

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR



**FACULTAD DE INGENIERÍA
MAESTRÍA EN REDES DE COMUNICACIÓN**

**TRABAJO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE:
MÁSTER EN REDES DE COMUNICACIÓN**

TEMA:

**“PROPUESTA DE IMPLEMENTACIÓN DE UNA
INFRAESTRUCTURA IPTV CASO DE ESTUDIO: UNIVERSIDAD
TÉCNICA DE MANABÍ”**

AUTOR:

MIGUEL JOSEPH RODRÍGUEZ VÉLIZ

DIRECTOR DE TESIS

ING. FRANCISCO RODRÍGUEZ CLAVIJO MSc.

QUITO - 2016

AGRADECIMIENTO

A mi tutor, ingeniero Francisco Rodríguez Clavijo, por su importante colaboración.

A la Facultad de Ingeniería de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador, por haberme acogido en sus aulas durante esta maestría.

A todas las demás personas, que de una u otra forma me ayudaron en este trabajo de investigación

DEDICATORIA

A Dios, fuente de inspiración.

A mi familia, por su incesante motivación y comprensión.

RESUMEN

La presente investigación centra su estudio en la utilización de la plataforma IPTV dentro del ámbito de la educación universitaria, donde la transmisión de video y televisión por internet abre las puertas a una amplia gama de opciones en este sector y del conocimiento en general.

El centro de estudio donde se desarrolló el presente trabajo es la Universidad Técnica de Manabí, en donde se planteó que al contar con esta tecnología actual y flexible es posible tener informados a los estudiantes, docentes, empleados y trabajadores; mediante contenidos audiovisuales que se transmitirán en televisores ubicados en cada facultad o usando su computador.

Se investigó sobre la importancia y las bondades que la plataforma IPTV brinda en la educación, su empleo en algunas universidades del país y otros proyectos de este tipo realizados en diferentes países. Además se realizaron encuestas y entrevistas a los miembros de la universidad para conocer la realidad de este centro y las expectativas que tienen referente a los servicios que se obtendrían con la implementación de esta tecnología.

IPTV tiene todo el potencial para ser uno de los motores de la innovación en las universidades, al ofrecer el servicio de grabación de conferencias magistrales, congresos, seminarios e incluso las clases de los docentes, a las cuales podrían acceder los estudiantes en cualquier momento y con ello retroalimentar conocimientos, es decir, la generación y transmisión de contenidos audiovisuales a fin de potencializar y reforzar los conocimientos adquiridos en las aulas.

Se propone desarrollar esta iniciativa de implementar IPTV en la Universidad Técnica de Manabí en dos fases o etapas, en donde se incluye la adecuación física y estructural, el

diseño e implementación de la web tv, además del dimensionamiento y diseño del sistema de transporte del contenido audiovisual.

Las redes y comunicaciones juegan un papel primordial, ya que se necesita contar con un buen tendido de fibra para asegurar la calidad en la transmisión de video, de igual forma es muy importante el diseño de la infraestructura IPTV y los equipos a utilizar. Por cuestión de presupuesto la infraestructura incluye la utilización de cloud computing sobre todo en lo referente al servidor de contenidos.

Palabras claves: Televisión sobre el Protocolo de Internet (IPTV), ancho de Banda, calidad de servicio (Qos), MPEG (Grupo experto de imágenes en movimiento), decodificadores (STB)

ABSTRACT

This research focuses on the use of the IPTV platform within the scope of university education, where the transmission of video and television on the internet opens the door to a wide range of options in this sector and knowledge in general.

The study center where the present work was developed is the Technical University of Manabí, where it was suggested that having this current and flexible technology, it is possible to have students, teachers, employees and workers informed; Through audiovisual content that will be transmitted in the televisions located in each faculty or using their computer.

We investigated the importance and benefits of the IPTV platform in education, its use in some universities in the country and other projects of this type carried out in different countries. In addition, surveys and interviews were conducted with members of the university to learn the reality of this center and the expectations they have regarding the services that would be obtained with the implementation of this technology.

IPTV has the potential to be one of the engines of innovation in universities, offering the service of recording master lectures, congresses, seminars and even the classes of teachers, which could be accessed by students at any time and with this to regain knowledge, that is to say, the generation and transmission of audiovisual contents in order to potentialize and reinforce the knowledge acquired in the classroom.

It has been proposed to develop this initiative to implement IPTV in the Technical University of Manabi in two phases or stages, which includes physical and structural adequacy, web tv design and implementation, as well as sizing and designing of the transport system for the audiovisual content.

Networks and communications play a key role, since it is necessary to have a good fiber laying to ensure the quality of the video transmission, just as it is very important the design of the IPTV infrastructure and the equipment to be used. As a matter of budget, the infrastructure includes the use of cloud computing more focused on the content server.

ÍNDICE DE CONTENIDO

AGRADECIMIENTO	I
DEDICATORIA	II
RESUMEN	III
ABSTRACT.....	V
ÍNDICE DE CONTENIDO	VII
ÍNDICE DE FIGURAS.....	X
ÍNDICE DE TABLAS	XII
Capítulo 1. Introducción a la tecnología IPTV	1
1.1 Justificación	1
1.2 Planteamiento del Problema.....	3
1.3 Alcance de la investigación.....	6
1.4 Definición de IPTV	7
1.4.1 Transmisión Unicast.....	8
1.4.2 Transmisión Multicast.....	9
1.5 Características técnicas IPTV	10
1.6 Ventajas de IPTV frente a la televisión convencional	11
1.7 Organización de la tesis	12
Capítulo 2. Marco Teórico.....	14
2.1 Arquitectura del sistema IPTV.....	14
2.1.1 Núcleo del contenido.....	15
2.1.2 Red de Transporte.....	20
2.1.3 Red de Acceso	25
2.1.4 Red interna del usuario.....	28
2.1.5 Plataforma de servicios.....	29
Internet TV	30
2.2 Factores que afectan el servicio de IPTV.....	31
2.3 Formatos de video en sistemas IPTV	32

2.3.1 Formato MPGE-2.....	33
2.3.2 Formato MPGE-4.....	33
2.3.3 Formato H.264	34
2.4 Protocolos en un sistema IPTV	35
2.4.1 Protocolo UDP/TCP	36
2.4.2 Protocolos streaming en tiempo real RTP	37
2.4.3 Protocolos streaming en tiempo real RTCP (Real Time Control Protocol).....	39
2.4.4 Protocolos streaming en tiempo real RTSP	41
Propiedades del protocolo RTSP	43
2.4.5 Protocolo multicast.....	44
Codecs.....	46
2.4.6 IGMP (Internet Grouping Management Protocol).....	47
2.5 Tipos de redes de acceso para distribución de IPTV	47
2.5.1 Redes de Acceso de Fibra Óptica para IPTV.....	47
2.5.2 Arquitectura de red de GPON	48
2.6 Calidad de Servicio (QoS) y la calidad de experiencia (QoE).....	57
2.6.1 Ventajas y desventajas.....	58
2.7 Servicios disponibles	59
2.8 Cadena de valor de IPTV	62
Capítulo 3. Propuesta de una arquitectura de red IPTV para la Universidad Técnica de Manabí	67
3.1 Requerimientos de servicios multimedia de la Universidad Técnica de Manabí.....	69
3.1.1 Ancho de banda	70
3.1.2 Requerimientos de almacenamiento.....	71
3.1.3 Calidad de servicio QoS.....	71
3.1.4 IP- STB Set Top box	74
3.2 Diseño de la infraestructura para soportar los servicios de IPTV	76
3.2.1 Diseño del núcleo de contenido	78
3.2.2 Diseño de la red de transporte	82
3.3.3 Diseño de la red de acceso.....	84
3.2.4 Diseño de la red interna del usuario.....	86

3.3 Estándares de la televisión digital terrestre en el Ecuador	87
Capítulo 4. Propuesta de Implementación IPTV	89
4.1 Propuesta de IPTV UTM	89
4.2 Adecuación física y estructural.	91
4.3 Dimensionamiento del sistema de transporte de contenido audiovisual.....	94
4.4 Diseño del sistema de transporte de contenido audiovisual.....	94
4.5 Presupuesto	98
4.6 Propuesta de implementación de web tv.....	99
4.6.1 Diseño del portal Web TV	101
4.7 Cloud Computing en IPTV	102
4.7.1 Proyectos exitosos de IPTV	105
4.8 Penetración de iptv en el mercado mundial	106
4.9 Análisis de resultados de las encuestas	108
Capítulo 5. Conclusiones y Recomendaciones	118
5.1 Análisis de resultados	118
5.2 Validación de los objetivos	119
5.3 Conclusiones	121
5.4 Recomendaciones	122
Bibliografía	123

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura #01 Televisión sobre ip.....	8
Figura #02: Unicast y Multicast.....	9
Figura #03, Servicios IPTV.....	10
Figura #04: Arquitectura IPTV.....	15
Figura #05: Posicionan el Dslam.....	17
Figura #06: Red de transporte.....	21
Figura #07: Red de transporte y acceso.....	28
Figura #08. Protocolos utilizados en IPTV.....	36
Figura #09: Envío de paquetes RTP.....	40
Figura #10: Protocolo Rtcp.....	42
Figura #11: Peticiones RTSP.....	44
Figura #12: Comparación de difusión, multicast y unicast.....	46
Figura#13: Arquitectura Gpon.....	50
Figura #14: Diagrama de FTTH.....	53
Figura #15: Revision capas de QoS/QoE.....	59
Figura #16 - Triple play.....	60
Figura #17: Cadena de valor de IPTV.....	63
Figura #18: Arquitectura de Set-Top-Box.....	75
Figura #19: Componentes que conforman el proyecto IPTV.....	77
Figura #20: Arquitectura IPTV.....	78
Figura #21: Cisco IPTV Head-End Sample Architecture.....	79
Figura #22 Solución para Headend.....	80
Figura #23: Servidor Vod.....	82
Figura #24: Distancia de las extensiones.....	83
Figura #25: Red de transporte.....	84
Figura #26: Diseño red de acceso con Xdsl.....	85
Figura #27: Diseño red de acceso FTTH.....	86

Figura #28: Diseño red de acceso FTTH.....	87
Figura #29: Campus universitario.....	92
Figura #30: Viewer Tecsys.....	93
Figura #31: Portal Web IPTV.....	95
Figura #32: Arquitectura Village Flow.....	96
Figura #33: Diseño de propuesta IPTV UTM.....	97
Figura #34: Etapas potenciales de IPTV Servicios Evolución.....	101
Figura #35: Arquitectura del portal Web IPTV.....	102
Figura #36: Infraestructura en la nube.....	104
Figura #37: Encuestas a docentes de la Universidad.....	110
Figura #38: Encuestas a docentes de la Universidad.....	111
Figura #39: Encuestas a docentes de la Universidad.....	113
Figura #40: Encuestas a docentes de la Universidad.....	114

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla #01: Tasa de comprensión de video.....	47
Tabla #02: Comparativa de IPTV vs televisión por internet.....	66
Tabla #03: Parámetros recomendados capa de transporte mínima para Satisfactorio QoE para MPEG-2 SDTV servicio codificado.....	73
Tabla#04: Parámetros recomendados capa de transporte mínima para Satisfactorio QoE para MPEG-4 AVC o VC-1 servicio SDTV Codificado.....	74
Tabla#05: Focus Group Proceedings del 2008 de la ITU-T.....	77
Tabla#06: Servidor de Video Vod.....	81
Tabla#07: Especificaciones técnicas.....	93
Tabla#08: Presupuesto de implementación de IPTV Fase 1.....	98
Tabla#09: Presupuesto de implementación de IPTV Fase 12.....	99
Tabla 10, Pregunta 1 Encuentras a los docentes.....	110
Tabla 11, Pregunta 2 Encuentras a los docentes.....	111
Tabla 12, Pregunta 3 Encuentras a los docentes.....	112
Tabla 13, Pregunta 4 Encuentras a los docentes.....	114
Tabla 14, Servicios ofertados de la encuestas a los docentes.....	115

Capítulo 1. Introducción a la tecnología IPTV

Las siglas de IPTV se comienzan a mencionar en todo el entorno de las telecomunicaciones, el aumento del ancho de banda en nuestro país, la reducción de los costos y la aparición de esta nueva tecnología, permiten apostar por un servicio de televisión usando las redes IP, protocolo empleado para la transmisión de paquetes por internet. Esto proporcionaría a gran parte de la población un servicio multimedia con audio, video y datos en una red convergente, teniendo en cuenta que el internet hoy en día se ha vuelto un servicio básico así como lo es el agua, la electricidad y la telefonía.

Cada vez es más claro que las compañías de comunicaciones en todo el mundo ven nuevas oportunidades de crecimiento en la oferta de servicios de video sobre el protocolo de internet, siendo la industria del entretenimiento televisivo la primera en experimentar grandes transformaciones como suscriptores de banda ancha, mostrando continuas mejoras de las técnicas de compresión para contenido de vídeo digital. Este crecimiento está impulsado por la demanda de nuevas tecnologías para la implementación de IPTV en todo los campos, incluyendo la educación. ([1] Oñate, 2010)

1.1 Justificación

IPTV muestra las alternativas que un centro de educación superior como la Universidad Técnica de Manabí debe seguir para tener una visión más clara sobre la situación futura de la misma en cuanto al ámbito de enseñar y aprender.

Además de mejorar las diferentes actividades que se realizan en ella, como congresos, especializaciones o cursos que se dictan, IPTV centra su funcionalidad en presentar

soluciones que permitan tener material interactivo para consultar tanto de manera local como remota.

Incrementa las posibilidades de la educación a distancia y al mismo tiempo optimiza la infraestructura necesaria para la misma. Por otro lado, permite que todas las clases impartidas sean grabadas y almacenadas de manera eficiente para que posteriormente puedan ser consultadas cuantas veces sea necesario.

Un apartado importante es la obtención de la calidad del servicio que se quiere ofrecer, además del mantenimiento de la misma. IPTV es un servicio que forma parte de las NGN (Next Generation Network) y para este tipo de redes, se han propuesto recomendaciones internacionales referentes a la medición de la QoS en redes IP.

Para mejorar la educación en la Universidad Técnica de Manabí se necesitan optimizar los procesos de aprendizaje, el propósito principal de implementar IPTV en ella es precisamente esto, además de lograr que cada integrante de la universidad, sea estudiante, docente, o administrativo, vea el progreso que en ella se genera y no sienta que en la universidad se manejan las mismas ideas y expectativas.

A esto se debe encaminar la educación en la Universidad Técnica de Manabí; a dar un giro radical en cuanto a la metodología que se aplica a la hora de enseñar y aprender, mostrando que IPTV es un camino para lograrlo.

Con todos estos servicios que IPTV podría prestar y cada una de las ventajas que estos traerían, se vuelve imperiosa la implementación de esta tecnología en este centro de estudio superior.

1.2 Planteamiento del Problema

La televisión es un sistema que se ha utilizado desde mediados del siglo XX para transmitir imágenes en movimiento y sonido a distancia. Los medios de transmisión y recepción y la calidad de su contenido han evolucionado con el tiempo, la señal ya no es análoga sino digital, la imagen ya no se recibe en Definición Estándar (SD) sino en Alta Definición (HD) y recientemente en formato 4K, ahora los medios de transmisión digitales son el cable, el satélite y las vías de radiofrecuencias terrestres; y la señal ya no se recibe en un televisor con tubo de rayos catódicos sino en televisores de pantallas LCD, Plasma o LED.

IPTV (Internet Protocol Television) es una tecnología que entra en la evolución de la televisión, suministrando el servicio desde el internet, por lo que se puede acceder desde un PC, una Laptop, consolas de video juego, teléfonos celulares (smartphones) o cualquier dispositivo que cuente con las características para visualizar video y recibir audio a través de la red, además de buscar una nueva forma de interpretar la televisión, que en sus inicios se creó para proporcionar diversión o entretenimiento, utilidad social e información, pero que con esta tecnología puede ser aplicada en otros ámbitos como el empresarial, turístico, educativo o salud.

IPTV puede implementar múltiples usos, los cuales dependerán de las necesidades de las organizaciones. En el caso de las que prestan servicio de TV Digital, es capaz de integrar sus servicios, permitiendo interactividad al usuario, quien tendría múltiples opciones como pausar, adelantar, retroceder o grabar el contenido que está recibiendo, e incluso de solicitar películas o programas de televisión de su conveniencia. En el campo salud, se podría tener acceso a contenido televisivo, controles médicos e incluso realizar teleconsultas, mediante la conexión con un hospital cercano. En seguridad, esta tecnología ofrece el servicio de video vigilancia, pues existen tipos de cámaras a las que se les puede configurar IPTV, es así como desde cualquier lugar y a través de internet, se podría ver la imagen que la cámara recibe en dicho momento. En el sector educativo, la aparición de la

televisión digital interactiva se convierte en un medio para hacer llegar la educación a las personas que no pueden asistir a clases presenciales. Además se podría generar contenidos multimedia para la formación e inclusión de las comunidades, facilitando la actividad pedagógica.

Existen varios puntos que se han estudiado para proponer la implementación de una infraestructura IPTV en la Universidad Técnica de Manabí, uno de ellos es la posibilidad de ofrecer educación a distancia, que si bien no forma parte de la oferta académica de esta universidad, en algún momento se podría mirar hacia ella, dando la oportunidad para que los estudiantes puedan educarse de forma no presencial, utilizando esta tecnología.

También permitiría la transmisión de videos educativos, de clases o temas importantes para que los estudiantes puedan acceder a ellos cuando lo deseen y de videos instructivos e informativos, que les permita conocer cómo realizar actividades específicas dentro de la universidad.

En cuanto a las conferencias, seminarios o simposios, IPTV sería un buen camino para complementar cada una de estas actividades, que son muy comunes en cada una de las facultades de la universidad. Es aquí donde métodos como videoconferencias son muy útiles, ya que no solo existirán los espectadores dentro del auditorio pues además existirán los telespectadores; aquellas personas que no alcanzaron a entrar al auditorio o que sencillamente decidieron recibir la señal vía IP. Es de suma importancia la calidad del servicio que recibe el cliente, puesto que quizás existirán eventos pagados, como por ejemplo los congresos, de los cuales el usuario final esperará tener la mejor calidad de imagen posible, algo que con IPTV se puede lograr ya que garantiza calidad de servicio.

Otra oportunidad que nos ofrece IPTV es la del desarrollo de un área de video vigilancia dentro de las instalaciones de la universidad, con el fin de monitorear aquellas áreas donde

no todo el tiempo estará una persona al pendiente de la situación, con lo cual se mejoraría en gran medida la seguridad.

Por último, IPTV nos permitiría tener un canal de televisión en vivo de la universidad, en donde cualquier persona pueda observar en qué estado se encuentra la universidad, así como también se muestren noticias, eventos culturales, seminarios, conferencias, actividades empresariales, nuevos proyectos en cuanto a la infraestructura de la universidad, en fin, donde las personas puedan apreciar el acontecer de la institución. En la actualidad, el proyecto del canal de televisión ya arrancó, su nombre es UTM-TV, pero todavía se encuentra fase de implementación.

1.3 Alcance de la investigación

Esta investigación tendrá como alcance principal una propuesta de implementación para el funcionamiento de servicios multimedia en la Universidad Técnica de Manabí con una alta calidad y sobre una infraestructura IPTV.

Además, se elaborará un documento impreso que recoja el presente trabajo que titula: “Propuesta de implementación de una infraestructura IPTV caso de estudio: Universidad Técnica de Manabí”.

Hipótesis General

La propuesta de implementación de una infraestructura IPTV en la Universidad Técnica de Manabí para brindar servicios multimedia de alta calidad permitirá mejorar los procesos de enseñanza- aprendizaje de este centro de estudio superior.

Objetivos

Objetivo General:

Diseñar una propuesta de implementación de la tecnología IPTV para la red de la Universidad Técnica de Manabí que permita ofrecer servicios multimedia de alta calidad.

Objetivos Específicos:

1. Analizar las diferentes características y componentes que involucra la tecnología IPTV.
2. Determinar los requerimientos, tanto de hardware como de software, necesarios para la implementación de IPTV en la Universidad Técnica de Manabí.
3. Diseñar la infraestructura IPTV a implementarse en la Universidad Técnica de Manabí.

4. Elaborar una propuesta para la implementación de IPTV en la red de la Universidad Técnica de Manabí.

1.4 Definición de IPTV

IPTV (Internet Protocol Televisión) es la distribución de canales de televisión tradicionales, películas, texto, gráficos, datos y contenido de video y audio bajo demanda sobre una red ip de banda ancha probada. La transmisión de la televisión digital se realiza a través del protocolo de Internet IP empleando conexiones de banda ancha en la parte del cliente. Generalmente se utiliza una red privada en vez del internet público, para garantizar la calidad de servicio, seguridad, interactividad y fiabilidad. A menudo se puede ofrecer junto a éste, servicio de video bajo demanda, servicio de internet y voz sobre IP.

Es un sistema muy útil, pues permite recibir señales de TV y video junto con otros servicios multimedia a través de la conexión a internet. La tecnología IPTV está teniendo cada vez más importancia en la sociedad y está empezando a tener un efecto destructivo en los modelos de negocio de los operadores de televisión de pago tradicionales. ([2]Lloret, J., García, M., & Boronat, F., 2008) Los términos unicast y multicast son importantes cuando hablamos de transmisión de flujos por internet.

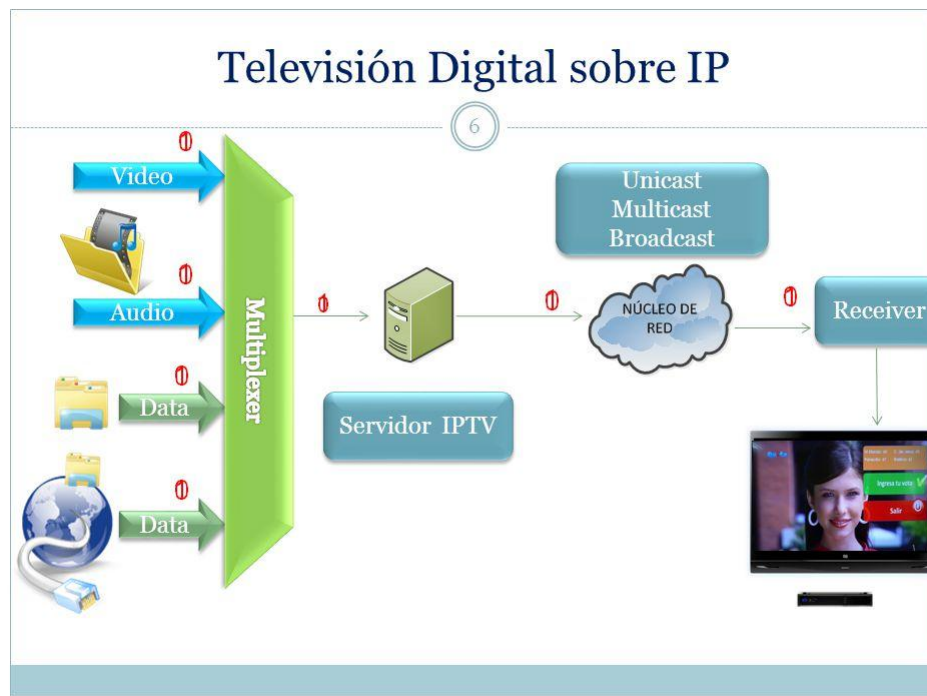


Figura #01: Televisión sobre ip. ([39]Haro Báez, 2012)

1.4.1 Transmisión Unicast

Se basa en un proceso de envío de la información desde una máquina origen a una máquina destino, por lo tanto es una transmisión punto a punto con cada destinatario, si se desea enviar la misma información a “n” destinatarios habrá “n” comunicaciones punto a punto independientes o “n” copias de la misma información enviadas desde la máquina de origen como se muestra en la figura 2. ([2]Lloret, J., García, M., & Boronat, F., 2008)

Con unicast el servidor debe enviar el flujo de datos individualmente a todo aquel que quiere recibir la transmisión. En este caso cada petición utiliza parte del procesador del servidor. Debido a este fenómeno si se reciben muchas solicitudes puede ser que el servidor no soporte tantas secciones y se sature ([2]Lloret, J., García, M., & Boronat, F., 2008).

1.4.2 Transmisión Multicast

Se basa en un único proceso de envío, independiente del número de potenciales máquinas receptoras, se da desde una máquina de origen a todas las máquinas destinatarias que posean al menos un miembro de un determinado grupo multicast y compartan una misma dirección de clase D. Se resalta el hecho de que desde las máquinas origen solo se envía una vez la información y no se transmiten “n” copias aunque haya “n” destinatarios como se muestra en la figura 2. En este escenario el router intermedio tiene que poseer la capacidad para hacer la copia necesaria de la información transmitida desde el origen a las correspondientes máquinas destinos. Este sistema de transmisión envía una sola copia de los datos a los clientes que lo han solicitado, permite implementar aplicaciones multimedia en la red y minimizar al mismo tiempo la demanda de ancho de banda de estas aplicaciones. ([2]Lloret, J., García, M., & Boronat, F., 2008)

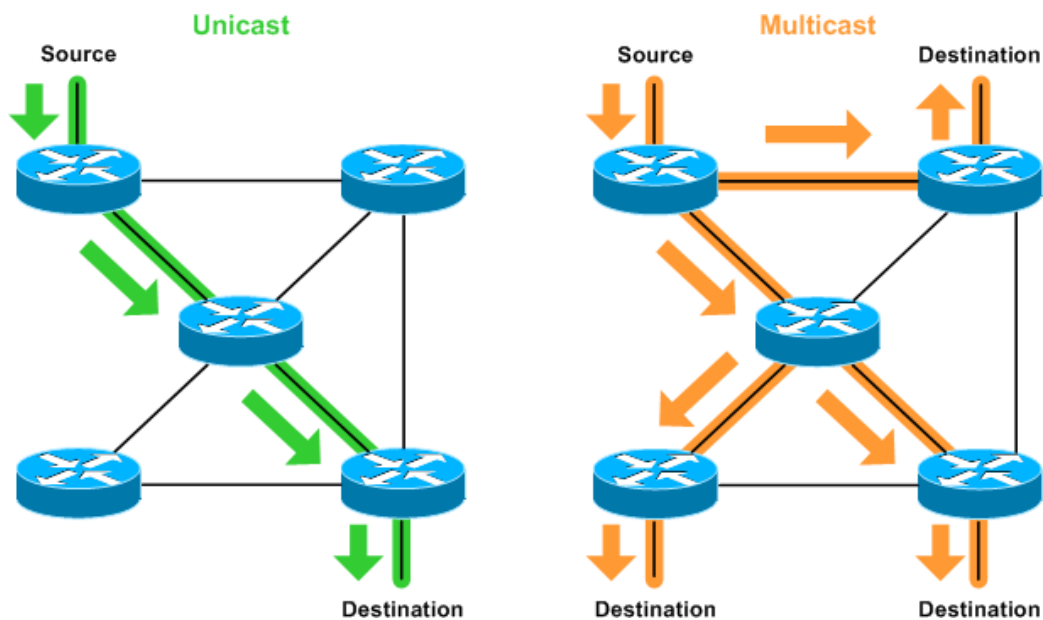


Figura #02: Unicast y Multicast, Elaborado por autor

Desde la perspectiva de un usuario, IPTV parece y opera como un servicio de televisión de pago estándar, desde la perspectiva del proveedor de servicios, IPTV abarca la adquisición, procesamiento y envío seguro de video sobre una infraestructura de red

basada en IP, permitiendo un control sobre la distribución del contenido, IPTV permite ofrecer los siguientes servicios (Figura #03). ([2]Lloret, J., García, M., & Boronat, F., 2008)



Figura #03, Servicios IPTV, Elaborado por autor

1.5 Características técnicas IPTV

El tráfico para IPTV crece debido a que el video se entrega en flujos constantes en el *Set Top Box*. La calidad de la imagen es controlada por el proveedor del servicio, el cual

determina la tarifa de codificación (cantidad de bits por trama). ([8]Ricardo Alonso Ferro Bolívar, Cesar Hernández, 2011)

IPTV tiene características que lo diferencian de otros servicios de difusión, como consumir un mayor ancho de banda y, de esta forma, requerir una conexión de alta velocidad en el tramo de acceso. Dentro de las características principales de un sistema de TV sobre IP para su adecuado funcionamiento encontramos las siguientes: ([8]Ricardo Alonso Ferro Bolívar, Cesar Hernández, 2011)

- Utiliza redes de acceso de alta velocidad: ADSL2, ADSL2+, FTTH, VDSL, Carrier-Grade-Ethernet, entre otras.
- Distribución de los contenidos a través de una red de alta velocidad con funciones *multicast* de red y calidad de servicio garantizada.
- Se implementa fibra óptica en la red troncal y se utiliza como núcleo de la red para realizar *multicast*.
- Utiliza un sistema de decodificación Sep Top Box como dispositivo de recepción del usuario.
- La TV varía de 6 Mbps a 15 Mbps, dependiendo de la tarifa de codificación.
- Selección de canal, almacenamiento local para funcionalidades de avance rápido, rebobinado, etcétera. 1~4Mbps para definición estándar y 4~12Mbps para HDTV. ([8]Ricardo Alonso Ferro Bolívar, Cesar Hernández, 2011)

1.6 Ventajas de IPTV frente a la televisión convencional

Según un informe de la Fundación Telefónica en 2007, las principales ventajas de la IPTV frente a la TV Digital convencional serán las siguientes: ([1] Oñate, 2010)

- Video bajo demanda (VoD): Es la principal ventaja, ya que cada usuario dispone de una televisión a la carta, y puede elegir qué película o programa va a ver y a qué hora.

- Comodidad en la visualización: En el formato de video bajo demanda, un usuario puede disfrutar del contenido tantas veces como desee. Puede parar una película en cualquier momento, rebobinar para volver a ver una escena, el video bajo demanda actúa como si de un DVD se tratase.
- Publicidad personalizada: Debido a que se trata de un canal bidireccional, los usuarios podrán determinar y seleccionar cuales son las áreas de interés sobre las que les gustaría recibir ofertas de publicidad, siendo así mucho más efectiva.
- Servicios de valor añadido: sentado frente al televisor como si se tratase de la pantalla del ordenador, se tiene además acceso a todo tipo de información, no solo a contenidos televisivos sino también por ejemplo a contenidos de *e-learning*, buscadores, e-mail, etc.

1.7 Organización de la tesis

El presente trabajo se encuentra dividido en 5 capítulos, donde en el primero se presenta la introducción de la tesis, junto con los antecedentes de la plataforma IPTV, el por qué de este trabajo y los objetivos, tanto general como específicos a los que se pretende llegar.

El segundo capítulo es el marco teórico de la tesis, donde se abordará “Que es IPTV”, desde sus definiciones básicas, así como los factores que se deben considerar en un proceso de adopción de IPTV. Se describen sus características, ventajas y desventajas y las diferentes arquitecturas a utilizar, protocolos, calidad de Servicio (QoS) y la calidad de experiencia (QoE).

El tercer capítulo es la propuesta de una arquitectura de red IPTV para la Universidad Técnica de Manabí, los requerimientos que se necesitan para los servicios multimedia, diseño de la infraestructura que permita soportar los servicios de IPTV en la institución.

El cuarto capítulo describe la problemática que conlleva a este tema investigación, incorpora los conceptos que utiliza este proyecto. Además incorpora el uso de IPTV en

la educación, costo de su implementación, las fases que se deben seguir para su implementación y con ello los beneficios que tendría para la universidad. Se realizó también entrevistas y encuestas para conocer si IPTV tiene la aceptación de la comunidad universitaria.

El capítulo cinco comprende los análisis de los resultados, las conclusiones y recomendaciones de este proyecto de investigación y sobre los beneficios potenciales que tendría la universidad con la adopción de IPTV como plataforma de contenidos audiovisuales.

Capítulo 2. Marco Teórico

En este capítulo se detalla el estado del arte de IPTV, su arquitectura, sus componentes principales, los tipos de formatos, los protocolos que se utilizan, las redes de acceso para la distribución, la calidad de servicio y la calidad de experiencia que son parte de IPTV

2.1 Arquitectura del sistema IPTV

La característica principal que ofrecen las soluciones de IPTV, es que el transporte de la información (audio, video, datos asociados) se realiza mediante los protocolos IP sobre redes de banda ancha. El encapsulado de los contenidos de televisión se realiza sobre los protocolos RTP y UDP, utilizando para su distribución la tecnologías "multicast", mediante la cual cada canal de televisión se transmite una sola vez, y se replica en todos los puntos de la red para alcanzar a los usuarios que han sintonizado a ese canal (en terminología multicast, están 'suscritos' a ese canal). Esta arquitectura general se basa en tres elementos principales, capa de acceso, capa de transporte, capa de core, video headend (Figura #04).

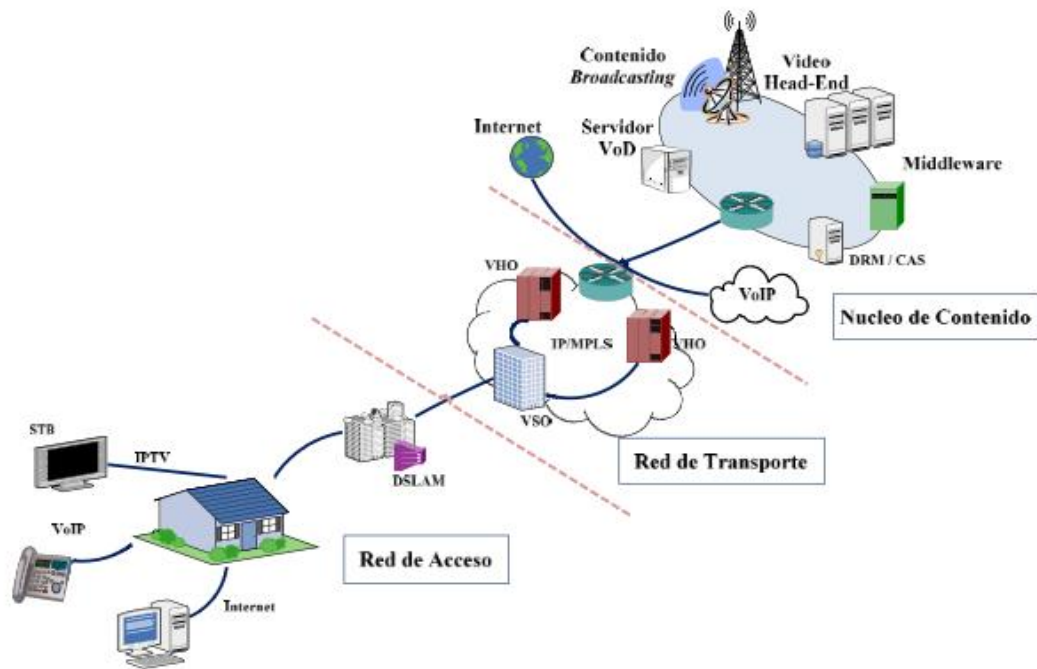


Figura #04: Arquitectura IPTV, ([3]Nuno Santos,Nuno Neves, 2010)

2.1.1 Núcleo del contenido

En la parte del núcleo es donde se encuentra el cerebro de la gestión de un sistema IPTV, desde aquí se logran controlar las acciones más importantes de las funcionalidades del sistema, se puede destacar el Head End, el midleware, los servidores de contenido VOD y provisión de contenido

2.1.1.1 Equipo Head End

El Head-End es el punto de entrada de información en una red IPTV. Aquí es donde la televisión y el contenido de las emisiones bajo demanda se reciben y formatean para ser distribuidos en la red IP. Dos tipos de Head-End pueden ser identificados: Broadcast TV Head-End y Video On Demand (VOD) Head-End. ([3]Nuno Santos,Nuno Neves, 2010)

El Broadcast TV Head-End recibe el flujo de vídeo en múltiples formatos, lo reformatea y encapsula, enviando la señal de vídeo desde el núcleo de contenido a la red de acceso.

Pueden existir Head-End locales con la función de captura de señales de radio y/o televisión local. ([3]Nuno Santos,Nuno Neves, 2010)

Las señales de los satélites son decodificadas y su contenido se envía a un codificador que codifica y multiplexa las señales de audio y vídeo y los envía o transmite en tiempo real usando un protocolo multicast. El contenido también puede ser almacenado en los servidores bajo demanda. ([3]Nuno Santos,Nuno Neves, 2010)

2.1.1.2 Middleware

Middleware es el software responsable de implementar funciones de autenticación de usuario, facturación, gestión de servidor de vídeo y la protección de contenido, incluidos los servidores Web y las aplicaciones de gestión de sistemas. ([3]Nuno Santos,Nuno Neves, 2010)

El Middleware de IPTV gestiona los componentes claves que proporcionan las interfaces necesarias para la integración con otros componentes. Además, también integra el servicio de VOD, los derechos de medios digitales y el Set-Top-Box (STB) con el resto de la red. ([3]Nuno Santos,Nuno Neves, 2010)

El middleware es esencialmente una arquitectura cliente-servidor, el STB es el cliente y el servidor es el Head-End. Es el middleware quien define la forma en que el usuario interactúa con el servicio, por ejemplo, los servicios de guía de programas, VOD y de pago por ver, son controlados por el middleware. Esta característica permite a los proveedores de servicios IPTV controlar su rendimiento y suscripciones (por ejemplo, qué películas se ven más/menos). Otra característica es la Audiencia Meter, que controla el uso de cada canal de televisión. Por lo tanto, es posible que las empresas que proporcionan el servicio de IPTV tengan información sobre las preferencias de cada usuario. Cada vez

que un usuario cambia de canal se envía un comando IGMP (Protocolo de Internet Group Management) de salida a la DSLAM (Digital Subscriber Line multiplexor de acceso) seguido por un comando IGMP de entrada. El DSLAM recoge todos los cambios de canal realizados por los usuarios y puede usar más tarde estos datos con fines estadísticos. En la (Figura #05) muestra un diagrama donde se puede observar la colocación de la DSLAM. ([3]Nuno Santos,Nuno Neves, 2010)

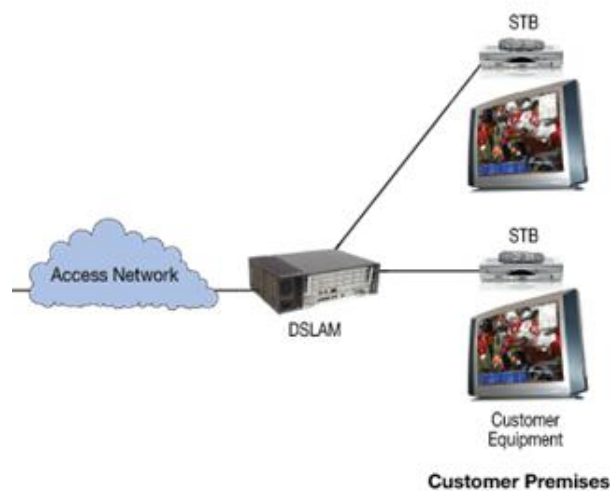


Figura #05: Posicionan el Dslam, ([3]Nuno Santos,Nuno Neves, 2010)

La facilidad de manejo de los múltiples servicios se debe al "doble sentido" de la red IP. Esta arquitectura IP crea estándares para aplicaciones y servicios que se integran e IPTV hace uso de estas aplicaciones. Debido a la convergencia de la gestión de todos los servicios se convierte en una cuestión de suministrar el contenido a varios usuarios en la misma red.

2.1.1.5 Servidores de contenido bajo demanda (VoD)

Una de las características más llamativas de los servicios IPTV es la posibilidad que tiene el usuario de ver lo que desea ver y no lo que les impone normalmente el proveedor de servicio, Los servidores Vod son dispositivos de alto rendimiento, flexibles, escalables y

fiables que habilitan la ingesta de streams de video a la red, proporcionando aplicaciones como VOD, PVR y contenidos corporativos bajo demanda. Su función es simple, guardar lo que el usuario desee, con el fin de no tener que volver a solicitar el mismo pedido al VoD, evitando consumir más ancho de banda y evitando la espera del VoD. ([15]Alcala Baena, Ricky Wilson, 2014)

2.1.1.6 Provisión de contenido

2.1.1.6.1 Cabecera de TV

Define y analiza los elementos de la cadena de TV digital en base a la recomendación de estándares para la integración de servicios de distribución de Televisión de Alta Definición sobre redes de transporte IP. La Arquitectura de cabeceras está formada por varios dispositivos, cuyas funciones básicas son: Codificación, Compresión, Multiplexación, Remultiplexación. ([13]televisiandigital, 2008)

Codificación y Compresión

La codificación de video y audio es el proceso por el cual las señales de vídeo recibidas en formatos de transporte, ya sea analógico o en digital, son convertidas/comprimidas en tiempo real en señales de video/audio digital en formato de distribución, para adecuarse al ancho de banda de las redes de acceso y a los formatos de vídeo/audio que soporta el equipamiento de cliente. Este elemento de la cadena es muy similar al utilizado en las plataformas de TV Digital por cable (HFC), satélite o terrestre tradicionales. ([13]televisiandigital, 2008)

Actualmente, la mayoría de las cabeceras soportan el formato MPEG2 debido al ancho de banda que consume este formato en HD para proporcionar una calidad adecuada, de cerca de 20 Mbps, uno de los aspectos más importantes en el proceso de adaptación para la

TVAD en la mayoría de las cabeceras tiene lugar en la Codificación y Compresión de vídeo/audio donde es necesario adaptar su tecnología de forma que incorporen los formatos adecuados para HD y soportar además los formatos adecuados para SD: MPEG-2 MP@ML, MPEG-4 AVC MP@L4.0 con sus formatos en 720p50 o 1080i25, opcionalmente MPEG-4 AVC HP@L4.2 para formatos futuros en 1080p50 (aunque este formato no está claro que se implante en Plataformas de IPTV a corto/medio plazo debido al alto consumo de ancho de banda que supone en el acceso), en cuanto a vídeo, y MPEG-1 layers 1, 2 y 3, AAC, HE-AAC, AC3 y E-AC3, tanto en formatos 2.0 como 5.1, para el audio. Estas características son necesarias en el caso de redes gestionadas. En el caso de redes no gestionadas, han de soportar además formatos más extendidos en Internet, como VC-1 MP@ML y VC-1 AP@HL. ([13]televisiondigital, 2008)

Multiplexación

La multiplexación es el proceso por el cual los flujos de vídeo/audio son incluidos en una trama de transporte en MPEG2-TS. En este sentido, la multiplexación no tiene implicaciones por el despliegue de la AD, en cuanto a formatos se refiere, ya que la trama de transporte no varía. El estándar que se aplica en este elemento de la cadena es MPEG-2 (ISO/IEC 13818). Describe la sincronización y multiplexación de vídeo y audio (MPEG Transport Stream) UIT-T Rec. H.222.0 Enmienda 3. ([13]televisiondigital, 2008)

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

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

multiprograma (MPTS), una por cada transpondedor o canal RF. ([13]televisiondigital, 2008)

Remultiplexación

En este proceso el flujo resultante es encapsulado en IP. En cuanto a la adaptación a la TVAD, no tiene implicaciones por el despliegue de la AD. Los canales en los remuxIP se desglosan en flujos IP Multicast hacia los routers de salida y luego hacia la red de transporte de TV. Los canales se distribuyen en modo difusión y el acceso a los mismos por parte de los usuarios se realiza utilizando el estándar IGMP (en redes gestionadas). Cuanto más cercano al usuario se resuelve el protocolo IGMP, más eficiente es la red en ancho de banda ocupado por el servicio de difusión de TV. ([13]televisiondigital, 2008)

2.1.1.7 Protección del contenido

Este es un asunto de gran importancia cuando se trata de IPTV. Es la habilidad para evitar violaciones de los derechos de los medios digitales y asegurar el pago por su uso, sistema de acceso condicional. Cada vendedor tiene su propio enfoque al problema de la protección de contenido, pero generalmente consiste en cifrar el contenido para que sólo el usuario con autorización pueda acceder. Este tipo de control se aplica tanto a la difusión de televisión como a los servicios VOD. ([3]Nuno Santos,Nuno Neves, 2010)

2.1.2 Red de Transporte

La red de transporte es una parte importante en todo este proceso de IPTV, pues es la que se encarga de conectar al núcleo con la red de acceso. La red de transporte es la encargada de llevar el contenido IPTV hasta los nodos de acceso donde se realiza la distribución de contenido hacia cada cliente (por medio de DSLAMs y/o Red de Fibra Óptica). Además es una capa intermedia que permite acceder hasta los nodos de acceso que se encuentran conectados al extremo inferior de la red, propiamente al equipo que se encuentra en la

central o nodo para luego llegar hasta los clientes. El medio de transporte para brindar calidad y servicios superiores está basado en fibra óptica. El transporte hacia estos nodos de acceso se realiza mediante switches/routers. La forma más común de hacerlo, es interconectando el equipo que se encuentra en el borde superior, usualmente donde está el contenido multimedia y demás, hacia el otro extremo, por lo general donde se encuentran las centrales (equipo de redes de acceso), mediante MPLS sobre IP (Figura #06). ([5]Martelo Gomez Raul,Alcala Baena Wilson, 2014)

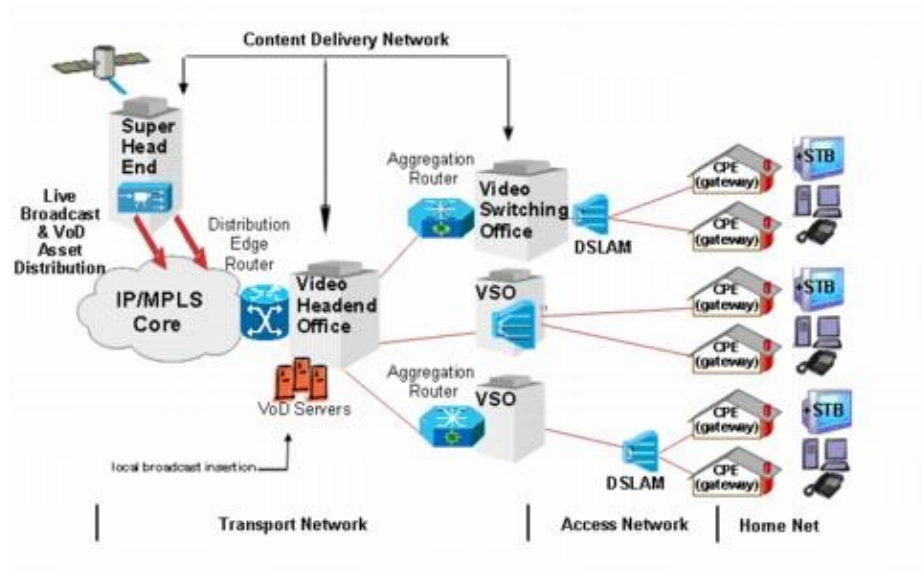


Figura #06: Red de transporte, ([3]Nuno Santos,Nuno Neves, 2010)

2.1.2.1 Red de Transporte de Datos

La red de transporte de datos consiste en un “backbone” IP que permite transportar los flujos de datos, que pueden ser tanto para el acceso a Internet, como para realizar el transporte de los datos que manejan las Aplicaciones Interactivas, servicios de comunicaciones P2P, flujos de gestión, Operación y Manteniendo, etc, entre los diferentes Centros de Servicio de la Plataforma y las redes de acceso. ([13]televisiondigital, 2008)

Las características de cada uno de estos flujos son similares, pero también tienen sus diferencias a la hora de definir la Calidad de Servicio, retardo, latencia, robustez ante

errores de transmisión, etc, aunque sin tener unos requisitos tan estrictos como para el vídeo en tiempo real. Por ello se suelen utilizar técnicas de VPN (Redes Privadas Virtuales) sobre protocolos MPLS (Multiprotocol Label Switching) para aislar unos flujos de otros y asignarles la prioridad adecuada. Lógicamente, no hay ninguna implicación por la introducción de servicios de Alta Definición en estas redes. ([13]televisiondigital, 2008)

2.1.2.2 Red de Transporte de TV

La distribución de flujos de vídeo en tiempo real, para un número amplio de canales (más de 100), tiene como principales características la necesidad de un gran ancho de banda, y una gran sensibilidad a los tiempos de retardo y pérdidas de paquetes. También requiere una latencia bastante controlada, aunque menos controlado que para un servicio de Videoconferencia por ejemplo. Conviene pues atravesar el menos número posible de elementos de conmutación. ([13]televisiondigital, 2008)

Debido al gran ancho de banda que se requiere, se utiliza la potencialidad de las tecnologías IP de difundir cada canal físico en un canal IP multicast. Esto permite transportar cada canal una sola vez hasta los puntos más cercanos al usuario, que son los DSLAMs con funcionalidad IP localizados en la Red de Acceso. ([13]televisiondigital, 2008)

La forma más eficiente en costes de realizar el transporte de los canales multicast desde la Cabecera de TV hasta la Red de Acceso es utilizar una red de transporte óptica con topología de anillo unidireccional con tecnología JDS, en el que el tráfico IP se encapsula sobre ATM/AAL5 utilizando un único circuito virtual. Este tráfico se hará llegar, mediante la funcionalidad punto a multipunto de las redes JDS a los diferentes Nodos de Acceso, donde se inyectan en multicast. ([13]televisiondigital, 2008)

2.1.2.3 Red de transporte bajo demanda

La red de distribución de Contenidos bajo Demanda se encarga de distribuir los contenidos y metadatos desde la cabecera de CbD hasta los Servidores de Vídeo en una arquitectura distribuida. ([13]televisiondigital, 2008)

Los requisitos de este flujo son los menos exigentes, ya que este transporte no requiere tiempo real, y por lo tanto no requiere un control del retardo, no es de un gran ancho de banda al utilizar técnicas multicast para llegar a todos los servidores de vídeo, no tiene ningún problema de latencia, y se pueden utilizar protocolos IP de transporte asegurado. ([13]televisiondigital, 2008)

Como los puntos donde se localizan los Servidores de Vídeo distribuidos son los nodos de acceso pertenecientes a las distintas redes de acceso, es decir, el mismo punto por el que se inyectan los canales de TV multicast, lo más eficiente es utilizar la misma red de transporte. ([13]televisiondigital, 2008)

Este elemento no tiene ninguna implicación técnica por la introducción de servicios en Alta Definición, ya que el aumento del ancho de banda necesario es insignificante con respecto a los servicios de TV en tiempo real que se transportan por la misma red. ([13]televisiondigital, 2008)

2.1.2.4 Redes no Gestionadas (Internet)

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

de contenido. En internet los servicios de datos pueden ofrecerse generalmente sin problemas. ([13]televisiondigital, 2008)

El multicast como mecanismo óptimo de distribución de servicios de televisión no es empleado en internet, ya que su despliegue actualmente es limitado (no todos los enrutadores tienen el soporte). En este sentido, existen criterios no siempre técnicos que han retrasado su implantación. Sin embargo, como solución a esto, los sistemas actuales de televisión por internet emplean mecanismos que simulan el multicast pero a nivel de capa de aplicación, los cuales son conocidos como ALM (Application Layer Multicast) y que permiten crear lo que se conoce como redes Peer-to-Peer (P2P). ([13]televisiondigital, 2008)

Cada participante de esta red P2P está capacitado para publicar sus propios contenidos multimedia y así sean consumidos por los demás participantes del sistema. Sin embargo, existe la desventaja de la heterogeneidad de los participantes tanto en ancho de banda de acceso como en capacidad de procesamiento y visualización. Los actuales sistemas de televisión por internet están enfocados a la distribución de contenido multimedia de baja calidad. ([13]televisiondigital, 2008)

La distribución de contenido audiovisual en internet también puede realizarse en un esquema tradicional cliente-servidor con el inconveniente de la escalabilidad. Puesto que es el generador de contenido quien debe proporcionar esta infraestructura y normalmente no tiene capacidad ni un modelo de negocio capaz de brindar este servicio con éxito. ([13]televisiondigital, 2008)

Actualmente no existe un estándar en los mecanismos de distribución de contenido audiovisual por internet. En los últimos años han proliferado muchos mecanismos propietarios que con el fin de mejorar la calidad mezclan características propias de P2P y de un esquema cliente-servidor. Por otro lado, usualmente la eficiencia de los sistemas

P2P de distribución de video dependen mucho de la cantidad de usuarios conectados para así mejorar los aspectos de tolerancia a fallos, calidad del video, del ancho de banda de los accesos y las capacidades de los terminales. ([13]televisiondigital, 2008)

El éxito de internet como vía de provisión de servicios de televisión radica en que el generador de contenidos es capaz de inyectar a la red, y el usuario a través de un ISP es capaz de consumirlos. En caso de contenidos de Alta Definición, los requisitos de ancho de banda tanto para el generador de contenido como para el consumidor son mucho mayores, pero dado el crecimiento actual de los accesos hacen pensar que en breve éstos serán cubiertos, pero eso sí, sin garantía de calidad de servicio. ([13]televisiondigital, 2008)

2.1.3 Red de Acceso

En este apartado se presentan las redes de acceso tales como las Tecnologías DSL, Ethernet Carrier-Grade, Wireless Lan 802.11n de alta velocidad, FTTH y FTTC, cada una de estas redes contribuyen al despliegue de los servicio IPTV (Figura #05). ([5]Martelo Gomez Raul,Alcala Baena Wilson, 2014)

- Tecnologías DSL: Las tecnologías DSL proporcionan alta velocidad a la transmisión de datos digitales sobre la telefonía local desde los usuarios hasta las oficinas. La velocidad típica de los enlaces DSL está entre 128 Kbps y 24 Mbps, dependiendo de los proveedores de servicios. ADSL estándar puede entregar 8 Mb en unos 2 kilómetros, mientras que ADSL2+ puede entregar hasta 24 Mb dependiendo de la distancia entre el usuario y la oficina central. ADSL es la más utilizada de las tecnologías DSL.
- DSL mejora el acceso del servicio telefónico a través del mismo sistema de telefonía fija. El sistema telefónico normalmente filtra cerca de 4 MHz en el tráfico de voz, con el fin de ahorrar ancho de banda y permitir que la voz sea inteligible.

Las oficinas finales pueden estar más allá del límite de 4 MHz sobre una línea telefónica para proporcionar un mayor ancho de banda mediante DSL. Un modem DSL puede conectar varios equipos vía Ethernet, HomePlug o IEEE 802.11 WLAN. ([5]Martelo Gomez Raul,Alcala Baena Wilson, 2014)

- VDSL teóricamente maneja velocidades de 52 Mbps y 12 Mbps para la descarga y carga de información respectivamente, usa dos bandas de frecuencia para cada operación a realizar, además de utilizar las técnicas de modulación de datos QAM (Quadrature Amplitud Modulation) o DMT (Discrete Multitone). Mientras que VDSL2 ofrece full duplex con una tasa total de 200 Mbps utilizando un ancho de banda con frecuencia de hasta 30 MHz. Las técnicas DSL son la primera opción a la hora de escoger redes de acceso para la implementación de servicios IPTV. ([5]Martelo Gomez Raul,Alcala Baena Wilson, 2014)
- Ethernet Carrier-Grade: Ethernet ha sido la tecnología dominante en las redes LAN por un largo tiempo y aún lo es. Carrier-Grade Ethernet, puede proporcionar hasta 10 Gbps de velocidad de acceso, ochos clases de servicios CS y modos unicast, multicast y broadcast a través de una técnica de Red de Área Local Virtual conocida como VLAN. En IEEE 802.3ae, Ethernet 10 Gbps con Full dúplex ha sido estandarizado para las interfaces ópticas monomodo, mantenimiento de la trama IEEE 802.3 y el tamaño del formato.
- Carrier-Grade Ethernet puede ser uno de los candidatos para la red de acceso de servicios IPTV. Gracias a su alta tasa de acceso a los datos, se puede proporcionar una mejor garantía para la calidad del servicio.
- High Throughput IEEE 802.11n Wireless LAN: La alta velocidad de la IEEE 802.11n Wireless LAN es una de las infraestructuras para asistir a los servicios IPTV como red de acceso con mejor calidad de servicios gracias a sus alta tasa de acceso a datos. A este servicio se le llama Wireless IPTV.

- El IEEE 802.11 Task Group (TGN) se anunció en Enero de 2004 para mejorar el rendimiento de la IEEE 802.11 WLAN en 100 Mbps – 600 Mbps, además de ofrecer un rango de operación mejor que el de las redes actuales.
- FTTH: FTTH y FTTP usan cables de fibra óptica para los servicios de IPTV en las empresas y hogares. Estos serán la elección ideal para las redes de acceso siempre que el costo del despliegue de la fibra disminuya. FTTP incluye arquitecturas FTTP pasivas y FTTP activas. En la arquitectura FTTP activa un gabinete de equipos se construye por cada 400-500 usuarios. El estándar IEEE 802.3ah ofrece Full-duplex de 100 Mbps. La arquitectura pasiva FTTP evita la construcción de gabinetes de equipos mediante el uso de divisores pasivos para dividir ópticamente la fibra en múltiples fibras hacia los distintos hogares de los usuarios. ([5]Martelo Gomez Raul,Alcala Baena Wilson, 2014)

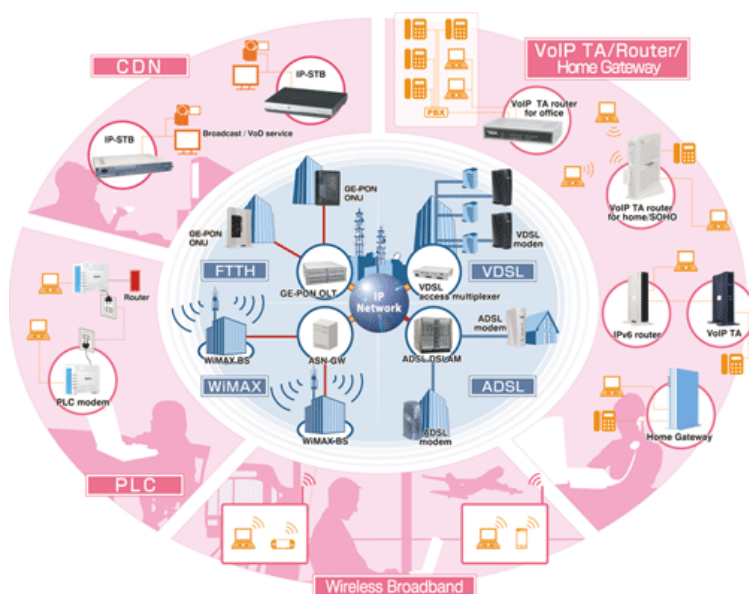


Figura #07: Red de transporte y acceso, ([3]Nuno Santos,Nuno Neves, 2010)

Las redes de acceso ópticas en general son del tipo FTTx (Fiber-To-The-x) que es la arquitectura de red de acceso que se prevé utilizar como primer paso en el desarrollo de las redes ópticas de acceso. Reciben distintas denominaciones dependiendo principalmente de la distancia que cubre la fibra hasta la residencia del usuario final. La siguiente figura muestra las distintas topologías de red que existen como alternativa en una red de acceso: ([13]televisiondigital, 2008)

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

2.1.4 Red interna del usuario

La red doméstica constara de un modem de banda ancha y un router. La combinación de estos dos elementos crea la puerta de enlace residencial, luego vienen los dispositivos del cliente como son el receptor IPTV y las computadoras. El modem es el encargado de convertir el protocolo de modulación utilizado por la red de acceso en un solo estándar que sea entendido por los dispositivos del hogar. Para la entrega de la información se debe cumplir con todas las normas de instalación debido al gran ancho de banda que este maneja, con el fin de garantizar la calidad del servicio, lo cual es responsabilidad del proveedor del servicio.

Normalmente el modem y el router vienen integrados en un solo dispositivo el cual se conoce como CPE (Customer Premises Equipment). El CPE es un equipo de telecomunicaciones usado en interiores como en exteriores para originar, encaminar o terminar una comunicación. Por ejemplo, los router's ADSL, STBs (Set Top Boxes) o cajas de IPTV. ([5]Martelo Gomez Raul,Alcala Baena Wilson, 2014)

Los STB también son equipos terminales, estos deben de presentar una interfaz Ethernet, que se utiliza para conectarse a la red de datos, a través de un modem o en algunos casos puede encontrarse de manera integrado. Para lograr la integración hacia un televisor convencional, estos equipos por lo general están provistos de interfaces RCA o coaxiales, en algunos casos estos cuentan con interfaces de datos hacia el usuario con tal de lograr una mayor interacción entre el resto de los equipos del hogar (mayoritariamente la PC). Además, por lo general disponen de un control remoto mediante el cual ejercen control sobre el sistema y en casos especiales la activación de un teclado para suplir funciones de computadora y tener acceso a internet desde el mismo televisor. ([5]Martelo Gomez Raul,Alcala Baena Wilson, 2014)

2.1.5 Plataforma de servicios

La plataforma de servicios contiene los servidores de aplicaciones, servidores de bases de datos, de contenidos, clientes, datos de uso, sistemas de gestión, contratación, tarificación, etc. ([13]televisiondigital, 2008)

IPTV

Las implicaciones en el equipamiento de la plataforma de servicios por la incorporación de servicios de AD, ya sean de distribución, CbD o videoconferencia de alta calidad, consisten principalmente en la actualización que se requiere por el aumento en la complejidad de los modelos de negocio. La coexistencia de contenidos en SD y AD, con costes de comercialización diferenciados, hace necesario la definición de paquetes de servicios más complejos, que afectan sobre todo a los sistemas de gestión, provisión, y tarificación. Se requiere una evolución de estas plataformas para proporcionar la flexibilidad necesaria. ([13]televisiondigital, 2008)

Este aspecto es más relevante en redes gestionadas, donde al haber un operador que garantiza la calidad de servicio es habitual tener modelos de negocio más complejos que en redes abiertas a internet, donde debido al carácter de tipo “best effort”, los modelos de negocio suelen ser más simples. ([13]televisiondigital, 2008)

Internet TV

El modelo de televisión por internet utiliza muchas de las tecnologías empleadas en entornos IPTV (codecs, servidores de video, etc.), pero la orientación es completamente distinta. La principal diferencia es que utiliza internet como plataforma de distribución, con lo cual el sistema carece de control sobre la red de transporte. ([13]televisiondigital, 2008)

La televisión por internet es un modelo donde el control del contenido está regido por el propio proveedor de dicho contenido. En ese sentido cualquier participante de la red ya sea un proveedor tradicional o un simple usuario puede convertirse en generador de contenido, como por ejemplo películas, videos domésticos, videos publicitarios, etc. Cada generador de contenido puede usar el modelo de negocio que más le acomode. Un aspecto a destacar es la comunicación directa entre el proveedor y el consumidor. ([13]televisiondigital, 2008)

Este modelo permite abrir un abanico de posibilidades tecnológicas a nivel de generación como de recepción. Sin embargo, en la actualidad los sistemas de televisión por internet están aún basados en PC con lo cual el número de clientes sigue siendo reducido comparado con la televisión tradicional y las calidades de video están lejos de ser de alta definición porque los accesos aún no lo permiten. Hay, sin embargo, soluciones P2P basadas en equipos terminales dedicados tipo set-top-box que están entregando soluciones HDTV pero con redes de accesos avanzadas. ([13]televisiondigital, 2008)

La plataforma de servicios usada en televisión por internet varía de acuerdo al modelo de negocio que se desea emplear y al servicio que se desea ofrecer. Un proveedor puede tener una plataforma similar a los de IPTV con sus servidores de video, bases de datos, etc. Y a un simple usuario le bastaría una cámara, un servidor de video y un acceso a internet. ([13]televisiondigital, 2008)

Para poder brindar contenido de alta definición en internet, la plataforma de servicios no varía en general, a los utilizados en IPTV en cuanto a tipos de dispositivos. En ambos casos eso si éstos deben soportar el nuevo contenido de alta definición, lo cual conlleva a tener mayores recursos de almacenamiento y mayores y mejores conexiones de red. A nivel de terminal de usuario se necesita lo mismo, ya que se requiere disponer de pantallas HD y mayores velocidades de acceso. ([13]televisiondigital, 2008)

2.2 Factores que afectan el servicio de IPTV

Codificación y compresión

La calidad del video que se distribuye en la red puede verse afectada directamente en la fuente, es decir, en la cabecera de video. El proceso de codificación y compresión suele crear una compensación entre la calidad del video y el nivel de compresión deseado. ([4]Exfo, 2013)

Fluctuación

Se define como una variación de corto plazo en el tiempo de llegada del paquete, comúnmente causada por congestión en la red o el servidor. Si los cuadros de Ethernet llegan al STB a una velocidad menor o mayor, determinada por las condiciones de la red, es necesario el almacenamiento en búfer para ayudar a reducir las variaciones. Según el tamaño del búfer, existen condiciones de entrega que pueden producir desbordamiento o

subdesbordamiento en el búfer, lo que produce una degradación en la percepción del video. ([4]Exfo, 2013)

Ancho de banda limitado

Una infraestructura de núcleo IP suele basarse en redes ópticas con un bajo nivel de congestión, limitaciones de ancho de banda (la cantidad total de datos de flujo de video que puede enviarse se limita en su mayoría según la velocidad que admite la red de acceso o la red hogareña del cliente). Cuando los niveles de tráfico llegan al ancho de banda máximo disponible, los paquetes se descartan, lo que produce degradación en la calidad del video. ([4]Exfo, 2013)

Pérdida de paquetes

La pérdida de paquetes IP puede ocurrir por múltiples razones: limitaciones del ancho de banda, congestión en la red, enlaces fallidos y errores de transmisión. La pérdida de paquetes suele presentar un comportamiento intermitente, que suele relacionarse con períodos de congestión de la red. ([4]Exfo, 2013)

2.3 Formatos de video en sistemas IPTV

El empleo de un estándar abierto, como por ejemplo H.264, fomenta la competitividad en el desarrollo de dispositivos de codificación y, a su vez, reduce el costo de los mismos; promoviendo e incentivando al consumidor a gestionar más contenidos. Entre los codecs de videos implementados en sistemas de TV sobre IP, encontramos MPEG-2, MPEG-4, H.264. ([8]Ricardo Alonso Ferro Bolívar, Cesar Hernández, 2011)

MPEG son las iniciales del grupo de ingeniería experto en imágenes en movimiento. Éste está encargado de establecer los estándares para la codificación y transmisión de audio y video. El video se puede definir como una reproducción secuencial de imágenes a una determinada velocidad para dar una sensación de movimiento al ojo humano. Estas imágenes denominadas fotogramas se representan de manera digital y debido a que esta

información ocupa un gran ancho de banda es necesario codificarla. ([8]Ricardo Alonso Ferro Bolívar, Cesar Hernández, 2011)

2.3.1 Formato MPGE-2

MPEG-2 básicamente es implementado para codificar audio y video en señales de transmisión, que incluyen televisión digital terrestre, por satélite o cable. MPEG-2, con algunas modificaciones, es también el formato de codificación usado por los discos SVCD's y DVD's comerciales de películas. Logra relaciones de compresión de más de 50:1, pero mantiene la calidad visual del video original, a diferencia de MPEG-1. MPEG-2 es similar a MPEG-1, pero también proporciona soporte para video entrelazado (el formato utilizado por los televisores). MPEG-2 no está optimizado para bajas tasas de bits (menores que 1 Mbit/s), pero supera en desempeño a MPEG-1 a 3 Mbit/s y superiores

El estándar de compresión MPEG-2, a través de una trama de video comparada con sus sucesivas, permite que se almacene sólo la información de los cambios entre las tramas, generando redundancia en la información que transporta la primera trama y teniendo como ventaja la reducción en el ancho de banda, ya que va existir información original que va a dejar de ser transmitida. Presentando el inconveniente que el mínimo común denominador de una trama sigue siendo considerable. ([8]Ricardo Alonso Ferro Bolívar, Cesar Hernández, 2011)

2.3.2 Formato MPGE-4

MPEG-4 (Moving Pictures Experts Group) es un estándar desarrollado por MPEG, el mismo grupo que desarrolló los estándares MPEG-1 y MPEG-2. Su principal función es ofrecer un mayor grado de interactividad y control de los contenidos multimedia al usuario. Este formato maneja una serie de codecs y estándares internacionales de video,

audio y datos, creados especialmente para la web. ([8]Ricardo Alonso Ferro Bolívar, Cesar Hernández, 2011)

Está formado por algoritmos de compresión que codifican datos, audio, y video, optimizando su calidad de almacenamiento, codificación y distribución en redes. Es un codificador de video que trabaja tasas de bit muy bajas para comunicaciones inalámbricas, hasta tasas de bit en HDTV. Entre sus usos se encuentra el flujo de medios audiovisuales y emisión de TV. ([8]Ricardo Alonso Ferro Bolívar, Cesar Hernández, 2011)

MPEG-4 reconoce los objetos individualmente dentro de cada trama y puede manipular cada objeto de forma individual. Este formato maneja niveles de compresión de ocho a doce veces más que MPEG-2. Por ejemplo, el estándar de la compresión MPEG-2 consume aproximadamente 3.75 Mbps, el nuevo estándar de compresión, MPEG-4, consume solamente 2 Mbps, mientras que proporciona la misma imagen de alta calidad. ([8]Ricardo Alonso Ferro Bolívar, Cesar Hernández, 2011)

MPEG-4 permite integrar los contenidos naturales y sintéticos en forma de objetos, ofreciendo mayor versatilidad en cuanto a relaciones de flujo, desde 5 Kbps hasta 5 Mbps para video. Agregando que MPEG-4 ofrece una administración y protección mejorada de la propiedad intelectual. Durante la decodificación, MPEG-4 recupera la información de cada objeto, ofreciendo al usuario la posibilidad de modificar cualquier parámetro disponible sin la necesidad de nuevas decodificaciones. ([8]Ricardo Alonso Ferro Bolívar, Cesar Hernández, 2011).

2.3.3 Formato H.264

El nuevo estándar de video H.264 no sólo es eficiente para el almacenamiento de video sino que también proporciona un alto rendimiento en compresión y es más robusto a errores de transmisión que sus antecesores MPEG-2, H.263 y MPEG-4 parte 2. Las comparaciones demuestran que el H.264 tiene una eficiencia de codificación de

aproximadamente 1.5 veces mayor en cada secuencia de prueba, con relación a otros estándares.

El H.264 cuenta con los mismos elementos o bloques funcionales que sus antecesores, ya que también adopta un algoritmo híbrido de predicción y de transformación para la reducción de la correlación espacial y de la señal residual, control de la velocidad binaria o *bit rate*, predicción por compensación de movimiento para reducir la redundancia temporal, así como la codificación de la entropía para reducir la correlación estadística. Sin embargo, lo que hace que este estándar proporcione mayor eficiencia de codificación es la manera cómo opera cada bloque funcional. Por ejemplo, el H.264 incluye predicción intra cuadro (INTRA), característica única de este estándar (Huang, 2005); transformación por bloques de 4x4 muestras, cuyos coeficientes transformados resultan enteros (Wien, 2003), anteriormente, se incluía transformación de 8x8 muestras; referencia múltiple para predicción temporal; tamaño variable de los macro bloques a comprimir; precisión de un cuarto de pixel para la compensación de movimiento; filtro de desbloqueo (List, 1993) y codificador de entropía mejorado. Todas estas mejoras vienen acompañadas de un aumento en la complejidad de la implementación. ([8]Ricardo Alonso Ferro Bolívar, Cesar Hernández, 2011)

2.4 Protocolos en un sistema IPTV

Los protocolos son diseñados y estandarizados para la comunicación entre los clientes y los servidores streaming e IPTV (figura #10). Pueden ser clasificados en tres categorías: Protocolos de capa de red, protocolos de transporte y protocolos de control de sesión. ([6]I.A.G, 2009)

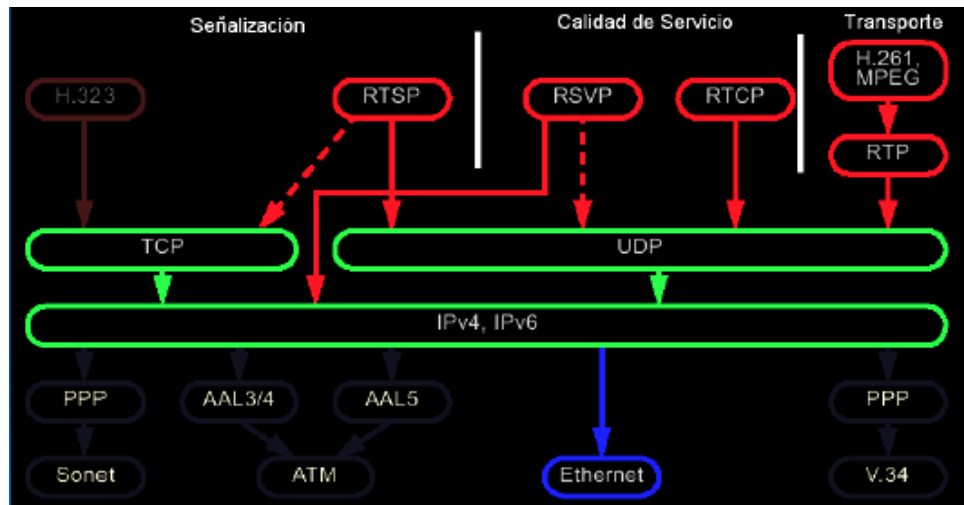


Figura #08. Protocolos utilizados en IPTV, ([6]I.A.G, 2009)

2.4.1 Protocolo UDP/TCP

Los protocolos de transporte para streaming incluyen UDP (User Datagram Protocol), TCP (Transmission Control Protocol), RTP (Real-Time Transport Protocol) y RTCP (Real-Time Control Protocol). Los protocolos UDP y TCP proveen las funciones básicas de transporte mientras que RTP y RTCP corren encima de estos. ([6]I.A.G, 2009)

Los protocolos UDP y TCP realizan las funciones de multiplexado, control de error o control de flujo. Primero UDP y TCP multiplexan los flujos de datos de las diferentes aplicaciones corriendo en la misma máquina con la misma dirección IP. Luego, con el objetivo de control de error las implementaciones de TCP y UDP realizan un control de paridad para detectar errores de bit. Si se detecta un error TCP/UDP descarta el paquete para que la capa superior (por ej. RTP) no lo reciba. A diferencia de UDP, TCP utiliza retransmisiones para recuperar el paquete descartado, lo que hace a éste un protocolo de transmisión confiable. TCP también utiliza control de flujo para adaptar la tasa de transmisión según el nivel de congestión de la red. ([6]I.A.G, 2009)

Dado que las retransmisiones de TCP provocan demoras, UDP es el protocolo más usado para streaming de video. Dado que UDP no asegura la entrega, el receptor deberá confiar en la capa superior (RTP) para detectar las pérdidas de paquetes. ([6]I.A.G, 2009)

2.4.2 Protocolos streaming en tiempo real RTP

Es un protocolo estándar para internet, que provee transporte de punta a punta soportando aplicaciones de tiempo real. RTCP es el protocolo compañero diseñado para proveer realimentación sobre la QoS a los participantes de la sesión RTP. Decimos que RTP es un protocolo de transferencia de datos mientras que RTCP es un protocolo de control. ([6]I.A.G, 2009)

Este protocolo RTP es de transporte (capa 4) y trabaja sobre UDP de forma que posee un checksum para detección de errores y la posibilidad de multiplexación de puertos (port UDP). Las sesiones de protocolo RTP pueden ser multiplexadas. Para ello se recurre a un doble direccionamiento mediante las direcciones IP y el número de puerto en UDP. Sobre RTP se disponen de protocolos de aplicación del tipo H.320/323 para video y voz (H.32x forma una familia del ITU-T de normas para videoconferencia). ([6]I.A.G, 2009)

RTP funciona en conjunto con RSVP - Resource reSerVation Protocol (capa 3) para la reserva de ancho de banda y asegurar de esta forma la QoS del tipo garantizada. La QoS del tipo diferenciada se logra mediante la priorización de tráfico que puede adoptar dos alternativas. En IP se pueden asignar diversas alternativas de prioridad para formar una cola de espera en routers. ([6]I.A.G, 2009)

Un algoritmo particular de gestión de prioridad de tráfico es el WFQ (Weighted Fair Queuing) que utiliza un modelo de multiplexación TDM para distribuir el ancho de banda entre clientes. Cada cliente ocupa un intervalo de tiempo en un Round-Robin.

El ToS (Type of Service) en IP puede determinar un ancho de banda específico para el cliente. Un servicio sensible al retardo requiere un ancho de banda superior. En IP además del ToS se puede utilizar la dirección de origen y destino IP, tipo de protocolo y número de socket para asignar una ponderación. En redes que disponen de switch de capa 2, se requiere extender la gestión de la calidad de servicio a dicha capa. Para ello la IEEE ha determinado el ToS sobre IEEE-802. ([6]I.A.G, 2009)

RTP además provee transporte para direcciones unicast y multicast. Por esta razón, también se encuentra involucrado el protocolo IGMP para administrar el servicio multicast. El paquete de RTP incluye un encabezado fijo y el payload de datos; RTCP utiliza el encabezado del RTP y ocupa el campo de carga útil. ([6]I.A.G, 2009)

Las funciones que provee RTP son:

- Marcado-temporal: Las marcas temporales permiten sincronizar diferentes flujos de medios.
- Numeración de secuencias: Dado que UDP no envía los paquetes en secuencia, RTP los numera para que puedan ser ordenados a su llegada.
- Identificación del tipo de carga: Se identifica el tipo de carga útil en el paquete con un campo de cabezal RTP.
- Identificación de fuente: Cada paquete RTP se identifica con un cabezal llamado SSRC que actúa como identificador de la fuente.

Los paquetes enviados por internet sufren un retardo y jitter impredecible que las aplicaciones en tiempo real no pueden aceptar. Por eso RTP proporciona un mecanismo llamado Timestamping, que ofrece un transporte end-to-end para los datos en tiempo real. ([6]I.A.G, 2009)

Timestamp es la información más importante de las aplicaciones en tiempo real. El emisor establece el Timestamp según el instante en que se muestra el primer octeto en el paquete.

El receptor después de recibir los paquetes de datos utiliza el Timestamp para reconstruir el tiempo original. ([6]I.A.G, 2009)

Timestamp se utiliza también para sincronizar distintos flujos como información de audio y video en MPEG. Sin embargo, RTP por si sólo no es responsable de la sincronización, ya que esta misión está destinada al nivel de aplicación. ([6]I.A.G, 2009)

Como UDP no entrega los paquetes en el orden temporal correcto, se utiliza una secuencia de números para ordenar los paquetes e incluso detectar pérdidas. Cabe destacar, que algunos formatos de video se dividen en distintos paquetes RTP, por tanto, todos ellos pueden tener el mismo Timestamp, por eso se necesita de la ayuda de los números de secuencia para ordenar los paquetes. ([6]I.A.G, 2009)

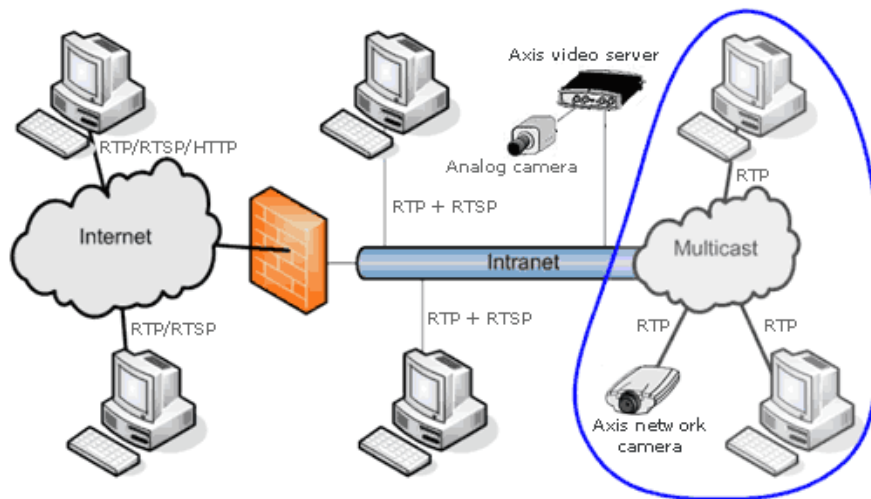


Figura #09: Envío de paquetes RTP, (Brendithavergel.blogspot.com)

2.4.3 Protocolos streaming en tiempo real RTCP (Real Time Control Protocol)

RTCP es un protocolo de control diseñado para funcionar junto con RTP. Se basa en la transmisión periódica de paquetes de control por parte de todos los participantes de la sesión. En una sesión RTP, los participantes periódicamente envían paquetes RTCP para

mantener la calidad de los datos y la información de los participantes de la sesión. ([6 JI.A.G, 2009)

El RFC 1889 define cinco tipos de paquetes que llevan información de control: ([6 JI.A.G, 2009)

- **RR (Receiver Report):** Los RR son generados para los participantes que no son emisores activos. Especifica el número de paquetes recibidos, el número de paquetes perdidos, el jitter entre llegadas y el Timestamp para calcular el retardo entre el emisor y el receptor.
- **SR (Sender Report):** Los SR son generados por emisores activos. Además de mantener la calidad de la recepción como en RR, contienen una sección de información del emisor, proporcionando información de sincronización, contadores de paquetes acumulados y el número de paquetes enviados.
- **SDES (Source Description Items):** Contienen información para describir las fuentes.
- **BYE:** Indica el final de la participación.
- **APP (Application specific functions):** Funciones específicas de aplicación.

RTCP es un protocolo de control diseñado para trabajar junto con RTP y provee los siguientes servicios: ([6 JI.A.G, 2009)

- **Monitorización de la QoS y control de congestión:** RTCP proporciona información sobre la calidad de la distribución de los datos en una aplicación. La información se envía a través de reportes de emisor y reportes de receptor. Estos reportes contienen la información de fracción de paquetes RTP perdidos desde el último reporte, número de paquetes perdidos acumulado desde el comienzo de la recepción, jitter de paquetes y demora desde la recepción del último reporte de emisor. Los emisores pueden ajustar su transmisión basándose en los informes del

receptor. Los receptores pueden determinar si la congestión es local, regional o global. ([6] I.A.G, 2009)

- **Identificación de la fuente:** La fuente puede ser identificada por el campo SSRC en la cabecera RTP. Por otro lado, los paquetes SDES contienen información de los identificadores únicos de los participantes de la sesión. Puede incluir también nombres de usuarios, número de teléfono, e-mail, etc. ([6] I.A.G, 2009)
- **Sincronización:** Entre los medios transmitidos.
- **Escalabilidad en la información de control:** Los paquetes RTCP son enviados periódicamente entre los participantes. Cuando el número de participantes se incrementa es necesario hacer un balance entre la información conseguida hasta la fecha y los límites del tráfico de control. ([6] I.A.G, 2009)
- RTP limita el tráfico de control al 5% de todo el tráfico de la sesión. Así mismo, dentro de los paquetes de control, un 25 % se utiliza para reportes de envío y un 75 % para reportes de recepción

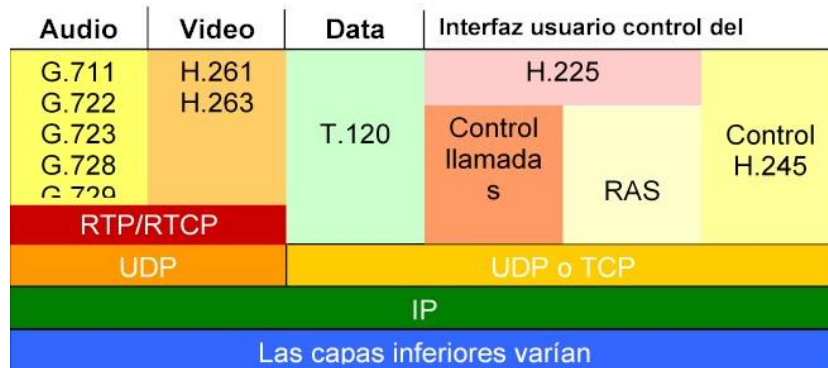


Figura #10: Protocolo Rtcp, ([7]oas.org, 2008)

2.4.4 Protocolos streaming en tiempo real RTSP

RTSP es un protocolo a nivel de aplicación, cuyo objetivo es ofrecer un protocolo robusto capaz de permitir la transmisión de contenido multimedia a través de los flujos multicast y unicast. También apoya la interoperación entre clientes y servidores de diferentes fabricantes. ([6] I.A.G, 2009)

RTSP, aprovecha la división de datos en muchos paquetes en función al ancho de banda entre el cliente y el servidor. Cuando el cliente ha recibido una cantidad suficiente de paquetes, el software de reproducción puede empezar a reproducir el primer paquete, descomprimir otro y descargar el tercero. El usuario puede empezar a consultar el contenido, sin necesidad de descargar todo el archivo de medios, la fuente de información puede ser por tanto un archivo delimitado como un archivo origen en vivo. ([6]I.A.G, 2009)

La idea principal acerca de RTSP es que actúa como un control remoto de red para los servidores multimedia. RTSP, está destinado a controlar múltiples sesiones, proporcionando una forma de elegir canales de distribución como UDP, TCP e IP multicast. Aunque RTSP se puede utilizar con unicast, su utilización sería adecuada para multicast. También se puede utilizar con RSVP para establecer sesiones streaming con ancho de banda reservado. ([6]I.A.G, 2009)

Operaciones Soportadas por RTSP

Las siguientes operaciones son soportadas por el protocolo RTSP:

- **Recuperar contenidos multimedia del servidor:** El cliente puede solicitar la descripción de una presentación por HTTP o cualquier otro método. Si la presentación es multicast, la descripción contiene los puertos y las direcciones que serán usados. Si la presentación es unicast el cliente es el que proporciona el destino por motivos de seguridad. ([6]I.A.G, 2009)
- **Invitación de un servidor multimedia a una conferencia:** Un servidor puede ser invitado a unirse a una conferencia existente en lugar de reproducir la presentación o grabar todo o una parte del contenido. Este modo es útil para

aplicaciones de enseñanza distribuida dónde diferentes partes de la conferencia van tomando parte en la discusión. ([6]I.A.G, 2009)

- **Adición multimedia a una presentación existente:** Particularmente para presentaciones en vivo, es útil si el servidor puede avisar al cliente sobre los nuevos contenidos disponibles. ([6]I.A.G, 2009)

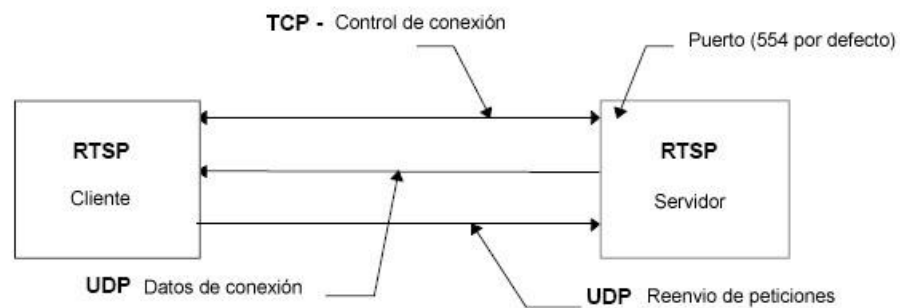


Figura #11: Peticiones RTSP, ([6]I.A.G, 2009)

Propiedades del protocolo RTSP

RTSP cuenta con un gran número de propiedades, las cuales podemos mencionar a continuación: ([6]I.A.G, 2009)

- **Extensible:** Se puede agregar nuevas características y métodos.
- **Fácil de Analizar:** RTSP puede ser analizado por el estándar HTML normal.
- **Seguro:** RTSP reutiliza mecanismos de seguridad web ya sea a los protocolos de transporte (TLS) o dentro del mismo protocolo. Todas las formas de autenticación HTTP ya sea básica o basada en resumen son directamente aplicables.

- **Independiente del protocolo de transporte:** RTSP puede usar indistintamente protocolos de datagrama no fiables (UDP) o datagramas fiables (RDP, no muy extendido) o un protocolo fiable orientado a conexión como el TCP. ([6 JI.A.G, 2009])
- **Capacidad multiservidor:** Cada flujo multimedia dentro de una presentación puede residir en servidores diferentes, el cliente automáticamente establece varias sesiones concurrentes de control con los diferentes servidores, la sincronización la lleva a término la capa de transporte. ([6 JI.A.G, 2009])
- **Control de dispositivos de grabación:** El protocolo puede controlar dispositivos de grabación y reproducción (ejemplo: cámaras IP RTSP). ([6 JI.A.G, 2009])
- **Separación del flujo de control y el inicio de conferencia.**
- **Neutral a la descripción de presentación.**
- **Compatible con HTTP.**
- **Control apropiado del servidor:** Los servidores no inician los flujos en tal forma que los clientes no puedan detenerlos.
- **Negociaciones de transporte:** El método se puede negociar antes de iniciar el flujo.
- **Capacidad de negociación:** El cliente puede detectar las características del servidor.

2.4.5 Protocolo multicast

Al ejecutar la difusión de la información se envía una copia de esta a todos los clientes de la red. Si esto se hace mediante el envío *unicast* se envían varias copias de la misma información, desperdiciando ancho de banda. De igual forma, se produce este desperdicio cuando el envío es por broadcast, ya que la información es enviada a todos los usuarios, independientemente de si la han pedido o no, y también causa el uso innecesario del procesador con toda la información que tiene que procesar. *Multicast* en cambio, aprovecha lo mejor de ambos y desecha las desventajas que tienen, es decir, sólo envía una única copia de la información a los clientes que pidieron, permitiendo una reducción significativa en el uso de ancho de banda por parte de las aplicaciones. ([3]Nuno Santos,Nuno Neves, 2010)

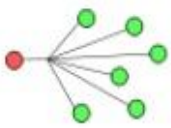
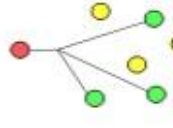
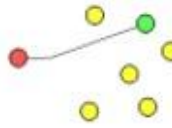
<i>broadcast</i>	<i>multicast</i>	<i>unicast</i>
		
Um para todos.	Um para um grupo ou conjunto de destinos.	Um para um.

Figura #12: Comparación de difusión, multicast y unicast, ([3]Nuno Santos,Nuno Neves, 2010)

Internet Group Multicast Protocol (IGMP) es el protocolo de sistema IPv4 utilizado para la gestión de IP multicast. En IPTV el flujo de transporte de MPEG es encapsulado en mutlicast de ethernet. El bajo costo y la facilidad de operación en comparación con otras tecnologías de red hacen de ethernet una inversión más atractiva para las empresas. ([3]Nuno Santos,Nuno Neves, 2010)

El IP multicast, sin embargo, no soporta los modos de pausa, rebobinado rápido y avance rápido necesarios para Video On Demand (VOD) y Música On Demand (MOD), por lo

que estos servicios se proporcionan a través de unicast. ([3]Nuno Santos,Nuno Neves, 2010)

El IP multicast es muy eficiente en la transmisión de contenidos multimedia para un conjunto dado de receptores, siendo ideal para transmisiones IPTV que están constituidas por un flujo de vídeo, uno o más flujos de audio, además de información adicional. ([3]Nuno Santos,Nuno Neves, 2010)

Codecs

Dado que la distribución de vídeo es uno de los principales objetivos de IPTV, uno de los elementos de mayor importancia son los codificadores, que tienen un papel clave en el ancho de banda que el flujo de vídeo ocupa en la red.

Para la compresión de vídeo se utilizan las normas MPEG-2 y, más recientemente, el MPEG-4 / H.264. El estándar MPEG-4 / H.264 permite una mejora significativa en la calidad de los códecs de vídeo a la misma velocidad de transmisión de señal, con respecto a MPEG-2. ([3]Nuno Santos,Nuno Neves, 2010) .

El VC-1 es una tecnología de compresión y verificación de los derechos de acceso desarrollado por Microsoft para competir con MPEG-4 / H.264. En la Tabla 1 se muestra una comparación de las relaciones de compresión de cada uno de estos estándares ([3]Nuno Santos,Nuno Neves, 2010)

Descripción	SDTV	HDTV
MPEG-2	2-4 Mbps	16-19 Mbps
H.264	1.5-2 Mbps	6-8 Mbps
WM9(VC-1)	1.5-2 Mbps	6-8 Mbps

Tabla #01: Tasa de compresión de vídeo, ([3]Nuno Santos,Nuno Neves, 2010)

Cabe señalar que la reducción de las tasas de transmisión en un factor de 2 y el hecho de que es un estándar basado en las nuevas tecnologías de cifrado significa que existe un creciente interés en el apoyo de la norma H.264 / MPEG-4.

2.4.6 IGMP (Internet Grouping Management Protocol)

Es un protocolo que opera en la capa tres del modelo OSI. Se implementa cuando el envío de datos a una dirección IP puede alcanzar múltiples servidores y a todos los dispositivos de una subred. (4) IGMP es usado entre los *host* y enrutadores locales. Cuando un miembro potencial desea unirse a un grupo *multicast* ha de enviar una petición de unión al *router* designado de su subred, el cual se encarga de extraer la información relevante y generar un mensaje de unión específico del protocolo de encaminamiento *multicast*. ([8]Ricardo Alonso Ferro Bolívar, Cesar Hernández, 2011)

2.5 Tipos de redes de acceso para distribución de IPTV

El principal reto que tiene los proveedores de servicios IPTV, es proveer el ancho de banda necesario en el segmento de red entre el núcleo de sistema y el usuario final, lo que se conoce como última milla. Hay varias tipos de redes de acceso de banda ancha que pueden cumplir los requerimientos, en esta tesis se estudiará la red de acceso por fibra óptica

2.5.1 Redes de Acceso de Fibra Óptica para IPTV

La fibra de óptica es el medio de transmisión más avanzado y el único capaz de soportar los servicios de nueva generación, como televisión de alta definición. Las principales ventajas de tener un bucle de abonado de fibra óptica son muchas: mayores anchos de banda, mayores distancias desde la central hasta el abonado, mayor resistencia a la interferencia electromagnética, mayor seguridad, menor degradación de las señales, etc. Además, la reducción de repetidores y otros dispositivos supondrán menores inversiones iniciales, menor consumo eléctrico, menor espacio, menos puntos de fallo, etc. La obra

civil a realizar para el tendido de fibra puede verse reducido a partir de innovadoras alternativas, por ejemplo, NTT en Japón y Verizon en EEUU han empleado en algunos casos un tendido aéreo en vez de tendido subterráneo. También cabe destacar la solución de fibra “soplada” (*blow fibre*), mediante la cual la fibra es tendida sobre canalizaciones existentes a través de pistolas de aire comprimido. Aunque tender fibra hasta el hogar pueda suponer una fuerte inversión inicial (CAPEX) ésta podrá ser rápidamente amortizada a través de la reducción de los gastos de mantenimiento (OPEX) respecto a la infraestructura actual y a los nuevos servicios que se pueden ofrecer. ([9]ramonmillan, 2007)

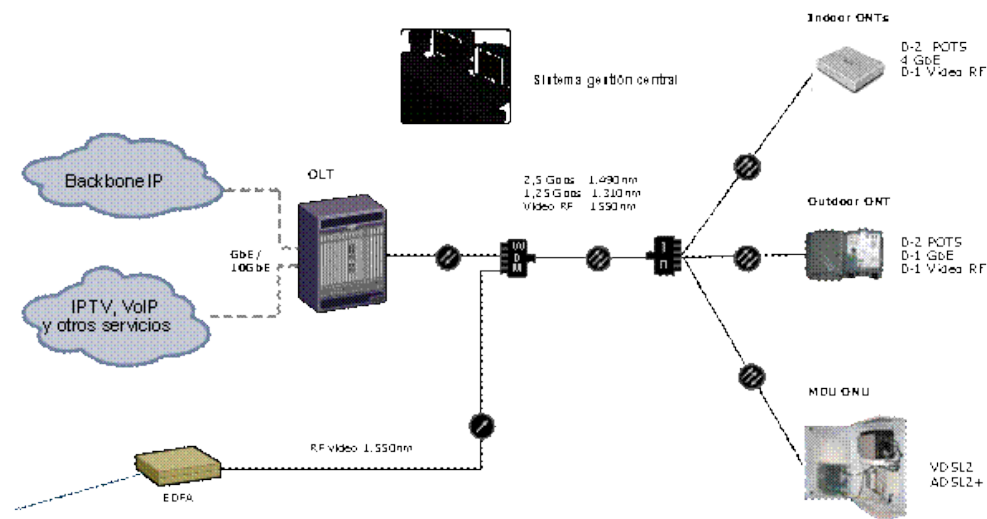
Los gobiernos de todas las naciones reconocen la necesidad de desplegar redes de fibra óptica para mejorar la competitividad de sus economías. Los principales operadores de telecomunicaciones del mundo, incluida Telefónica, también han comenzado el despliegue de GPON. Los principales suministradores de equipos de telecomunicación (Alcatel-Lucent, Ericsson, Huawei, Nokia-Siemens, ZTE, etc.) ofrecen soluciones GPON. Todo esto da muestras del prometedor futuro de esta tecnología emergente. ([9]ramonmillan, 2007).

2.5.2 Arquitectura de red de GPON

La red de GPON consta de un OLT (Optical Line Terminal), ubicado en las dependencias del operador, y las ONT (Optical Networking Terminal) en las dependencias de los abonados para FTTH. La OLT consta de varios puertos de línea GPON, cada uno soportando hasta 64 ONT. Aunque depende del suministrador, existen sistemas que pueden alojar hasta 7.168 ONTs en el mismo espacio que un DSLAM. En las arquitecturas FTTN las ONT son sustituidas por MDU (Multi-Dwelling Units), que ofrecen habitualmente VDSL2 hasta las casas de los abonados, reutilizando así el par de cobre instalado pero, a su vez, consiguiendo las cortas distancias necesarias para conseguir velocidades simétricas de hasta 100 Mbps por abonado. ([9]ramonmillan, 2007)

Para conectar la OLT con la ONT con datos, se emplea un cable de fibra óptica para transportar una longitud de onda downstream. Mediante un pequeño divisor pasivo que divide la señal de luz que tiene a su entrada en varias salidas, el tráfico downstream originado en la OLT puede ser distribuido. Puede haber una serie de divisores pasivos 1 x n (donde $n = 2, 4, 8, 16, 32, \text{ o } 64$) en distintos emplazamientos hasta alcanzar los clientes. Esto es una arquitectura punto a multipunto, algunas veces descrita como una topología en árbol. Los datos upstream desde la ONT hasta la OLT -que son distribuidos en una longitud de onda distinta para evitar colisiones en la transmisión downstream- es agregado por la misma unidad divisora pasiva, que hace las funciones de combinador en la otra dirección del tráfico. Esto permite que el tráfico sea recolectado desde la OLT sobre la misma fibra óptica que envía el tráfico downstream. ([9]ramonmillan, 2007)

Para el tráfico downstream se realiza un broadcast óptico, aunque cada ONT sólo será capaz de procesar el tráfico que le corresponde o para el que tiene acceso por parte del operador, gracias a las técnicas de seguridad AES (Advanced Encryption Standard). Para el tráfico upstream los protocolos basados en TDMA (Time Division Multiple Access) aseguran la transmisión sin colisiones desde la ONT hasta la OLT. Además, mediante TDMA sólo se transmite cuando sea necesario, por lo cual, no sufre de la ineficiencia de las tecnologías TDM donde el período temporal para transmitir es fijo e independiente de que se tengan datos o no disponibles. ([9]ramonmillan, 2007)



Figura#13: Arquitectura Gpon, ([9]ramonmillan, 2007)

Una de las características clave de PON es la capacidad de sobresuscripción. Esto permite a los operadores ofrecer a los abonados más tráfico cuando lo necesiten y la red esté con capacidad ociosa, es decir, cuando no haya otros abonados en el mismo PON que están empleando todo su ancho de banda disponible. Esta funcionalidad es denominada ubicación dinámica del ancho de banda o DBA (*Dynamic Bandwidth Allocation*) del PON punto a multipunto. ([9]ramonmillan, 2007)

En una red GPON, se asigna una longitud de onda para el tráfico de datos (Internet, VoIP, IPTV, etc.) *downstream* (1.490 nm) y otra para el tráfico *upstream* (1.310 nm). Además, a través del uso de WDM (*Wavelength Division Multiplexing*), se asigna una tercera longitud de onda (1.550 nm) que está dedicada para el *broadcast* de vídeo RF (*broadcast* analógico, *broadcast* digital, *broadcast* digital y HDTV, y vídeo bajo demanda). De este modo, el vídeo/TV puede ser ofrecido mediante dos métodos distintos simultáneamente: RF (radio frecuencia) e IPTV. Mediante RF las operadoras de cable pueden hacer una migración gradual hacia IPTV. En este caso, las ONT dispondrán de una salida para vídeo RF coaxial que irá conectada al STB tradicional. Con IPTV la señal de vídeo, que es transformada por la cabecera en una cadena de datos IP se transmite sobre el mismo enlace IP como datos para acceso a Internet de banda ancha. El STB conectado mediante Gigabit

Ethernet al ONT, convertirá de nuevo la cadena de datos en una señal de vídeo. Mediante IPTV y GPON, cuyos equipos incorporan capacidades de QoS y *multicast IP* avanzadas, los operadores puede ofrecer varios canales de alta calidad de imagen y sonido, incluidos HDTV, así como proporcionar servicios interactivos y personalizados, lo cual no es factible con vídeo RF. ([9]ramonmillan, 2007)

2.5.2.1 Redes FTTH

FTTH, dentro de las tecnologías FTTx, se basa en la utilización de cables de fibra óptica y sistemas de distribución ópticos adaptados a esta tecnología para la distribución de servicios avanzados, como el Triple Play: telefonía, Internet de banda ancha y televisión, a los hogares y empresas. ([10]ftthcouncil.org, 2012)

La implantación de esta tecnología está completamente extendida, especialmente en países como Estados Unidos, Colombia, Uruguay, Japón y países de Europa, donde muchos operadores reducen la promoción de servicios ADSL en beneficio de la fibra óptica con el objetivo de proponer servicios muy atractivos de banda ancha para el usuario (música, vídeos, fotos, etc.) y por supuesto en España los operadores también están apostando por esta tecnología que potencia la actividad empresarial. ([10]ftthcouncil.org, 2012)

2.5.2.2 Instalación Redes FTTH

Para la instalación y/o mantenimiento de redes FTTH se utilizan instrumentos electrónicos de precisión denominados analizadores FTTH que efectúan medidas sobre diferentes parámetros de las señales utilizadas en la tecnología de telecomunicaciones FTTH. Entre los parámetros a medir se deben encontrar la potencia óptica, MER, BER, velocidad de símbolo, etc. ([10]ftthcouncil.org, 2012)

FTTH es un término, que hasta los propios operadores de telefonía lo utilizan de forma confusa, ya que a veces utilizan esas siglas cuando la fibra óptica la dejan en la comunidad

de vecinos, eso es un error, ya que para que una ICT (infraestructura común de telecomunicaciones) se considere que es FTTH mínimo la fibra debe de pasar al PTR del usuario (punto de terminación de red) a partir de ese momento, como la instalación ya depende del usuario, este podrá decidir que hace con la transmisión de datos, es decir, si continua con fibra óptica, o por cable coaxial. No hay que confundir el PTR con la roseta, es diferente aunque tiene muchas similitudes, el PTR se encarga de separar la instalación de la vivienda de la comunidad de vecinos, por eso llamamos FTTH a la fibra óptica, si esto se produce en la arqueta de entrada, no se considerará FTTH. ([10]ftthcouncil.org, 2012)

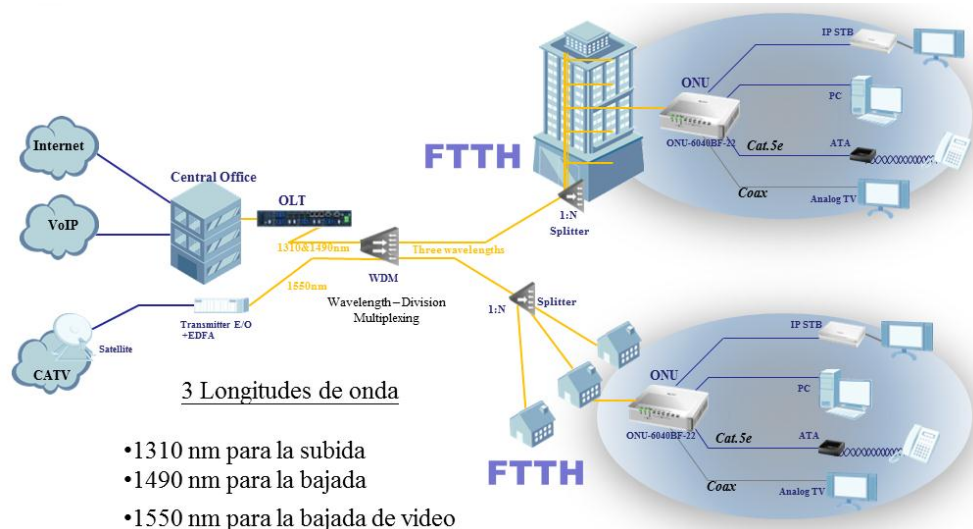


Figura #14: Diagrama de FTTH. ([40]Moreton, 2011)

2.5.2.3 Arquitectura FTTH

La tecnología FTTH propone la utilización de fibra óptica hasta la casa del usuario o cliente de fibra (usuario final). La red de acceso entre el abonado y el último nodo de distribución puede realizarse con una o dos fibras ópticas dedicadas a cada usuario (una conexión punto-punto que resulta en una topología en estrella) o una red óptica pasiva (del

inglés Passive Optical Network, PON) que usa una estructura arborescente con una fibra en el lado de la red y varias fibras en el lado del cliente. ([11]conectronica, 2014)

Las arquitecturas basadas en divisores ópticos pasivos se definen como un sistema que no tiene elementos electrónicos activos en el bucle y cuyo elemento principal es el dispositivo divisor de haz (splitter) que, dependiendo de la dirección del haz de luz divide el haz entrante y lo distribuye hacia múltiples fibras o lo combina dentro de una misma fibra. La filosofía de esta arquitectura se basa pues en compartir los costes del segmento óptico entre los diferentes terminales, de forma que se pueda reducir el número de fibras ópticas. Así, por ejemplo, mediante un splitter óptico, una señal de vídeo se puede transmitir desde una fuente a múltiples usuarios. ([11]conectronica, 2014)

La topología en estrella provee de 1 o 2 fibras dedicadas a un mismo usuario, proporcionando el mayor ancho de banda pero requiriendo cables con mayor número de fibras ópticas en la central de comunicaciones y un mayor número de emisores láser en los equipos de telecomunicaciones. ([11]conectronica, 2014)

2.5.2.4 Disponibilidad en América.

América del Norte

En Estados Unidos destacan la compañía de telecomunicaciones Verizon, con inversiones superiores a los 60 000 millones de dólares hasta 2010, buscando pasar a 14 millones de hogares con FTTH; SBC, con una inversión de 6000 millones de dólares en los próximos 5 años, para pasar 18 millones de hogares con FTTH; y BellSouth, con una inversión de 3500 millones de dólares en los próximos 5 años para pasar 8 millones de hogares conectados.

En México a partir de 2010 se inició la oferta de servicios basados en fibra óptica. Las empresas que ofrecen dicho servicio son: Axtell que ofrece conexiones simétricas o

asimétricas de hasta 200 Mbps en algunas zonas de la Ciudad de México, Guadalajara, Monterrey, Querétaro y San Luis Potosí. En 2013 Axtel lanzó su servicio de TV utilizando una conexión de fibra óptica, llamado Axtel TV.

América Móvil mediante su marca TELMEX (Teléfonos de México) se encuentra realizando la renovación tecnológica de su infraestructura mediante la instalación de fibra FTTH al hogar usando la tecnología GPON carrier ethernet entre sus clientes Infinitum. Al 2012 Telmex está instalado servicios de Internet por fibra óptica, reemplazando el servicio de ADSL por zonas. ([11]conectronica, 2014)

América del Sur

En Argentina desde mediados de 2009, la empresa IPLAN3 comenzó a ofrecer este servicio en su producto Internet Óptimo4, ofreciendo en ese momento planes simétricos de hasta 10 MB (100 Mbps). En el Gran Buenos Aires (Suburbios de Buenos Aires), la empresa Claro está ofreciendo internet y telefonía con este servicio. En San Juan, la empresa San Juan Cable Color está ofreciendo en conjunto a Telmex, un Triple Play usando FTTH, con el nombre de io Total ofreciendo planes desde 3 Mbps hasta 10 Mbps para residenciales. En la Ciudad autónoma de Buenos Aires desde 2011 la empresa Phonevision brinda FTTH a clientes residenciales. ([11]conectronica, 2014)

En Brasil Telefónica Brasil brinda su servicio FTTH principalmente en São Paulo y alrededores, con planes de llegar al millón de clientes de fibra antes de 2015.⁶ En Rio de Janeiro y São Paulo, TIM ofrece desde 2011 planes de alta velocidad usando FTTH en conjunto a VDSL.⁷ Oi (anteriormente Brasil Telecom) brinda su servicio hasta 200 Mbit/s en las ciudades de Belo Horizonte y Río de Janeiro.⁸ GVT brinda su servicio de 100 Mbit/s en 56 localidades dentro de los estados de Rio Grande do Sul, Paraná, Goiás, Santa Catarina, Minas Gerais, Espírito Santo, Bahía y el Distrito Federal. ([11]conectronica, 2014)

En Chile, desde fines del 2004, la empresa GTD Manquehue ofrece el servicio FTTH de 100 Mbit/s simétricos a comunas de Santiago. A fines del 2013, en el sur de Chile, la empresa Telefónica del Sur ofrece servicios de telefonía, IPTV e internet. Además, Movistar anunció el 2010-2012 el despliegue de este servicio a nivel nacional. ([11]conectronica, 2014)

En Colombia, las operadoras estatales UNE EPM y ETB han implementado la opción de FTTH a sus clientes para entregarles velocidades hasta de 50 Mbps para el caso de UNE y hasta 150 Mbps para ETB. Los actuales técnicos instaladores ya se encuentran en la fase de capacitación sobre el manejo de la fibra óptica. Ya se encuentra comercializando en la ciudad de Bogotá en algunos sectores (norte de la ciudad) desde mitad de enero del 2014 y hacia finales de marzo del 2014 comercializara IPTV. ([11]conectronica, 2014)

En Ecuador, La Empresa Netlife ofrece el servicio de FTTH desde el año de 2010, los planes van desde 1 Mbit/s a 12 Mbit/s en capacidad Internacional, en Quito (capital) y Guayaquil. Inicialmente la cobertura está restringida a ciertos sectores de la capital, siendo en la actualidad muy limitados, más adelante intentarán cubrir la mayoría de estas ciudades. La empresa PUNTONET lanzó este servicio a finales del 2013, y la empresa ZENIX - INTERACTIVE lanzo en el mes de agosto este tipo de servicio en el sector sur de la ciudad de Quito. La empresa estatal CNT ofrece el servicio FTTH con velocidades asimétricas desde 4 Mbit/s hasta 25 Mbit/s. ([11]conectronica, 2014)

En Paraguay, la Compañía Nacional de Telecomunicaciones COPACO desde el año 2010 ofrece servicios de FTTH. Hasta el momento el servicio cubre solamente la capital del país, Asunción.

En Perú, Telmex (ahora fusionada con Claro) inició los trabajos de instalación de fibra óptica a mediados de 2009 en los principales distritos de la capital de ese país. Misticom desplegó la primera red FTTH única dedicada en 2013. Partiendo de la ciudad de Arequipa, la compañía también se está expandiendo en Lima y provincias. Misticom opera

una red de 10 Gigabit GPON con velocidades de usuarios finales que van desde 6 Mbit/s a 100 Mbit/s. La compañía ofrece tanto servicios empresariales como residenciales. Mysticom es también el primer proveedor de IPTV en el país. ([11]conectronica, 2014)

En Uruguay, en 2011 la empresa estatal Antel inició el tendido de fibra óptica en Montevideo y a mediados de 2012 en más de 20 localidades del interior, el plan inicial es que todo el país tenga fibra en el hogar para el año 2014. El día 19 de octubre de 2011 el primer hogar fue conectado al servicio de fibra óptica de Antel. Se pretende que antes de finales del año 2011 se llegue a las 30 000 conexiones y para el 2012 a las 240 000. Hasta fines del 2013, ha ofrecido conexiones de hasta 120 Mbps por 75 dólares. ([11]conectronica, 2014)

En Bolivia, es muy limitada la cobertura de fibra óptica.

En Venezuela, la estatal CANTV inició pruebas de implementación de FTTH en julio de 2013 en Caracas, logrando velocidades hasta 20 Mbit/s. ([11]conectronica, 2014)

2.5.2.5 Ventajas de FTTH

- Enorme capacidad de transmisión de la información.
 - Baja atenuación en largas distancias sin repetidores 20 km.
 - Posibilidad de brindar N-PLAY sin limitaciones y servicios.
 - Ampliación del ancho de banda con nuevas tecnologías 10GEPON solo cambiando el equipo cabecera sin actualizar la red.
 - Posibilidad de actualizar una red CATV a FTTH, y seguir brindando televisión ya sea analógica o digital utilizando RFoG.
 - Red totalmente pasiva sin necesidad de instalar equipos activos en planta externa.
- ([12]Dominguez, 2014)

2.6 Calidad de Servicio (QoS) y la calidad de experiencia (QoE)

La aparición de IPTV tornó necesario garantizar una mayor robustez en la transmisión en las redes locales y en las redes domésticas. El objetivo de minimizar las retransmisiones ha llevado a una mejora en los mecanismos de control y de recuperación de errores de las mismas. ([3]Nuno Santos,Nuno Neves, 2010)

La calidad de servicio (QoS - *Calidad de los Servicios*) implica tener en cuenta la disponibilidad, prioridad y retardo. Los flujos de voz, video y datos requieren diferentes tratamientos en calidad de servicio y deben ser diferenciados de acuerdo a su prioridad ([3]Nuno Santos,Nuno Neves, 2010).

El retardo es uno de los factores que más influyen en la calidad de servicio. Por ejemplo, el retardo de los paquetes IP de un stream de video afecta la calidad visual de los contenidos multimedia. Por otra parte, el retardo también se vuelve útil cuando se efectúan solicitudes de cambio de canal y es necesario entregar la solicitud al nodo de servicio en tiempo real. ([3]Nuno Santos,Nuno Neves, 2010)

Sin embargo, a pesar de los progresos realizados a nivel de calidad de servicio, siempre existe la posibilidad de que el stream tenga errores. En el caso de unicast no es tan preocupante pues el STB puede solicitar el reenvío de los paquetes. En el caso de multicast esto ya no es posible debido a que el stream se envía solamente una vez, sin retransmisiones. Para hacer frente a esta situación se utiliza el mecanismo de Forward Error Correction (FEC), que consiste en el envío de paquetes redundantes junto con el stream. Estos paquetes redundantes están diseñados para detectar errores y corregirlos. ([3]Nuno Santos,Nuno Neves, 2010)

El uso de un mecanismo de este tipo aumenta la sobrecarga en la red. Inherente a la QoS está uno de los principales objetivos de IPTV, permitir al usuario una mejor calidad de experiencia (QoE - Quality of Experience) posible. La QoE, sin embargo, evalúa la

satisfacción del usuario con el servicio de IPTV, por lo que es un concepto más abstracto que QoS.

Es importante señalar que la QoE no se limita a la calidad de imagen sino también a: la fidelidad de la información, calidad visual y auditiva; utilización de: interfaz intuitiva para el usuario; receptividad, tiempos de respuesta rápidos a las solicitudes de los usuarios; seguridad, autenticación de usuario y protección de contenido de vídeo; y la disponibilidad/fiabilidad, servicios siempre accesibles al usuario.

La Figura #15 muestra las áreas evaluadas por la QoS y QoE. ([3]Nuno Santos,Nuno Neves, 2010)

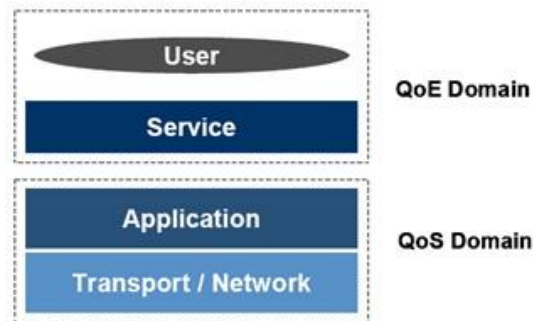


Figura #15: Revisión capas de QoS / QoE, ([3]Nuno Santos,Nuno Neves, 2010)

2.6.1 Ventajas y desventajas

Como todo en la vida, el servicio IPTV tiene ventajas y desventajas. Como un servicio proporcionado por cable, una de sus principales ventajas es no necesitar del espectro de radio pudiendo utilizar todas las frecuencias que se consideren necesarias. ([3]Nuno Santos,Nuno Neves, 2010)

Desde la perspectiva del usuario, otra de las ventajas del servicio es la integración de la televisión, voz y datos a través de un único proveedor, ya que hace el servicio más ventajoso en términos de costo. El hecho de que es un servicio muy interactivo y que permite un mayor control sobre la elección de los contenidos, es también una ventaja para

el usuario que puede disfrutar de una mejor experiencia. ([3]Nuno Santos,Nuno Neves, 2010)

Relativo a las desventajas, existe la posibilidad de pérdida de paquetes de información, aunque la tasa de error de transmisión por cable es menor que las transmisiones por aire, que están sujetas a las condiciones meteorológicas. ([3]Nuno Santos,Nuno Neves, 2010)

La dependencia de IPTV en cuanto al ancho de banda, es también una desventaja, por ejemplo, si el usuario no tiene suficiente ancho de banda en su conexión puede no ser capaz de disfrutar de servicios HDTV ([3]Nuno Santos,Nuno Neves, 2010).

Otra desventaja es la no portabilidad de IPTV, es decir, no se puede llevar un STB para otra casa y utilizar el servicio. ([3]Nuno Santos,Nuno Neves, 2010)

2.7 Servicios disponibles

El objetivo principal de IPTV es la distribución de la televisión digital, sin embargo, y como se mencionó anteriormente hay otros servicios disponibles.

Triple Play

Es la capacidad de proporcionar al usuario servicios de voz, datos y video a través de una sola conexión de banda ancha (Figura #16).

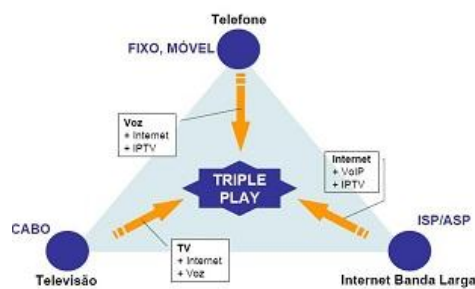


Figura 16 - Triple play, ([3]Nuno Santos,Nuno Neves, 2010)

Cuádruple Play (móvil IPTV)

Es la combinación de los servicios de triple play con servicios móviles, permitiendo a los usuarios el acceso a los servicios de IPTV en cualquier lugar y en movimiento.

Se están desarrollando diversas soluciones para el fortalecimiento de IPTV móvil:

- TV mobile + IP, utiliza las redes de transmisión digital para ofrecer servicios de audio, vídeo y datos con base IP. Para aumentar la interactividad integra redes inalámbricas. Este enfoque, aunque también considera IPTV móvil, pierde parte de la individualidad de las soluciones IP para ser distribuido por redes de transmisión digital. ([3]Nuno Santos,Nuno Neves, 2010)
- IPTV Mobile TV, esta solución es vista como el futuro de IPTV móvil, y gran parte del desarrollo hasta ahora se debe a las actividades de la ATIS (Automatic Terminal Information Services) en los Estados Unidos, del foro abierto de IPTV y del grupo de enfoque ITU- T sobre IPTV a nivel internacional. Las especificaciones para el IPTV móvil todavía se están desarrollando y el grupo de enfoque del UIT-T sobre IPTV está estudiando las necesidades de movilidad y de la red inalámbrica. El foro abierto IPTV está desarrollando un servicio móvil basado enteramente en IMS (subsistemas multimedia IP), conjunto de especificaciones 3GPP para la entrega de contenido multimedia a dispositivos móviles. ([3]Nuno Santos,Nuno Neves, 2010)

La adversidad principal de IPTV móvil son las limitaciones en la capacidad, las limitaciones de los procesadores, pantallas pequeñas, poca memoria; limitaciones de la banda; vulnerabilidades de enlaces inalámbricos, donde hay una mayor pérdida de paquetes; y problemas de cobertura. ([3]Nuno Santos,Nuno Neves, 2010)

Video On Demand (VOD)

Es un sistema que consta de tres partes principales el servidor: VOD server, almacena el contenido multimedia; VOD catcher, equipos de recepción de nuevos contenidos; y VOD caché, es un servidor distribuido, que tiene como función grabar en el caché el contenido más veces accedido por el usuario. El VOD permite al usuario seleccionar el contenido de vídeo de acuerdo con sus preferencias. ([3]Nuno Santos,Nuno Neves, 2010)

Guía Electrónica de Programación (EPG)

Se trata de una interfaz gráfica que permite al usuario navegar y seleccionar contenidos multimedia puestos a disposición por la televisión digital, incluido el acceso a las guías de programación, selección de contenidos VOD, programar grabación de contenido ([3]Nuno Santos,Nuno Neves, 2010).

Grabador de vídeo digital (DVR)

El DVR es un dispositivo que permite grabación de contenido en formato digital, pudiendo el usuario acceder a ellos más adelante. Los contenidos se pueden almacenar ya sea en STB del usuario como en un el servidor (de cabecera). ([3]Nuno Santos,Nuno Neves, 2010)

Time Shifting

La funcionalidad del Time Shifting difiere del DVR, en que ya no requiere que el usuario libere espacio en su STB, ya que los contenidos se almacenan en el servidor IP [4]. La principal ventaja de esta función es permitir al usuario pausar o rebobinar los programas transmitidos en vivo. ([3]Nuno Santos,Nuno Neves, 2010)

Juegos / Música

IPTV ya permite el acceso a juegos, dando al usuario la posibilidad de jugar con otros en la red. Muchos de los servicios de IPTV también ya tienen una base de datos donde se puede acceder a música. ([3]Nuno Santos,Nuno Neves, 2010)

Publicidad dirigida

Debido a las capacidades interactivas de IPTV, los operadores pueden enviar anuncios específicos a grupos específicos de personas. IPTV también permite al usuario detener la emisión y obtener más información sobre el producto en cuestión. ([3]Nuno Santos,Nuno Neves, 2010)

2.8 Cadena de valor de IPTV

La cadena de valor para ofrecer el servicio IPTV, definido por la UIT (Figura #18), está compuesta por cuatro eslabones: Proveedor de contenidos, Proveedor de la plataforma, Proveedor de red y la Terminal o dispositivo del consumidor final. ([19]Gutiérrez Sánchez, 2008)

En el primer eslabón está el proveedor de contenidos, quien suministra el contenido multimedia: videos, audio, datos, texto y aplicaciones, generalmente producido por un proveedor independiente al operador más cercano al consumidor final. Los contenidos que se transmiten en IPTV pueden ser creados, adquiridos o distribuidos por el operador dependiendo del modelo de negocios que desee implementar. ([19]Gutiérrez Sánchez, 2008)

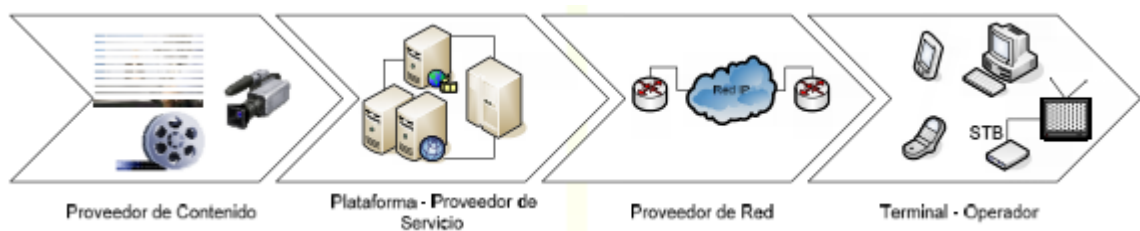


Figura 17: Cadena de valor de IPTV, ([19]Gutiérrez Sánchez, 2008)

En el segundo eslabón están el proveedor del servicio, quien recibe, manipula, agrega valor, *codifica*, transmite y administra los contenidos. En esta parte de la cadena se encuentran aquellos elementos de la red que soportan los servicios complementarios anteriormente mencionados, como lo servidores *streaming*, servidores VoD, servidores de almacenamiento, codificadores entre otros. ([19]Gutiérrez Sánchez, 2008)

En el tercer eslabón se encuentra el proveedor de red, encargado de llevar el servicio al consumidor final utilizando los canales y la tecnología que considere pertinente, en algunos casos el mismo proveedor del servicio. En Europa, los proveedores de red usan comúnmente las redes de fibra óptica y ADSL2+, las cuales permiten mayor capacidad de transmisión y control de la calidad del servicio -QoS-. ([19]Gutiérrez Sánchez, 2008)

Finalmente, en el último eslabón están los consumidores que acceden a este servicio desde varios dispositivos. En el caso del televisor, como se mencionó anteriormente, es necesario adaptar un decodificador o STB que reciba la señal IP y la decodifique. ([19]Gutiérrez Sánchez, 2008)

2.9 Tabla comparativa de IPTV vs televisión por internet

La Televisión sobre el Protocolo IP o IPTV es una tecnología que permite que los servicios de televisión sean emitidos a través de la banda ancha de una red de paquetes de datos privados usando el protocolo de internet.

Por otra parte, la Televisión por Internet o Televisión Online (Internet TV) es un servicio de transmisión de televisión distribuido a través de la Internet. Muchas veces la IPTV es confundida con la emisión de la Televisión por Internet.

Aunque ambas descansan en similares tecnologías de base, sus propuestas respecto de la entrega de video basado en IP se realizan una tabla comparativa para observar sus diferencias.

Descripción	IPTV	Tv por internet
Alcance Geográfico	La IPTV se basa en redes frecuentemente adquiridas y controladas por operadores de telecomunicaciones y como tal sólo alcanzan a la base de suscriptores que tienen acceso al operador de la red.	La televisión por Internet está disponible en cualquier lugar donde el acceso a banda ancha esté disponible.
Diferentes Plataformas	La IPTV utiliza redes seguras y dedicadas para emitir contenidos de video a los consumidores. Estas redes privadas son administradas, dimensionadas y operadas por el proveedor de servicio.	Como su nombre lo sugiere, la televisión por Internet anima a la Internet pública a entregar contenidos de video a sus usuarios finales.

<p>Calidad de Servicio</p>	<p>Un servicio de IPTV, por otro lado, es entregado a través de una infraestructura de conexión de redes, la que usualmente es propiedad del proveedor de servicio.</p> <p>Ser propietario de la infraestructura de conexión de redes les permite a los operadores de telecomunicaciones manipular sus sistemas para respaldar la entrega completa de video de alta calidad.</p>	<p>Los servicios que corren a través de Internet como la Televisión por Internet son servicios basados en el mejor esfuerzo, implicando que no es posible brindar garantías de calidad de lo que se está entregando, es decir, el servicio de televisión.</p> <p>Esto sucede porque los paquetes que se mueven a través de la Internet pueden llegar a perderse o corromperse haciendo imposibles el desarme y la interpretación.</p>
<p>Acceso al Servicio</p>	<p>Generalmente se utiliza un decodificador digital para acceder y decodificar los contenidos de video emitidos por el sistema IPTV.</p> <p>Las leyes del derecho de reproducción son tratadas durante las negociaciones del contrato entre el operador y la compañía de medios proveedoras del material (películas, programas de televisión, etc.)</p>	<p>Se usa una PC es lo que casi siempre se utiliza para acceder a los servicios de la Internet TV pero el contenido no siempre esta disponibles</p>

Contenido	IPTV está pensada para que el proveedor físico administre y controle su funcionamiento a través de la infraestructura con lo que se tiene un contenido estable	En Internet TV, el control sobre el contenido se define a nivel de la página web o programa que lo transmite. Depende del tráfico de la red y el número de usuarios que acceden al mismo
Usuario	Usuario y ubicación geográfica conocida.	Puede ser un usuario cualquier no necesariamente conocido.
Seguridad	El usuario está protegido porque esta autenticado.	No seguro

Tabla #02: Comparativa de IPTV vs televisión por internet, ([27]Honzeas, 2010)

Capítulo 3. Propuesta de una arquitectura de red IPTV para la Universidad Técnica de Manabí

Para la propuesta de la arquitectura se tomó como referencia la visita a la empresa Netlife en la ciudad de Guayaquil, además se realizó una entrevista al Ing. José Valencia administrador del centro de cómputo de la UTM con el fin de saber con qué se cuenta y que hace falta para poder implementar servicios de IPTV en esta institución. El estándar más utilizado para la codificación y la transmisión multimedia usada MPEG-2, H.264 recomendadas por la empresa Netlife.

Este tipo de compresión de vídeo utilizado es uno de los factores que afectan a los requisitos de almacenamiento. El formato de compresión H.264 es de lejos la técnica de compresión de vídeo más eficiente que existe actualmente. Sin asegurar calidad de imagen, un codificador H.264 puede reducir el tamaño de un archivo de vídeo digital en más de un 80% comparado con el formato Motion JPEG y en más de un 50% con el estándar MPEG-4. ([14]Axis, 2013)

Para que exista un correcto funcionamiento en la red de transporte se necesita router con funcionamiento MPLS que soporte multicast, IGMP, alto throughput, interfaz ATM/STM. Switch con funcionalidades IGMP, los interruptores deben tener habilitado la capacidad de multidifusión IGMP V2, el equipo de la red debe ser capaz de poder ejecutar QoS para ofrecer calidad de servicio en IPTV, además se necesitan decodificadores, los que se encargan de transformar la imagen para que pueda ser vista por el televisor. Las direcciones IP estáticas se prefieren para el equipo de IPTV. Un puerto de 100Mbps se requiere para cada codificador MPEG4 y puertos 100Mbps 3x son necesarios para una puerta de enlace de TV. ([16]Onrip, 2012),

Para la realización de la entrevista al Ing. José Valencia se tomó como referencia algunas preguntas de la entrevista del proyecto realizado de IPTV en la Universidad de Cartagena.

([15]Alcala Baena, Ricky Wilson, 2014) Las respuestas a la entrevista se encuentran en el anexo A.

Preguntas.

- 1 ¿Qué velocidad de transferencia de datos manejan actualmente en cada una de las facultades?
2. Tiene la UTM la infraestructura tecnológica (Hardware y Software) necesaria para la implementación de la tecnología IPTV? como Routers con funcionalidad MPLS y Switch de Redes con funcionalidad IGMP, Analizador de TV cable con IPTV y VoIP QoS?
3. ¿Se puede implementar calidad de servicio en los equipos disponibles?
4. El departamento de radio y tv de la UTM cuenta con la infraestructura tecnológica para la transmisión de contenido audiovisual?
5. ¿Considera beneficioso que uno de los servicios en la red UTM fueran los videos bajo demanda?
6. Considera útil la implementación de una plataforma tecnológica en la red universitaria de la UTM, que permitirá al usuario la bidireccionalidad e interactividad con múltiples servicios en la docencia.

3.1 Requerimientos de servicios multimedia de la Universidad Técnica de Manabí

Los servicios que se desea implementar en la Universidad Técnica de Manabí en la plataforma IPTV son:

- Presentación de los contenidos audiovisuales de seminarios, conferencias, anuncios universitarios e información educación bajo plataforma IPTV.
- Instalación de televisores en cada facultad con videos instructivos e informativos dirigidos a la comunidad universitaria.
- Canal Institucional bajo la plataforma IPTV.
- Soporte multimedia de IPTV para la educación a distancia con las extensiones.

A medida que el servicio tenga mayor acogida y el número de suscriptores aumente, es necesario tomar en cuenta varios requerimientos.

3.1.1 Ancho de banda

Para la distribución de servicios IPTV sobre enlaces de ancho de banda se necesita reducir la tasa de datos a transmitir, por lo tanto los requisitos de ancho de banda se calcula como el número de canales transmitido por ancho de banda del canal. Normalmente los canales fluyen a 4 Mbps cada uno para MPEG2; para el formato de compresión MPEG4 es de 2 Mbps y proporciona la misma calidad de imagen.

Por ejemplo, para 10 canales la necesidad total de ancho de banda en la columna vertebral es $10 \times 4 = 40$ Mbps en MPEG2 y $10 \times 2 = 20$ Mbps en MPEG4. Se consultó al experto de IPTV de Netlife, él nos comunicó que para el tráfico de multicast los canales codificados en H.264 necesitarían 8 megas por canal en 1080i y 16 Megas por canal en 1080P, porque la tasa de transmisión por canal es de 2 mbps. El usuario final de IPTV necesitara tener conexiones de ancho de banda de 8 Mbps a 15 Mbps para tener un servicio de calidad, se debe manejar algunos criterios técnicos que pueden afectar el servicio de IPTV. ([41]Netlife, 2014)

Tomando en cuenta el escenario de que contamos con 911 docentes, los cuales se estima que realicen 100 peticiones de manera simultánea de video de seminarios y videos

instructivos, se tendría que para el cuerpo docente de la Universidad se necesitaría 200 Mbps de ancho de banda

- **Relación Señal/Ruido:** Se debe tener un valor mayor a los 13db para garantizar la estabilidad del servicio. ([15]Alcala Baena, Ricky Wilson, 2014)
- **Atenuación:** También mantener un rango menor de 40db en la atenuación, ya que si es demasiado alta, el servicio puede tener interrupciones. ([15]Alcala Baena, Ricky Wilson, 2014)

3.1.2 Requerimientos de almacenamiento

Cuando se habla de video se debe pensar en los grandes volúmenes de información que se va almacenar del contenido que se encuentra en la red, el almacenamiento en el servidor se debe realizar en 4 discos duros SATA-II hot-swap, con un espacio total de la configuración estándar de 3 Tbytes con una capacidad de almacenar 800 películas de calidad DVD. Los videos de seminarios o cursos se deben usar un formato de comprensión video en MPEG-2 o MPEG-4 AVC (H.264). ([15]Alcala Baena, Ricky Wilson, 2014)

3.1.3 Calidad de servicio QoS

Para que los servicios sean completamente satisfactorios es necesario que la red tenga calidad de servicio (QoS). La transmisión de datos, video y voz necesita de parámetros de calidad que permitan la integración del tráfico de redes Ethernet/IP/MPLS. Los mayores retos que enfrenta IPTV en una red convergente son.

- **Ancho de Banda Disponible:** Múltiples Flujos compiten por un limitado ancho de banda. ([17]Chafra, 2012)
- **End-to-End Delay (Retardo End-to-End):** Paquetes tienen que atravesar múltiples dispositivos y links que añaden retardo. ([17]Chafra, 2012)

- Variación de Retardo (Jitter): Los paquetes en la red experimentan distintas cantidades de retardo. ([17]Chafra, 2012)
- Pérdida de Paquetes (Packet Loss): Paquetes pueden ser desechados (dropping) si un link esta congestionado. ([17]Chafra, 2012)
- Distancia de perdida (Loss Distance, Según definición considerada por el Draft WT-126 del DSL Forum). ([15]Alcala Baena, Ricky Wilson, 2014)
- Periodo de perdida (Loss Period, Según definición considerada por el Draft WT-126 del DSL Forum). ([15]Alcala Baena, Ricky Wilson, 2014)

En las siguientes tablas se describen los requerimientos de calidad de servicio que se debe manejar dentro de la red IP con el fin de obtener una adecuada calidad de video en función de la técnica de compresión de video y el ancho de banda que dicha técnica está empleando. ([15]Alcala Baena, Ricky Wilson, 2014)

Video Stream Bit rate (Mbps)	Latency	Jitter	Loss Period	Loss distance	Corresponding Average IP Packet Loss Rate.
3.0	<200 ms	<50 ms	1 IP Packet	1 error event per 30 minutes	1.9E-06
3.75	< 200 ms	<50 ms	1 IP Packet	1 error event per 30 minutes	1.6E-06

5.0	< 200 ms	<50 ms	1 IP Packet	1 error event per 30 minutes	1.2E-06
-----	----------	--------	-------------	------------------------------	---------

Tabla #03: Parámetros recomendados capa de transporte mínima para Satisfactorio QoE para MPEG-2 SDTV servicio codificado. ([15]Alcala Baena, Ricky Wilson, 2014)

Video Stream Bit rate (Mbps)	Latency	Jitter	Loss Period	Loss distance	Corresponding Average IP Packet Loss Rate.
1.75	<200ms	<50ms	1 IP Packet	1 error event per 30 minutes	3.3E-06
2.0	<200ms	<50ms	1 IP Packet	1 error event per 30 minutes	2.9E-06
2.5	<200ms	<50ms	1 IP Packet	1 error event per 30 minutes	2.3E-06
3.0	<200ms	<50ms	1 IP Packet	1 error event	1.9E-06

				per 30 minutes	
--	--	--	--	-------------------	--

Tabla#04: Parámetros recomendados capa de transporte mínima para Satisfactorio QoE para MPEG-4 AVC o VC-1 servicio SDTV codificado, ([15]Alcala Baena, Ricky Wilson, 2014)

3.1.3.1 Recomendaciones de la ITU para QoS

Consecuentemente con lo anterior, la ITU determina que el retardo para todos los servicios IPTV debe tener un umbral máximo de 200 ms, mientras que para jitter se establece una variabilidad máxima de 50 ms. En lo referente a la tasa de pérdida de paquetes, se exige que para transmisiones de contenidos de video de alta definición utilizando códec MPEG-4, no se sobrepase una relación de 10 a 6 paquetes perdidos con respecto a paquetes transmitidos, ya que la pérdida depende de la tasa de transmisión de bits; finalmente se recomienda un retardo máximo de 2s para zapping y 200ms para las funciones TsT (control sobre el tiempo de reproducción del contenido) y EPG (guía electrónica de programación). Finalmente se considera que los requerimientos de ancho de banda son el factor de mayor relevancia para los servicios IPTV, dado que la compresión y digitalización exigen altas tasas de transmisión de bits para que la pérdida de datos de información sea baja. ([42]Torres R , 2011)

3.1.4 IP- STB Set Top box

El set-top-box tiene un papel fundamental en la implementación de nuevas funcionalidades de la Televisión Digital Interactiva. Este nuevo componente del sistema es responsable por mantener la compatibilidad con un parque instalado de televisores, adicionando nuevas funcionalidades: desde la transmisión de video de alta calidad hasta un nivel elevado de interactividad ([18]INICTEL-UNI, 2010).

El set-top-box recibe una señal digital en alguno de los estándares (DVB-C, DVB-S, DVB-T, IPTV) y comprueba que se tenga permiso para ver esta señal. Posteriormente, lo modula y lo envía al televisor, para el estudio de esta tesis se usara IPTV. Este dispositivo en las redes proporciona la comunicación tanto en la red IP y la decodificación de video streaming. ([18]INICTEL-UNI, 2010)

Arquitectura de Set-Top-Box

Los set-top-box son sistemas embarcados proyectados para un propósito específico: recepción de señales de TV digital, recuperación del video y exhibición en una TV. La Figura #19 se ilustra la arquitectura en capas de un set-top-box genérico.

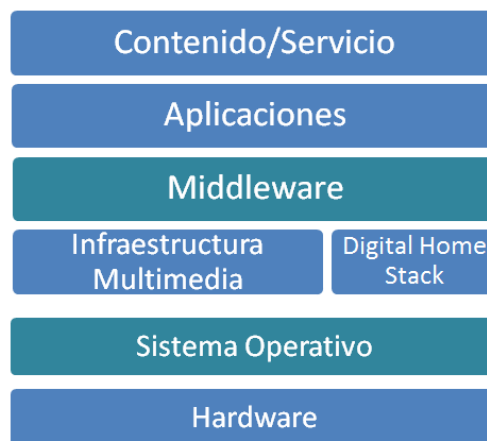


Figura 18: Arquitectura de Set-Top-Box, ([18]INICTEL-UNI, 2010)

En la capa superior, se tienen los servicios y contenidos que pueden ser producidos en una transmisión de TV digital. Ejemplos de estos servicios son las guías de programación electrónica (EPG), sistema pay-per-view, juegos on-line, programas interactivos, etc. ([18]INICTEL-UNI, 2010).

La segunda capa, se tienen las aplicaciones. Estas aplicaciones son responsables por promover el tipo de servicio de la camada superior. ([18]INICTEL-UNI, 2010)

En la tercera capa, el Middleware, que básicamente tiene como función realizar una interface entre el hardware del set-top-box y las aplicaciones. De esta forma, las aplicaciones pueden ejecutarse de forma transparente sin la preocupación con la forma de acceso al hardware de un set-top-box específico. De esta forma el desarrollo y portabilidad de las aplicaciones se vuelve más simple, debido a que todas las aplicaciones usan una misma API en común. ([18]INICTEL-UNI, 2010)

En la cuarta capa, se tienen los componentes multimedia de decodificación y codificación, así como los otros módulos multimedia. ([18]INICTEL-UNI, 2010)

En la quinta capa, el sistema operacional, es responsable por el funcionamiento del hardware, la cual provee una capa de abstracción al hardware del set-top-box. ([18]INICTEL-UNI, 2010)

En la última capa, tenemos el hardware de un set-top-box, que es constituido por una CPU, dispositivos de entrada y salida, almacenamiento, decodificación, sintonización, etc. ([18]INICTEL-UNI, 2010)

3.2 Diseño de la infraestructura para soportar los servicios de IPTV

Una vez analizado los recursos con los que cuenta la Universidad Técnica de Manabí para la propuesta de implementación de los servicios de IPTV y conociendo los servicios que se necesitan, se procede con el análisis de cada una de los componentes, para esta propuesta se utilizó las recomendaciones de IPTV Focus Group Proceedings del 2008 de la ITU-T (Unión Internacional de Telecomunicaciones) como se muestra en la tabla 4.

N°	Numero de documento	Título
1	FG IPTV-DOC-0147Rev 1	Requerimientos de Servicios IPTV
2	FG IPTV-DOC- 0181	Arquitectura IPTV
3	FG IPTV-DOC- 0182	Escenarios para servicios IPTV
4	FG IPTV-DOC- 0185	Mecanismos de Gestión de tráfico para el apoyo de los servicios IPTV
5	FG IPTV-DOC- 0188	Aspectos de seguridad IPTV
6	FG IPTV-DOC- 0189	Aspectos de red IPTV
7	FG IPTV-DOC- 0190	Multicast IPTV
8	FG IPTV-DOC- 0191	Protocolos IPTV
9	FG IPTV-DOC- 0194	Middleware, aplicaciones y plataforma de contenidos IPTV
10	FG IPTV-DOC-0198	Estándares para la plataforma de aplicación de las plataformas multimedia IPTV

Tabla#05: Focus Group Proceedings del 2008 de la ITU-T, ([20]ITU, 2008)

Los componentes que conforman el proyecto de IPTV son:

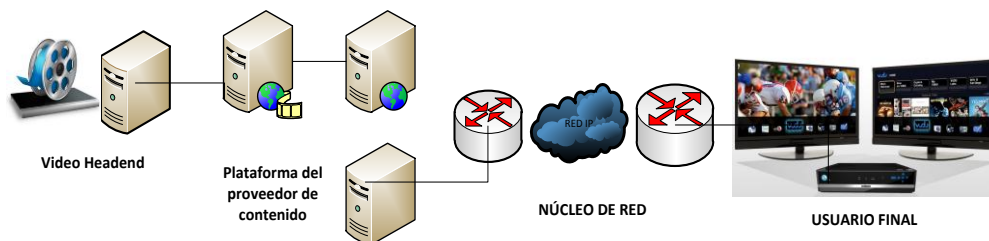


Figura 19: Componentes que conforman el proyecto IPTV, Elaborado por autor

Una descripción de cada uno de los componentes de la arquitectura IPTV se muestra en la siguiente Figura.

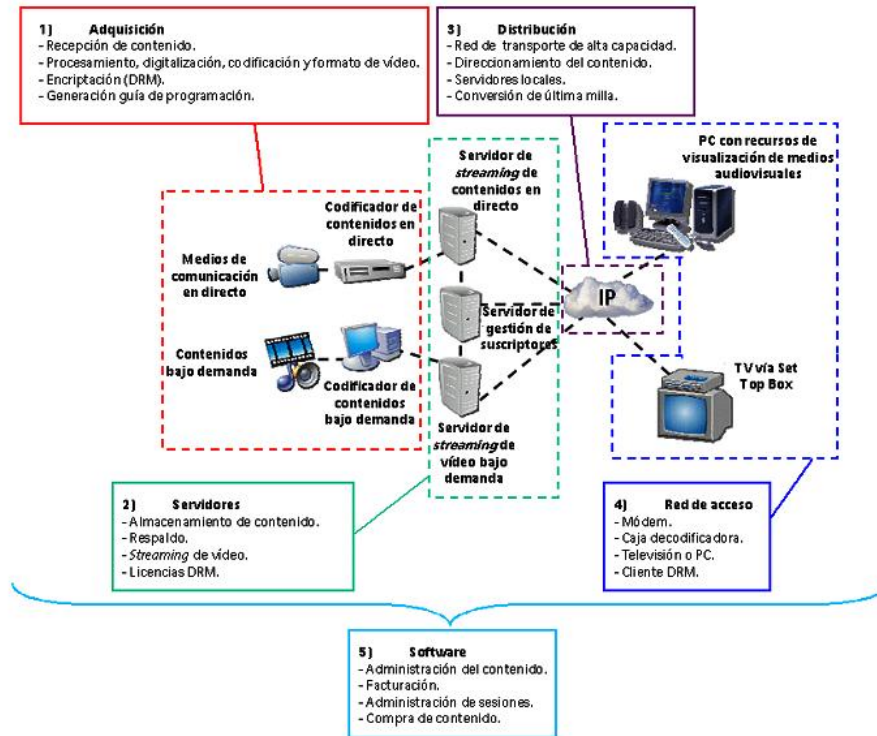


Figura 20: Arquitectura IPTV, ([21]fundaciontelefonica)

3.2.1 Diseño del núcleo de contenido

Esta parte es donde se encuentra el cerebro de un sistema IPTV y la cual está compuesta por los siguientes partes:

- Headend
- Middleware
- Servidores de contenido VoD
- Provisión de contenido

Headend

La cabecera IPTV incluye soluciones para captar señales, comprende las antenas, el procesar, codificar y gestionar el contenido de vídeo (ver Figura 21).

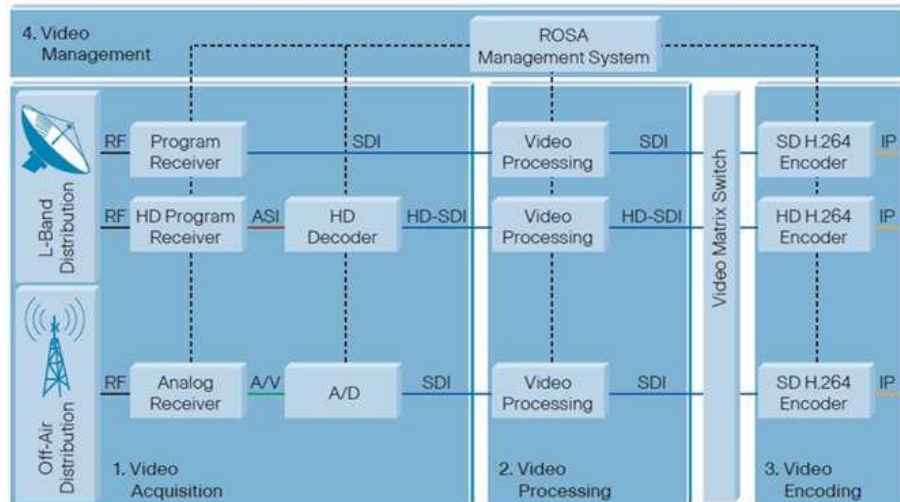


Figura 21: Cisco IPTV Head-End Sample Architecture, ([22]CISCO)

La solución para *Headend IPTV* está compuesta por los siguientes equipos:

- Codificadores de audio y vídeo (HD/SD) con capacidad de transmisión de contenido vía RTP. Esta función es realizada por el equipo.
- Switch de red IP. Esta función puede ser realizada por distintos equipos del mercado, por ejemplo, el Switch Cisco 3650, o similar;
- Software para la recepción del contenido de audio y vídeo (HD/SD) en la computadora. Esta función puede ser realizada por el player VLC o similar.
- Set-top box para la exhibición del contenido de audio y vídeo (HD/SD) en una televisión. Para esta función se puede usar cualquier receptor digital del mercado que sean compatibles con el estándar IPTV. ([22]CISCO)

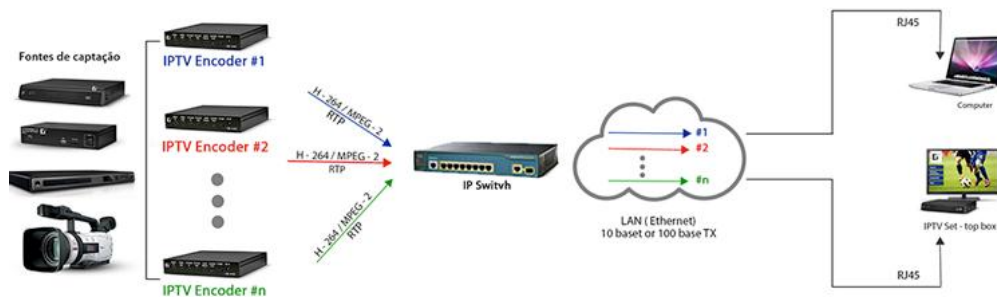


Figura 22 Solución para *Headend*, ([23]EiTV)

Middleware

Un sistema de IPTV Middleware es el elemento más importante de una cabecera de red IPTV. Se conecta con todos los servicios de IPTV, IP set-top boxes y proporciona una interfaz gráfica para el usuario, interactúa con la red de acceso, el HeadEnd y los terminales STB, los cuales determinan a cada cliente para así permitir interactividad en el servicio. Entre los que se tienen los siguientes. ([22]CISCO)

- Netup Midleware
- Anvia TV
- Cubiware
- Zenterio

Por ejemplo un docente de las extensiones desea solicitar una conferencia que se encuentra en el servidor VoD. A través de la guía electrónica de programación determina el contenido, el día y la hora a ser vista y realiza la solicitud, la que es procesada por el middleware previo a establecer una sesión con el usuario. El middleware ordena al servidor de video que realice la transmisión de la conferencia a la hora indicada por el docente.

Servidores de contenido VoD

El Servidor contenido bajo demanda es el equipo encargado del almacenamiento de la información digital y que es enviado por dispositivos de capa 2 o 3 mediante la infraestructura de red de la institución, maneja un alto número de usuarios y su interacción, a la hora de escoger qué contenido y cuándo quiere acceder a él. ([24]Alonso, 2008)

El servicio VoD nos ha de permitir realizar las mismas operaciones que podemos realizar con un reproductor de vídeo convencional. La diferencia es que todos los contenidos se encuentran almacenados en un servidor, o clúster de servidores en remoto que pertenecen a nuestro proveedor de servicio. ([24]Alonso, 2008)

Servidor de Video por Demanda de NetUP

Descripción	Tipo
Concurrencia	100 flujos concurrentes
Tasa de compresión	MPEG-2 de 4 Mb/s por flujo. Tiene soporte para modos de flujo unicast y multicast.
Almacenamiento	4 discos duros SATA-II hot-swap. El espacio de disco total de la configuración estándar es 3 Tbytes o más de 800 películas de calidad DVD. Es posible conectar capacidad de almacenamiento externo si fuera necesario.
Formato de video	MPEG-2 o MPEG-4 AVC (H.264) flujo de transporte - soporta SD y HD. La tasa de compresión puede ser modificada para igualar la de las cajas decodificadoras y el rendimiento de flujo de red. El contenido de video puede ser subido por smb o ftp.

Tabla#06: Servidor de Video Vod, Elaborado por autor

En este servidor de contenido se deberá almacenar las conferencias, seminarios, videos instructivos e informativos, contenido del canal de la Universidad, para que todo este material sea interactuado por la comunidad universitaria. En la siguiente figura se muestra cómo es el funcionamiento del servidor VoD.

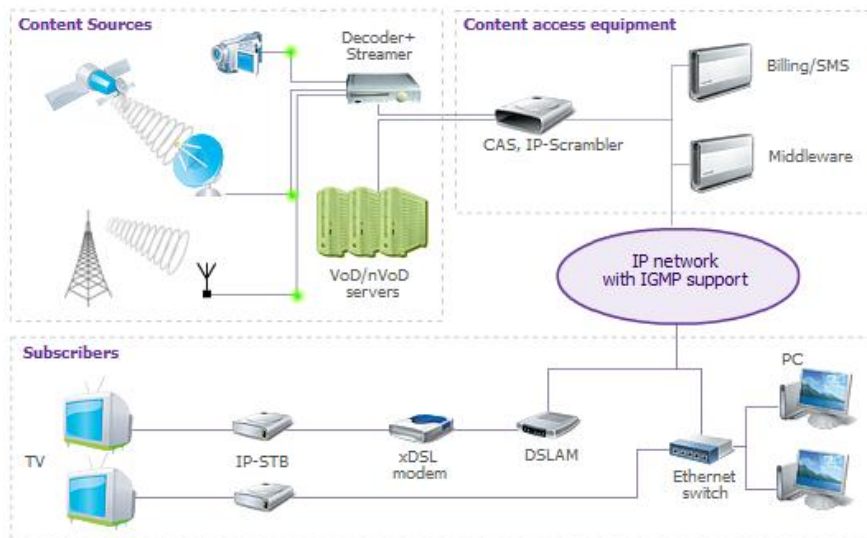


Figura 23: Servidor Vod, ([26]NetupserverVOD, 2014)

3.2.2 Diseño de la red de transporte

La Universidad cuenta con 3 extensiones a las cuales se les brindará el servicio de IPTV. La distancia a cada una de ellas se detalla en la siguiente figura.

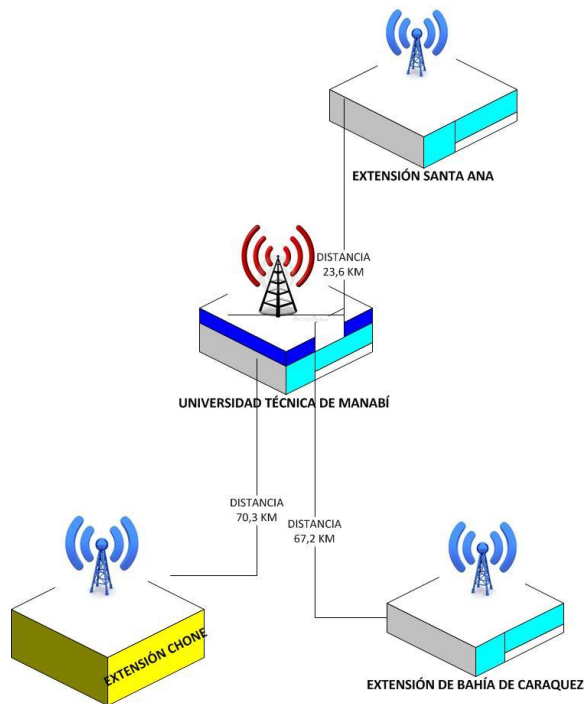


Figura 24: Distancia de las extensiones, Elaborado por el autor

La Universidad cuenta con 10 Facultades, en el siguiente diseño se realiza una propuesta de cómo debería quedar la red repotenciándola para ofrecer el servicio de IPTV, esta permitirá conectar el núcleo específicamente los servidores VOD con la red de acceso, que es donde están los usuarios que accederán al contenido, la distribución del contenido de los clientes viajará en Dslan o Fibra hacia los nodos de acceso mediante switches y routers como se muestra en la figura.

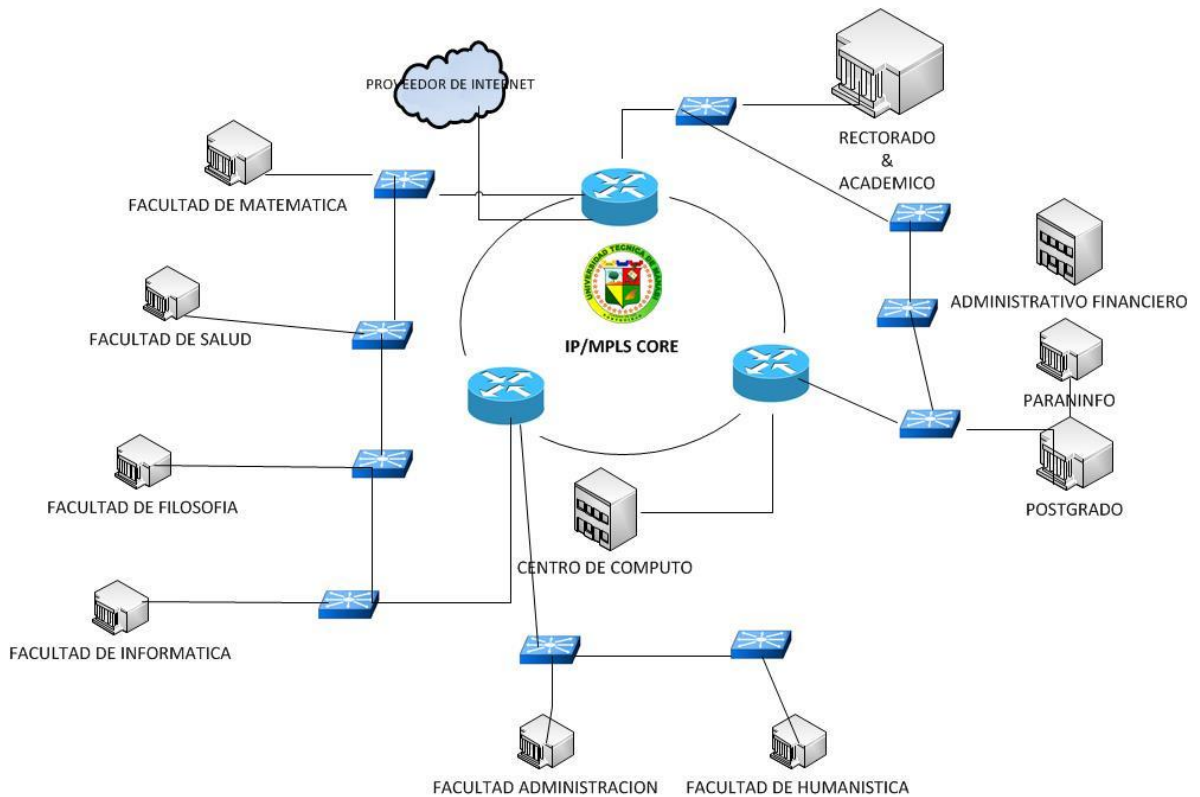


Figura 25: Red transporte UTM, Elaborado por el autor

La red MPLS es la técnica más utilizada para el transporte de video sobre Ethernet. En la figura anterior podemos observar la comunicación existente entre el anillo de fibra, routers y switches para ofrecer los servicios a cada una de las facultades.

3.3.3 Diseño de la red de acceso

La red de acceso es el punto donde termina la red del proveedor y comienza el equipo del usuario. En esta interfaz puede haber una computadora, o un dispositivo STB, encargado de decodificar la información para poder verla en un televisor convencional. ([25]INITEL, 2009), esta red es conocida como última milla conectando el nodo más cercano del proveedor con el del cliente, estas conexiones se pueden realizar por medios de acceso

como ADSL2+ o Fibra óptica hacia el hogar FTTH, en las siguientes figuras se muestra los diseños de conexión que se pueden realizar para las extensiones.

ADSL2+

La forma más difundida es la ADSL que consiste en transformar las líneas de teléfono analógicas en líneas digitales de alta velocidad para el acceso a internet, para poder ofrecer el servicio de IPTV en esta tecnología se debe usar ADSL2+ siendo su tasa máximas de bajada/subida 24/2 Mbps. Además de la mejora del ancho de banda, este estándar contempla una serie de implementaciones que mejoran la supervisión de la conexión y la calidad de servicio (QoS) de los servicios demandados a través de la línea en la figura 27 se muestra el diseño.

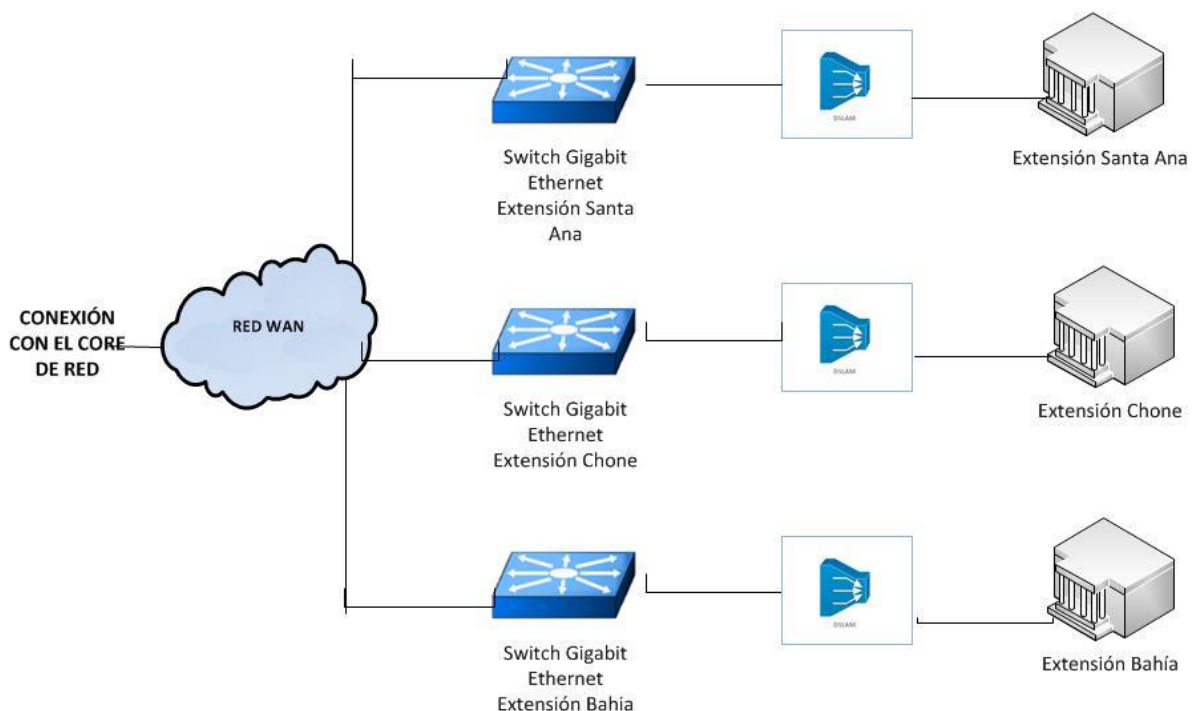


Figura 26: Diseño red de acceso con ADSL2+, Elaborado por el autor

FTTH

Las redes FTTH llegan con fibra óptica hasta el interior de las extensiones, ofreciendo velocidades de varios cientos de Mbit/s. Al ser toda la infraestructura de fibra óptica, se proporciona una transmisión muy segura y libre de errores, con una alta capacidad de transferencia y un gran ancho de banda, lo que permitiría tener un servicio de calidad. En la figura 27 se muestra una red FTTH usando una red óptica pasiva.

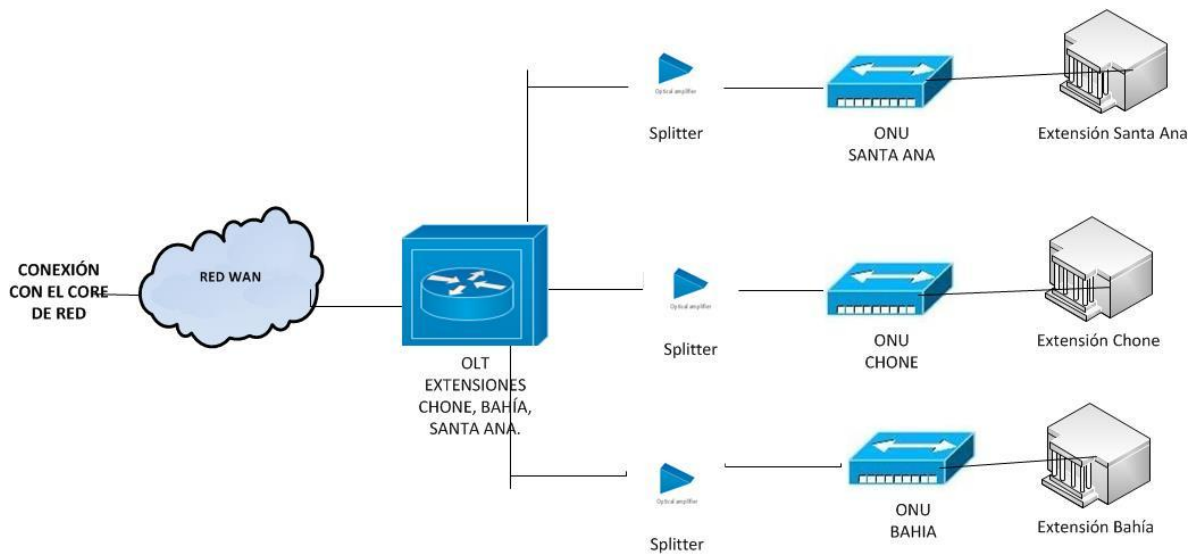


Figura 27: Diseño red de acceso FTTH, Elaborado por el autor

3.2.4 Diseño de la red interna del usuario

Es el tramo final de la red IPTV y con lo que se contaría en las extensiones y facultades, en esta parte tendremos al set to box y el router que da el servicio de ancho de banda.

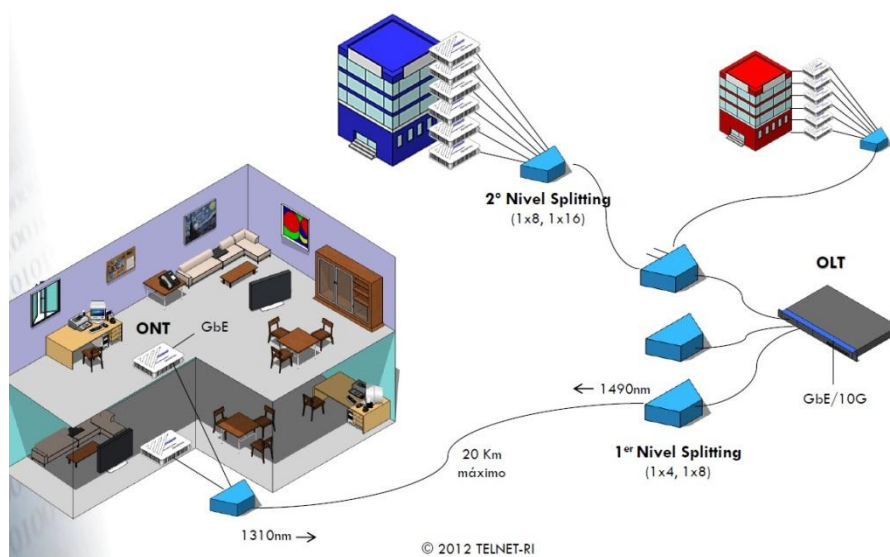


Figura 28: Diseño red de acceso FTTH, ([28]Rio, 2014)

En las redes IPTV los STBs integran una pequeña computadora que proporciona comunicación en dos vías dentro de la red IP, y la decodificación del video streaming. Los dispositivos IP set-top box se han diseñado con una interfaz de red que puede ser Ethernet o coaxial. Los STBs para IPTV están siendo utilizados por las compañías telefónicas como un medio para competir con los tradicionales monopolios de operadores de televisión por cable locales.

3.3 Estándares de la televisión digital terrestre en el Ecuador

El ministerio de telecomunicaciones en su sitio web indica textualmente que el 26 de marzo de 2010, Ecuador adoptó oficialmente el estándar japonés-brasileño (ISDB-Tb) para la Televisión Digital Terrestre.

El Ministerio de Telecomunicaciones y de la Sociedad de la Información y entidades gubernamentales del sector de las telecomunicaciones trabajan en coordinación para implementar este sistema en el país. ([30]telecomunicaciones.gob.ec, 2010)

Muy pronto la población, empezará a acoger el lenguaje audiovisual como el modo de comunicación interpersonal, resultado de la convergencia de las telecomunicaciones. Los usuarios demandan calidad, movilidad, interactividad, portabilidad, multiservicios. Son algunos de los conceptos que se repiten en el presente y el futuro del medio televisivo, sus predicciones son parte de una realidad indiscutible. ([30]telecomunicaciones.gob.ec, 2010)

Ventajas del cambio tecnológico en el país

A través del cambio tecnológico de la televisión analógica hacia la televisión digital, se garantizará el derecho a la comunicación, inclusión, cohesión y equidad social a la población en general, así como la universalización del servicio de televisión abierta de manera libre y gratuita; se mejorará la calidad del servicio de televisión en cuanto al audio, video, nuevos servicios como interactividad; se promoverá la generación de contenidos de educación, salud y cultura que mejoren la calidad de programación actual fomentando los valores nacionales; se promoverá la generación de fuentes de empleo y capacitación a los diferentes actores que participan en el proceso. ([30]telecomunicaciones.gob.ec, 2010)

Estado actual de la TDT

Actualmente se emiten señales de prueba de Televisión Digital en las ciudades de: Quito, Guayaquil, Cuenca, Ambato, Latacunga, Santo Domingo, Manta, Portoviejo, entre otras. Para iniciar con el proceso de transición se formó el Comité Interinstitucional Técnico de Implementación de la Televisión Digital Terrestre CITDT ([30]telecomunicaciones.gob.ec, 2010)

Capítulo 4. Propuesta de Implementación IPTV

En este capítulo se realizará un análisis del equipamiento necesario para la implantación de IPTV en la Universidad Técnica de Manabí, el uso de esta plataforma en la educación, el diseño de la solución de IPTV con su presupuesto referencial y la alternativa de usar cloud computing en los servidores VOD.

4.1 Propuesta de IPTV UTM

Las transmisiones de video y televisión por internet nos abren las puertas a un mundo ilimitado de opciones en el ámbito de la educación y conocimiento en general usando la plataforma IPTV. Al contar con esta tecnología actual y flexible es posible tener informados a los estudiantes, docentes, empleados y trabajadores; mediante contenidos audiovisuales que se transmitirán en televisores ubicados en cada facultad o usando su computador.

Usando esta tecnología podemos reducir el costo de talento humano, al brindar una cantidad de cursos dirigidos a un número mayor de personas y con flexibilidad de horarios, cuando se ofrece una conferencia y el auditorio no abastece para la cantidad de participantes, esta queda grabada y puede ser vista por los usuarios desde la comodidad de su casa u oficina usando IPTV.

Cualquier institución educativa que desee implementar IPTV debe tomar en cuenta los siguientes aspectos: Ancho de banda mínimo requerido por usuario final 1.5 Mbps, a este ancho de banda hay que sumarle la conexión a Internet, por lo tanto, se necesitan 4.5 Mbps estos cálculos se realizaron con un códec MPEG-4, la atenuación debe ser menor 40db si es demasiado alta, el servicio puede tener caídas constantes. Se debe tomar en cuenta la grilla de canales o si se va a producir su propio contenido, para lo cual será necesario

adquirir los equipos que van desde la cabecera hasta el usuario final, en nuestro caso la universidad producirá su propio contenido.

El proyecto contempla la capacitación didáctica en generación y transmisión de contenidos audiovisuales a fin de potencializar y reforzar los conocimientos adquiridos en las aulas, en conferencia magistrales, congresos, seminarios, etc. Así mismo se prioriza la intencionalidad de creación de contenidos educativos con el fin de generar una biblioteca virtual en temas de relevancia técnico-científico afín a la realidad nacional. Lo que se espera tener con el tiempo es Tu-Learning que es un ecosistema abierto de aprendizaje en línea basado en IPTV (TV a través de Internet)

Los servicios de Servidor de contenido y Servidor de VIDEO ON DEMAND son en modalidad NUBE, es decir físicamente no se requieren adquirir ya que se alojarían en HOST con redundancia y capacidad escalable, evitando la inversión de equipamiento físico (Hardware) y su infraestructura pertinente, en otras palabras utilizaríamos cloud computing para estos servicios.

Para la implementación de IPTV se instalara un nuevo tendido de fibra óptica en todo el campus, para ofrecer un servicio adecuado en cada una de las facultades.

Un aspecto importante de esta tecnología es que el contenido que se crea es transmitido sobre un ambiente IP, lo que hace que las técnicas de transmisión no generen de manera constante broadcast, porque el contenido es entregado cuando la persona lo solicita, otra ventaja que se tiene es en el área social, haciendo referencia al video bajo demanda que permitirá tener nuevos de servicios de valor agregado que se pueden ofertar a otras universidades de la provincia, donde se necesiten capacitaciones similares y sacándole provecho a esta infraestructura.

En el mercado ecuatoriano existen varias empresas que ofrecen el servicio de IPTV, se realizó una visita a algunas de ellas para conocer qué proyectos de IPTV existen en el país, estas empresas son Advicom, Brige Telecom y Huawei; de las tres la que más experiencia

tiene en IPTV en campus universitarios es la primera, que implementó proyectos en universidades como ESPE, UTN, EPN, también se invitó al representante de esta empresa, Ing. Fabio Gallegos, para que mediante una conferencia nos dé a conocer una visión más amplia de lo que se puede hacer en la universidad respecto a I IPTV.

Esta iniciativa de implementar IPTV en la universidad se desarrollarían en dos fases que deberán incluir la adecuación física y estructural, el diseño e implementación del web tv, el dimensionamiento del sistema de transporte y contenido y el diseño del sistema de transporte de contenido audiovisual.

4.2 Adecuación física y estructural.

Actualmente el espacio físico es adecuado para la instalación y correcto funcionamiento de los equipos. Otro aspecto importante es el tendido de fibra óptica, para lo cual se usaría uno independiente de la red interna, que permita comunicar todas las facultades del campus y tener calidad de servicio y calidad experiencia.

El equipamiento necesario para implementar esta propuesta de IPTV en la universidad, desde la cabecera hasta la interfaz del usuario es la siguiente:

- Equipos terminales de visualización de contenidos fijos
- Servicio Anual de Gestión de Contenidos
- Solucion TV Ondemand + Live
- Solución de Codificación e Ingesta a Streaming
- Viewers para equipos terminales de visualización de contenidos (Set Top Box)

En cada facultad se empleará estructuras modulares de división de ambientes para los equipos de emisión de contenidos y operadores de página web, así como la instalación de puntos de res para la conexión de los dispositivos IPTV.

La Universidad cuenta con 10 facultades y 33 escuelas, en las cuales se instalará 100 televisores con entrada HDMI y puerto de red en las partes centrales de cada lugar, con un punto de red y su respectivo Viewer que son marcas Tecsys, de los cuales se les asignara 8 a las 4 facultades con mayor número de escuelas como son Ciencias de la Salud, Ciencias Matemáticas, Físicas y Químicas, Ciencias Administrativas y Económicas y la Facultad de Filosofía; a las otras seis facultades se les asignara 5 completando 62, estos se repartirán en cada escuela, los otros 38 se asignaran a los departamentos administrativos e institutos universitarios.



Figura 29: Campus universitario, Elaborado por autor

Tecsys ha desarrollado dos soluciones de alto rendimiento basados en procesadores AMD GSeries: el Nano PC de alta definición y el PC Nano HD ITX. Utilizando la más moderna línea de procesadores “G-Series”, estos modelos están disponibles en versiones de doble núcleo con performance de 1.4GHz y 1.65GHz en conjunto con chip gráfico Radeon 6310 o 6250 integrado en el procesador. Toda esta tecnología se traduce en productos de altísima calidad gráfica y bajo consumo de energía, características esenciales a las

aplicaciones multimedia, terminales interactivos y soluciones integradas. ([29]tecsysbrasil, 2015)

Entre otras características, en esta placa ya se ha incorporado un convertidor DC-DC, HDMI, LVDS, Mini PCI Express (Module WIFI) además de una memoria RAM de hasta 4GB y capacidad para dos monitores independientes. Todo ello en una dimensión de 148 x 116 mm. ([29]tecsysbrasil, 2015). El modelo que se usara en la universidad tiene las siguientes características.

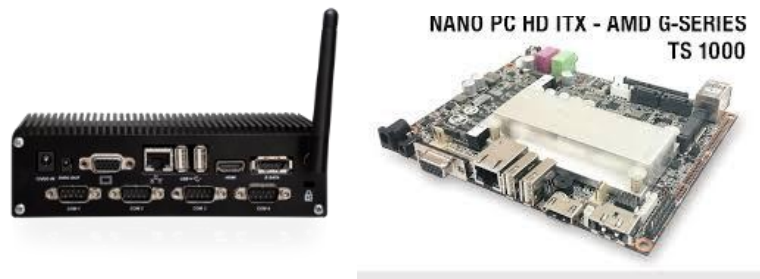


Figura 30: Viewer Tecsyes, ([29]tecsysbrasil, 2015)

Especificaciones técnicas

Especificaciones	Detalles
Modelo	NANO PC - HD Multimedia TS 1100
Procesador	AMD T56N: 2-Core@1.65GHz@18W
Video	DirectX 11 graphics com UVD 3.0
Resoluciones soportadas	Digital HDMI: 720p, 1080p;
Almacenamiento	SATA: 2 x 3.0Gbps, Disco Rígido ou Flash SSD
Conexión	WIFI y cableada
Memoria RAM	4GB DDR3

Tabla#07: Especificaciones técnicas, ([29]tecsysbrasil, 2015)

Servicio Anual de Gestión de Contenidos Solución TV Ondemand + Live estos dos servicios se los contrataran anualmente usando cloud computing en el presupuesto se detalla su costo anual.

4.3 Dimensionamiento del sistema de transporte de contenido audiovisual

Siempre se considera que existen áreas críticas en el diseño del sistema de transmisión de contenidos por lo que para este proyecto se considera:

- Capacidad de ancho de banda simétrico para transporte de video hasta las facultades dentro de los predios de la Universidad.
- Puntos terminales y acceso web simultaneo de usuarios concurrentes, en función de dimensionar correctamente la plataforma. Se consideran 100 puntos terminales fijos dentro de los edificios y espacios de concentración masiva de personas.
- La universidad creara su propio contenido el cual será presentando en cada uno de los departamentos y facultades, también se tendrá acceso mediante computadores usando el reproductor VLC PLAYER.

4.4 Diseño del sistema de transporte de contenido audiovisual

El sistema contempla:

- Una plataforma en modalidad de renta de servicio de servidores de contenidos y servidor de VOD (Video On Demand) para esto se usara una plataforma IASS de cloud computing.
- Una plataforma portátil de transmisión de contenidos en tiempo real para ingesta en línea dentro de cualquier punto de la universidad donde se tenga conectividad e incluso desde exteriores para cobertura de eventos.
- Equipos terminales (NANO PC) para reproducción de contenido en puntos fijos dentro de ambientes de gran concurrencia o informativos & educativos.

- Sistema Audiovisual (Monitores) para la reproducción de contenidos ([35]Gallego, 2015) Figura 32.



Figura #31: Portal Web IPTV, ([35]Gallego, 2015)

La empresa Village Flow que ofreció la asesoría en este proyecto cuenta con la arquitectura tal como se muestra en la Figura 33. Está compuesta de varios procesos para realizar la transmisión digital de televisión como son audio, video y datos como medio de ingreso, luego de están se dirigen por las tarjetas instaladas en el servidor, en ese momento se utiliza el software para la configuración de los componentes de entrada y componentes de salida, se generan los datos y son enviados por las respectivas tarjetas de salida hacia los diferentes medios de recepción.

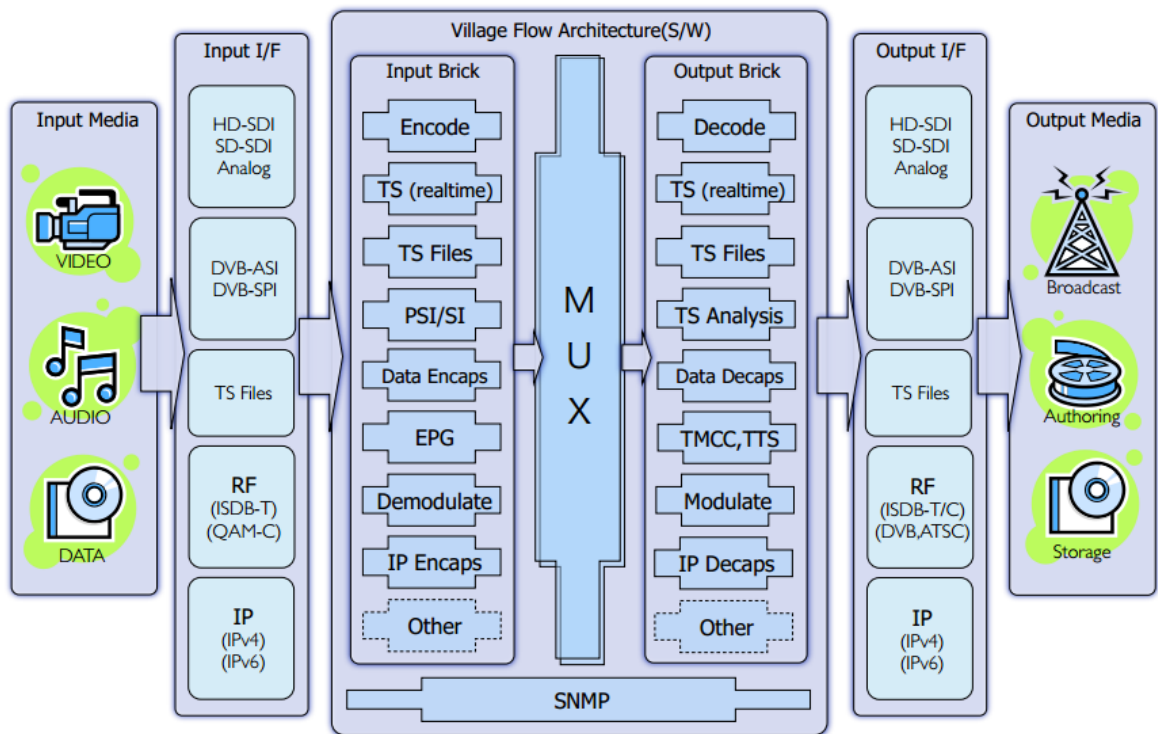


Figura #32: Arquitectura Village Flow, ([43]Village Island Asia , 2011)

En la figura 34 se muestra la propuesta IPTV que se implementara en la universidad, la cual es una solución mixta con componentes propios y otros usando cloud computing.

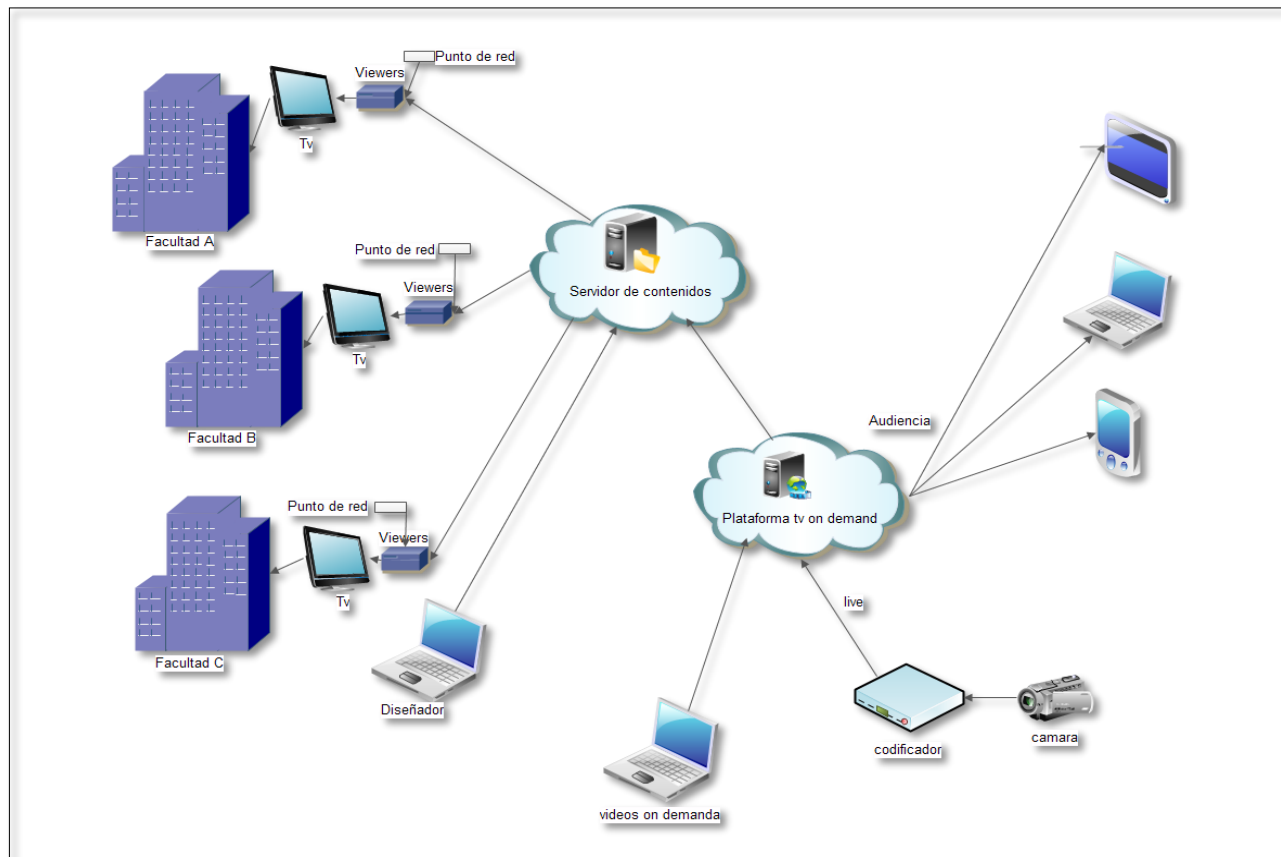


Figura 33: Diseño de propuesta IPTV UTM.

4.5 Presupuesto

La propuesta de implementación se daría en dos etapas de crecimiento, en la primera etapa para usuarios que posean dispositivos con acceso a la red como laptops, celulares, PC fijas, tablets, etc. Posterior se puede desarrollar como segunda fase la adquisición de equipos terminales de visualización de contenidos como lo son los monitores y los Viewer para puntos de concentración masiva.

Descripción	USD
Servicio de Administración de Contenidos (Anual) Incluye: 75 players + 3000 GB en ancho de banda internacional (up + down) mensual + Firewall a 1000 Mbps 2 cuentas para diseño de plantillas y calendarización	56.850.00
Solución de Codificación e Ingesta a Streaming 1 Códificador de Streamig móvil	50,300.00
Solucion TV Ondemand + Live Enterprise Premium Platform + Gold Support (contrato anual). Incluye: 1000GBs combined bandwidth & storage/month. * costo por Gb extra al superar la cuota asignada \$0.85	\$75.000
Desarrollo de portal Web TV Tiempo desarrollo 6 meses con cuatro personas laborando con un sueldo de \$1200	28,800.00
Total	\$210.950

Tabla#08: Presupuesto de implementación de IPTV Fase 1

Cantidad	Descripción	USD
100	Equipos terminales de visualización de contenidos fijos	110,600.00

100	Viewers para equipos terminales de visualización de contenidos 1.6GHz 2 Cores 4GB RAM HD 500GB WIFI	113.300,00
	Elementos de implementación física (cables, fibra óptica, conectores de red y soportes)	45.000,00
	Total	\$268.900,00

Tabla#09: Presupuesto de implementación de IPTV Fase 2

Como cloud computing permite escalabilidad y se puede contratar estos servicios de acuerdo a la demanda que se tenga en la universidad, tanto el servicio de administración de contenidos, solución TV Ondemand + Live se harán bajo esta modalidad evitando la inversión en equipamiento físico (hardware) y su infraestructura pertinente.

4.6 Propuesta de implementación de web tv.

La propuesta contempla la utilización de una plataforma web para el desarrollo y presentación de los contenidos audiovisuales de los seminarios, conferencias, anuncios universitarios e información educativa. Esta plataforma estará alojada en un servidor de contenidos con acceso condicionado de un operador designado por la universidad.

Se implementaría una nueva red de distribución con tecnología de transporte Gigabit Ethernet, esta estructura de red estará basada en fibra óptica. La red de acceso es una transición de una red de fibra óptica activa a una red de fibra óptica pasiva, más conocida como PON (Passive Optical Network). En estos casos la fibra óptica puede transportar varios servicios de datos y video utilizando divisores pasivos hasta llegar a los usuarios finales, los cuales pueden ser docentes, estudiantes o empleados.

La universidad creara su propio contenido el cual será presentado en cada uno de los puntos donde se tenga televisor o equipos portátiles y teléfonos inteligentes, cubriendo cada uno de los eventos que se tenga dentro de la universidad, como capacitaciones a los docentes nuevos en la preparación de planes de clases, programas de estudios, metodologías de enseñanza, redacción científica, redacción de libros, etc.

Los servicios que se ofertarían en la universidad son:

- Presentación de los contenidos audiovisuales de seminarios, conferencias, anuncios universitarios e información educación usando la plataforma IPTV.
- Instalación de televisores en cada facultad con videos instructivos e informativos dirigidos a la comunidad universitaria.
- Canal Institucional bajo la plataforma IPTV
- Soporte multimedia de IPTV para la educación a distancia en las extensiones.

Cisco en su sitio web indica que los proveedores de servicios están ampliando sus ofertas para incluir paquetes de banda ancha triple play y quad-play (datos, voz, IPTV, y la movilidad). La evolución de IPTV en su arquitectura de servicios detalla las etapas potenciales de disfrutar de entretenimiento no sólo en un televisor, sino también en los dispositivos móviles y al mismo tiempo para integrar los servicios de comunicación con los servicios de entretenimiento para que los servicios de IPTV sean más interactivos ([38]CISCO, 2015), como se muestra en la Figura 35.

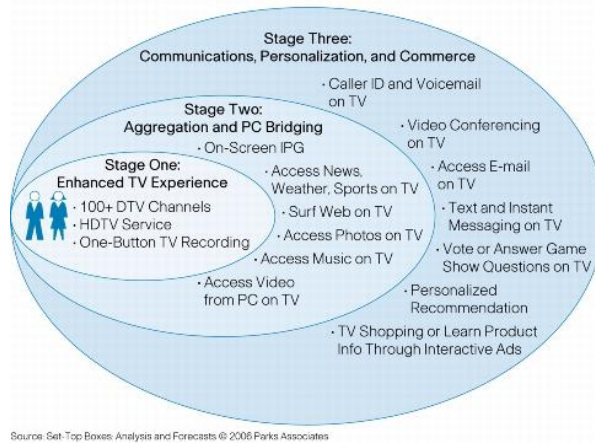


Figura #34: Etapas potenciales de IPTV Servicios Evolución, ([38]CISCO, 2015)

Los servicios de Servidor de contenido y Servidor de VIDEO ON DEMAND son en modalidad NUBE, es decir físicamente no se requieren adquirir ya que se alojarían en HOST con redundancia y capacidad escalable, evitando la inversión de equipamiento físico (hardware) y su infraestructura pertinente. Para estos servicios se contrataría a la empresa Amazon EC2.

La capacidad de ancho de banda requerida es de 16 Mbps para el transporte de video con un códec adecuado para presentación de contenidos, en este caso se usará MPEG-4 con los cuales se han realizado estos cálculos.

El sistema a implementarse permite el arrastre de canales RSS de información de páginas web para contribución de contenidos a la plataforma WEB TV.

4.6.1 Diseño del portal Web TV

La propuesta contempla la adquisición de una plataforma web para el desarrollo y presentación del contenido audiovisual de los seminarios, conferencias, anuncios universitarios e información educativa. Esta plataforma estará alojada en un servidor de contenidos con acceso condicionado de un operador designado por la universidad.

Para optimizar costo se puede desarrollar un portal web TV con las interfaces de codificación HTML, JavaScript, CSS, PHP, AJAX, EXTJS, SSH, PERL, S3CURL Flash. Esta tesis no contempla el desarrollo, pero al contar la institución con desarrolladores bien se podría realizar.

Para esto se utilizaría el software eucaliptus, que es especialmente adecuado para trabajar en la nube, es compatible con las API Amazon EC2, cluster nodes, Walrus Amazon S3. Los beneficios de este software de código abierto para las nubes privadas son la escalabilidad de alta eficiencia, organización, agilidad (Figura 36).



Figura #35: Arquitectura del portal Web IPTV, ([36]ingeniahosting, 2015)

4.7 Cloud Computing en IPTV

El Cloud Computing es un conjunto de aplicaciones y servicios empresariales, a través de Internet, que permite gestionar de una mejor forma la integración de un negocio con los usuarios; lo que hace más fácil el intercambio de información con otros usuarios y reduce los costos de telecomunicaciones. Las aplicaciones que se utilizan son ejecutadas en un centro de datos compartido y de manera colectiva; a este conjunto de aplicaciones se le conoce como la "Nube". ([36]ingeniahosting, 2015)

El papel que juega el “cómputo en la nube” en la educación es muy significativo al acercar las tecnologías a gente que no tendría acceso a ellas. La nube implica menores inversiones

para gobiernos y escuelas para dar acceso a herramientas computacionales a los maestros, alumnos y padres. En este sentido la nube sirve para: ([34]IMC, 2012)

- ✓ Ofrecer educación remota y capacitación on-line al personal.
- ✓ Recuperar infraestructura obsoleta, al convertir computadoras viejas en máquinas virtuales completamente funcionales.
- ✓ Reducir la necesidad de licencias tradicionales de software.
- ✓ Mantener sistemas a través de internet.
- ✓ Llevar herramientas computacionales de calidad a lugares con bajo nivel de desarrollo.
- ✓ Generar bases de datos y registros generales sobre los estudiantes. ([34]IMC, 2012)

Las ventajas de la computación en nube son: ([32]Castro Lozano, 2013)

1. **Fácil de usar:** hazlo tú mismo remotamente de cualquier lugar en cualquier momento
2. **Escalable:** controla tu infraestructura con tu aplicación
3. **Riesgo:** nada que comprar, cancela inmediatamente
4. **Robustez:** basado en gran hardware empresarial.

Los beneficios de contar con la implementación de una infraestructura IaaS privada en un centro educativo que imparta formación relacionada con las TIC, ofrece al docente y alumno la oportunidad de instalar, configurar y administrar la diferentes plataformas de sistemas operativos, incrementando su formación en un campo que sin duda, es uno de los más compactos con un futuro prometedor en la informática actual. ([33]gonzalonazareno, 2012).

Para optimizar los recursos se usaran servicios en la nube, los componentes de IPTV que usarán cloud computing serán el servidor de contenidos, donde tendremos almacenado nuestra información y el servidor de video bajo demanda (VOD).

Infraestructura en la nube

- Proveen nubes de computación y almacenamiento
 - Ofrecen capas de virtualización (hardware/software)
 - Ejemplos: Amazon EC2, GoGrid, Amazon S3, Nirvanix, Linode, Arsysis Cloud Flexible, EyeOS
 - Ventajas: control completo del entorno y la infraestructura
 - Desventajas: precio premium, competencia limitada
- Para el despliegue de la plataforma TU-learning se ha seleccionado el modelo Infraestructura en la Nube, utilizando para ello Amazon Web Services (AWS) y según la arquitectura mostrada en la siguiente figura: Arquitectura propuesta para plataforma TU-Learning (figura 37).

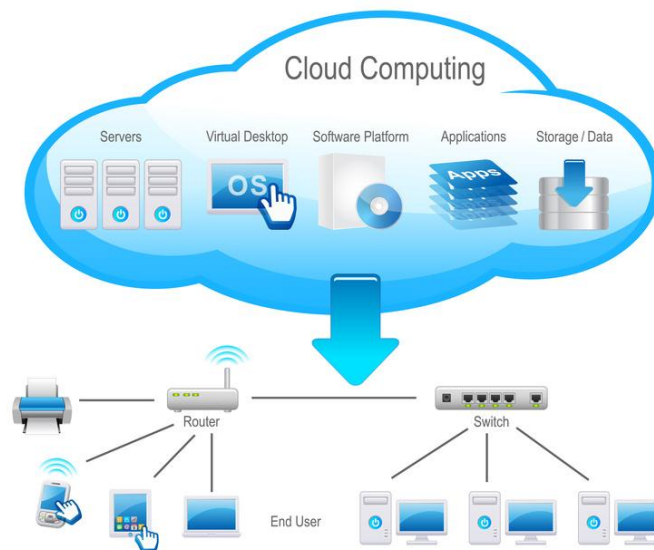


Figura #36: Infraestructura en la nube, ([36]ingeniahosting, 2015)

T-aprendizaje hace que sea posible la entrega de contenidos educativos a los televisores de origen. Los operadores de televisión, que gestionan gran poblaciones de dispositivos tales como set-top-boxes (STB) en los hogares de los usuarios. El uso de una arquitectura basada en una combinación de streaming y protocolos de escritorio remoto que se basa en

servidores virtualizados desplegados en una nube de infraestructuras informáticas lo que permitirá cubrir esta brecha y garantizar una experiencia de usuario agradable al usar la plataforma de IPTV de la Universidad y cloud computing. ([44]Rodríguez-Silva, 2015)

4.7.1 Proyectos exitosos de IPTV

Aplicación de IPTV en la educación usando la nube junta de Andalucía

En España la junta de Andalucía implemento La plataforma *Tu-Learning* es un ecosistema abierto de aprendizaje en línea basado en IPTV (TV a través de Internet) y sistemas de computación ubicua, con interfaz multimodal, accesible y usable, que utiliza Recursos Educativos Abiertos (REA), multimedia adaptativos basado en una evolución de los MOOCs (Massive Open Online Course) a los Tu-MOOC-I (MOOCs interactivos ubicuos a través de la TV por Internet). *Tu-Learning* pone en valor dos nuevas teorías de aprendizaje digital: Conectivismo y Aprendizaje Ubicuo con un presupuesto de 4,2 millones. ([32]Castro Lozano, 2013)

Educación a distancias usando IPTV Escuela Politécnica de la Universidad de São Paulo

La Universidad de Sao Paulo realizo una investigación para implementar IPTV en la educación a distancia en el área de ingeniería en Brasil faltan ingenieros, el hecho puede ser atribuido por ser considerados por los estudiantes como materias difíciles y arduos; y a la evasión en los cursos de ingeniería. El ambiente virtual de aprendizaje – AVA en la entrega de contenido síncrona y asíncrona para la enseñanza de ingeniería, buscando reducir las distancias en el proceso de enseñanza-aprendizaje. ([37]Cáceres Azambuja, Baesso Grimoni, 2013)

La IPTV al ser usada como un AVA, puede promover un aprendizaje significativo debido a sus características, permitiendo obtener un buen desempeño del alumno/profesor en su

efectiva utilización por el docente podrá tener todo su contenido grabado y el alumno poder hacer y reproducir el material. ([37]Cáceres Azambuja, Baesso Grimoni, 2013)

Enhanced Learning ilimitado

Es un proyecto de la Unión Europea para fomentar la inclusión digital en la sociedad a través de T-Learning. Proporciona herramientas para crear contenido interactivo simple. Sin embargo, este contenido se limita al estudiante-TV muy básico interacciones, que dependen de la Televisión Digital Terrestre (TDT) como un medio de difusión, sin canal de retorno. ([44]Rodríguez-Silva, 2015)

Proyecto BEACON

Lo mismo vale para el proyecto BEACON del consorcio brasileño-Europea para servicios de TDT [14] y la EDU-TV [15] iniciativa española t-learning. También hay trabajo en el la migración de plataformas de e-Learning de t-learning basado en plataformas de electrónica para el hogar. Estas tener en cuenta las limitaciones impuestas por el entorno de la televisión, sino que requieren de autoría específica herramientas. Todo este trabajo y otros estudios específicos revelan que el t-Learning es una investigación activa terreno y que la búsqueda de los mecanismos convenientes para facilitar su despliegue en entornos domésticos es de interés. ([44]Rodríguez-Silva, 2015)

4.8 Penetración de iptv en el mercado mundial

El número de hogares con IPTV a nivel mundial pasará de los 69.4 millones con que finalizó 2012 a 167 millones en 2018. Durante este periodo, la tasa de penetración de servicios de TV por Internet se incrementará de 4.8% a 10.6%. En 2008, esa tasa era solo de uno por ciento.

De acuerdo con las conclusiones del informe Global IPTV Forecasts publicado por Digital TV Research, de los 98 millones de nuevos suscriptores previstos para 2018, 73% (71 millones) corresponderán a Asia Pacífico, región que supondrá el 64% del total de los clientes de IPTV de pago en ese año. En primera posición estará China con 76 millones de nuevos suscriptores, 53 millones más que en 2012.

En cuanto a ingresos, los servicios IPTV pasarán de los 12 mil millones de dólares generados en 2012 a 21 mil 300 millones en 2018. La participación de Asia Pacífico del total de ingresos será en ese año de 34%, 21% más que en 2008, solo será superado por la de Norteamérica. De los 9 mil 300 millones de ingresos adicionales, mil 900 millones corresponderán a Estados Unidos y 4 mil millones a Asia Pacífico.

Aunque la participación de Estados Unidos por ingresos caerá de 40% en 2008 a 30% en 2018, seguirá en cabeza, seguida de China, que relegará a Francia, ahora en segunda posición, al cuarto lugar. ([31]Becerra, 2015).

Uso de IPTV en el Ecuador en la educación

El uso de IPTV en el Ecuador en comparación con otros países es limitado por el alto costo de la implementación, tanto de infraestructura como de ancho de banda, proyectos exitosos de educación implementados en el país son en la Escuela Superior politécnica del Ecuador (ESPE), Universidad Técnica del Norte (UTN), Escuela Politécnica nacional (EPN) las cuales tiene implementado servicios IPTV.

En la universidad se realizó este estudio para que esta solución sea considerada para su implementación en el 2016 y contribuir al mejoramiento de esta institución. Se llevaron a

cabo entrevistas al rector y a varios decanos de las diferentes facultades, dándoles a conocer los beneficios que tiene IPTV en la educación, así mismo se realizó una encuesta a los docentes con un 90% de efectividad para dar a conocer las ventajas de tener capacitación audiovisual y acceder a contenido en cualquier momento desde su computador, teléfono inteligente o televisor ubicado en su facultad. Anexo B, C, D.

4.9 Análisis de resultados de las encuestas

Población y muestra

La universidad cuenta con 911 docentes de los cuales 593 son con nombramientos, 247 contratados ocasionalmente y 71 contratados civilmente. A ellos se les realizó una encuesta para conocer desde su perspectiva que información tenían sobre la televisión por internet. Esta encuesta se realizó con un 90% de efectividad y un margen de error del 8%.

Para el cálculo del tamaño óptimo de la muestra se aplica la siguiente fórmula:

$$n = \frac{z^2 * p * q * N}{e^2(N - 1) + (z^2 * p * q)}$$

Dónde:

z = constante que determina nivel de confianza.

p = es la proporción de individuos que poseen en la población la característica del estudio.

$q = 1 - p$

N = es el tamaño de la población o universo.

e = es el error muestra deseado.

Datos

$n = ?$

correspondiente a pocas capacitaciones con el 62,11% y luego le siguió la opción mucho con 25,26%, tal como como se muestran en la tabla 10 y en la figura 38.

Pregunta 1	Opciones de Respuesta	Resultado	Porcentaje
Usted ha realizado capacitaciones virtuales usando medios audiovisuales como los cursos que se ofertan en la universidad mediante aulas virtuales.	1 Mucho	24	25,26%
	2 Poco	59	62,11%
	3 Nada	12	12,63%
	SUMA	95	100%

Tabla 10, Pregunta 1 Encuestas a los docentes, Elaborado por Autor

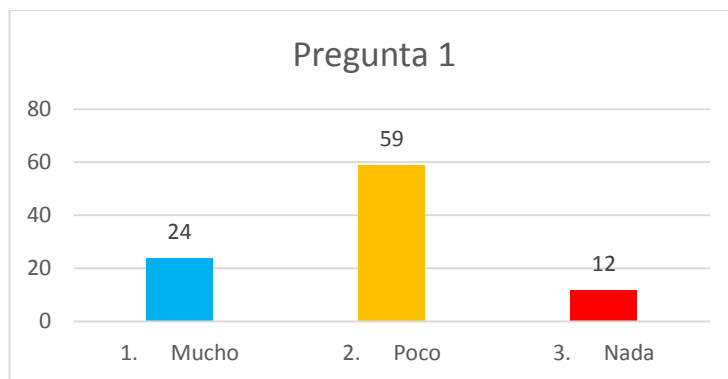


Figura 37, Encuestas a docentes de la Universidad, Elaborado por Autor.

Resultados

Estos resultados muestran que no muchos docentes realizan capacitaciones virtuales para el 2017 se tiene pensado implementar capacitaciones a los docentes en el uso de las aulas virtuales, herramientas web 2.0, 3.0 para fomentar el uso de nuevas herramientas y con esto lograr su aplicación en sus horas asignadas dentro de esta institución.

Pregunta 2

Mediante esta pregunta se analizó la importancia de contar con una plataforma IPTV dentro de la universidad para capacitación audiovisual, de las 95 encuestas el mayor resultados es de 53,68% correspondiente a que es muy importante contar con un sistema de video por internet, en segundo lugar con el 37,89% se encuentra la opción que considera importante contar con este servicio, tal como se muestra en la tabla 11 y la figura 39.

Pregunta 2	Opciones de Respuesta	Resultado	Porcentaje
Que tan importante seria para la Universidad contar con un sistema de capacitación audiovisual para los docentes utilizando sistema de video por Internet teniendo una plataforma IPTV.	1. Muy importante	51	53,68%
	2. Importante	36	37,89%
	3. Poco importante	5	5,26%
	4. Nada importante	3	3,16%
	SUMA	95	100,00

Tabla 11, Pregunta 2 Encuentras a los docentes, Elaborado por Autor

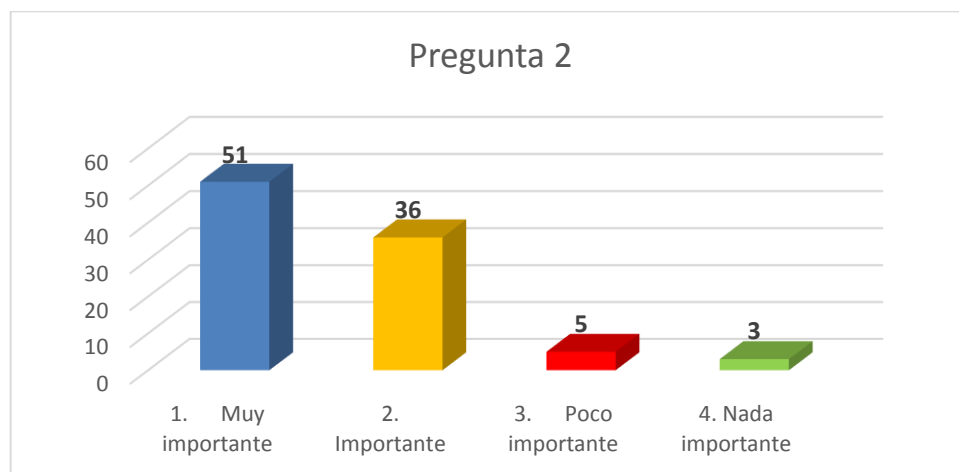


Figura 38, Encuestas a docentes de la Universidad, Elaborado por Autor.

Resultados

Estos resultados muestran que el proyecto IPTV si tendrá la acogida necesaria por parte de los docentes, que lo ven como una herramienta sumamente importante en lo referente a las capacitaciones.

Pregunta 3

Mediante esta pregunta se analizó la importancia que los docentes le darían al contar con un canal educativo mediante la plataforma IPTV y su acceso desde su computador o desde un televisor, de las 95 encuestas el 55,79% considera que es muy importante contar con un con un canal educativo, el 26,32% considera importante contar con este servicio, tal como se muestra en la tabla 12 y la figura 40.

Pregunta 3	Opciones de Respuesta	Resultado	Porcentaje
Si la Universidad le ofrecería un canal educativo donde usted puede acceder desde su computador o desde el televisor a ese contenido (noticias, cursos, seminarios, eventos etc). ¿Cómo los considera?	1 Muy importante	53	55,79
	2 Importante	25	26,32
	3 Poco importante	14	14,74
	4 Nada importante	3	3,16
	SUMA	95	100,00

Tabla 12, Pregunta 3 Encuentras a los docentes, Elaborado por Autor

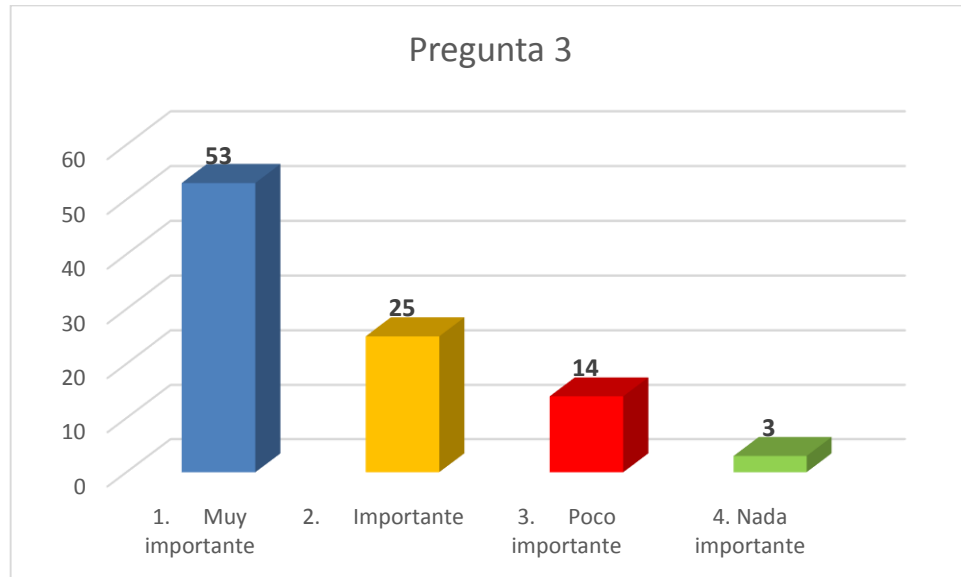


Figura 39, Encuestas a docentes de la universidad, Elaborado por Autor.

Resultados

Estos resultados muestran que el proyecto IPTV en la divulgación de los contenidos y la creación de una canal educativo tendrían una gran demanda al ser considerados de alta importancia por parte de los docentes.

Pregunta 4

Mediante esta pregunta se analizó si la implementación de este servicio desde la perspectiva del docente traería beneficios a la institución. De las 95 encuestas el mayor porcentaje fue de 78,95% que considera que será beneficio para la institución la implementación de la plataforma IPTV, por el contrario, el 21,05% considera que no se tendría beneficios con su aplicación, tal como lo muestra la tabla 13 y la figura 41.

Pregunta 4	Opciones de Respuesta	Resultado	Porcentaje
Cree usted que la implementación de IPTV en la Universidad Técnica de Manabí le traería beneficios.	1 Si	75	78,95
	2 No	20	21,05
	SUMA	95	100,00

Tabla 13, Pregunta 4 Encuestas a los docentes, Elaborado por Autor

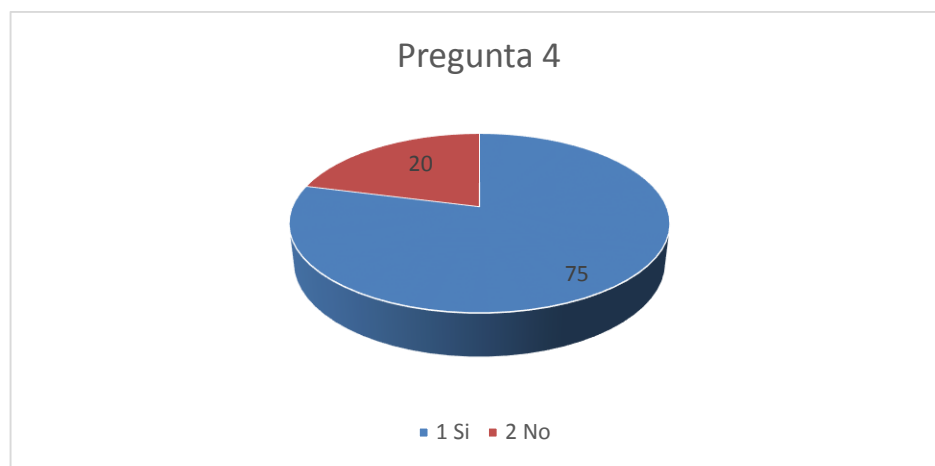


Figura 40, Encuestas a docentes de la Universidad, Elaborado por Autor.

Servicios ofertados en la plataforma IPTV

En esta pregunta abierta, los servicios que más demandaron los docentes fueron el primero y el quinto lo que demuestra que este proyecto será muy beneficioso para la universidad al brindar clases grabadas por los docentes a los alumnos, quienes tendrían otra vía más para realizar retroalimentación de conocimientos, el otro aspecto importante es que el docente si se quiere capacitar e informar usando la plataforma IPTV (tabla 13).

N o	¿Cuáles de los servicios propuestos es el más atractivo para usted?		
1	Presentación de los contenidos audiovisuales de seminarios, conferencias, anuncios universitarios e información de educación usando la plataforma IPTV.	70	28,57
2	Instalación de televisores en cada facultad con videos instructivos e informativos dirigidos a la comunidad universitaria.	47	19,18
3	Canal Institucional bajo la plataforma IPTV	30	12,24
4	Soporte multimedia de IPTV para la educación a distancia con las extensiones y docentes.	28	11,43
5	Ofrecer el servicio de grabación de clases del docente las cuales puedan ser accedidas por el alumno cuantas veces sea necesario.	70	28,57
	SUMA	245	100,00

Tabla 14, Servicios ofertados de la encuestas a los docentes, Elaborado por Autor

Entrevista al administrador del centro de computo

Una vez realizada la entrevista al administrador del centro de computo se concluye que no se cuenta con varios de los equipos para poder implementar una solución de IPTV. En capítulo 4 se describirán los equipos que se utilizaran y los respectivos costos que se tendría en su implementación.

Preguntas.

1 ¿Qué velocidad de transferencia de datos manejan actualmente cada una de las extensiones?

Bahía 4 Mega

Santa Ana 7 Agronomía

Agrícola 5 mega

Chone 9 Mega

2 ¿Se cuentan con Routers con Funcionalidad MPLS? ¿Cuántos? Se necesita por lo menos uno para desarrollar pruebas.

No se cuenta con ninguno para desarrollar las pruebas.

3 ¿Se cuenta con Switch de Redes con funcionalidad IGMP?

No se cuenta con ninguno para desarrollar las pruebas.

4 ¿Se puede implementar calidad de servicio en los equipos disponibles?

No se puede

5 ¿Se cuenta con decodificadores?

No

6 ¿Se cuenta con adaptadores PLC?

No

7 ¿Se cuenta con cabecera para Broadcast y Distribución de TV?

No

8 ¿Se cuenta con Analizador de TV cable con IPTV y VoIP QoS?

No

9 ¿Se cuenta con Receptor DVB-S/S2 Doble/Individual con CAM, salida TS-ASI?

No

10 ¿Se cuenta con Codificador de Video/Audio cuádruple con salidas DVB-T y TS-ASI?

No

11 ¿Se cuenta con Receptor DVB-T Doble/Individual con CAM, salida TS- ASI?

No

12 ¿Se cuenta con Streamer IP?

No se cuenta

Capítulo 5. Conclusiones y Recomendaciones

Este capítulo nos muestra el análisis de los resultados, el cumplimiento de los objetivos, las conclusiones a las que se llegó con el presente trabajo de investigación y las recomendaciones del mismo.

5.1 Análisis de resultados

La propuesta realizada a la Universidad Técnica de Manabí dependerá mucho del presupuesto que se le asigne para el año 2017 por parte del Estado, de manera que pueda ser ejecutada y con ello contribuir a un nuevo modelo de información, comunicación y capacitación. El proyecto se socializó con las autoridades de la universidad, en especial con el señor rector, Ing. Vicente Véliz Briones, el cual tiene conocimiento de la inversión necesaria para su implementación, pero sobretodo de los grandes beneficios que tendría la institución a largo plazo (Anexo A).

También se realizó una entrevista al administrador del Centro de Cómputo de la universidad, Ing. José Valencia Ruíz, para conocer el estado actual de la infraestructura de red y su capacidad de almacenamiento, luego de ésta se decidió que para el almacenamiento de la información de IPTV usáramos Cloud Computing (Anexo B).

Así mismo, se efectuó una encuesta a los decanos de las facultades, quienes mostraron su satisfacción, ya que el conglomerado de dichas áreas académicas será beneficiado directamente con los servicios de IPTV, lo que contribuirá al crecimiento de la Universidad (Anexo C).

IPTV tiene un gran potencial para la educación en el proceso de enseñanza de aprendizaje, propiciando la comunicación audiovisual de manera efectiva de manera que la comunidad universitaria puede acceder a ese contenido en cualquier momento. Así mismo, los docentes grabarán las clases de las materias que tienen asignadas y estas se alojarán en la

nube, pudiendo los alumnos acceder a ellas en cualquier momento, necesitando solo de internet para reproducir y retroalimentar el conocimiento ante cualquier duda que se presente en clase.

5.2 Validación de los objetivos

Para el cumplimiento del primer objetivo se realizó una investigación sobre las diferentes características y componentes que involucra la tecnología IPTV.

- Se investigó cómo funciona IPTV y cómo está compuesta su arquitectura.
- Factores que afectan al servicio de IPTV y medidas a tomar para un correcto funcionamiento.
- Protocolos y formatos de video que se usan sistemas IPTV.
- La cadena de valor de cómo está compuesto IPTV.

Para el cumplimiento del segundo objetivo de determinar los requerimientos, tanto de hardware como de software, necesarios para la implementación de IPTV en la Universidad Técnica de Manabí.

- Se realizó un análisis de la infraestructura de red con la cuenta la universidad, tanto en equipos de comunicación, ancho de banda y tendido de fibra óptica.
- Se entrevistó al director del centro de cómputo para determina los requerimientos de hardware necesarios para la universidad.
- Se realizó un presupuesto con los equipos necesarios para todo el campus universitario, tomando en cuenta que se tendrá un tendido de fibra independiente.

Para el cumplimiento del tercer objetivo diseñar la infraestructura IPTV a implementarse en la Universidad Técnica de Manabí.

- Se realizó los requerimientos de servicios multimedia de la Universidad Técnica de Manabí
- Diseño de la infraestructura para soportar los servicios de IPTV

Para el cumplimiento del cuarto objetivo de elaborar una propuesta para la implementación de una infraestructura IPTV en la red de la Universidad Técnica de Manabí.

- Se investigó los proveedores que ofrecen el servicio de IPTV en el país, la experiencia con la que cuenta en IPTV.
- Se diseñó como se implementará la infraestructura de IPTV en el campo universitario.
- Se investigó proyectos exitosos de IPTV en el país y en el mundo.
- Se realizó una encuesta a los docentes para conocer que aceptación tendría IPTV en la universidad y que servicio ellos desearían con mayor demanda.

5.3 Conclusiones

- La tecnología IPTV se asienta sobre redes de alta velocidad con funciones multicast que permiten garantizar la conectividad, funcionabilidad y calidad de servicio entre los diferentes dispositivos que forman parte de la estructura de comunicación, permitiendo de esta forma una adecuada visualización de los contenidos por parte de los usuarios y en el momento en que ellos lo deseen.
- Dentro de los requerimientos necesarios para implementar una estructura IPTV (desde la cabecera hasta la interfaz del usuario) en la Universidad Técnica de Manabí debemos contar con un servidor de gestión de contenidos y la codificación e ingesta de streaming con su plataforma de VOD, además de una red de transporte que permita tener altas velocidades de transmisión y los terminales como los viewers que estarán ubicados en las diferentes facultades para la visualización de los contenidos.
- La estructura IPTV de la Universidad Técnica de Manabí estará conformada por un núcleo de contenido, una red de transporte basada en fibra óptica y una red de acceso; además para su implementación se deberá tener en cuenta la adecuación física y estructural, el diseño e implementación del web tv, el dimensionamiento del sistema de transporte y contenido y por último el diseño del sistema de transporte de contenido audiovisual.
- La propuesta presentada para la implementación de IPTV en la Universidad Técnica de Manabí se la dividió en dos fases o etapas, ya que se realizó en base a la realidad técnica y financiera de esta institución de educación superior.

5.4 Recomendaciones

- Implementar una nueva red de distribución basada en fibra óptica y bajo la tecnología de transporte Gigabit Ethernet para ofrecer calidad de servicio, características que son necesarias dentro de una plataforma IPTV.
- Emplear cloud computing para el almacenamiento de los contenidos, de manera que no sea necesaria la adquisición de equipamiento físico para estos procesos.
- Realizar un estudio que permita implementar IPTV en las extensiones de la universidad ubicadas en Santa Ana, Bahía y Chone, para que de esta forma los miembros de la comunidad universitaria en aquellas ciudades puedan acceder también a todas los servicios que nos brinda esta tecnología.
- Empezar una campaña de socialización y aprendizaje de esta plataforma para que toda la comunidad universitaria pueda aprovechar las ventajas y beneficios que brindan sus servicios.

Bibliografía

- [1] Oñate, C. (2010). *La televisión digital interactiva: contexto y efectos sobre la publicidad*. Recuperado el 20 de 01 de 2015, de Universidad Complutense de Madrid.: http://www.europeana.eu/portal/record/9200101/BibliographicResource_1000126632281.html
- [2] Lloret, J., García, M., & Boronat, F. (2008). *IPTV: la televisión por Internet*. Malaga- España: Vertice.
- [3] Nuno Santos, Nuno Neves. (10 de 10 de 2010). *Internet Protocol Television*. Recuperado el 04 de 02 de 2014, de http://www.img.lx.it.pt/~fp/cav/ano2009_2010/Trabalhos_MEEC_2010/Artigo_MEEC_8/IPTV/arquitectura.html
- [4] Exfo. (30 de 01 de 2013). *Tecnología IPTV*. Recuperado el 05 de 02 de 2014, de <http://www.exfo.com/es/soluciones/red-acceso-fttx/redes-fftn/descripcion-general-tecnologia-iptv>
- [5] Martelo Gomez Raul, Alcalá Baena Wilson. (2014). *Estudio de viabilidad para la implementación de servicios IPTV en la Universidad de Cartagena*. Cartagena: UNIVERSIDAD DE CARTAGENA.
- [6] I.A.G, P. (01 de 12 de 2009). *Sistema de comunicaciones IPTV para redes de investigación*. Recuperado el 15 de 02 de 2015, de <http://www.inictel-uni.edu.pe/index.php>
- [7] oas.org. (12 de 2008). *CITEL Normas de señalización*. Recuperado el 18 de 02 de 2014, de http://www.oas.org/en/citel/infocitel/2008/diciembre/ngn-normas_e.asp
- [8] Ricardo Alonso Ferro Bolívar, Cesar Hernández. (01 de 06 de 2011). <http://www.scielo.org.co>. Recuperado el 24 de 02 de 2015, de Los sistemas IPTV ¿una amenaza inminente para los actuales medios de teledifusión?: http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0123-921X2011000100010&lng=pt&nrm=iso&tlng=es
- [9] ramonmillan. (2007). <http://www.ramonmillan.com/tutoriales/gpon.php>. Recuperado el 28 de 02 de 2015, de <http://www.ramonmillan.com/tutoriales/gpon.php>
- [10] ftthcouncil.org. (2012). <http://www.ftthcouncil.org/p/cm/ld/fid=25>. Recuperado el 28 de 02 de 2015, de <http://www.ftthcouncil.org/p/cm/ld/fid=1>

- [11]conectronica. (2014). *Redes FTTH*. Recuperado el 28 de 02 de 2015, de <http://www.conectronica.com/fibra-optica/ftth-fftx-fibra-optica/ftth-redes-fftx-fibra-optica>
- [12]Dominguez, J. (2014). *www.tecnoredsa.com.ar*. Recuperado el 28 de 02 de 2015, de www.tecnoredsa.com.ar/documentacion/FTTH_Tecnored_v2.0.pdf
- [13]televisiandigital. (20 de 04 de 2008). *ASPECTOS RELEVANTES DEL DESPLIEGUE DE SERVICIOS DE TV EN ALTA DEFINICIÓN EN SISTEMAS DE RADIODIFUSIÓN MEDIANTE TECNOLOGIA IP*. Recuperado el 01 de 03 de 2015, de www.televisiandigital.gob.es/tecnologias/.../6SG5_ASPECTOSTECNICO
- [14]Axis. (2013). *Consideraciones sobre ancho de banda y almacenamiento*. Recuperado el 15 de 03 de 2014, de http://www.axis.com/es/products/video/about_networkvideo/bandwidth.htm
- [15]Alcala Baena, Ricky Wilson. (31 de 12 de 2014). *Estudio de viabilidad para la implementación de servicios IPTV en la Universidad de Cartagena*. Recuperado el 19 de 03 de 2015, de <http://190.25.234.130:8080/jspui/handle/11227/426>
- [16]Onrip. (14 de 07 de 2012). *iptv-network-requirement*. Recuperado el 19 de 03 de 2015, de <http://www.onrip.com/index.php/ip-tv/iptv-network-requirement>
- [17]Chafla, J. F. (2012). *Redes convergentes*. Quito: Puce.
- [18]INICTEL-UNI. (02 de 2010). *Informe Preliminar: Estado del Arte deReceptores Set-Top-Box – Aplicaciones*. Recuperado el 22 de 03 de 2015, de [aat.inictel-uni.edu.pe/files/SET_TOP_BOX\(Informe_de_Avance1\).pdf](http://aat.inictel-uni.edu.pe/files/SET_TOP_BOX(Informe_de_Avance1).pdf)
- [19]Gutiérrez Sánchez, A. (14 de 07 de 2008). *INTERACTIC*. Recuperado el 20 de 03 de 2015, de cintel.org.co/wp-content/uploads/2013/05/27.experiencias_iptv.pdf
- [20]ITU. (2008). *Focus Group Proceedings del 2008 de la ITU-T*. Recuperado el 01 de 04 de 2015, de <http://www.itu.int/pub/T-PROC-IPTVFG-2008/es>
- [21]fundaciontelefonica. (s.f.). <http://telos.fundaciontelefonica.com>. Recuperado el 04 de 23 de 2015, de <http://telos.fundaciontelefonica.com/img/elementos/articulos/upload/168-img-01.jpg>
- [22]CISCO. (s.f.). *Cisco IPTV Head-End Architecture*. Recuperado el 27 de 04 de 2015, de <http://www.cisco.com/c/en/us/solutions/service-provider/iptv-head-end-solution/index.html#~architecture>

- [23]EiTV. (s.f.). *Solución para Headend*. Recuperado el 27 de 04 de 2015, de www.eitv.com.br/es/solucoes/headend-digital-iptv/
- [24]Alonso, E. (09 de 05 de 2008). *tmbroadcast*. Recuperado el 27 de 04 de 2015, de <http://www.tmbroadcast.es/index.php/video-on-demand/>
- [25]INITEL. (12 de 2009). *Sistema*. Recuperado el 30 de 04 de 2015, de aat.inictel-uni.edu.pe/.../AAT-03_Sistema_IPTV_para_Investigacion.pdf
- [26]NetupserverVOD. (2014). *IPTV Complex, una solución IPTV completa para instalaciones medias y grandes*. Recuperado el 28 de 04 de 2015, de http://www.netup.es/iptv_complex.php
- [27]Honzeas, A. (14 de 09 de 2010). *IPTEL*. Obtenido de <http://www.ip-tel.com.ar/6-diferencias-entre-iptv-y-television-por-internet/>
- [28]Rio, E. (04 de 07 de 2014). *Análisis de los equipos utilizados en una instalación FTTH de Movistar*. Recuperado el 02 de 05 de 2015, de <http://fibraoptica.blog.tartanga.net/2014/07/04/analisis-de-los-equipos-utilizados-en-una-instalacion-ftth-de-movistar/>
- [29]tecsysbrasil. (12 de 10 de 2015). <http://www.tecsysbrasil.com.br>. Obtenido de http://www.tecsysbrasil.com.br/downloads/folders/TS1000_TS1100.pdf
- [30]telecomunicaciones.gob.ec. (26 de 03 de 2010). www.telecomunicaciones.gob.ec/. Obtenido de <http://www.telecomunicaciones.gob.ec/television-digital-terrestre-en-el-ecuador/>
- [31]Becerra, J. L. (15 de 10 de 2015). <http://cio.com.mx>. Recuperado el 06 de 09 de 2013, de <http://cio.com.mx/la-penetracion-de-iptv-se-duplicara-hacia-2018/>
- [32]Castro Lozano, C. (10 de 09 de 2013). *PLATAFORMA TU-LEARNING*. Obtenido de http://www.researchgate.net/profile/Carlos_De_Castro_Lozano/publication/26421056_1_Plataforma_TU-LEARNING_-_II_JORNADAS_IBEROAMERICANAS_DE_DIFUSIN_Y_CAPTACION_DE_APLICACIONES_Y_USABILIDAD_DE_LA_TELEVISIN_DIGITAL_INTERACTIVA/links/53d239c50cf2a7fbb2e984c7.pdf
- [33]gonzalonazareno. (10 de 11 de 2012). www.gonzalonazareno.org. Recuperado el 20 de 11 de 2013, de http://www.gonzalonazareno.org/cloud/material/cloud_en_la_educacion.pdf

- [34]IMC. (01 de 06 de 2012). *Instituto Mexicano de la Competitividad*. Recuperado el 20 de 02 de 2014, de http://imco.org.mx/wp-content/uploads/2012/6/computo_en_la_nube_detonador_de_competitividad_doc.pdf
- [35]Gallego, F. (10 de 10 de 2015). *advicom*. Obtenido de <http://www.advicom.ec/>
- [36]ingeniahosting. (20 de 10 de 2015). Obtenido de <http://ingeniahosting.com/system/clientes/knowledgebase.php?action=displayarticle&id=28>
- [37]Cáceres Azambuja, Baesso Grimoni, M. (2013). EL USO DE LA IPTV COMO MODALIDAD DE EDUCACIÓN A DISTANCIA PARA LA ENSEÑANZA EN INGENIERÍA. *Acofi papers, WEEF 2013 Cartagena*, 1-8. Recuperado el 26 de 10 de 2015, de <http://www.acofipapers.org/index.php/acofipapers/2013/paper/viewFile/133/46>
- [38]CISCO, I. (06 de 11 de 2015). *The Evolving IPTV Service Architecture*. Obtenido de http://www.cisco.com/c/en/us/solutions/collateral/service-provider/iptv-solutions-wireline-carriers/net_implementation_white_paper0900aecd806530a4.html
- [39]Haro Báez, R. (2012). *Evaluacion y desempeño y optimizacion del sistema de television digital IPTV ESPE*. Recuperado el 20 de 06 de 2015, de <http://slideplayer.es/slide/2273558/>
- [40]Moreton, M. (19 de 12 de 2011). *Teoría y Cálculo de Antenas*. Recuperado el 21 de 06 de 2015, de <https://martinmoreton.wordpress.com>
- [41]Netlife, E. (01 de 01 de 2014). <http://www.netlife.ec/>. Recuperado el 27 de 08 de 2016
- [42]Torres R , J. (10 de 03 de 2011). ESTADO DEL ARTE DE IPTV Y CONSIDERACIONES TÉCNICAS PARA SU MIGRACIÓN A IPV6 EN COLOMBIA. *Redes de Ingenieria*, 45-64. Recuperado el 04 de 09 de 2016
- [43]Village Island Asia . (11 de 06 de 2011). *Head-End In A Box Village Island*. Recuperado el 20 de 08 de 2016
- [44]Rodríguez-Silva, D. A.-C.-C. (2015). A software architecture for virtualized educational multimedia. *Software: Practice and Experience*, 45(2), 143-160. doi:10.1002/spe.2219

ANEXOS

ANEXO A



ENTREVISTA AL DIRECTOR DEL CENTRO DE COMPUTO

Objetivo de la entrevista: Implementar la plataforma IPTV en la Universidad Técnica de Manabí para la reproducción de video y la capacitación didáctica en la generación y transmisión de contenidos audiovisuales a fin de potencializar y reforzar los conocimientos adquiridos en las aulas, conferencia magistrales, congresos seminarios usando la plataforma IPTV en la Universidad Técnica de Manabí.

1. ¿Cuál el ancho de banda asignado en cada una de las facultades?

20 Megabyte

Extensiones Bahía 4 Megabyte, Chone 7 Megabyte, Santa Ana 20 Megabyte.

2. Tiene la UTM la infraestructura tecnológica (Hardware y Software) necesaria para la implementación de la tecnología IPTV? como Routers con funcionalidad MPLS y Switch de Redes con funcionalidad IGMP, Analizador de TV cable con IPTV y VoIP QoS?

No se cuenta con equipos con estas especificaciones.

3. ¿Se puede implementar calidad de servicio en los equipos instalados en el centro de cómputo?

No se puede implementar porque no se cuenta con los equipos necesarios ni con la infraestructura de red para brindar un servicio óptimo de IPTV.

4. El departamento de radio y tv de la UTM cuenta con la infraestructura tecnológica para la transmisión de contenido audiovisual

Tiene los equipos básicos para realizar las transmisiones audio y video.


5. ¿Considera beneficioso que la UTM brindará los servicios de videos bajo demanda?

Si

6. Considera útil la implementación de una plataforma tecnológica en la red de comunicaciones de la UTM, que permita al usuario la interacción bidireccional con los múltiples servicios en la docencia.

Si porque sería de gran beneficio para la comunidad universitaria.


Firma del Entrevistador
Ing. Miguel Rodríguez Véliz


Firma de Entrevistado
Ing. José Valencia Ruiz

ANEXO B



Encuesta a los docentes de la universidad

Objetivo de la encuesta: Implementar una plataforma IPTV en la Universidad Técnica de Manabí para la reproducción de video y capacitación didáctica en la generación y transmisión de contenidos audiovisuales a fin de potencializar y reforzar los conocimientos adquiridos en las aulas, conferencia magistrales, congresos seminarios usando la plataforma IPTV en la Universidad Técnica de Manabí.

Nº	Pregunta	Descripción	1	2	3	4
1	Usted ha realizado capacitaciones virtuales usando medios audiovisuales como los cursos que se ofertan en la universidad mediante aulas virtuales.	1. Mucho 2. Poco 3. Nada		✓		
2	Que tan importante seria para la Universidad contar con un sistema de capacitación audiovisual para los docentes utilizando sistema de video por Internet teniendo una plataforma IPTV.	1. Muy importante 2. Importante 3. Poco importante 4. Nada importante	✓			
3	Si la Universidad le ofrecería un canal educativo donde usted puede acceder desde su computador o desde el televisor a ese contenido (noticias, cursos, seminarios, eventos etc). ¿Cómo los considera?	1. Muy importante 2. Importante 3. Poco importante 4. Nada importante	✓			
4	Cree usted que la implementación de IPTV en la Universidad Técnica de Manabí le traería beneficios.	1 Si 2 No	✓			

¿Cuáles de los servicios propuestos es el más atractivo para usted?	Resultado
Presentación de los contenidos audiovisuales de seminarios, conferencias, anuncios universitarios e información educación usando la plataforma IPTV.	
Instalación de televisores en cada facultad con videos instructivos e informativos dirigidos a la comunidad universitaria.	
Canal Institucional bajo la plataforma IPTV	
Soporte multimedia de IPTV para la educación a distancia con las extensiones y docentes.	
Ofrecer el servicio de grabación de clases del docente las cuales puedan ser accedidas por el alumno cuantas veces sea necesario.	✓

ANEXO C



ENTREVISTA A LAS AUTORIDADES DE LA UNIVERSIDAD

Objetivo de la entrevista: Implementar una plataforma IPTV en la Universidad Técnica de Manabí para la reproducción de video, capacitación didáctica en la generación y transmisión de contenidos audiovisuales a fin de potencializar y reforzar los conocimientos adquiridos en las aulas, conferencia magistrales, congresos y seminarios usando la plataforma IPTV y que puedan ser accedidos en cualquier momento por los docentes para potenciar su nivel académico.

1. Que ventajas y desventajas tendrá la educación audiovisual implementando IPTV (Televisión por internet) en la UTM.

Como ventajas la integración e interactividad de contenido académico bajo demanda hacia la comunidad universitaria.

Desventaja tal vez que el contenido sea rígido por lo que debería ser complemento a la clase dictada

2. ¿Cómo pueden aprovechar la UTM en el uso de IPTV?

Para complementar la formación de los estudiantes y como herramienta válida de consulta y aprendizaje continuo de los contenidos e IPTV.

3. ¿La UTM está preparada para la implementación de IPTV? (Infraestructura, conectividad, despliegue).

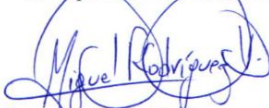
Desde el punto de vista teórico se debería realizar un análisis de infraestructura, conectividad etc. La UTM puede soportar parámetros de ancho de banda y con valores de retardo y pérdida de paquetes aceptables.

4. ¿Cuáles son los mayores retos a los que nos enfrentamos en implementar IPTV?

Desde el punto de vista técnico considerar que es la infraestructura de red que debería ser suficiente para dar cabida a IPTV. Desde el punto de vista académico capacitar y socializar a docentes y estudiantes las bondades de IPTV.

5. Que recomendaciones puede proporcionar para aprovechar la plataforma de IPTV en los docentes.

Dar a conocer las ventajas de IPTV complementar las actividades académicas y sacar provecho de esta tecnología.


Firma del Entrevistador
Ing. Miguel Rodríguez Véliz


Firma de Entrevistado
Ing. Hernán Nieto Castro
Decano FCMFQ



ENTREVISTA A LAS AUTORIDADES DE LA UNIVERSIDAD

Objetivo de la entrevista: Implementar una plataforma IPTV en la Universidad Técnica de Manabí para la reproducción de video, capacitación didáctica en la generación y transmisión de contenidos audiovisuales a fin de potencializar y reforzar los conocimientos adquiridos en las aulas, conferencia magistrales, congresos y seminarios usando la plataforma IPTV y que puedan ser accedidos en cualquier momento por los docentes para potenciar su nivel académico.

1. Que ventajas y desventajas tendrá la educación audiovisual implementando IPTV (Televisión por internet) en la UTM.

Con el IPTV tenemos un medio muy interesante para hacer llegar la educación a personas que no pueden asistir a clases presenciales.

Entre las ventajas de ésta podemos anotar:

- La señales de IPTV son 100% digitales;
- IPTV funciona en cualquier conexión de Internet existente;
- Los programas pueden ser almacenados en servidores y listo para ser vistos a partir de un clic.

2. ¿Cómo pueden aprovechar la UTM en el uso de IPTV?

Se crea un entorno ideal que permite al estudiante acceder a servicios educativos en los que no es solo un mero espectador, ya que podrá interactuar y por tanto ser parte activa del proceso de enseñanza aprendizaje. La IPTV al ser usada como un AVA, puede promover un aprendizaje significativo debido a sus características, permitiendo obtener un buen desempeño del alumno/profesor en su efectiva utilización. Por ejemplo:

- El profesor puede dejar archivado su clase después de la transmisión en vivo;
- Durante la transmisión de una clase/ponencia la IPTV permite comunicación entre alumnos y profesores, reduciendo así las distancias espacial/interactiva;
- Permitir el uso integrado con otras herramientas del AVA, como por ejemplo, el uso de cuestionarios o evaluaciones en tiempo real sobre los temas y contenidos abordados;

Permite la integración de otras herramientas y recursos, como Moodle, comunidades de relacionamientos (Facebook), Chat, Merchandising (Twitter) entre otros

3. ¿La UTM está preparada para la implementación de IPTV? (Infraestructura, conectividad, despliegue).

Creo que no. Tenemos la conectividad y algo de infraestructura pero prácticamente nada de despliegue.

4. ¿Cuáles son los mayores retos a los que nos enfrentamos en implementar IPTV?

A mi parecer existen dos grandes retos a los cuales la universidad debe enfrentarse para hacer posible la implementación de una plataforma IPTV: completar la infraestructura necesaria en lo físico y en lo tecnológico, y cambiar la mentalidad de muchos de los docentes, renuentes a utilizar las nuevas tecnologías de la información y comunicación.



5. Que recomendaciones puede proporcionar para aprovechar la plataforma de IPTV en los docentes.

La principal recomendación que podría proporcionar para que se aproveche al máximo una hipotética plataforma de IPTV sería realizar capacitaciones para que los docentes puedan generar el material didáctico que se utilizaría en dicha plataforma.

Firma del Entrevistador
Ing. Miguel Rodríguez Véliz

Firma de Entrevistado
Ing. Carlos Intriago Zámbrano
Decano FCI.



ENTREVISTA A LAS AUTORIDADES DE LA UNIVERSIDAD

Objetivo de la entrevista: Implementar una plataforma IPTV en la Universidad Técnica de Manabí para la reproducción de video, capacitación didáctica en la generación y transmisión de contenidos audiovisuales a fin de potencializar y reforzar los conocimientos adquiridos en las aulas, conferencia magistrales, congresos y seminarios usando la plataforma IPTV y que puedan ser accedidos en cualquier momento por los docentes para potenciar su nivel académico.

1. Que ventajas y desventajas tendrá la educación audiovisual implementando IPTV (Televisión por internet) en la UTM.

Una ventaja de implementar IPTV en la UTM que los usuarios tanto docentes y estudiantes generen contenido audiovisual de las materias que los docentes tiene asignado y los estudiantes puedan visualizar ese contenido, la desventaja sería el alto costo de implementar esta tecnología en nuestra institución.

2. ¿Cómo pueden aprovechar la UTM en el uso de IPTV?

La UTM puede aprovechar esta herramienta en formar a los docentes y estudiantes para ver video que ayuden al estudiante en su retroalimentación de conocimiento.

3. ¿La UTM está preparada para la implementación de IPTV? (Infraestructura, conectividad, despliegue).

A mi parecer nos falta infraestructura para así ofrecer un servicio de calidad de esta herramienta.

4. ¿Cuáles son los mayores retos a los que nos enfrentamos en implementar IPTV?

El mayor reto es capacitar a los docentes en generar contenidos audiovisuales y mejorar nuestro servicio de internet

5. Que recomendaciones puede proporcionar para aprovechar la plataforma de IPTV en los docentes.

Una vez implementada que la aproveche para fortalecer el área académica con contenidos multimedia

Firma del Entrevistador
Ing. Miguel Rodríguez Véliz

Firma de Entrevistado
Ing. Gladys Saltos Briones, Mg. Gp.
Decano FCAE