Elaborado por

Subgrupo de Radiodifusión por Cable

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

Coordinado por
ONO

Abril de 2008

Índice

1 T1. INTEGRACIÓN DE COMPONENTES DENTRO DE LAS PLATAFORMAS.	3
RECOMENDACIÓN DE ESTÁNDARES.....	
1.1 CABECERA CENTRAL	4
1.1.1 <i>Provisión de Contenidos.....</i>	4
1.1.2 <i>Codificación.....</i>	5
1.1.3 <i>Multiplexación.....</i>	5
1.1.4 <i>Sistema de inyección de Información de Servicio.....</i>	6
1.1.5 <i>Sistema de Acceso Condicional.....</i>	7
1.1.6 <i>Servicios inyección de aplicaciones interactivas.....</i>	8
1.1.7 <i>Canal de Retorno.....</i>	8
1.1.8 <i>Sistema almacenamiento y difusión de contenidos VOD.....</i>	8
1.2 RED DE TRANSPORTE.....	8
1.2.1 <i>Red de Transporte Nacional.....</i>	9
1.2.2 <i>Cabeceras Regionales y Nodos Primarios.....</i>	9
1.2.3 <i>Red de Acceso.....</i>	9
1.2.3.1 <i>Servicios de Difusión TVAD.....</i>	10
1.2.3.2 <i>Servicios de VOD.....</i>	10
1.3 SISTEMAS DE RECEPCIÓN	11
1.4 CONCLUSIONES	11
2 T2. REVISIÓN DE LAS ESPECIFICACIONES ACTUALES RELATIVAS A	
INSTALACIONES DE RECEPCIÓN	13
2.1 LA TV DE ALTA DEFINICIÓN EN REDES DE CABLE	13
2.2 PROCESOS DE MEDIDA.....	13
2.2.1 <i>Medidas sobre la red de distribución.....</i>	14
2.2.2 <i>Medidas sobre la señal DVB-C:</i>	15
2.2.3 <i>Medidas en comunicaciones DOCSIS 3.0:</i>	16
2.2.4 <i>Caracterización otras medidas de calidad.....</i>	16
2.3 CARACTERIZACIÓN EN RECEPCIÓN DE UNA SEÑAL DVB-C CON TVAD	18
2.4 REGLAMENTO DE LAS ICTS	18
2.5 CONCLUSIONES	18
3 T3. IMPACTO ECONÓMICO DE LA MIGRACIÓN A LA TVAD.....	20
3.1 DEFINICIÓN DE LA CADENA DE DIFUSIÓN	20
3.2 MODELO DE ESTUDIO	21
3.3 DEFINICIÓN DE ESCENARIOS.....	22
3.4 ANÁLISIS DEL IMPACTO ECONÓMICO EN LOS ELEMENTOS DE LA CADENA DE VALOR	22
3.4.1 <i>Proveedores de contenidos.....</i>	23
3.4.2 <i>Cabecera Central.....</i>	23
3.4.3 <i>Red de Transporte Nacional.....</i>	23
3.4.4 <i>Cabeceras Regionales y Nodos Primarios.....</i>	24
3.4.5 <i>Red de Acceso.....</i>	24
3.4.6 <i>Terminales de Usuario.....</i>	27
3.4.7 <i>Otros Equipamientos y Servicios.....</i>	27
3.5 CONCLUSIONES	28

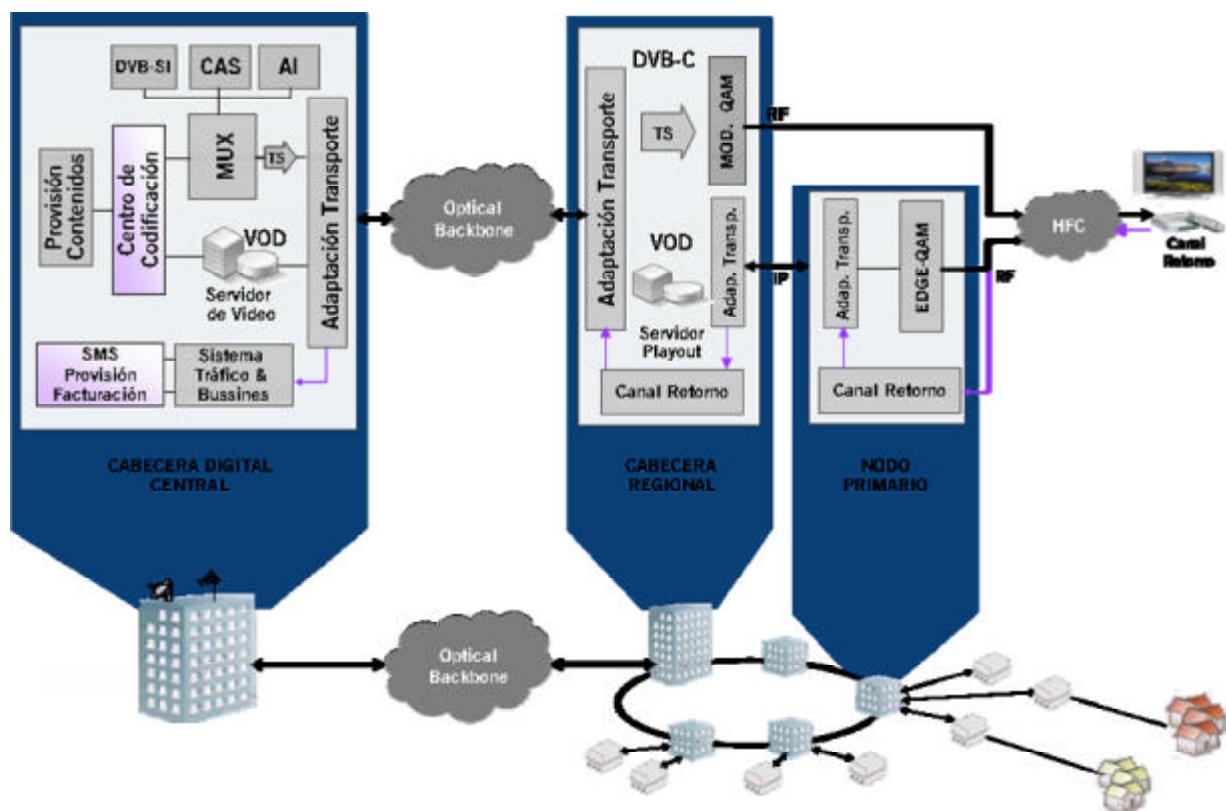
Introducción

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 sus aspectos técnicos relacionados específicamente con las Plataformas de Radiodifusión por cable, en aquellas tareas asignadas a los Subgrupos de Trabajo.

1 T1. Integración de Componentes dentro de las Plataformas. Recomendación de Estándares

El objetivo de este apartado es dar una visión global de la arquitectura de una plataforma de distribución vía cable, enfocada a entender y valorar los elementos funcionales afectados por la integración de un servicio de Televisión/VOD de Alta Definición.

En la figura adjunta se presenta la plataforma genérica TVDigital/VOD utilizada por los operadores de cable



Los principales elementos de la arquitectura de la plataforma que van a ser cubiertos son:

- ? *Cabecera central.* Se incluye el equipamiento común de los servicios de TVD y VOD.
- ? *Red de transporte.* Se pueden diferenciar 3 áreas funcionales
 - Red de Transporte Nacional.
 - Cabeceras Regionales y Nodos Primarios (NP).
 - Red de acceso.

- ? *Equipamiento de usuario (STB).* Tecnológicamente existe disponibilidad de STB-cable adecuados a la tecnología TVAD.

1.1 Cabecera Central

Realiza la captura y/o producción de todos los canales de TVD con cobertura nacional así como los procesos de codificación, ingesta y almacenamiento y distribución de todos los contenidos de VOD.

1. Sistemas Codificación, Multiplexación y Señalización DVB.
2. Sistemas de Acceso Condicional
3. Servicios avanzados: aplicaciones interactivas, audio multicanal.
4. Sistemas de almacenamiento de contenidos VOD
5. Sistemas Adaptación a la red de transporte.
6. Canal de Retorno

1.1.1 Provisión de Contenidos

Los sistemas básicos para la provisión de contenidos en una cabecera de cable se agrupan en los siguientes apartados:

- Sistemas para la recepción y procesado de canales digitales procedentes de Satélite o TDT de acuerdo con la norma DVB.

Para AD el difusor (Sat, TDT) selecciona el sistema de codificación y el formato según el criterio que mejor se adapte a sus necesidades, por lo que los IRD (*Integrated Receiver and Decoder*) que se utilicen tendrán que soportar los formatos de codificación y modulación en los que vengan los contenidos.

En la plataforma de cable se puede mantener estos parámetros o realizar un procesado de la señal modificando el codificador y/o el formato¹. Es recomendable, no realizar transcodificaciones que disminuyan la calidad de la señal recibida.

- Sistemas de recepción de canales específicos, habitualmente a través de sistemas de fibra óptica.

El operador selecciona el sistema de codificación y el formato en función de sus necesidades. La selección es independiente del sistema utilizado en la difusión de canales TVAD

- Sistemas de recepción de canales analógicos terrestres. Estos canales no tienen implicación para la incorporación de AD

¹ Ver apartado de codificación

1.1.2 Codificación

Esta etapa se encarga de la codificación y compresión de las señales de vídeo, audio, y datos auxiliares, tanto para el servicio DTV como para el servicio de VOD

La etapa de codificación es primordial en la integración de servicios de Alta Definición.

El sistema de codificación MPEG-4 AVC/H.264 es el que se considera más adecuado, para ambos servicios DTV y VOD, por ser el que permite mejor nivel de optimización para los procesos de almacenamiento, transporte y difusión de los contenidos utilizados en las redes de cable. La capacidad de reducir la tasa binaria en aproximadamente un 50% respecto al MPEG2, es particularmente importante para los servicios de VOD donde la señal codificada debe ser almacenada, junto con los metadatos, para posterior utilización.

El sistema MPEG-4 AVC/H.264 con contenidos en AD puede utilizar dos tipos de perfiles Main Profile (MP) y High Profile (HP). El nivel requerido para los formatos indicados es el Nivel 4, por lo que el sistema propuesto es HP@L4, con un bitrate máximo de 25Mbps, una resolución de 8 bits por muestra y un muestreo 4.2:0.

La UIT en su recomendación ITU-R BT.1737 define al nuevo estándar de codificación de fuente **MPEG-4 AVC/H.264**, como el estándar adecuado para la **distribución** de contenidos en Alta Definición, precisando unas tasas binarias entre 8 y 12 Mbps sobre redes DVB-S, DVB-T y DVB-C. Se espera, a medio plazo, una tendencia de optimización del H.264 similar a la que tuvo el MPEG-2 en su momento, que permita una sensible reducción en la tasa binaria.

En la línea recomendado por la EBU en su resolución EBU TECH 3299, para la actual TVAD de 2^a generación, los formatos propuestos son 720p50, 1080i25 y 1080p25.

Interfaces de entrada

La interfaz de entrada será:

Vídeo: [HD-SDI]

Audio: [Embebido en el flujo HD-SDI]

Datos: IP, RS-232

Interfaces de Salida

La interfaz de salida será un flujo de transporte de programa: PTS MPEG-2 (**ISO 13818-1**) conteniendo las componentes propias del programa más la información de servicio propia del programa (PSI).

El Interfaz físico puede ser DVB-ASI y/o IP

1.1.3 Multiplexación

Esta etapa será la encargada de conformar la trama de transporte que será difundida posteriormente, uniendo los diferentes componentes del sistema.

Además de los equipos multiplexores se incluyen en esta etapa los siguientes sistemas:

- ↗ Sistema de **Acceso Condicional** para posibilitar los Servicios de pago.

- ☒ Sistema de **Inyección de Información de Servicio**.
- ☒ Sistema generador de **Aplicaciones Interactivas**.

La implantación de servicios de TVAD, no requiere especiales adaptaciones técnicas, salvo las derivadas de una tasa binaria mayor y la posible coexistencia de canales con contenidos SD (MPEG-2) y AD (H.264) en un mismo flujo de transporte MPEG2-TS.

Interfaces de Entrada

La interfaz de entrada será un flujo de transporte de programa: SPTS MPEG-2 (**ISO 13818-1**) conteniendo las componentes propias del programa más la información de servicio propia del programa (PSI). El Interfaz físico puede ser DVB-ASI y/o IP

Interfaces de Salida

La interfaz de salida será un flujo de transporte multiprograma: MPTS MPEG-2 (**ISO 13818-1**) conteniendo las componentes propias de los diferentes programas que conforman el canal múltiple más la información de información de este último (SI). El Interfaz físico puede ser DVB-ASI y/o IP

1.1.4 Sistema de inyección de Información de Servicio

El sistema de Inyección de Información de Servicio será encargado de incluir en el canal múltiple toda la información obligatoria y opcional que permita que estén acorde con las normativas vigentes para DVB-C.

Los diferentes parámetros están definidos/asignados por tres normativas/recomendaciones técnicas publicadas por ETSI.

- ☒ **EN 300 468** " Specification for Service Information (SI) in DVB Systems"
- ☒ **TR 101 162** " Allocation of Service Information and Data Broadcasting codes for Digital Video Broadcasting (DVB) Systems"
- ☒ **TR 101 211** "Guidelines on implementation and Usage of Service Information".

Las principales implicaciones en la señalización de los programas se encuentran en la tipificación de las diferentes componentes que lo forman. Para ello se deben configurar los descriptores **Tipo_Componente** (Component-Type) y **Tipo de Servicio** (Service_Type) de la tabla SDT (ver Anexo I)

El resto de tipo de componentes teletexto, subtítulos, y aplicaciones son idénticos a los de definición estándar.

Interfaz de Entrada

La información de Servicio normalmente se inyecta en forma de ficheros de texto.

Interfaz de Salida

La interfaz de salida del sistema será IP o ASI.

1.1.5 Sistema de Acceso Condicional

De una forma genérica, se puede interpretar que la introducción de servicios AD en una red de distribución de TV por cable es transparente en cuanto al Sistema de Acceso Condicional.

La inyección sobre el MPEG-TS, que incluye la señal TVAD, de las ECMs y EMMs, no sufre variación ni en el equipamiento necesario ni en el ancho de banda que éstas ocupan.

Esta supuesta transparencia desde el punto de vista técnico, puede verse modificada en función nuevos criterios de protección introducidos con la incorporación de contenidos de TVAD.

Protección de contenido en Alta Definición (HDCP)

Los contenidos en AD gozan de una mayor calidad visual, por lo que son en principio más atractivos y por lo tanto más "susceptibles" de ser copiados.

El punto de la cadena donde esa copia es más probable es a la salida del STB, donde el contenido ya ha sido descriptado, es decir "liberado" del sistema de acceso condicional que introduce el operador. Para evitar esta situación, los interfaces en banda base establecidos para la alta definición (HDMI y DVI), incorporan la protección de contenido a través del mecanismo HDCP.

El HDCP incluye dos características principales: el scrambling de la señal entre el STB y la pantalla, y la inclusión de listas negras de dispositivos, que evitan que el contenido se transmita a través del interfaz si uno de los dispositivos ha sido pirateado anteriormente.

Es importante resaltar el hecho de que la activación o no del mecanismo HDCP puede hacerse programa a programa, según el dueño del contenido lo solicite del operador.

Por tanto, el sistema de acceso condicional debe contemplar dos opciones nuevas:

- ? La capacidad de activar o desactivar la protección del contenido (programme-by-programme switching). Es decir, en cada programa se indicará al STB si debe usar el HDCP o no.
- ? La transmisión de listas negras (revocation lists), que son entregadas por el proveedor de contenidos, pero transmitidas como parte del CAS.

La recomendación que mejor se adapta a las características de servicios que combinan canales en abierto y canales cerrados "de pago" es mantener el sistema HDCP desactivado por defecto y que sea de la información complementaria enviada en cada programa la que active la protección.

1.1.6 Servicios inyección de aplicaciones interactivas

Las implicaciones en los servicios de TVAD de las aplicaciones interactivas se centran a la adaptación gráfica de los textos e imágenes a la resolución adecuada.

La visualización de un servicio interactivo diseñado para SD en AD, puede presentar problemas derivados de una mala representación de las fuentes y presentar una apariencia pobre y tosca, en comparación con las imágenes AD.

Deben desarrollarse o adaptarse los actuales servicios, tratando de aprovechar las nuevas ventajas que la tecnología AD aporta, derivada de la mayor definición con que pueden presentarse los textos e imágenes, consiguiendo un mayor espacio en pantalla para la distribución de contenidos y permitiendo el enriquecimiento de servicios como:

- Guías audiovisuales de servicios
- Teletexto enriquecido
- Subtitulado
- Complemento al contenido audiovisual de alta definición.
- Acceso a servicios de Internet
- Juegos más atractivos

1.1.7 Canal de Retorno

La introducción de servicios AD no implica, a priori, modificaciones en la arquitectura del canal de retorno en ninguno de los tramos de una red de cable.

1.1.8 Sistema almacenamiento y difusión de contenidos VOD

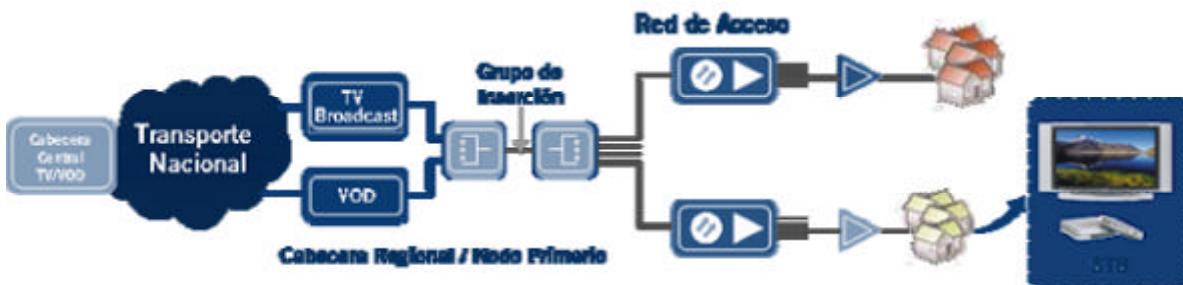
Los contenidos que forman parte de la oferta se codifican y se preparan en el centro de codificación. El centro de codificación proporciona, por un lado los contenidos en sí mismos (ficheros MPEG) y por otro lado los metadatos asociados a los contenidos

Los contenidos se almacenan en la librería de la Cabecera Central y los metadatos se incluyen en la base de datos del sistema. La librería distribuye estos contenidos a los sistemas de play-out de las cabeceras regionales

La arquitectura de un servicio VOD se puede considerar transparente a la utilización de formatos SD o AD. Las únicas implicaciones destacables, respecto al actual formato SD, son la necesidad de mayor capacidad de almacenamiento por evento y mayor disponibilidad de ancho de banda para la transmisión.

1.2 Red de Transporte

La arquitectura de la plataforma, para los servicios de TV/VOD es descentralizada, se diseña con criterios de flexibilidad y escalabilidad que permiten optimizar los recursos de red.



1.2.1 Red de Transporte Nacional

La incorporación de la tecnología AD implica un incremento de tráfico a través de la red nacional. La estimación de tráfico necesario es función del tipo de servicio:

- ? TV Broadcast. El mayor ancho de banda necesario es función del número de canales AD y de la simultaneidad entre canales SD-AD en el proceso de migración. Mantener el 50% de los canales TV simultáneamente en SD-AD, implica duplicar el tráfico en la red.
- ? En la arquitectura distribuida para servicios de VOD, la librería central suministra los contenidos a librerías almacenadas regionalmente, disminuyendo sensiblemente la necesidades de tráfico por la red nacional².

1.2.2 Cabeceras Regionales y Nodos Primarios.

El concepto de arquitectura distribuida para VOD sitúa los servidores de almacenamiento local y playout en las Cabeceras Regionales y Nodos Primarios.

La incorporación de Canales Autonómico/Locales en AD tiene una incidencia similar a la explicada para la cabecera central.

1.2.3 Red de Acceso

La red de acceso distribuye la señal desde los equipos instalados en CR/NP a los usuarios. En el tramo final de la red de acceso los usuarios se distribuyen en grupos de Inserción (GI). Los usuarios asociados al mismo grupo de inserción comparten la ancho de banda disponible

El modo de transmisión de la señal RF en las redes de cable sigue las siguientes normativas:

- ☒ ETS 300 429 de diciembre de 1994 "Digital Broadcasting Systems for Television, Sound and Data services; Framing structure, Channel coding and Modulation for Cable systems"
- ☒ ETR 154 "DVB; Implementation guidelines for the use of MPEG-2 Systems, Video and Audio in satellite, cable and terrestrial broadcasting applications". Conocido como DVB-MPEG. Bluebook A001R4.

² En el apartado "Impacto económico de la migración a la TVAD" , se realiza una estimación de tráfico en función del dimensionado de las librerías centrales y regionales

En función del tipo de servicio existen diferencias en la red de radiodifusión

1.2.3.1 Servicios de Difusión TVAD.

Utiliza modulación 64QAM, sobre canales de 8Mhz, lo que no supone de hecho ningún tipo de restricción técnica para la incorporación de servicios de TVAD en la configuración de los multiplex.

El ancho de banda necesaria está directamente relacionada con el número de canales. Dos procesos tienen especial incidencia en los requerimientos de ancho de banda motivados por la introducción de los servicios de TVAD

- La incorporación de nuevos canales/contenidos TVAD.
- La necesidad de mantener simultáneamente los mismos servicios con formatos SD y AD durante el proceso de migración.

El ancho de banda actualmente disponible en las redes de cable, permite gestionar el *lanzamiento* de los servicios asociados a canales de TVAD. El incremento necesario durante el proceso de migración SD-AD, debido fundamentalmente a la necesidad de convivencia de formatos SD y AD para los mismos contenidos/canales, implica un aumento considerable del ancho de banda dedicada al servicio.

Interfaces de Entrada

La interfaz de entrada será un flujo de transporte multiprograma: MPTS MPEG-2 (**ISO 13818-1**) conteniendo las componentes propias de los diferentes programas que conforman el canal múltiple más la información de servicio propia (SI).

Interfaces de Salida

Señal modulada 64QAM, recomendándose los canales superiores de la banda (680-860 MHz).

1.2.3.2 Servicios de VOD.

La incorporación de Alta Definición en VOD tiene una notable influencia en la topología de red desplegada

En el servicio de VOD, la definición del ancho de banda necesaria, en los tramos compartidos, depende de diferentes factores, número de usuarios, tipos de servicios, duración media de los eventos y de forma especial del número de usuarios, del mismo GI, que acceden simultáneamente al servicio compartiendo el mismo ancho de banda.

El incremento de ancho de banda, derivado de la introducción de la Alta Definición, incide directamente en un aumento de banda, dedicada a VOD, para una determinada topología.

La optimización de recursos se obtiene mediante:

- Utilización de sistemas EDGE-QAM con constelación 256, con mayor tasa binaria
- Localización de equipos EDGE-QAM en ubicaciones más cercanas al usuario (nodos primarios) que permita un aumento de ancho de banda compartida

- por usuario. Implica un importante aumento en el número de equipos utilizados en el despliegue.
- Escalabilidad de la red. Procesos de desdoblamiento de la red de acceso a partir de los GI, disminuyendo el número de usuarios que comparten el mismo ancho de banda

Interfaces de Entrada

La interfaz de entrada será un flujo de transporte multiprograma: MPTS MPEG-2 (**ISO 13818-1**) conteniendo las componentes propias del programa más la información de servicio (SI).

Interfaces de Salida

Señal modulada 256QAM, recomendándose los canales intermedios de la banda (600-680 MHz).

1.3 Sistemas de Recepción

Los sistemas de recepción deberán ser totalmente compatibles con los interfaces y la normativa de los sistemas de transmisión, por lo que la introducción de la AD implica la sustitución de los STB en los de usuarios.

El operador debe tener en cuenta a la hora de la selección y homologación de los STBs que distribuye a sus clientes, la compatibilidad con el sistema HDCP, así como protecciones complementarias como la posible desactivación de los interfaces analógicos (SCART, Componentes).

En el documento "Recomendaciones Unificadas sobre Requisitos de Receptores" se detallan las especificaciones mínimas de un equipo de usuario para la recepción de TV/VOD vía cable

1.4 Conclusiones

- ? En la codificación en Alta Definición de contenidos de TV/VOD, es aconsejable seguir las recomendaciones ITU-R BT.1737 y EBU TECH 3299 que consideran el estándar **MPEG-4 AVC/H.264 como el adecuado** para la **distribución** de contenidos en Alta Definición sobre redes DVB-C, proponiendo los formatos 720p50, 1080i25 y 1080p25, precisando tasas binarias entre 8 y 12 Mbps.
- ? En la difusión de contenidos recibidos a través plataformas Satélite (DVB-S) o Terrestres (DVB-T) es recomendable evitar transcodificaciones que puedan disminuir la calidad de la señal recibida.
- ? La integración de componentes para AD afecta fundamentalmente a las Cabeceras Central y Regionales, a los Nodos Primarios, a la arquitectura de la red de Acceso y a los receptores de usuario

- ? La migración de TV/VOD a AD conlleva un periodo de convivencia de formatos SD-AD para los mismos contenidos, lo que implica un notable incremento en el ancho de banda dedicada al servicio, situación especialmente comprometida en la red de acceso, por la importancia de las inversiones involucradas³.
- ? La introducción de servicios en Alta Definición requiere de la introducción de nuevos sistemas de recepción, lo que supone un costoso proceso de migración/sustitución de los actuales STB en los de usuarios.

³ Ver apartado "Impacto económico de la migración a la TVAD"

2 T2. Revisión de las Especificaciones Actuales relativas a Instalaciones de Recepción

En este apartado se analizan los diferentes parámetros y especificaciones referidas a los procesos de medida en redes de distribución de servicios por Cable y las necesidades que se derivan de la utilización de TV de Alta Definición.

2.1 La TV de Alta Definición en redes de Cable

Las posibilidades de transmisión de servicios de TV digital de Alta Definición sobre redes de Cable en el punto de terminación de red son básicamente las siguientes: DVB-C, DVB-C2 o DOCSIS 3.0

En el caso de **DVB-C**, los servicios son transmitidos sobre un MPEG2-TS System e incluyen datos de vídeo y audio codificados con diferentes sistemas de compresión (MPG-2, H.264-AVC, VC1, etc.). La estructura del TS y la modulación para adaptación al canal RF es la misma tanto en el caso de servicios de TV en definición estándar como en alta definición, con independencia del sistema de codificación de vídeo.

El estándar **DVB-C2** se encuentra actualmente en desarrollo por parte del DVB y hasta su definitiva publicación y lanzamiento comercial, queda fuera de la presente recomendación dentro del Foro de TV de Alta Definición.

Por último, el reciente sistema **DOCSIS 3.0**, aprobado en agosto 2006, permite, gracias al Channel Bonding, la distribución de servicios de datos y TV sobre protocolo IP en redes de Cable. El Channel Bonding supone la transmisión a través de 4 canales de 8 MHz. tratando dicha transmisión como una única comunicación a nivel lógico. De este modo, la comunicación agregada alcanza capacidades de más de 150 Mbps. Adicionalmente, DOCSIS 3.0 supone la convergencia de servicios sobre IP (VoIP, IPTV, datos).

2.2 Procesos de medida

Para seguir los procesos de medida se utiliza como referencia el documento de la ETSI, ETR-290 titulado "*Digital Video Broadcasting (DVB); Measurements guidelines for DVB systems*" donde se recogen las pautas a seguir para medir la calidad de la señal de vídeo digital terrestre, por satélite, o por cable.

Debido a que el presente documento está centrándose en la señal de cable, se analizan las medidas de calidad que se centren en el estándar DVB-C. Se empleará el documento ETR-290 en sus apartados IV.4.1. y IV.4.2.

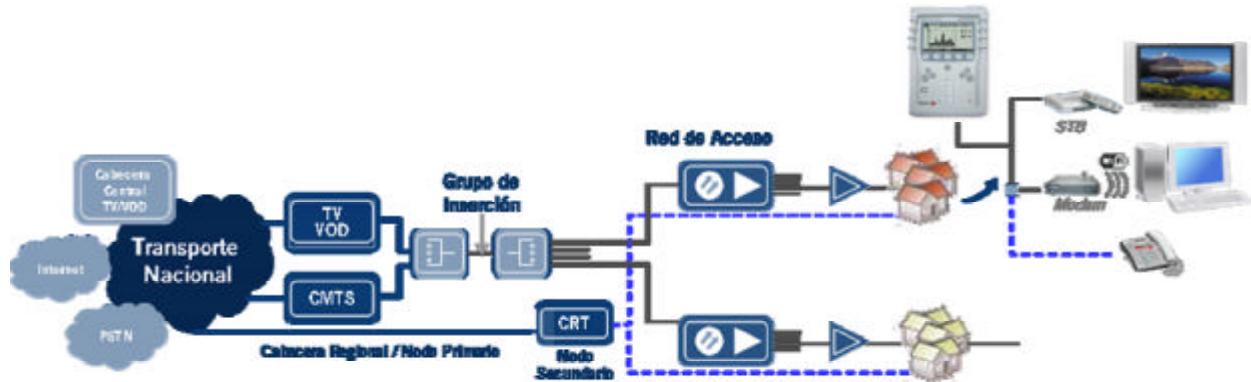
Además, en el apartado IV.4.3 se consideran una serie de métricas de calidad objetiva que se emplean para medir la calidad de la señal de vídeo codificada al aplicar un determinado estándar de codificación a diferentes tasas binarias.

Los procesos de medida de un sistema de distribución de servicios sobre Cable, se han dividido en cuatro grandes áreas:

- 1- Medidas sobre la red de distribución
- 2- Medidas sobre la señal DVB-C
- 3- Medidas en comunicaciones DOCSIS 3.0

4- Otras medidas de calidad

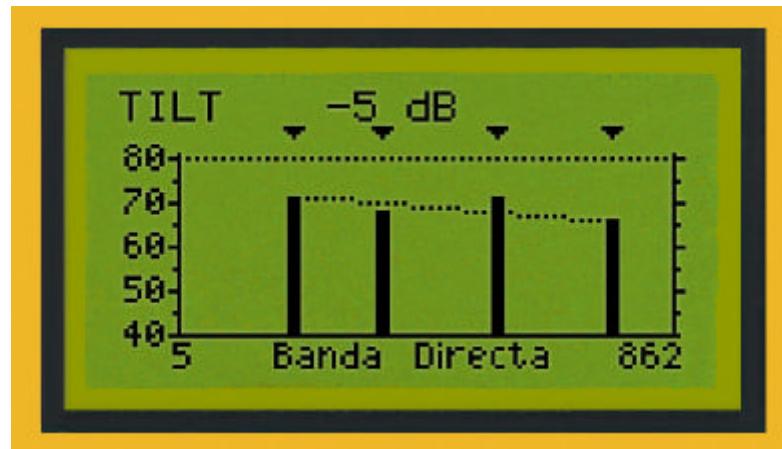
En la siguiente figura, se muestra un esquema de una red basada en Cable.



2.2.1 Medidas sobre la red de distribución

Estas medidas caracterizan la calidad de la red de distribución, especialmente en lo referente a los elementos activos, es decir, los distintos amplificadores de señal y elementos asociados al canal de retorno. Las principales medidas a realizar son las siguientes:

- ? **Análisis espectral:** una visión global del espectro frecuencial de las señales presentes en la red de Cable nos puede dar idea de los puntos problemáticos a analizar. Algunos equipos de medida permiten un análisis y medida pormenorizado en frecuencia. Entre estas características se encuentran la medida de valores máximos de la señal, medida de valores mínimos y detección de transitorios.
- ? **Medida del Tilt:** Esta función proporciona una medida cuantitativa sobre la ecualización de la banda. El Tilt nos indica el grado de ecualización de la banda en un punto determinado de la red de Cable. Un Tilt mayor afecta al nivel de C/N en los distintos canales o servicios. La siguiente figura muestra un ejemplo de dicha medida.



- ? **Medidas del CTB y CSO:** estas medidas se encuentran asociadas a productos de intermodulación de portadoras de canales de TV analógica. La existencia de

canales analógicos en la red de Cable puede incrementar las interferencias debidas a productos de intermodulación.

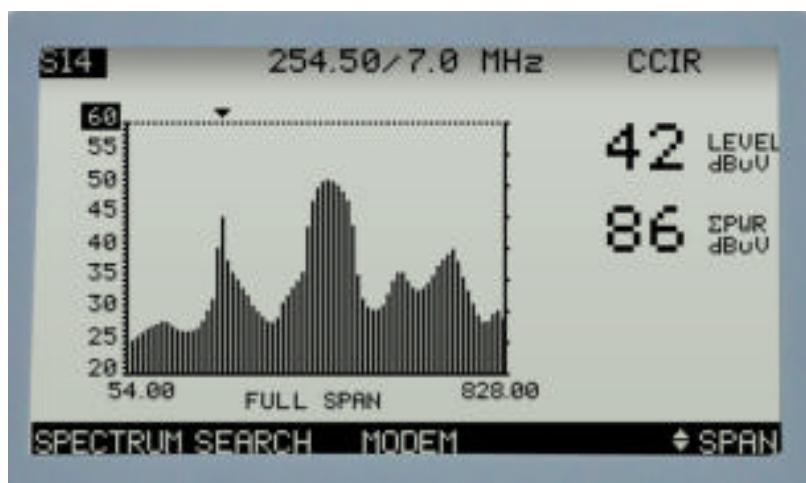
- ? **Medida de la potencia total:** existen métodos de medición de la potencia total presente en toda la banda (desde 5 MHz a 1.000 MHz). La existencia de un gran número de canales presente en la red de Cable supone un aumento de la potencia total conducida. El cálculo de dicha potencia se rige por la siguiente expresión:

$$LT = L + 10 \log N$$

(LT:nivel total, L:nivel medio de un canal, N: número de canales presentes).

De este modo, por ejemplo, la presencia de 80 canales con una potencia media de 80 dB μ V, supone una potencia total en la red de 99 dB μ V.

Algunos equipos de medida son capaces de realizar la medida total de potencia en toda la banda. En la imagen siguiente, aparece la medida de un canal digital de 7MHz en los 254.50MHz (42 dB μ V) y la medida en toda la banda (86 dB μ V).



2.2.2 Medidas sobre la señal DVB-C:

Estas medidas son inherentes a la modulación utilizada en señales digitales, ya sean datos como servicios de audio y vídeo. Permiten caracterizar la calidad de la señal recibida, siendo su objetivo garantizar una recepción casi libre de errores (QEF). Los parámetros a medir son los siguientes:

- ? **Medida del BER de canal (CBER):** ratio de errores a la entrada del demodulador. Debe ser mejor que 1 E-4 para alcanzar el QEF
- ? **Medida del BER:** corresponde al ratio de errores a la entrada del demultiplexor del TS y debe ser mejor que 1 E -10 para QEF.

Los valores de CBER y BER son los recomendados en la norma EN 300 429 V1.2.1 para una situación de QEF (Quasi Error Free) que supone un evento de error por cada hora de transmisión.

- ? **Medida de la relación potencia / ruido (C/N):** esta relación nos da indicación de la fortaleza del canal elegido, con referencia al ruido presente en el mismo canal.
- ? **Medida del MER:** es la medida específica de las modulaciones QAM y caracteriza la fortaleza de la señal recibida, relacionada con la constelación de la señal. En el caso de ruido Gaussiano, el C/N coincide con el MER. Los valores que pueden recomendarse como mínimos para modulaciones QAM 64 son entre 28 y 30 dB, mientras que para QAM 256 debemos tomar como mínimos MERs de 34 a 36 dB (White Paper Digital Transmission: Carrier-to-Noise Ratio, Signal-to-Noise Ratio, and Modulation Error Ratio)



2.2.3 Medidas en comunicaciones DOCSIS 3.0:

La recepción de servicios a través de DOCSIS 3.0 supone la medida de parámetros propios como son la medida del Jitter, la medida de la Latencia y la medida de los paquetes perdidos (Packet Lost Ratio).

Al tratarse de una comunicación basada en las modulaciones definidas según DVB-C, para DOCSIS 3.0 sirven todas las medidas y consideraciones sobre la red de distribución y la señal DVB-C.

2.2.4 Caracterización otras medidas de calidad

Además de las medidas anteriores, para comprobar la calidad de la señal y el buen funcionamiento de la incorporación de los servicios TVAD en las operadoras de cable, dentro del proyecto ACTIVA, el cual analiza los escenarios, procesos y modificaciones que se han de realizar dentro de la infraestructura de un operador de cable para soportar los servicios TVAD, se están evaluando otros tipos de medidas:

Medidas de calidad en la trama MPEG demodulada

La calidad de la señal demodulada se analiza agrupando los errores de acuerdo a tres prioridades, distinguiéndose errores de prioridad 1, 2 y 3. Al producirse un error en el transport stream (TS) de vídeo, se activa un determinado indicador, que permitirá conocer la procedencia del error producido.

- ? **Errores de prioridad 1.** Forman parte de este grupo todos aquellos errores asociados a parámetros que interrumpen la recepción o la decodificación del servicio de manera continua, por pérdida de sincronismo, pérdida de paquetes en el TS u otros motivos similares.
- ? **Errores de prioridad 2.** Forman parte de este grupo todos aquellos errores asociados a parámetros que interrumpen la recepción o la decodificación del servicio de manera no-continua o circunstancial.
- ? **Errores de prioridad 3.** Todos aquellos errores que no interrumpen la recepción o la decodificación del servicio, pero limitan alguna de sus posibilidades.

Medidas de calidad objetiva de la señal codificada

La determinación de las prácticas recomendables en el proceso de la señal de televisión de alta definición (AD) requiere de un análisis previo de calidad de la señal en cada punto de la cadena de proceso, ya sea en contribución, en transmisión, en almacenamiento o en edición y postproducción.

Las métricas diferenciales más populares en procesado de vídeo e imagen son el MSE y el PSNR, pero no son las únicas que se pueden emplear para realizar los análisis de calidad.

A continuación se resumen algunas de las métricas recomendables para este tipo de medidas objetivas:

- ? MSE (error cuadrático medio), mide el error ocurrido respecto de la imagen de referencia al ser comprimida.
- ? SNR (relación señal a ruido) y PSNR (relación señal a ruido de pico), parámetros más comúnmente empleados, sirven para evaluar los errores introducidos en la imagen durante la codificación.
- ? Edge PSNR, medida del PSNR en los bordes de la imagen, los cuales localizamos mediante un filtrado de tipo Canny.
- ? Pérdida de nitidez, mide la distorsión de la imagen ante cambios bruscos de iluminación en la escena captada.
- ? Desviación de brillo y desviación de contraste, miden las distorsiones de las características de iluminación e intensidad luminosa de la imagen.
- ? Blurring, mide la pérdida de energía en los bordes de la imagen.
- ? Tilling, o distorsión de bloque, mide la distorsión en bordes de una imagen al ser codificada.
- ? Distancia de cono, sirve para medir los efectos de un cuantificador sobre las componentes de tinte, saturación y luminosidad de una determinada imagen

2.3 Caracterización en recepción de una señal DVB-C con TVAD

Entendemos, que las recomendaciones a efectuar, en cuanto las especificaciones de la red y de los servicios de TV en Alta Definición, dependerán de las características de la señal portadora de la información. Los requerimientos de calidad de la red y del proceso de comunicación son inherentes al procedimiento de adecuación al canal, es decir, al estándar de modulación utilizado.

Así, en el caso de utilizar el estándar DVB-C, manteniendo los parámetros (QAM 64, por ejemplo), las especificaciones de la red de distribución y de la recepción son las mismas, sea con TV de definición estándar o de alta definición, con cualquier sistema de codificación de vídeo. Esta premisa permite asegurar la compatibilidad de la red en caso de migración a TV de alta definición con las mismas garantías de servicio.

En el caso de modificar la modulación (variando la constelación, por ejemplo de QAM 64 a QAM 256), los parámetros de medida de la red y del canal deberán ajustarse, en cualquier caso, con independencia de que se trate de servicios de TV estándar o de alta definición.

Tal como ya se ha indicado, la nueva norma DVB-C2 se encuentra en estudio, y, por tanto, queda fuera de la presente recomendación.

Por último, a la utilización del protocolo DOCSIS 3.0 por el hecho de trabajar sobre señales según DVB-C, deben aplicarse los mismos razonamientos expuestos para un único canal DVB-C. DOCSIS 3.0 exige la medida y definición de los parámetros específicos de comunicaciones IP (Jitter y Latencia).

Por tanto, concluimos que las redes existentes hoy en día son aptas para servicios de TV en Alta Definición, ya sea mediante DVB-C o DOCSIS 3.0, siempre y cuando se mantengan los parámetros de transmisión (tipo de modulación QAM).

2.4 Reglamento de las ICTs

La reglamentación actual de las ICTs indica, como principales características de las instalaciones de Cable, lo siguiente:

- banda de 86-862 MHz
- banda reservada a TV digital: 606-862 MHz
- canal de retorno 5-65 MHz
- cable coaxial según UNE 50117-1
- nivel de señal de TV analógica 62-82 dB μ V en el punto de terminación de red.
- relación portadora/ruido superior a 44dB en el punto de terminación de red.

2.5 Conclusiones

- ? El reglamento no da indicaciones expresas de las medidas a realizar para señales de TV digital (según DVB-C), por ello, en lo referente a la TV de Alta Definición, cabría la posibilidad de abrir la reglamentación, proponiendo la utilización de la banda de frecuencias hasta 1 GHz y no limitar la banda para TV digital entre los 606 y 862 MHz.

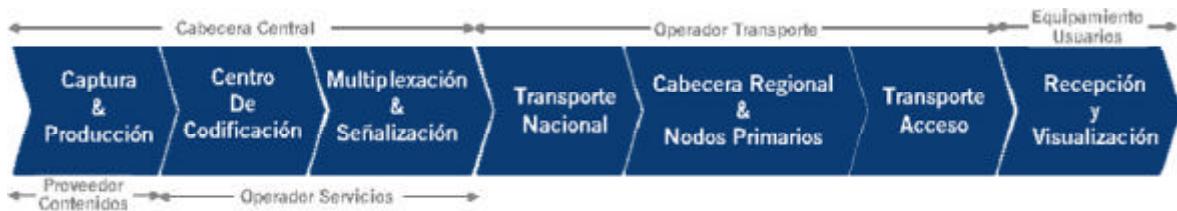
- ? La experiencia adquirida por los operadores de TV por cable en España, con el reglamento ICT actual, debe dar idea de la idoneidad de este reglamento. Con los resultados obtenidos hasta la fecha, se puede presuponer que las actuales instalaciones son válidas para el uso con TV digital de Alta Definición, siempre y cuando no se modifiquen los parámetros de la modulación.

3 T3. Impacto económico de la migración a la TVAD

La adaptación de las actuales Plataformas de distribución de Televisión Digital vía cable a servicios de TV/VOD de Alta Definición, requiere de un detallado análisis del impacto económico producido por los cambios técnicos y funcionales en las distintas etapas de la cadena de difusión.

3.1 Definición de la cadena de difusión

En la cadena de valor de un servicio de difusión de TVD de Alta Definición que incluye desde la captación o producción de contenidos hasta la recepción y visualización por el usuario, se establecen las siguientes áreas diferenciadas:



- ? *Cabecera central.* Se incluye el equipamiento común de los servicios de TVD y VOD. Realiza la captura y/o producción de todos los canales de TVD con cobertura nacional así como los procesos de codificación, ingestión y almacenamiento de todos los contenidos de VOD.
- ? *Operador de transporte.* Se pueden diferenciar 3 elementos fundamentales
 - Red de Transporte Nacional. Realiza la conexión entre la Cabecera Central y los diferentes Centros Regionales
 - Cabeceras Regionales y Nodos Primarios (NP). Incluye el equipamiento de los distintos servicios regionales de TVD y los videoservidores de almacenamiento/playout y equipos de modulación E-QAM
 - Red de acceso. Distribuye la señal desde el CR/NP a los usuarios. En el tramo final de la red de acceso los usuarios se distribuyen en grupos de Inserción (GI). Los usuarios asociados al mismo grupo de inserción comparten el ancho de banda disponible
- ? *Equipamiento de usuario (STB).* Tecnológicamente existe disponibilidad de STB-cable adecuados a la tecnología TVAD.

La introducción del servicio implica el despliegue de receptores que dispongan de tecnología AD y la puesta en marcha de un proceso de migración de los actuales equipos en servicio.

3.2 Modelo de estudio.

Para realizar la estimación del impacto producido por la introducción de AD, se plantea analizar los diferentes eslabones en los que se ha dividido la cadena de difusión, considerando cada uno de ellos como una unidad de coste individual.

Estas unidades de costes agrupan las posibles inversiones en

- ? Costes de actualización de equipamiento,
- ? Coste derivado de un mayor consumo de ancho de banda
- ? Costes derivados de los servicios requeridos.

El despliegue de nuevos servicios basados en formatos de Alta Definición está sustentado básicamente por una importante diferencia de calidad visual con respecto a la que se obtiene con la actual resolución estándar.

Es importante, en el despliegue de nuevos servicios de Alta Definición, que la señal llegue al usuario en las mejores condiciones posibles, evitando la utilización de formatos, anchos de banda o equipamiento que enmascaren los beneficios de una mayor resolución.

Parámetros técnicos. En función de las recomendaciones hechas en otros capítulos, se establece las siguientes hipótesis de trabajo

- ? La introducción y migración de los servicios de TV y VOD a Alta Definición, se realiza mediante los equipos disponibles actualmente en el mercado
- ? Adopción de MPEG-4/AVC H.264 como sistema de compresión para los servicios de Alta Definición, tanto en TVD como en VOD.
- ? Mantenimiento del mismo sistema de modulación DVB-C utilizado actualmente con las constelaciones de 64QAM para servicios TVD y 256QAM para servicios VOD.

Parámetros de servicio y temporales. El modelo de negocio para TV en el Cable, basados en servicios de pago, se ha definido tradicionalmente como un servicio global, lo que implica obtener disponibilidad para la mayoría de los usuarios en plazos de tiempo reducidos.

Los requerimientos de ancho de banda de los servicios TV/VOD-AD, son asumibles, al menos durante la fase inicial, con la actual topología de la red de cable, por lo que son planteables diferentes etapas para la introducción de la tecnología AD

- ? Introducción de nuevos servicios TV/VOD en alta definición, coexistiendo con la actual plantilla de contenidos en resolución estándar, sin modificaciones en la topología/dimensionado de red. Implica la reutilización del ancho de banda disponible, mediante la gestión de frecuencias disponibles o la sustitución de servicios obsoletos o poco atractivos.
- ? Simultaneidad de contenidos TV/VOD en SD y AD, se pueden plantear dos etapas en función del numero de servicios que convivan con ambas tecnologías:
 - Simultaneidad SD-AD sin modificaciones en la topología/dimensionado de red. El número de servicios que se pueden ofrecer simultáneamente, con las dos resoluciones es reducido y está limitado por la capacidad de gestionar el ancho de banda disponible con procesos similares a los explicados en el apartado anterior.
 - Simultaneidad de contenidos TV/VOD en SD y AD, con modificaciones en la topología/dimensionado de red. La ampliación de los requerimientos de ancho

de banda, principalmente en los contenidos bajo demanda, implican modificaciones en la topología/dimensionado que permita la optimización en los tramos de red de uso compartido para un grupo de usuarios

3.3 Definición de escenarios

El escenario más probable en la introducción de la tecnología de AD, para los operadores de cable, se puede plantear como una sucesión de etapas, teniendo en cuenta que la introducción y renovación de equipos de usuarios se realizará de forma progresiva dada la dificultades físicas de su realización y el elevado esfuerzo económico de migración, que actualmente está siendo asumido up front por el operador.

Independientemente de los modelos de negocio que puedan ser definidos por los operadores, la selección del escenario propuesto se ha enfocado al análisis del impacto económico en los diferentes elementos de la cadena de valor.

El escenario plantea un proceso en que de manera consecutiva se realicen las siguientes acciones:

1. Introducción de nuevos canales AD.
2. Simultaneidad de contenidos SD-AD, sin modificación en la topología de red
3. Crecimiento y migración de contenidos AD, manteniendo la simultaneidad con un porcentaje de contenidos SD, mediante la optimización del ancho de banda en las áreas de red compartida

La cuantificación del proceso se realiza a través de un escenario simplificado, en el que se establece un periodo de lanzamiento para la incorporación de nuevos canales AD y un periodo de crecimiento, en el que los contenidos SD sufren una evolución vegetativa y los contenidos AD experimentan un crecimiento lineal a lo largo del periodo definido hasta alcanzar el porcentaje indicado en función del servicio.

- ? Periodo de lanzamiento con introducción de nuevos servicios AD
 - Duración 1 Año
 - Canales broadcast: Número de canales SD 100 AD 5 canales Nuevos
 - Contenidos VOD: Horas almacenadas SD 1.500 h AD 50 horas
 - Clientes con disponibilidad de servicio SD 100% AD 5%
- ? Periodo de migración de un porcentaje de los servicios.
 - Duración 5 años
 - Canales broadcast: Número de canales SD 80 AD 40 canales Nuevos
 - Contenidos VOD: Horas almacenadas SD 3.500 h AD 3.000h
 - Clientes con disponibilidad de servicio SD 100% AD 40%

3.4 Análisis del impacto económico en los elementos de la cadena de valor

La consideración como unidad de coste individual, para cada uno de los eslabones en que se ha dividido la cadena de difusión, facilita la descripción del análisis y la valoración del impacto económico derivado de la introducción y migración de los servicios de TV/VOD a tecnología de AD.

En cada uno de los apartados se ha realizado el análisis, en función del tipo de servicio, de las inversiones estimadas en función de 2 parámetros fundamentales:

- ? Adecuación de las infraestructuras por parte del operador
- ? Actuaciones derivadas del aumento de ancho de banda para el transporte de las señales

3.4.1 Proveedores de contenidos.

Actualmente la grabación de contenidos se realiza, en gran parte, en AD y las productoras para TV ofrecen servicios en formatos AD.

Coste estimado para contenidos en Alta Definición.

- ? Canales de TV. La estimación se realiza sobre canales temáticos similares a los que actualmente integran la parrilla.
- ? El coste de los contenidos de un canal de TVAD puede suponer actualmente para el operador un coste 10 veces superior al de un canal TVSD, si bien se espera que se reduzca, a corto plazo, a un valor entre 3 y 5 veces.
- ? Contenidos VOD. La mayor dispersión entre las temáticas y duración de los contenidos, dificulta la comparación entre el coste de los contenidos AD y SD. La estimación utilizada en el modelo es que el coste medio de los contenidos para VOD con AD duplica a sus homólogos con definición estándar

3.4.2 Cabecera Central.

La incorporación de tecnología AD, implica mantener simultáneamente contenidos, incluso en determinados casos los mismos, en ambos formatos (SD y AD).

- ? TV Broadcast.. El coste del equipamiento necesario (Receptores, Codificadores Video-Audio y Multiplexores) para poner en servicio un canal de TVAD se estima que es 4 veces superior al coste de un canal con definición estándar. El ancho de banda por canal se duplica
- ? VOD. La inclusión de nuevos eventos-AD implica mayor capacidad de almacenamiento en los videoservidores, la cual será función de número y la duración de los eventos AD. En el escenario planteado el número de horas de almacenamiento para eventos AD es similar al de SD, duplicándose el número total de horas de almacenamiento, lo que implica que el coste de equipamiento se multiplica por un factor práctico de 2

3.4.3 Red de Transporte Nacional.

El análisis de impacto se ha realizado teniendo en cuenta el dimensionado de la Red de Transporte necesario para absorber el incremento de tráfico motivado por la incorporación de la tecnología AD. La valoración se establece en función del parámetro Coste Neto por Mbps. incremental.

- ? TV Broadcast. El mayor ancho de banda necesaria en AD implica un aumento proporcional en los costes de transporte. A modo de ejemplo, la incorporación de un 50% de los canales TVAD, implica duplicar los costes de transporte.
- ? La arquitectura VOD se rige por la estimación 80/20, donde solamente el 20% de la librería se enviará en directo desde la cabecera central, frente a un 80% de los eventos se suministrara desde los servidores de almacenamiento regional. Un incremento de un 50% en los eventos AD solamente se estima que puede producir un aumento del 10/15% en el tráfico nacional.

3.4.4 Cabeceras Regionales y Nodos Primarios.

La incorporación de Canales Regionales en AD tiene una incidencia similar a la explicada para la cabecera central.

El concepto de arquitectura distribuida para VOD sitúa los servidores de almacenamiento local y playout en las Cabeceras Regionales y Nodos Primarios.

3.4.5 Red de Acceso.

La gestión de la banda disponible, en la red de acceso, para servicios de TV y VOD es un factor clave para el análisis del impacto económico derivado de la introducción de servicios de TVAD

Factores que influyen en los requerimientos de ancho de banda

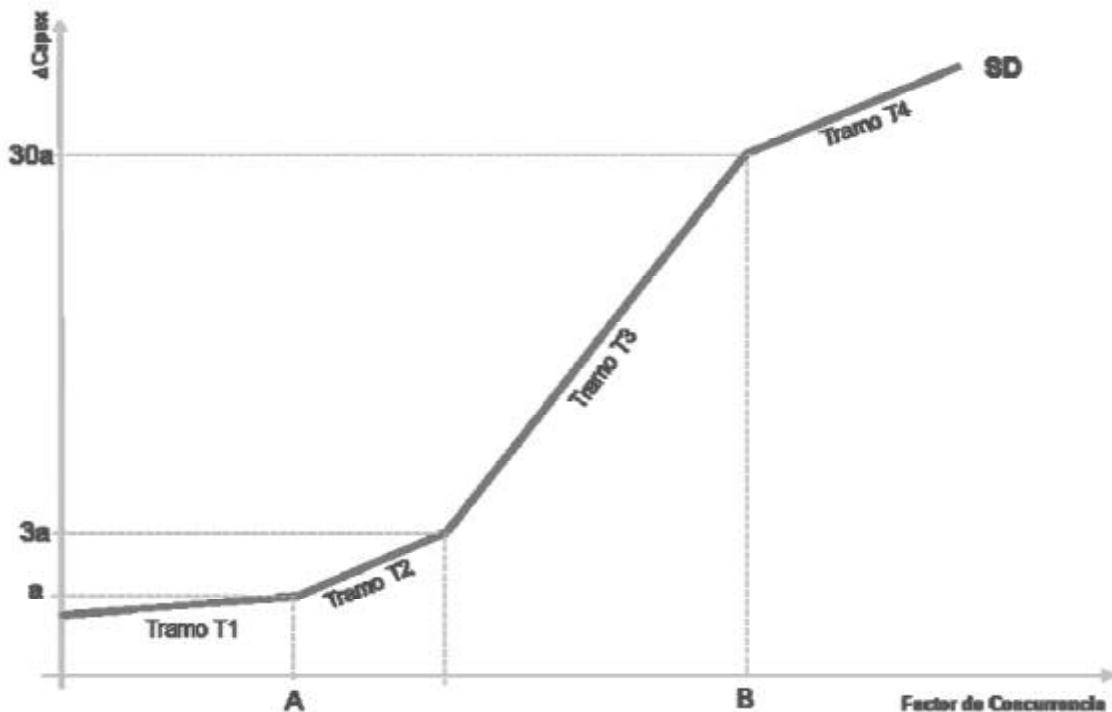
- ? Canales Broadcast. El ancho de banda necesaria es directamente proporcional al número de canales. Se considera que no implica coste incremental, ya que obviamente el operador debe reservar el ancho de banda necesaria para la emisión del número de canales establecido.
- ? Servicios de VOD. En la arquitectura de cable descrita, el servicio VOD en el tramo denominado red de acceso es un servicio unicast. La banda disponible para VOD se comparte entre todos los usuarios asociados al mismo grupo de inserción (GI) de cable.

La capacidad del servicio VOD por GI se estima en función del factor de concurrencia (fc), que es la estimación matemática del máximo número de clientes que utilizan el servicio simultáneamente.

El factor fc evoluciona en función de parámetros muy diversos, como:

- Número de usuarios con acceso al servicio
- Número y atractivo de eventos disponibles en el servicio.
- Tipos de servicio ofrecidos: gratuitos, por suscripción, pago por evento, etc.
- Duración media de los eventos
- Franja horaria

Análisis de la evolución del servicio VOD SD



En la figura adjunta se sintetiza la evolución de los costes en función del factor de concurrencia, para servicio VOD SD y el impacto producido por la incorporación del AD.

El diseño inicial del equipamiento y ancho de banda necesaria en la red de acceso, se realiza para un valor definido de f_{CA} (representado por el punto A de la gráfica), que permita soportar el periodo de lanzamiento y un periodo temporal fijado por el operador.

- La pendiente del tramo T1 representa el crecimiento vegetativo de las inversiones del sistema, motivado fundamentalmente por un aumento en las necesidades del almacenamiento. Esta pendiente es, en realidad, un fijo incluido en todos los tramos.

A partir de que el factor de concurrencia supere el factor de diseño inicial (f_{CA}) será necesario ampliar la capacidad del servicio. Es previsible la posibilidad de gestionar un grupo de frecuencias, por GI, superior al utilizado para el lanzamiento del servicio. Implica la incorporación de nuevos equipos E-QAM

- El tramo T2 indica el Capex adicional necesario para la incorporación gradual de los E-QAM necesarios en cada uno de los NP en los que, de forma gradual, se deba ampliar el servicio.

Un especial impacto en la evolución del Capex se produce en el momento en que el operador, para afrontar el crecimiento del servicio, no puede gestionar nuevas frecuencias, ya es necesario desdoblarse la red de acceso. Los usuarios asociados a un GI son distribuidos en dos o más GIs.

- El Capex necesario para el desdoblamiento de la red de acceso, se muestra en el Tramo T3. Este proceso supone una fuerte inversión. El desdoblamiento de los GI en toda la red de acceso, no se producirán de

forma simultánea, sino de forma gradual y continuada en función de las necesidades que se vayan detectando en las diferentes áreas geográficas de las redes de acceso.

La acción combinada de incrementar el ancho de banda junto con el desdoblamiento de la red de acceso por GI, aumenta sensiblemente la capacidad de utilización del servicio, estimándose que el factor de concurrencia puede aumentar en un factor aproximado de 3 respecto a las condiciones iniciales del diseño ($f_{CB}=3f_{CA}$).

- El tramo T4 corresponde al mismo criterio que T2, si bien su pendiente es menor debido a que el proceso de desdoblamiento de la red de acceso libera capacidad en los equipos E-QAM y por lo tanto el ritmo de incorporación de nuevos equipos crecerá más lentamente.

Impacto producido por la incorporación de VOD AD

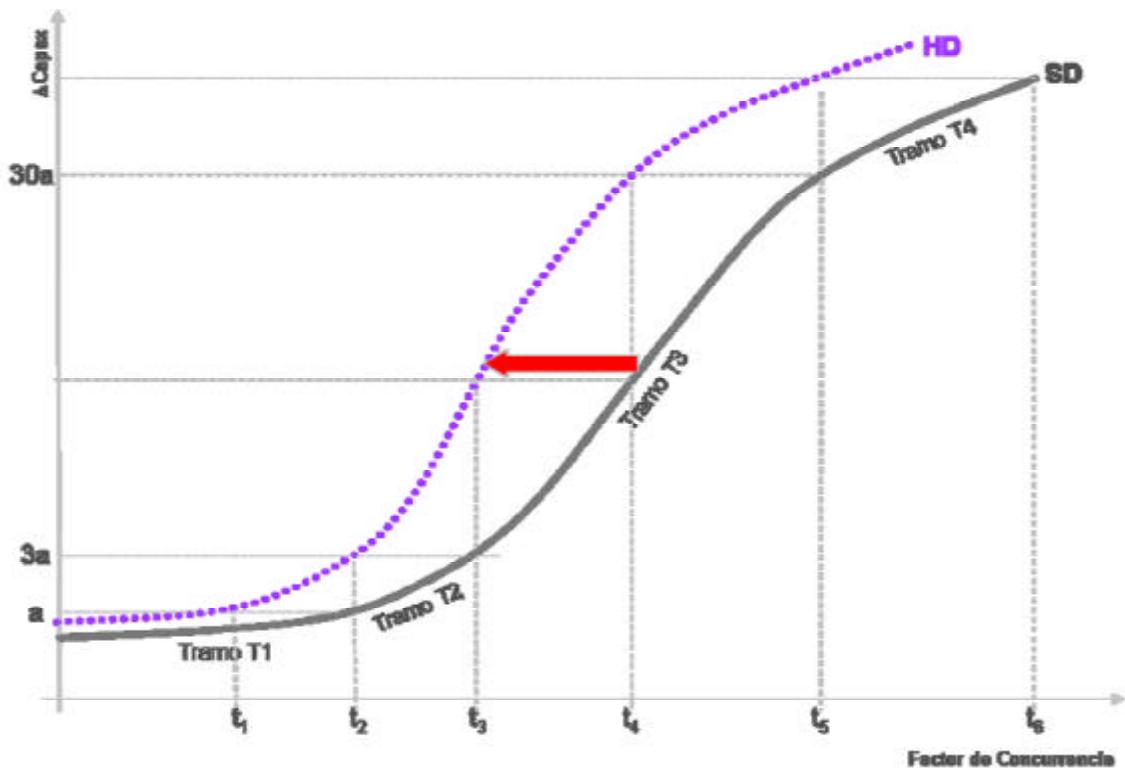
La introducción de la tecnología AD en los servicios de VOD, supone:

- Un incremento en la capacidad de almacenamiento necesaria en los servidores, función directa del número de eventos disponibles en AD.
- Un aumento en el ancho de banda necesaria por servicio. Ello implicará una mayor utilización del espectro y por tanto un aumento en la concurrencia.
- Paralelamente se estima que el atractivo de la nueva tecnología incrementará el número de clientes y el uso de los servicios bajo demanda, lo que aumentará también la concurrencia.

Como consecuencia de los tres factores, el impacto de introducción de AD se puede modelar como un aumento del factor f_c respecto al mismo servicio sobre SD. En el escenario analizado (periodo de 5 años) se estima que la utilización de AD, puede incrementar el factor de concurrencia en un porcentaje alrededor del 40%.

La evolución temporal del factor de concurrencia corresponde en realidad a un proceso de evolución natural del servicio, con lo que en definitiva la gráfica anterior se puede representar como una función del tiempo.

Basándose en este análisis se puede realizar la proyección del ?Capex como una función temporal del servicio con tecnología SD y AD (ver grafica adjunta)



Sobre la gráfica, el impacto para un operador de la introducción de AD se pone de manifiesto en un adelanto en las inversiones respecto al mismo servicio en SD.

3.4.6 Terminales de Usuario.

La introducción de AD implica la utilización de un nuevo terminal de usuario (STB). Existe disponibilidad tecnológica y comercial de STB para cable.

El impacto económico no esta derivado de la comparación entre los actuales STB y los STB adaptados a AD, sino de la necesidad de renovación del parque de STB para el desarrollo de los servicios TV/VOD AD

Los planes de negocio de cada operador, fijaran el ritmo de renovación del actual parque de STB, siendo en cualquier caso un proceso progresivo y costoso.

3.4.7 Otros Equipamientos y Servicios.

De forma complementaria se requieren inversiones en los siguientes campos:

- Equipamiento de Monitorado y Supervisión
- Equipamiento de Laboratorio e integración en Maqueta
- Stocks de repuestos
- Integración en Sistemas de Gestión
- Formación de personal técnico

3.5 Conclusiones

La valoración global del impacto económico derivado de la introducción de servicios TV/VOD con tecnología AD se puede establecer en dos grandes áreas.

- ? **Costes incrementales directos**, se concentran en la compra de contenidos (coste de 3 a 5 veces superior), la actualización del equipamiento (4 veces superior) y un incremento en los costes de transporte, tanto en las redes nacionales como de acceso (50% de canales TVAD, duplican los costes de transporte). Permiten asumir la incorporación de un conjunto básico de servicios TVAD que puedan ser gestionados con la actual topología de red
- ? **Costes derivados del ancho de banda necesaria**, motivado por la convivencia de canales de TV SD-AD junto con la evolución creciente de los servicios bajo demanda. Supone un importante crecimiento en el nivel de inversión necesario para el desdoblamiento de los tramos correspondientes de la red de acceso (hasta 30 veces superiores a la etapa inicial, en el caso de desdoblar toda la red).

La migración a formato AD, fundamentalmente en los servicios VOD, introduce un notable adelanto en la realización de las inversiones

- ? El **mayor impacto económico** se centra en la introducción y **renovación** del parque de STBs para la recepción y visualización de los nuevos formatos y resoluciones. En el modelo actual, el coste de la migración debe ser asumido íntegramente por el operador, por lo que el proceso puede alargarse en el tiempo dificultando la obtención de ser un servicio universal

ANEXO 1: Descriptores de la tabla SDT

Descriptores Tipo_Componente (Component-Type) y Tipo de Servicio (Service_Type) de la tabla SDT de acuerdo con la siguiente tabla.

Tipo de Servicio
MPEG-2 HD Digital Televisión Service
AVC HD Digital Televisión Service
AVC HD NVOD Time Shifted Service
AVC HD NVOD Reference Service

Tipo de Componente
MPEG-2 HD 4:3 25 Hz
MPEG-2 HD 16:9 25 Hz
MPEG-2 HD 16:9 sin vectores pan 25 Hz
MPEG-2 HD >16:9 25 Hz
MPEG-2 HD 4:3 30 Hz
MPEG-2 HD 16:9 30 Hz
MPEG-2 HD 16:9 sin vectores pan 30 Hz
MPEG-2 HD >16:9 30 Hz
AVC HD 4:3 25 Hz
AVC HD 16:9 25 Hz
AVC HD 4:3 25 Hz
AVC HD 16:9 25 Hz
AVC HD 16:9 sin vectores pan 25 Hz
AVC HD >16:9 25 Hz
AVC HD 4:3 30 Hz
HE-AAC mono
HE-AAC stereo
HE-AAC Surround
HE-AAC v2 mono
HE-AAC v2 stereo
HE-AAC v2 Surround
HE-AAC v2audio description for the visually impaired

ANEXO 2: BIBLIOGRAFÍA Y REFERENCIAS

ETSI EN 300 429 (DVB-C)

- BOE Real Decreto 401/2003 de 4 de abril 2003 (Reglamento ICT's)
- DSL FORUM, Technical Report TR-126 Triple-pal Services Quality of Experience (QoE) Requirements
- White Paper Digital Transmission: Carrier-to-Noise Ratio, Signal-to-Noise Ratio, and Modulation Error Ratio, Broadcom Corporation y Cisco System

ANEXO 3: GLOSARIO

Términos

AVC	Advanced Video Coding
BER	Bit Error Ratio
CSO	Composite second order
CTB	Composite Triple Beat
C/N	Carrier-to-noise power ratio (N measured in a bandwidth equal to symbol rate)
DOCSIS	Data Over Cable Service Interface Specification
DSL	Digital Subscriber Line
DVB	Digital Video Broadcasting
DVB-S	Digital Video Broadcasting Satellite
DVB-T	Digital Video Broadcasting Terrestrial
DVB-C	Digital Video Broadcasting Cable
EIT	Event Information Table
GI	Grupo de Inserción
HFC	High-band Fiber-optic Cable; Hybrid Fiber/Coax
HDCP	High-Bandwidth Digital Content Protection
ICT	Infraestructuras Comunes de Telecomunicaciones
IP	Internet Protocol
IPTV	TV sobre IP
MER	Modulation Error Ratio
MPE	Multi Protocol Encapsulation
MPEG	Moving picture experts group
NP	Nodo Primario
QAM	Quadrature amplitude modulation
QEF	Quasi-Error-Free
SDTV	Standard Definition Television
SI	Service Information
STB	Set Top Box
TDT	Televisión Digital Terreste
TS	Transport Stream
TVD	Televisión Digital
TVAD	Televisión Digital de Alta Definición
TVSD	Televisión Digital de Definición estándar
VC1	Especificación de codificación de video de la SMPTE
VOD	Video On Demand
VoIP	Voice over IP

Organismos

ATSC	Advanced Television Systems Committee
DVB	Digital Video Broadcasting
EBU	European Broadcasting Union
ETSI	European Telecommunication Standard Institute
UIT	Unión Internacional de Telecomunicaciones
MPEG	Moving Picture Experts Group