

MODELO PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE TELEVISIÓN DIGITAL SOBRE IP EN EMPRESAS DE
TELECOMUNICACIONES EN COLOMBIA

SERGIO CAMILO GAONA BAUTISTA
FEDERICO ANDRÉS VILLA AVENDAÑO

Trabajo de Grado para optar al título de Especialista en Gerencia de Proyectos

Asesora
Piedad Roldan Jaramillo
Docente

CORPORACION UNIVERSITARIA MINUTO DE DIOS
BELLO
2009

CONTENIDO

1.	PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	6
2.	ANTECEDENTES	8
2.1	DOMINIOS FUNCIONALES DE LA TECNOLOGÍA.....	10
2.2	MERCADO DE IPTV	12
3.	OBJETIVOS	13
3.1	OBJETIVO GENERAL	13
3.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS:	13
4.	JUSTIFICACION	14
4.1	ASPECTOS CLAVES	14
4.1.1	La digitalización de la televisión	14
4.1.2	Mejoras en las tecnologías de compresión de video.....	15
4.1.3	Aspectos comerciales y de negocio	15
4.1.4	El crecimiento del uso de banda ancha	15
4.1.5	Aparición de hogares digitales integrados	15
4.2	BENEFICIOS PARA LOS USUARIOS DEL SERVICIO	16
5.	MARCO TEORICO.....	17
5.1	DEFINICIÓN DE IPTV	17
5.2	ARQUITECTURA IPTV	17
5.2.1	Tipos de redes de acceso (Última milla)	19
5.2.1.1	Fibra óptica	19
5.2.1.2	Red xDSL	20
5.2.1.2.1	ADSL2	22

5.2.1.2.2	VDSL (Very high speed Digital Subscriber Lines).....	23
5.2.1.3	Redes de TV por Cable (HFC) de nueva generación.....	23
5.2.1.3.1	DOCSIS.....	25
5.2.1.4	IPTV sobre una red satelital.....	27
5.2.2	Tecnologías de red core o backbone para IPTV.....	29
5.2.2.1	ATM y SONET/SDH.....	29
5.2.2.2	IP y MPLS.....	29
5.2.2.3	Metro Ethernet.....	30
6.	METODOLOGIA.....	32
6.1	FASE DE INICIACIÓN.....	32
6.2	FASE DE PLANEACIÓN.....	33
6.3	FASE DE EJECUCIÓN.....	33
6.4	FASE DE MONITOREO Y CONTROL.....	34
6.5	FASE DE CIERRE.....	34
7.	CONSTRUCCIÓN DEL MODELO.....	36
7.1	FASE PRELIMINAR (FUERA DEL ALCANCE DEL PROYECTO).....	36
7.2	FASE DE INICIACIÓN.....	36
7.3	FASE DE PLANEACIÓN – ELABORACIÓN DEL PLAN DE GERENCIA DEL PROYECTO.....	39
7.4	EJECUCIÓN.....	49
7.5	MONITOREO Y CONTROL.....	49
7.6	CIERRE.....	49
8.	CONCLUSIONES.....	51
9.	BIBLIOGRAFÍA.....	52

RESUMEN

El trabajo se centra en la construcción de un modelo práctico para la implementación del servicio de televisión digital interactiva aplicable para empresas del sector de telecomunicaciones en Latinoamérica. El auge y masificación de este servicio ofrecido por los operadores de televisión por suscripción en el mundo conlleva a la necesidad de que en las empresas de nuestra región se emprendan proyectos de este tipo de forma que se reduzca la brecha tecnológica con respecto al mundo industrializado. El objetivo entonces es generar valor y ser competitivo en un mercado cambiante y complejo.

Se plantea un modelo genérico para este contexto partiendo de la base que se cumplan unas características y condiciones comunes. La metodología de construcción del modelo se fundamenta en la indagación e investigación de los aspectos tecnológicos, financieros y sociales más relevantes y en la referenciación de las lecciones aprendidas de procesos previos de implementación. Con esta información, elaborar un esquema de plan de trabajo con estimaciones de tiempo y costo con un alcance claramente definido.

Los factores y restricciones a tener en cuenta dentro del modelo son: recursos financieros, recursos humanos, infraestructura actual, tecnologías a implementar y procesos de modernización, negociación con terceros.

ABSTRACT

The work focuses on building a practical model for implementation of interactive digital television services applicable to companies in the telecommunications sector in Latin America. The rise and popularization of the service offered by subscription television operators in the world leads to the need for businesses in our region to undertake such projects in a way to reduce the technological gap with respect to the industrialized world. The goal then is to create value and be competitive in a changing and complex market.

There is a proposal for a generic model in this context on the basis that compliance with some common characteristics and conditions. The methodology of construction of the model is based on inquiry and investigation of the most relevant technological, financial and social aspects and referencing lessons

learned from previous processes of implementation. With this information, develop an outline of work plan with estimated time and budget with a clearly defined scope.

Constraints and factors to be considered within the model are: financial resources, human resources, existing infrastructure, technologies to implement the modernization process, negotiating with third parties.

1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Las tendencias mundiales apuntan a generar servicios en los cuales se brinde al usuario una satisfacción total de sus necesidades de comunicación y entretenimiento y es por ello que se ha convertido en una estrategia de los operadores de servicios de telecomunicaciones, en especial de los operadores de telefonía fija, el prestar servicios empaquetados que requieran las capacidades de las redes de banda ancha. Esto es posible gracias a la infraestructura digital de redes, pues permite la convergencia de redes y servicios, ofrecer servicios bajo demanda e interactivos a los clientes y en última instancia atender el modelo de competencia creciente en donde el beneficio mayor será para el cliente.¹

Prestar un servicio 'Triple Play', donde se empaqueten la mayor cantidad de servicios que requieran los clientes y la mejor calidad es uno de los objetivos que cualquier empresa de telecomunicaciones persigue en el mercado actual; teniendo en cuenta que la batalla por el cliente se traduce en un escenario en el que el primero que capta un cliente, se lo lleva todo: la telefonía, la conectividad de banda ancha y la televisión. De aquí la importancia que cobra la oferta 'Triple Play', en donde la televisión se perfila como el protagonista principal de la oferta, especialmente si se tiene en cuenta que ésta lleva asociado un factor diferencial muy importante que es el contenido y que es el medio de comunicación de más alta penetración.

Cada día se ve la necesidad de desarrollar productos que permitan ofrecer a los clientes televisión digital la posibilidad de acceder a servicios de contenido, interactivos, bajo demanda y a la medida de sus necesidades. Estos servicios cuentan con infinitas posibilidades de entretenimiento, generando en el cliente una muy buena percepción y satisfacción con el servicio.

Durante el desarrollo de este trabajo brindaremos algunas alternativas a las empresas o personas que quieran tener un primer punto de análisis para desarrollar sus estrategias ó continuar un estudio mas

¹ Idea tomada de O'Driscoll Gerard, Next Generation IPTV Services and Technologies, WILEY-INTERSCIENCE, A JOHN WILEY & SONS, INC., Enero 2008

avanzado que ayude a desarrollar modelos de negocios aplicables a la naturaleza del mercado en Colombia.

Debido a las diferentes tecnologías existentes para la prestación del servicio de televisión por suscripción en el entorno latinoamericano, el modelo a construir debe proponer diferentes alternativas de migración para cada tecnología, identificando los elementos claves para realizar el proceso de factibilidad y posterior ejecución.

En esa medida, para una empresa lo primero a definir son los requerimientos técnicos y operativos para la puesta en funcionamiento del servicio. Ello implica realizar un análisis detallado del estado actual y de acuerdo con la infraestructura instalada, los procesos operativos y la posibilidad de modernización tecnológica, se plantea un curso de acción determinado.

A nivel técnico se deben valorar los siguientes aspectos: redes de transporte y acceso (cobre, híbrido, satelital), infraestructura para la recepción y distribución de la señal de televisión, plataforma middleware, terminales de cliente, integración con sistemas de información corporativos.

Por fuera del alcance de este trabajo quedan los estudios de mercado y plan de negocios asociado al servicio de televisión por suscripción. El modelo a elaborar asume que ya se hayan realizado los estudios de mercado pertinentes y que el proyecto de implementación de televisión digital se haya autorizado de forma preliminar para su estudio de factibilidad técnica y financiera. Por simplicidad del análisis, se entiende entonces que la empresa tiene identificado los factores críticos del mercado y la oportunidad de negocios.

También se excluye del análisis el tema de la televisión digital terrestre pública pues no es objeto de estudio del presente trabajo.

2. ANTECEDENTES

Los servicios de telecomunicaciones en Colombia han venido evolucionando en los últimos años debido a un cambio drástico en la dinámica del mercado. Se pasó de tener mercados regionales con fuerte presencia de empresas de telecomunicaciones propietarias de las redes de cobre que se utilizaban solamente para prestar los servicios de telefonía básica a un nuevo panorama de convergencia de servicios con presencia de nuevos competidores de carácter internacional y replanteamiento de mercados a un escenario nacional².

La prestación de servicios de valor agregado tales como Internet banda ancha ha requerido la modernización de las redes de los operadores de telecomunicaciones y cable para soportar los nuevos requerimientos de transmisión de datos y redes de acceso a alta velocidad.

El mercado de televisión por suscripción en Colombia ha crecido de forma considerable en la última década con la aparición de múltiples operadores por cable concentrados de forma regional. La masificación del servicio supone una importante fuente de ingresos y un fenómeno de competencia que favorece al consumidor en el nivel de ofertas y productos entregados por los proveedores. De la misma forma, se ha vuelto interesante el mercado de TV paga para los servicios de pauta publicitaria, focalización de clientes y especialización en el nivel de penetración e impacto en el consumidor de las campañas publicitarias. Cada día más personas se volcán a la TV por suscripción por su calidad y variedad de contenido frente a la pobre oferta de los canales públicos. Las mediciones de audiencia realizadas en Colombia dan cuenta de lo mencionado y evidencian la presencia de un tercer actor en la distribución de la torta publicitaria. Referencias

El hecho de que las grandes empresas de telecomunicaciones han expandido sus redes y mercados buscando nuevas oportunidades de negocio ha favorecido que incursionen en el negocio de TV paga e Internet banda ancha sumado a la tradicional telefonía básica.

A medida que las grandes empresas concentran el mercado a su favor, a través de un gran capital y respaldo para lograr una mayor participación del mercado a través de adquisiciones y expansiones

² Basado en estudios de mercado y factibilidad técnica de UNE EPM Telecomunicaciones

tecnológicas, muchas de las pequeñas empresas que proliferaron hace algunos años, han venido desapareciendo para dar paso a las grandes empresas líderes del sector.

La ventaja que ello supone es la formalización del mercado entorno a mejores prácticas para la prestación del servicio y cumplimiento con la regulación gubernamental y las obligaciones que ello supone frente al estado.

La última tendencia para la prestación de servicios de telecomunicaciones en Colombia es el empaquetamiento de dos, tres o hasta cuatro componentes. De ahí se surge el concepto de 'triple play' para hacer referencia a la prestación por parte de la misma compañía de los tres servicios principales de comunicaciones en el hogar: telefonía, televisión e internet.

Las velocidades de acceso a internet han ido incrementando considerablemente con la aparición de diferentes tecnologías apropiadas en el país. Luego del surgimiento de Internet y su posterior popularización gradual en el mundo, se ha pasado de tener conexiones telefónicas de 32, 64, 96 y 128 kilobits por segundo (Kbps) al concepto de accesos banda ancha superiores a 512 Kbps y 1 Mbps. En las redes de última generación se puede soportar conexiones hasta de 20 Mbps en la velocidad de descarga. Sin embargo, el servicio de televisión en Colombia se entrega en su mayoría en formato analógico, lo que supone un considerable atraso con las tendencias mundiales en la modernización de las redes para soportar la televisión digital cuyos beneficios están claramente a la vista.

La televisión digital es el avance más significativo en el campo de la Televisión desde que fuera creado hace alrededor de un siglo. La TV digital ofrece a los clientes más opciones y hace que la experiencia del usuario sea más interactiva. El sistema analógico ha estado operando por más de 60 años. Durante este periodo, los televidentes experimentaron la transición de los televisores blanco y negro a los de color. La migración de la televisión en blanco y negro hacia la televisión a color requirió que los usuarios adquirieran nuevos dispositivos, y que los proveedores tuvieran que adquirir nuevos transmisores y equipos de pre y pos producción.

Actualmente, la industria afronta un proceso profundo de transición, para migrar la TV convencional hacia una nueva era de tecnología digital. En el mundo, muchos operadores de TV han actualizado sus redes existentes para desplegar plataformas digitales avanzadas como parte de un esfuerzo por migrar los suscriptores de los tradicionales servicios analógicos hacia los servicios digitales de nueva generación. Una nueva tecnología de TV sobre el protocolo IP conocida como IPTV, ha empezado a destacarse en el mundo con el aporte de empresas precursoras del área de telecomunicaciones que han emprendido iniciativas para entregar video mediante un servicio de redes IP. Como el nombre lo sugiere, IPTV

describe un mecanismo para el transporte de un flujo de contenido en video sobre una red que usa el protocolo IP. Los beneficios de este mecanismo de entrega de señales de televisión van desde el incremento del soporte para la interactividad hasta el mejoramiento de los tiempos para cambio de canal y la interoperabilidad con las redes existentes en los hogares.

En Colombia, la aparición de esta tecnología apenas se ha iniciado con la implementación de la empresa EPM Telecomunicaciones. Por su parte, existe un proveedor de TV digital satelital llamado DirecTV y la empresa mexicana Telmex ha modernizado su cabecera para la digitalización del contenido. Por su parte, la Comisión Nacional de Televisión ha elegido el estándar europeo de TV digital terrestre para iniciar el proceso de migración a la nueva tecnología con la meta de realizar el apagón analógico en diez años a partir de la selección del estándar DVB.

La transición del sistema analógico a digital será gradual para permitir que los proveedores de servicios mejoren sus redes de transmisión y para que los fabricantes fabriquen en masa los dispositivos digitales. En desarrollo por más de una década, el sistema de televisión digital que se ha desarrollado hoy es el resultado directo del trabajo de los científicos, tecnólogos, los organismos de radiodifusión, fabricantes, y una serie de órganos creados en virtud de establecer normas internacionales.

Los operadores en el mercado nacional han evidenciado la necesidad de implementar estos servicios de televisión de última generación para estar al mismo nivel de los grandes competidores presentes actualmente y ofrecer ofertas de mayor valor a los clientes con servicios más atractivos que diversifiquen su portafolio.³

2.1 DOMINIOS FUNCIONALES DE LA TECNOLOGÍA

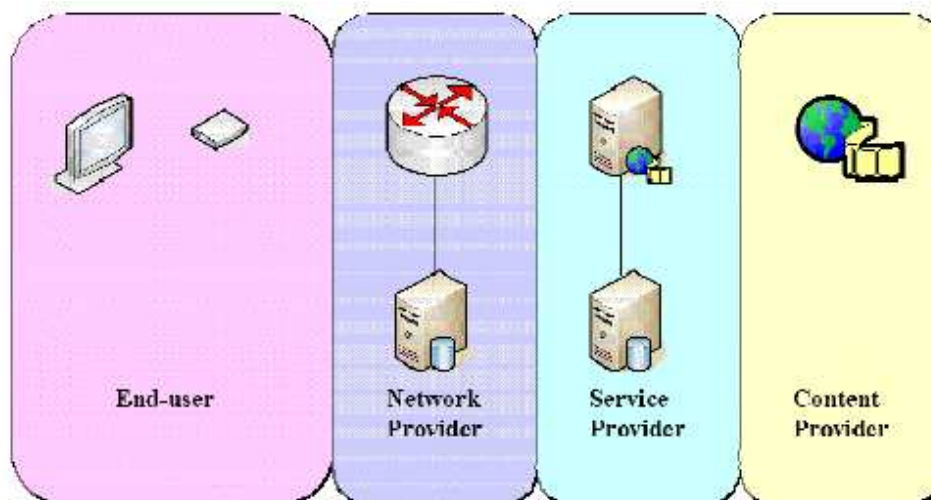
La siguiente figura tomada de la especificación UIT-T FG IPTV⁴, muestra los principales dominios funcionales que intervienen en la prestación de un servicio de IPTV. Esto se provee en este documento para ayudar a la comprensión de requerimientos que de alguna manera se refieren a estos dominios.

³ Informe Sectorial de Televisión, Comisión Nacional de Televisión, Bogotá, Junio de 2006 – N°1

⁴ Arnold John F., Frater Michael R., and Mark R. Pickering, Digital Television: Technology and Standards, Septiembre 2007

UIT-T FG IPTV : Union Internacional de Telecomunicaciones, Televisión por protocolo IP

Estos dominios funcionales no definen un modelo de negocio. Además, un solo proveedor puede actuar en varios dominios funcionales.



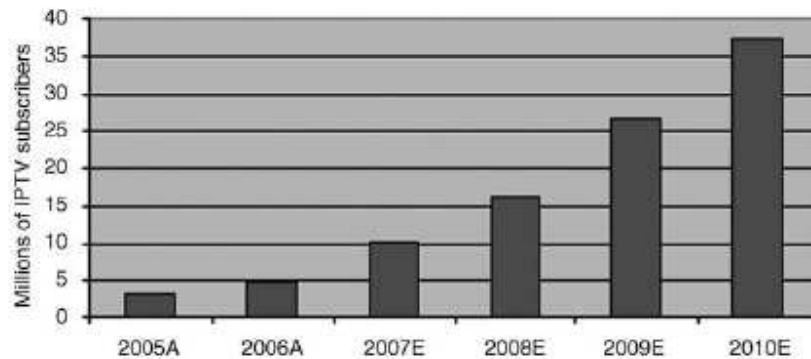
Dominios funcionales de IPTV. Tomado de especificación UIT-T FG IPTV⁵

Se puede observar como existe una capa de usuario final cuya experiencia es el factor más importante para medir la calidad del servicio. Por otra parte se requiere tener en cuenta los dominios funcionales de la capa de red y la capa de plataformas/servicios de centro de datos. Finalmente, esto se articula con el servicio de proveedores de contenido, el cual es componente vital de cara a la percepción del servicio por parte del usuario. Se considera que el contenido es el factor ganador para la prestación del servicio pues al cliente no le interesa cual es la infraestructura tecnológica que se usa para entregar el servicio sino la calidad y pertinencia de los contenidos en vivo, televisión desplazada y video bajo demanda.

⁵ Arnold John F., Frater Michael R., and Mark R. Pickering, Digital Television: Technology and Standards, Septiembre 2007

UIT-T FG IPTV : Union Internacional de Telecomunicaciones, Televisión por protocolo IP

2.2 MERCADO DE IPTV



Cientes del servicio IPTV en el mundo. Tomado de O'Driscoll.

En la grafica se puede ver el crecimiento del número de suscriptores del servicio IPTV en el mundo. La cifra ha pasado de alrededor de 2 millones en 2005 a más de 15 millones en el año 2008. Se estima que para el 2010 haya entre 35 y 40 millones de usuarios suscritos al servicio. El mayor crecimiento se ha dado en Europa y en Asia.

IPTV Tendrá el 5,7% de Abonados a Sistemas de TV Paga para 2014 en América Latina; Inversiones para Desarrollo de esta Plataforma Superarán US\$ 4.200 Millones hasta 2014. La tecnología comenzará a cobrar impulso a partir de 2010; Mercados de Brasil, México, Venezuela y Colombia, en ese orden, serán los que realicen el mayor aporte de abonados de IPTV en el mediano plazo. El empaquetamiento de servicios de video, sea DTH o IPTV por parte de los operadores de telecomunicaciones supone, además de la búsqueda de una nueva fuente de ingresos, un mecanismo por el cual fidelizar al usuario de banda ancha; mercado que se encuentra en fuerte competencia con el cable módem de los operadores de CATV tradicionales⁶.

La investigación indica que los mercados de Brasil, México, Venezuela y Colombia, en ese orden, serán los que realicen el mayor aporte de abonados de IPTV en el mediano plazo. Consideramos que IPTV comenzará a cobrar fuerza a partir de 2010; esta tecnología será una de las múltiples plataformas que utilizarán los operadores de telecomunicaciones para el empaquetamiento del servicio de TV paga.

⁶ Tomado de Signals Telecom Consulting, notas de prensa, 07/07/09

3. OBJETIVOS

3.1 OBJETIVO GENERAL

Construir un modelo base que sirva como referencia guía para un proceso de implementación del servicio de televisión digital en empresas de telecomunicaciones en Colombia que se pueda implementar en los siguientes 5 años de vigencia.

3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

- Identificar los elementos de la arquitectura del servicio de televisión y su rol dentro de la solución.
- Planear las actividades a realizar para el montaje de televisión digital en una empresa de telecomunicaciones (dependiendo de su naturaleza: telefonía fija, híbrido fibra coaxial, satelital).
- Evaluar las condiciones o restricciones regulatorias que afectan el servicio de televisión por suscripción.
- Estimar el número de recursos humanos requeridos para conformar el equipo de trabajo y definir la forma de gestionarlo.

4. JUSTIFICACION

La industria colombiana de telecomunicaciones carece de aportes investigativos y académicos sobre los nuevos servicios convergentes del sector y las tecnologías alrededor de los mismos. En particular, el tema de la televisión digital en Colombia se encuentra en una etapa preliminar e incipiente de exploración. En este contexto, las empresas del sector no encuentran un esquema de apoyo y asesoría de la academia colombiana para proveer estudios y análisis acerca de soluciones de Televisión de nueva generación donde se incorpore el concepto de interactividad.

Más bien, se ha adoptado una práctica en la que cada empresa del sector lleva a cabo sus propios procesos de aprendizaje y referenciación sin poder conocer las lecciones aprendidas y las experiencias de otros procesos. Esto debido a las tensiones actuales del mercado como consecuencia de la fuerte competencia.

El planteamiento de un modelo o esquema para la implementación de la televisión digital que sirva como fuente de guía y consulta por parte de las empresas del sector podría ayudar a agilizar el desarrollo de esta tecnología en el país y a potenciar su aprovechamiento. Se pretende de esta forma apoyar los procesos de transferencia de conocimiento y gestión tecnológica acerca de los servicios de televisión

4.1 ASPECTOS CLAVES

A continuación se identifican los elementos o factores claves que potencializan y justifican el planteamiento del modelo de televisión digital sobre IP para empresas de telecomunicaciones colombianas.

4.1.1 La digitalización de la televisión

La mayoría de operadores de TV por satélite, terrestre y cable han comenzado a cambiar sus plataformas de la tecnología analógica a la digital. Además, la mayoría de los estudios de producción de vídeo están utilizando las tecnologías digitales para grabar y almacenar contenido. Estos factores han hecho que ya no sea tan importante soportar las tecnologías analógicas propietarias ('legacy') y por el contrario, han propiciado la adopción de contenido de vídeo basado en IP.

4.1.2 Mejoras en las tecnologías de compresión de vídeo

El aumento del número de abonados al servicio de Internet banda ancha combinado con las mejoras en las técnicas de compresión de vídeo digital ha cambiado toda la dinámica del envío de contenido de televisión sobre conexiones IP.

4.1.3 Aspectos comerciales y de negocio

De acuerdo con la interpretación de los informes de la Comisión Reguladora de Telecomunicaciones CRT y el Centro de investigación de las telecomunicaciones Cintel, el aumento de la competencia combinado con la disminución de flujos en los ingresos está obligando a muchas empresas de telecomunicaciones a iniciar proyectos para ofrecer servicios de TV digital a sus abonados. Estos nuevos servicios amplían la capacidad actual de banda ancha, telefonía y ofertas de productos para formar un paquete llamado "triple play". Para las empresas de telecomunicaciones tanto fijas como inalámbricas, el paquete triple-play con los productos basados en IP se identifica como una parte clave en el crecimiento de sus negocios en los próximos años.

4.1.4 El crecimiento del uso de banda ancha

La penetración de Internet ha traído consigo la necesidad de alta velocidad. Esta necesidad se ha venido satisfaciendo con tecnologías tales como: la línea de abonado digital (xDSL), cable, fibra, redes inalámbricas y fijas. La adopción del acceso a Internet banda ancha en muchos hogares, a su vez, se ha convertido en una motivación muy poderosa para los consumidores para iniciar la suscripción a servicios de IPTV.

4.1.5 Aparición de hogares digitales integrados

De acuerdo con lo planteado por Gerard O'Driscoll, los hogares y estilos de vida están evolucionando y experimentando una serie de cambios positivos. Muchos de estos cambios se basan en una serie de nuevas tecnologías que están ayudando a hacer la vida más fácil, además de proporcionar entretenimiento a los consumidores.

Dispositivos de entretenimiento digital, tales como consolas de juegos, sistemas de audio 'multiroom', decodificadores digitales y televisores de pantalla plana son muy frecuentes. Además, la drástica reducción de los costos de los computadores es cada vez mayor el número de hogares que poseen varios equipos. Todas estas tecnologías han dado lugar al surgimiento de un número de hogares que pueden

ser clasificados como "hogares digitales". El aumento en este tipo de viviendas ha comenzado a estimular la demanda de las tecnologías 'home networking' (WHMN) y servicios como IPTV.

4.2 BENEFICIOS PARA LOS USUARIOS DEL SERVICIO

En comparación con la tecnología analógica, la difusión de la televisión en el formato de datos computarizado proporciona a los televidentes de la televisión digital y a los proveedores de servicios una serie de beneficios a saber:

Mejoramiento de la experiencia del televidente: se mejora la experiencia visual a través de imágenes de calidad de cine, sonido con calidad de CD, cientos de nuevos canales, la posibilidad de cambiar los ángulos de la cámara, y un mejor acceso a una serie de nuevos servicios de entretenimiento, además, alguno de los defectos de imagen que están presentes en sistemas analógicos no se encuentran en el nuevo entorno digital.

Mejor cubrimiento: si bien la imagen en un sistema de televisión analógica empeora lentamente para los televidentes que viven a grandes distancias fuera de la cabecera, una imagen en un sistema digital mantiene la misma calidad hasta el punto en que la señal pueda ser recibida a la mayor distancia posible.

Aumento de la capacidad y nuevas ofertas de servicio: mediante el uso de las tecnologías digitales para transmitir televisión, los proveedores de servicios pueden llevar más información que en la actualidad con sistemas analógicos. Con la televisión digital, una película se comprime para ocupar tan sólo un pequeño porcentaje del ancho de banda que normalmente exigen los sistemas analógicos para la transmisión de la misma película. El resto del ancho de banda puede ser llenado con la programación o los servicios de datos tales como

- El video bajo demanda (VOD)
- E-mail y servicios de Internet
- Educación interactiva
- Comercio en TV interactiva

Aumento de la flexibilidad en el acceso: Tradicionalmente, sólo era posible ver la calidad de la difusión de contenidos analógicos en un televisor. Con la introducción de las tecnologías digitales, el vídeo está disponible en una amplia gama de dispositivos que van desde teléfonos móviles a los PC estándar.

5. MARCO TEORICO

5.1 DEFINICIÓN DE IPTV

IPTV, tecnología también conocido como TV sobre IP o TV en banda ancha, consiste en entregar de forma segura televisión de alta calidad y video bajo demanda y contenido de audio sobre una red de banda ancha.

IPTV es un término general que se aplica a la entrega de los canales de TV, películas y vídeo bajo demanda de contenidos a través de una red privada. Desde la perspectiva del usuario final, IPTV se ve y se opera como un servicio de televisión paga convencional. La definición oficial aprobada por el grupo de trabajo para IPTV de la Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT-T FG IPTV) es la siguiente:

“IPTV se define como los servicios multimedia como la televisión / vídeo / audio / texto / gráficos y datos prestados a través de redes gestionadas basadas en IP para proporcionar el nivel requerido de calidad del servicio y la experiencia, la seguridad, la interactividad y la fiabilidad”.

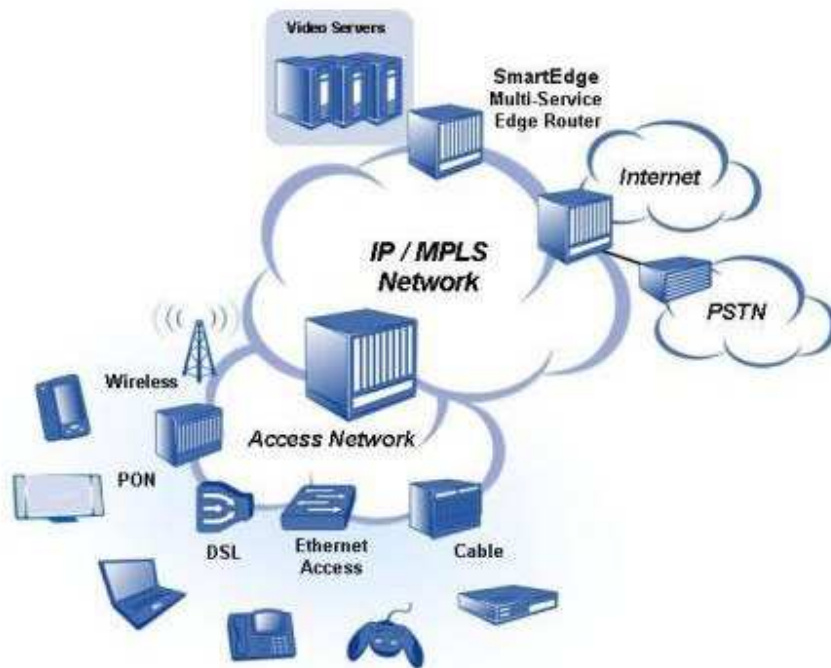
Desde una perspectiva del proveedor de servicios, IPTV abarca la adquisición, el procesamiento y la entrega segura de contenido de vídeo a través de una infraestructura de red basada en IP. El tipo de proveedores de servicios que participan en el despliegue de los servicios IPTV va desde operadores de servicios de cable y televisión vía satélite hasta las grandes compañías de telefonía y operadores de redes privadas en diferentes partes del mundo⁷.

5.2 ARQUITECTURA IPTV

La arquitectura de red consta de dos partes: la "última milla" de distribución de banda ancha y el núcleo central de la red o backbone. Una amplia variedad de redes, incluyendo sistemas de cable, líneas de cobre, conexiones inalámbricas y satelitales, pueden ser utilizadas para entregar servicios de red

⁷ Tomado de O'Driscoll Gerard

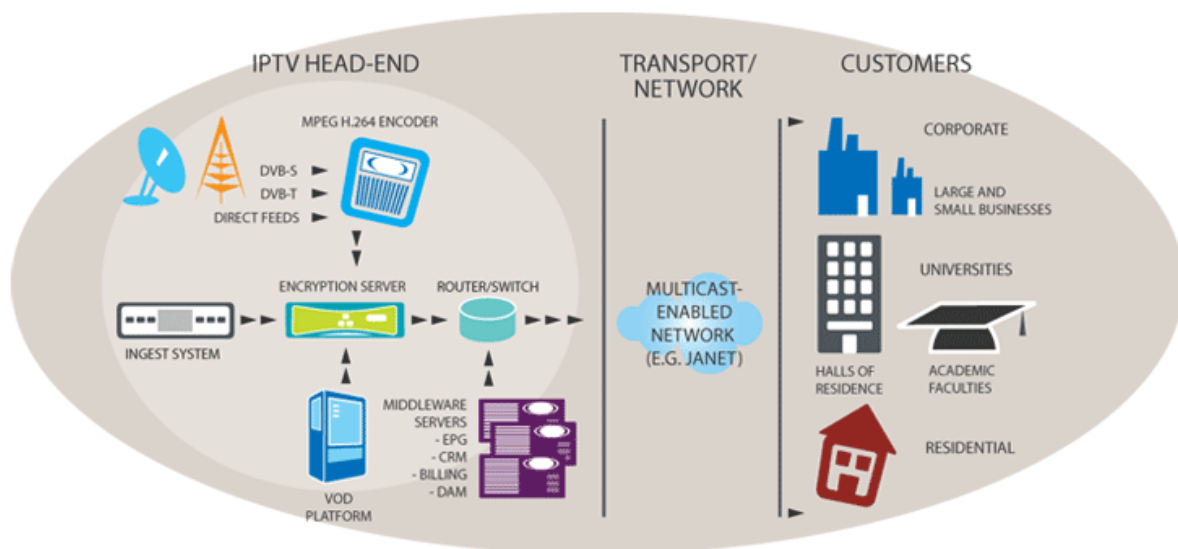
avanzados en el último tramo de la red. La entrega de vídeo a través de estos diferentes tipos de redes trae consigo su propio conjunto de desafíos.



Arquitectura general de IPTV. Tomado de Redback Networks Inc. <http://www.redback.com>

Desde el punto de vista del servicio, la arquitectura se puede clasificar en tres capas:

- Capa interna: cabecera, plataforma middleware, plataforma VOD, infraestructura de servidores, sistemas de información corporativos
- Red de transporte y acceso
- Capa del cliente (equipos de cliente y despliegue del servicio para hogares y empresas)



Arquitectura del servicio IPTV punto a punto. Tomado de Inuk Networks Limited. <http://www.inuknetworks.com>

5.2.1 Tipos de redes de acceso (Última milla)

5.2.1.1 Fibra óptica

El aumento de la demanda por un mayor ancho de banda combinado con menores costos operativos y la inmunidad a las interferencias electromagnéticas son algunos de los factores que están impulsando el despliegue de las redes de acceso basadas en fibra óptica⁸.

Se puede lograr acercar estas tecnologías con mayores capacidades de ancho de banda al usuario final a través de las siguientes arquitecturas de red:

Fibra a la oficina regional (FTTRO): Se refiere a la instalación de fibra desde el centro de datos conocido como 'data center' hasta la oficina regional más cercana propiedad de la compañía de cable o de telecomunicaciones. Luego, se utiliza la red de cobre existente para transportar las señales de IPTV desde la oficina regional hacia el usuario final de TV.

Fibra al vecindario (FTTN): También conocido como el nodo de fibra. Implica la instalación de la fibra desde el data center hasta un equipo separador en el barrio o vecindario del cliente. Este nodo se encuentra por lo general a menos de 1500 metros de distancia desde el abonado. Para el tramo restante

⁸ Tomado de Arnold John F., Frater Michael R., and Mark R. Pickering

se hace uso de la red de cobre como en la arquitectura anterior. El despliegue de FTTN permite a los usuarios finales recibir un paquete completo de servicios, incluido IPTV en resolución estándar y alta definición y video en demanda (VoD).

Fibra a la acera (FTTC): Una infraestructura de red FTTC implica la instalación de fibra óptica hasta 300 metros del abonado.

Fibra al hogar (FTTH): Con la fibra al hogar, todo el recorrido desde el data center hasta el hogar está conectado por fibra óptica. Mediante esta red de acceso es posible ofrecer volúmenes de datos muy altos a los usuarios finales del sistema. Esta arquitectura es muy popular para las nuevas obras de construcción, pues se considera que ahora los gastos de colocación de fibra son relativamente similares a los de instalación de cables de cobre. Se establece una comunicación bidireccional 'full duplex'.

Fibra hasta el apartamento (FTTA): El despliegue de una red de este tipo implica la instalación de una serie de cables de fibra entre un elemento concentrador, normalmente situado en el sótano de un bloque de apartamentos, y cada apartamento a través de cableado estructurado.

5.2.1.2 Red xDSL

XDSL es una tecnología que permite a los proveedores de telecomunicaciones ofrecer servicios de banda ancha sobre las líneas telefónicas de cobre existentes. Se transforma la infraestructura de cableado telefónico existente entre una central telefónica y la toma de teléfono del cliente, en una línea digital de alta velocidad. Esta capacidad permite que las compañías telefónicas (telcos) puedan usar sus redes para ofrecer múltiples servicios de Internet a alta velocidad.

El mejoramiento en el rendimiento requerido para IPTV puede lograrse mediante el despliegue de las últimas tecnologías DSL, tales como ADSL, ADSL2+ y VDSL⁹.

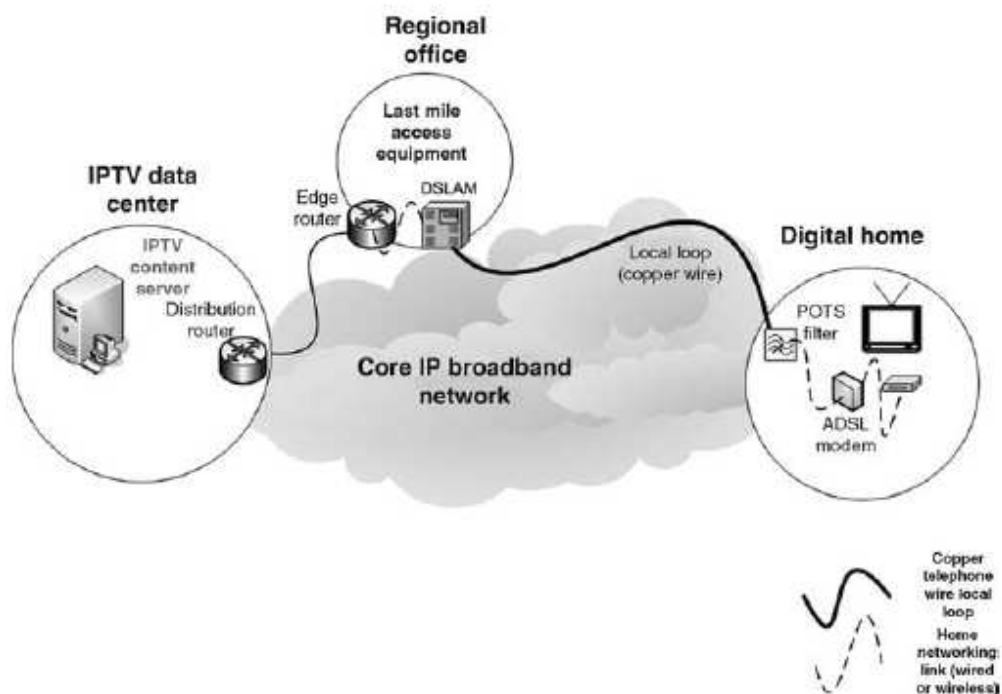
ADSL es una tecnología de conexión punto a punto conocida como DSL asimétrica. Se llama "asimétrica", porque la velocidad de bajada desde la central hasta el cliente es más rápida que la velocidad de subida desde el cliente hasta la central. La característica de la conexión punto a punto elimina la variación en la capacidad del ancho de banda de un entorno de red compartido. Mediante el uso de técnicas especializadas, ADSL permite una tasa de bajada de 8 Mbps y una tasa de

⁹ Tomado de Arnold John F., Frater Michael R., and Mark R. Pickering

subida de 1,5 Mbps. Por lo tanto, una conexión ADSL es suficiente para soportar simultáneamente la señal digital con definición estándar de dos televisores y una conexión a Internet de alta velocidad.

La infraestructura ADSL provee una conexión digital sobre la red de telefonía PSTN. Sin embargo, la señal que se transmite a través de esta conexión es modulada como una señal analógica. Los circuitos ADSL deben utilizar señalización analógica porque la red o bucle local no es capaz de llevar las señales codificadas en formato digital. Así, hay un módem en la central que se encarga de convertir datos digitales en señales analógicas las cuales son aceptables para la transmisión. Luego hay un módem residencial, que convierte las señales analógicas de nuevo en señales digitales apropiadas.

A continuación la arquitectura y componentes típicos del servicio de ADSL:



Arquitectura de IPTV con redes de acceso de cobre. Tomado de O'Driscoll.

Módem ADSL (CPE): Ubicado en el hogar del abonado, es un modulador-desmodulador. Se conecta generalmente a través de una conexión USB o Ethernet, del PC o red local a la línea DSL. Hoy en día muchos módems también incorporan un enrutador, que apoya el acceso a Internet de alta velocidad y servicios de datos.

Separador POTS (POTS Splitter): Es un dispositivo que sirve para separar las señales de datos de la señales de voz. El separador divide la señal en frecuencias bajas a enviar a un teléfono y las frecuencias altas que contienen los datos.

DSLAM: DSLAM significa "Digital Subscriber Line Access Multiplexer" o multiplexor de acceso DSL. Por lo general, se ubica en una oficina regional de la compañía proveedora de servicios, en la cual recibe y agrega las conexiones de los suscriptores sobre la red de cobre, para luego conectarlas al data center de IPTV a través de una troncal de fibra. Para despliegues de IPTV, es muy común que el DSLAM soporte transmisión multicast. Esto evita la necesidad de replicar los canales para cada solicitud proveniente de un cliente de IPTV. Estos equipos tienen la responsabilidad general de la distribución de contenido en la "última milla" hacia los abonados de IPTV. Se dividen en dos grandes categorías: Capa 2 (ATM) e IP.

- DSLAM nivel 2 opera en el nivel de enlace de datos (2) del modelo de comunicaciones OSI (Open Systems Interconnection), ejecuta funciones tales como conmutar el tráfico entre Ethernet y ATM, cursar el tráfico de subida, y prevenir interferencias entre los suscriptores del servicio. La conmutación entre circuitos virtuales ATM y paquetes Ethernet de subida se facilita a través del uso de un mecanismo de puenteo o 'bridging'.
- DSLAM IP incluye un soporte limitado para los protocolos de red nivel 3. Las funciones avanzadas soportadas por este tipo de DSLAM incluyen la replicación de los canales de televisión broadcast y la ejecución de instrucciones de cambio de canal.

5.2.1.2.1 ADSL2

La familia de normas ADSL2 fue creada para hacer frente a la creciente demanda de capacidad para soportar las aplicaciones con un mayor ancho de banda. Hay tres diferentes versiones:

ADSL2: La versión inicial de ADSL2 fue aprobada por la ITU en el año 2003 e incluyó una serie de mejoras al original ADSL estándar, tales como mayores velocidades de descarga y un mayor alcance desde la central hasta el módem del abonado.

ADSL2+: Poco después de la normalización de ADSL2, se aprobó por parte de la ITU esta nueva variante de DSL. Esta norma permite que proveedores de servicios de red ofrezcan velocidades de hasta 20 Mbps a los suscriptores que viven dentro de una distancia aproximada de 1500 metros con respecto al nodo o central más cercana. ADSL2+ opera dentro del rango de frecuencias entre 138 kHz y 2.208MHz.

ADSL Reach-extended: Debido a que el despliegue de ADSL2+ no funciona para los abonados que viven a más de 1500 metros de distancia de la central, surge una tecnología llamada ADSL-Reach Extended, también conocido como RE-ADSL2. Esta se estandarizó en 2003 para permitir que los proveedores de servicios IPTV puedan aumentar la gama de sus ofertas a los abonados que se encuentran hasta 6 km de distancia. En este caso se observa un buen desempeño en términos de alcance y velocidad a través de largas líneas de cobre.

5.2.1.2.2 VDSL (Very high speed Digital Subscriber Lines)

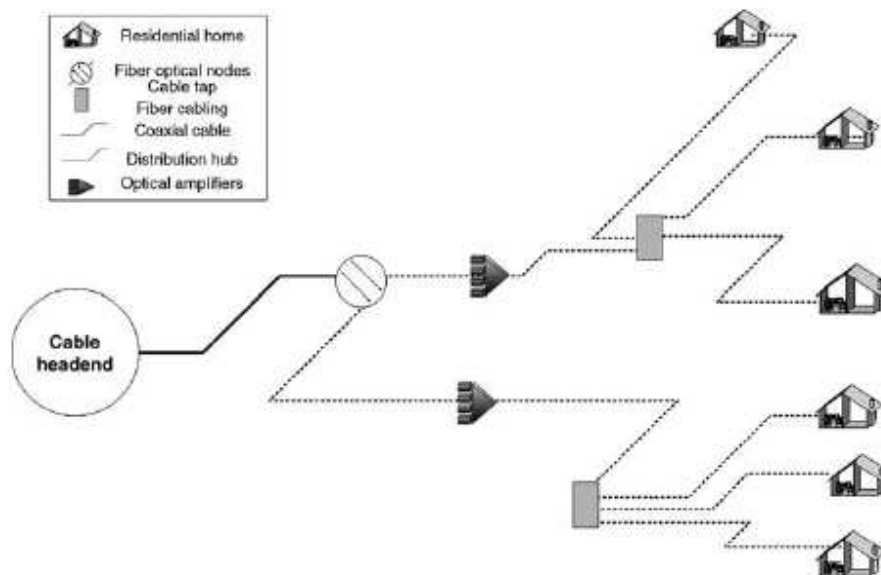
Se basa en la misma tecnología ADSL2+. Es la más nueva y sofisticada tecnología DSL en el mercado actualmente y se ha desarrollado para superar las deficiencias de las versiones anteriores de las tecnologías de acceso ADSL. Elimina los cuellos de botella de la última milla y soporta una gran velocidad en la transmisión de datos, lo que permite a las empresas de telecomunicaciones ofrecer una amplia gama de servicios, incluidos los de vídeo en demanda y multicanal de alta definición.

Hay dos enfoques principales utilizados por los proveedores de servicios IPTV en la integración de VDSL2 en su infraestructura de red existente. El primer enfoque consiste en añadir nuevos equipos VDSL2 a la oficina regional y permitir que el DSLAM corra en paralelo con los sistemas existentes de ADSL y ADSL2. De esta forma, los diferentes sabores de DSL continuarán en funcionamiento. El segundo enfoque consiste en ubicar el equipo VDSL2 más cerca del abonado IPTV. Estos equipos pueden instalarse en gabinetes y cámaras subterráneas para las nuevas urbanizaciones.

La principal ventaja de los sistemas DSL para IPTV es el hecho de que hacen uso de la red de cobre que existe en la mayoría de las ciudades del mundo. El lado negativo es que todos los sistemas DSL tienen que tener un equilibrio entre la distancia y la capacidad de ancho de banda. En otras palabras, la velocidad de acceso se reduce al aumentar la distancia entre el abonado y el nodo de la red más cercano.

5.2.1.3 Redes de TV por Cable (HFC) de nueva generación

Las redes HFC (redes híbridas fibra-coaxial) son una combinación de fibra óptica en la red troncal y de cable coaxial en la red de distribución y en la acometida.

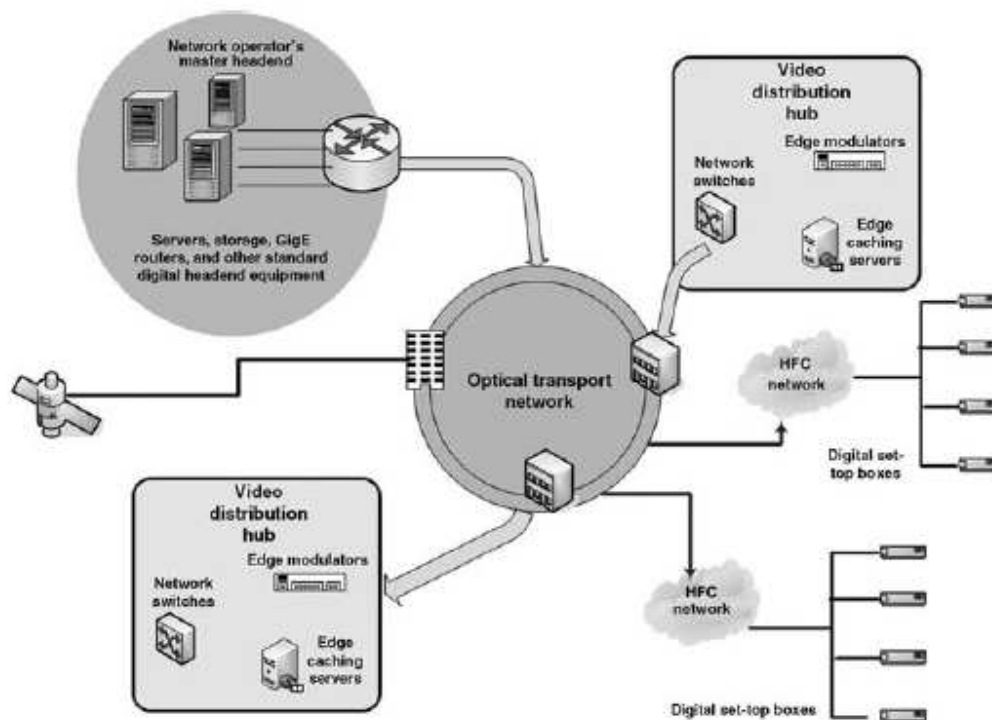


Arquitectura de red HFC. Tomado de O'Driscoll.

En el diagrama se puede ver que la arquitectura de red HFC se compone de un core o backbone basado en fibra, el cual está conectado a una red coaxial a través de un nodo óptico. Este actúa como una interfaz que conecta las señales de bajada y subida que atraviesan la red de fibra óptica con el cableado coaxial. La parte coaxial de la red HFC usa la topología en árbol y sirve para conectar los suscriptores a la red HFC a través de dispositivos especializados llamados taps. La señal de televisión digital se transmite desde la cabecera en modo estrella a los nodos de fibra. Estos nodos, a su vez, distribuyen las señales sobre el cable coaxial, los amplificadores y taps instalados en las zonas donde se ubican los clientes.

La migración de una red basada en radio frecuencia (RF) hacia un entorno de conmutación de vídeo digital (SDV) basado en IP, requiere la instalación de una serie de equipos que van desde los enrutadores hasta las terminales set-top boxes y los switches de alta velocidad y capacidad. Desde el punto de vista técnico un sistema IPTV por redes de cable constituye una combinación de equipos basados en IP y otros basados en tecnología de radio frecuencia que se utilizan para llevar la señal de vídeo a través de la infraestructura de red. La siguiente figura muestra un ejemplo de esta arquitectura¹⁰:

¹⁰ Tomado de O'Driscoll



Arquitectura general de IPTV por redes de cable. Tomado de O'Driscoll.

- Enrutadores/Switches GigabitEthernet: La tecnología Gigabit Ethernet (GigE) se está convirtiendo en el protocolo de transporte más indicado para la conexión de componentes dentro de una red IP. El enrutador GigE agrega el tráfico de IPTV y proporciona la interconexión a la red de acceso.
- Red de transporte óptico: La red core proporciona la ruta de acceso entre los servidores de vídeo en la cabecera y los moduladores en el borde de la red. Algunas de las tecnologías que se pueden usar en el core de la red son: IP-MPLS, Metro Ethernet, ATM, SONET/SDH.
- Moduladores de borde: Los moduladores ubicados en las oficinas regionales reciben el contenido IPTV desde la red core, convierten el contenido de vídeo en paquetes IP a señales RF y luego lo distribuyen a través de una red HFC hasta llegar a las terminales set-top box del cliente.

5.2.1.3.1 DOCSIS

Las redes de TV por cable de dos vías desplegadas en Estados Unidos que soportan los servicios de banda ancha de alta velocidad utilizan una especificación llamada DOCSIS. CableLabs, un consorcio de investigación y desarrollo conformado por operadores americanos de TV por cable, desarrolló esta

tecnología. La especificación define los protocolos y formatos de modulación utilizados para la prestación de servicios de banda ancha sobre IP a través de una red de televisión por cable.

La primera revisión de la tecnología, conocida como DOCSIS 1.0, fue aprobada como estándar por la ITU en 1998. A partir de ello, se ha venido desarrollando mejoras a la especificación con una evidente evolución.

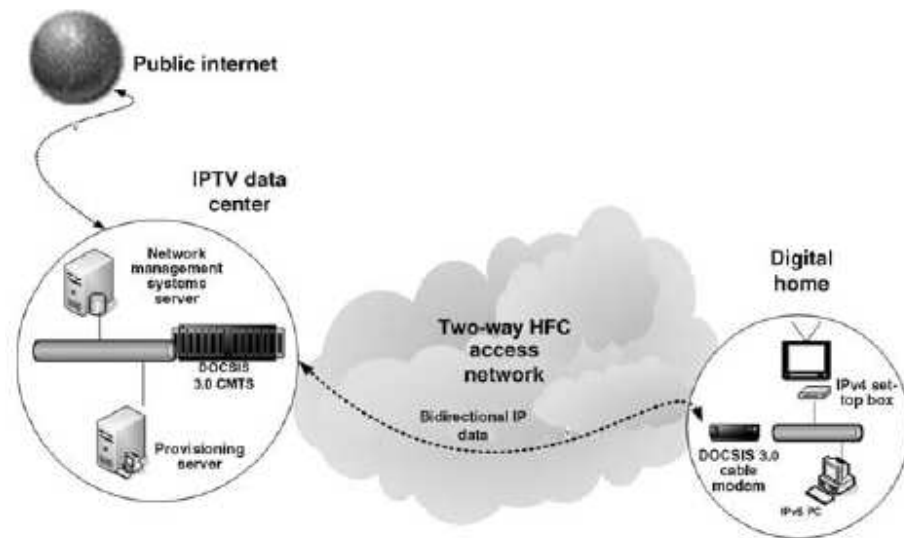
A partir de la versión DOCSIS 2.0 se soporta una tasa de descarga de aproximadamente 40 Mbps. Si este ancho de banda fuera utilizado para la entrega de canales IPTV vía multicast, posiblemente de 10 a 15 streams podrían ser provistos simultáneamente. Este cálculo se basa en el tamaño del stream para un canal con definición estándar (SDTV), el cual oscila entre 2,5 y 4 Mbps de ancho de banda. Una vez se configuran los canales, los operadores de cable utilizan una técnica llamada multicasting, para asignar varios usuarios a cada stream o flujo de IPTV.

La última versión de la especificación DOCSIS 3.0, aumenta la capacidad del operador para la prestación de VoD y servicios multicast IPTV a sus clientes. DOCSIS 3.0 es una tecnología de banda ancha de última generación que permite a los operadores de cable unir múltiples canales para formar tubos IP de altas velocidades capaces de funcionar a cientos de megabits por segundo. Tenga en cuenta que la característica de unión se aplica tanto a los canales de bajada como de subida.

Como se ilustra en la figura de abajo, el cable módem (CM) se comunica en una red HFC bidireccional con un dispositivo conocido como CMTS o sistema de terminación de cable módem. DOCSIS define dos variantes de CMTS: integrado y modular.

El CMTS integrado consta de una sola unidad con interfaces RF e interfaces de subida (upstream). El CMTS modular (M-CMTS) implementa las interfaces RF de subida y las interfaces de red. Sin embargo, el tráfico de bajada es procesado por separado a través de moduladores de cable¹¹.

¹¹ Tomado de O'Driscoll

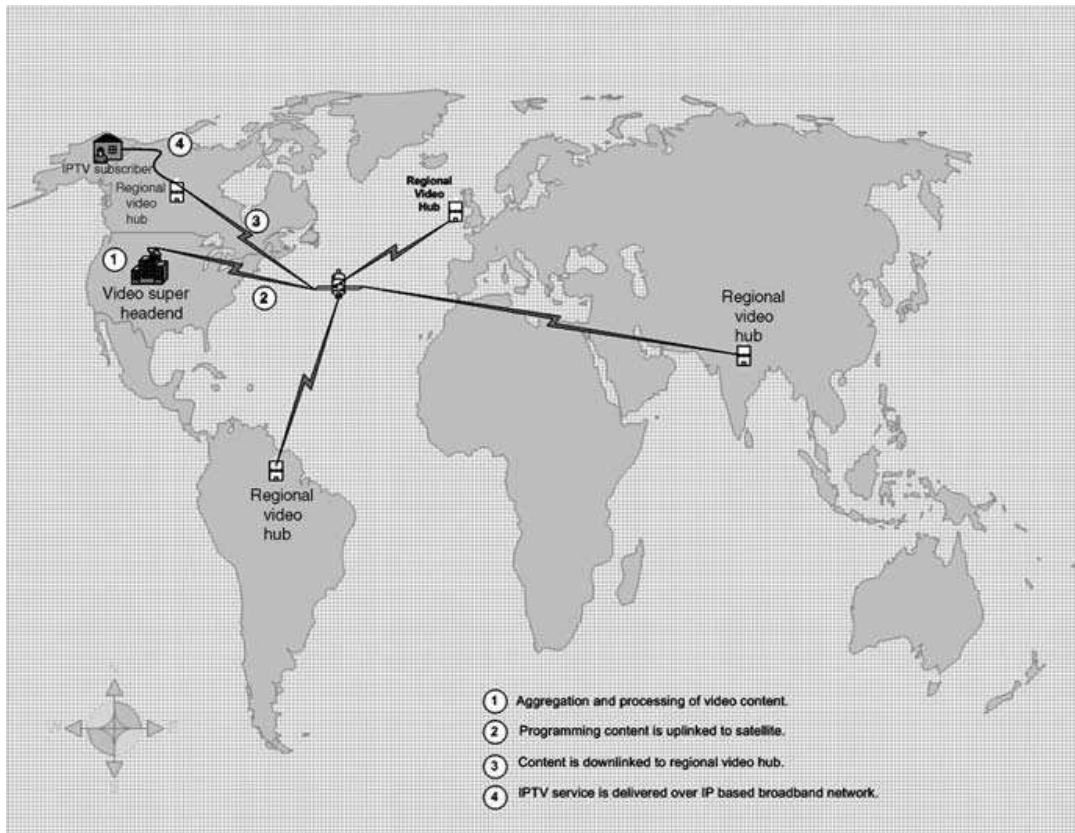


Arquitectura de IPTV con redes de cable de dos vías (especificación DOCSIS). Tomado de O'Driscoll.

5.2.1.4 IPTV sobre una red satelital

El protocolo IP emerge también como un método de distribución de vídeo a través de enlaces satelitales. Estos enlaces pueden proporcionar mayor ancho de banda que las redes de transmisión terrestre y hoy en día se están empezando a utilizar para entregar servicios 'triple-play' que se componen de TV digital, Voz IP e Internet de alta velocidad.

Muchos de los proveedores satelitales han comenzado a utilizar sus plataformas para entregar contenido IP a diferentes cabeceras de telecomunicaciones y data centers de IPTV. La infraestructura de red utilizada para apoyar este mecanismo de distribución de IPTV se muestra en la figura a continuación:



Arquitectura de IPTV sobre una red satelital. Tomado de O'Driscoll.

El contenido original es recibido, agregado, codificado en un formato establecido (MPEG-2, MPEG-4 o Windows Media) y encriptado en el centro de operaciones de video del operador satelital. Una vez procesado en el centro de operaciones, el contenido es subido a un satélite y retransmitido de vuelta a los diversos centros de vídeo. Estos centros de video generalmente son manejados por empresas de telecomunicaciones, las cuales utilizan su propia infraestructura de red para ofrecer servicios de IPTV a los abonados residenciales.

Para la prestación de servicios de IPTV directamente a los consumidores se tienen estas alternativas:

- Desplegar Set Top Boxes híbridos (IP – Satelital)
- Usar Set Top Boxes estándar IP (pueden incluir disco duro)
- Usar modem de banda ancha satelitales

5.2.2 Tecnologías de red core o backbone para IPTV

Para el despliegue de IPTV se requiere una infraestructura de backbone capaz de transportar grandes volúmenes de contenido en video a alta velocidad entre el data center (IDC) y la última milla de la red de distribución. Hay varios tipos de estándares para la transmisión de datos a nivel de backbone que proporcionan una serie de características específicas incluyendo velocidad de transferencia de datos y escalabilidad.

Tres de las principales tecnologías de transporte más utilizadas en la infraestructura de red de IPTV son: ATM sobre SONET/SDH, IP sobre MPLS y Metro Ethernet.

5.2.2.1 ATM y SONET/SDH

La tecnología ATM puede soportar aplicaciones exigentes como IPTV que requieren gran ancho de banda y bajos retardos en la transmisión. ATM opera sobre diferentes medios físicos incluyendo la red coaxial y la red de cobre. Sin embargo, su mejor desempeño se observa sobre fibra óptica. En este caso, una capa física llamada red óptica síncrona (SONET) es generalmente la tecnología más usada por los operadores de telecomunicaciones para el transporte de células ATM en la red principal.

SONET es un protocolo que proporciona una alta velocidad de transmisión a través de fibra óptica. El término SDH (jerarquía digital síncrona), se refiere a la tecnología óptica fuera de los Estados Unidos.

SONET implementa un multiplexor por división de tiempo (TDM) para enviar múltiples flujos de datos simultáneamente. Con TDM, la red SONET asigna ancho de banda una cierta cantidad de tiempo en una frecuencia específica. Los intervalos de tiempo preasignados permanecen activos, independientemente si hay datos para transmitir.

En el contexto de un entorno de red IPTV, el equipo SONET recibe un número de flujos de bits que combina en uno solo, para luego enviar a la red de fibra utilizando un dispositivo que emite luz. Las tasas de entrada combinadas son iguales a la tasa de salida del dispositivo SONET.

5.2.2.2 IP y MPLS

Las grandes empresas de telecomunicaciones han comenzado a implementar el Protocolo de Internet en sus redes core. Si bien este protocolo (IP) originalmente no fue diseñado con características como calidad de servicio (QoS) y capacidades de segregación del tráfico, se puede afirmar que funciona bastante bien en estos ambientes cuando se combina con una tecnología llamada 'Multiprotocol Label

Switching' (MPLS). Una red MPLS soporta la entrega eficiente de varios tipos de tráfico de video a través de una plataforma común.

Una plataforma MPLS es diseñada y construida utilizando elementos de red conocidos como 'Label Switch Routers' (LSRs). Estos equipos son responsables de establecer rutas orientadas a la conexión con destinos específicos en la red IPTV. Estas rutas virtuales se les llaman 'Label Switched Paths' (LSP) y se configuran con los recursos suficientes para garantizar la transición de tráfico IPTV a través de la red MPLS. El uso de LSP simplifica y acelera el envío de paquetes a través de la red porque la inspección profunda de paquetes sólo se produce en la entrada a la red y no se requiere en cada salto por enrutador.

La otra función principal de los LSR es identificar los tipos de tráfico de red. Esto se logra mediante la adición de un encabezado MPLS en el comienzo de cada paquete. Otros beneficio adicional de las redes MPLS es el soporte a un alto nivel de recuperación cuando se produce un fallo en la red.

5.2.2.3 Metro Ethernet

Se trata de otra tecnología que puede ser desplegada en la red de backbone. Se conformó una alianza de los principales proveedores de servicios, proveedores de equipos, redes y otras empresas del sector, llamada el Foro Metro Ethernet (MEF), el cual es responsable de establecer las especificaciones para la integración de las tecnologías de Ethernet de alta capacidad en redes de backbone. Además de desarrollar las especificaciones, el MEF también certifica equipos Ethernet para su uso en infraestructuras de core de proveedores de servicio. Las principales características técnicas y operativas de las redes Metro Ethernet incluyen:

- Cumple los diversos requisitos comunes a las tecnologías de red principal. Es decir, la capacidad de recuperación, alto rendimiento y escalabilidad.
- Algunos de los componentes modernos de las redes Metro Ethernet pueden funcionar a velocidades de hasta 100 Gbps a través de grandes distancias geográficas. Esto proporciona a los proveedores de servicios una plataforma ideal para la prestación eficiente de nuevos servicios de valor agregado en regiones geográficamente dispersas.
- Implementa un sofisticado mecanismo de recuperación en caso de un fallo de conexión en la red. De ese modo, garantiza que los servicios como IPTV no se vean afectados por la interrupción o falla.

- Las tecnologías Metro Ethernet soportan el uso de circuitos virtuales orientados a la conexión que permiten a los proveedores de servicios IPTV garantizar la entrega de contenido de vídeo de alta calidad dentro de la red core. Estos enlaces dedicados se conocen como conexiones virtuales Ethernet (EVC).

Además de las características anteriores, el bajo retardo y pérdida de paquetes en las redes Metro Ethernet las convierten en una tecnología de red core ideal para llevar los servicios de IPTV.

6. METODOLOGIA

Para la construcción del modelo propuesto se emplea la metodología estándar para el manejo de proyectos del Instituto de Gerencia de Proyectos PMI en sus grupos de proceso de Iniciación, Planeación, Ejecución, Monitoreo-Control y Cierre.

Se decide usar la técnica documental propuesta por el autor español Millares Caro en su trabajo denominado "La técnica documental en el trabajo de investigación". Este derrotero de referencia sirve para la recopilación de información y el estudio de los fenómenos y procesos relacionados con el tema de interés. Esto incluye el uso de instrumentos definidos según la fuente documental especializada a que hacen referencia. A continuación se detallan los procedimientos requeridos en cada grupo de proceso para el desarrollo del proyecto.

6.1 FASE DE INICIACIÓN

El proceso de iniciación define y autoriza formalmente un proyecto. A menudo, la aprobación del proyecto no se realiza sino hasta que se complete el proceso de iniciación. Por ello, todo el trabajo durante esta fase es considerado por fuera del alcance del proyecto.

Para este trabajo, el proceso de iniciación se realiza durante la fase de anteproyecto en el cual se plasma el objeto de interés, el alcance, los objetivos y la metodología.

Según el PMI, en esta fase se proponen dos entregables: el planteamiento y descripción del proyecto ('Project charter') y la definición preliminar del alcance. De esta manera, en el documento entregable del anteproyecto se logran plasmar estos dos elementos de la fase de iniciación.

El primer componente, el planteamiento del proyecto, es un tipo de modelo verbal o carta de presentación en la que se consigna: título del proyecto, descripción, autorización formal, problemas o necesidades que motivan el proyecto, alcance, identificación del gerente de proyecto, autorización para disponer de un equipo de trabajo y recursos en la organización, listado de hitos del proyecto con fechas límites, presupuesto del proyecto y fuentes de financiación.

El segundo, el alcance preliminar, incluye la siguiente información: objetivos, resultado del proyecto, criterio de aceptación del entregable final, entregables parciales, requerimientos, suposiciones y límites

del alcance. Por otra parte también permite definir el grupo de trabajo y su estructura, riesgos del proyecto y plan de trabajo en un alto nivel.

6.2 FASE DE PLANEACIÓN

En esta fase se clarifican los objetivos del proyecto y se planean todas las actividades necesarias para lograr tales objetivos con el alcance definido.

El principal componente de esta fase es el plan de gestión del proyecto. A través de este se define, prepara, integra y coordina todos los planes subsidiarios en único documento. Este plan se convierte en la principal fuente de información para determinar cómo se planificará, ejecutará, supervisará y controlará, y cerrará el proyecto.

Es importante definir en esta fase: alcance definitivo, plan de trabajo detallado, plan de manejo de costos, plan de manejo de las comunicaciones, plan de contratación, planeación de compras y adquisiciones, planeación de riesgos, planeación de calidad, planeación de recursos humanos.

De acuerdo a la naturaleza y tipo de proyecto, se detallan o no ciertos componentes del plan de gestión. Es labor del gerente del proyecto definir cuales elementos merecen mayor atención y tienen mayor utilidad para la realización del proyecto.

Para el caso de este trabajo, la fase de planeación para la construcción del modelo se basa en la elaboración de todos los artefactos de análisis y diseño de la solución. En particular, el foco del trabajo es la definición de una plantilla de plan de gerencia del proyecto como guía para la consideración de todos los procesos involucrados en una implementación de televisión digital interactiva. Este plan permite generar un estereotipo que involucra las actividades y componentes típicos del proceso de una implementación estándar. Al hacer referencia a la palabra estándar, se habla de un proyecto sobre el que se identifiquen elementos comunes con relación a otros proyectos de referencia y se enmarque dentro del contexto colombiano.

6.3 FASE DE EJECUCIÓN

Esta fase incluye todos los procesos para la realización de las actividades del proyecto de acuerdo con el plan de gestión del mismo. Dentro de ello se tiene el manejo del personal y los recursos para ejecutar las actividades planeadas.

Para esta fase se llega a los entregables definidos en el plan de trabajo. Se debe realizar un análisis de aseguramiento de calidad sobre los productos o servicios desarrollados.

No se tienen considerados documentos guía específicos para esta fase pues el objetivo es satisfacer los requerimientos del proyecto llegando a resultados finales satisfactorios.

Después de analizada la propuesta de un plan a seguir como derrotero del proyecto, se llega a la fase de implementar tal plan. En el caso del proyecto para la construcción del modelo, se pasa del análisis y diseño al hacer específico de plasmar lo planeado en el documento entregable final, el cual se elabora de forma gradual y con el apoyo de las referencias bibliográficas para formular las bases teóricas y enfocar el proyecto de forma realista. También es importante aprovechar la experiencia en el campo de las telecomunicaciones y los servicios de televisión de nueva generación de los miembros del proyecto.

6.4 FASE DE MONITOREO Y CONTROL

Este proceso es transversal a las demás fases y se realiza durante todo el ciclo de vida del proyecto. En este grupo de procesos se asegura que el proyecto es manejado y ejecutado acorde con el plan de gestión. Incluye el seguimiento del avance y desempeño del proyecto y el control de cambios sobre este. Los componentes a controlar son: alcance, costos, calidad, desempeño del equipo, riesgos y contratistas. El seguimiento se realiza con base en el cronograma y en el plan de gestión.

Para el proyecto actual, se contó con asesoría de expertos en el área de telecomunicaciones que participaron como actores encargados del monitoreo y control, especialmente del componente técnico. Por razones de confidencialidad, no es posible revelar los nombres de este equipo asesor.

Para el control metodológico y la asesoría en el planteamiento del problema de estudio se contó con la participación de la docente Piedad Roldan, asesora del presente trabajo de grado.

6.5 FASE DE CIERRE

La fase de cierre consiste en terminar formalmente el proyecto. Para lograr el cierre, se debe obtener el visto bueno y la aceptación del ente patrocinador del proyecto. Además, realizar una revisión posterior y documentar el proceso con lecciones aprendidas.

Para el caso de este proyecto, la aplicación de la fase de cierre se efectúa con la entrega oficial del trabajo de grado y su aprobación por parte del equipo encargado en la institución educativa. Es importante rescatar de esta etapa, la posibilidad de plantear nuevos proyectos o investigaciones relacionadas con el tema y sentar una base para elevar el nivel de estudio al respecto. Se espera que a partir del planteamiento de este modelo, se pueda continuar el trabajo en un escenario o contexto determinado que permita el desarrollo de iniciativas y soluciones afines.

7. CONSTRUCCIÓN DEL MODELO

7.1 FASE PRELIMINAR (FUERA DEL ALCANCE DEL PROYECTO)

En primera instancia se debe estructurar un proyecto para estudiar la posibilidad de implementar el servicio de IPTV. Este proyecto contempla la elaboración de estudios de factibilidad técnica y financiera, estudios de mercado y estudios legales.

Esta fase no está considerada dentro del proyecto pues se parte del hecho de que la iniciativa de implementación de Televisión digital sobre IP esta aprobada por las directivas de la organización y se cuenta con un grupo patrocinador.

Con los entregables de esta fase, la administración de la compañía debe tomar una decisión con base en las conclusiones, recomendaciones y datos entregados en los diferentes estudios de factibilidad. Si la iniciativa es aprobada se procede a la ejecución de los siguientes procesos basados en el estándar propuesto por el PMI para la gerencia de proyectos.

Los entregables de esta fase preliminar se consideran entradas para el proyecto y se estipulan dentro del alcance como restricciones y suposiciones.

7.2 FASE DE INICIACIÓN

- **Formulación oficial del proyecto**

La compañía debe elaborar un documento oficial de aprobación del proyecto definiendo un alcance preliminar. También debe definir los objetivos del proyecto y el producto o servicio deseado.

El documento debe contener lo siguiente:

- Título y breve descripción del proyecto (Ejemplo: Implementación del servicio IPTV en el portafolio de productos de la compañía).
- Objetivos (Ejemplo: ganar mayor participación en el mercado, responder a los retos que propone la competencia, entregar un servicio de TV con interactividad y valor agregado para el cliente, ser innovadores en el mercado).

- Alcance (Ejemplo: fase 1 – prueba piloto, fase 2 – implementación en ciudad XY con servicios básicos, fase 3 – masificación y despliegue nuevos servicios).
- Retos y factores de éxito (Ejemplo: lograr 10.000 clientes en el primer año, alta calidad en el servicio, entre otros).
- Restricciones y suposiciones (Ejemplo: no se cuenta con redes en ciudad ABC, el presupuesto aprobado es de USD 10M, se espera que el servicio le guste a los clientes basado en experiencias similares de otros operadores, entre otros).
- Equipo interventor del proyecto (Ejemplo: junta directiva de la empresa, gerente de tecnología, oficina de proyectos).
- Principales hitos del proyecto (Ejemplo: Enero 2010 – inicio prueba piloto con clientes, Agosto 2010 – lanzamiento del producto componente básico)
- Organización del proyecto: estructura organizacional del proyecto, roles y responsabilidades, recursos y ubicación espacial (Ejemplo: estructura jerárquica con un gerente del proyecto y con coordinadores por cada lote de control dependiendo de él. Equipos de trabajo con roles específicos y personal de diferentes áreas de la organización. El sitio de trabajo es el piso 8 de la sede principal).

Para contextualizar y determinar de forma preliminar el trabajo a realizar se puede apoyar en el siguiente cuestionario:

No.	Ítem	Cumple (S/N)	Observaciones
1	¿La organización presta el servicio de televisión por suscripción?		
2	¿Se tiene experiencia en la implementación de plataformas de televisión?		
3	¿La organización cuenta con expertos en el tema de televisión digital interactiva para desarrollar el proyecto?		
4	¿La organización cuenta con los recursos económicos necesarios para emprender el proyecto?		
5	¿La empresa presta el servicio de Internet banda ancha?		
6	¿Se cuenta con redes de cobre para la prestación del servicio de Internet Banda Ancha?		

7	¿Se cuenta con redes de cable (hibrido fibra coaxial) para la prestación de servicios de televisión y/o internet banda ancha?		
8	¿Se presta el servicio triple play: telefonía básica, internet banda ancha y televisión?		
9	¿Se presta servicios de movilidad (internet y/o telefonía)?		
10	¿Se presta servicios a través de redes satelitales?		
11	¿Se ofrece actualmente el servicio de pague por ver?		
12	¿Se manejan decodificadores en las premisas del cliente para ofrecer servicios adicionales?		
13	¿Se cuenta con una red core o backbone capaz de manejar altos volúmenes de trafico sobre la red?		
14	¿Se cuenta con una cabecera digital para la emisión de los canales en vivo?		
15	¿Se han llevado a cabo procesos de modernización en las redes de acceso de la empresa?		
16	¿Se cuenta con un centro de datos o Internet Data Center (IDC)?		
17	¿Se tiene presencia dominante en una ciudad capital del país?		
18	¿Se cuenta con más de 100.000 clientes de televisión por suscripción?		

Cuestionario de contextualización del proyecto

De acuerdo con las respuestas obtenidas del cuestionario y las observaciones encontradas, se debe llegar a un planteamiento claro acerca de las necesidades puntuales de la organización para llegar a una situación objetivo con la prestación del servicio de TV interactiva.

Si las respuestas son en su mayoría negativas (más de 12), se sugiere no abordar el proyecto de implementación hasta que se llegue a un nivel aceptable de cumplimiento del cuestionario.

En caso de que se cumplan entre 6 y 12 preguntas, se asume un nivel medio como punto de partida para la migración tecnológica. Esto supone que la empresa requiere un importante esfuerzo en los procesos de modernización para alcanzar el objetivo del proyecto. En este caso se debe formular un proyecto a mediano y largo plazo para ir cumpliendo por fases las metas del

proyecto. Se considera un objetivo retador pero alcanzable si se cuenta con el apoyo y los recursos adecuados.

En el caso más deseable, cuando se cumplan más de 12 preguntas, el escenario para la renovación tecnológica es viable y conveniente.

- Definición del equipo directivo del proyecto y principal responsable

Selección del equipo para la gerencia del proyecto de acuerdo con las habilidades, experiencia y conocimiento de los recursos disponibles para ello. Si no se cuenta con el personal idóneo, se puede designar un miembro de la cúpula directiva de la empresa como gerente de proyecto adhoc o contratar personal externo capacitado y preferiblemente certificado para cumplir con esta labor.

7.3 FASE DE PLANEACIÓN – ELABORACIÓN DEL PLAN DE GERENCIA DEL PROYECTO

- Alcance (definición y gestión)

En la definición del alcance se debe construir un documento donde se especifique las características del producto a entregar en el proyecto teniendo en cuenta las variables de delimitación del alcance: presupuesto, tiempo, recursos, calidad requerida. También se requiere la definición de los elementos a excluir dentro del proyecto tales como: necesidades de baja prioridad, requerimientos adicionales, restricciones y otros entregables relacionados.

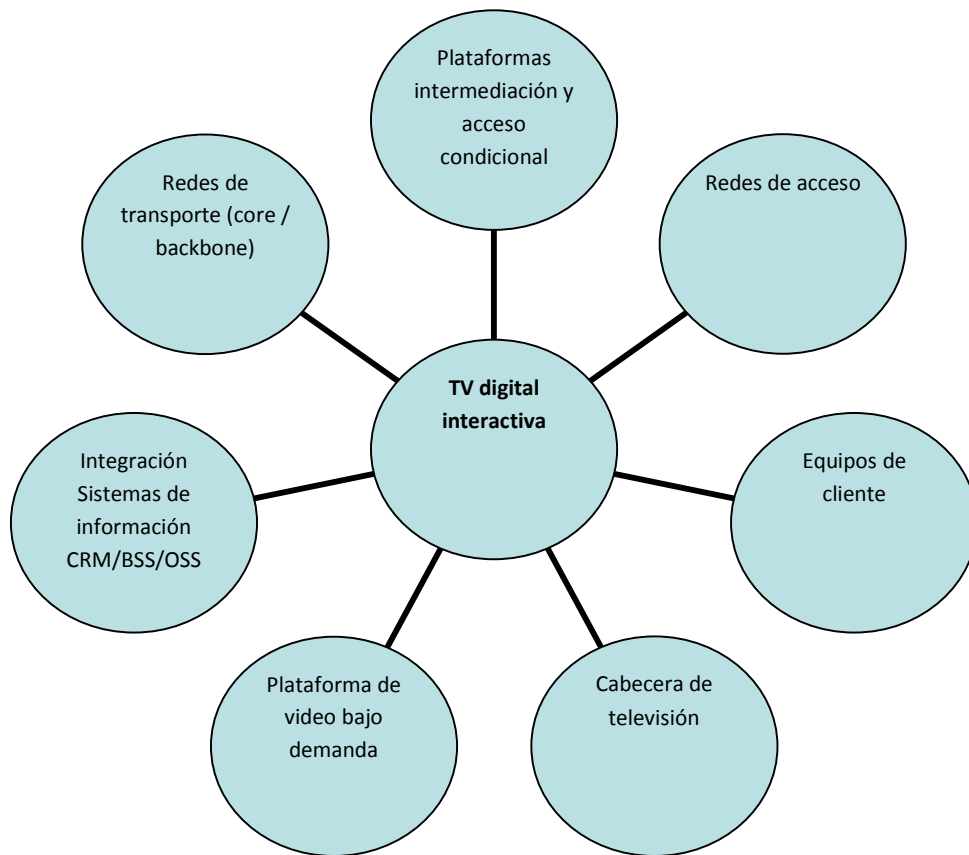
La gestión del alcance definido requiere la planeación de las actividades a realizar para asegurar el manejo adecuado del alcance y los controles de cambios sobre este teniendo en cuenta la posibilidad de una redefinición del plan de gerencia del proyecto. Este insumo es muy importante para el seguimiento y control en el proceso de verificación del alcance.

Lo que se establece dentro del alcance debe quedar plenamente aprobado por el equipo patrocinador y la administración de la empresa.

Se recomienda establecer un alcance corto y realista para no generar falsas expectativas dentro de la organización y poder medir el impacto del proyecto en el tiempo. De esta manera si se logra superar el alcance propuesto inicialmente acorde con un uso adecuado de los recursos, se cumple con los objetivos del proyecto a cabalidad.

Se debe tener claro aquí el mercado objetivo a impactar, el horizonte de tiempo tolerable y las condiciones de la competencia. También la característica de los servicios de televisión ofrecidos en el mercado y en la región para estructurar una oferta de valor que supere o iguale las condiciones actuales. Para ello se debe tomar los insumos del estudio de mercado y factibilidad técnica para hacer una estimación de crecimiento y expansión del servicio en sus primeras fases ajustándose al modelo de negocio del producto.

En el modelo propuesto, con el planteamiento de lotes de trabajo se delimita el alcance grueso modo. También sirve para conocer las especialidades requeridas en los recursos humanos, las inversiones, las tecnologías, las áreas de conocimiento, el nivel de complejidad y el tamaño del proyecto. La idea para al aplicar el modelo es asignarle prioridad a cada lote de trabajo y definir el estado actual de cada uno para conocer cuán lejos se encuentra la empresa del nivel requerido.



Lotes de trabajo para el proyecto de implementación de TV interactiva

Lote	Estado actual (Excelente, bueno, regular, malo)	Complejidad (Alta, media, baja)	Prioridad (Alta, media, baja)
Redes de transporte			
Redes de acceso			
Cabecera de televisión			
Plataformas de intermediación y acceso condicional			
Equipos de cliente			
Plataforma de video bajo demanda			
Integración con sistemas de información CRM/BSS/OSS			

Clasificación de lotes de trabajo del proyecto

Seguidamente, el modelo plantea que el alcance detallado se determina a través de la revisión de una lista de chequeo en la que se establecen los factores más importantes que delimitan el trabajo del proyecto:

Ítem	Cumple (S/N)	Observaciones
Cabecera - Contenido en vivo (Broadcast)		
Soporte de esquemas de transmisión unicast y multicast		
Compresión de video MPEG-2 y MPEG-4		
Relación de aspecto 4:3 y 16:9		
Alta definición (HD)		
Compresión de audio MPEG-1 y Dolby digital AC-3		
Closed caption		
Subtítulos		
Middleware (Intermediación)		
Interfaz de usuario final con menú de servicios		
Interfaz de usuario final en varios idiomas		
Guía electrónica de programación (EPG)		
Bloqueo de canales por parte del suscriptor		
Programación de canales favoritos por parte del suscriptor		
Control de padres para canales y programas		
Búsqueda de programas		
Canales pague por ver		
Grabación personal de video (PVR)		
Grabación personal de video en la red (NPVR)		
Televisión desplazada en la EPG		
Configuración personalizada en la interfaz de usuario final		
Programación de recordatorios		
Video Bajo Demanda (VOD)		
Catalogo de películas y eventos		
Video bajo demanda en alta definición		
Controles 'trick play' para la reproducción del video		
Facturación de consumos de clientes en línea		
Publicación automática y masiva de contenido		

Red distribuida geográficamente para la entrega de contenido		
Control de padres para el acceso a contenido de adultos		
PIN de compras para el acceso al contenido		
Manejo de paquetes promocionales		
Inserción de publicidad en el contenido		
Servicio de video bajo demanda por suscripción (SVOD)		
Posibilidad de ver demo o preliminar de los contenidos del catalogo		
Búsqueda de contenido en el catalogo por nombre y palabra clave		
Acceso condicional		
Aseguramiento contenido en vivo		
Aseguramiento de contenido bajo demanda		
Sistema de encriptación sin tarjetas especiales		
No agregar retraso a la transmisión		
Autenticación de terminales		
Prevención de ataques		
Equipos de cliente (Set top box STB)		
Equipos 'stand alone' con sistema operativo		
Soporte navegadores web		
Soporte flash		
Interfaces de programación (SDK) sobre el sistema operativo		
Permitir actualización de sistema operativo		
Soporte subtítulos		
Soporte closed caption		
Equipos con control remoto		
Soporte interfaz digital (HD)		
Soporte USB		
Aplicaciones interactivas		
Juegos		
Integración con portales de Internet		
Integración con redes sociales		
Herramientas para compartir información y videos entre los usuarios		
Compras en línea		

Lista de chequeo para delimitar el alcance del producto a desarrollar

- Conformación de equipo de trabajo

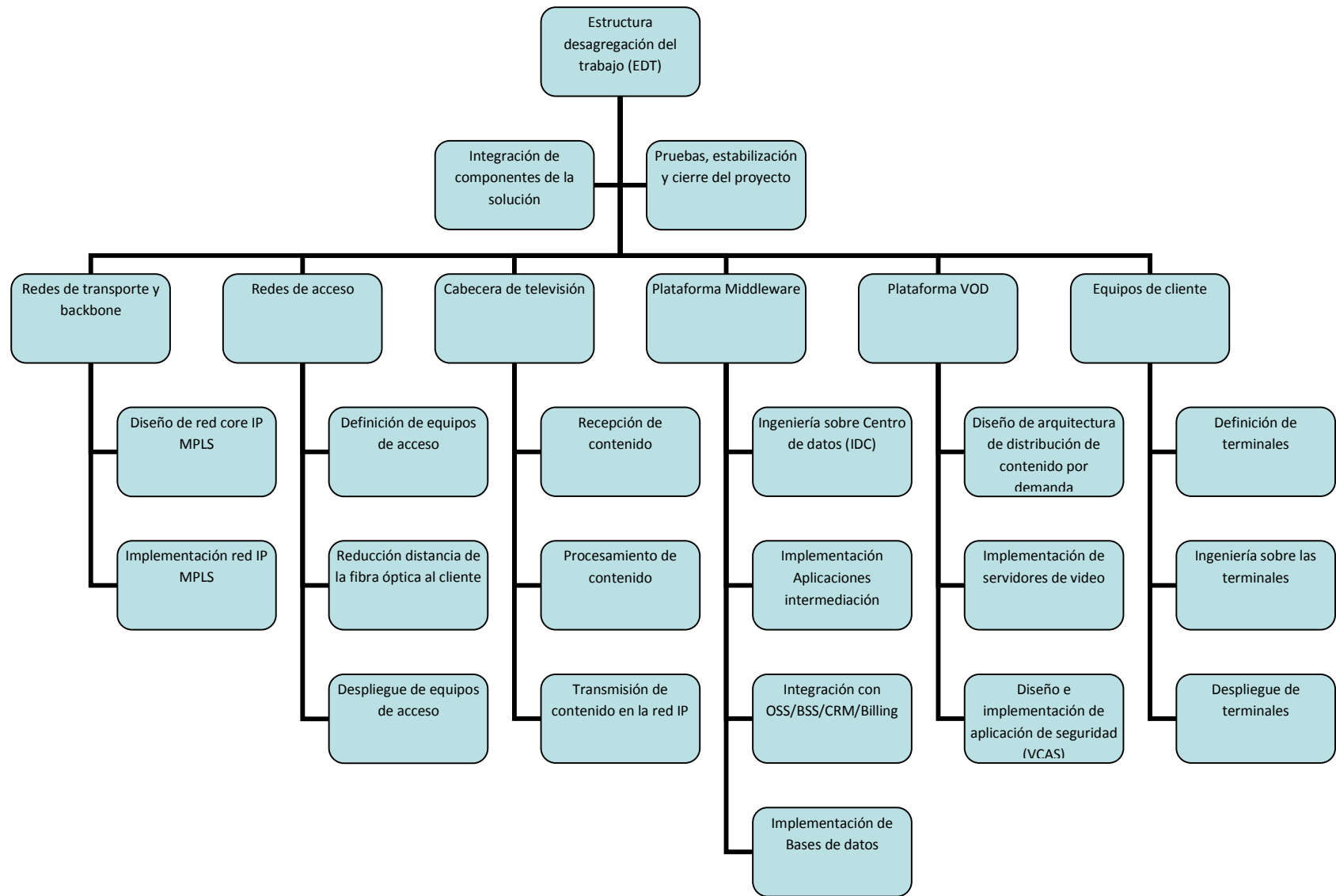
Para conformar el equipo de trabajo se requiere una selección idónea de personal que se ajuste en lo posible a las necesidades de conocimiento, habilidad y experiencia del proyecto. Para ello se requiere que el gerente de proyectos y el equipo patrocinador negocien con la administración de la compañía los recursos y su dedicación al proyecto en mayor o menor grado según las necesidades. Por otro lado, para ciertas actividades se requiere la contratación de proveedores y/o personal experto que labore en actividades especializadas.

Teniendo en cuenta este panorama y el nivel de cualificación del personal de la empresa, se podría decidir tercerizar algunos lotes de trabajo. Es recomendable que la gerencia del proyecto mantenga control sobre los diferentes componentes del proyecto y sus lotes de trabajo por complejos que sean. También el gerente de proyecto debe conocer o consultar con expertos en la empresa sobre los perfiles de las personas candidatas a ser miembros del equipo de trabajo para tener la facilidad de negociar y nominar a otras personas al proyecto en mención.

Los conocimientos requeridos se concentran en: dispositivos del cliente (STB), redes de acceso, redes IP de transporte y backbone, aplicaciones de tipo empresarial (plataforma middleware), bases de datos, aplicaciones web, cabeceras digitales, compresión de video, de/codificación de señales de video, señales multicast, video bajo demanda, seguridad de la información (llaves digitales, encriptación de canales, encriptación de contenido), sistemas de información de telecomunicaciones (Integración con OSS/BSS, CRM, facturador)

- Construcción estructura de desagregación del trabajo (EDT)

Una vez definido el alcance con el modelo de negocio del producto a desarrollar en la empresa, se procede a detallar todas las actividades necesarias para lograr los objetivos en un marco de fases o lotes de trabajo. Esto se requiere para tener componentes elementales de más fácil manejo y control. Una EDT es un esquema jerárquico o de árbol donde se establecen diferentes niveles de agrupación de tareas hasta llegar al nivel más elemental de desagregación posible. Para el proyecto de implementación de TV digital se propone un esquema que contenga lo siguiente:



Modelo estructura de desagregación del trabajo EDT

- Estimación de recursos

Se requiere estimar el tipo y cantidad de recursos necesarios para realizar cada tarea establecida en el proyecto.

En la fase de análisis y diseño se requieren recursos para contratar consultorías y procesos de referenciación en el diseño de la arquitectura de IPTV acorde con los estándares y mejores prácticas a nivel mundial. Se requiere que parte del equipo de trabajo pueda desplazarse a diferentes partes del mundo para estar al tanto de las tendencias y circunstancias del mercado.

Luego para las fases posteriores se requieren recursos para la compra de equipos, infraestructura, servidores, plataforma tecnológica, dispositivos de cliente y servicios profesionales para la implementación del sistema en sus diferentes componentes. En caso de que existan varios proveedores para los diferentes elementos del sistema, se requiere de un actor cuyo rol sirva como integrador de la solución.

- Construcción de cronograma de trabajo (secuencia de actividades y duración)

El cronograma del proyecto es un flujo de actividades que se construye con base en la estructura de desagregación del trabajo (EDT), en el cual se identifica las dependencias entre las actividades, secuencias, duración, recursos requeridos y restricciones de fechas a tener en cuenta.

Etapa	Detalle
Fase de referenciación y exploración	Definición de mercado objetivo, estado del arte de las tecnologías asociadas, experiencias de otras empresas, análisis del estado actual de la empresa
Primera fase de implementación (prueba piloto)	Montaje de la solución en ambiente de laboratorio. Pruebas de desempeño en campo. Definición de la oferta a lanzar
Segunda fase de implementación (salida al mercado de forma controlada)	Puesta en producción del servicio. Venta controlada del producto. Estabilización
Tercera fase de implementación (masificación)	Masificación de la oferta, empaquetamiento y

y nuevos servicios)	promociones. Implementación de nuevos servicios sobre la plataforma.
---------------------	--

Estructura de Iteraciones o fases propuestas del proyecto

El cronograma propuesto de forma general debe abarcar lo siguiente:

- Análisis
 - Revisión de alternativas tecnológicas y arquitecturas de despliegue
 - Referenciación técnica y comercial
 - Ajuste Modelo Financiero
 - Ajuste factibilidad técnica y operativa
 - Desarrollo y ajuste oferta comercial
 - Ajuste definición de producto y alcance
- Diseño
 - Diseño de arquitectura del sistema
 - Definición de tecnologías de redes de acceso
 - Diseño y reingeniería de redes de transporte
 - Diseño y reingeniería de redes de acceso
 - Diseño de cabecera digital
 - Diseño de plataforma Middleware
 - Diseño plataforma de distribución de contenido bajo demanda (VOD)
 - Diseño de aplicación de seguridad (VCAS/DRM)
 - Definición de terminales y características funcionales requeridas
 - Definición de procesos de servicios al cliente
 - Definición de procesos operativos y de soporte
- Construcción e Implementación
 - Selección y contratación de proveedores
 - Implementación red IP/MPLS
 - Adquisición y despliegue equipos en redes de acceso
 - Despliegue de fibra óptica en redes de acceso
 - Adquisición de equipos de cabecera

- Implementación de cabecera
- Ingeniería sobre centro de datos (IDC)
- Implementación de plataforma Middleware
- Desarrollo y pruebas de integración con sistemas de información
- Implementación de bases de datos
- Implementación de plataforma de servidores de video
- Implementación aplicación de seguridad
- Adquisición de terminales de cliente
- Homologación y configuración de terminales
- Cierre
 - Documentación técnica del sistema
 - Elaboración de manuales y guiones para capacitación
 - Pruebas integrales
 - Capacitación
 - Campaña de lanzamiento y publicidad
 - Negociación de contenidos para oferta inicial
 - Definición de grilla oferta inicial
 - Puesta en producción
 - Estabilización
- Estimación de costos y presupuesto requerido

Estimar el costo de los recursos requeridos para ejecutar cada actividad dentro del proyecto. Los recursos pueden ser: personas, materiales, equipos, servicios. Estos costos se estiman con base en invitaciones a ofertar para proveedores y estimación de costos de equipos y servicios especializados en el mercado teniendo claro el alcance de la solución a desarrollar.
- Construcción de mapa para la gestión de riesgos

Para identificar posibles problemas, riesgos, vulnerabilidades, amenazas y peligros se hace necesario construir un mapa categorizado de riesgos en el que se plasme de forma detallada los elementos que se consideran riesgosos en el proyecto con el nivel de criticidad y grado de probabilidad de ocurrencia.

Acorde con la gestión de los riesgos se debe construir un plan de mitigación de los mismos con recomendaciones de posibles acciones de mejora y reacción de forma preventiva frente a dificultades originadas en el proyecto.

Los riesgos más comunes a controlar en el proyecto de implementación del servicio de televisión digital son: falta de experiencia y conocimiento en las nuevas tecnologías, incumplimiento de contratistas en la ejecución de contratos, falta de capacidad para integrar la solución con sus diferentes componentes, falta de disponibilidad de recursos de inversión, entre otros.

- Elaboración del plan de control de calidad
- Elaboración del plan de contrataciones

7.4 EJECUCIÓN

- Adjudicar contratos y seleccionar proveedores
- Ejecutar plan de trabajo
- Ejecutar plan de pruebas y aseguramiento de calidad

7.5 MONITOREO Y CONTROL

- Seguimiento a la ejecución del plan de trabajo
- Control de cambios al proyecto
- Control de costos y ejecución del presupuesto
- Gestionar el equipo de trabajo
- Elaboración de reportes de avance del proyecto
- Administración e interventoría de contratos
- Realizar controles de calidad

7.6 CIERRE

- Cierre de contratos
- Cierre formal del proyecto

8. CONCLUSIONES

- Con el planteamiento del modelo, se espera allanar en parte el camino para profundizar el estudio del componente tecnológico, social, legal, económico y financiero implícito en la solución de televisión digital. En el país, el tema se encuentra en un momento de oportunidad para los empresarios y académicos interesados en profundizar y especializarse en el tema.
- Como elemento para aplicar las buenas practicas de gerencia de proyectos, la iniciativa de construcción del modelo de implementación de televisión digital constituye un tema retador pues involucra distintas variables y niveles de complejidad que permiten al gerente de proyecto desarrollar sus capacidades idóneas para el manejo de un proyecto de una importante envergadura.
- Para las empresas del sector, se incentiva el estudio y análisis del tema y a la vez se pone a disposición una guía paso a paso de las actividades, recursos y elementos fundamentales para toda implementación del servicio en mención.
- La columna vertebral de un proyecto de esta naturaleza constituye la fase de planeación pues en esta se constata todos los elementos de la arquitectura tecnológica, los requerimientos y los diseños de la guía procedimental. En esta fase del modelo no se puede descuidar ningún detalle pues cualquier omisión o acción inadecuada puede resultar en un desborde del presupuesto o del tiempo requerido para la terminación del proyecto.
- El mercado de la televisión colombiana requiere continuar un proceso de maduración que obliga a los operadores a estabilizar el conflicto competitivo para pasar a un esquema más integrado con el gobierno nacional y las entidades regulatorias. Esto permite un crecimiento estable y proyectable a futuro de la industria.
- El modelo construido tiene en cuenta las variables o factores que tienen que ver con el contexto colombiano y su entorno actual. También es importante evaluar la presencia de diferentes operadores trasnacionales que impactan el comportamiento del mercado y del negocio.

9. BIBLIOGRAFÍA

PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE. A guide to the Project Management Body of knowledge: PMBOK GUIDE Third Edition, 2004. ISBN: 978-1-930699-45-8

O'DRISCOLL, Gerard. Next Generation IPTV Services and Technologies, WILEY-INTERSCIENCE, A JOHN WILEY & SONS, INC., Enero 2008, ISBN: 978-0-470-16372-6

BENOIT, Herve. Digital Television, Third Edition: Satellite, Cable, Terrestrial, IPTV, Mobile TV in the DVB Framework, Marzo 2008, ISBN: 0240520815

ARNOLD, John, FRATER, Michael, et al. Digital Television: Technology and Standards, Septiembre 2007, ISBN: 978-0-470-14783-2

ROBIN, Michael, POULIN, Michel. Digital Television Fundamentals, Junio 2000, ISBN: 0071355812

WHITAKER, Jerry. Mastering Digital Television: The Complete Guide to the DTV Conversion (McGraw-Hill Video/Audio Professional), Marzo 2006, ISBN: 0071470166

COLLINS, Gerald. Fundamentals of Digital Television Transmission, Noviembre 2000, ISBN: 0471391999

DUDEK, Gregory. Digital Television at Home: Satellite, Cable and Over-the-Air: Using, controlling and understanding digital TV technologies, junio 2008, ISBN 0980991501

LEKAKOS, George, DOUKIDIS, Georgios. Interactive Digital Television: Technologies and Applications, 2006, ISBN: 1599043610

MILENKOVIC, Milan. Delivering interactive services via a digital TV infrastructure. IEEE MultiMedia, vol. 5, no. 4, pp. 34-43, Diciembre 1998

MILLARES CARLO, Agustín. La técnica documental en el trabajo de investigación: Normas de aplicación. Documentación de las ciencias de la información, Nº 4, 1980, pags. 19-78, ISSN 0210-4210