



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO

**FACULTAD DE INGENIERÍA EN SISTEMAS ELECTRÓNICA E
INDUSTRIAL**

CARRERA DE INGENIERÍA EN ELECTRÓNICA Y COMUNICACIONES

Tema:

“PLATAFORMA DE IPTV UTILIZANDO TECNOLOGÍA GPON PARA EL SERVICIO DE VIDEO POR SUSCRIPCIÓN DE LA CNT EP EN LA ZONA DE COBERTURA DE LA CENTRAL IZAMBA DEL CANTÓN AMBATO.”

Trabajo de Graduación. Modalidad: Proyecto de Investigación, presentado previo la obtención del título de Ingeniero en Electrónica y Comunicaciones.

SUBLINEA DE INVESTIGACIÓN: Comunicaciones Ópticas

AUTOR: Borja Calderón Ana Cristina

TUTOR: Ing. Brito Giovanni, Mg.

Ambato - Ecuador
Mayo, 2017

APROBACIÓN DEL TUTOR

En mi calidad de Tutor del Trabajo de Investigación sobre el tema:

“PLATAFORMA DE IPTV UTILIZANDO TECNOLOGÍA GPON PARA EL SERVICIO DE VIDEO POR SUSCRIPCIÓN DE LA CNT EP EN LA ZONA DE COBERTURA DE LA CENTRAL IZAMBA DEL CANTÓN AMBATO”, de la señorita, Borja Calderón Ana Cristina, estudiante de la Carrera de Ingeniería en Electrónica y Comunicaciones, de la Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial, de la Universidad Técnica de Ambato, considero que el informe investigativo reúne los requisitos suficientes para que continúe con los trámites y consiguiente aprobación de conformidad con el numeral 7.2 de los Lineamientos Generales para la aplicación de Instructivos de las Modalidades de Titulación de las Facultades de la Universidad Técnica de Ambato.

Ambato, mayo 2017

EL TUTOR



Ing. Mg. Giovanni Danilo Brito Moncayo

AUTORÍA

El presente Proyecto de Investigación titulado: “PLATAFORMA DE IPTV UTILIZANDO TECNOLOGÍA GPON PARA EL SERVICIO DE VIDEO POR SUSCRIPCIÓN DE LA CNT EP EN LA ZONA DE COBERTURA DE LA CENTRAL IZAMBA DEL CANTÓN AMBATO”, es absolutamente original, auténtico y personal, en tal virtud, el contenido, efectos legales y académicos que se desprenden del mismo son de exclusiva responsabilidad del autor.

Ambato, mayo 2017



Borja Calderón Ana Cristina

CC: 1803145000

DERECHOS DE AUTOR

Autorizo a la Universidad Técnica de Ambato, para que haga uso de este Trabajo de Titulación como un documento disponible para la lectura, consulta y procesos de investigación.

Cedo los derechos de mi Trabajo de Titulación, con fines de difusión pública, además autorizo su reproducción dentro de las regulaciones de la Universidad.

Ambato, mayo 2017



Borja Calderón Ana Cristina

CC: 1803145000

APROBACIÓN DE LA COMISIÓN CALIFICADORA

La Comisión Calificadora del presente trabajo conformada por los señores docentes Ing. Santiago Altamirano e Ing. Marco Jurado, revisó y aprobó el Informe Final del Proyecto de Investigación titulado “PLATAFORMA DE IPTV UTILIZANDO TECNOLOGÍA GPON PARA EL SERVICIO DE VIDEO POR SUSCRIPCIÓN DE LA CNT EP EN LA ZONA DE COBERTURA DE LA CENTRAL IZAMBA DEL CANTÓN AMBATO”, presentado por la señorita Borja Calderón Ana Cristina de acuerdo al numeral 9.1 de los Lineamientos Generales para la aplicación de Instructivos de las Modalidades de Titulación de las Facultades de la Universidad Técnica de Ambato.



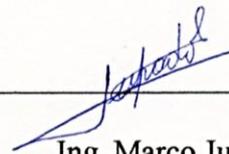
Ing. Mg. Elsa Pilar Urrutia Urrutia

PRESIDENTE DEL TRIBUNAL



Ing. Santiago Altamirano

DOCENTE CALIFICADOR



Ing. Marco Jurado

DOCENTE CALIFICADOR

DEDICATORIA

El presente trabajo lo dedico a mis padres por sus esfuerzos para verme feliz, por ser mi gran apoyo y ejemplo de trabajo y honestidad, a mi hermanita, mi mejor amiga que me ha ayudado en cada momento para superarme y a mi novio por su compañía, su apoyo y por todos los proyectos de vida que hemos superado juntos.

Ana Cristina Borja Calderón

AGRADECIMIENTO

Doy gracias a Dios por haberme dado a una familia maravillosa y por permitir que culmine este paso importante en mi vida. A mis amados padres por su amor y apoyo sin límites. Por el inmenso sacrificio que han hecho para que me supere en la vida y que me impulsa siempre a ser mejor. A mi hermanita Adriana por ser mi amiga y confidente, por su cariño y ánimos brindados en el transcurso del desarrollo del proyecto. A mi amado novio Iván Chulde por su comprensión, amor incondicional y por toda la felicidad que me brinda cada día.

Al Ingeniero Jorge Cando por darme la oportunidad de realizar este proyecto con la empresa CNT EP y por su constante ayuda e información brindada a lo largo del proyecto. Al Ingeniero José Luis Torres, le expreso mi sincero agradecimiento, por su tiempo, ayuda y conocimientos brindados. A la Carrera de Ingeniería en Electrónica y Comunicaciones de la Universidad Técnica de Ambato por las experiencias vividas y por todas las enseñanzas impartidas y a mi tutor Ingeniero Geovanni Brito por su guía, apoyo y consejos en la realización de este proyecto.

Ana Cristina Borja Calderón

ÍNDICE

APROBACIÓN DEL TUTOR	i
AUTORÍA	ii
DERECHOS DE AUTOR	iii
APROBACIÓN DE LA COMISIÓN CALIFICADORA	iv
DEDICATORIA	v
AGRADECIMIENTO	vi
ÍNDICE	vii
RESUMEN	xv
ABSTRACT	xvi
GLOSARIO DE TÉRMINOS Y ACRÓNIMOS	xvii
INTRODUCCIÓN	xxii
CAPÍTULO I	1
1.1 Tema	1
1.2 Planteamiento del Problema	1
1.3 Delimitación	2
1.4 Justificación	3
1.5 Objetivos	4
1.5.1 Objetivo General	4
1.5.2 Objetivos Específicos	4
CAPÍTULO II	5
2.1 Antecedentes Investigativos	5
2.2 Fundamentación Teórica	6
2.2.1 Comunicaciones Ópticas	6
2.2.2 Recomendaciones de Cable de Fibra Óptica	10
2.2.3 Redes FTT-X	13
2.2.4 Tecnología GPON	15
2.2.5 Componentes de una Red GPON	17
2.2.6 Funcionamiento de una red GPON	18
2.2.7 Televisión sobre el protocolo IP (IPTV)	20
2.2.8 Aplicaciones de IPTV	21
2.2.9 Descripción de un sistema IPTV	24
2.2.10 Fuentes de Contenido.	26

2.2.11	Adquisición del contenido	29
2.2.12	Servidores de Aplicaciones de IPTV	34
2.2.13	Requerimientos del cliente de IPTV	42
2.2.14	Distribución del contenido de IPTV a través de redes ópticas basadas en IP.	44
2.2.15	IPTV sobre tecnología GPON.....	45
2.2.16	Protocolos utilizados en IPTV.....	46
2.2.17	Calidad de Servicio en IPTV.....	48
2.3	Propuesta de Solución	50
CAPÍTULO III.....		51
3.1	Modalidad de la Investigación	51
3.2	Población y Muestra	51
3.3	Recolección de la Información.....	52
3.4	Procesamiento y Análisis de datos.....	52
3.5	Desarrollo del Proyecto	53
CAPÍTULO IV		54
4.1.	Análisis de la infraestructura actual de la red GPON de la CNT E.P. en la Zona Izamba.....	54
4.2.	Análisis de los servicios que actualmente la CNT E.P. ofrece a sus abonados en la zona Izamba.	59
4.3.	Análisis y proyección de la demanda para el servicio de IPTV en la zona Izamba.	60
4.4	Determinación de requerimientos técnicos para el diseño de una plataforma IPTV.....	64
4.4.1	Cabecera de plataforma IPTV.....	66
4.4.2	Determinación de equipos de red de núcleo y red acceso en la plataforma de IPTV.....	88
4.4.3	Elección de equipos de usuario en la plataforma de IPTV.	91
4.5	Determinación de protocolos de señalización y transporte de IPTV.	93
4.5.1	Protocolos de IPTV en el modelo OSI.....	94
4.5.2	Protocolos de transporte de Medios	95
4.5.3	Protocolos de Señalización	99
4.6	Determinación del ancho de banda para el servicio de IPTV.....	105
4.6.1	Análisis de nivel de splitter y ancho de banda que soportan los equipos de usuario.	105
4.6.2	Determinación del ancho de banda que consume cada servicio de la red.....	107

4.6.3	Cálculo del ancho de banda total por usuario.....	110
4.6.4	Costo referencial mensual por planes IPTV contratados.....	112
4.7	Dimensionamiento de red de cabecera y de usuario, para el servicio de IPTV en la zona de cobertura de la Central Izamba.....	114
4.8	Determinación de la red de backbone, distribución y acometida para el servicio de IPTV.....	118
4.9	Presupuesto estimado y recuperación de la inversión de IPTV en la zona Izamba.	120
4.9.1	Presupuesto referencial de la plataforma de IPTV.....	120
4.9.2	Análisis del período de recuperación de la inversión.....	121
CAPÍTULO V.....		129
5.1	Conclusiones	129
5.2	Recomendaciones	130
BIBLIOGRAFÍA.....		131
ANEXOS		139

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura. 2.1. Sistema de Comunicaciones de Fibra Óptica.....	7
Figura. 2.2. Modos de propagación de Fibra Óptica.....	8
Figura 2.3: Perfil de índice de la fibra óptica.....	9
Figura 2.4: Red de FTTN.....	13
Figura 2.5: Red de FTTC.....	14
Figura 2.6: Red de FTTB.....	14
Figura 2.7: Red de FTTH.	15
Figura 2.8: Funcionamiento de Downstream de red GPON.....	19
Figura 2.9: Funcionamiento de Upstream de GPON.....	20
Figura 2.10: Servicios de Triple Play.....	22
Figura 2.11: EPG.....	23
Figura 2.12: Diagrama de Bloques de un sistema de IPTV.	25
Figura 2.13: Localización de Estándar de Televisión Digitales.	26
Figura 2.14: Sistema ATSC.	27
Figura 2.15: Sistema DVB-T.	28
Figura 2.16: Diagrama de Bloques Genérico de un IRD.	31
Figura 2.17: Generador de Streams MPEG-1.	32
Figura 2.18: Generador de Streams MPEG-2.	32
Figura 2.19: DVB a IP Gateway de tuners con módulos CAM.	34
Figura 2.20: Middleware en TV.....	36
Figura 2.21: Scrambling de una señal.	37
Figura 2.22: Sistema CAS básico.	38
Figura 2.23: Sistema de Inserción de Publicidad.....	41

Figura 2.24: Componentes de la distribución de contenidos de IPTV.....	44
Figura 2.25: Distribución del contenido de IPTV mediante FTTH.	45
Figura 2.26: Triple Play sobre GPON.	46
Figura 4.1: OLT Huawei MA5600T de Central Izamba.....	55
Figura 4.2: Zona de cobertura de la Central Izamba.	56
Figura 4.3: Rutas Feeder en Izamba.	57
Figura 4.4: Usuarios dispuestos a contratar IPTV en zona Izamba.	60
Figura 4.5: Diseño básico de la cabecera de IPTV con las aplicaciones propuestas..	67
Figura 4.6: Plataforma satelital ubicada en Perú.	68
Figura 4.7: Diseño final de la cabecera de IPTV para la CNT EP.	69
Figura 4.8: Protocolos de IPTV en el modelo OSI.	94
Figura 4.9: Trama UDP.	96
Figura 4.10: Trama RTP.	97
Figura 4.11: Sesión de video-streaming.	98
Figura 4.12: Envío de trama IP en multicast.	100
Figura 4.13: Trama IGMP.	100
Figura 4.14: Membership_report de IGMP.	101
Figura 4.15: Membership_query:general y Membership report de IGMP.....	102
Figura 4.16: Leave_group de IGMP.	102
Figura 4.17: Transmisión en modo unicast.	103
Figura 4.18: Operación con protocolos de transporte.	104
Figura 4.19: Canales SD y de Audio ofertados por la CNT EP para IPTV.	108
Figura 4.20: Canales HD ofertados por la CNT EP para IPTV.	108
Figura 4.21: Red de backbone, distribución y usuario para el servicio de IPTV.....	119

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2.1: Atributos de Fibra Categoría G.652.D.....	12
Tabla 2.2: Principales características Técnicas del Estándar GPON.	16
Tabla 2.3: IPTV frente a otros sistemas de difusión.	21
Tabla 2.4: Lugar de Origen de Estándar de televisión Digital.....	26
Tabla 2.5. Ventajas y Desventajas de los estándares de Televisión Digital.....	29
Tabla 2.6: Estándares en función del tiempo de acceso.	29
Tabla 2.7: Protocolos de la capa de aplicación.....	46
Tabla 2.8: Protocolos de la capa de transporte.	48
Tabla 2.9: Protocolos de la capa de red.	48
Tabla 2.10 Servicios de Intserv.	49
Tabla 2.11 Servicios de Diffser.	50
Tabla 4.1: Demanda inicial de IPTV en zona Izamba.	62
Tabla 4.2: Índice de crecimiento de IPTV.	63
Tabla 4.3: Proyección de la demanda anual de IPTV en la zona Izamba.	63
Tabla 4.4: Segmentación del mercado proyectada a 5 años.	64
Tabla 4.5: Comparación técnica de servidores de Transmisión de Contenido.	70
Tabla 4.6: Comparación técnica de servidores de Video sobre Demanda.	73
Tabla 4.7: Comparación Técnica de Middleware.	77
Tabla 4.8: Comparación Técnica de Servidores de CAS.	81
Tabla 4.9: Comparación Técnica de Servidores de Inserción de Publicidad.....	83
Tabla 4.10: Comparación Técnica de Servidores de Facturación.	86
Tabla 4.11: Comparación Técnica de Switch de Agregación.	89
Tabla 4.12: Comparación Técnica de STBs.	92

Tabla 4.13 Protocolos utilizados en IPTV.	95
Tabla 4.14: Tipos de Mensajes en IGMPv2.	101
Tabla 4.15: Análisis de velocidad y compatibilidad de estándares de equipos de usuario.....	107
Tabla 4.16: Resolución de Calidad SD y HD.	109
Tabla 4.17: Ancho de Banda requerido para transmisión de contenido SD y HD...	109
Tabla 4.18: Ancho de banda recomendado para IPTV.	110
Tabla 4.19: Ancho de banda recomendado para VOIP e Internet.	110
Tabla 4.20: Ancho de Banda total para IPTV por Televisor.	111
Tabla 4.21: Ancho de Banda total para Triple Play con un Televisor.	111
Tabla 4.22: Costo mensual de Planes IPTV.....	113
Tabla 4.23: Comparativa de tarifas de CNT TV, CNT IPTV y Claro TV.....	113
Tabla 4.24: Costo referencial mensual de plan Triple Play.	114
Tabla 4.25: Equipos de la plataforma de IPTV propuesta.	114
Tabla 4.26: Dimensionamiento de planta interna de IPTV.	117
Tabla 4.27: Dimensionamiento anual de red de usuario para IPTV.....	117
Tabla 4.28: Espacio físico requerido en unidades de rack de la cabecera de IPTV.	117
Tabla 4.29: Presupuesto referencial de equipos de cabecera de IPTV en la zona Izamba.....	120
Tabla 4.30: Presupuesto referencial de equipos de red de usuario STB de IPTV en la zona Izamba.	121
Tabla 4.31: Presupuesto referencial total de la plataforma de IPTV en cinco años.	121
Tabla 4.32: Ingresos totales con impuestos proyectado a 5 cinco años.	122
Tabla 4.33: Costos Operacionales.	123
Tabla 4.34: Remuneración total anual de talento humano.	124

Tabla 4.35 Gastos Administrativos Anuales.	125
Tabla 4.36: Inversión Inicial de la Plataforma de IPTV.	125
Tabla 4.37: Depreciación de equipos.	126
Tabla 4.38: Estado de resultados de IPTV.	127
Tabla 4.39: Flujo de Caja de IPTV.	128
Tabla 4.40: Indicadores Financieros del Proyecto.	128

RESUMEN

El acelerado crecimiento de las telecomunicaciones y los constantes requerimientos de innovación tecnológica hacen que la Corporación Nacional de Telecomunicaciones Empresa Pública (CNT EP) radicada en la República del Ecuador, incursione en el desarrollo de nuevos servicios para satisfacer a los usuarios y competir en el mercado de las telecomunicaciones.

Este trabajo se enfoca en el desarrollo de una plataforma de Televisión sobre el Protocolo de Internet (IPTV), para distribuir contenidos de televisión y video a los usuarios, utilizando la red GPON sobre el protocolo IP. El proyecto se llevó a cabo en en la zona de cobertura de la central Izamba del cantón Ambato de la CNT EP.

Se realiza un análisis de la infraestructura actual de la red GPON de la CNT EP en la zona Izamba y posteriormente se realiza la proyección de la demanda del servicio de IPTV. Además, se determinan los requerimientos técnicos necesarios para el diseño de la plataforma de IPTV, así como, los equipos de cabecera, acceso y usuario, protocolos de transporte y señalización; y, se calcula el ancho de banda adecuado para que el servicio de IPTV sea óptimo. Finalmente, se determinan las redes de backbone, distribución y acometida para brindar el servicio de IPTV sobre la red GPON. Adicionalmente, se realiza un presupuesto estimado y el análisis del período de la recuperación de la inversión para brindar el servicio de video por suscripción a los usuarios finales.

Palabras Clave: Aplicaciones de IPTV, Cabecera de IPTV, GPON.

ABSTRACT

The accelerated growth of telecommunications and the constant technological innovation requirements make that Corporación Nacional de Telecomunicaciones Public Enterprise (CNT EP), to venture in the development of new services in order to satisfy users and compete in the telecommunications market.

This document focuses on the development of an Internet Protocol Television (IPTV) platform to distribute television and video content to users, using the GPON network over IP protocol. This project is carried out in the CNT EP Izamba OLT coverage area in Ambato city.

Is performed an analysis on the current CNT EP GPON network infrastructure in Izamba area and subsequently the projection of IPTV service demand is performed. In addition, the technical requirements for the design of the platform, as well as, head end and end user equipment, transport protocols and the appropriate network bandwidth for optimum IPTV service are determined. Finally, the backbone, distribution and end user network is determined to provide IPTV service on the GPON network. Additionally, an estimated platform budget is made to give video subscription service to end users.

Keywords: IPTV Applications, IPTV Head-end, GPON.

GLOSARIO DE TÉRMINOS Y ACRÓNIMOS

- **ADSL:** Asymmetric Digital Subscriber Line o Línea de abonado digital asimétrica.
- **AES-128:** Advanced Encryption Standard o Estándar de Encriptación Avanzada con clave de cifrado de 128 bits.
- **ASI:** Asynchronous Serial Interface o Interface Serial Asíncrona, señal resultante del contenido codificado en MPEG2 o MPEG4.
- **ATSC:** Advanced Television Systems Committee o Comité de Sistemas de Televisión Avanzada.
- **AVC:** Códec de Video avanzado
- **Banda Ku:** ("Kurz-unten band") es una porción del espectro electromagnético en el rango de las microondas que va de los 12 a los 18 GHz. La banda Ku se usa principalmente en las comunicaciones satelitales, siendo la televisión uno de sus principales usos.
- **CAM:** Módulos de Acceso Condicionado.
- **CAS:** Conditional Access System o Sistema de Acceso Condicional.
- **CATV:** Community Antenna Television o televisión por cable.
- **CNT EP:** Corporación Nacional de Telecomunicaciones Empresa Pública.
- **COFDM:** Coded Orthogonal Frequency Division Multiplexing.
- **DBA:** Administrador de Bases de Datos.
- **DRM:** Digital Rights Management o Gestión de Derechos Digitales.
- **DVB:** Digital Video Broadcasting, es un estándar europeo de Difusión de Video Digital.
- **DVB:** Digital Video Broadcasting.
- **DVR:** Digital Video Recorder o Grabador de Video Digital.

- **FDF:** Fiber Distributing Frame o Marco de distribución de fibra.
- **FDH:** Fiber Distribution Hub o Armario para distribución de fibra óptica.
- **FE:** Fast Ethernet.
- **FEC:** Forward Error Correction o Corrección de errores.
- **FTTH:** Fiber To The Home o fibra hasta el hogar.
- **FTTB:** Fiber to the Building o Fibra hasta el Edificio.
- **FTTC:** Fiber to the Curb o Fibra hasta la Acera
- **FTTH:** Fiber to the Home o Fibra hasta el hogar.
- **FTTN:** Fiber to the Node o Fibra hasta el Nodo
- **GE:** Gigabit Ethernet
- **GEM:** GPON Encapsulation Method.
- **GPBD:** GPON Board o Tarjeta de la OLT formada por puertos GPON.
- **GPON:** Gigabit-capable Passive Optical Network o Red Óptica Pasiva con Capacidad de Gigabit.
- **GTC:** Trama de Convergencia de Transmisión.
- **HDTV:** High Definition Television o Televisión en Alta Definición.
- **IETF:** Internet Engineering Task Force
- **IGMP:** Internet Group Management Protocol o Protocolo de Gestión de Grupos de Internet.
- **INEC:** Instituto Nacional de Estadísticas y Censos.
- **Interfaz de CRM:** CRM o Customer Relationship Management, Sistemas informáticos de apoyo a la gestión de las relaciones con los clientes, a la venta y al marketing.
- **IPTV:** Internet Protocol Television o Televisión sobre el Protocolo de Internet.

- **IRD:** Integrated receiver/decoder o Receptor Decodificador Integrado.
- **IRD:** Receptor Decodificador Integrado.
- **ISO:** Organización Internacional de Normalización.
- **ISOC:** Internet Society
- **MPEG:** Moving Picture Experts Group. Grupo formado por la ISO para la compresión de audio y video.
- **MPLS:** Multiprotocol Label Switching.
- **NAP:** Network Access Point o cajas terminales de fibra óptica.
- **nPVR:** network Personal Video Recorder.
- **ODF:** Distribuidor de Fibra Óptica.
- **ODN:** Optical Distribution Network o Red de Distribución Óptica.
- **OIPF:** Open IPTV Forum.
- **OLT:** Optical Line Termination o Terminación de Línea Óptica.
- **OMCI:** ONT Management and Control Interface es el protocolo estándar de GPON para el control por parte de la OLT.
- **ONT:** Optical Network Terminal o Terminal de Red Óptica.
- **PIP:** Picture in Picture.
- **PLTV:** Pause Live TV.
- **PMD:** Dispersión por modo de polarización.
- **PON:** Passive Optical Network o Redes Ópticas Pasivas.
- **PPV:** Pay Per View.
- **PS:** Program Stream
- **PVR:** Personal Video Recorder.
- **QAM:** Modulación de Amplitud en Cuadratura.

- **QoS:** Calidad de Servicio.
- **QPSK:** Quadrature Phase-Shift Keying o Modulación por Desplazamiento de Fase Cauternaria.
- **RF4CE:** Remote Control Standard for Consumer Electronics o Radiofrecuencia para Electrónica de Consumo, es un consorcio que se formó para desarrollar un nuevo protocolo que fomentará la adopción de controles remotos de radiofrecuencia para dispositivos audiovisuales, utilizando tecnología ZigBee.
- **RFC:** Request For Comments
- **RSVP:** Resource Reservation Protocol o Protocolo de Reserva de Recursos.
- **RTCP:** Real Time Control Transport Protocol o Protocolo de Control de Transporte de Tiempo Real.
- **RTP:** Real-time Transport Protocol o Protocolo de Transporte de Tiempo real.
- **RTSP:** Real Time Streaming Protocol o Protocolo de transmisión en tiempo real.
- **RU:** Unidad de Rack.
- **SDTV:** Standard Definition Television o televisión en Definición Estándar.
- **SoC:** System-on-a-Chip, describe la tendencia de usar tecnologías de fabricación que integran todos o gran parte de los módulos que componen un sistema informático o electrónico en un único circuito integrado o chip.
- **STB:** Set Top Box.
- **STM:** Módulo de Transporte Síncrono o Synchronous Transport Module.
- **TDMA:** Time Division Multiple Access o Acceso Múltiple por División de Tiempo.
- **TDT:** Televisión Digital Terrestre.
- **TS:** Transport Stream
- **TSTV:** Time - Shifted TV.
- **UDP:** User Datagram Protocol.

- **UIT:** Unión Internacional de Telecomunicaciones.
- **UIT-T:** Sector de Normalización de las Telecomunicaciones de la UIT.
- **VOD:** Video Over Demand o Video Sobre Demanda.
- **VPN:** Valor Presente Neto
- **VoIP:** Voz sobre IP.
- **WDM:** Multiplexación por división de longitud de onda.

INTRODUCCIÓN

En el presente proyecto se desarrolla una plataforma de IPTV con tecnología FTTH, sobre la red GPON existente de la CNT EP en la zona de cobertura de la Central Izamba del Cantón Ambato, el proyecto se compone de cinco capítulos que se describen a continuación:

En el Capítulo Uno, se plantea el problema actual junto con la justificación que sustentó el desarrollo del proyecto, así como, la delimitación temporal y espacial del proyecto. Además, se establecen los objetivos que se desean alcanzar con el proyecto de investigación mediante la utilización de la plataforma de IPTV.

En el Capítulo Dos, se analizan los estudios previos del servicio de IPTV, así como, se incluye la fundamentación teórica de los conceptos que son necesarios para el entendimiento y desarrollo del proyecto de investigación del servicio de IPTV.

En el Capítulo Tres, se incluye la información de la metodología de Investigación utilizada, además, el procesamiento e interpretación de datos de la muestra poblacional. Y se enumeran las actividades realizadas para el desarrollo de la plataforma de IPTV.

En el Capítulo Cuatro, se trata el desarrollo de la propuesta de solución para el problema planteado, en donde se cumplen los objetivos establecidos. Se presenta el estudio completo de la plataforma de IPTV propuesta, formado por los requerimientos técnicos necesarios, dimensionamiento y determinación de la red.

Finalmente, en el Capítulo Cinco, se determinan las conclusiones y recomendaciones del desarrollo de la plataforma de IPTV propuesta.

CAPÍTULO I

EL PROBLEMA

1.1 Tema

PLATAFORMA DE IPTV UTILIZANDO TECNOLOGÍA GPON PARA EL SERVICIO DE VIDEO POR SUSCRIPCIÓN DE LA CNT EP EN LA ZONA DE COBERTURA DE LA CENTRAL IZAMBA DEL CANTÓN AMBATO.

1.2 Planteamiento del Problema

El desarrollo evolutivo de las telecomunicaciones y el auge de la necesidad de mostrar nuevas aplicaciones tecnológicas han hecho que los existentes medios de comunicación planteen propuestas innovadoras, que permitan cada vez más, una fácil adquisición de la información y la convergencia de medios. Los sistemas de Televisión sobre IP han mostrado un crecimiento global, desarrollando estándares digitales de video que permiten mejorar la eficiencia en los sistemas de transmisión. Las empresas proveedoras de Internet han establecido un conjunto de aplicaciones sobre la misma infraestructura de red ya desplegada, permitiéndoles competir con la televisión digital terrestre y la televisión satelital.

Según CISCO, en su pronóstico del Impacto que generan las Aplicaciones Interactivas en las Redes Visuales en el año 2016, determinó que el crecimiento actual a nivel mundial, del servicio de IPTV en el 2016, fue del 88% del tráfico global de Internet [1].

Adicionalmente, en el país, La Agencia de Regulación y Control de las Telecomunicaciones (ARCOTEL), informó que los prestadores del servicio de Video por suscripción, reportaron 1.351.470 suscriptores de televisión pagada hasta diciembre de 2015, si se establece que existen 3,8 miembros por hogar, el número de usuarios estimado de televisión pagada es 5.135.586 ciudadanos.

Además, se ha generado la paulatina migración hacia las aplicaciones y plataformas IP, como es el caso de la Corporación Nacional de Telecomunicaciones, la cual es

propietaria de la red de fibra óptica más extensa del país, así como también dispone de la tecnología de acceso más avanzada del Ecuador como ADSL2+, GPON, G.SHDSL y WIMAX [2]. Ésta empresa pública, realizó pruebas de IPTV a partir del 2009, en conjunto con el personal técnico de Huawei, con el fin de estudiar los requerimientos técnicos para empezar el despliegue piloto del servicio de televisión basada en el protocolo IP en el año 2010 [3], resultado de lo cual, se implementó una plataforma piloto para 500 usuarios en el Distrito Metropolitano de Quito, demostrando la factibilidad del servicio en la zona y con la posibilidad de implementación en el resto del país.

Es importante mencionar que en el cantón Ambato, en la Corporación Nacional de Telecomunicaciones por el momento se encuentran en operación 3 Terminaciones de Línea Óptica (OLTs), ubicadas en tres sectores; la zona Ambato Centro, la zona Ambato Sur y la zona Izamba respectivamente, dando cobertura a todo el cantón para los requerimientos de banda ancha de los usuarios, pero presenta el inconveniente de que no se aprovechan en su totalidad las ventajas que proporciona la red GPON implementada en la zona Izamba, debido a que no se ofrece el servicio de televisión sobre el protocolo IP. Siendo la carencia de éste servicio un limitante para la incursión de nuevos usuarios y de ingresos económicos para la empresa pública CNT E.P., tomando en cuenta el significativo crecimiento inmobiliario y comercial de la zona Izamba.

1.3 Delimitación

Delimitación de Contenidos

- Área Académica: Comunicaciones
- Línea de Investigación: Tecnologías de Comunicación
- Sublínea de Investigación: Comunicaciones Ópticas

Delimitación Espacial

El presente proyecto se ha llevado a cabo en la provincia de Tungurahua, en el Cantón Ambato, específicamente en la zona de cobertura de la central de fibra óptica Izamba, cuyos límites están definidos por la CNT E. P.

La cobertura definida por la CNT E.P. para la Central Izamba está limitada: Al Norte en el sector del Parque Industrial, al Sur en la Avenida Indoamérica, al Este en la avenida Pedro Vásquez, dando cobertura a la Zona Central De Izamba, y al Oeste en la calle 22 de Enero, dando cobertura a las parroquias Augusto N. Martínez, Atahualpa y Atocha.

Delimitación Temporal

El proyecto se realizó en el transcurso de 15 meses, desde el 5 de Noviembre del 2015 al 15 Febrero del 2017, después de su aprobación por parte del Honorable Consejo Directivo de la Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial.

1.4 Justificación

El análisis de una plataforma IPTV, va dirigido a los potenciales nuevos usuarios del servicio de video por suscripción del sector Izamba, así como al personal del área Corporativa de la Corporación Nacional de Telecomunicaciones, ubicada en la ciudad de Ambato, entidad que se caracteriza por ofrecer servicios de banda ancha en el cantón, debido a la red de fibra óptica existente que posee amplia cobertura. Es así, que con el crecimiento de la demanda y puesto que los requerimientos de mejora de los servicios ofrecidos son cada vez mayores, surge la necesidad de brindar un nuevo servicio de telecomunicaciones por el mismo canal de fibra óptica, conocido como Televisión sobre el Protocolo de Internet (IPTV).

Este proyecto es importante porque proporciona información consistente de las actividades necesarias para el desarrollo de una plataforma de IPTV sobre la tecnología GPON existente. Este estudio, no solo se limita al análisis de los servicios de televisión en vivo y Video Sobre Demanda (VOD), sino que es un sistema punto a punto con servidores que permiten ofrecer una diversidad de aplicaciones de IPTV relevantes y comerciales para el usuario y el operador, permitiéndole a la CNT EP brindar el servicio de IPTV a sus usuarios y además competir con la televisión por cable y la televisión digital terrestre.

Televisión sobre el protocolo IP es un servicio nuevo que se encuentra en desarrollo en la ciudad de Ambato y particularmente, en la zona de cobertura de la Central Izamba, donde se presenta un alto crecimiento inmobiliario y una potencial demanda de GPON, brindando a los usuarios un servicio que presenta ventajas respecto a otros

sistemas, tales como; interactividad, alta capacidad de convergencia y entrega de contenido según el interés de cada usuario, otorgándole a la CNT EP la capacidad de competir en el mercado de las telecomunicaciones con mayores prestaciones.

1.5 Objetivos

1.5.1 Objetivo General

Diseñar una plataforma de IPTV utilizando tecnología GPON para el servicio de video por suscripción de la CNT EP en la zona de cobertura de la central Izamba del cantón Ambato.

1.5.2 Objetivos Específicos

- Analizar la infraestructura actual de la red GPON y los servicios que actualmente la CNT EP ofrece a sus abonados en la zona de cobertura de la Central Izamba.
- Determinar los requerimientos técnicos necesarios para brindar el servicio de televisión basado en el protocolo IP en la zona de cobertura de la Central Izamba.
- Realizar el dimensionamiento de la red de Cabecera para el servicio de IPTV en la zona de cobertura de la Central Izamba.
- Determinar las redes de backbone, distribución y acometida para el servicio de video por suscripción de la CNT EP en la zona de cobertura de la Central Izamba.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes Investigativos

Se han realizado distintas investigaciones y estudios de los sistemas de Televisión sobre el protocolo IP, tal es el caso de Ricardo Alonso Ferro Bolívar y Cesar Hernández [4], quienes realizan un análisis exhaustivo acerca de las ventajas de IPTV frente a otras tecnologías de difusión, donde se manifiesta que la diferencia radica en que IPTV es un sistema con una aplicación más interactiva, permitiendo crear paquetes de programación al gusto del suscriptor. Además permite brindar servicios como: Triple Play, Televisión Móvil, Pay Per View (PPV), Video On Demand (VoD), Personal Video Recorder (PVR) y Switched Digital Broadcast (SDB).

El estudio realizado por Tania Pamela Jácome y Andrés Fernando Tafúr [5], indica que, tras haber realizado un estudio de factibilidad del servicio de Televisión sobre el protocolo IP en la CNT E.P. ubicada en la ciudad de Quito, se determinó en el análisis de mercado que existe una demanda insatisfecha, que desemboca en una oportunidad de negocio para la empresa.

En la investigación de Andrés Paúl Llerena Andrade [6], se pone en manifiesto el funcionamiento de los equipos que forman parte del diseño de una red IPTV para el canal de televisión Gama Tv y los servicios mediante los cuales se puede recibir la señal de televisión a través de una conexión de banda ancha, además se determinó que para que la IPTV pueda funcionar de manera correcta y completa, es necesaria una conexión de gran ancho de banda.

En el estudio de Marcos Gerardo Espinoza Ortega y Andrés Felipe Orellana Cordero [2], se realiza un análisis técnico del estado de la red de cobre de la empresa CNT Azogues, para hacer propuestas de los cambios necesarios para la implementación y calidad de servicio del sistema IPTV y además se realiza un análisis económico del mismo, para demostrar si el sistema puede generar ganancias a la CNT EP.

La investigación realizada por Nelson Gustavo Monteros Montenegro [7], desarrolla el diseño de un sistema que permite al Concesionario Cayambe Visión brindar el servicio de televisión sobre el protocolo IP, Telefonía e Internet o conocido también como Triple Play. Respecto a IPTV explica los servicios y aplicaciones propias de esta tecnología y se realiza el dimensionamiento de la red según las capacidades requeridas para brindar estos servicios.

2.2 Fundamentación Teórica

2.2.1 Comunicaciones Ópticas

Diagrama de bloques del sistema de Comunicaciones con Fibra Óptica

Los elementos principales de un sistema de comunicaciones con fibra óptica son:

Transmisor: Un transmisor de fibra óptica es un elemento de un sistema de comunicaciones con fibra óptica que modula una fuente luminosa mediante una señal de información, tanto digital como analógica.

El transmisor está conformado de:

- Interfaz analógica-digital, para una modulación analógica la interfaz acopla las impedancias y limita a amplitud de la señal de entrada, para la modulación digital se debe convertir a un flujo de pulsos digitales.
- Convertidor de voltaje a corriente que sirve como interfaz eléctrica entre los circuitos de entrada y la fuente de luz, convierte un voltaje de la señal de entrada en una corriente que usa para dirigir la fuente de luz.
- Una fuente de luz y un adaptador de luz de fuente a fibra, el cual es una interfaz mecánica que acopla la luz emitida por la fuente al cable de fibra óptica.

Receptor: El receptor es un elemento de un sistema de comunicaciones con fibra óptica que convierte la luz en electricidad mediante el efecto fotoeléctrico, para recuperar la señal de información original.

El receptor incluye:

- Dispositivo conector detector de fibra a luz y un fotodetector que es frecuentemente un diodo PIN o un APD que convierten la energía de luz a corriente.
- Convertidor de corriente a voltaje transforma los cambios de la corriente del detector a cambios en el voltaje de la señal de salida.
- Amplificador e interfaz de analógica o digital a la salida del receptor, la misma que es una interfaz eléctrica, si es analógica acopla impedancias y en el caso de ser digital posee un convertidor D/C.

La guía de fibra que es un vidrio ultra puro un cable de plástico.

El diagrama de bloques de un sistema de Comunicaciones de Fibra Óptica se describe en la figura 2.1 [8].

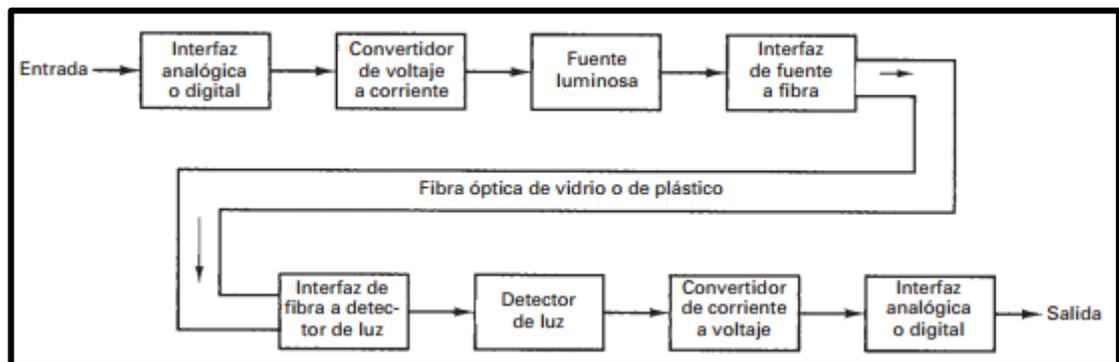


Figura. 2.1. Sistema de Comunicaciones de Fibra Óptica.

Fuente: Sistemas de Comunicaciones Electrónicas [8].

Propagación de la luz a través de la fibra óptica

La luz se puede propagar en una fibra óptica por medio de los fenómenos de reflexión o refracción. Y la forma en la que se propaga depende del modo de propagación y el perfil de índice.

Modo de Propagación._ El modo de propagación se refiere a la trayectoria que sigue la luz en el cable de fibra óptica. Puede ser:

- Monomodo: Una fibra monomodo es una fibra óptica en la que sólo se propaga un modo de luz. Se logra reduciendo el diámetro del núcleo de la fibra hasta un tamaño de 8,3 a 10 micrones que sólo permite un modo de propagación.

- Multimodo: Una fibra multimodo es una fibra que soporta más de un tipo de propagación. Posee un radio de esparcimiento de los pulsos mayor que la fibra óptica monomodo, limitando así, la capacidad de transmisión de la información.

Los distintos modos de propagación de Fibra Óptica se detallan en la Figura 2.2.

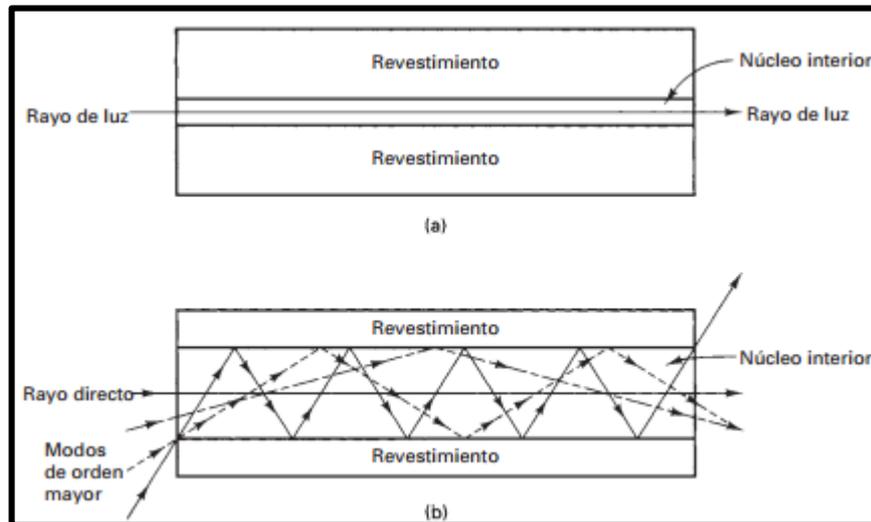


Figura. 2.2. Modos de propagación de Fibra Óptica. a) Monomodo; b) Multimodo

Fuente: Sistemas de Comunicaciones Electrónicas [8].

Perfil de Índice._ El perfil índice de una fibra óptica es una representación gráfica del índice de refracción en la sección transversal de la fibra. Puede ser de índice escalonado y de índice gradual, en la figura 2.3 se los describe más detalladamente.

- Índice escalonado: Una fibra de índice escalonado es aquella que tiene un núcleo central con índice de refracción uniforme, el mismo que está rodeado por un revestimiento externo con índice de refracción uniforme, se lo considera escalonado porque el índice de refracción del revestimiento externo es menor que el del núcleo central.
- Índice Gradual: El índice gradual es aquel cuyo índice de refracción del núcleo no es uniforme; es máximo en el centro y disminuye en forma gradual de acuerdo con la distancia hacia la orilla externa [9].

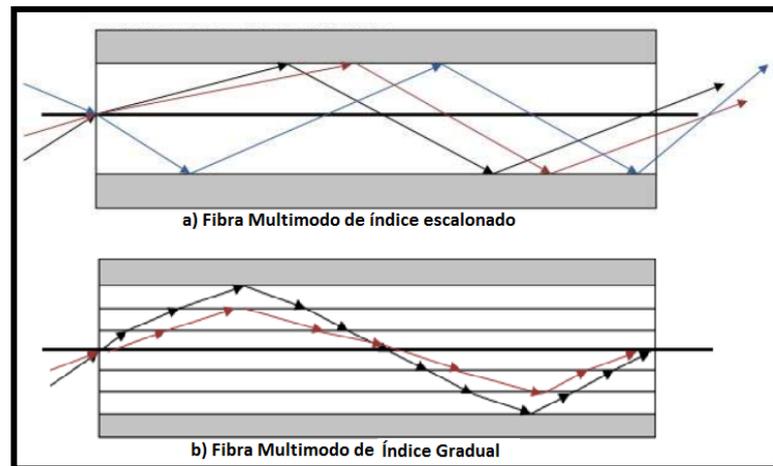


Figura 2.3: Perfil de índice de la fibra óptica
Fuente: Fibras Ópticas, principio de funcionamiento [9].

Ventajas y Desventajas de Instalación con fibra óptica

Los sistemas de comunicación a través de fibra óptica, poseen varias ventajas respecto a otros medios de comunicación, las cuales se indican a continuación:

- **Mayor Capacidad:**

Los sistemas de fibra óptica poseen mayor capacidad debido al ancho de banda más grande las frecuencias ópticas. A diferencia de otros medios no exhiben capacitancia ni inductancia a lo largo de sus conductores por lo que la frecuencia de transmisión y el ancho de banda no se limitan.

- **Inmune a transmisiones cruzadas:**

Los cables ópticos son inmunes a la diafonía entre cables vecinos, debido a que las fibras de vidrio o de plástico no son conductores de electricidad y, en consecuencia, no tienen campos electromagnéticos que interfieran entre sí.

- **Inmune a interferencia estática:**

Debido a que las fibras ópticas no son portadoras de electricidad ni radian energía de RF, no se produce interferencia por relámpagos, motores eléctricos, luces fluorescentes y otras fuentes de ruido eléctrico.

- **Resistentes a factores ambientales:**

Los cables ópticos son más resistentes a los extremos en el ambiente que los cables metálicos ya que funcionan dentro de las variaciones más amplias de temperatura (-100°C a 400 °C) y son menos afectados por los líquidos y gases corrosivos.

- **Mayor seguridad en la instalación:**

Son más fáciles de instalar y mantener debido a que son más pequeñas y más ligeras, pueden usarse cerca de líquidos y gases volátiles sin el riesgo de que causen una explosión.

- **Menor costo:**

Los cables de fibra tienen menores pérdidas que los metálicos y en consecuencia requieren menos repetidoras, esto equivale a menos costos de instalación y del sistema en general, así como a mayor confiabilidad. [10].

Por otro lado, también se pueden encontrar ciertas desventajas de una instalación de fibra óptica, citadas a continuación:

- **Equipos de interconexión más costosos:**

Se requerirán conversores optoelectrónicos, así como, multiplexores y demultiplexores.

- **Menor resistencia a tensión mecánica:**

Se puede solucionar mediante recubrimientos con chaquetas protectoras de PVC o Klear normal.

- Reparación y empalme más complicado y costoso [11].

2.2.2 Recomendaciones de Cable de Fibra Óptica

Las principales recomendaciones para los cables de fibra óptica según la ITU-T se mencionan a continuación:

Recomendación ITU-T G.652

La ITU-T G.652 es una recomendación de la ITU-T que caracteriza a un cable de fibra óptica monomodo cuya longitud de onda de dispersión nula está situada en torno a 1310 nm, optimizado para uso en la región de longitud de onda de 1310 nm, y que

puede utilizarse también en longitudes de onda en la región de 1550 nm (en las que la fibra óptica no está optimizada). Esta fibra óptica puede utilizarse para transmisión analógica y digital [12].

Existen una serie de categorías de fibras ópticas que satisfacen los objetivos de esta Recomendación. Estas categorías se distinguen principalmente en función de los requisitos PMD y del requisito de atenuación en 1383 nm, las mismas que se detallan a continuación [13]:

- Categoría G.652.A: La categoría G.652.A contiene los atributos y valores recomendados necesarios para soportar aplicaciones recomendadas en las UIT-T G.957 y G.691 para sistemas de hasta STM-16, así como 10 Gbit/s hasta 40 km (Ethernet) y STM-256 de la Rec. UIT-T G.693.
- Categoría G.652.B: La categoría G.652.B contiene los atributos y valores recomendados que son necesarios para soportar aplicaciones de mayor velocidad binaria, hasta STM-64, tales como algunas de las descritas en las Recs. UIT-TG.691 y G.692, y STM-256 para algunas aplicaciones de las Recs. UIT-TG.693 y G.959.1. En función de la aplicación, puede ser necesario adaptar la dispersión cromática.
- Categoría G.652.C: La categoría G.652.C es semejante a la categoría G.652.A, pero permite transmisiones en partes de una gama de longitudes de onda ampliada desde 1360 nm a 1530 nm.
- Categoría G.652.D: La Categoría G.652.D es semejante a los atributos de la categoría G.652.B, pero permite transmisiones en partes de una gama de longitudes de onda ampliada desde 1360 nm a 1530 nm. Esta categoría es mayormente utilizada en los cables Feeder, para redes de troncales y de backbone. Los atributos se encuentran en la tabla 2.1.

Tabla 2.1: Atributos de Fibra Óptica Categoría G.652.D

Atributos de la fibra		
Atributo	Dato	Valor
Diámetro del campo modal	Longitud de onda	1310 nm
	Gama de valores nominales	8,6-9,5 μm
	Tolerancia	$\pm 0,6 \mu\text{m}$
Diámetro del revestimiento	Nominal	125,0 μm
	Tolerancia	$\pm 1 \mu\text{m}$
Error de concentricidad del núcleo	Máximo	0,6 μm
No circularidad del revestimiento	Máximo	1,0%
Longitud de onda de corte del cable	Máximo	1260 nm
Pérdida de macroflexión	Radio	30 mm
	Número de vueltas	100
	Máximo a 1625 nm	0,1 dB
Prueba de tensión	Mínimo	0,69 GPa
Coeficiente de dispersión cromática	λ_{min}	1300 nm
	λ_{max}	1324 nm
	S_{max}	0,092 ps/nm ² × km
Atributos del cable		
Atributo	Dato	Valor
Coeficiente de atenuación	Máximo de 1310 nm a 1625 nm (Nota 2)	0,4 dB/km
	Máximo de 1383 nm \pm 3 nm	(Nota 3)
	Máximo a 1550 nm	0,3 dB/km
Coeficiente de PMD	M	20 cables
	Q	0,01%
	PMD _Q máximo	0,20 ps/ $\sqrt{\text{km}}$

Fuente: Cuadros de Valores Recomendados. [13]

Recomendación ITU-T G.657

La Recomendación ITU-T G.657 tiene la finalidad de cumplir con las exigencias de las redes ópticas de acceso, a causa de la alta densidad de distribución y los cables de derivación en la red de acceso, así como al espacio limitado y las numerosas manipulaciones en esta parte de la red.

En esta Recomendación se describen dos categorías de cables de fibras ópticas monomodo adecuados para su utilización en las redes de acceso, con inclusión del interior de los edificios al extremo de esas redes. Las mismas que se detallan a continuación:

- Las fibras ópticas de la categoría A son adecuadas para su utilización en las bandas O, E, S, C y L (es decir, a lo largo de la gama de 1260 a 1625 nm). Las fibras ópticas y los requisitos en estas categorías son un subconjunto de las fibras ópticas G.652.D y tienen las mismas características de transmisión e interconexión. Las principales mejoras son una menor pérdida por flexión y unas especificaciones dimensionales más estrictas, factores ambos tendientes a mejorar la conectividad.
- Las fibras ópticas de la categoría B son adecuadas para transmisiones a 1310, 1550 y 1625 nm en distancias limitadas asociadas al transporte de señales dentro de los edificios. Estas fibras ópticas tienen diferentes características de empalme y conexión que las fibras ópticas G.652, pero funcionan correctamente a valores de radios de flexión muy bajos [14].

2.2.3 Redes FTT-X

El acrónimo FTTx es definido como Fiber-to-the-x fibra óptica hasta alguna parte, donde x puede denotar distintos destinos. Los más relevantes son:

FTTN o Fibra hasta el nodo

Fibra hasta el nodo (FTTN), también llamada fibra hasta el vecindario, es un tipo de red FTTX donde los cables de fibra óptica llegan hasta un armario que da servicio a un barrio entero, la distancia entre el punto de fibra óptica y el cliente es mayor a 1000 pies, ilustrado en la figura 2.4. Normalmente, los clientes se conectan al armario con cable de cobre. El área de cobertura es de al menos 1.500m de radio y puede dar servicio de 200 a 500 hogares por fibra óptica a 30Mbps [15].

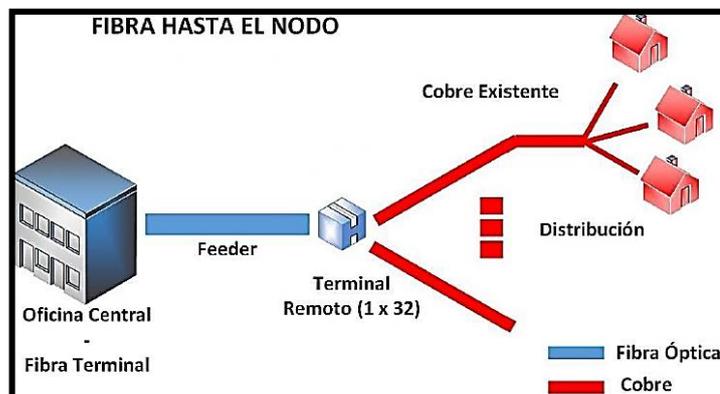


Figura 2.4: Red de FTTN.

Fuente: Diseño de una ODN para una red GPON en la localidad de Loja Noroccidente [16]

FTTC o Fibra hasta la Acera

Fibra hasta la Acera (FTTC) es un tipo de red FTTX donde la fibra llega hasta un punto cercano un conjunto de clientes con una distancia mayor a 1000 pies, y de allí se distribuye por cobre. Abastece de 10-100 hogares por fibra óptica, con un capacidad de 50Mbps [17]. Esta red se ilustra en la figura 2.5.

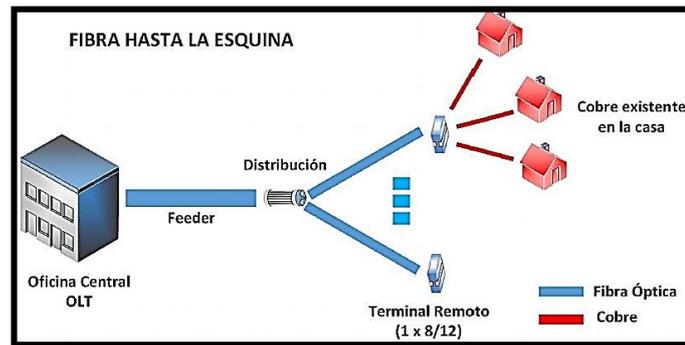


Figura 2.5: Red de FTTC.

Fuente: Diseño de una ODN para una red GPON en la localidad de Loja Noroccidente [16]

FTTB o Fibra hasta el edificio.

Fibra hasta el edificio (FTTB) es un tipo de red FTTX donde la fibra óptica se extiende hasta el edificio, donde se encuentran los suscriptores y se distribuye a los mismos, con medios no ópticos, se abastece hasta 32 hogares por fibra óptica y posee una capacidad de 100Mbps [17]. Esta red se ilustra en la figura 2.6.

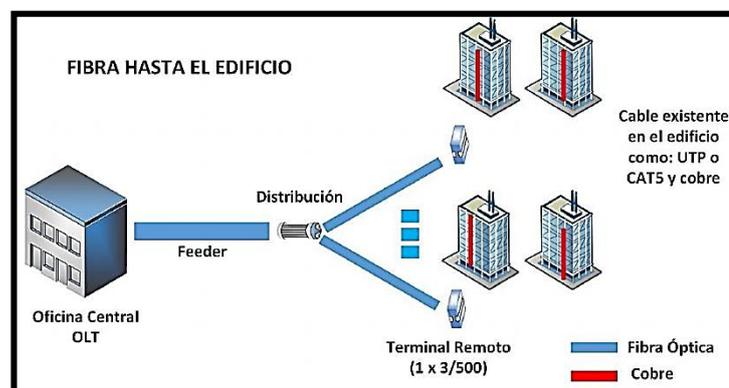


Figura 2.6: Red de FTTB.

Fuente: Diseño de una ODN para una red GPON en la localidad de Loja Noroccidente [16]

FTTH o Fibra hasta el hogar.

Fibra hasta el hogar (FTTH) es un tipo de red FTTX, donde la fibra óptica se extiende hasta el usuario final, se tiene un hogar por fibra óptica y con una capacidad de más de 100Mbps [17]. Esta red se ilustra en la figura 2.7.

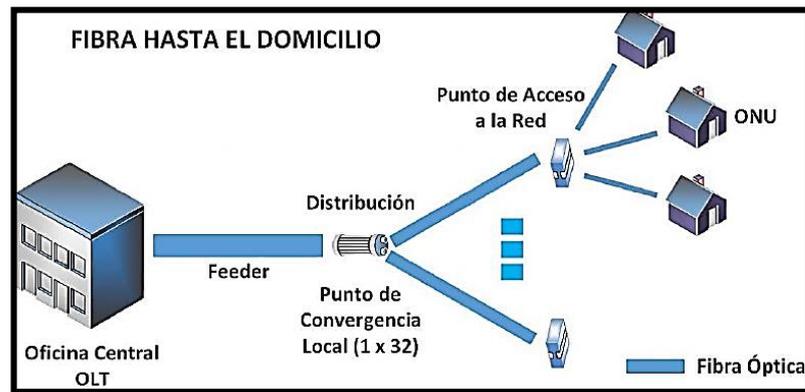


Figura 2.7: Red de FTTH.

Fuente: Diseño de una ODN para una red GPON en la localidad de Loja Noroccidente [16].

2.2.4 Tecnología GPON

La tecnología GPON (Gigabit Passive Optical Network) está conformada por un conjunto de recomendaciones definidas en la ITU-T 984.X para redes Gigabit PON. Entre sus principales características se tiene:

- Tasa de transmisión en bajada: 2.5 Gbps
- Tasa de transmisión en Subida: 1.25 Gbps
- Factor de splitteo 1:32 / 1:64 / 1:128 (en desarrollo)
- Eficiencia del 93% para todos los tipos tráfico de servicios.
- Transporte por medio de tramas GEM.
- Permite el transporte de señales CATV-RF.
- Provee un estándar para la protección de los puertos PON.
- Provee seguridad en Bajada por medio de AES.
- Provee un mecanismo de corrección de errores por FEC.

En la tabla 2.2 se resumen sus principales características.

Tabla 2.2: Principales características Técnicas del Estándar GPON.

Características		GPON
Estándar		ITU-T G.984
Ancho de Banda		Simétrico o asimétrico hasta 2.5/1.25 Gbps
Upstream (nm)		1490 (voz y datos IP) y 1.550 (video RF)
Transmisión		1.310
		ATM, Ethernet, TDM

Fuente: Características generales de una red de fibra óptica al hogar (FTTH) [18].

Recomendaciones ITU-T de GPON.

Las principales recomendaciones ITU-T de GPON se describen a continuación.

- **ITU-T G.984.1:** La recomendación ITU-T G.984.1 describe las características generales de una red GPON.
- **ITU-T G.984.2:** La recomendación ITU-T G.984.2 describe las especificaciones de parámetros de la ODN, especificaciones de puertos ópticos a 2.488 Gbps y especificaciones de puertos ópticos a 1.244 Gbps.
- **ITU-T G.984.3:** La recomendación ITU-T G.984.3 describe las especificaciones de la capa de transporte de GPON, arquitectura de multiplexación GTC y protocolos, definición de Trama GTC, registración y activación de las ONT, especificaciones de DBA, alarmas y rendimiento
- **ITU-T G.984.4:** La recomendación ITU-T G.984.4 está conformada por el formato de mensaje OMCI, trama de Administración de dispositivos OMCI, principio de funcionamiento de OMCI.

Parámetros Básicos de Rendimiento

GPON especifica siete velocidades de transmisión posibles:

- 0.15552 Gbit/s up, 1.24416 Gbit/s down
- 0.62208 Gbit/s up, 1.24416 Gbit/s down

- 1.24416 Gbit/s up, 1.24416 Gbit/s down
- 0.15552 Gbit/s up, 2.48832 Gbit/s down
- 0.62208 Gbit/s up, 2.48832 Gbit/s down
- 1.24416 Gbit/s up, 2.48832 Gbit/s down
- 2.48832 Gbit/s up, 2.48832 Gbit/s down

Máximo Alcance Lógico: 60 km

Máximo Alcance Físico: 20 km

Máxima Distancia Diferencial de Fibra óptica: 20 km [19].

2.2.5 Componentes de una Red GPON

Los componentes de una red GPON se encuentran definidos a continuación.

Terminación de Línea Óptica (OLT).

La Terminación de Línea Óptica (OLT) es un equipo concentrador activo que provee enlaces de fibra óptica hacia la red del operador, así como, enlaces de fibra óptica hacia los usuarios. Es el encargado de coordinar la multiplexación con la ONT.

Red Óptica de Distribución (ODN)

La Red Óptica de Distribución (ODN) está conformada por los elementos ópticos pasivos de la red, esto es:

- Fibras ópticas: Se utiliza el cable Feeder G.652D para redes de transporte y el cable G.657 para redes de acceso.
- Splitters pasivos: Los splitters pasivos son elementos ópticos pasivos que a través de una o varias entradas replican por sus salidas, la señal óptica o el impulso luminoso. Simultáneamente conforme sea la cantidad de salidas que tenga un splitter, aumenta los niveles de atenuación.
- Empalmes
- Conectores.

Equipos Terminales de Red (MDU)

Los Equipos Terminales de Red (MDU) proveen interfaces de fibra óptica hacia la red ODN, formado por cajas terminales ópticas (NAP), permite ofrecer servicio a múltiples usuarios o van integrados dentro de un armario, que se ubica en una zona común de un edificio para servicios corporativos.

Equipos Terminales de Usuario (ONT)

Los Equipos Terminales de Usuario (ONT) son los dispositivos de usuario, también conocidos como módems ópticos, proveen interfaces FE / GE, POTS y CATV-RF a los abonados. Trabaja en conjunto con OLT y proporciona a los usuarios varios tipos de servicios de como son VOIP, banda ancha, video conferencia, entre otros [16] [19].

2.2.6 Funcionamiento de una red GPON

El funcionamiento de una red GPON se describe en función del tráfico de datos Downstream o de bajada y Upstream o de subida.

Downstream.

Downstream se define como el tráfico de datos de bajada en la red GPON. Posee las siguientes características:

- La OLT envía el tráfico utilizando Broadcast.
- La red óptica es totalmente transparente al envío de datos.
- Cada ONT verifica su dirección en el encabezado de las tramas.
- Debido a que las ONTs reciben todo el tráfico, es necesario utilizar encriptación.
- La OLT determina y le notifica a las ONT los Time Slots para el envío de datos.

Además el funcionamiento se ilustra en la figura 2.8.

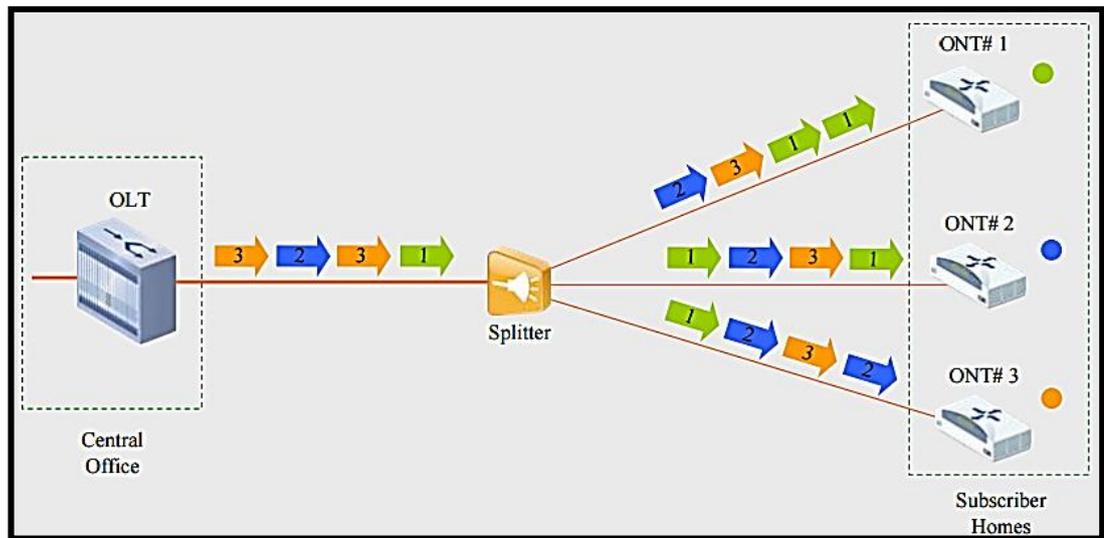


Figura 2.8: Funcionamiento de Downstream de red GPON.

Fuente: Funcionamiento de redes PON [20]

Upstream.

Upstream se define como el tráfico de datos de subida en la red GPON. Posee las siguientes características:

- La ONT toma el tráfico del puerto de usuario y lo mapea en tramas GEM.
- Los datos son transmitidos por medio de Time Slots asignados por la OLT.
- Es esquema de transmisión es TDMA.
- Se requiere un estado de sincronismo muy preciso para evitar colisiones.
- Por medio de DBA se mapea el ancho de banda para cada ONT.

El funcionamiento se ilustra en la figura 2.9 [20].

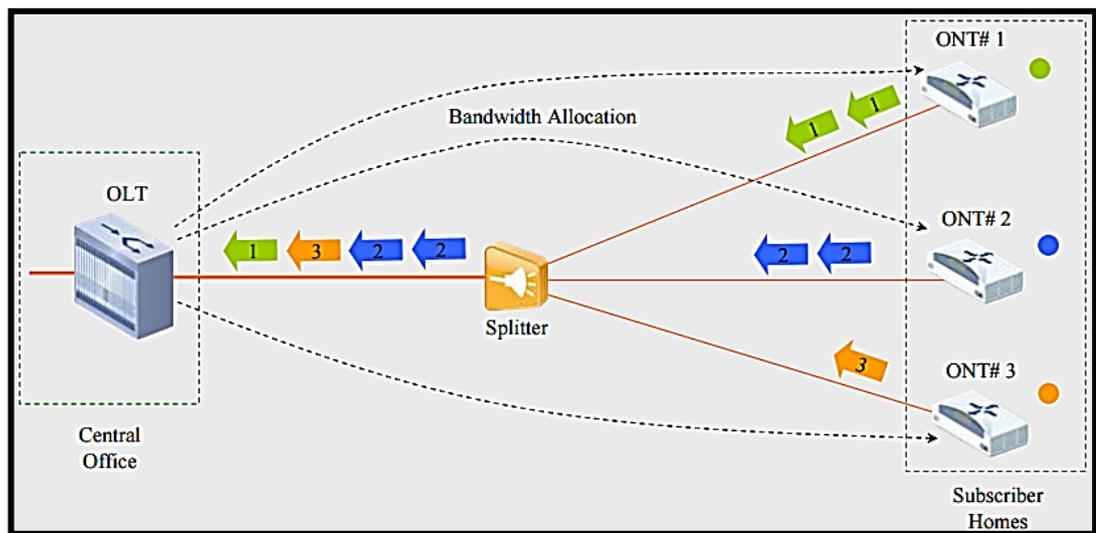


Figura 2.9: Funcionamiento de Upstream de GPON

Fuente: Funcionamiento de redes PON [20].

2.2.7 Televisión sobre el protocolo IP (IPTV)

Televisión sobre el Protocolo de Internet (IPTV), se puede definir como un sistema de distribución de contenidos de televisión y video hacia los usuarios a través de conexiones de banda ancha sobre el protocolo IP [21].

Esta tecnología transformará la televisión actual en una experiencia personalizada, mediante aplicaciones interactivas, donde los canales de televisión no necesariamente transmitirán la misma programación para todos los usuarios, ya que el usuario podrá solicitar que canales desea ver y en qué momento.

IPTV frente a otros sistemas de difusión

La principal diferencia entre IPTV y otros medios de difusión es la capacidad de brindar interactividad al usuario con aplicaciones que permiten una televisión personalizada.

A continuación en la tabla 2.3 se presentan algunas diferencias entre la Televisión Digital Terrestre (TDT), Televisión por Cable, Televisión vía WEB (Web-TV) e IPTV.

Tabla 2.3: IPTV frente a otros sistemas de difusión.

TDT	Televisión por Cable	Web-TV	IPTV
<ul style="list-style-type: none"> • El usuario requiere un sintonizador de TV digital. • El usuario está restringido a estar sujeto a la programación que proporciona el operador. • Utiliza un medio aéreo de transmisión VHF/UHF 	<ul style="list-style-type: none"> • Un sistema de cable por cobre solo puede transmitir información analógica. • Utilizan tecnología analógica a excepción de red troncal HFC. • El tipo de emisión es en Broadcast. • Transmisión unidireccional 	<ul style="list-style-type: none"> • Es de alcance mundial. • No garantiza calidad de servicio QoS. • Servicio orientado a PC. • Ancho de banda compartido con otros usuarios. 	<ul style="list-style-type: none"> • Programación personalizada. • Utiliza redes privadas de transmisión. • Las redes IPTV son completamente digitales. • Aplicaciones dinámicas gracias a técnicas de multicast. • Ancho de banda dedicado para cada usuario.

Fuente: Revista Tecnura [4].

2.2.8 Aplicaciones de IPTV

IPTV posee diferentes aplicaciones, las mismas que se describen a continuación.

Triple Play

Triple Play es una aplicación de IPTV, donde el proveedor de telecomunicaciones ofrece servicios de Telefonía, acceso a Internet y Televisión implementando una sola infraestructura de red y conexión de banda ancha. No se debe confundir la aplicación de triple Play por el conjunto de telefonía, internet ADSL y televisión por cable, en este caso solo se realiza una planilla única por los tres servicios.

Su finalidad no es solo ofrecer servicios de telefonía, televisión e Internet con una única facturación, sino de aprovechar los recursos de red para combinarlos inteligentemente para proveer muchas aplicaciones; por ejemplo, mientras se mira la televisión, también se podría contestar una llamada entrante o aceptar una invitación

de chatear, en el mismo terminal donde se mira la televisión, e incluso también se podrían realizar consultas en Internet usando el mismo terminal [4].

El desarrollo actual de las empresas proveedoras de servicios (empresas de telecomunicaciones, televisión por cable, televisión satelital, eléctricas, etc.) conlleva una solución única para varios problemas: el servicio telefónico, televisión interactiva y acceso a Internet, todo en un mismo servicio. La diferencia que distingue a la aplicación de Triple Play, consiste en que todos los servicios se brindan por un único soporte físico, ya sea cable coaxial, fibra óptica, cable de par trenzado, red eléctrica, o bien microondas [22]. En la figura 2.10 se ilustran los servicios de Triple Play.



Figura 2.10: Servicios de Triple Play.

Fuente: Implementación de IPTV a través de enlaces de internet de banda ancha [22].

Pay Per View (PPV)

Pay Per View (PPV) o también conocida como televisión a la carta o pago por evento, es una aplicación en la cual el usuario puede solicitar a su proveedor de servicio, a través de un costo específico, el acceso a los contenidos de los eventos en vivo: conciertos musicales, programas deportivos, o si lo requiere el contenido programático de un canal completo. A diferencia de los sistemas de video a la carta o VOD, la señal se transmite de forma simultánea para todos los compradores, el canal empleado puede ser tanto digital como analógico y el usuario no recibe la señal o la recibe distorsionada en tanto no efectúa la compra. Ésta se puede realizar de manera automática, con el mando a distancia a través del mismo equipo Set Top Box (STB) [4].

Guía de Programación Electrónica

Guía de Programación Electrónica (EPG) es una aplicación de IPTV que se identificada como un portal que permite al usuario chequear y seleccionar de una lista de posibles medios de televisión. Los sistemas EPG pueden ser desde una lista simple de selección de canales a filtros interactivos que dinámicamente permiten al usuario, filtrar su contenido a través de temas, horarios y otros criterios [23]. En la figura 2.11 se ilustra una interfaz de EPG.

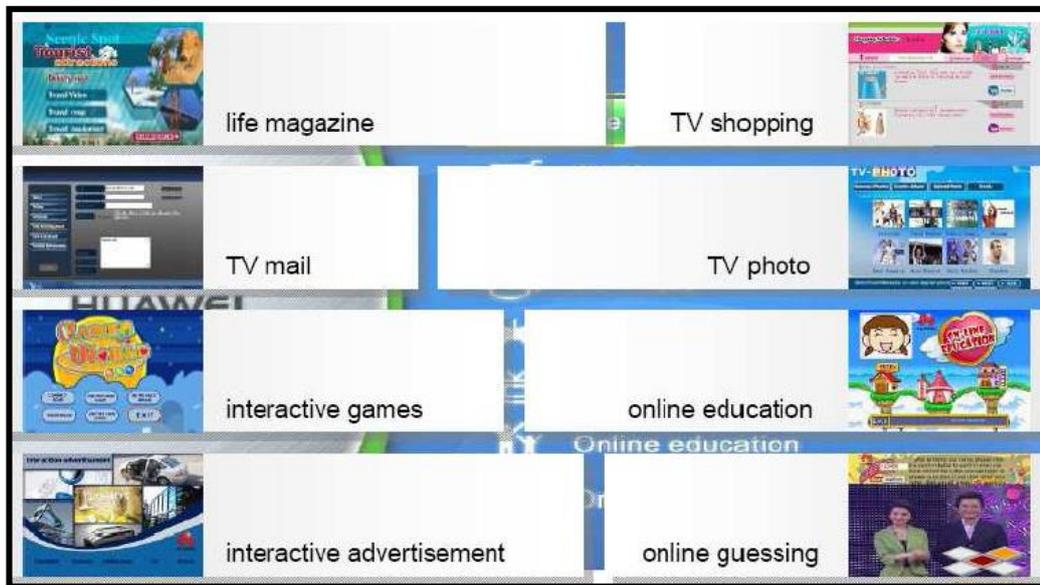


Figura 2.11: EPG.

Fuente: Diseño de un sistema de televisión sobre IP para la empresa portadora Telconet, para la zona urbana del distrito metropolitano de Quito [23].

Juegos

La aplicación de juegos pueden ser administrados por los sistemas IPTV y pueden ser programas de juego (descargables), juegos en línea o juegos o apuestas de redes multiusuarios [23].

TV en vivo

TV en vivo es una aplicación de IPTV que permite a los usuarios acceder a cualquier momento a la programación de eventos en vivo.

Pausa TV

Pausa TV o Time-shift es una aplicación de IPTV que permite a los usuarios pausar el canal que están viendo actualmente y reanudar la reproducción unos minutos más tarde desde el punto en que se detuvo. Después de reanudar, los usuarios pueden avanzar rápidamente hasta el punto en el que se reúnen con la emisión.

Start-Over TV / Re-Start TV

Start-Over TV / Re-Start TV es una aplicación de IPTV que permite observar la parte inicial de un programa perdido. Los usuarios que se sintonizan en un programa con unos minutos de retraso pueden ver el programa desde el principio utilizando el TV de reinicio.

Rewind TV

Rewind TV es una aplicación de IPTV que permite reproducir la escena que acaba de ser transmitida en el canal que se está viendo, como; la última puntuación durante una emisión deportiva, o esa secuencia importante pérdida debido a una distracción.

Catch-up TV / Replay TV

Catch-up TV / Replay TV es una aplicación de IPTV que permite retroceder la EPG haciendo que el contenido pasado de difusión este disponibles. Además de la flexibilidad de la programación, el televisor catch-up permite realizar peticiones con el control tradicional sobre la reproducción del contenido con opciones de pausa, avance rápido y rebobinado.

NPVR

NPVR es una aplicación de IPTV que proporciona un grabador de vídeo personal basado en la red. Los usuarios pueden configurar sus programas favoritos para que sean grabados para verlos más tarde. Además permite cifrar el contenido por evento o por sesión [24].

2.2.9 Descripción de un sistema IPTV.

Un sistema de IPTV está compuesto por un conjunto de procesos y aplicaciones. El principal elemento es la fuente de contenido, la misma que puede ser de tipo satelital, terrestre o por cable. Si el contenido no está codificado se debe realizar una adquisición

del contenido en la cabecera de IPTV, en la caso de que la fuente sea satelital, el contenido deberá pasar por un equipo denominado IRD, después, por un codificador que comprima el contenido al formato de compresión deseado, puede ser, MPEG-2, MPEG-4, entre otros, este contenido debe ser encapsulado para que pueda transmitirse en tramas IP sobre la red, esto se realiza mediante un equipo denominado Encapsulador, Streamer o Servidor de Transmisión, que en conjunto con los protocolos de IPTV, se encarga de transmitir el contenido a tiempo real a los suscriptores. A este contenido dependiendo de la elección del operador se le puede añadir las aplicaciones propias de IPTV que se alojarán en servidores, entre los más característicos se encuentran: CAS/DRM, VOD, NPVR, Servidor de Facturación, Middleware, Servidor de Publicidad. Todos estos servidores trabajando en conjunto en la cabecera de IPTV hacen el servicio sea sumamente interactivo y muy rentable para el operador.

Por otro lado, el cliente de IPTV también debe poseer un equipo denominado STB, este equipo funciona como un decodificador que adquiere las señales en formato IP y las visualiza en el televisor, además le añade características multimedia al televisor.

En la figura 2.12 se ilustra un diagrama de bloques de un sistema de IPTV, en donde se detallan cada uno de sus elementos.

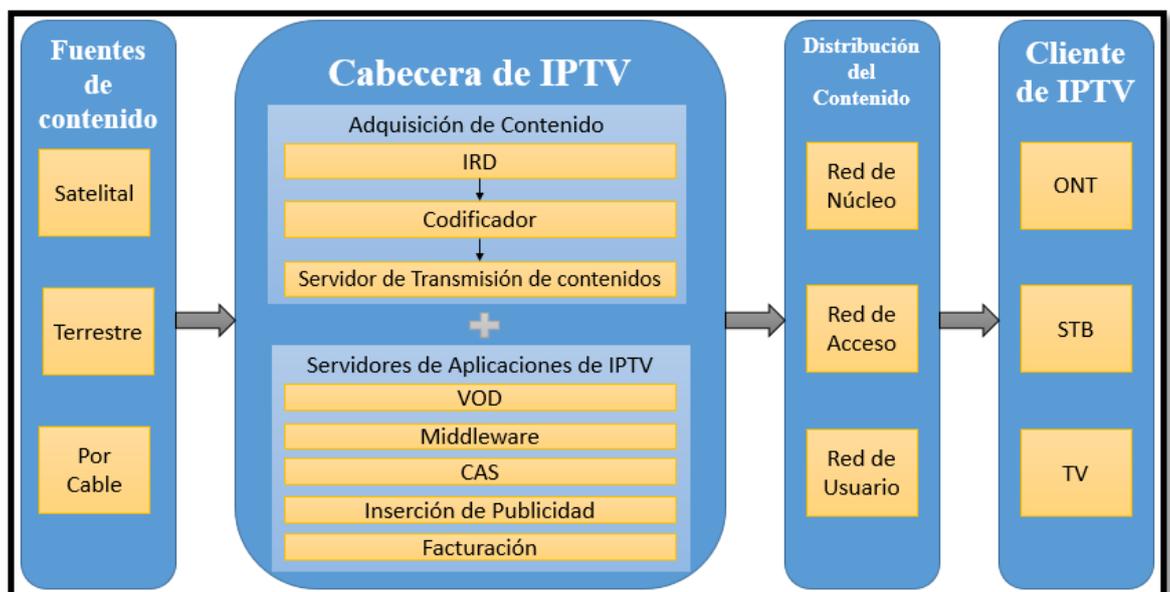


Figura 2.12: Diagrama de Bloques de un sistema de IPTV.

Fuente: Autor.

2.2.10 Fuentes de Contenido.

Las fuentes de contenido pueden ser de tipo satelital, terrestre y por cable. En caso de que el contenido ya se encuentre codificado se han establecido estándares para el contenido de video digital, según regiones de mundo y el tipo de fuente de contenido.

Para la emisión de programas digitales se emplean cuatro estándares diferentes en todo el mundo que compiten entre sí. En la figura 2.13 se ubican los países con su respectivo estándar para televisión digital terrestre.

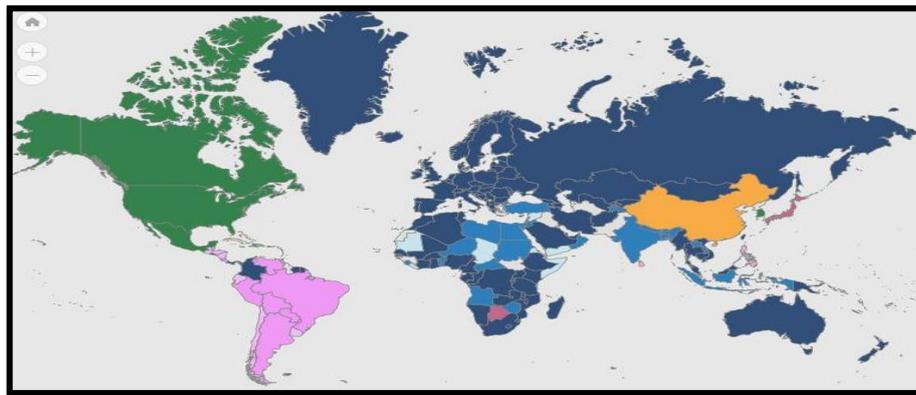


Figura 2.13: Localización de Estándar de Televisión Digitales.

Fuente: <http://es.dtvstatus.net/#dtv> [25].

En la tabla 2.4 encuentra el estándar de televisión digital con su respectivo lugar de origen, aún existen países que no adoptan un estándar en específico.

Tabla 2.4: Lugar de Origen de Estándar de televisión Digital.

Color	Estándar	Lugar de Origen
Azul	DVB	Europa
Verde	ATSC	EEUU
Naranja	DMB	China
Rosado	ISDB	Japón

Fuente: <http://es.dtvstatus.net/#dtv> [25].

Estándar ATSC

El estándar ATSC se estableció en Estados Unidos en 1982, por el Comité de Sistemas Avanzados de Televisión (ATSC-Advanced Television Systems Committe). En este estándar se describe un sistema para transmisión de audio, video y datos, a través de

un canal de 6 MHz de ancho de banda, el cual puede transportar datos a una velocidad de hasta 19.39 Mbps, en el que se puede transportar múltiples programas de Televisión Digital Estándar o un solo programa de Televisión de Alta Definición. El estándar ATSC deriva en tres sistemas, detallados en la figura 2.14:

- Compresión y Codificación de las fuentes.
- Transporte y multiplexación de los servicios.
- Transmisión de radio Frecuencia.

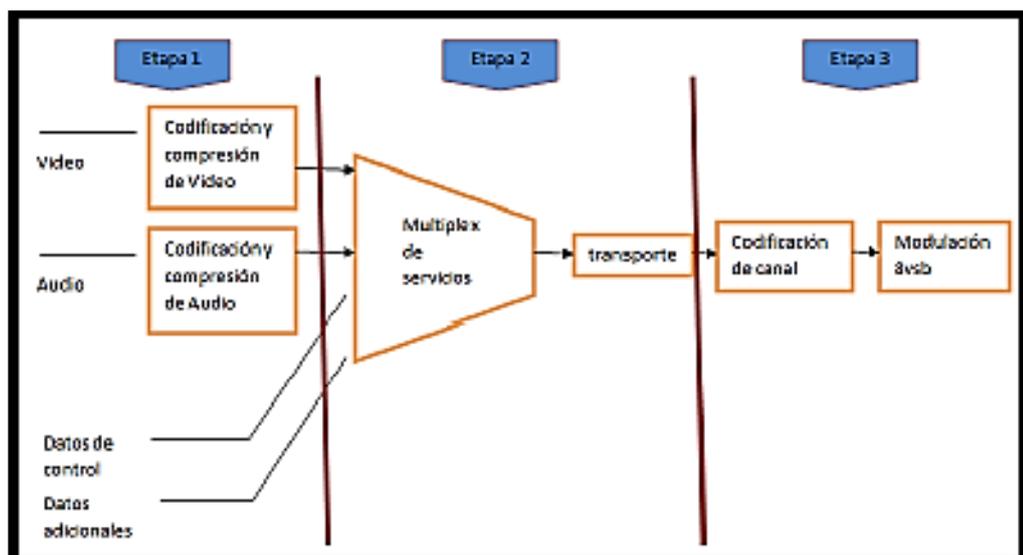


Figura 2.14: Sistema ATSC.

Fuente: Evaluación de los Estándares Digitales que actualmente usan las operadoras de audio y video por suscripción [26].

Estándar DVB

El estándar DVB (Digital Video Broadcasting) es un grupo de radio difusión digital de video, el cual está formado por más de 300 miembros de más de 30 países, especialmente de Europa. Este estándar tiene como características principales:

- Estándar de compresión de audio y video MPEG-2.
- Proporciona técnicas de modulación y métodos de codificación para corrección de errores en sistemas por satélite terrestres y por cable.
- Proporciona formatos para inserción de datos en el canal de transmisión.

- Ancho de banda de 6, 7 u 8 MHz.
- Programación múltiple con calidad estándar.
- Interactividad sin descartar la alta definición.
- Recepción Móvil.

Modulaciones del Estándar DVB

- DVB-S: QPSK
- DVB-C: 64-QAM
- DVB-T: COFDM [26].

En la figura 2.15 se ilustran las etapas de un sistema DVB terrestre.

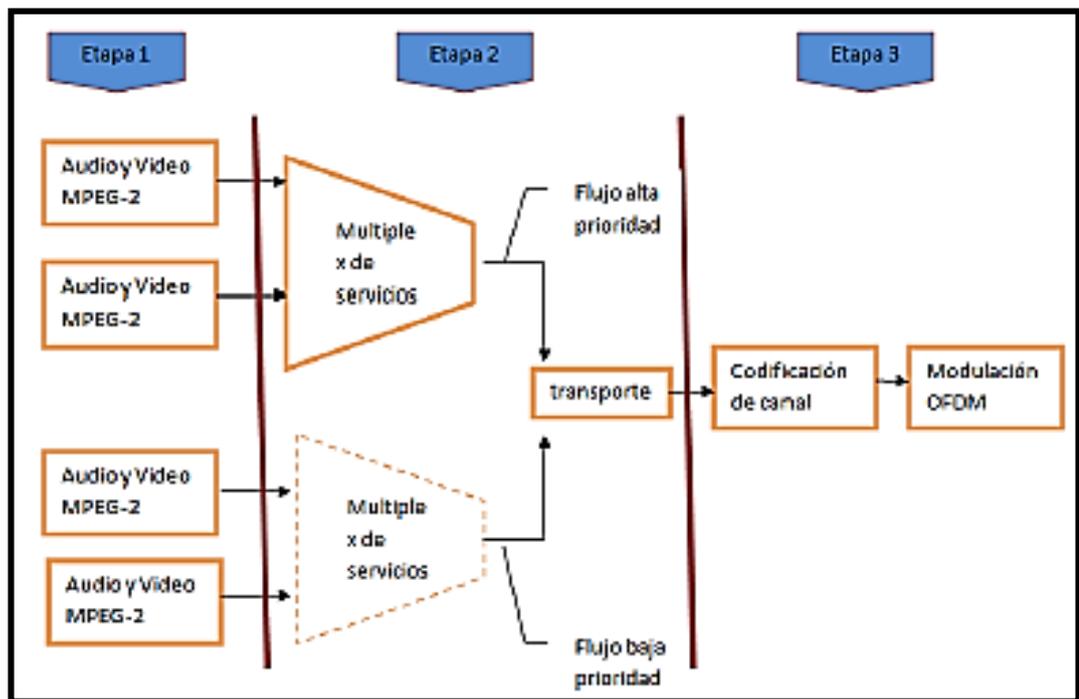


Figura 2.15: Sistema DVB-T.

Fuente: Evaluación de los Estándares Digitales que actualmente usan las operadoras de audio y video por suscripción [26].

Comparación entre Estándares de Televisión Digital

En la tabla 2.5 se describen las ventajas de los estándares de Televisión Digital ATSC, ISDB, DVB y SBTVD [26].

Tabla 2.5. Ventajas y Desventajas de los estándares de Televisión Digital.

	Ventajas	Desventajas
ATSC	Gran cobertura y receptores de bajo costo	Movilidad en el proceso de implementación, definición por encima de interacción.
ISDB	Robusto y flexible, permite diversos servicios con modulación independiente.	Costo elevado
DVB	Muy interactivo, inclusivo	Mala recepción en movimiento.
SBTVD	No es sensible al ruido impulsivo	Costo elevado.

Fuente: Evaluación de los Estándares Digitales que actualmente usan las operadoras de audio y video por suscripción [26]

Estándares de Televisión Digital en función del medio de acceso satelital, terrestre o por cable.

Para determinar si el estándar es de tipo satelital, terrestre o por cable se le añade la letra S, T, C, respectivamente, como se indica en la tabla 2.6.

Tabla 2.6: Estándares en función del medio de acceso.

	Satelital	Terrestre	Por Cable
DVB	DVB-S1,S2	DVB-T	DVB-C
ATSC	ATSC-S	ATSC-T	ATSC-C
SBTVD	SBTVD-S	SBTVD-T	SBTVD-C
ISDB	ISDB-S	ISDB-T	ISDB-C

Fuente: Autor.

2.2.11 Adquisición del contenido de IPTV

Para la adquisición de contenido intervienen elementos como un Receptor Decodificador Integrado (IRD), Codificador y Encapsulador, los mismos que se describen a continuación.

IRD

El receptor decodificador integrado (IRD), obtiene la señal de imagen y sonido que llega a su entrada, procedente de uno de los sistemas digitales; demodula y decodifica la señal digital y dependiendo del origen de dicha señal se tiene tres tipos:

- IRD satélite que demodula QPSK.
- IRD cable que demodula QAM.
- IRD terrestre que demodula COFDM.

La señal procedente de la toma de usuario o de la antena, se introduce en un sintonizador cuya función es elegir un canal y convertirlo a una frecuencia fija para ser filtrado adecuadamente, evitando interferencias de canales adyacentes. Sigue con un demodulador específico del medio utilizado y se decodifica y detectan/corrigien errores producidos en la transmisión; a continuación, se demultiplexa y se elige el programa deseado del canal sintonizado, dirigiéndose a un circuito de desem-brollado o descriptado mediante una detección de acceso condicional en función de que el canal sea de pago o libre. En la figura 2.16 se ilustra un diagrama de bloques genérico de un IRD.

Los receptores digitales utilizados para la televisión de pago, pueden tener las siguientes interfaces:

- Interfaz de tarjeta de abonado: La interfaz de tarjeta de abonado permite al usuario acceder a los servicios digitales de un determinado radiodifusor.
- Interfaz de tarjeta bancada: La Interfaz de tarjeta bancada permite hacer pagos por visión o compras desde el domicilio.
- Interfaz de acceso condicional: La Interfaz de acceso condicional permite que el descriptador del sistema no forme parte del IRD, y pueda ser incorporado por el usuario o el radiodifusor (sistema MULTICRYPT) [27].

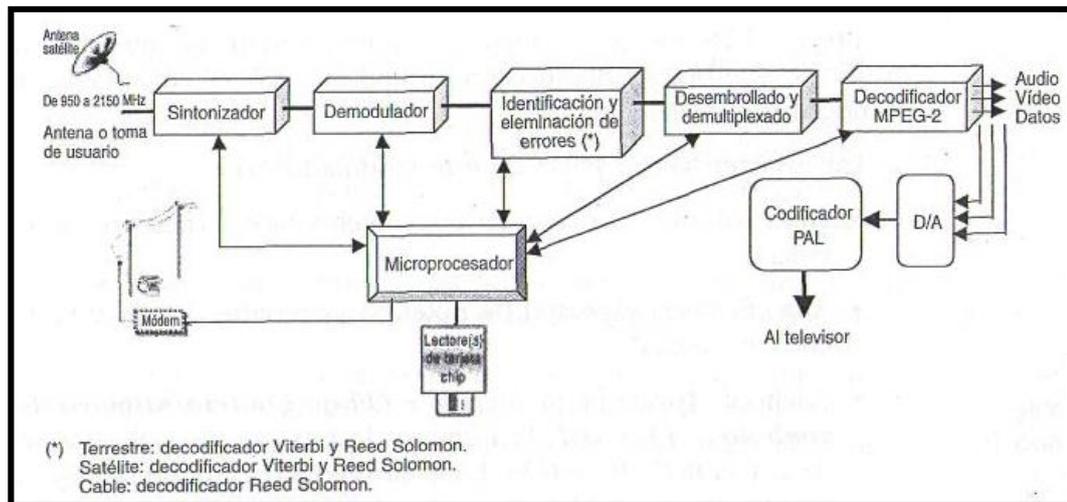


Figura 2.16: Diagrama de Bloques Genérico de un IRD.

Fuente: Diagramas de bloques genérico de un receptor digital (IRD). [27].

Codificador

El codificador es un dispositivo que se utiliza para digitalizar y comprimir el video analógico obtenido, la elección del códec tiene mucha importancia, porque determina la calidad del video final, la tasa de bits que se enviarán, la robustez ante las pérdidas de datos y errores, el retraso por transmisión, etc.

La efectividad de una técnica de compresión de imágenes viene dada por la relación de compresión, que se calcula como el cociente entre el tamaño del archivo de la imagen original, sin comprimir y el tamaño del archivo de la imagen resultante comprimida. A mayor relación de compresión se consume menos ancho de banda manteniendo un número de imágenes por segundo determinado [28].

Estándares de compresión de video

Los Estándares de compresión de video utilizados para video según el comité del organismo ISO, Moving Picture Expert Group (MPEG) son los siguientes: MPEG-1, MPEG-2, MPEG-4. Los estándares MPEG son genéricos y universales en el sentido que simplemente especifican una sintaxis de la trama para el transporte de los datos obtenidos mediante los algoritmos de compresión de video y audio, no estando definidos los procesos de compresión.

- **MPEG-1:**

El estándar MPEG-1 logra calidad similar a VHS, y además es compatible con todos los ordenadores y casi todos los DVD. En la figura 2.17 se ilustra el diagrama de bloques de un generador de Streams MPEG-1.

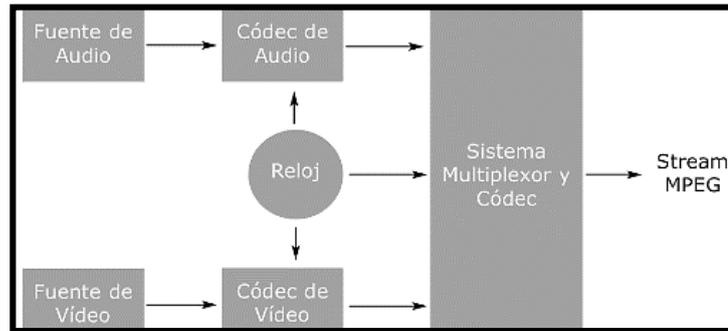


Figura 2.17: Generador de Streams MPEG-1.

Fuente: IPTV, la televisión por Internet [29].

- **MPEG-2:**

El estándar MPEG-2 es el usado en los DVD y permite imagen a pantalla completa con buena calidad SD.

MPEG-2 permite la combinación de uno o varios streams elementales de video y audio, así como otros datos, en uno o varios streams que se o transmitir o almacenar, esto se especifica en dos formas: el denominado Program Stream (PS) y el denominado Transport Stream (TS). Cada uno de ellos es optimizado para un conjunto de aplicaciones diferentes, como se muestra en la figura 2.18.

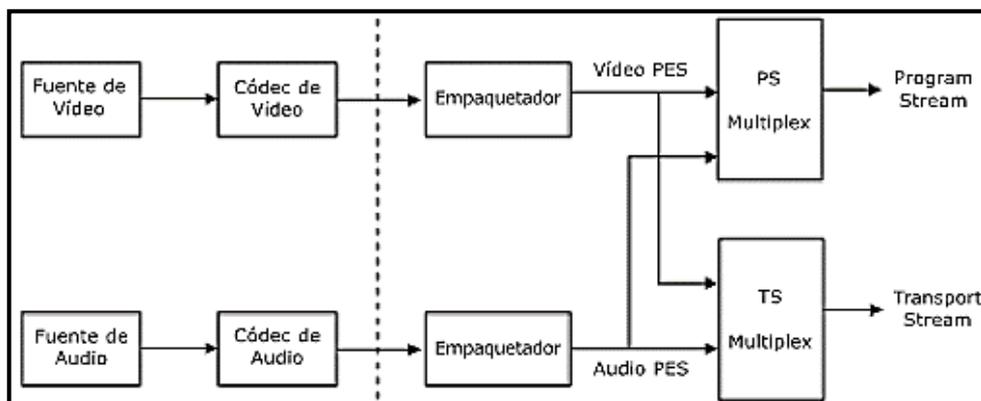


Figura 2.18: Generador de Streams MPEG-2.

Fuente: IPTV, la televisión por Internet [29]

- **MPEG-4 parte 2:** El estándar MPEG-4 ofrece una calidad mejorada respecto a MPEG-2.

- **MPEG-4 parte 10:**

El estándar MPEG-4 parte 10 fue adoptado bajo el nombre ITU-T H.264 por la ITU-T y la ISO/IEC bajo el nombre MPEG-4 parte 10 Códec de Video avanzado (AVC) y de aquí surgió el nombre híbrido H.264/ MPEG-4 AVC.

Constituye la tecnología de compresión de nueva generación en el estándar MPEG-4. H.264 se puede alcanzar la mayor calidad posible en MPEG-2 pero con la mitad de tasa binaria y aumentar la complejidad de diseño. Permite distribuir calidad de video excelente a través de todo el espectro posible comprendido entre 3G y HD (desde 4.Kbps hasta 10Mbps).

Cuenta además con especificaciones simples de su sintaxis, lo cual proporciona una mejor integración con todos los protocolos actuales y arquitecturas múltiples. Esto permite incluir otras aplicaciones, tales como transmisión de video y video conferencia en redes fijas e inalámbricas y sobre diferentes protocolos de transporte.

El estándar H.264 cuenta con los mismos elementos o bloques funcionales que sus antecesores, ya que también adopta un algoritmo híbrido de predicción y transformación para la reducción de la correlación espacial y de la señal residual, control de la tasa binaria, predicción por compensación de movimiento para reducir la redundancia temporal. Sin embargo, lo que hace que este estándar proporcione mayor eficiencia de codificación es la manera en que opera cada bloque funcional. Por ejemplo. El estándar H.264 incluye predicción intra cuadro, característica única de este estándar; transformación por bloques de 4x4 muestras, cuyos coeficientes transformados resultan enteros (anteriormente, se incluía transformación de 8x8 muestras), precisión de un cuarto de pixel para la compresión de movimiento [29].

Encapsulador, Gateway ASI-IP o Live TV Streamer

El Encapsulador, Gateway ASI-IP o Live TV Streamer es un equipo conocido bajo diversos nombres, en este proyecto se le denomina Servidor de Transmisión de Contenidos, se encarga de recibir una señal de los codificadores llamada señal digital ASI y funciona como una clase de Gateway que se encarga de encapsular el contenido

y transmitirlo a tiempo real en formato IP hacia el usuario final por medio de la red de distribución, preservando el formato de codificación establecido.

Si el contenido se adquiere directamente de un satélite cuyos canales ya han sido codificados, se encarga de convertir la señal DVB-ASI recibida, mediante un sintonizador o tuner DVB-S1, S2 a formato IP, este tuner capta la señal de los distintos transpondedores del satélite, para que sea transmitida por el protocolo de Internet. La cantidad de canales que el equipo sea capaz de transmitir depende del número de tuners que posea, mientras más tuners, mas transpondedores se podrán conectar. Y cada transpondedor posee cierta cantidad de canales, según las especificaciones del satélite, en ocasiones el contenido viene cifrado del transpondedor, por lo que es necesario incluir en el equipo un módulo CAM (Conditional Access Module), en este caso la cantidad de canales se limita, debido a que un CAM profesional es capaz de procesar de a 10 canales por módulo [30] [31].

Además ciertos proveedores suelen incluir tanto el codificador como el encapsulador en el mismo equipo, pero si la señal proveniente ya está codificada, únicamente es necesario un encapsulador. En la figura 2.19 se muestra un ejemplo de un equipo Gateway DVB a IP de tuners con módulos CAM.



Figura 2.19: DVB a IP Gateway de tuners con módulos CAM.

Fuente: http://www.netup.es/iptv_combine_8x.php [32]

2.2.12 Servidores de Aplicaciones de IPTV

Los diferentes Servidores de Aplicaciones de IPTV se describen a continuación.

Servidor de VOD.

El Servidor de Video sobre Demanda (VOD) se define como un Servicio de IPTV que permite a los usuarios elegir contenidos de televisión desde una EPG, como series, programas, novelas y películas, entre otros.

A través del servicio de VOD (Video bajo Demanda) de IPTV, los usuarios pueden elegir sus productos desde una lista o catálogo en la que pueden encontrar información relacionada, seleccionar el contenido de su interés, descargarlo en el STB (PVR) o guardarlo en la red (NPVR) y visualizarlo en un televisor o un computador.

El sistema de video sobre demanda común se ve afectado por los siguientes problemas causados por la saturación de la información [33]:

- Retardos por cambio de canal.
- Baja probabilidad de encontrar contenidos de interés para los usuarios.
- Categorización de contenidos insuficiente para gustos variados y específicos.
- La cantidad de información presentada en pantalla es reducida y los contenidos pueden perder visibilidad.

Para solucionar estos problemas es necesaria la implementación de estrategias que faciliten el acceso a información personalizada que corresponda a las preferencias de cada persona, mediante la integración de servicios interactivos, los mismos que pueden clasificarse en dos tipos así: 1) asociados y 2) no asociados al contenido. Los asociados extienden la información presentada en cada contenido o se refieren específicamente a uno en particular, por ejemplo, el servicio de “valoraciones” que permite al usuario calificar la calidad de un contenido. Los no asociados no necesariamente extienden la información tratada en un contenido, aquí se encuentran servicios que están de acuerdo a la tendencia de la Web 2.0 como: chat, noticias, foros y wikis, entre otros, y sirven para la circulación de información y generación colaborativa de conocimiento [33].

Además los servidores de VOD interactivos tienen incluido un servidor de NPVR, y permite aplicaciones como Time-shifting, Start Over, Pause TV, Catch-Up TV, con la participación del protocolo RTSP, las aplicaciones han sido definidas en el apartado 2.2.8 de este capítulo.

Middleware.

Middleware es un sistema de tipo software, es el elemento clave de una solución IPTV, debido a que genera la interfaz de usuario y le provee acceso a los medios multimedia

y a los servicios interactivos del sistema. Un sistema middleware eficiente debe poseer varias de las siguientes características:

- Debe estar disponible para televisores y PCs.
- Arquitectura sólida para un mejor rendimiento y confiabilidad del crecimiento.
- Incluir varias interfaces definidas diseñadas en formatos SD y HD, que puedan ser personalizadas.
- Permitir a los operadores crear interfaces de acuerdo a sus preferencias de marketing o estrategias regionales.
- Poseer amplia integración con la mayoría de STB y sistemas de CAS/DRM.
- Poseer opciones de publicidad
- Integrarse con sistemas de facturación
- Aplicaciones de usuario como: EPG animado, Picture in Picture (PIP), canales favoritos, gestión de suscripción, control parental, recordatorios, configuraciones de usuario como personalización del perfil, multi lenguaje, VOD, Time Shift TV, Live Pause TV, NPVR, Estadísticas de usuario [34].

En la figura 2.20 se ilustra un ejemplo de interfaz de middleware.

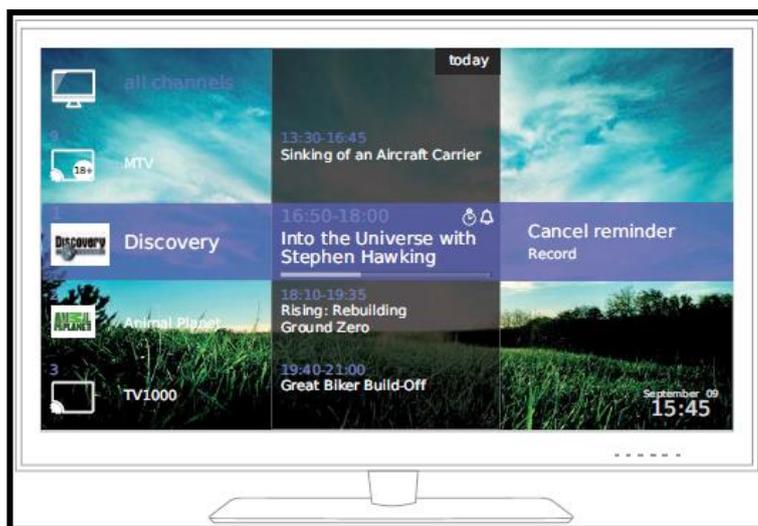


Figura 2.20: Middleware en TV.

Fuente: http://www.netup.es/iptv_combine_8x.php [32]

Servidor de CAS.

El Sistema de Acceso Condicionado es un sistema completo para garantizar que los servicios de radiodifusión sólo sean accesibles para quienes tienen derecho a recibirlos. El sistema generalmente consta de tres partes principales: scrambling de la señal, encriptación de las llaves electrónicas para el espectador y el sistema de gestión de suscriptor, que garantiza que los espectadores con derecho a mirar el contenido bajo scrambling estén habilitados para hacerlo [35].

- **Scrambling:**

Scrambling es el proceso de hacer que el sonido, las imágenes y los datos sean ininteligibles, como se muestra en la figura 2.21.

Después de descodificar, los defectos en el sonido y las imágenes deben ser imperceptibles [35].



Figura 2.21: Scrambling de una señal.

Fuente: http://www.bridgetech.tv/pdf/whitepaper_CAS.pdf [36]

- **Encriptación:**

Encriptación es el proceso de proteger información que se considera importante mediante claves secretas, con el fin de que no sea accesible para terceros. La información debe ser transmitida en formato scrambling hasta el descrambler para luego ser transmitidas al usuario final. En la figura 2.22 se muestra el diagrama de bloques de los procesos de Scrambling y Encriptación de un sistema CAS.

El propósito principal de un CAS para difusión es determinar cuál STB, debe estar habilitado para entregar un servicio de programación particular a los espectadores, las razones por la cual el acceso debe ser restringido son:

- Para hacer cumplir los pagos por los espectadores que desean tener acceso a programas o servicios de programas específicos
- Restringir el acceso a una zona geográfica determinada debido a consideraciones relativas a los derechos de programa, el control territorial puede hacerse cumplir si el receptor dispone de un sistema GPS integrado.
- Para facilitar el control parental, es decir, para restringir el acceso a ciertas categorías de programas.

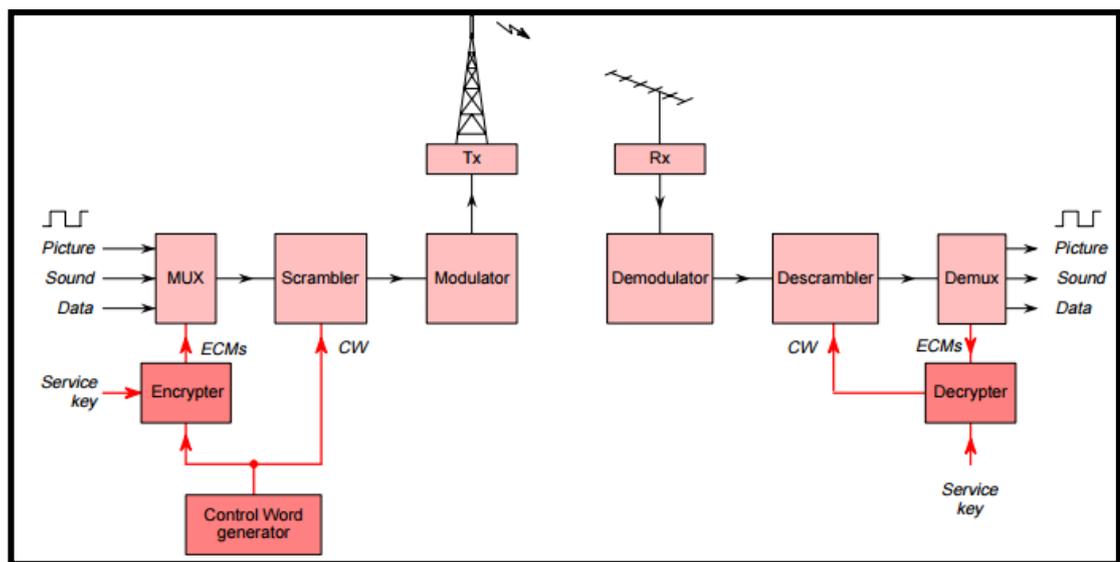


Figura 2.22: Sistema CAS básico.

Fuente: Modelo de Funcionamiento de CAS [35].

Desde el punto de vista de coexistencia de sistemas, los sistemas de acceso condicional se pueden dividir en dos tipos:

- Simulcrypt: Simulcrypt es un sistema donde el contenido se protege con dos sistemas de acceso condicional de forma simultánea. Normalmente el parque de receptores es diferente.
- Multicrypt: Multicrypt es un sistema que permite la implementación simultánea de varios CAS en el mismo dispositivo con el fin de proteger contenidos diferenciados.

Los sistemas de acceso condicional requieren de diversos elementos que se distribuyen entre la cabecera de TV digital y el descrambling digital, atendiendo al grado de

integración en los receptores digitales, estos sistemas pueden estar en un módulo externo o estar embebidos (con tarjeta inteligente o chip ensamblado) y ser genéricamente de los siguientes tipos:

- **Sistemas basados en la Interfaz Común del DVB (DVB-CI):**

Los Sistemas basados en la Interfaz Común del DVB (DVB-CI) se definen cuando el sistema de acceso condicional reside en un módulo Interfaz Común (CAM) externo, que se inserta en una ranura normalizada del DVB-CI en el decodificador. A su vez, la Interfaz Común puede disponer de una tarjeta chip externa para almacenar parte del sistema de acceso condicional o tenerlo todo integrado en el módulo CAM.

- **Sistemas basados en una tarjeta inteligente:**

Los Sistemas basados en una tarjeta inteligente se caracterizan cuando la seguridad está repartida entre un sistema de software y una tarjeta inteligente extraíble. La parte esencial del sistema de acceso condicional reside, por razones de seguridad, en una tarjeta inteligente del tipo ISO7816. El decodificador traslada la información que proviene del operador a la tarjeta, y sigue las órdenes que provienen de la misma. El decodificador requiere de una ranura para interfaz ISO7816 en donde se inserta la tarjeta y de la integración de un módulo software antes indicadas.

- **Sistemas basados en un chip:**

Los sistemas basados en un chip se caracterizan cuando el sistema de acceso condicional o parte de él está integrado en un chip, el cual, a su vez, debe ser integrado en el hardware del decodificador. No se requieren de elementos externos al decodificador. Todas las actualizaciones y gestión del sistema se realizan vía las propias emisiones del canal de televisión. También pueden estar alojados en las tarjetas CAM.

- **Sistemas basados en tarjeta inteligente virtual:**

Los Sistemas basados en tarjeta inteligente virtual son aquellos donde el STB tiene conectividad IP, disponiendo de un canal dedicado, permanente y seguro, entre el terminal y la red interactiva. Este canal permite realizar una función equivalente a la de la tarjeta inteligente, pero donde las operaciones de obtención de derechos se

realizan en la red, en un servidor especial que provee el proveedor de la solución CAS [37].

Servidor de inserción de publicidad.

El Servidor de inserción de publicidad es un sistema de publicidad avanzada que permite a los proveedores de servicios aumentar la rentabilidad mediante la adición de un valor superior a la publicidad televisiva, mediante herramientas intuitivas para planificar, gestionar campañas de publicidad, interactuar y dirigir la publicidad, simplifican el tráfico y la facturación y hacen posible las campañas de publicidad que abarcan múltiples modos de entrega y consumo [38]. La publicidad es insertada en el contenido mediante el siguiente proceso [39]:

- La señal proveniente de la fuente de contenidos pasa por un equipo conocido como Splicer, en donde mediante una bandera o marcador se determinan las secciones designadas donde se insertará la publicidad.
- Por otro lado un servidor conocido como Adserver tiene la función de almacenar la publicidad y enviarla al Splicer.
- Luego el Splicer, inserta la publicidad del servidor en el contenido de IPTV.
- Además, el sistema de publicidad está conformado por un software de administración que asegura que la publicidad sea insertada en los streams IPTV y slots de tiempo correctos.
- El sistema de inserción de publicidad hace uso de herramientas de detección del grado de interés del consumidor, para que el operador pueda seleccionar la publicidad de acuerdo a las preferencias del consumidor.
- Dependiendo del proveedor de sistemas de publicidad, se puede incluir todos estos procesos en un solo equipo o a su vez se puede incluir un servidor de publicidad en el mismo servidor de transmisión de contenidos.

En la figura 2.23 se ilustra la arquitectura de un sistema de publicidad.

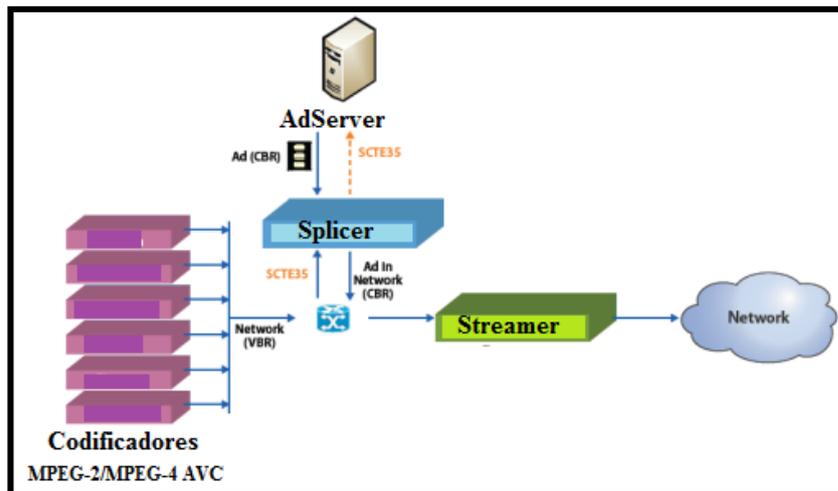


Figura 2.23: Sistema de Inserción de Publicidad.

Fuente: Prostream 2000 Guía de Instalación [39].

Servidor de facturación.

Un servidor de facturación es un sistema de software diseñado para realizar tareas de facturación en los servicios de IPTV y posee herramientas que ayudan al operador para la gestión y recaudación de ingresos económicos de los clientes. Un sistema de facturación debe cumplir con las siguientes funciones:

- **Calificación y facturación:** Esto implica calificar el uso de productos o servicios y producir facturas mensuales.
- **Procesamiento del pago:** Contabilización de los pagos del cliente a la cuenta del cliente.
- **Control de créditos y cobros:** Hacer un seguimiento de los pagos pendientes y tomar las acciones apropiadas para obtener los pagos.
- **Disputas y ajustes:** Esto implica registrar las disputas de los clientes contra sus facturas y crear ajustes para reembolsar el importe disputado para resolver las disputas.
- **Servicios prepago y postpago:** Se trata de apoyar tanto la base de clientes prepago como postpago.

- **Multilingüe y múltiples monedas:** multilingüe y múltiples monedas de apoyo es necesario si el negocio se extiende por todo el mundo y tienen clientes multinacionales o si las regulaciones gubernamentales la exigen.
- **Productos y servicios:** Es una forma flexible de mantener varios productos y servicios y venderlos individualmente o en paquetes, entre estos se puede encontrar servicios como VOD, PPV y paquetes de Live TV.
- **Aplicaciones de descuento:** Define varios esquemas de descuento para reducir la rotación de clientes y atraer y aumentar la base de clientes.

Además un sistema de facturación de IPTV puede combinar la televisión digital, el teléfono, la transmisión de datos y los servicios de información en un único sistema de facturación, debido a que en triple play la información se transmite por un mismo medio [40] [41].

2.2.13 Requerimientos del cliente de IPTV

El servicio de IPTV es entregado al cliente por medio de la red de usuario, la misma que está conformada por los siguientes elementos:

- **ONT:**

El Terminal de Red Óptica (ONT), es un dispositivo que funciona como un módem óptico y se encarga de proveer banda ancha al usuario final. La ONT está conformada por puertos Ethernet de 10Mbps, FE y GE. Además, comunicación Wi-Fi, para proveer del servicio a los dispositivos de la red. En el caso de IPTV, los STB se conectarán a la ONT por medio de un cable Ethernet o comunicación inalámbrica, y a su vez el STB, se comunicará al televisor mediante un cable HDMI o A/V.

- **Televisor:**

El Televisor es el dispositivo de propiedad del usuario, que se encarga de transmitir los contenidos de IPTV, no necesita de mayores requerimientos, ya que gracias al STB, se le otorga de capacidades multimedia, una característica del televisor debe ser, que cuente con un puerto HDMI, o un puerto A/V.

- **STB:**

El Set Top Box (STB) es un dispositivo que recibe señales digitales codificadas de la cabecera de red del operador y las decodifica o descomprime, convirtiéndolas en señales que la televisión puede entender. El STB acepta órdenes del usuario mediante el uso de dispositivos remotos tales como un mando a distancia y transmite estos comandos al operador de red a través de una ruta de retorno para la comunicación bidireccional.

Un STB debe poseer las siguientes características:

- a) Una red que ofrece el potencial para la interactividad.
- b) La interfaz de red que se encarga de conectar el STB a una red que hace posible la comunicación con los servidores.
- c) Un sintonizador o interfaz que captura la señal entrante.
- d) Un decodificador cuya función es descomprimir la señal entrante antes de que pueda ser visible en el televisor, debido a que la programación normalmente se codifica antes de ser enviada a través de la red al STB
- f) El buffer: El buffer es necesario ya que debido al nivel de retardo de la red, el tiempo de llegada exacta no se puede determinar y con el fin de garantizar una reproducción continua y consistente para el espectador, el flujo de vídeo y / o datos puede ser recibido uno o incluso unos segundos antes de que sea realmente visto por el usuario final. De esta manera, si hay fluctuaciones en el tiempo de transporte de los flujos al STB, el espectador no sabrá la diferencia ya que su búfer le otorga más tiempo.
- g) Software o hardware de sincronización, para sincronizar los flujos de vídeo y audio entre sí antes de verlos.
- h) Middleware es un sistema de tipo software, es el elemento clave de una solución IPTV, debido a que genera la interfaz de usuario y le provee acceso a los medios multimedia.
- i) Aplicaciones. Las aplicaciones propias del middleware deben ser soportadas por el STB [42].

2.2.14 Distribución del contenido de IPTV a través de redes ópticas basadas en IP.

Un sistema de IPTV distribuye sus contenidos mediante 4 componentes: cabecera, red principal o de núcleo, red de acceso y decodificador STB, como se muestra en la figura 2.24.

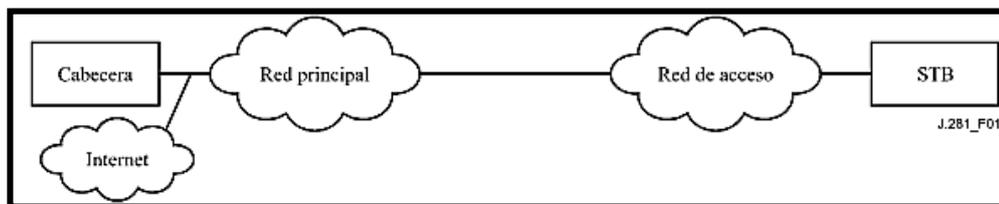


Figura 2.24: Componentes de la distribución de contenidos de IPTV.

Fuente: Requisitos para la transmisión multicanal de señales de vídeo a través de redes de fibra óptica basadas en IP. Premisas del Sistema. [43].

Cabecera

La cabecera coordina las señales de vídeo y produce trenes de transporte. También se encarga de la encapsulación en paquetes IP. Debe haber, como mínimo, una cabecera en cada sistema. También puede haber en el sistema dos o más cabeceras. Está conformada por los equipos de adquisición de contenidos y por los servidores de las aplicaciones de IPTV.

Red principal

La red principal es responsable del transporte de los paquetes IP inyectados hacia cada red de acceso con una calidad de transferencia suficiente. Dispone del ancho de banda, funciones de calidad de servicio y/o arquitectura de red adecuadas, a fin de garantizar la calidad necesaria para los servicios de transmisión de vídeo, por oposición al tráfico generado por las aplicaciones Internet convencionales, como WWW y correo electrónico.

Red de acceso

La red de acceso comunica el decodificador con la red principal y dispone de suficiente ancho de banda para los servicios de vídeo. También conecta los equipos en los locales del cliente a Internet. En la recomendación UIT-T J.281, la red de acceso es una red

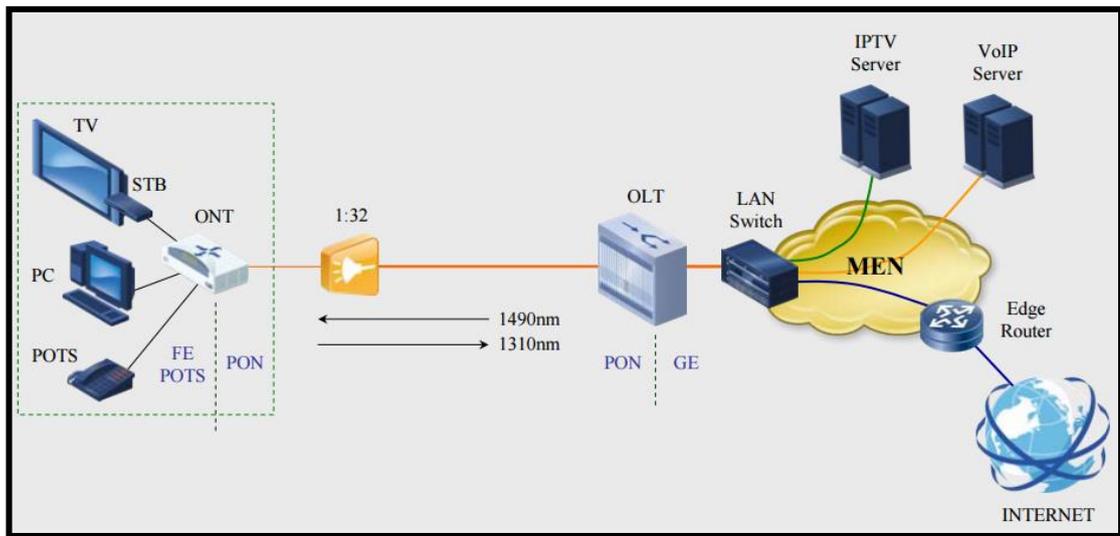


Figura 2.26: Triple Play sobre GPON.

Fuente: Sección 6 Ejemplo de Implementación Reg GPON. IEEE Argentina [44].

2.2.16 Protocolos utilizados en IPTV

Los protocolos utilizados en IPTV tienen una participación clave en cada una de sus aplicaciones, en el Capítulo cuatro, apartado 4.5 se ha incluido los protocolos más relevantes del transporte y señalización del contenido IPTV. Sin embargo, en las tablas 2.7, 2.8 y 2.9, se incluye la totalidad de protocolos que debe soportar IPTV en cada capa del modelo OSI, con su respectivo documento RFC (Request For Comments) de la IETF y la ISOC.

Tabla 2.7: Protocolos de la capa de aplicación.

Protocol	Document	Document title
DHCP	[IETF RFC 2131]	Dynamic Host Configuration Protocol (DHCPv4)
	[IETF RFC 3315]	Dynamic Host Configuration Protocol for IPv6 (DHCPv6)
	[IETF RFC 3633]	IPv6 Prefix Options for Dynamic Host Configuration Protocol (DHCP) version 6
	[IETF RFC 3736]	Stateless Dynamic Host Configuration Protocol (DHCP) Service for IPv6
	[IETF RFC 4039]	Rapid Commit Option for the Dynamic Host Configuration Protocol version 4 (DHCPv4)
DNS	[IETF RFC 1034]	Domain names – concepts and facilities (DNS)
	[IETF RFC 1035]	Domain names – implementation and specification
	[IETF RFC 3596]	DNS Extensions to Support IP Version 6
	[IETF RFC 3646]	DNS Configuration options for Dynamic Host Configuration Protocol for IPv6 (DHCPv6)

DVB-IPTV	[ETSI TS 102 034]	Transport of MPEG 2 Transport Stream (TS) Based DVB Services over IP Based Networks
FEC	[b_IETF RFC 5052]	Forward Error Correction Building Block
	[IETF RFC 5053]	Raptor Forward Error Correction Scheme for Object Delivery
FLUTE	[b_IETF RFC 3926]	FLUTE – File Delivery over Unidirectional Transport
FTP	[IETF RFC 959]	File Transfer Protocol
http	[IETF RFC 2616]	Hypertext Transfer Protocol – HTTP/1.1
	[IETF RFC 2617]	HTTP Authentication: Basic and Digest Access Authentication
IPDC CDP	[ETSI TS 102 472]	Digital Video Broadcasting: IP Datacast over DVB-H: Content Delivery Protocols
LC	[b_IETF RFC 3450]	Asynchronous Layered Coding Protocol Instantiation
	[b_IETF RFC 3451]	Layered Coding Transport (LCT) Building Block
MBMS	[ETSI TS 126 346]	Universal Mobile Telecommunications System (UMTS); Multimedia Broadcast/Multicast Service (MBMS); Protocols and codecs

Metadata	[ETSI TS 102 471]	Digital Video Broadcasting (DVB); IP Datacast over DVB-H: Electronic Service Guide (ESG)
	[ETSI TS 102 539]	Digital Video Broadcasting: Carriage of Broadband Content Guide (BCG) information over Internet Protocol
	[ETSI TS 102 822-3-2]	Broadcast and On-line Services: Search, select and rightful use of content on personal storage systems ("TV-Anytime"); Part 3: Metadata; Sub-part 2: System aspects in a uni-directional environment
	[ETSI TS 102 822-6-1]	Broadcast and On-line Services: Search, select and rightful use of content on personal storage systems ("TV-Anytime"); Part 6: Delivery of metadata over a bi-directional network; Sub-part 1: Service and transport
	[ETSI TS 102 822-8]	Broadcast and On-line Services: Search, select and rightful use of content on personal storage systems ("TV-Anytime"); Part 8: Phase 2 – Interchange Data Format
	[OASIS WSBN]	Web Services Base Notification 1.3 (WS-BaseNotification)
RTP	[IETF RFC 2250]	RTP Payload Format for MPEG1/MPEG2 Video
	[IETF RFC 3550]	RTP: A Transport protocol for Real-Time Applications
	[IETF RFC 3611]	Real Time Protocol Control Protocol Extended Reports (RTCP XR)
	[IETF RFC 4585]	Extended RTP Profile for Real-time Transport Control Protocol (RTCP)-Based Feedback (RTP/AVPF)
	[IETF RFC 4588]	RTP Retransmission Payload Format

RTSP	[IETF RFC 2326]	Real Time Streaming Protocol (RTSP)
SIP	[IETF RFC 3265]	Session Initiation Protocol (SIP)-Specific Event Notification
SNTP	[b_IETF RFC 2030]	Simple Network Time Protocol (SNTP) Version 4 for IPv4, IPv6 and OSI
TSL	[IETF RFC 2246]	The TLS Protocol Version 1.0

Fuente: IPTV related protocols: IPTV Focus Group Proceedings [45].

Tabla 2.8 Protocolos de la capa de transporte.

Protocol	Document	Document title
TCP	[IETF RFC 793]	Transmission Control Protocol (TCP)
	[IETF RFC 1323]	TCP Extensions for High Performance
	[IETF RFC 2018]	TCP Selective Acknowledgement Options
UDP	[IETF RFC 768]	User Datagram Protocol (UDP)

Fuente: IPTV related protocols: IPTV Focus Group Proceedings [45]

Tabla 2.9: Protocolos de la capa de red.

Protocol	Document	Document title
BGMP	[IETF RFC 3913]	Border Gateway Multicast Protocol (BGMP): Protocol Specification
ICMP	[IETF RFC 792]	Internet Control Message Protocol (ICMP)
	[IETF RFC 4862]	IPv6 Stateless Address Autoconfiguration
IGMP	[IETF RFC 2236]	Internet Group Management Protocol, Version 2
	[IETF RFC 3228]	IANA Considerations for IPv4 Internet Group Management Protocol (IGMP)
IP	[IETF RFC 791]	Internet Protocol
	[IETF RFC 2373]	IP Version 6 Addressing Architecture
	[IETF RFC 2460]	Internet Protocol, Version 6 (IPv6) Specification
	[IETF RFC 2461]	Neighbor Discovery for IP Version 6 (IPv6)
	[IETF RFC 3513]	Internet Protocol Version 6 (IPv6) Addressing Architecture
	[IETF RFC 4861]	Neighbor Discovery for IP version 6 (IPv6)
MLD	[IETF RFC 3810]	Multicast Listener Discovery Version 2 (MLDv2) for IPv6
MSDP	[IETF RFC 3618]	Multicast Source Discovery Protocol (MSDP)
	[IETF RFC 4611]	Multicast Source Discovery Protocol (MSDP) Deployment Scenarios
PIM-SM	[IETF RFC 4602]	Protocol Independent Multicast – Sparse Mode (PIM-SM) IETF Proposed Standard Requirements Analysis
	[IETF RFC 4609]	Protocol Independent Multicast – Sparse Mode (PIM-SM) Multicast Routing Security Issues and Enhancements
Anycast-RP	[IETF RFC 3446]	Anycast Rendezvous Point (RP) mechanism using Protocol Independent Multicast (PIM) and Multicast Source Discovery Protocol (MSDP)
	[IETF RFC 4610]	Anycast-RP Using Protocol Independent Multicast (PIM)
SSM	[IETF RFC 3569]	An Overview of Source-Specific Multicast (SSM)
	[IETF RFC 4607]	Source-Specific Multicast for IP
	[IETF RFC 4608]	Source-Specific Protocol Independent Multicast in 232/8

Fuente: IPTV related protocols: IPTV Focus Group Proceedings [45].

2.2.17 Calidad de Servicio en IPTV

Calidad de Servicio para IPTV (QoS), puede ser interpretado como la calidad de servicio de Internet, porque las señales se transportan por el mismo protocolo. Las principales soluciones son Intserv y Diffser.

Intserv

La solución Integrated Services (Intserv) es aquella donde el usuario solicita de antemano los recursos que necesita. Cada router del trayecto ha de tomar nota y efectuar la reserva solicitada. Debe emplear un protocolo de señalización de reservas RSVP, el mismo que crea información de estado en los routers. Cada router ha de mantener el detalle de todas las conexiones activas que pasan por él, y los recursos que cada una ha reservado. Además, depende del encaminamiento de la red para su funcionamiento. En la tabla 2.10 se distinguen los tipos de servicio.

Tabla 2.10 Servicios de Intserv.

Servicio	Características
Garantizado RFC 2212	Garantiza un caudal mínimo y un retardo máximo. No se garantiza variación en el retardo (jitter) ni retardo medio. Para aplicaciones con requisitos estrictos de retardo. Cada router del trayecto debe dar garantías.
Carga Controlada (Controlled Load) RFC 2211	Calidad similar a la de una red de datagramas poco cargada. Para aplicaciones en tiempo real con tolerancia al retardo. Se supone que el retardo es bajo, pero no se dan garantías.
Best Effort	Ninguna garantía (sin QoS).

Fuente: Calidad de Servicio (QoS) en IPTV. [46]

Diffserv

La solución Diffserv o Differentiated Services, es aquella donde el usuario marca los paquetes con una determinada etiqueta que establece la prioridad y el trato que deben recibir por parte de los routers. Éstos no son conscientes de los flujos activos, intenta evitar los problemas de escalabilidad que plantea IntServ/RSVP. Posee etiquetas como: No hay reserva de recursos por flujo donde los routers no ‘ven’ los flujos, no hay protocolo de señalización y no hay información de estado en los routers [46]. En la tabla 2.11 se detallan los servicios de Diffserv.

Tabla 2.11 Servicios de Diffserv.

Servicio	Características
‘Expedited Forwarding’	Es el que da más garantías. Equivale a una línea dedicada. Garantiza Caudal, tasa de pérdidas, retardo y jitter.
‘Assured Forwarding’	Asegura un trato preferente, pero sin fijar garantías (no hay SLA). Se definen cuatro clases y en cada una tres niveles de descarte de paquetes.
Best Effort	Ninguna garantía.

Fuente: CALIDAD DE SERVICIO (QoS) EN IPTV. [46]

2.3 Propuesta de Solución

Mediante el diseño de una plataforma de IPTV se analizaron los requerimientos necesarios para que la CNT E.P sea capaz brindar el servicio de video por suscripción sobre el protocolo IP, en el sector Izamba del cantón Ambato, otorgando a la empresa pública la capacidad de competir en el mercado de las telecomunicaciones con mayores prestaciones.

CAPÍTULO III METODOLOGÍA

3.1 Modalidad de la Investigación

En el desarrollo del proyecto se utilizaron los siguientes tipos de investigación:

Investigación Bibliográfica.

Se empleó esta modalidad debido a que el proyecto se fundamentó en fuentes como; libros, revistas, publicaciones científicas, proyectos de investigación, datasheets de equipos y recomendaciones técnicas, para adquirir los conocimientos necesarios que permitan desarrollar de mejor manera la investigación.

Investigación de Campo

Se utilizó una investigación de campo debido a que se realizó el estudio en el lugar de los hechos, para determinar el estado actual y los requerimientos de la plataforma a diseñar, mediante las técnicas de la observación, la entrevista y la encuesta, el investigador ha estado en contacto directo con la empresa donde se desea realizar el proyecto.

3.2 Población y Muestra

La población de este proyecto está conformada por los usuarios activos de la red GPON existentes en la zona Izamba de la CNT EP hasta el mes de junio del 2016, teniendo así una población total de 943 usuarios, de los cuales se obtuvo una muestra de 211 usuarios, mediante el cálculo del tamaño de la muestra (n), utilizando un nivel de confianza de 90% y un error muestral de 5%.

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

Donde:

n= Tamaño de la muestra

N=Tamaño de la población o universo.

k=Constante de nivel de confianza, que para el 90% es de 1.65.

p: Proporción de individuos que poseen en la población la característica de estudio. Este dato es generalmente desconocido y se suele suponer que $p=q=0.5$ que es la opción más segura.

q: Proporción de individuos que no poseen esa característica, es decir, es $1-p$.

e: Error muestral deseado.

$$n = \frac{1.65^2 * 0.5 * 0.5 * 943}{(0.05^2 * (943 - 1) + 1.65^2 * 0.5 * 0.5)}$$

$$n = 211$$

3.3 Recolección de la Información

Para la recolección de la información se realizó la entrevista a los corporativos de la empresa CNT E.P. responsables del área de proyectos, quienes intervinieron directamente en la recolección de información necesaria para el avance del mismo.

Además, se utilizó la técnica de la encuesta, la cual fue realizada a la muestra obtenida, para obtener información relevante para el desarrollo de la investigación, cuyo formato y tabulación se encuentran en los anexos A y B, respectivamente. Adicionalmente, se recopiló información de libros, internet, revistas científicas, datasheets de los equipos, recomendaciones técnicas, proyectos de investigación y guía del tutor para el desarrollo del proyecto.

3.4 Procesamiento y Análisis de datos

Para el procesamiento y análisis de datos se realizó la recolección de datos mediante encuestas a la muestra poblacional detallado en el Anexo C, entrevistas a los corporativos de la CNT EP para conocer las necesidades y falencias de los servicios de la empresa, luego se procedió a la interpretación y análisis de datos obtenidos de la encuesta realizadas y se planteó la propuesta de solución para el desarrollo de proyecto.

3.5 Desarrollo del Proyecto

El desarrollo del proyecto se realizó en base a las siguientes actividades:

1. Análisis de la infraestructura actual de la red GPON de la CNT E.P. en la zona de cobertura de la Central Izamba.
2. Análisis de los servicios que actualmente la CNT E.P. ofrece a sus abonados en la zona de cobertura de la Central Izamba.
3. Análisis y proyección de la demanda para el servicio de IPTV.
4. Determinación de requerimientos técnicos para el diseño de una plataforma IPTV.
5. Determinación de equipos de cabecera en la plataforma de IPTV.
6. Determinación de equipos en la red de acceso en la plataforma de IPTV.
7. Elección de equipos de usuario en la plataforma de IPTV.
8. Determinación de protocolos de transporte para señales de video sobre IP.
9. Determinación del ancho de banda para el servicio de IPTV.
10. Determinación de la red de backbone para el servicio de IPTV.
11. Determinación de las redes de distribución y acometida para el servicio de IPTV.

CAPÍTULO IV

DESARROLLO DE LA PROPUESTA

4.1. Análisis de la infraestructura actual de la red GPON de la CNT E.P. en la Zona Izamba.

La Corporación Nacional de Telecomunicaciones E.P. posee una amplia cobertura en la Provincia de Tungurahua. El cantón Ambato se encuentra subdividido en cuatro sectores con sus respectivas OLT, siendo así, zona Ambato Centro, zona Ambato Norte, Zona Ambato Sur y Zona Izamba. Así mismo se encuentra conformado por puntos de intervención de mantenimiento de la red o nodos, algunos funcionan como mini centrales y otros como puntos de concentración de fibra óptica desde el nodo central y se distribuyen a otras centrales asociadas.

La Corporación Nacional de Telecomunicaciones E.P. posee políticas de confidencialidad de información por lo que se limita en la divulgación de datos y debido a que el presente proyecto se ha llevado a cabo en la zona Izamba, solamente se describen los detalles de la infraestructura de la zona de cobertura del sector Izamba.

Central de la Zona Izamba

La Agencia Izamba está localizada en la Avenida Indoamerica, diagonal a la calle Pedro Vásconez, en la parroquia Izamba del cantón de Ambato. La central de la zona Izamba está conformada por:

- Distribuidor de Fibra Óptica (ODF)._ El Distribuidor de Fibra Óptica es un repartidor óptico que sirve como punto de interconexión entre los equipos activos con la planta externa, es decir, hacia los armarios de distribución.
- Terminación de Línea Óptica (OLT)._ La Terminación de Línea Óptica posee 14 tarjetas de línea GPBD Huawei MA5600T de 2.4Gbps capaces de transmitir voz y datos a los abonados, las mismas se encuentran conformadas por 8 puertos cada una. En la zona Izamba se realiza una multiplexación de 1:32, por lo tanto, se tiene

la posibilidad de asignar 32 abonados por puerto de la tarjeta GPBD. Tomando en cuenta esta relación la Central Izamba tendría la capacidad de ofrecer sus servicios sobre FTTH a aproximadamente 3584 usuarios ya que se han descartado los puertos de mantenimiento y reserva. En la figura 4.1 se ilustra la OLT Huawei MA5600T de la Central Izamba.

Los puertos de la Terminación de Línea Óptica son manipulados mediante un Marco de distribución de fibra óptica (FDF) que con la ayuda de un patch cord otorga flexibilidad en la manipulación de los puertos dentro de la central.

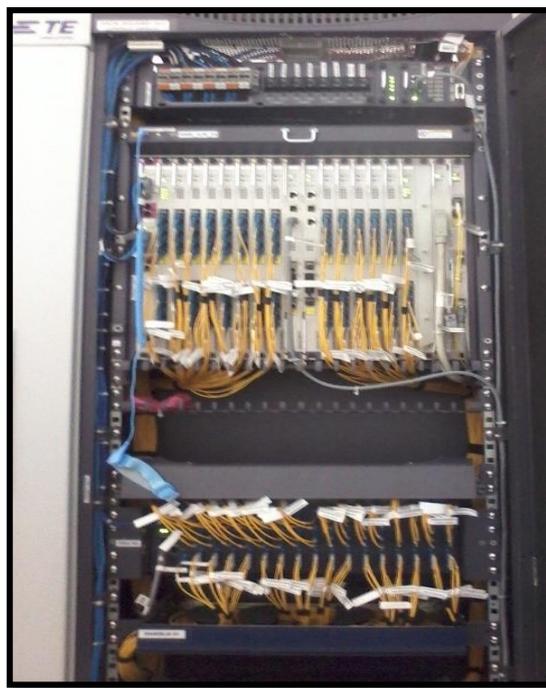


Figura 4.1: OLT Huawei MA5600T de Central Izamba

Fuente: CNT E.P. Ambato

- Switch MPLS._ El Switch MPLS permite llevar datos de alta velocidad y voz digital en una sola conexión, gracias al protocolo Multiprotocol Label Switching (MPLS) se puede unificar el servicio de transporte de datos.

Zona de Cobertura del Sector Izamba

La cobertura definida por la CNT E.P. para la Central Izamba está limitada: Al Norte en el sector del Parque Industrial, al Sur en la Avenida Indoamérica, al Este en la avenida Pedro Vásconez, dando cobertura a la Zona Central de Izamba, y al Oeste en

la calle 22 de Enero, dando cobertura a las parroquias Augusto N. Martínez, Atahualpa y Atocha. Estos límites se ilustran en la figura 4.2.

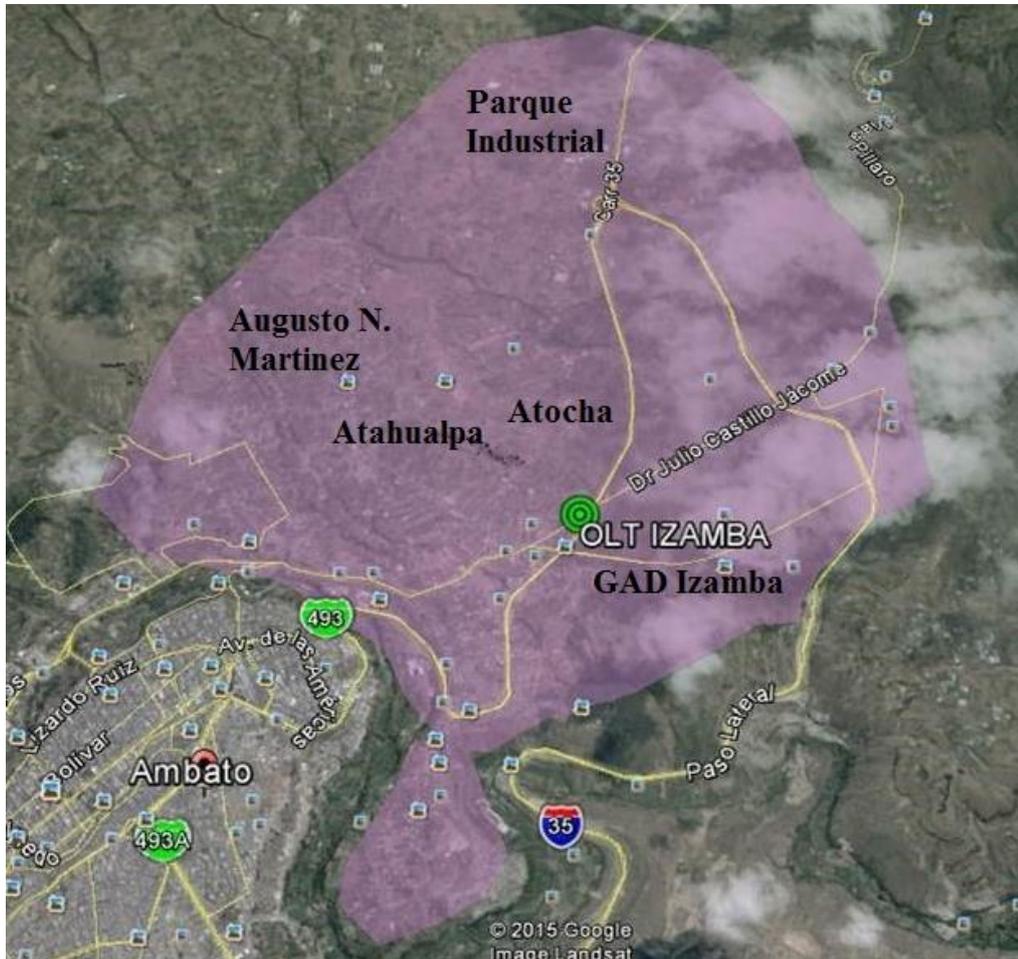


Figura 4.2: Zona de cobertura de la Central Izamba

Fuente: CNT E.P. Ambato

Desde la Central Ambato Centro sale el nodo principal de backbone hacia la Central Izamba desde donde se distribuye el servicio hacia la zona de cobertura.

Red troncal: En la red troncal se utilizan cables Feeder norma ITU-T G.652D monomodo de 288 hilos, la Central Izamba posee cuatro Feeder ilustrados en la figura 4.3 y distribuidos de la siguiente manera:

- Al Norte de la Central se tiene el primer Feeder que recorre la Avenida Indoamerica hasta llegar al sector del Parque Industrial.
- Al Sur, el segundo Feeder recorre la avenida Indoamerica hasta llegar al sector del Portal de la Viña.

- Al Este, el tercer Feeder pasa por la avenida Pedro Vásconez y Av. Camilo Cienfuegos, dando cobertura a la zona Central de Izamba, por el GAD Municipal de Izamba.
- Al Oeste, el cuarto Feeder pasa por la avenida 22 de Enero y recorre el lado este de la Calle Destacamento Cóndor Mirador, brindando cobertura al sector de Augusto N. Martínez. Así también, se dirige hacia el lado oeste de la calle Cóndor Mirador y gira por la Calle Protocolo Rio de Janeiro dando cobertura al sector de Atahualpa y Atocha.

Además, en el Anexo A, se ilustra el plano del diseño de la red troncal de GPON en la zona Izamba.



Figura 4.3: Rutas Feeder en Izamba.

Fuente: Autor.

Red de distribución: En la red de distribución se utiliza cable de fibra óptica monomodo norma ITU-T G.67.A1 o G.67.A2 de 12, 24, 48 o 96 hilos de acuerdo a la necesidad de cada sector. Actualmente la Zona Izamba está conformada por 12 armarios para distribución de fibra óptica (FDH), distribuidos en los sectores de Atahualpa, Martínez y Quillaloma. Cada armario está conformado de 12 hilos de fibra óptica, de los cuales solo 9 hilos serán distribuidos para otorgar el servicio a usuarios masivos y corporativos, mientras el resto podrá ser empleado en redes de back up o para mantenimiento.

En cada armario, el nivel de splitter de primer nivel es de 1:32 para cada hilo de fibra óptica entrante. Además cuenta con dos mangas de empalme de 6 orificios localizadas en su respectivo pozo, que facilitan la distribución de los 288 hilos de fibra óptica totales en 144 hilos para cada manga. En consecuencia cada armario tiene la capacidad de abastecer a 288 usuarios y la zona Izamba posee 12 distritos.

Red de acometida: En la red de acometida se utilizan cajas de distribución óptica (NAP) o de 8 o 12 puertos. En una NAP de 12 puertos, 10 puertos corresponden a los abonados y los dos restantes son de mantenimiento. Adicionalmente, se utilizan cajas de distribución con derivación o sin derivación de acuerdo a la planimetría de cada sector.

Cada armario puede alimentar hasta 24 NAPs y cada NAP puede brindar el servicio mediante GPON a 10 usuarios. La zona Izamba cuenta con alrededor 28 NAPs entre existentes y proyectadas, las mismas que se encuentran localizadas en los postes y distribuyen el servicio hasta la roseta y luego hasta el Terminación de red óptica (ONT) del usuario final mediante cable Drop. Se utilizan ONT Huawei HG8245, las mismas que poseen una sensibilidad de mínimo 25dB.

Pérdidas de la red GPON para usuarios masivos.

Para brindar el servicio a usuarios masivos, en la zona Izamba se utiliza el modelo de red GPON establecido por la normativa de la CNT E.P. en donde para cada usuario final se utiliza:

- Nueve conectores ITU 671 que poseen una pérdida de 0.5dB cada uno, generando un total de 4.5dB.
- Ocho empalmes de fusión ITU751 que poseen una pérdida de 0.1dB cada uno, generando un total de 0.80dB
- Un splitter de relación 1:32 con una pérdida de 17.50dB en total.
- Seis kilómetros de longitud de fibra óptica utilizando una longitud de onda de 1310nm, teniendo 0.35dB de pérdida por kilómetro y generando un total de 2.10dB.

De tal manera que se tiene una pérdida total de la red GPON es de 24.90 dB.

En la zona Izamba la red GPON se encuentra establecida de manera tal que se pueda brindar un servicio de voz y datos a los abonados en las zona de cobertura anteriormente expuesta.

4.2. Análisis de los servicios que actualmente la CNT E.P. ofrece a sus abonados en la zona Izamba.

La Corporación Nacional de Telecomunicaciones brinda a la zona Izamba los siguientes servicios:

- Telefonía Móvil._ Posee planes Prepago, Pospago y Corporativos. Además cuenta con equipos y planes que soportan la tecnología 4G LTE. Según datos publicados por la ARCOTEL, la CNT EP posee 1.633.862 líneas activas de telefonía móvil hasta febrero del 2017.
- Telefonía Fija._ Tiene planes Residenciales y Corporativos. La red de cobre existente tiene una amplia cobertura en el sector. Según informes de la ARCOTEL, en febrero del 2017, en la CNT EP se registraron 2.065.852 líneas fijas activas, y en la provincia de Tungurahua 87.528 abonados de telefonía fija.
- Internet Fijo, Internet Corporativo e Internet Móvil 4G LTE._ En el internet fijo se tiene la opción de usar la tecnología ADSL sobre la red de cobre y tener un ancho de banda de hasta 15Mbps o si el usuario desea mayor ancho de banda se puede optar por la tecnología GPON, con velocidades de hasta 100Mbps. Según informes de la ARCOTEL, en diciembre del 2016, en la CNT EP se registraron 903.799 abondos activos de Internet fijo. Y particularmente en la parroquia Izamba, se registraron 2833 usuarios activos de la red GPON en Diciembre del año 2016
- TV._ Se ofrece un servicio de televisión satelital DTH (Direct to Home), donde el usuario posee un decodificador con la capacidad de grabar la programación, además existe la posibilidad de elegir entre programación en calidad SD y HD. Según informes de la ARCOTEL, en diciembre del 2016, en la CNT EP se registraron 377.603 usuarios activos de televisión por cable. Y en la provincia de Tungurahua se registraron 19,122 usuarios del servicio de CNT TV.

4.3. Análisis y proyección de la demanda para el servicio de IPTV en la zona Izamba.

El análisis y proyección de la demanda, permite determinar la demanda que debe satisfacer este servicio, así como el grado de interés de los potenciales usuarios y el posible crecimiento anual del servicio de televisión por suscripción.

Con el objeto de determinar el grado de interés de los usuarios activos de GPON por adquirir el servicio de IPTV, además de otra información relevante para el desarrollo del proyecto, se ha visitado la zona Izamba y se ha realizado encuestas a los abonados activos de GPON.

La información en detalle de las preguntas y el análisis e interpretación de resultados se encuentran en los Anexos B y C, respectivamente.

Para el estudio de grado de interés, se ha considerado la pregunta #3 del Anexo C, que indica cuántos usuarios GPON de la zona Izamba estarían dispuestos a contratar el servicio de IPTV, como resultado en la figura 4.4 se indica que el 87% de los usuarios de GPON si estarían dispuestos a contratar el servicio de IPTV en un futuro.



Figura 4.4: Grado de Interés de IPTV en zona Izamba.

Fuente: Autor.

La CNT EP posee un tiempo de preparación de aproximadamente 6 a 9 meses previo a la implementación del servicio, en los cuales se lleva a cabo las siguientes actividades: Adquisición de equipos, instalación de la red de cabecera, adquisición de accesorios, consolidación de contratos con grilla de canales, determinación de

presupuesto y costo final en gerencia comercial y comercialización del servicio al usuario final.

Adicionalmente, en el estudio de la proyección de la demanda ($Df(t)$), se utilizó el modelo matemático del comportamiento de la demanda, donde intervienen variables como la demanda inicial (Do), el índice de crecimiento típico de cada sector (i) que incide en la velocidad de crecimiento de la demanda y el tiempo (t) que se medirá en años.

Este modelo permite determinar la proyección de la demanda de IPTV asumiendo un índice de crecimiento constante, por lo que en este caso, se ha considerado un tiempo de 5 años para la proyección de la demanda de IPTV, debido a que la zona Izamba se encuentra en pleno desarrollo y posee nuevos sectores donde la CNT EP proyecta instalar la red GPON, los mismos que no se han tomado en cuenta en la encuesta realizada porque la misma se efectuó únicamente a los usuarios activos de la red GPON existente. Es así que el índice de crecimiento, puede variar de acuerdo a un nuevo crecimiento de la red GPON en la zona Izamba en los años posteriores.

$$Df(t) = Do(1 + i)^t$$

Para determinar el índice de crecimiento de IPTV, se ha considerado el índice de crecimiento de la red GPON existente en la zona Izamba y el grado de interés de los abonados en IPTV determinado en la encuesta. El índice de crecimiento de la red GPON establecido por la CNT EP, tiene un valor de 8%, el cual ha sido establecido, basándose en factores socioeconómicos de la parroquia Izamba.

Además, se ha aplicado el grado de interés del servicio de IPTV establecido en la encuesta, cuyo valor es del 87% al índice de crecimiento de la red GPON, como se indica en la ecuación (i_{IPTV}).

$$i_{IPTV} = i_{GPON} * 0.87$$

$$i_{IPTV} = 8 * 0.87$$

$$i_{IPTV} = 6.96\%$$

En la tabla 4.1 se detalla el cálculo del índice de crecimiento de IPTV, cuyo valor resultante es del 6.96%.

Tabla 4.1: Índice de crecimiento de IPTV.

	%
Índice de crecimiento de red GPON en zona Izamba.(i_{GPON})	8
Grado de aceptación de IPTV en zona Izamba.	87
Índice de crecimiento de IPTV en zona Izamba.(i_{IPTV})	6.96

Fuente: Autor.

Para obtener la demanda inicial (Do) como se indica en la tabla 4.2; primero se determina la demanda de mercado de IPTV (DM), aplicando el porcentaje de grado de interés de IPTV obtenido de la encuesta cuyo valor es del 87% a los abonados de la red GPON en diciembre del 2016, proporcionados por la CNT EP cuyo valor es de 2833.

$$DM = \text{Abonados GPON} * 0.87$$

$$DM = 2833 * 0.87$$

$$DM = 2465$$

Luego, se aplica a la demanda de mercado de IPTV (DM) el objetivo de demanda (OD) establecido por la CNT EP, únicamente para el primer año de servicio, cuyo valor es del 80%.

$$Do = DM * \frac{OD}{100}$$

$$Do = 2465 * 0.8$$

$$Do = 1972$$

Tabla 4.2: Demanda inicial de IPTV.

Demanda Inicial en primer año	
Abonados GPON	2833
Demanda de Mercado de IPTV(DM)	2465
Objetivo de Mercado(OM)	80
Demanda Inicial de IPTV(Do)	1972

Fuente: Autor.

Consecuentemente, en la tabla 4.3 se determina la proyección de la demanda anual de IPTV ($Df(t)$) en cinco años.

$$Df(t) = Do(1 + i)^t$$

$$Df(1) = 1972(1 + 0.0696)^1 = 2109$$

$$Df(2) = 1972(1 + 0.069)^2 = 2256$$

$$Df(3) = 1972(1 + 0.069)^3 = 2413$$

$$Df(4) = 1972(1 + 0.069)^4 = 2581$$

Tabla 4.3: Proyección de la demanda anual de IPTV en la zona Izamba.

Años	0	1	2	3	4
Posibles Abonados de IPTV	1972	2109	2256	2413	2581

Fuente: Autor.

Utilizando la proyección de la demanda se puede realizar la segmentación del mercado de IPTV, considerando la pregunta número 3 en el análisis de resultados de la encuesta (Anexo C), donde se indica los usuarios que poseen el servicio de televisión por cable de acuerdo al número de decodificadores utilizados, esto permite determinar el grupo de usuarios que corresponden a planes para uno, dos, tres y cuatro televisores de IPTV.

Los resultados que arrojó la encuesta fueron que el 46% de los entrevistados poseen un decodificador, el 34% poseen dos decodificadores, el 16% tres decodificadores y el 4% cuatro decodificadores. En la tabla 4.4 se indica la segmentación del mercado de IPTV proyectada a 5 años en función de estos porcentajes.

Además, se ha calculado los abonados del Plan IPTV de 1 TV (Plan 1 TV (t)), con el fin de facilitar la comprensión del cálculo de los demás planes.

$$Plan\ 1\ TV(0) = Df(0) * Porcentaje\ 1\ TV = 1972 * 0.46 = 907\ abonados$$

$$Plan\ 1\ TV(1) = Df(1) * Porcentaje\ 1\ TV = 2109 * 0.46 = 970\ abonados$$

$$Plan\ 1\ TV(2) = Df(2) * Porcentaje\ 1\ TV = 2256 * 0.46 = 1038\ abonados$$

$$Plan\ 1\ TV(3) = Df(3) * Porcentaje\ 1\ TV = 2413 * 0.46 = 1110\ abonados$$

$$Plan\ 1\ TV(4) = Df(4) * Porcentaje\ 1\ TV = 2581 * 0.46 = 1187\ abonados$$

Tabla 4.4: Segmentación del mercado de IPTV proyectada a 5 años

Planes IPTV	Porcentaje	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4
1 TV	46%	907	970	1038	1110	1187
2 TV	34%	670	717	767	820	878
3 TV	16%	316	337	361	386	413
4 TV	4%	79	84	90	97	103
Total	100%	1972	2109	2256	2413	2581

Fuente: Autor.

4.4 Determinación de requerimientos técnicos para el diseño de una plataforma IPTV.

La plataforma de IPTV debe cumplir con una serie de requerimientos técnicos con el objeto de garantizar un servicio óptimo de video por suscripción al usuario final, como principal condición de un buen servicio es el envío de contenido de IPTV al usuario final en el menor tiempo posible, debido a que esta tecnología requiere alta velocidad para garantizar la calidad del servicio. Por lo que, debe existir las siguientes condiciones en la red GPON:

- Suficiente disponibilidad de la red. Es decir, factibilidad de expansión de la red con gran ancho de banda. La eliminación de interrupciones y pixelizaciones de video es evidencia de una buena calidad de servicio.
- La red GPON debe brindar seguridad tanto físicamente, como en la integridad de la información.
- La distribución de los contenidos debe ser a través de una red de alta velocidad con funciones de multicast y calidad de servicio. Es decir, los routers que se encuentran ubicados entre la red de cabecera y la red de acometida deben soportar multicast.
- Utiliza un sistema de decodificación Sep Top Box, el mismo que es el dispositivo de recepción del usuario.
- La distancia entre la central y el hogar del usuario debe ser de máximo 20 Km con el fin de que la red GPON se encuentre en óptima condición.

En el presente proyecto se ha utilizado la tecnología FTTH que garantiza una red de acceso de alta velocidad para cumplir de mejor manera con estas condiciones.

Las organizaciones OIPF (Open IPTV Forum) y la UIT IPTV-GSI han creado normativas basadas en contribuciones técnicas aportadas por importantes fabricantes del sector de las telecomunicaciones donde se mencionan aspectos como requisitos, arquitectura y calidad de servicio, entre otros. A continuación se han detallado los requerimientos más prominentes de los recursos de red, en cuanto a la plataforma de IPTV sobre la red GPON.

- El servicio de IPTV puede estar disponible para varios dispositivos de usuario, éstos pueden ser: Televisión, PC, y demás dispositivos móviles con acceso a Internet.
- Esta plataforma de IPTV soporta resoluciones de HD y SD, para una TV multimedia o a su vez una TV común con un Set Top Box. Además el servicio está disponible para cualquier dispositivo con acceso a la red de internet, sin embargo en el caso de usar una PC o un dispositivo móvil la calidad de resolución entregada depende de las características de dicho dispositivo. Además la cantidad de dispositivos no debe exceder el ancho de banda que le corresponde a cada usuario.

Para controlar esto los dispositivos que usen IPTV están previamente autenticados.

- El Proveedor de la red de acceso de usuario debe estar estrechamente relacionado con el Proveedor del Servicio de IPTV para garantizar la calidad del servicio de IPTV. En este caso la CNT EP ocupa estos dos roles.
- El Proveedor del servicio de IPTV debe poseer el conocimiento de los recursos disponibles en la red de acceso, sean estos; interfaces físicas, anchos de banda y el rendimiento óptimo de la red, con el fin de no exceder la capacidad de la misma. Siendo la CNT EP la que se encarga de la gestión de la cabecera de red IPTV, se cuenta con la información necesaria para usar adecuadamente estos recursos.

4.4.1 Cabecera de plataforma IPTV.

La cabecera de red es un componente básico de un sistema de IPTV, debido a que se encarga de la adquisición, procesamiento y gestión de la información proveniente de fuentes satelitales, de radio o terrestres para que puedan ser transmitidas a los abonados finales del servicio de IPTV.

En la cabecera se codifica, encapsula y transmite las señales de televisión en paquetes IP.

La central principal local para la ciudad de Ambato es la Central Ambato Sur, de donde se distribuye los servicios de voz y datos ya existentes hacia las demás centrales, se encuentra localizada en la ciudad de Ambato, es por ello que la red de cabecera de IPTV también se situará en la ciudad mencionada y distribuirá el servicio hacia la central Izamba mediante las redes de núcleo y acceso.

La plataforma planteada está conformada por los siguientes servidores que administran los servicios y aplicaciones de IPTV:

- Servidor de transmisión de contenido.
- Servidor de VOD.
- Middleware.
- Servidor de CAS.

- Servidor de inserción de publicidad.
- Servidor de facturación.

Diseño de la Cabecera de IPTV.

En la figura 4.5 se representa el diseño básico de la cabecera de red para la plataforma de IPTV propuesta. Los servidores de CAS, middleware y facturación son elementos de software, pero se los ha incluido en el diseño de la red con el objeto de que la cabecera posea todos los servicios y aplicaciones de la plataforma.

En este diseño se presentan los servidores de las aplicaciones de IPTV, como son; VOD, CAS, Facturación, Publicidad y Middleware por separado, pero el diseño final variará dependiendo de la marca del proveedor de los equipos de cabecera que sean seleccionados, ya que el Servidor de Transmisión de Contenidos puede o no alojar más aplicaciones en el mismo equipo.

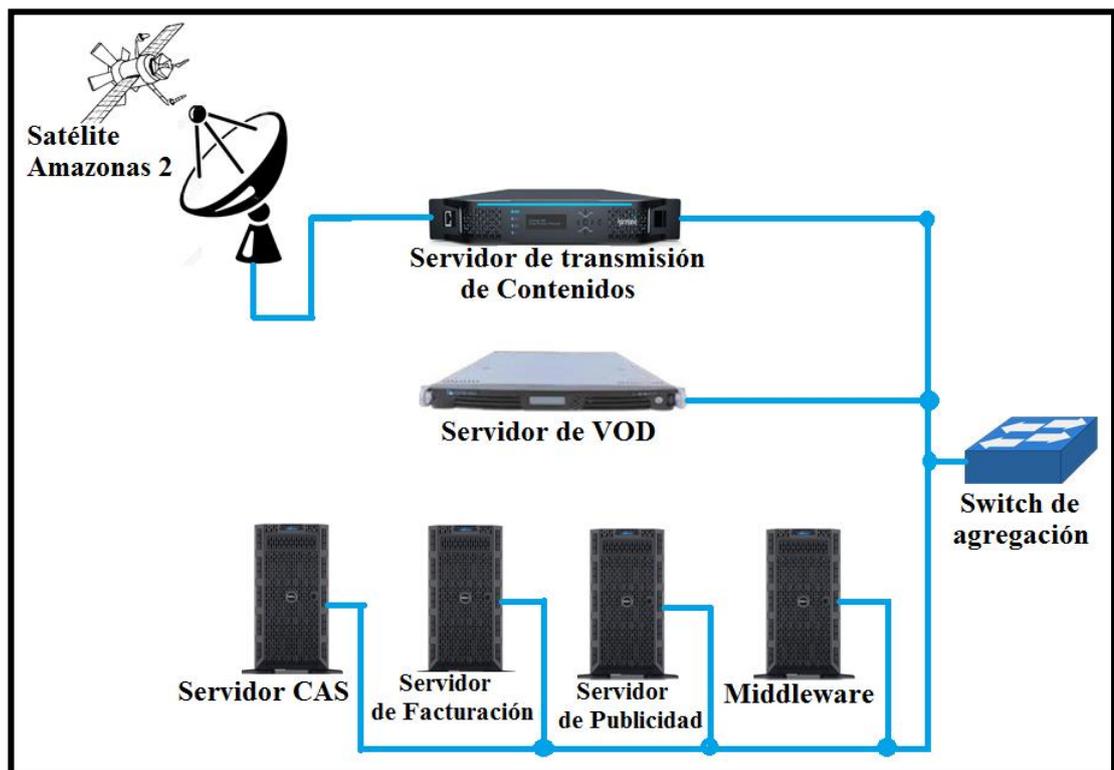


Figura 4.5: Diseño básico de la cabecera de IPTV con las aplicaciones propuestas.
Fuente: Autor, basado en soluciones IPTV de Pico Digital, Harmonic y Telebreeze.

La CNT EP posee una plataforma de acceso satelital ubicada en la República del Perú, de donde se distribuyen las señales de televisión codificadas, a través del Satélite Amazonas 2. El mismo que es la fuente de canales de televisión nacional y extranjera, así como de canales de audio de la CNT EP.

El satélite Amazonas 2 pertenece al consorcio Hispasat y está conformado por 54 transpondedores en la banda Ku y 10 en la banda C, de los cuales la CNT EP utiliza 14 transpondedores en la banda Ku. Este satélite soporta codificaciones de MPEG-2 MPEG-4/H.264 AVC y posee un estándar DVB-S (SD) y DVB-S2 (HD).

En la figura 4.6 se detalla la plataforma satelital ubicada en la República del Perú.

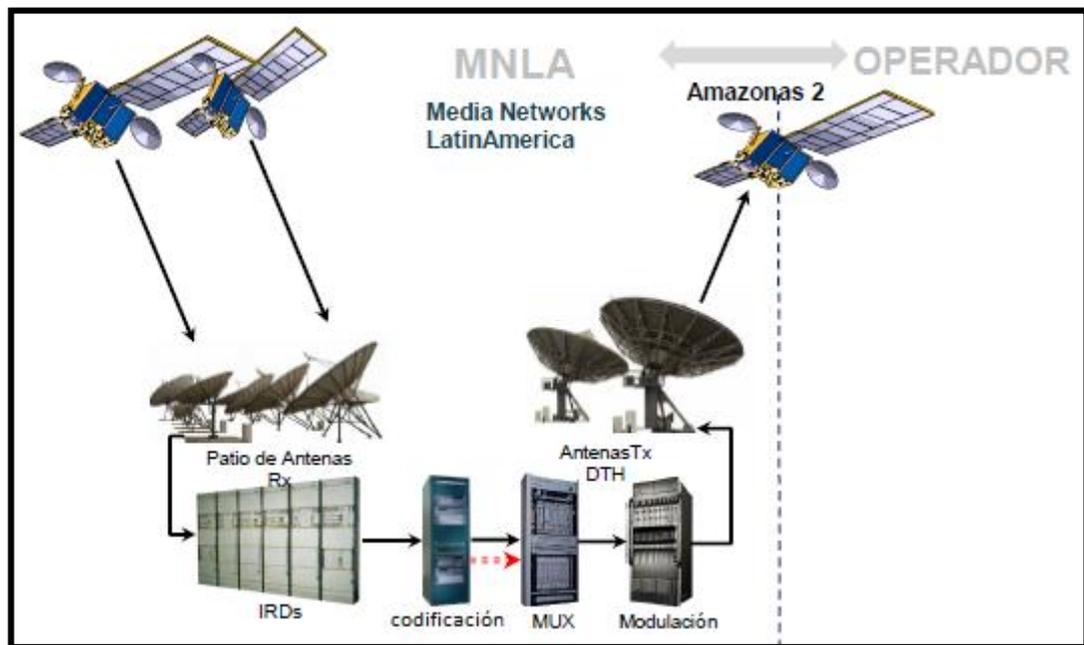


Figura 4.6: Plataforma satelital ubicada en la República del Perú.

Fuente: CNT EP.

Como se aprecia en la Figura 4.6 el satélite Amazonas 2 transmite canales de televisión que ya han sido previamente codificados. Por lo tanto, en el diseño básico de cabecera de red para la plataforma de IPTV de la CNT EP, los IRDs y codificadores son prescindibles. Por lo tanto el diseño final de la red de cabecera para la CNT EP se simplifica como se muestra en la figura 4.7.

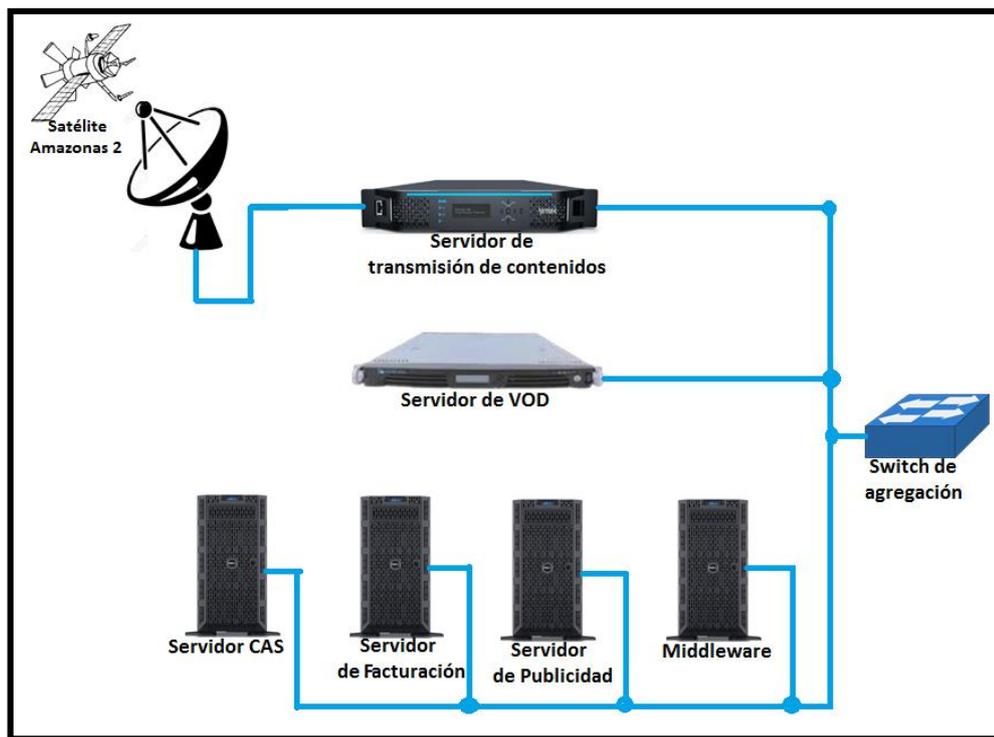


Figura 4.7: Diseño final de la cabecera de IPTV para la CNT EP.

Fuente: Autor, basado en soluciones IPTV de Pico Digital, Harmonic y Telebreeze. .

Comparación y Selección de equipos de la Cabecera de IPTV.

La comparación de equipos que conforman la cabecera de IPTV y la selección de los mismos se detalla a continuación.

Servidor de Transmisión de Contenido.

El equipo del servidor de transmisión de cabecera es conocido como encapsulador, Live TV Streamer, Gateway DVB a IP, Tuner DVB-IP o IPTV Head-end.

Debido a que la fuente de canales de la CNT EP es de tipo satelital, el requerimiento principal es que el equipo capture el contenido transmitido en vivo del Satélite Amazonas 2, bajo el estándar europeo DVB-S/S2 y el formato ASI de la entrada de la señal, con el conector BNC, ya que es el estándar con el que transmite el Satélite. Además en el Ecuador, solamente el servicio de televisión digital terrestre se encuentra estandarizado bajo el Sistema Brasileño de Televisión Digital (SBTVD), sin embargo, el servicio de IPTV aún no se encuentra estandarizado en el país, y para este servicio se debe regir al estándar utilizado por el Satélite emisor de contenidos.

Una vez capturada la señal de los distintos transpondedores, el equipo es capaz de transmitir el contenido en paquetes IP por un solo canal, a una compresión MPEG-2 y MPEG-4/H.264 AVC a los STBs sobre la red IP.

Este equipo necesita gran capacidad de procesamiento para que sea capaz de recibir la mayor cantidad de transpondedores posible. La cantidad total de canales de TV depende de cuántos se tenga en cada transpondedor. Además, si los canales están codificados, es necesario utilizar los módulos de acceso condicionado CAM, uno por entrada DVB. Por lo general, los CAM profesionales pueden decodificar entre 8 y 12 canales. Por lo tanto el equipo debe poseer la capacidad de expandir el número de entradas DVB.

Ciertos proveedores de equipos de Cabecera, le otorgan al equipo la capacidad de integrar los servidores de inserción de publicidad en la transmisión en vivo, este factor beneficia a los operadores ya que se puede insertar publicidad de la empresa en la transmisión en vivo sin necesidad de adquirir nuevos equipos y licencias.

Este equipo debe ser compatible con los servidores de aplicaciones de IPTV de VOD, Inserción de publicidad en el caso de que el proveedor posea este servicio, CAS y Middleware.

En la tabla 4.5 se ha realizado la comparación de las características técnicas de dos proveedores de Servidores de Transmisión de Contenido de las marcas Harmonic y Anevia.

Tabla 4.5: Comparación técnica de servidores de Transmisión de Contenido.

Servidor de Transmisión de Contenido		
Marca	Harmonic	Anevia
Modelo	 <p>ProStream 9100 HIGH-DENSITY STREAM PROCESSOR</p>	 <p>Flamingo XS</p>

<p>Características Técnicas</p>	<ul style="list-style-type: none"> • 1-RU chasis con 5 slots para 4-20 DVB tuners (cada slot posee 4 conectores BNC). • Admite contenido en compresión MPEG-2 y MPEG-4/H.264 AVC, para SD y HD. • Transmisión de Live TV. Permite inserción de Publicidad en MPEG-2 y MPEG-4 AVC SD/HD. Ranuras para sistemas CAS/DRM. 	<ul style="list-style-type: none"> • 2-RU chasis con 12 slots para 24 DVB tuners. • Admite compresión MPEG-2 y MPEG-4. • Transmisión de Live TV. Ranuras para sistemas CAS/DRM.
<p>Características Técnicas</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Dos interfaces Ethernet 1000Base-Tx disponibles para la conexión de los servidores de CAS y para la gestión de la red. Y dos interfaces 1-GbE SFP (multi modo, mono modo, cobre). • Direccionamiento unicast y multicast. • Encapsulación IP MPEG TS sobreUDP/IP/MAC/RTP/HRTP. 1 to 7 TS/IP. • Compatibilidad: Equipos de Cabecera: Huawei, Harmonic, Anevia, Arris. Cas: Verimatrix, Conax, Irdeto. 	<ul style="list-style-type: none"> • Dos interfaces 1000BASE-T. Dos puertos USB. • Direccionamiento y multicast. • Compatibilidad: Equipos de Cabecera: Arris, Ateame, Elemental, Harmonic. Cas: Verimatrix, Secure Media, Conax, Irdeto.

	Middleware: Beenius, Zappware, Comigo, Siemens, Startimes. Inserción de Publicidad: Harmonic, Ad Insertion Platform.	Middleware: Beenius, Zappware, Digisoft.tv, Arris.
--	---	--

Fuente: ProStream 9100 High Density Stream Processor, FLAMINGO XL / XS
 HYBRID IPTV HEAD END [47] [48]

Se han comparado las marcas Harmonic y Anevia, los mismos que se caracterizan por ser proveedores de equipos de cabecera de telecomunicaciones, con factibilidad de escalabilidad y gran compatibilidad.

Se seleccionó el equipo ProStream 9100 de Harmonic detallado en el Anexo D, debido a que permite la inserción de publicidad en la transmisión en vivo, servidor requerido por la CNT EP, que exime la necesidad de optar por soluciones de distintos proveedores que aumentaría el costo del servicio final. Además permite capturar la señal de los 14 transpondedores utilizados por la CNT EP en un solo equipo, reduciendo así, espacio en rack y los requisitos de alimentación, simplificando la infraestructura de red de cabecera.

Servidor de VOD

El equipo servidor de VOD debe alojar diferentes aplicaciones con el fin de ofrecer un servicio interactivo al usuario; entre ellas, deberá incluir un nPVR, conocido como network Personal Video Recorder, el mismo que resulta sumamente beneficioso para el operador, ya que permite que el contenido grabado por el usuario sea almacenado en la central del operador, en lugar de en el decodificador ubicado en el hogar del consumidor, esto le permite al operador tener un mayor control sobre el uso ilegal del contenido, falencia que se presenta con los sistemas habituales de DVR y PVR.

Además, un nPVR graba televisión a tiempo real, conocido como TSTV time-shifted, dando lugar a otros servicios de video avanzados que optimizan la experiencia del usuario; como son, Start Over (rebobinar al comienzo de un programa de TV en vivo), Pause TV (pausa, repetición instantánea, rebobinado y avance rápido) y Catch- Up TV (ver programas de TV días después de haber sido transmitidos).

Por esta razón, en este equipo es sumamente importante la capacidad de almacenamiento, debido a que debe soportar un gran número de peticiones de información para todos los usuarios finales a la mayor velocidad posible. Para ello se debe observar que el número de conexiones simultáneas del equipo equivalga al 25% del número de los usuarios totales de la red, de esta manera se garantiza que no se exceda la capacidad del servidor de VOD y que el contenido se entregue a alta velocidad, reservando espacio para los usuarios que seguirán aumentando en el transcurso de cada mes.

Debido a que la CNT EP contará con 1972 usuarios en la zona Izamba, la capacidad del equipo para el primer año deberá ser de 493 conexiones simultáneas, pero tomando en cuenta el crecimiento de la demanda a 2581 usuarios en cinco años, la capacidad del equipo deberá ser de 645 conexiones simultáneas, con el fin de evitar adquirir un nuevo equipo en los primeros cinco años de haberse implementado el servicio de IPTV.

Este equipo debe ser compatible con el servidor de transmisión de contenidos, STB, middleware, CAS e inserción de Publicidad.

En la tabla 4.6 se ha realizado la comparación de las características técnicas de dos proveedores de Servidores de Video sobre demanda de las marcas Anevia y Arris.

Tabla 4.6: Comparación técnica de servidores de Video sobre Demanda.

Servidor de VOD		
Marca	Anevia	Arris
Modelo	 <p>Toucan – VOD/nPVR</p>	 <p>S200 Media Server –Library</p>
	<ul style="list-style-type: none"> • 1-RU rack de 19" pulgadas. 	<ul style="list-style-type: none"> • 2-RU rack de 19" pulgadas. • Admite compresión MPEG-2 y MPEG-4.

<p>Características</p> <p>Técnicas</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Códec de video: MPEG-2, MPEG-4 (H.264) para resolución SD y HD. • VOD, nPVR, Time-shifting, Start Over, Pause TV, Catch-Up TV. • Almacenamiento de 25TB, permite 2000 conexiones simultáneas para más de 10000 usuarios. • Transmisión IP unicast y multicast. • Protocolos RTSP, TS sobre UDP o TS sobre RTP. • Compatibilidad: Equipos de Cabecera: Arris, Ateame, Elemental, Harmonic. Cas: Verimatrix, Secure Media, Conax, Irdeto. Middleware: Beenius, Zappware, Digisoft.tv, Arris. STB: Airties, Amino, Entone, Netgem, Sagem. 	<ul style="list-style-type: none"> • VOD y nPVR adquiriendo un servidor adicional solo para esta aplicación. • Almacenamiento de 22TB. • Transmisión IP multicast. • Compatibilidad: Equipos de Cabecera: Arris, Anevia. Cas: Verimatrix Middleware: Arris, Beenius, Zappware. STB: Arris
--	---	---

Fuente: TOUCAN VOD & nPVR Servidores de Streaming [49], [50]

Se compararon las marcas Anevia y Arris. Y se ha seleccionado el equipo Toucan VOD-nPVR detallado en el Anexo E, debido a que las aplicaciones de VOD y nPVR se encuentran alojadas en el mismo equipo reduciendo el espacio en rack y entregando un mejor servicio al usuario con mayores aplicaciones. Además su compatibilidad con

Harmonic permite que la fuente de contenidos para TSTV pueda provenir del servidor del mismo servidor de transmisión de contenidos.

Este equipo posee gran capacidad de almacenamiento suficiente como para abastecer los usuarios de la zona Izamba en los primeros 5 años.

Middleware

El middleware es un elemento de software, suele manejar un software para el operador y otro para el cliente. Los diferentes proveedores pueden ofrecer sistemas de middleware meramente de gestión para el operador de servicio o desarrollan software exclusivamente para el usuario. Sin embargo, al momento de implementar un middleware, lo más conveniente es optar por uno que posea tanto, el software de gestión como de cliente integrado en el mismo sistema. A estas soluciones de middleware se le conoce como plataformas punto a punto, esto le permite al operador gestionar todas las aplicaciones de IPTV desde la misma plataforma.

Debido a que este elemento de la cabecera de IPTV, les permite tanto al operador como al usuario interactuar con los elementos de la red, es importante que le otorgue al operador las siguientes funciones:

- Gestión de contenido, que permite administrar los canales y aplicaciones.
- Establecer reglas de la empresa, esta función permite crear paquetes de suscripción de canales y contenido de VOD, productos que permitan características específicas, como nPVR, Catch-up TV o Start Over y administrar licencias de derechos de suscriptor de acuerdo a los planes contratados.
- Gestión operativa, mediante la cual se automatiza y supervisa el servicio, se mide e informa de las características técnicas u operativas en tiempo real garantizando su disponibilidad continua mediante sistemas de alerta.
- Gestión de abonados, permite administrar las cuentas de los STBs y PCs de los hogares. Las nuevas cuentas se aprovisionan a través de la interfaz de CRM y los dispositivos que son propiedad de los suscriptores se proporcionan mediante una interfaz de auto-registro. Además establece límites en el número de dispositivos que se pueden auto-registrar o habilitar, se pueden agrupar los dispositivos de

acuerdo a ubicación o tipo, diferenciando el contenido entre diferentes regiones o grupos de abonados.

- Gestión de marketing, permite crear promociones de contenido en la interfaz de usuario basado en el comportamiento de uso, aumentando así el número de suscriptores.
- Analítica, permite realizar un seguimiento de cada vista de usuario, vista de contenido o página de aplicación, lo que permite supervisar el uso y el comportamiento de visualización del usuario. Además, posee una herramienta de generación de informes que proporciona vistas en tiempo real sobre suscriptores activos, ubicaciones y visualización para proporcionar al operador información esencial con el fin de mejorar continuamente su servicio y superar a sus competidores.

Con respecto al software del cliente, lo principal es una interfaz de usuario amigable y de fácil manejo, que incluya las aplicaciones de transmisión en Vivo y las ofrecidas por el servidor de VOD como son: VOD, nPVR, TSTV, Start Over, Pause TV y Catch-Up TV.

Adicionalmente, ciertos proveedores ofrece el middleware que permiten integrar aplicaciones como:

- Guía de Aplicaciones, la misma que integra fácilmente aplicaciones de HTML a todos los dispositivos. Las aplicaciones podrían incluir funciones que permitan a los espectadores interactuar con programas de TV emitiendo votos, reproduciendo o recuperando imágenes adicionales del programa o permitiendo a los usuarios compartir sus descubrimientos con otros.
- Experiencia de usuario personalizada, permite al abonado personalizar su perfil en cuanto a temas y colores, marcar favoritos y contar con un filtro de búsqueda.
- Centro de Medios, permite a los usuarios conectar elementos de audio, video y fotos a través de dispositivos USB.
- Convertir a los espectadores en consumidores o Monetización del Contenido, permite enviar promociones y recomendaciones o mensajes personalizados a la

pantalla del consumidor. Además, permite a los usuarios comprar directamente productos y paquetes en la aplicación.

- Pantalla Múltiple, permite que recordatorios, favoritos y listas de reproducción pueden compartirse entre todos los dispositivos del hogar. Gracias a esta función, los usuarios finales pueden comenzar a ver contenido en un dispositivo y continuar viéndolo en otro.
- Picture in Picture, permite al usuario observar dos canales de televisión distintos en la misma pantalla, ubicándose la segunda pantalla en un espacio muy inferior, gracias a esta aplicación el usuario puede observar otro canal sin necesidad de cambiar de canal.

En cuanto a compatibilidad, el middleware debe ser integrado con todos los elementos de la cabecera propuesta; esto es, servidor de transmisión de contenido, servidor de VOD, Middleware, servidor de CAS, Servidor de inserción de publicidad y servidor de facturación.

En la tabla 4.7 se ha realizado la comparación de las características técnicas de dos proveedores de Servidores de Middleware de las marcas Zappware y Beenius.

Tabla 4.7: Comparación Técnica de Middleware.

Middleware		
Marca	Zappware	Beenius
Modelo	 <p>Zappware Platform</p>	 <p>Interactive TV Platform</p>
	<u>Aplicaciones de operador:</u> <ul style="list-style-type: none"> • Gestión de contenido 	<u>Aplicaciones de operador:</u> <ul style="list-style-type: none"> • Sistema de Gestión de Contenido.

<p>Características Técnicas</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Establecer reglas de la empresa • Gestión operativa • Gestión de abonados • Gestión de marketing • Analítica <p><u>Aplicaciones de cliente:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Live TV • VOD, PVR, nPVR, TSTV, Start Over, Pause TV y Catch-Up TV • Guía de Aplicaciones <ul style="list-style-type: none"> • Experiencia de usuario personalizada • Centro de Medios • Monetización del Contenido • Pantalla Múltiple y PIP. • <u>Compatibilidad:</u> <p>Equipos de Cabecera: Harmonic, Anevia, Huawei, Ateame, Elemental, Ericsson, Broadpeak.</p> <p>Cas: Verimatrix, Conax, Cryptoguard, Arris.</p> <p>Inserción de Publicidad: Harmonic</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Administración de aplicaciones • Sistemas de supervisión y alerta. • Inserción de recomendaciones y promociones. • Analítica <p><u>Aplicaciones de cliente:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Live TV • VOD, PVR, nPVR, Catch Up. • Permite personalizar el perfil de usuario. • Monetización del Contenido • <u>Compatibilidad:</u> <p>Equipos de Cabecera: Harmonic, Anevia, Broadpeak, Elemental, Edgeware, Imfomir.</p> <p>Cas: Verimatrix, Conax.</p> <p>Inserción de Publicidad: Harmonic</p> <p>Facturación: OBS, Onyma.</p> <p>STB: Amino, Arris.</p>
--	---	--

	Facturación: OBS, MPP global solutions. STB: Airties, Entone, Arris, Cisco, Sagemcom, ZTE.	
--	---	--

Fuente: Plataforma Zappware, Una plataforma para IPTV, OTT y redes híbridas [51], [52]

Tanto, el middleware de Zappware como de Beenius, ofrecen una amplia gama de aplicaciones para usuario y cliente, sin embargo, se ha optado por la plataforma de middleware de Zappware, porque posee mayor compatibilidad con todos los demás equipos de la red, especialmente ofrece una amplia opción de proveedores de STBs, lo cual es importante para el operador a la hora de implementar el servicio IPTV, debido a que los STBs también deberían integrarse al resto de equipos de cabecera de red.

La segunda razón pero no menos importante, es que el middleware de Zappware es una plataforma “end to end”, diseñada de manera tal, que todos los elementos de operador y cliente que la conforman, tienen influencia en la experiencia del usuario final. Esto hace que la interfaz sea sumamente interactiva y sencilla de manejar con el propósito de convertir espectadores en consumidores.

En este middleware todos los componentes del operador están bien encaminados a satisfacer las necesidades del usuario y evaluar sus hábitos e intereses, le otorga un plus a la interfaz de usuario debido a que no está presentada en base a aplicaciones, como se lo hace comúnmente, sino que la información está presentada en base a contenidos, proporcionando acceso rápido a contenido relevante, estimulando el gasto de suscriptores y la satisfacción de cliente.

Servidor de CAS.

El servidor de CAS es de tipo software, un sistema de CAS debe proteger tanto al operador como al usuario de amenazas de piratería de contenidos y robo de servicios.

Debido a que IPTV utiliza redes bidireccionales basadas en IP, los sistemas tradicionales de acceso condicional (CA), diseñados para combatir las amenazas de seguridad en las redes de difusión unidireccional mediante el uso de tarjetas

inteligentes no son suficientes. Este sistema debe controlar tanto el acceso de usuarios, como la encriptación de la información. Por esta razón se debe elegir un sistema CAS diseñado específicamente para servicios de IPTV que posea un sistema de DRM incluido, este sistema debe basarse en criptografía avanzada, principalmente utilizando el algoritmo de encriptación AES-128 que es el más robusto.

Es recomendable que el sistema CAS posea una solución “cardless” o “sin tarjeta” y en su lugar se utilicen las características del micro controlador System-on-a-Chip (SoC).

Los proveedores de sistemas CAS, pueden entregar la solución completa para IPTV u ofrecer servicios específicos por separado, sin embargo, la mayor ventaja de elegir un sistema CAS completo para IPTV es que ofrece protección a todos los elementos de la cabecera de red. Los principales componentes de un sistema CAS para IPTV se mencionan a continuación:

- Gestión del Operador, es el componente central de administración que permite que el sistema CAS se integre con los STBs, middleware y servidores de facturación.
- Gestión de seguridad del contenido, conformado por los componentes de seguridad para el sistema de IPTV, para dar soporte a la autenticación, distribución de claves y control de usuario.
- Cifrado en tiempo real, realiza el cifrado de la información, uno de los cifrados más seguros es el cifrado AES de 128 bits, para streams multicast del contenido de video encapsulado, en donde solo el dispositivo del cliente posee la clave de descifrado apropiada, mediante “ViewRight”.
- Encriptación de VOD, realiza el cifrado AES-128 más rápido que a tiempo real para los servidores de VOD, en conjunto con el componente de gestión de seguridad de contenido soporta flujos de trabajo, manuales o automatizados.
- Paquete ViewRight para STB, es un robusto paquete de código incrustado que implementa funciones de seguridad cardless, dentro de cada STB y Smart TV conectado, el mismo ofrece la mejor seguridad de contenido para redes bidireccionales mediante las características de seguridad del moderno micro controladores System-on-a-Chip (SoC).

- Marcas de Agua, este componente inserta una marca de agua invisible pero muy robusta en la información de video descomprimida antes de que el contenido se envíe desde el dispositivo del cliente, esto permite rastrear el contenido hacia el último usuario autorizado.

Con respecto a la compatibilidad, debido a que se optará por un sistema que presente la solución completa para IPTV, el servidor CAS, influye en todos los elementos de la cabecera de red, por lo que deberá integrarse con todos los elementos de la red, incluyendo los STBs.

En la tabla 4.8 se ha realizado la comparación de las características técnicas de dos proveedores de Servidores de CAS de las marcas Verimatrix y Irdeto.

Tabla 4.8: Comparación Técnica de Servidores de CAS.

Servidor de CAS		
Marca	Verimatrix	Irdeto
Modelo	VCAS for IPTV	Irdeto Conditional Access
Características Técnicas	<ul style="list-style-type: none"> • Interfaz de Gestión del Operador. • Gestión de seguridad del contenido. • Servidor de Encriptación a tiempo real de tipo AES-128. • Gestión de Encriptación para VOD. • ViewRight STB para IPTV. • Cardless con System-on-a-Chip. • Marca de agua. • <u>Compatibilidad:</u> 	<ul style="list-style-type: none"> • Sistema basado en tarjetas inteligentes. • Utiliza un algoritmo de encriptación propio de la empresa libre de puntos vulnerables. • Algoritmos extras para detectar tarjetas inteligentes utilizadas en retransmisión analógica. • Apoyo a los derechos de propiedad para permitir el enjuiciamiento cuando la tarjeta

	<p>Equipos de Cabecera: Harmonic, Anevia, Adtec, Appeartv, Arris, Ateame, Elemental, Huawei.</p> <p>Middelware: Zappware, Beenius, Cubiware, Netris.</p> <p>Inserción de Publicidad: Harmonic, Arris</p> <p>Facturación: OBS, MPP global solutions, Onyma, PayWizard.</p> <p>STB: Airties, Amino, Appeartv, Comigo,Entone, Infomir, Netgem, ZTE.</p>	<p>Irdeto Premium se utiliza en emuladores de set-top boxes.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Encriptación para PVR y VOD. • <u>Compatibilidad:</u> <p>Equipos de Cabecera: Harmonic, Anevia, Broadpeak, Elemental, Cisco, Huawei.</p> <p>Middelware: Irdeto.</p> <p>Inserción de Publicidad: Harmonic</p> <p>STB: Cisco, Elemental.</p>
--	--	--

Fuente: VCAS para IPTV. [53], [54]

Entre los sistemas CAS de Verimatrix y de Irdeto, se ha seleccionado el sistema VCAS for IPTV de Verimatrix, detallado en el Anexo F, debido a que posee una solución específica para IPTV, con la ventaja de usar cardless y encriptación avanzada AES-128, que elimina las vulnerabilidades de los sistemas con tarjetas inteligentes. Además es la marca líder mundialmente en sistemas CAS, por lo que posee una alta integración con la mayoría de proveedores de equipos de cabecera.

Servidor de inserción de publicidad

El Servidor de inserción de publicidad está conformado por una parte de hardware y un sistema de software. En el hardware es donde se almacenan los contenidos de publicidad a transmitir por lo que deberá soportar los mismos formatos de compresión que el servidor de transmisión de contenidos y de VOD, con el fin de que se mantenga la misma calidad durante toda la transmisión de la programación, en este caso deberá soportar la compresión MPEG-2 y MPEG-4, para SD y HD. En cuanto a capacidad de almacenamiento dependerá de la cantidad de publicidad que se requiera insertar, en el caso de la CNT será usado en su mayoría para insertar anuncios informativos propios de la empresa, promociones y recomendaciones de nuevos productos o servicios, lo cual no requiere mucho espacio de almacenamiento.

El sistema de software se encarga de la integración del servidor de publicidad con el resto de los elementos de la cabecera y la interoperabilidad con los sistemas de facturación y transmisión de contenidos. Ciertos proveedores otorgan sistemas de software para insertar comerciales o promociones más especializadas, pero en el caso de la CNT se insertaran los comerciales creados por la misma empresa sin necesidad de agentes de publicidad extra.

Al momento de optar por un servidor de publicidad es importante elegir un sistema que permita insertar promociones no solo en los servidores de VOD sino también en los servidores de transmisión de contenidos para la programación de tiempo real, en este caso el servidor de publicidad funciona como un tipo de Streamer que permite transmitir contenido pregrabado o en vivo. Dependiendo del proveedor puede o no venir incluido en el servidor de transmisión de contenidos, razón por la cual resulta más ventajoso optar por un servidor de transmisión de contenidos que admita inserción de publicidad en el mismo equipo.

El servidor de Publicidad debe ser compatible con el Servidor de transmisión de contenidos, Cas, Middleware y Servidor de facturación.

En la tabla 4.9 se ha realizado la comparación de las características técnicas de dos proveedores de Servidores de Inserción de Publicidad, de las marcas Harmonic y Arris.

Tabla 4.9: Comparación Técnica de Servidores de Inserción de Publicidad.

Servidor de Inserción de Publicidad		
Marca	Harmonic	Arris
Modelo	Prostream 9100	AEDGE
Características	<ul style="list-style-type: none"> • Empalme de anuncios lineales o inserción de programas digitales directamente en la transmisión en directo. 	<ul style="list-style-type: none"> • Inserción de anuncios lineales • Interactúa con servidores de anuncios basados en el estándar SCTE130. • Admite compresión MPEG-2, MPEG-4 AVC.

<p>Técnicas</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Permite compresión MPEG-2, MPEG-4 AVC y HEVC SD / HD. • Servidor de Encriptación a tiempo real de tipo AES-128. • Posee una tarjeta de E / S quad GbE con capacidades publicitarias avanzadas. • Elimina la necesidad de decodificar señales para insertar anuncios. • Soporte para hasta 200 canales de inserción por cada servidor. • <u>Compatibilidad:</u> Equipos de Cabecera: Huawei, Harmonic, Anevia, Arris. Cas: Verimatrix, Conax. Middleware: Zappware, Beenius, Comigo, Siemens, Startimes. Servidor de Facturación: OBS, Onyma. 	<ul style="list-style-type: none"> • Interopera con los Sistemas de Tráfico y Facturación de terceros. • Soporte para hasta 30.000 canales de inserción distribuidos en hasta 200 servidores de inserción • Permite crear perfiles para asignar suscriptores por zonas virtuales. • <u>Compatibilidad:</u> Equipos de Cabecera: Arris, Anevia. Cas: Arris, Verimatrix Middleware: Arris, Beenius, Zappware. Servidor de Facturación: OBS
------------------------	---	--

Fuente: ProStream 9100 High Density Stream Processor, ADEDGE Solución de publicidad integral [47], [55]

Se han analizado el servidor de inserción de publicidad de Arris, el mismo que brinda una solución completa y avanzada de Publicidad, mediante la adquisición de equipos

y sistemas adicionales. Y, por otro lado, la marca Harmonic que ofrece un sistema de inserción de publicidad igualmente robusto y que se encuentra incluido en el mismo servidor de transmisión de contenidos.

De los cuales se ha seleccionado el servidor Prostream 9100 de Harmonic, equipo que ha sido seleccionado previamente para desempeñar la función de servidor de transmisión de cabecera, debido a que permite la inserción de tramas de anuncios locales y regionales directamente en la transmisión en directo. Su alta capacidad permite a los organismos de radiodifusión implementar anuncios publicitarios avanzados sin necesidad de comprar una solución de empalme independiente, ahorrándoles dinero a la empresa de telecomunicaciones y al mismo tiempo abriendo nuevos flujos de ingresos, ofreciendo a los operadores la capacidad de llegar a los espectadores con anuncios orientados. Además, elimina la necesidad de decodificar señales para insertar anuncios, los flujos de trabajo se optimizan y la calidad de video se mantiene en un alto nivel.

Servidor de facturación.

El servidor de facturación es un sistema de tipo software, este sistema resulta muy útil para el operador ya que le permite automatizar la gestión de los recursos económicos generados por los diferentes servicios que se ofrecen, el sistema deberá contener información sobre esquemas tarifarios y algoritmos, bases de datos de los clientes, incluyendo varios esquemas de impuestos y característica divisas. En este caso es recomendable optar por un sistema de facturación que sea capaz de administrar los ingresos de todos los servicios como son Live TV, VOD y el servicio PPV (Pay Per View).

Usualmente los sistemas de facturación suelen dividir los servicios por suscripción o por transacción, suscripción se refiere al paquete de servicios a los que el usuario accede mediante un pago cada cierto tiempo, que en el caso de la CNT EP suele ser mensual. Y servicios por transacción es cuando el usuario paga por servicio o contenido que desea ver, como es el caso de la aplicación PPV. La CNT EP necesita que el sistema cuente con un sistema de facturación por suscripción y por transacción.

En este servidor es sumamente importante la seguridad por lo cual deberá funcionar a través de una única interfaz web segura, que permita el acceso por niveles administrativos y de confidencialidad.

Entre las principales funciones requeridas por el servidor, el mismo debe ser capaz de:

- Gestión de aplicaciones, para definir todas las funciones del servidor de facturación a aplicarse.
- Generar cuentas de facturación por usuario, es decir, informar al usuario del monto a pagar por mes.
- Permitir depósitos online vía tarjetas de crédito, para pago de servicios de suscripción o de programación PPV.
- Brindar reportes estadísticos del análisis a tiempo real del gasto económico por usuario.
- Permitir insertar promociones, descuentos o compras de paquetes nuevos, desde el hogar del consumidor.
- Lista de usuarios activos y usuarios que han terminado el contrato del servicio y control de cobro de clientes mediante la definición de duraciones de planes y costos.
- Base de datos para almacenar el contenido de VOD y suscriptores.

En lo que se refiere a compatibilidad es suficiente que el sistema de facturación este integrado al Middleware, ya que el Middleware posee integración con todos los demás elementos de la cabecera de red.

En la tabla 4.10 se ha realizado la comparación de las características técnicas de dos proveedores de Servidores de Servidores de Facturación, de las marcas OBS y Onyma.

Tabla 4.10: Comparación Técnica de Servidores de Facturación.

Servidor de Facturación		
Marca	OBS - Open Billing System	Onyma

Modelo	IPTV Billing Services and Recurring Subscription Based Service Management.	Onyma Billing
Características Técnicas	<ul style="list-style-type: none"> • Gestión de servicios de facturación y suscripción. • Planes de prepago y Pospago online. • Base de datos para suscriptores y contenido de VOD y categorización del contenido. • Notificaciones de renovaciones de contrato y promociones. • Sistema de código abierto multilinguaje y multiplataforma, que le permite integrarse fácilmente a cualquier middleware y back office. • <u>Compatibilidad:</u> Cualquier Middleware. 	<ul style="list-style-type: none"> • Servicios de facturación y suscripción • Mecanismos de auditoría desarrollados y base de datos. • Sistema analítico integrado para generar reportes de gasto por usuario. • Interactúa con sistemas de back office externos. • <u>Compatibilidad:</u> Middleware: Netris.

Fuente: IPTV billing servidores, Onyma Billing & BPM [56], [57]

Se ha comparado los sistemas de facturación de las marcas OBS y Onyma, de las cuales se ha seleccionado el sistema de OBS para IPTV, debido a que es un servidor específico para IPTV y VOD y posee funciones concretas dedicadas a la facturación de estos servicios. Además tiene la ventaja de ser un sistema con código abierto que puede ser integrado a cualquier middleware, eliminando conflictos de compatibilidad con el resto de los elementos de la cabecera de red de IPTV.

4.4.2 Determinación de equipos de red de núcleo y red acceso en la plataforma de IPTV.

Los equipos que conforman la red de núcleo y la red de acceso de la plataforma de IPTV se describen a continuación.

Red de Núcleo

La red de núcleo puede ser entendida como la red IP/MPLS que transporta el tráfico desde la red de cabecera de IPTV hacia la red de acceso. Al igual que la red de cabecera de IPTV, los equipos de la red de núcleo se situarán en la ciudad de Ambato en la central Ambato Sur.

Suele estar conformada por routers para el borde de la red y switches de capa tres para realizar el ruteo entre las VLANs de los servicios de las centrales. Tanto los routers como switches de capa 3 deben soportar mensajes de control IGMP, transmisión de flujo multicast, mantener la tabla de multidifusión para brindar el servicio de IPTV, poseer interfaces mínimo 1GbE y soportar transporte sobre MPLS.

En la plataforma de IPTV propuesta, conviene utilizar un Switch de capa 3 que hace las funciones de un switch de agregación de servicios de IPTV, los switches de agregación son switches ethernet de nivel de prestadora de servicios que agregan tráfico en el perímetro de la red. Se ha seleccionado uno de capa 3, debido a que este se encarga de unificar los servidores de la cabecera de IPTV en la red y a su vez permite formar VLANs, ya sea por aplicación, o por área de cobertura cuando se presente el crecimiento de la demanda. Así mismo permite la transmisión de tráfico de datos, hacia el router principal de la red MPLS para las centrales locales.

Para este equipo la compatibilidad no es un aspecto muy relevante, debido a que los equipos de switch poseen una alta integración con la mayoría de equipos de back office.

En la tabla 4.11 se ha realizado la comparación de las características técnicas de dos proveedores de Switch de Agregación, de las marcas Cisco y Huawei.

Tabla 4.11: Comparación Técnica de Switch de Agregación.

Switch de Agregación		
Marca	Cisco	Huawei
Modelo	 MS420-24-HW	 S6720-30C-EI-24S-AC
Características Técnicas	<ul style="list-style-type: none"> • Diseño de 1 RU compacto. • Switch de capa 2 y capa 3. • Posee 24 puertos de 10 GbE. • Puerto de administración 10/100/1000 RJ-45. • Detección IGMP para el filtrado multidifusión. • Protocolo OSPF v22 • Etiquetado de VLAN 802.1Q con un máximo de 4095 VLAN. • Hasta 960 Gbps de capacidad de switching sin bloqueos. • Detección DHCP para evitar que los usuarios agreguen servidores DHCP no autorizados en la red. • Se administra mediante una interfaz de nube en lugar de 	<ul style="list-style-type: none"> • Diseño de 1 RU. • Switch de capa 2 y capa 3. • Posee 24 puertos de 10 GbE y 2 puertos 40 GbE. • Multidifusión controlable y soporta IGMP v1/v2/v3. • Protocolo OSPF y OSPF v3 para IPv6 • Máximo de 4K VLANs. • 2.56 Tbit/s de capacidad de switching • Restricción de la cantidad de direcciones MAC aprendidas.

	<p>utilizar una línea de comandos criptica, que simplifica la administración y reduce costos.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Se administra por el propio operador mediante línea de comandos criptica.
--	---	---

Fuente: Switch de agregación Cisco Meraki MS de 10 Gigabit Ethernet administrado en la nube [58]

Se ha seleccionado el Switch Cisco MS420-24-HW, detallado en el Anexo G, ya que posee interfaces con la capacidad suficiente para una rápida conmutación de los servidores de IPTV y debido a que puede ser administrado en la nube brinda beneficios de administración simplificada sin implementaciones de preparación, permitiendo administrar hasta decenas de miles de puertos desde un panel único. Además reduce costos al operador, con precios equivalentes a otros switches similares que no poseen esta característica.

Adicionalmente la marca Cisco es líder en equipos de telecomunicaciones por lo que se integra rápidamente a todos los sistemas de terceros existentes.

Respecto a la red MPLS y la red de backbone, se utilizará la red ya existente de la CNT EP, para la transmisión del servicio IPTV a la central Izamba, debido a que cumple con los requerimientos mencionados. La red de backbone de la ciudad de Ambato forma un anillo de fibra óptica que comunica las centrales Ambato Sur, Ambato Centro, Izamba y Ambato Norte entre sí.

Red de Acceso

La red de acceso se encarga de distribuir los flujos de datos de IPTV desde la central Izamba hasta llegar a los equipos de usuario o STBs, el transporte de datos se hará sobre la red la red GPON ya establecida, la misma que se encuentra detallada en el Análisis de la infraestructura actual de la red GPON de la CNT E.P. en la zona Izamba que se encuentra en el apartado 4.1 de este capítulo.

La CNT EP utilizará la tecnología FTTH para ofrecer el servicio de IPTV, la misma que como se indicó, ya se encuentra implementada en la zona Izamba y cumple con todos los requerimientos técnicos para el servicio de IPTV.

4.4.3 Elección de equipos de usuario en la plataforma de IPTV.

El equipo de usuario que se utiliza en IPTV es un Set Top Box. Un STB es un dispositivo que recibe una señal digital de la cabecera de IPTV sobre la red GPON y la decodifica para que sea transmitida por el televisor del usuario final. Además le otorga al televisor del usuario características de un dispositivo multimedia e interactivo, ya que le permite soportar todas las aplicaciones de IPTV.

Los requerimientos principales de este equipo son la compresión que soporta y las aplicaciones que ofrece. Con respecto a la compresión, debe ser capaz de procesar los códecs de video que se utilizan en la cabecera de IPTV, es decir en el codificador y en el servidor de transmisión de contenidos, los mismos que utilizan una compresión MPEG-2 y MPEG-4/H.264 AVC, para mantener la calidad en los canales. Por otro lado debe soportar todas las aplicaciones de Live TV y de VOD, como son VOD, nPVR, TSTV, Start Over, Pause TV y Catch-Up TV. Para el caso de Pause TV, el STB debe poseer una funcionalidad llamada PLTV (Pause Live TV).

Además la plataforma de IPTV propuesta utilizará nPVR en lugar del habitual PVR, debido a que el primero presenta mayores ventajas tanto para el usuario como para el operador, ya que los contenidos se graban en la red del operador y no en el STB, le otorga al usuario la capacidad de grabar más de un programa al mismo tiempo y guardarlo en la nube el tiempo que desea, sin la precaución de borrar un contenido para grabar uno nuevo. Y le da al operador la capacidad de controlar el contenido que ha sido grabado y evitar problemas de piratería y mal uso del contenido con la ayuda del sistema CAS, adicionalmente le permite abaratar costos que implicarían STBs con PVR de grandes capacidades de almacenamiento.

Es sumamente importante que el STB sea compatible con el middleware elegido y que soporte todas las aplicaciones que ofrece, para que el servicio sea sumamente interactivo y atractivo para los usuarios.

En la tabla 4.12 se ha realizado la comparación de las características técnicas de dos proveedores de Set Top Box, de las marcas Airties y Amino.

Tabla 4.12: Comparación Técnica de STBs.

Set Top Box		
Marca	Airties	Amino
Modelo	 <p style="text-align: center;">Air 7205</p>	 <p style="text-align: center;">A140</p>
Características Técnicas	<ul style="list-style-type: none"> • Soporta Live TV, nPVR, PLTV, VOD, Time-shifting, Start Over, Catch-Up TV y Picture in picture. • Interfaces: USB 2.0 (para disco duro externo, dongle USB, cámara, micrófono o teclado), salida óptica S/PDIF, salida A/V Output, slot para tarjeta Micro SD, puerto HDMI 1.4, 10/100 BaseT Ethernet, entrada DC Jack. • Wireless: 867 Mbps, 802.11ac, 2x2 MIMO, 2.4 GHz / 5 GHz de doble banda. • Códecs de video: MPEG-2, MPEG-4/H.264 AVC, FLV. • Soporte hasta de 1080i (para picture in picture) o única pantalla 1080P para Full HD. 	<ul style="list-style-type: none"> • Soporta Live TV, nPVR, PLTV, VOD, Time-shifting, Start Over, Catch-Up TV. • Interfaces: Ethernet 10/100 BaseT via RJ-45, HDMI 1.3, dongle USB, USB 2.0, RGB, S-Video and audio analógico, modulador RF. • Códecs de video: MPEG-2, MPEG-4 pt10 AVC/H.264. • Soporta 720p, 1080i para picture in picture y 1080p.

	<ul style="list-style-type: none"> • Códecs de audio: AAC-LC, AAC-HE, AC-3, E-AC3 (Dolby Digital Plus), MPEG-1 tipo 1,2,3 (MP3), DTS 5.1. • Protocolos: Multicast IPTV (IGMP), Video-on-Demand (RTSP), HTTP Live Streaming. •Compatibilidad con Middleware: Zappware 	<ul style="list-style-type: none"> • Códecs de audio: Audio estéreo y Dolby 5.1 vía S/PDIF and HDMI. Dolby Digital. •Compatibilidad con middleware: Beenius
--	---	---

Fuente: Air 7205 Set-top Box de Alta Definición [59]

Se ha comparado los STBs de Huawei y de Amino, debido a que son marcas líderes en desarrollar e innovar STB para IPTV, y tienen una alta integración con terceros. Sin embargo, para la plataforma propuesta se ha seleccionado el STB Air 7205 de Airties detallado en el Anexo H, porque se puede conectar a la red inalámbricamente y esto representa una ventaja, debido a que ahorra espacio en los puertos ethernet del modem de Gpon de CNT, en el caso de conectar cuatro televisores a los STBs, que es límite de televisores a los que se les puede entregar el servicio.

Como se indica en el análisis de la infraestructura actual de la red GPON, la CNT EP utiliza un ONT de la serie HG8245 de Huawei, el mismo que posee hasta cuatro interfaces de ethernet y al tener una conexión inalámbrica en el STB se utiliza el mismo modelo de módem, acoplándose a la red existente y optimizando recursos al operador.

El Set Top Box de Airties viene incluido con un control remoto IR/RF4CE, un cable Jack a 3xRCA de 3.5mm, un cable HDMI y un cable Ethernet.

Además, el STB de Airties está integrado con el middleware de software y back office de Harmonic y de Huawei.

4.5 Determinación de protocolos de señalización y transporte de IPTV.

La determinación de protocolos se ha incluido en el desarrollo de la propuesta, debido a que IPTV es un servicio de televisión sobre el protocolo IP y hace uso de un conjunto de protocolos de señalización y transporte, para transmitir el contenido, ya sea en modo

unicast o en multicast, es por ello que es importante el análisis de éstos protocolos mencionados para una mejor comprensión del funcionamiento de IPTV. Además, mediante la comprensión de la función de los protocolos en los elementos de la cabecera de red de IPTV se entiende como el modo de transmisión de contenido en IPTV lo diferencia del resto de tecnologías de televisión por suscripción.

4.5.1 Protocolos de IPTV en el modelo OSI

Los protocolos de IPTV ubicados en su respectiva capa del modelo OSI se sitúan según la recomendación J.281 de la ITU-T, en donde se encuentran los requerimientos para la transmisión de señales de video de multicanal sobre IP a través de fibra óptica. Cada protocolo cumple una función específica para el correcto desempeño del servicio de IPTV, tal como se indica en la figura 4.8.

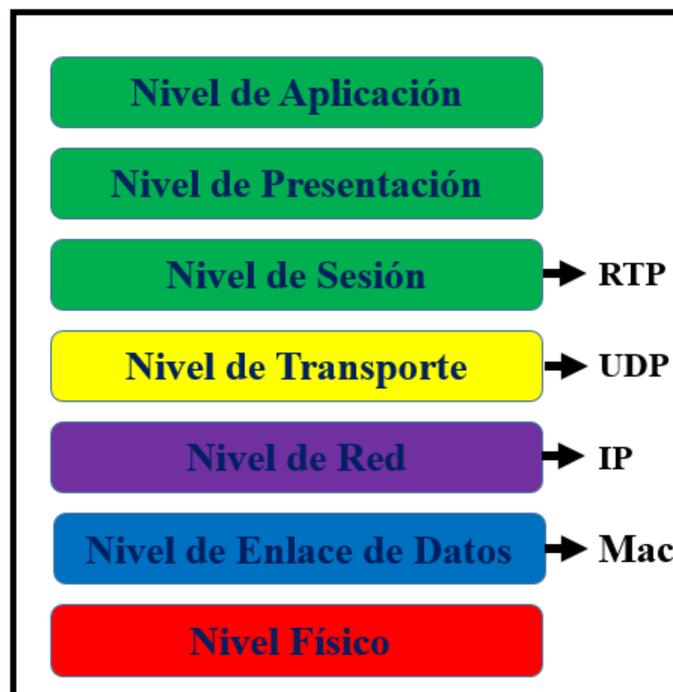


Figura 4.8: Protocolos de IPTV en el modelo OSI.

Fuente: Requerimientos ITU-T J.281. [60]

Las cinco primeras capas del modelo OSI son las encargadas de la transmisión del contenido. En IPTV el nivel de sesión, trabaja en conjunto con el nivel de transporte mediante el transporte de paquetes UDP. Adicionalmente estos protocolos también trabajan con los protocolos de señalización.

4.5.2 Protocolos de transporte de Medios

Los Protocolos de transporte de Medios están ubicados en las capas de transporte y de sesión del modelo OSI, se encargan de la transmisión del contenido unicast y multicast de IPTV desde la cabecera nacional hasta los usuarios finales. En la tabla 4.13 se localizan los protocolos de transporte de medios diferenciados de los de señalización, según el modo de transmisión y con su respectivo conjunto de protocolos de operación.

Tabla 4.13 Protocolos utilizados en IPTV.

Servicio	Protocolo de señalización	Protocolo de transporte de medios	Combinación de Protocolos
Streaming de contenido Multicast	IGMP	RTP	“igmp-rtp-udp”
Streaming de contenido Unicast	RTSP	RTP	“rtsp-rtp-udp”

Fuente: OIPF Release 2 Specification Volume 4 – Protocols V2.3 [61]

En la tabla 4.12 se puede observar que el protocolo RTP trabaja en combinación con el protocolo UDP, además el protocolo IGMP participa en transmisión multicast y RTSP para unicast. Los distintos protocolos de Transporte de detallarán a continuación.

4.5.2.1 Protocolo UDP

El Protocolo User Datagram Protocol (UDP) es un protocolo de nivel de transporte orientado a mensajes documentado en el RFC 768 de la IETF, está basado en el intercambio de datagramas. Permite el envío de datagramas a través de la red sin que se haya establecido previamente una conexión, ya que el propio datagrama incorpora suficiente información de direccionamiento en su cabecera.

No posee confirmación ni control de flujo, por lo que los paquetes pueden adelantarse unos a otros; y tampoco controla si han llegado correctamente, ya que no hay confirmación de entrega o recepción. Su uso principal es para el intercambio de paquetes de la conexión/desconexión, así como para la transmisión de audio y vídeo en tiempo real con RTP, donde no es posible realizar retransmisiones por los estrictos requisitos de retardo que se tiene en estos casos. [62]

Trama UDP

La longitud del mensaje de una trama UDP es de 16 bits, y posee 16 bits opcionales de checksum o código de redundancia, que en conjunto con la dirección IP de origen y de destino se realiza la respectiva verificación de errores, en este caso el protocolo UDP interactúa con el protocolo IP.

En la figura 4.9 se muestra la trama UDP con sus respectivos componentes.

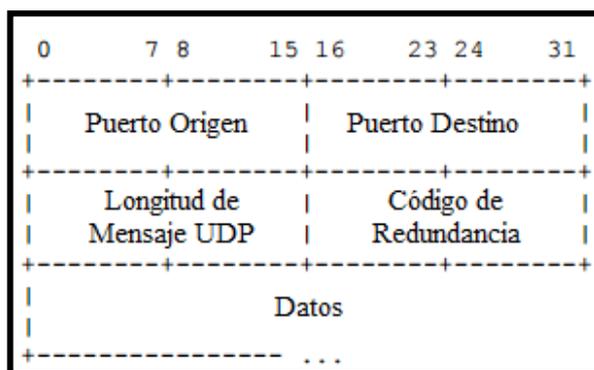


Figura 4.9: Trama UDP.

Fuente: User Datagram Protocol [63]

Aplicaciones

Este protocolo se trabaja en combinación con los protocolos IGMP y RTP, para multicast en el servidor de transmisión de contenidos. Y con los protocolos RTSP y RTP, para transmisión Unicast. Además este protocolo también participa en la aplicación de nPVR, localizado en el servidor de Video sobre Demanda.

En video-streaming y la mayoría de las aplicaciones se emplea RTP sobre UDP, que es mucho menos pesado que TCP, debido a la necesidad propia del video-streaming de recibir la información en el momento adecuado (entrega rápida por encima de la fiabilidad en el transporte). [64]

4.5.2.2 Protocolo RTP

El Protocolo de Transporte de Tiempo Real (RTP). Es un protocolo de nivel de sesión utilizado para la transmisión de información en tiempo real, proporciona funciones de transporte de extremo a extremo, adecuadas para aplicaciones que transmiten datos en tiempo real, como audio, vídeo o datos de simulación, sobre servicios de red

multicast o unicast como por ejemplo audio y vídeo en una video-conferencia o la transmisión de contenido en vivo. Está desarrollado por el grupo de trabajo de transporte de Audio y Video del IETF, referenciado en la RFC 2250, 3550, 3611 y 4585.

RTP no garantiza la QoS para servicios en tiempo real. El transporte de datos es aumentado por un protocolo de control (RTCP) para permitir la supervisión de la entrega de datos de una forma escalable a grandes redes de multidifusión, y para proporcionar una funcionalidad mínima de control e identificación. [65]

Trama RTP

La función básica de una trama RTP es multiplexar varios flujos de datos en tiempo real en un solo flujo de paquetes UDP, pudiéndose enviar tanto a un solo destino (unicast) o múltiples destinos (multicast). Los paquetes son numerados de la siguiente manera: se le asigna a cada paquete un número mayor que su antecesor.

Otra característica muy importante para las aplicaciones de contenido multimedia en tiempo real es el time-stamping (marcación del tiempo). La idea es permitir que el origen asocie una marca de tiempo con la primera muestra de cada paquete. Con esto, el destino es capaz de almacenar un pequeño buffer e ir reproduciendo cada muestra con un leve retardo al tiempo real. [62]

En la figura 4.10 se ilustra una trama RTP.

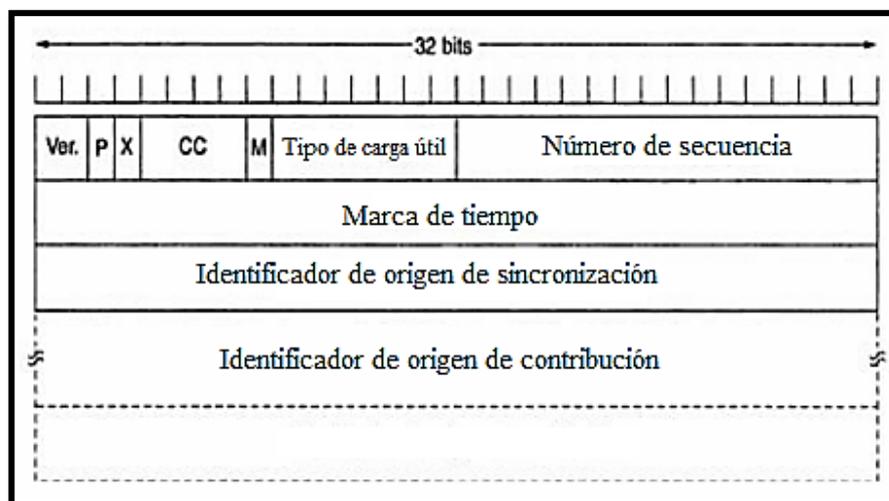


Figura 4.10: Trama RTP.

Fuente: Protocolos UDP, TCP y RTP [62]

Aplicaciones

Este protocolo es utilizado en combinación con el protocolo UDP para el transporte a tiempo real del contenido del servidor de transmisión y del servidor de VOD, además interviene en aplicaciones de monitoreo y gestión del contenido.

Su principal aplicación es su participación en una sesión de video-streaming como se muestra en la figura 4.11. La aplicación define una dirección de red y un par de puertos para RTP y RTCP en el lado del servidor de transmisión de contenido y del usuario, proporcionándose así video-streaming.

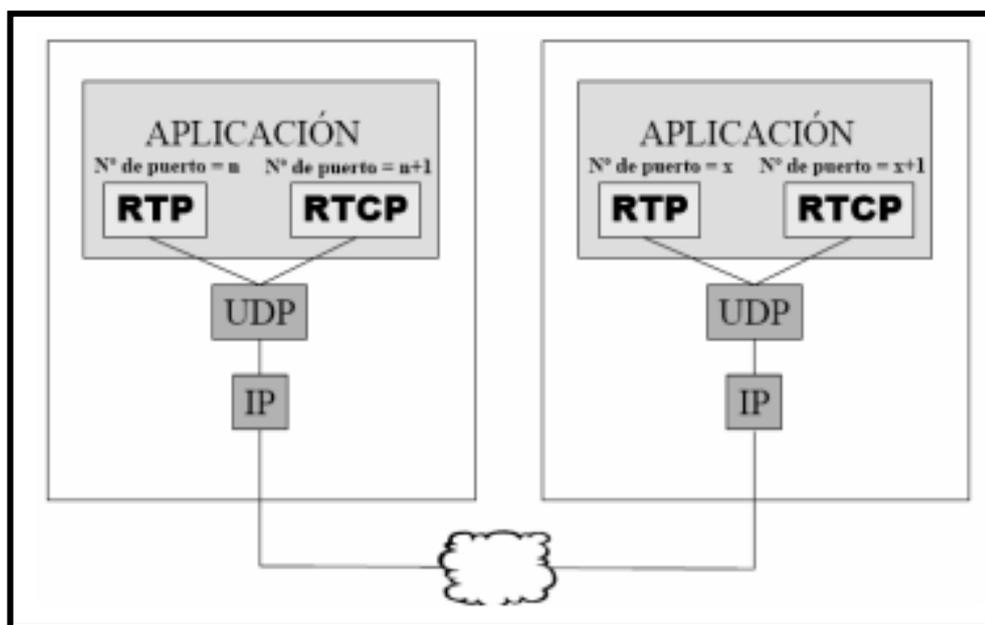


Figura 4.11: Sesión de video-streaming.

Fuente: IPTV. Protocolos empleados y QoS [66]

4.5.2.3 Protocolo RTCP

El protocolo de control RTP (RTCP) se basa en la transmisión periódica de paquetes de control a todos los participantes en la sesión, utilizando el mismo mecanismo de distribución que los paquetes de datos. Se debe proporcionar multiplexación de los datos y paquetes de control, utilizando números de puerto separados con UDP y RTCP. [67]

Trabaja junto con RTP en el transporte y empaquetado de datos multimedia, pero no transporta ningún dato por sí mismo y se encapsula sobre UDP.

Aplicaciones

La función principal es proporcionar retroalimentación sobre la calidad de la distribución de datos. Esta es una parte integral del rol de la RTP como protocolo de transporte y está relacionada con las funciones de control de flujo y congestión de otros protocolos de transporte. También es crítico para obtener retroalimentación de los receptores para diagnosticar fallas en la distribución, con un mecanismo de distribución como la multidifusión IP, también es posible el proveedor de servicios realice un monitoreo para diagnosticar problemas de red. Esta función de retroalimentación se realiza mediante los informes de emisor y receptor RTCP. [68]

4.5.3 Protocolos de Señalización

Los diferentes protocolos de señalización se describen a continuación.

4.5.3.1 Protocolo IGMP

El Protocolo de administración de grupos de Internet (IGMP, Internet Group Management Protocol), es un protocolo de multidifusión referenciado en el RFC 2236 de la IETF, es utilizado por hosts IP, para reportar los miembros de su grupo multicast a cualquier router multicast inmediatamente vecino.

IGMP es una parte integral del protocolo IP y es necesario que sea implementado por todos los hosts que deseen recibir multicasts IP.

Los mensajes IGMP se encapsulan en datagramas IP, con un número de protocolo IP de dos [69]. Para el servicio de IPTV, el protocolo IGMP v2 es comúnmente utilizado.

En la figura 4.12 se ilustra como el servidor envía una única trama IP a todos los destinos que la están demandando en ese momento.

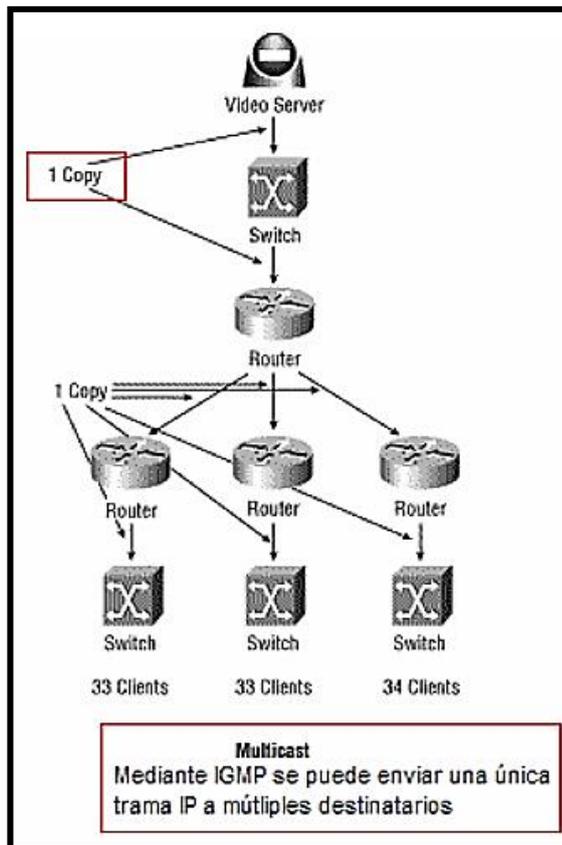


Figura 4.12: Envío de trama IP en multicast.
Fuente: Multidifusión mediante Igmip. [70]

Trama IGMP

La trama del protocolo IGMP se ilustra en la figura 4.13.

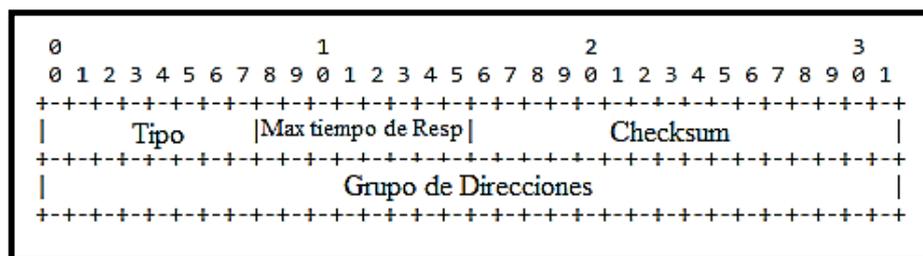


Figura 4.13: Trama IGMP.

Fuente: Internet Group Management Protocol, Version 2 [69]

Tipos de Mensajes en IGMPv2

En la tabla 4.14 se detallan los tipos de mensajes IGMPv2 que es la versión más utilizada para IPTV.

Tabla 4.14: Tipos de Mensajes en IGMPv2.

Tipo	Emitido por	Función	Dirección de destino
Consulta General (General Query)	Routers	Preguntar a los hosts si están interesados en algún grupo multicast	224.0.0.1
Consulta específica de grupo (Group-Specific Query)	Routers	Preguntar a los hosts si están interesados en un determinado grupo multicast	La del grupo en cuestión
Informe de Pertenencia (Membership Report)	Hosts	Informar a los routers que el host está interesado en un determinado grupo multicast	La del grupo en cuestión
Abandono de Grupo (Leave Group)	Hosts	Informar a los routers que el host deja de estar interesado en un grupo multicast	224.0.0.2

Fuente: Protocolos Utilizados en IPTV [71]

Se ha descrito el funcionamiento de este protocolo con sus respectivos tipos de mensajes de la siguiente manera:

- a) Cuando una aplicación en un host se suscribe a un grupo particular, el host envía un mensaje de informe (Membership_report) con la dirección del grupo al que se ha suscrito, como se ilustra en la figura 4.14.

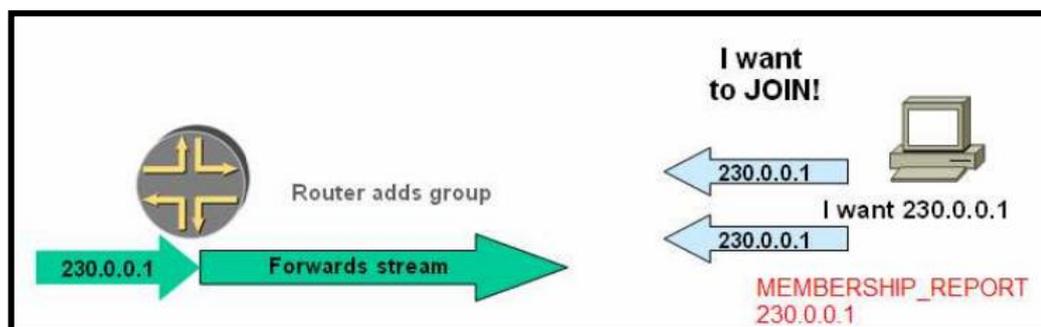


Figura 4.14: Membership_report de IGMP.

Fuente: Multidifusión mediante IGMP.[70]

- b) Periódicamente, los routers envían interrogaciones (Membership_query:general), en el caso del ejemplo al grupo 224.0.0.1 (todos los hosts). Cada ordenador

responde con un informe (Membership report) por cada grupo al que pertenece, incluyendo la dirección de dicho grupo. En el caso de que un host observa un informe de algún otro host asociado al mismo grupo de multidifusión, no envía su propio mensaje ahorrando recursos. Tal como se indica en la figura 4.15.

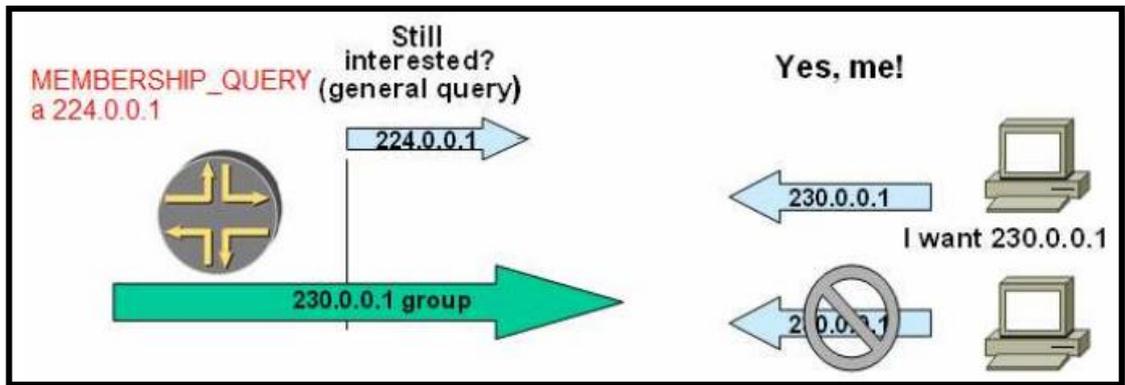


Figura 4.15: Membership_query:general y Membership report de IGMP.

Fuente: Multidifusión mediante IGMP [70]

- c) Si después de varias interrogaciones no se recibe ningún mensaje relativo a alguno de los grupos activos de esa subred, el router elimina dicho grupo de la tabla asociada a ese interfaz.
- d) Existe un mecanismo para ahorro de tiempo en la gestión de los grupos. Los hosts pueden enviar mensajes de abandono (Leave_group) a los routers cuando dejan un grupo, como se detalla en la figura 4.16 [70].

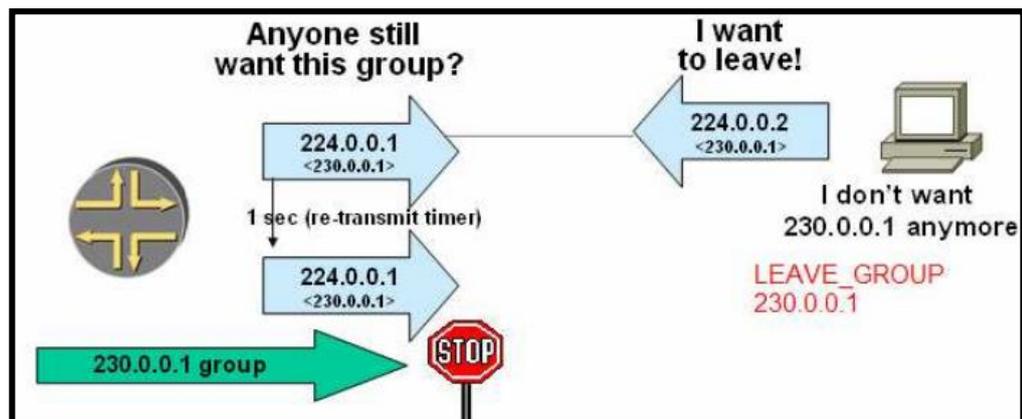


Figura 4.16: Leave_group de IGMP.

Fuente: Multidifusión mediante IGMP [70]

Aplicaciones

En una red IPTV, este protocolo es utilizado para Live TV, en vez de enviar cientos de canales a un abonado por hilo de fibra óptica, se envía cada canal en un grupo Multicast mediante el protocolo IGMP v2, de tal manera que el STB simplemente cambia al grupo multicast del canal deseado, cuando la central recibe esta petición comprueba que el usuario este autorizado para ver este nuevo canal, y en caso afirmativo , añade a este usuario en la lista de distribución del canal, mediante el modo multicast se puede enviar información a millones de abonados simultáneamente [72].

También se lo utiliza para cambiar de un flujo multicast a otro, es decir cambio de canal de TV.

4.5.3.1 Protocolo RTSP

EL Protocolo de Transmisión en Tiempo Real (RTSP, Real-Time Streaming Protocol), es un protocolo de nivel de aplicación, referenciado en el RFC 2326 de la IETF. El protocolo RTSP establece y controla, uno o varios streams sincronizados en el tiempo, de medios continuos como audio y vídeo, no es común que entregue flujos continuos por sí mismo, aunque es posible la intercalación de streams de medios con streams de control, en otras palabras actúa como un "control remoto de red" para servidores multimedia [73]. En la figura 4.17, se ilustra cómo actúa el protocolo RTSP en una transmisión unicast.

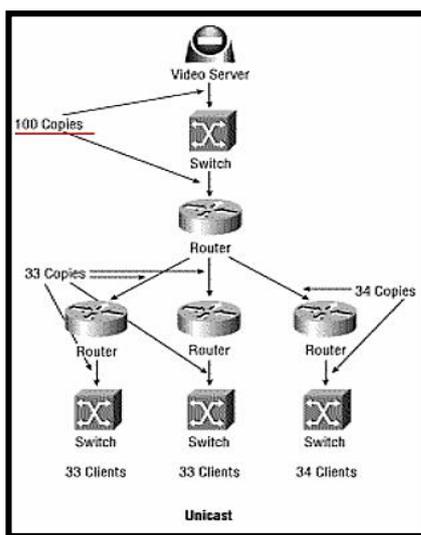


Figura 4.17: Transmisión en modo unicast.

Fuente: Real-Time Streaming Protocol (Rtsp) and Session Description [74]

Se emplea en conjunto con SDP (Session Description Protocol), que es el encargado de proporcionar información sobre la sesión: número de flujos, tipo de contenido, duración, ancho de banda, etc.

Es independiente de la capa de transporte (TCP o UDP), no es el encargado de transportar los contenidos, un servidor RTSP necesita mantener el estado de la conexión, es compatible tanto con unicast como con multicast, posee capacidad multi-servidor: Cada flujo multimedia dentro de una presentación puede residir en servidores diferentes.

En la figura 4.18 se ilustra el funcionamiento del protocolo RTSP en combinación con los protocolos de transporte UDP o TCP.

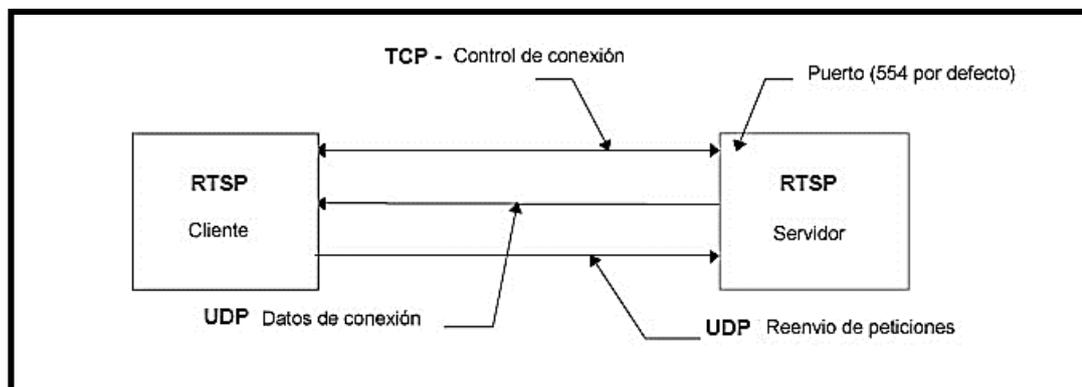


Figura 4.18: Operación con protocolos de transporte.

Fuente: Operaciones que soporta RTSP [75]

Aplicaciones

RTSP se usa para el establecimiento y control de la sesión de streaming en las aplicaciones de VOD y nPVR. Actúa como un mando a distancia de la sesión, permitiendo comandos como play, pause, adelantar, retrasar.

Recupera 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.

Adiciona multimedia a una presentación existente: Particularmente para presentaciones en vivo, útil si el servidor puede avisar al cliente sobre los nuevos contenidos disponibles [75].

4.6 Determinación del ancho de banda para el servicio de IPTV.

Para determinar el ancho de banda necesario para otorgar el servicio de IPTV se debe tomar en cuenta el ancho de banda que soporta cada equipo, así como el ancho de banda ocupado por cada servicio y aplicación de IPTV.

El cálculo del ancho de banda es de suma importancia para no saturar a la red y al mismo tiempo abastecer a cada usuario con la velocidad necesaria de transmisión evitando los molestos retardos en el streaming del contenido.

En este apartado se ha calculado el ancho de banda total, incluyendo los servicios de VOIP y de Internet vía GPON, en el caso de que el usuario contrate a la CNT EP los tres servicios en paquetes triple play.

4.6.1 Análisis de nivel de splitter y ancho de banda que soportan los equipos de usuario.

En este apartado se realiza un análisis del nivel de splitter de la OLT, así como el ancho de banda que soporta los equipos de la red de usuario.

Nivel de splitter

El nivel de splitter o de divisor establece como se divide la potencia de entrada de la señal óptica de forma descendente, para determinar la capacidad de la red para cada usuario, se ha tomado en cuenta el nivel de splitteo de la OLT Izamba, la misma que está conformada por tarjetas OLT GPON de línea GPBD, que según la ITU-T en el conjunto de recomendaciones G.984.x posee una velocidad de 2.5Gbps de bajada y de 1.25 Gbps de subida.

La CNT EP ha realizado un splitteo de 1:32, por lo tanto la velocidad de cada puerto de la OLT (V(olt)) que se otorga a cada usuario se calcula a continuación:

$$V(olt) = \frac{\text{Velocidad total de puerto}}{\text{Nivel de Splitteo}}$$

$$V(olt) = \frac{2.5 \text{ Gbps}}{32}$$

$$V(olt) = 78.125 \text{ Mbps}$$

Sin embargo, este valor determinado, solo mide la capacidad de la ONT GPON, mas no el ancho de banda final, debido a que éste, se le asignará a cada usuario dependiendo del soporte de cada equipo, tipo de servicio, entre otros.

Equipos de usuario

Los equipos de usuario deben soportar el tráfico de IPTV y entregar el contenido a los usuarios, para que la velocidad de transmisión del contenido hacia el equipo de usuario en este caso el STB sea óptima, se debe tomar en cuenta los estándares y protocolos que soporta tanto la ONT como el STB, y en el caso de utilizar comunicación inalámbrica los estándares Wi-Fi deben ser compatibles entre sí.

Como se ha especificado en la elección de equipos, el STB Air7205 posee la opción de comunicarse con la ONT inalámbricamente, por lo tanto en el caso de usar el Wi-Fi del STB, se debe tomar en cuenta que sea compatible con el estándar Wi-Fi de la ONT. Además con el objeto de que el ancho de banda que se proporcione a cada usuario funcione de manera ideal, se debe realizar un análisis de la velocidad de transmisión tanto física como inalámbrica del módem óptico, porque aunque se le asigne un gran ancho de banda al usuario, si la velocidad de transmisión de la ONT es de un estándar inferior, la transmisión de canales, no tendrá la calidad esperada y seguirán habiendo retardos en la emisión del contenido.

En la tabla 4.15 se ha realizado un análisis de los principales estándares de estos dos equipos para determinar su velocidad y compatibilidad inalámbrica.

Tabla 4.15: Análisis de velocidad de transmisión y compatibilidad de equipos de usuario.

Equipo de usuario		ONT HG8245	STB Air7205
Característica Técnica			
Wi-Fi	Estándar	802.11n	802.11ac Con 2.4 GHz / 5 GHz banda dual
	Velocidad	600Mbps	867 Mbps
	Compatibilidad	Todos los estándares	802.11n, 802.11a
Ethernet	Estándar	10/100/1000 BaseT Ethernet	10/100 BaseT Ethernet
	Velocidad	10/100/1000 Mbps	10/100Mbps

Fuente: Autor, basado en especificaciones técnicas de STB Air7205 y ONT HG8245.

Como se explica en la tabla 4.15, tanto la ONT como el STB de la plataforma de IPTV poseen velocidades ideales para una óptima transmisión de contenido, si se usa la interfaz ethernet se puede tener velocidades de hasta 100Mbps por interfaz y en el caso de usar la conexión Wi-Fi del STB, se tiene una velocidad total de hasta 600Mbps, que es la velocidad soportada por el estándar de la ONT. Además la comunicación inalámbrica posee estándares totalmente compatibles entre sí, así como la conexión vía Ethernet.

4.6.2 Determinación del ancho de banda que consume cada servicio de la red.

La CNT EP planea ofertar planes de IPTV, para unos, dos, tres y cuatro televisores, cada plan está conformado por un conjunto de 100 canales, distribuidos de la siguiente manera: 60 canales SD, 30 canales HD y 10 canales de audio. Se ha tomado como referencia el plan Promo Mega HD de la CNT TV [76] para asignar los canales del servicio, detallados en la figura 4.19 y 4.20.

Canales								
	Ecuavisa,	2		Sony Entertainment TV	111		History 2	362
	Gromar TV	3		AXN	112		CNN en Español	400
	Teleamazonas	4		E! Entertainment Television	113		Telesur	401
	RTS	5		A&E	115		Russia Today	406
	Ecuador TV	7		TNT Series	116		MTV	450
	Gama TV	8		Discovery Home & Health	148		HTV	451
	TC Televisión	10		Travel & Living Channel	149		Paramount	499
	Canal Uno	12		Mundo FOX	150		TNT	500
	El Ciudadano TV	48		Canal de las Estrellas	151		Golden	501
	Discovery Kids	50		Fox Life	152		Film Zone	502
	Nickelodeon	51		El Gourmet	154			
	Cartoon Network	52		Telemundo	157		CineCanal	503
	Disney Channel	53		Life Time	159		De Película	504
	Disney XD	54		Inti Network	160		AMC	505
	Boomerang	55		Telenovelas	250		Cinemax	515
	Disney Junior	57		Fox Sports	300		Clásica	900
	ID Investigation Discovery	100		ESPN	301		Tango	901
	Canal FOX	101		ESPN 2	302		Chill Out	902
	Universal	102					Romance	903

Figura 4.19: Canales SD y de Audio ofertados por la CNT EP para IPTV.
Fuente: CNT EP.

	Space	103		Fox Sports 3	304		Clásicas del Caribe	904
	Studio Universal	104		Discovery Channel	350		Disco House	905
	FX	105		Animal Planet	353		60's y 70's	906
	TCM	106		National Geographic	354		Pop Rock	907
	Warner Channel	110		The History Channel	361		Rock en Español	908
							Reggaeton	909

Figura 4.20: Canales HD ofertados por la CNT EP para IPTV.
Fuente: CNT EP.

Para determinar el ancho de banda del servicio de IPTV se ha tomado en cuenta una transmisión Picture in Picture, es decir de dos pantallas múltiples en el mismo televisor, donde la primera ocupa la dimensión del televisor y la segunda reproduce un canal distinto ocupando una dimensión muy inferior, con canales HD, debido a que este escenario ocupa el mayor ancho de banda por televisor. En la tabla 4.16 se define cada resolución, para tener una idea más precisa de la calidad HD que se oferta.

Tabla 4.16: Resolución de Calidad SD y HD.

Calidad	Resolución	Estándar
SD	480p - 720 × 480 pixeles	MPEG-2
HD	720p - 1280 × 720 pixeles	MPEG-4 H.264 AVC
FHD (full HD)	1080p - 1920 × 1080 pixeles	MPEG-4 H.264 AVC
UHD 4K	2160p - 3840 × 2160 pixeles	H.265 HEVC
UHD 8K	4320p - 7680 × 4320 pixeles	H.265 HEVC

Fuente: Normas resolución de imagen para la televisión SD, HD, Full HD, TV UHD [77]

El satélite Amazonas 2 emite señales codificadas con el estándar MPEG-2 y MPEG-4 H.264 AVC y se transmite canales en calidades SD y HD. En la tabla 4.17 se encuentra el ancho de banda consumido por un canal a tiempo real en las dos resoluciones mencionadas, como también el consumo de dos canales HD en Picture in Picture PIP.

Tabla 4.17: Ancho de Banda requerido para transmisión de contenido SD y HD.

Calidad de compresión	MPEG-2	MPEG-4 H.264 AVC
SD	3.2 Mbps	1.5-2 Mbps
HD	15 Mbps	8-9 Mbps
SD + PiP	4.6 Mbps	3 Mbps
HD + PiP	18 Mbps	11Mbps

Fuente: IPTV Network Infrastructure [78]

Para realizar el cálculo del ancho de banda total, en IPTV se ha tomado en cuenta un valor de 11Mbps de la compresión MPEG-4 H.264 AVC por televisor o STB utilizado, debido a que es la situación que demanda un mayor consumo. Además en el servicio de IPTV se han reservado 2 Mbps que corresponden a las aplicaciones de IPTV, como

son anuncios publicitarios del servidor de inserción de publicidad, notificaciones o avisos del servidor de facturación, mensajes del operador, entre otros. En la tabla 4.18 se determina el ancho de banda recomendado para IPTV.

4.18: Ancho de banda recomendado para IPTV.

Servicio	Ancho de Banda
IPTV streaming	11Mbps
Aplicaciones de IPTV	2 Mbps

Fuente: Autor.

Además, debido a que los usuarios encuestados de la zona Izamba ya poseen VOIP, internet GPON o los dos servicios, mediante la plataforma de IPTV, también se puede ofertar planes de Triple Play, conformados por VOIP, Internet GPON y el servicio de IPTV planteado.

Para la determinación del ancho de banda de triple Play, se suman los servicios de voz y datos, para Internet GPON se ha asignado el plan básico de 10 Mbps de la CNT EP y para VOIP se ha determinado un ancho de banda de 87.2 Kbps, con el códec G.711, determinado por Cisco para una sola línea telefónica. En la tabla 4.19, se encuentran los servicios de Triple Play con su respectivo ancho de banda.

Tabla 4.19: Ancho de banda recomendado para VOIP e Internet.

Servicio	Ancho de Banda
VOIP	87.2Kbps = 0.0872Mbps
Internet Fijo GPON	10 Mbps

Fuente: Autor.

4.6.3 Cálculo del ancho de banda total por usuario.

Se ha calculado el ancho de banda total (AB) por usuario para el servicio de IPTV, para uno, dos, tres, y cuatro televisores. De acuerdo a la encuesta realizada en el año 2016 a los usuarios GPON de la zona Izamba, donde en el Anexo C, pregunta número tres, se determinó que los usuarios poseen hasta 4 decodificadores de CNT TV.

El ancho de banda total se indica en la tabla 4.20.

Tabla 4.20: Ancho de Banda total para IPTV por Televisor.

Servicio	Ancho de Banda
IPTV streaming	11Mbps
Aplicaciones de IPTV	2 Mbps
Total	13 Mbps

Fuente: Autor.

El cálculo del ancho de banda (AB) para uno, dos, tres y cuatro televisores se detalla a continuación.

$$AB = AB \text{ IPTV streaming} + AB \text{ de Aplicaciones de IPTV}$$

$$AB_{1TV} = 11Mbps + 2 \text{ Mbps} = 13 \text{ Mbps}$$

$$AB_{2TV} = 2 * 11Mbps + 2 \text{ Mbps} = 24 \text{ Mbps}$$

$$AB_{3TV} = 3 * 11Mbps + 2 \text{ Mbps} = 35 \text{ Mbps}$$

$$AB_{4TV} = 4 * 11Mbps + 2 \text{ Mbps} = 46 \text{ Mbps}$$

Por lo tanto, a los planes IPTV para para dos, tres y cuatro televisores, se les añade los 11 Mbps de IPTV streaming por televisor, siendo los anchos de banda: 24 Mbps, 35 Mbps y 46 Mbps, respectivamente.

Para un plan Triple Play se suman los anchos de banda de voz y datos, el detalle del cálculo del ancho de banda de triple Play se encuentra en la tabla 4.21 y en la ecuación del Ancho de Banda de triple Play ($AB_{\text{TRIPLE PLAY}}$).

Tabla 4.21: Ancho de Banda total para Triple Play con un Televisor.

Servicio	Ancho de Banda
VOIP	0.0872 Mbps
Internet Fijo GPON	10 Mbps
IPTV streaming	11Mbps
Aplicaciones de IPTV	2 Mbps
Total	23.0872 Mbps ~ 24Mbps

Fuente: Autor.

$$AB_{TRIPLE\ PLAY} = AB\ de\ VOIP + AB\ de\ Internet\ GPON + AB\ de\ IPTV\ streaming + AB\ de\ Aplicaciones\ de\ IPTV$$

$$AB_{TRIPLE\ PLAY} = 0.0872Mbps + 10Mbps + 2\ Mbps$$

$$AB_{TRIPLE\ PLAY} = 23.0872\ Mbps \sim 24Mbps$$

Así se tiene que para el plan de Triple Play de un televisor se consumen 24 Mbps, para dos, tres y cuatro televisores se les añade los 11 Mbps, correspondientes al servicio de IPTV Streaming, siendo los anchos de banda: 35 Mbps, 46 Mbps y 57 Mbps respectivamente.

4.6.4 Costo referencial mensual por planes IPTV contratados.

Para determinar el costo estimado de cada plan de IPTV contratado por el usuario final, se le ha asignado un valor a cada mega, basándose en las tarifas de planes “Ultra Internet fibra óptica” [79] y “Fibra óptica para hogares” [80] de la CNT EP. Se calculó los costos con y sin impuestos, que en el caso del año 2016, se tuvo un IVA de 14%.

Planes IPTV

- **Plan IPTV para un televisor**

Para este plan se tomó como referencia el Plan Ultra Internet fibra óptica de 15 Mbps de la CNT EP, cuyo costo es de \$26.90 sin impuestos, mediante una regla de tres simple, para el ancho de banda de 13Mbps de IPTV, se determinó que el precio del plan “Plan IPTV para un televisor” es de \$23.31.

- **Plan IPTV para dos televisores**

Se tomó como referencia el Plan Ultra Internet fibra óptica de 25 Mbps de la CNT EP cuyo costo es de \$31.90 sin impuestos, mediante una regla de tres simple, para el ancho de banda de 24 Mbps de IPTV, se determinó que el precio del plan “Plan IPTV para dos televisores” es de \$30.62.

- **Plan IPTV de tres televisores**

Se tomó como referencia el Plan Fibra óptica para hogares de 50 Mbps de la CNT EP, cuyo costo es de \$49.90 sin impuestos, y mediante una regla de tres simple se estableció que el precio para 35 Mbps del plan “Plan IPTV para tres televisores” es de \$34.93.

- **Plan IPTV de cuatro televisores**

Se tomó como referencia el Plan Fibra óptica para hogares de 50 Mbps de la CNT EP, cuyo costo es de \$49.90 sin impuestos, y mediante una regla de tres simple se estableció que el precio para 46 Mbps del plan “Plan IPTV para cuatro televisores” es de \$45.91.

En la tabla 4.22 se determina el costo mensual de cada Plan de IPTV con y sin impuestos con su respectivo ancho de banda. El impuesto en el Ecuador es del 14% desde mayo del 2016.

Tabla 4.22: Costo mensual de Planes IPTV

Plan Contratado	Ancho de Banda	Costo mensual sin impuestos	Costo mensual con impuestos
Plan IPTV 1 TV	13 Mbps	\$ 23.31	\$ 26.57
Plan IPTV 2 TV	24 Mbps	\$ 30.62	\$ 34.91
Plan IPTV 3 TV	35 Mbps	\$ 34.93	\$ 39.82
Plan IPTV 4 TV	46 Mbps	\$ 45.91	\$ 52.34

Fuente: Autor.

Comparativa de “Plan IPTV 1 TV” con CNT TV y Claro TV.

En la tabla 4.23 se ha realizado una comparación de las tarifas, utilizando precios actuales sin IVA, para CNT TV, CNT IPTV y Claro IPTV. Para ver la relación de los costos en el mercado de IPTV.

Tabla 4.23: Comparativa de tarifas de CNT Plan IPTV 1TV, CNT TV Plan Mega HD y Claro IPTV 1TV. [81]

Planes	CNT Plan IPTV 1 TV	Plan Mega HD CNT TV	Claro IPTV 1 TV
Tarifas	\$ 26.53	\$ 32.77	\$ 24.50

Fuente: Autor, basado en costos actuales de los operadores de CNT EP y CLARO.

Plan Triple Play

Para el costo de Triple Play de un televisor, se consideró el “Plan Internet Banda Ancha Hogar” donde se tiene 10 Mbps a \$24.90 sin impuestos, de donde se determinó que el precio por Mbps es de \$2.49, este valor por la cantidad de megas de cada plan, resulta en el costo total sin impuestos. En la tabla 4.24, se encuentra el costo total neto de cada Plan Triple Play para uno, dos, tres y cuatro televisores, así como, el costo de los planes Triple Play con impuestos, que en el caso del año 2016, fue del 14%.

Tabla 4.24: Costo referencial mensual de plan Triple Play.

Plan Contratado	Ancho de Banda	Costo mensual sin impuestos	Costo mensual con impuestos
Triple Play 1 TV	24 Mbps	\$ 59.76	\$ 68.12

Fuente: Autor.

4.7 Dimensionamiento de red de cabecera y de usuario, para el servicio de IPTV en la zona de cobertura de la Central Izamba.

La red de planta interna para el servicio de IPTV está conformada por los equipos de la cabecera nacional y de la red de núcleo de IPTV, de donde se distribuye el servicio hacia la Central Izamba. Además, en el dimensionamiento también se han incluido los equipos de usuario o STBs, con el fin de realizar un análisis de la plataforma completa. Los equipos de la plataforma propuesta se detallan en la tabla 4.25.

Tabla 4.25: Equipos de la plataforma de IPTV propuesta.

Equipo	Marca	Modelo
Servidor de transmisión de contenido	Harmonic	“Prostream 9100”
Servidor de VOD	Anevia	“Toucan VOD-nPVR”
Middleware	Zappware	“Zappware Platform”
Servidor de CAS	Verimatrix	“VCAS for IPTV”
Servidor de inserción de publicidad	Harmonic	“Prostream 9100”

Servidor de facturación	OBS	“IPTV Billing Services and Recurring Subscription Based Service Management”
Switch de Agregación	Cisco	“MS420-24-HW”
Set Top Box	Airties	“Air 7205”

Fuente: Autor, basado en los proveedores de los equipos utilizados.

Para el dimensionamiento de planta interna y de la red de usuario de IPTV, se ha tomado en cuenta los potenciales usuarios del servicio mediante el estudio de la demanda realizado en el año 2016, donde se determinó que la demanda inicial para el primer año en que se implemente el servicio de IPTV es de 1972 posibles usuarios de IPTV y de 2581 en el quinto año.

Se ha realizado el dimensionamiento tomando en cuenta la proyección de la demanda a cinco años de haberse implementado el servicio, para optimizar recursos y evitarle al operador la frecuente adquisición de nuevos equipos, por lo tanto se han tomado en cuenta a 2581 posibles usuarios de IPTV.

En el servidor de transmisión de contenidos, debido a que su función principal es receptor los canales codificados provenientes del satélite Amazonas 2, se ha dimensionado de acuerdo al número de transpondedores que es capaz de receptor el equipo, la CNT EP utiliza en total 14 transpondedores del satélite Amazonas 2, de los cuales; los transpondedores 39, 40, 43, 44, 52, 53, 54, 55, 56 se utilizan para canales SD y de audio, los transpondedores 41, 42 y 33 para canales HD, el 66 para canales nacionales y el 21 para el canal de guía o EPG de la CNT EP. Para el servicio de IPTV se ofertan 100 canales: 60 SD, 30 canales HD y 10 canales de audio, los mismos que están distribuidos en los diferentes transpondedores mencionados.

El equipo Prostream 9100 posee hasta 20 DVB tuners, es decir tiene la capacidad de receptor hasta 20 transpondedores del satélite Amazonas 2, por lo tanto un solo equipo Prostream 9100 es suficiente para abastecer a toda la red.

Para el servidor de Video sobre Demanda que posee la característica de una gran capacidad de almacenamiento, se lo dimensiona de acuerdo a las conexiones simultáneas que es capaz de soportar, tomando en cuenta que una conexión simultánea es la cantidad de usuarios que hacen una petición en el mismo instante y no es similar al número de usuarios totales que se abastecerá. Por lo tanto, para determinar el número

de conexiones simultáneas apropiado para este servidor se ha tomado en cuenta el equivalente al 25% de los 2581 usuarios totales de la red en el año cinco, porcentaje que posee una reserva para los usuarios que vayan aumentando en el transcurso del año. Como consecuencia el número de conexiones simultáneas para el año cero deben ser de 493 y para el año cinco de 646.

El servidor Toucan VOD-nPVR es capaz de soportar hasta 2000 conexiones simultáneas por lo tanto se utilizó un solo equipo que es capaz de brindar el servicio de VOD, para los usuarios de la zona Izamba incluso en el año tres de servicio y algunos años más.

Los servidores de Middleware, CAS y Facturación son sistemas de software, que se los dimensiona por licencias y a base del número de suscriptores. Para el middleware de Zappware se dimensiono mediante una licencia que soporta hasta 10.000 usuarios, para el sistema “VCAS for IPTV” de Verimatrix con una licencia de hasta 5000 usuarios y para el sistema de facturación de OBS una licencia de 5000 usuarios ya que posee un sistema de pago por número de usuarios y se ira renovando para más usuarios a partir del quinto año.

El servidor de inserción de publicidad, está incluido en el servidor de transmisión de contenidos Prostream 9100, por lo tanto se utilizó el mismo equipo ya que posee la capacidad suficiente insertar publicidad en todos los canales que la operadora ofertará en el servicio de IPTV.

El switch de agregación Cisco MS420-24-HW que se ha utilizado para agregar todos los servidores a la red, está conformado por 24 puertos de 10 GbE, tomando en cuenta que la cabecera de red está conformada por seis servidores, es un switch con una alta escalabilidad para el crecimiento futuro de la red.

Para la red de usuario, se dimensionaron los STB Air 7205 en la tabla 4.27, tomando como referencia un STB para cada usuario. En la tabla 4.26 se encuentra el dimensionamiento de planta interna para IPTV.

Tabla 4.26: Dimensionamiento de planta interna de IPTV.

Equipo	Marca/Modelo	Cantidad
Servidor de transmisión de contenido	Harmonic, “Prostream 9100”	1 U
Servidor de VOD	Anevia , “Toucan VOD-nPVR”	1 U
Middleware	Zappware, “Zappware Platform”	1 licencia
Servidor de CAS	Verimatrix, “VCAS for IPTV”	1 licencia
Servidor de inserción de publicidad	Harmonic , “Prostream 9100”	1 U
Servidor de facturación	OBS, “IPTV Billing Services and Recurring Subscription Based Service Management”	1 licencia
Switch de Agregación	Cisco, “MS420-24-HW”	1 U

Fuente: Autor.

Tabla 4.27: Dimensionamiento anual de red de usuario para IPTV.

Dimensionamiento STB Airties, “Air 7205”					
Años	0	1	2	3	4
STB	1972	137	147	157	168

Fuente: Autor.

Adicionalmente, se ha dimensionado el espacio físico requerido en unidades de rack para la cabecera nacional de IPTV, como se indica en la tabla 4.28.

Tabla 4.28: Espacio físico requerido en unidades de rack de la cabecera de IPTV.

Equipo	Unidades de Rack
Prostream 9100	1-RU
Toucan VOD-nPVR	1-RU
Cisco MS420-24-HW	1-RU
Servidor donde se almacenan los anuncios publicitarios	1-RU
Total	4-RU

Fuente: Autor.

Se ha seleccionado un rack de 19" con 17-RU s, debido a que los sistemas de software también son administrados en un servidor, o se puede ocupar un servidor para cada aplicación, según las necesidades del operador, así se brinda a la red una mejor distribución y ventilación, para un futuro crecimiento de la red.

4.8 Determinación de la red de backbone, distribución y acometida para el servicio de IPTV.

En la figura 4.21 se representa la red de cabecera, backbone, distribución y usuario del servicio de IPTV. En la red de cabecera nacional de IPTV se sitúa cada servidor con el respectivo nombre del equipo seleccionado y el dimensionamiento para 2581 usuarios, es decir a cinco años de ser instalado el servicio. En la red de núcleo se encuentra un switch de agregación para IPTV que transmite el servicio en conjunto con los servicios de voz y datos sobre GPON.

Debido a que no es conveniente hacer un nuevo anillo de backbone exclusivo para IPTV, para este servicio se ha usado la misma red de backbone existente de la CNT EP, que consta de un solo anillo que interconecta las centrales de Ambato Sur, Ambato Centro, Izamba y Ambato Norte, siendo Ambato Sur la central principal.

La red de acceso o distribución, está conformada por la red GPON ya implementada por la CNT EP en la zona Izamba y en la red de usuario o acometida, se conserva el mismo modelo de la ONT utilizada por la CNT EP para otorgar el servicio de GPON. Además se ha añadido el equipo de red de usuario Set Top Box, con su respectivo modelo y dimensionamiento para el primer año.

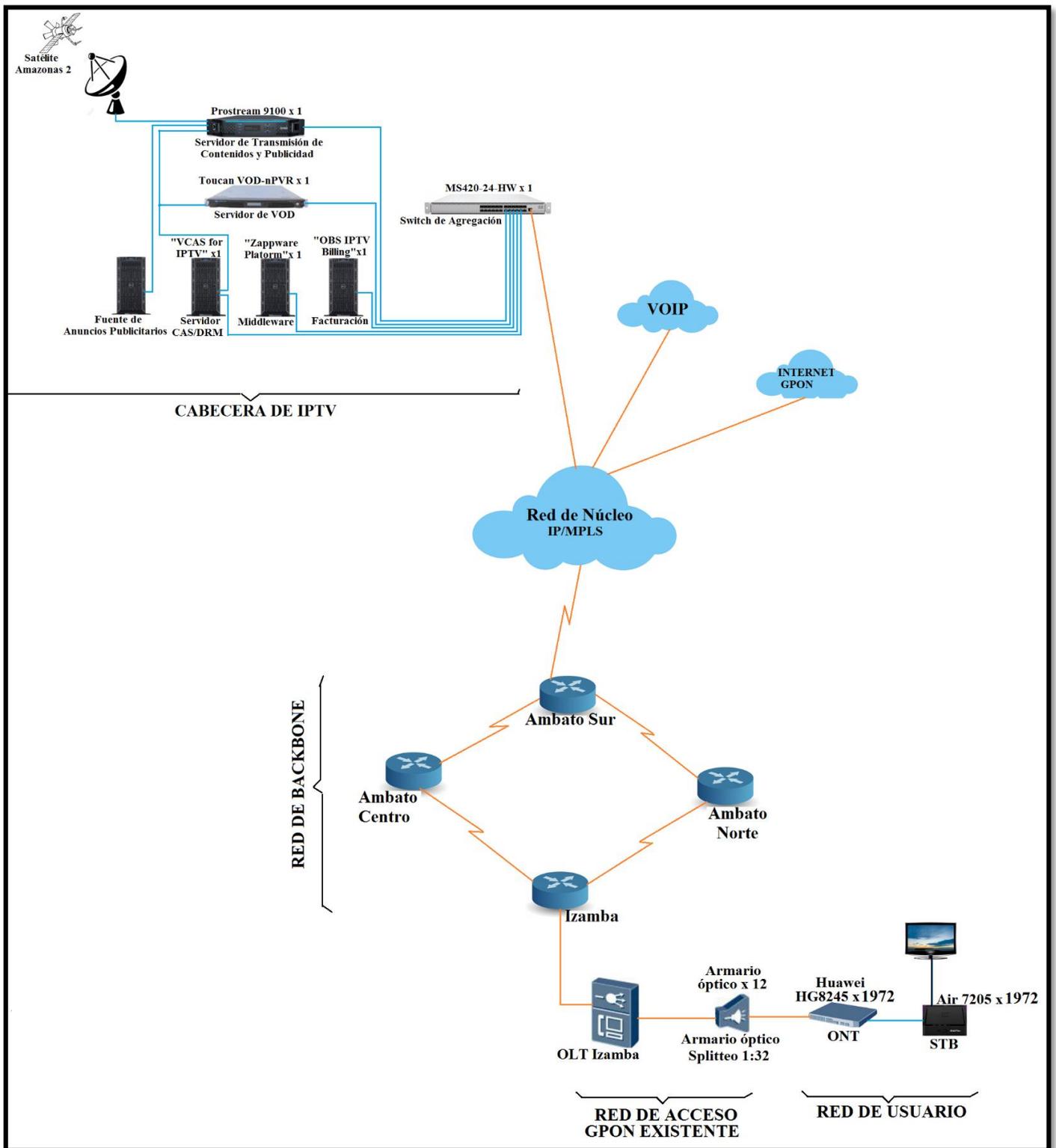


Figura 4.21: Red de backbone, distribución y usuario para el servicio de IPTV.

Fuente: Autor, basado en red de backbone de CNT EP y soluciones IPTV de Harmonic y Pico Digital.

4.9 Presupuesto estimado y recuperación de la inversión de IPTV en la zona Izamba.

4.9.1 Presupuesto referencial de la plataforma de IPTV

Se ha realizado un presupuesto de la plataforma de IPTV propuesta, basado en precios referenciales, debido a que por razones de privacidad de los proveedores que equipos, no es posible poner las cantidades exactas, sin embargo son costos aproximados que le permiten a la CNT EP, tener una idea de los recursos económicos necesarios para la implementación del servicio de IPTV. En la tabla 4.29 se indica el presupuesto referencial de los equipos de la cabecera y núcleo de IPTV.

Tabla 4.29: Presupuesto referencial de equipos de cabecera de IPTV en la zona Izamba.

Marca/Modelo	Precio Unitario (\$)	Cantidad	Precio Total (\$)
Harmonic, “Prostream 9100”	\$ 29,100.00	1 U	\$ 29,100.00
Anevia , “Toucan VOD-nPVR”	\$ 26,300.00	1 U	\$ 26,300.00
Zappware, “Zappware Platform”	\$ 15,333.00	1 licencia	\$ 15,333.00
Verimatrix, “VCAS for IPTV”	\$ 9,250.00	1 licencia	\$ 9,250.00
OBS, “IPTV Billing Services and Recurring Subscription Based Service Management”	\$ 2,000.00	1 licencia	\$ 2,000.00
Cisco, “MS420-24-HW”	\$ 21,595.00	1 U	\$ 21,595.00
Rack 19” 600x600 17-RU	\$ 469.00	1 U	\$ 469.00
Presupuesto Total			\$ 104,047.00

Fuente: Autor.

En la tabla 4.30, se indica el presupuesto referencial de red de usuario de IPTV, considerando que en la red de usuario se encuentran los Set Top Boxes cuyo valor unitario es de \$150.

Tabla 4.30: Presupuesto referencial de equipos de red de usuario STB de IPTV en la zona Izamba.

Presupuesto referencial de equipos de red de usuario STB					
Años	0	1	2	3	4
Cantidad	1972	137	147	157	168
Costo Total STB(\$)	295,800.00	20,587.68	22,020.58	23,553.22	25,192.52

Fuente: Autor.

En la tabla 4.31 se indica el presupuesto referencial total de toda la plataforma de IPTV en el año 0. Además, para el año 1, 2, 3 y 4, se tiene un presupuesto de los STB que se deben adquirir, debido al incremento de la demanda de IPTV.

Tabla 4.31: Presupuesto referencial de la plataforma de IPTV para el año 0, 1, 2, 3, 4.

Presupuesto referencial total la plataforma de IPTV en cinco años					
Años	0	1	2	3	4
Costo Total	389,847.00	20,587.68	22,020.58	23,553.22	25,192.52

Fuente: Autor.

4.9.2 Análisis del período de recuperación de la inversión

El Período de la Recuperación de la Inversión (PRI) se ha determinado en años, meses y días, se realizó un estudio financiero previo que se basa en el Formulario para el Análisis de la Viabilidad Financiera SVA-AF-09: Flujo de caja, de la ARCOTEL [82].

Ingresos

El cálculo de los ingresos se ha realizado con los planes de IPTV, para uno, dos, tres y cuatro televisores, el detalle de costos mensuales por plan con y sin impuestos se encuentra en la tabla 4.22. Además en la tabla 4.4 se encuentra la segmentación del mercado de cada Plan IPTV. Se realiza el cálculo de los ingresos totales resultantes de cada año, multiplicando los costos por la cantidad de usuarios de acuerdo a la segmentación del mercado de IPTV y por los doce meses del año, los ingresos totales con y sin impuestos proyectados a cinco años se representan en la tabla 4.32.

Tabla 4.32: Ingresos totales de IPTV con impuestos proyectado a 5 cinco años.

Plan IPTV	0	1	2	3	4
1 TV	\$ 289,226.14	\$309,356.28	\$330,887.48	\$353,917.25	\$378,549.89
2 TV	\$ 280,877.48	\$300,426.55	\$321,336.24	\$343,701.24	\$367,622.85
3 TV	\$ 150,768.08	\$161,261.53	\$172,485.34	\$184,490.32	\$197,330.84
4 TV	\$ 49,542.95	\$52,991.14	\$56,679.32	\$60,624.20	\$64,843.65
Total IVA 14%	\$ 770,414.65	\$824,035.51	\$881,388.38	\$942,733.01	\$1,008,347.23
Total sin IVA	\$ 675,802.32	\$722,838.17	\$773,147.70	\$826,958.78	\$884,515.11

Fuente: Autor.

Costos Operacionales del Servicio de IPTV

Los Costos Operacionales se refieren a costos asociados directamente a la generación de la prestación del servicio de IPTV, se determinan en la tabla 4.33. Posee los siguientes rubros:

Operación y mantenimiento de equipos: Los costos de operación y mantenimiento de equipos son los costos de operación y mantenimiento de equipos de la red de cabecera de IPTV. Se ha tomado como referencia un valor referencial de \$6000 para los equipos de la cabecera y de \$4000 para el mantenimiento de la red de cabecera, estos valores se basan en un estudio de factibilidad de IPTV realizado en la ciudad de Cuenca [83], para una demanda similar a la del presente proyecto.

Pago por proveedores de canales internacionales: Debido a que se utilizaron los mismos canales del Satélite Amazonas 2 ya contratados para CNT TV no se considera este rubro.

Instalación de equipos: El rubro de Instalación de equipos se refiere a la instalación del servicio en los STB de IPTV en los usuarios finales. El costo de instalación establecido por la CNT EP es de 20 dólares por nuevo usuario, tomando como referencia el costo de instalación de CNT TV.

Tabla 4.33: Costos Operacionales del servicio de IPTV.

Costos operacionales del Servicio de IPTV					
Años	0	1	2	3	4
Operación y mantenimiento de equipos	\$10,000.00	\$10,000.00	\$11,000.00	\$12,000.00	\$12,000.00
Costos de Instalación	\$39,440.00	\$ 2,745.02	\$ 2,936.08	\$3,140.43	\$3,359.00
Total	\$49,440.00	\$12,745.02	\$ 13,936.08	\$15,140.43	\$15,359.00

Fuente: Autor.

Costo Terminales / Equipos de IPTV

El Costo Terminales / Equipos está directamente relacionado al costo de los equipos adquiridos por el operador en cada año de operación, en este caso se considera el presupuesto anual de red de usuario detallado en la tabla 4.26, únicamente desde el segundo año.

Los STB del primer año son parte de la inversión inicial, debido a que con el crecimiento de la demanda se seguirán comprando equipos Set Top Boxes para los años posteriores. Tampoco se considera el presupuesto referencial de la red de cabecera de IPTV por ser la inversión inicial.

Gastos Administrativos del servicio de IPTV

Los Gastos Administrativos del servicio de IPTV corresponden a los gastos asociados directamente a la administración para la prestación del servicio de IPTV, se tiene rubros como:

Operación de Oficinas: La Operación de Oficinas se refiere a trabajos de reparación y mantenimiento preventivo y correctivo de las oficinas cuando presentan desperfectos o de acuerdo al plan de mantenimiento preventivo, así como los gastos de servicios básicos de la oficina

Remuneraciones: Las Remuneraciones se consideran los costos anuales de remuneración de Personal Técnico (\$680), Analista de Operaciones (\$1500), Analista de Telecomunicaciones (\$1200) y Analista de Ventas (\$1700). Basándose en los

informes de Transparencia de la CNT EP de Diciembre del 2016 de Remuneración Mensual por puesto [84]. En la tabla 4.34 se encuentra la remuneración total anual de talento humano.

Tabla 4.34: Remuneración total anual de talento humano.

Cargo	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4
Personal Técnico	\$ 32,640.00	\$ 32,640.00	\$ 48,960.00	\$ 48,960.00	\$ 48,960.00
Analista de Operaciones	\$ 18,000.00	\$ 18,000.00	\$ 18,000.00	\$ 18,000.00	\$ 18,000.00
Analista de Ventas	\$ 20,400.00	\$ 20,400.00	\$ 20,400.00	\$ 20,400.00	\$ 20,400.00
Analista de Telecomunicaciones	\$ 14,400.00	\$ 14,400.00	\$ 14,400.00	\$ 28,800.00	\$ 28,800.00
Total Remuneraciones	\$ 85,440.00	\$ 85,440.00	\$101,760.00	\$116,160.00	\$116,160.00

Fuente: Autor.

Marketing y Publicidad: En el rubro de Marketing y Publicidad se considera un valor por nuevo usuario, gasto se lo realizará una única vez. Como también, un valor anual, para la oferta de nuevos planes, paquetes de canales, promociones, entre otros.

Amortizaciones: Este proyecto es financiado con recursos propios de la Corporación Nacional de Telecomunicaciones Empresa Pública, por lo tanto, no se consideraron los rubros de amortizaciones.

En la tabla 4.35 se encuentra el detalle de los gastos administrativos anuales.

Tabla 4.35 Gastos Administrativos Anuales del servicio de IPTV.

Gastos Administrativos	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4
Marketing y Publicidad	\$ 3,558.00	\$ 805.88	\$ 820.21	\$ 835.53	\$ 851.93
Remuneraciones Talento Humano	\$ 85,440.00	\$ 85,440.00	\$ 101,760.00	\$ 116,160.00	\$ 116,160.00
Operación de Oficinas	\$199,052.20	\$ 199,052.20	\$ 199,052.20	\$ 220,300.20	\$ 220,300.20
Total	\$288,050.20	\$ 285,298.08	\$ 301,632.41	\$ 337,295.73	\$ 337,312.13

Fuente: Autor.

Inversiones de IPTV

Para el desarrollo del flujo de caja, es necesario determinar la inversión inicial del año cero, en este proyecto se considera como inversión inicial, el presupuesto inicial referencial de la red de cabecera de IPTV establecido en la tabla 4.29, el presupuesto referencial de red de usuario en el primer año, calculado en la tabla 4.30, gastos pre operativos e imprevistos. Será autofinanciada por la CNT EP a cinco años sin intereses. La inversión inicial total se encuentra en la tabla 4.36.

Tabla 4.36: Inversión Inicial de la Plataforma de IPTV

Presupuesto referencial de la cabecera de IPTV	\$ 104,047.00
Presupuesto red de usuario primer año	\$ 295,800.00
Gastos Pre operativos	\$ 5,000
Subtotal	\$ 404,847.00
Imprevistos (5%)	\$ 20,242.35
Inversión Inicial	\$ 425,089.35

Fuente: Autor.

Depreciaciones de Equipos de IPTV

Las Depreciaciones de Equipos de IPTV se refieren al desgaste que sufren los equipos durante su vida útil, se lo determina mediante la fórmula de Depreciación, tomando en cuenta que el año de vida útil de equipos de procesamiento de datos es de 10 años.

$$\text{Depreciación} = \frac{\text{Valor del equipo}}{\text{Años de vida útil}}$$

En la tabla 4.37 se determina la depreciación de los equipos de red de cabecera y red de usuario de IPTV.

Los costos anuales de los equipos depreciables se encuentran en la tabla 4.31.

Tabla 4.37: Depreciación de equipos de IPTV.

Ítems	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Costo de equipos depreciables	\$ 399,847.00	\$ 20,587.68	\$ 22,020.58	\$ 23,553.22	\$ 25,192.52
Total Depreciación Anual	\$ 39,984.70	\$ 2,058.77	\$ 2,202.06	\$ 2,355.32	\$ 2,519.25

Fuente: Autor.

Estado de Resultados

El estado de resultados se realizó proyectado a 5 años. Intervienen variables como: EBITDA (Margen de Utilidad Bruta de Explotación), EBIT (Margen o Utilidad Operativa), Utilidad antes de impuestos y Utilidad Neta descritas a continuación. EL estado de resultados se detalla en la tabla 4.38.

- EBITDA = Ingresos - Costos y Gastos.
- EBIT = EBITDA – Depreciaciones.
- Utilidad antes de impuestos = EBIT - Gastos financieros y Amortizaciones.
- Utilidad Neta = Utilidad antes de impuestos - Participación utilidad trabajadores – Impuesto a la Renta.

Tabla 4.38: Estado de resultados de IPTV

ESTADO DE RESULTADOS					
DESCRIPCIÓN	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4
Ingresos	\$ 770,414.65	\$ 824,035.51	\$ 881,388.38	\$ 942,733.01	\$ 1,008,347.23
Costos Operacionales	\$ 49,440.00	\$ 12,745.02	\$ 13,936.08	\$ 15,140.43	\$ 15,359.00
Costo Terminales/Equipo	\$ 0.00	\$ 20,587.68	\$ 22,020.58	\$ 23,553.22	\$ 25,192.52
Gastos Administrativos	\$ 288,050.20	\$ 285,298.08	\$ 301,632.41	\$ 337,295.73	\$ 337,312.13
Costos y Gastos	\$ 337,490.20	\$ 318,630.78	\$ 337,589.07	\$ 375,989.38	\$ 377,863.65
EBITDA	\$ 432,924.45	\$ 505,404.73	\$ 543,799.31	\$ 566,743.64	\$ 630,483.58
Depreciaciones	\$ 39,984.70	\$ 2,058.77	\$ 2,202.06	\$ 2,355.32	\$ 2,519.25
EBIT	\$ 392,939.75	\$ 503,345.96	\$ 541,597.26	\$ 564,388.31	\$ 627,964.33
Gastos Financieros y Amortizaciones	\$ 0.00	\$ 0.00	\$ 0.00	\$ 0.00	\$ 0.00
Utilidad antes de Impuestos	\$ 392,939.75	\$ 503,345.96	\$ 541,597.26	\$ 564,388.31	\$ 627,964.33
Participación Utilidad Trabajadores	\$ 0.00	\$ 0.00	\$ 0.00	\$ 0.00	\$ 0.00
Impuesto a la renta (14%)	\$ 55,011.56	\$ 70,468.43	\$ 75,823.62	\$ 79,014.36	\$ 87,915.01
Utilidad Neta	\$ 337,928.18	\$ 432,877.53	\$ 465,773.64	\$ 485,373.95	\$ 540,049.32

Fuente: Autor.

Flujo de Caja

El flujo de caja permite determinar el periodo de recuperación de la inversión, y otros indicadores de rentabilidad para el servicio. Intervienen variables como el Flujo de caja Neto y el Margen Neto.

El flujo de caja proyectado a 5 años se detalla en la tabla 4.39.

- Flujo de Caja Neto = Margen Neto + Depreciaciones - Inversiones Totales.
- Margen Neto = EBIT – Gastos Financieros - Participación Utilidad Trabajadores – Impuesto a la Renta.

Además en el flujo de Caja, no se consideraron los ítems: Crédito - Desembolso Inicial, Amortizaciones y Tasa de rentabilidad del Crédito, porque se trabaja con recursos propios de la CNT EP.

Tabla 4.39: Flujo de Caja de IPTV

FLUJO DE CAJA						
ITEM	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Ingresos		\$ 770,414.65	\$ 824,035.51	\$ 881,388.38	\$ 942,733.01	\$ 1,008,347.23
Costos Operacionales		\$ 49,440.00	\$ 12,745.02	\$ 13,936.08	\$ 15,140.43	\$ 15,359.00
Costo Terminales/Equipo		\$ 0.00	\$ 20,587.68	\$ 22,020.58	\$ 23,553.22	\$ 25,192.52
Gastos Administrativos		\$ 288,050.20	\$ 285,298.08	\$ 301,632.41	\$ 337,295.73	\$ 337,312.13
Costos y Gastos		\$ 337,490.20	\$ 318,630.78	\$ 337,589.07	\$ 375,989.38	\$ 377,863.65
EBITDA		\$ 432,924.45	\$ 505,404.73	\$ 543,799.31	\$ 566,743.64	\$ 630,483.58
Depreciaciones		\$ 39,984.70	\$ 2,058.77	\$ 2,202.06	\$ 2,355.32	\$ 2,519.25
EBIT		\$ 392,939.75	\$ 503,345.96	\$ 541,597.26	\$ 564,388.31	\$ 627,964.33
Gastos Financieros		\$ 0.00	\$ 0.00	\$ 0.00	\$ 0.00	\$ 0.00
Participacion Utilidad Trabajadores		\$ 0.00	\$ 0.00	\$ 0.00	\$ 0.00	\$ 0.00
Impuesto a la renta (14%)		\$ 55,011.56	\$ 70,468.43	\$ 75,823.62	\$ 79,014.36	\$ 87,915.01
Margen Neto		\$ 337,928.18	\$ 432,877.53	\$ 465,773.64	\$ 485,373.95	\$ 540,049.32
Inversiones Totales	\$ 425,089.35	\$ 0.00	\$ 0.00	\$ 0.00	\$ 0.00	\$ 0.00
Pagos Anuales (5)		\$ 85,017.87	\$ 85,017.87	\$ 85,017.87	\$ 85,017.87	\$ 85,017.87
Flujo de Caja USD	-\$ 425,089.35	\$ 292,895.01	\$ 349,918.42	\$ 382,957.83	\$ 402,711.40	\$ 457,550.71

Fuente: Autor.

Determinación de Indicadores de Rentabilidad

En los indicadores de Rentabilidad se han determinado el Periodo de la Recuperación de la Inversión (PIR) y el Valor Presente Neto (VPN) detallados en la tabla 4.40.

Tabla 4.40: Indicadores Financieros del Proyecto.

Indicador Financiero	Valor	Observaciones
PIR	1 año y 3 meses	Mientras menor sea el PIR, mayor será la rentabilidad del negocio .Por lo tanto, el servicio de IPTV es rentable.
VPN	\$ 444,660.67	Un VPN positivo indica que se alcanza a recuperar el monto de la inversión inicial con utilidades. Por lo tanto, el proyecto es favorable para el operador y debe ejecutarse.

Fuente: Autor.

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones

- En la encuesta realizada a los usuarios activos de la red GPON en la zona Izamba se determinó que existe un grado de aceptación del 87%, con un rápido crecimiento de la demanda para el servicio de IPTV, otorgándole a la CNT EP una alta garantía de desarrollo del servicio de IPTV.
- En el análisis del ancho de banda se concluyó que el ancho de banda de IPTV fluctúa entre 13 Mbps para un solo televisor hasta 46 Mbps para cuatro televisores, el mismo que es mucho menor a la velocidad de transmisión de 100Mbps de la ONT, soportando así el tráfico de IPTV y evitando retardos en la transmisión de contenido para asegurar un óptimo servicio.
- En el estudio de los equipos de cabecera de la plataforma de IPTV se estableció que las marcas Harmonic, Anevia, Zappware, Verimatrix, OBS y Cisco, utilizadas en el presente proyecto, son totalmente compatibles entre sí y poseen alta escalabilidad para evitar la frecuente renovación de equipos y facilitar la optimización del servicio en un futuro.
- Se estableció que la plataforma de IPTV propuesta, cumple con las siguientes funciones: difusión de servicios de televisión en vivo con canales SD, HD y de video sobre demanda, posibilidad de insertar publicidad local a tiempo real en el contenido, eficaz sistema CAS de seguridad de la información contra piratería y mal uso de contenidos, middleware sumamente interactivo con las aplicaciones de Pay Per View, Shifted TV, NPVR, PIP y acceso a redes sociales, sistema automático de facturación para automatizar la gestión de los recursos económicos generados por los diferentes servicios que se ofrecen y posibilidad de realizar pagos electrónicos mediante tarjetas de crédito.

5.2 Recomendaciones

- Debido al rápido crecimiento de la demanda del servicio de IPTV, el servidor de VOD debe poseer una amplia capacidad de almacenamiento que se mide de acuerdo a las conexiones simultáneas que es capaz de soportar, se recomienda que su valor equivalga al 25% del número de los usuarios totales de la red.
- El ancho de banda que se le otorgue a cada usuario no debe superar a la velocidad de transmisión de la ONT utilizada por la CNT EP, que en este caso es de 100 Mbps, ya que si la velocidad de la ONT en la red de usuario es inferior o muy parecida, seguirá habiendo retardos en la calidad del imagen de IPTV. Además, en el caso de que el usuario necesite adquirir el servicio de IPTV para más de 4 televisores, se recomienda la instalación de una segunda ONT, para no exceder la capacidad de este equipo.
- En la cabecera de IPTV, elegir equipos y sistemas compatibles entre sí, y con una amplia compatibilidad con terceros, para evitar problemas de funcionamiento al momento de reemplazar o integrar un nuevo proveedor al sistema de IPTV. Además seleccionar equipos con una alta escalabilidad, para evitar la frecuente adquisición de nuevos componentes, debido a que el servicio de IPTV crece rápidamente.
- La cabecera de IPTV debe poseer varios servidores de aplicaciones, adicionales al servidor de transmisión de contenidos, siendo sumamente necesarios los servidores de VOD, CAS y de Network Personal Video Recorder (NPVR), y siguiéndoles en orden de prioridad los servidores de Publicidad y Facturación, de esta manera el servicio de IPTV se distingue de otros servicios de video por suscripción y llega a ser el favorito de los usuarios, porque cumple lo que se espera de un servicio altamente interactivo.

BIBLIOGRAFÍA

- [1] CISCO, «Cisco visual networking index: Forecast and methodology,» 30 Mayo 2012. [En línea]. Available: http://www.cisco.com/en/US/solutions/collateral/ns341/ns525/ns537/ns705/ns827/white_paper_c11-481360.pdf. [Último acceso: Enero 2016].
- [2] M. G. Espinoza Ortega y A. F. Orellana Cordero, «Estudio de la Factibilidad Técnico-Económico para la implementación de IPTV (Internet Protocol Television) en la red de cobre de la empresa CNT Azogues,» Universidad Politécnica Salesiana, Cuenca, Ecuador, 2011.
- [3] NexTV Latam, «CNT Ecuador hará RFP para proveedor de IPTV antes de junio,» 13 Abril 2010. [En línea]. Available: <http://nextvlatam.com/the-ecuadorian-ntvc-will-open-a-rfp-for-iptv-providers-before-june/?lang=es>. [Último acceso: Febrero 2016].
- [4] R. . A. Ferro Bolívar y C. Hernández, «Los sistemas IPTV ¿una amenaza inminente para los actuales medios de teledifusión?. Revista Tecnura,» 01 Febrero 2011. [En línea]. Available: http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0123-921X2011000100010&lang=pt. [Último acceso: 05 Junio 2016].
- [5] T. P. Jácome y A. F. Tafur, «"servicio de televisión IPTV (Televisión sobre el protocolo IP): Estudio de Factibilidad para la implementación del servicio de televisión IPTV en la corporación Nacional de Telecomunicaciones (CNT)",» Universidad de la Fuerzas Armadas ESPE , Quito, Diciembre del 2013.
- [6] A. P. Llerena Andrade, «Diseño de una red con plataforma IPTV para Gama TV,» Escuela Politécnica del Ejército, Quito, 2009.
- [7] N. G. Monteros Montenegro , «Diseño de un sistema para la Prestación de Triple Play basado en protocolo Internet para el Concesionario de audio y video por suscripción Cayambe Visión,» Escuela Politécnica Nacional, Quito, 2009.
- [8] W. Tomasi, «Capítulo 4. Sistema de Comunicaciones Ópticas,» de *Sistema de Comunicaciones Electrónicas*, México, Prentice Hall, 2003, pp. 776-778.
- [9] L. E. Frenzel, «Principios de la fibra óptica,» de *Sistemas Electrónicos de Comunicaciones*, México, AlgaOmega, 2003, pp. 876-879.
- [10] W. Tomasi, «Ventajas de sistemas de fibra,» de *Sistemas de Comunicaciones Electrónicas*, México, PEARSON Prentice Hall, 2003, p. 775.
- [11] F. J. Oviedo Ordóñez, «Red de acceso con fibra óptica mediante tecnología FTTX para optimizar espacios y servicios en la Corporación Nacional de Telecomunicaciones E.P.,» Universidad Técnica de Ambato, Ambato, Ecuador, 2011.
- [12] UIT-T G.652, «Características de las fibras y cables ópticos monomodo,» Junio 2005. [En línea]. Available: <https://www.google.com.ec/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=3&ved=0ahUKEwjX96vE1crRAhUF5yYKHW7->

- CesQFgglMAI&url=https%3A%2F%2Fwww.itu.int%2Frec%2Fdologin_pub.asp%3Flang%3De%26id%3DT-REC-G.652-200506-S!!PDF-S%26type%3Ditem&usg=AFQjCNG7ytB7d6hjf1Z6m4qB. [Último acceso: 17 Junio 2016].
- [13] Recomendación UIT-T G.652, «Cuadros de Valores Recomendados,» Junio 2005. [En línea]. Available: https://www.google.com.ec/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=3&ved=0ahUKEwjX96vE1crRAhUF5yYKHW7-CesQFgglMAI&url=https%3A%2F%2Fwww.itu.int%2Frec%2Fdologin_pub.asp%3Flang%3De%26id%3DT-REC-G.652-200506-S!!PDF-S%26type%3Ditem&usg=AFQjCNG7ytB7d6hjf1Z6m4qB. [Último acceso: 12 Mayo 2016].
- [14] Recomendación UIT-T G.657, «Características de las fibras y cables ópticos monomodo insensibles,» Diciembre 2006. [En línea]. Available: https://www.google.com.ec/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=2&ved=0ahUKEwjWjqCqgszRAhXLPCYKHWDfAJ4QFggfMAE&url=https%3A%2F%2Fwww.itu.int%2Frec%2Fdologin_pub.asp%3Flang%3De%26id%3DT-REC-G.657-200612-S!!PDF-S%26type%3Ditem&usg=AFQjCNFDdbZUF5BDw-PIVOCLg. [Último acceso: 12 Mayo 2016].
- [15] A. M. L. Garcés y E. F. M. Ortega, «FTTx,» Junio 2011. [En línea]. Available: <https://sx-de-tx.wikispaces.com/FTTx>. [Último acceso: 13 Mayo 2016].
- [16] J. A. A. Narvaez y H. J. E. Almeida, «Diseño de una ODN para una red GPON en la localidad de Loja Noroccidente, Corporación Nacional de Telecomunicaciones EP,» Universidad Técnica Particular de Loja, Loja Ecuador, 2014.
- [17] M. Lattanzi y A. Graf, «Redes FTTx Introducción a las Redes FTTx,» [En línea]. Available: <http://www.cicomra.org.ar/cicomra2/expocomm/TUTORIAL%209%20Lattanzi%20y%20Graf-%20IEEE.pdf>. [Último acceso: 13 Mayo 2016].
- [18] M. Abreu, A. Castagna, P. Cristiani y P. Zunino, «CARÁCTERÍSTICAS GENERALES DE UNA RED DE FIBRA ÓPTICA AL HOGAR (FTTH),» 2009. [En línea]. Available: http://www.um.edu.uy/_upload/_descarga/web_descarga_179_CaractersticasgeneralesredfibrapticaalhogarFTTH.-VVAA.pdf. [Último acceso: 16 Abril 2016].
- [19] IEEE Argentina, «Tecnologías PON,» [En línea]. Available: <http://www.cicomra.org.ar/cicomra2/expocomm/TUTORIAL%209%20Lattanzi%20y%20Graf-%20IEEE.pdf>. [Último acceso: 13 Mayo 2016].
- [20] IEEE Argentina, «Funcionamiento de redes PON,» [En línea]. Available: <http://www.cicomra.org.ar/cicomra2/expocomm/TUTORIAL%209%20Lattanzi%20y%20Graf-%20IEEE.pdf>. [Último acceso: 15 Abril 2016].
- [21] M. Á. Barriga Yumiguano y J. J. Viscaíno Gavilanes, «Estudio de los Protocolos de Enrutamiento Multicast sobre MPLS aplicado a la provisión del servicio de IPTV en

la CNT Riobamba,» Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Riobamba, Ecuador, 2013.

- [22] E. V. S. MEZA, «IMPLEMENTACIÓN DE IPTV A TRAVÉS DE ENLACES DE INTERNET DE BANDA ANCHA (TELEVISIÓN SOBRE IP),» UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA, Guatemala, 2008.
- [23] C. Salazar, «Diseño de un sistema de televisión sobre IP para la empresa portadora Telconet, para la zona urbana del distrito metropolitano de Quito,» Escuela Politécnica Nacional, Quito, 2009.
- [24] Anevia, «On Demand TV (nPVR),» 2016. [En línea]. Available: <http://www.anevia-software.com/solutions/viamotion-on-demand/>. [Último acceso: 16 Abril 2016].
- [25] Dtvstatus, «ATSC, DTMB, DVB-T/DVB-T2 e ISDB-T,» 14 Diciembre 2016. [En línea]. Available: <http://es.dtvstatus.net/#dtv>. [Último acceso: 18 Mayo 2016].
- [26] D. Rodriguez, R. Valencia y C. Yepez, «Evaluación de los Estándares Digitales que actualmente usan las operadoras de audio y video por suscripción,» [En línea]. Available: <https://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/24385/1/Paper%20Protocolo%20actual%20TV%20Digital.pdf>. [Último acceso: 19 Mayo 2016].
- [27] R. Almache, «DIAGRAMAS DE BLOQUES GENERICO DE UN RECEPTOR DIGITAL (IRD),» Wikispaces, 28 Febrero 2010. [En línea]. Available: [https://optativarous.wikispaces.com/8.+DIAGRAMAS+DE+BLOQUES+GENERIC+O+DE+UN+RECEPTOR+DIGITAL+\(IRD\)..](https://optativarous.wikispaces.com/8.+DIAGRAMAS+DE+BLOQUES+GENERIC+O+DE+UN+RECEPTOR+DIGITAL+(IRD)..) [Último acceso: 19 Mayo 2016].
- [28] F. B. Seguí, M. G. Pineda y J. L. Mauri, «Necesidad de la compresión de Video,» de *IPTV, la televisión or Internet*, España, Editorial Vértice, 2008, p. 28.
- [29] F. B. Seguí, M. G. Pineda y J. L. Mauri, «Familia MPEG,» de *IPTV, la televisión por Internet*, España, Editorial Vertice, 2008, pp. 30-43.
- [30] Nevron, «Streamron IPTV Gateway – DVB to IP Gateway Solution,» 2016. [En línea]. Available: <http://www.nevron.eu/products/avdiobideo-streaming-products/dvb-to-ip-gateway>. [Último acceso: 20 Mayo 2016].
- [31] Stream Vision, «DVB-to-IP Gateways,» 2016. [En línea]. Available: <http://streamvision.com/en/iptv-products/dvb-to-ip-gateways>. [Último acceso: 20 Mayo 2016].
- [32] NetUp, «IPTV Combine 8x,» 2016. [En línea]. Available: http://www.netup.es/iptv_combine_8x.php. [Último acceso: 20 Mayo 2016].
- [33] D. F. D. Dorado y J. Arciniegas, «Arquitectura para el Despliegue del servicio de Video bajo Demanda de IPTV, apoyada en Interactividad y Sistemas de Recomendaciones,» *Iteckne*, vol. 10, n° 1, pp. 1-2, 2013.
- [34] Netris, «Feature-rich Solution for IPTV/OTT/Web TV,» 2016. [En línea]. Available: netris.tv. [Último acceso: 20 Mayo 2016].

- [35] EBU Project Group B/CA, «Functional model of a conditional access system,» 1995. [En línea]. Available: https://tech.ebu.ch/docs/techreview/trev_266-ca.pdf. [Último acceso: 22 Mayo 2016].
- [36] Bridge Technologies, «Monitoring Conditional Access Systems,» 2016. [En línea]. Available: http://www.bridgetech.tv/pdf/whitepaper_CAS.pdf. [Último acceso: 21 Mayo 2016].
- [37] J. Inza, «Sistemas de Acceso Condicional,» 21 Agosto 2009. [En línea]. Available: <https://inza.wordpress.com/2009/08/21/sistemas-de-acceso-condicional/>. [Último acceso: 23 Mayo 2016].
- [38] Imagine Communications, «Publicidad avanzada,» 2016. [En línea]. Available: <http://es.imaginecommunications.com/products/ad-management/advanced-advertising>. [Último acceso: 26 Mayo 2016].
- [39] Harmonic, «Prostream 2000 Installation Guide,» 2011. [En línea]. Available: https://www.harmonicinc.com/media/2016/06/ProStream2000_2_3_InstallGuide_0.pdf. [Último acceso: 24 Mayo 2016].
- [40] Tutorials Point, «Telecom Billing Introduction,» [En línea]. Available: <https://www.tutorialspoint.com/telecom-billing/billing-introduction.htm>. [Último acceso: 23 Mayo 2016].
- [41] Althos, «IPTV Billing,» 2010. [En línea]. Available: http://www.billingdictionary.com/billing_dictionary_IPTV_Billing_definition.html. [Último acceso: 23 Abril 2016].
- [42] «Set-top Boxes,» Site & iTV Definitions Search, 2011. [En línea]. Available: http://www.itvdictionary.com/set-top_box.html. [Último acceso: 28 Mayo 2016].
- [43] UIT-T J.281, «Requisitos para la transmisión multicanal de señales de vídeo a través de redes de fibra óptica basadas en IP. Premisas del Sistema,» Marzo 2005. [En línea]. Available: <https://www.itu.int/rec/T-REC-J.281/es>. [Último acceso: 2 Abril 2016].
- [44] M. Lattanzi y A. Graf, «Seccion 6 Ejemplo de Implementación Reg GPON. IEEE Argentina,» [En línea]. Available: <http://www.cicomra.org.ar/cicomra2/expocomm/TUTORIAL%209%20Lattanzi%20%20Graf-%20IEEE.pdf>. [Último acceso: 2 Abril 2016].
- [45] ITU-T, «IPTV related protocols: IPTV Focus Group Proceedings,» 2008. [En línea]. Available: https://www.itu.int/dms_pub/itu-t/opb/proc/T-PROC-IPTVFG-2008-PDF-E.pdf. [Último acceso: 8 Abril 2016].
- [46] J. G. Amatriain, «CALIDAD DE SERVICIO (QoS) EN IPTV.,» [En línea]. Available: https://www.tlm.unavarra.es/~daniel/docencia/rba/rba06_07/trabajos/resumenes/gr16-QoSEnIPTV.pdf. [Último acceso: 29 Abril 2016].

- [47] Harmonic, «ProStream 9100 High Density Stream Processor,» [En línea]. Available: https://www.harmonicinc.com/media/2016/05/Harmonic_DS_ProStream-9100.pdf. [Último acceso: 23 Julio 2016].
- [48] Anevia, «FLAMINGO XL / XS HYBRID IPTV HEAD END,» [En línea]. Available: <http://www.anevia-enterprise.com/wp-content/uploads/2015/09/Q3-2015-Datasheet-Flamingo-XL-XS.pdf>. [Último acceso: 23 Junio 2016].
- [49] Anevia, «TOUCAN VOD & nPVR Streaming Server,» [En línea]. Available: http://www.anevia-enterprise.com/wp-content/uploads/2015/01/datasheet-Toucan_web.pdf. [Último acceso: 25 Julio 2016].
- [50] Arris, «ARRIS M3 Media Server™ Family,» [En línea]. Available: https://www.arris.com/globalassets/resources/data-sheets/365-095-15063-x.4_ms.pdf. [Último acceso: 24 Julio 2016].
- [51] Zappware, «Zappware platform,» [En línea]. Available: <http://zappware.com/solutions/zappware-platform/features/>. [Último acceso: 25 Julio 2016].
- [52] Beenius, «ONE PLATFORM FOR IPTV, OTT, HYBRID,» [En línea]. Available: <http://www.beenius.tv/One-platform-for-IPTV-OTT-and-Hybrid.html>. [Último acceso: 26 Julio 2016].
- [53] Verimatrix, «VCAS for IPTV,» [En línea]. Available: https://na3.salesforce.com/sfc/p/#300000000pkdVnkRten96tkCGe_ObE4qH.njqIc=. [Último acceso: 27 Julio 2016].
- [54] Irdeto, «Irdeto Conditional Access,» [En línea]. Available: https://irdeto.com/documents/Collateral/so_cas_cas_en.pdf. [Último acceso: 26 Julio 2016].
- [55] Arris, «ADEEDGE Solución de publicidad integral,» [En línea]. Available: <http://es.arris.com/productos/adedge-6vr/>. [Último acceso: 27 Julio 2016].
- [56] OBS, «IPTV BILLING SERVICES AND RECURRING SUBSCRIPTION BASED SERVICE MANAGEMENT WITH OBS,» [En línea]. Available: <http://www.openbillingsystem.com/IPTV-BILLING-SOFTWARE>. [Último acceso: 29 Julio 2016].
- [57] Onyma, «Onyma Billing & BPM,» [En línea]. Available: <http://www.onyma.ru/main.php?mid=50#OnymaBilling>. [Último acceso: 29 Julio 2016].
- [58] Cisco, «Switch de agregación Cisco Meraki MS de 10 Gigabit Ethernet administrado en la nube,» [En línea]. Available: http://telecomglobalsolutions.com/data/documents/meraki_datasheet_ms420_es.pdf. [Último acceso: 30 Julio 2016].
- [59] Airties, «Air 7205 High Definition Compact IP Set-top Box,» [En línea]. Available: http://www.airties.com.tr/datasheets/Air7205_DS.pdf. [Último acceso: 2 Junio 2016].

- [60] ITU-T, «ITU-T J.281. Requirements for multichannel video signal transmission over IP-based fibre network,» Marzo 2005. [En línea]. Available: <https://www.itu.int/rec/T-REC-J.281-200503-I/en>. [Último acceso: 12 Noviembre 2016].
- [61] Open IPTV Forum, «OIPF Release 2 Specification Volume 4 – Protocols V2.3,» 24 Enero 2014. [En línea]. Available: http://www.oipf.tv/docs/OIPF-T1-R2-Specification-Volume-4-Protocols-v2_3-2014-01-24.pdf. [Último acceso: 13 Agosto 2016].
- [62] Y. P. Quezada, «Protocolos UDP, TCP y RTP,» 9 Noviembre 2013. [En línea]. Available: <https://prezi.com/7djbrtqjw6vf/protocolos-udp-tcp-y-rtp/>. [Último acceso: 22 Octubre 2016].
- [63] IETF RFC768, «User Datagram Protocol,» 28 Agosto 1980. [En línea]. Available: <https://tools.ietf.org/pdf/rfc768.pdf>. [Último acceso: 23 Septiembre 2016].
- [64] J. G. Amatriain, «REAL-TIME TRANSPORT PROTOCOL (RTP) Y REAL-TIME TRANSPORT CONTROL PROTOCOL (RTCP).,» [En línea]. Available: https://www.tlm.unavarra.es/~daniel/docencia/rba/rba06_07/trabajos/resumenes/gr16-QoSEnIPTV.pdf. [Último acceso: 26 Octubre 2016].
- [65] IETF RFC 3550, «RTP: A Transport Protocol for Real-Time Applications,» Julio 2003. [En línea]. Available: <https://tools.ietf.org/html/rfc3550>. [Último acceso: 22 Octubre 2016].
- [66] J. G. Amatriain, «IPTV. Protocolos empleados y QoS,» [En línea]. Available: https://www.tlm.unavarra.es/~daniel/docencia/rba/rba06_07/trabajos/resumenes/gr16-QoSEnIPTV.pdf. [Último acceso: 26 Octubre 2016].
- [67] IETF RFC 3550, «RTP Control Protocol -- RTCP,» Julio 2003. [En línea]. Available: <https://tools.ietf.org/html/rfc3550>. [Último acceso: 5 Octubre 2016].
- [68] IETF RFC 3550, «RTCP Packet Format and functions,» Julio 2003. [En línea]. Available: <https://tools.ietf.org/html/rfc3550>. [Último acceso: 22 Octubre 2016].
- [69] IETF RFC 2236, «Internet Group Management Protocol, Version 2,» Noviembre 1997. [En línea]. Available: <https://www.ietf.org/rfc/rfc2236.txt>. [Último acceso: 12 Octubre 2016].
- [70] J. G. Amatriain, «MULTIDIFUSIÓN MEDIANTE IGMP.,» [En línea]. Available: https://www.tlm.unavarra.es/~daniel/docencia/rba/rba06_07/trabajos/resumenes/gr16-QoSEnIPTV.pdf. [Último acceso: 13 Octubre 2016].
- [71] J. C. Sardin, «Protocolos Utilizados en IPTV,» Medición en Telecomunicaciones..
- [72] F. B. Seguí, M. G. Pineda y J. L. Mauri, «3.1. Definición de IPTV,» de *IPTV la televisión por Internet*, España, Editorial Vértice, 2008, p. 87.
- [73] I. R. 2326, «Real Time Streaming Protocol (RTSP),» Abril 1998. [En línea]. Available: <https://tools.ietf.org/html/rfc2326>. [Último acceso: 27 Octubre 2016].

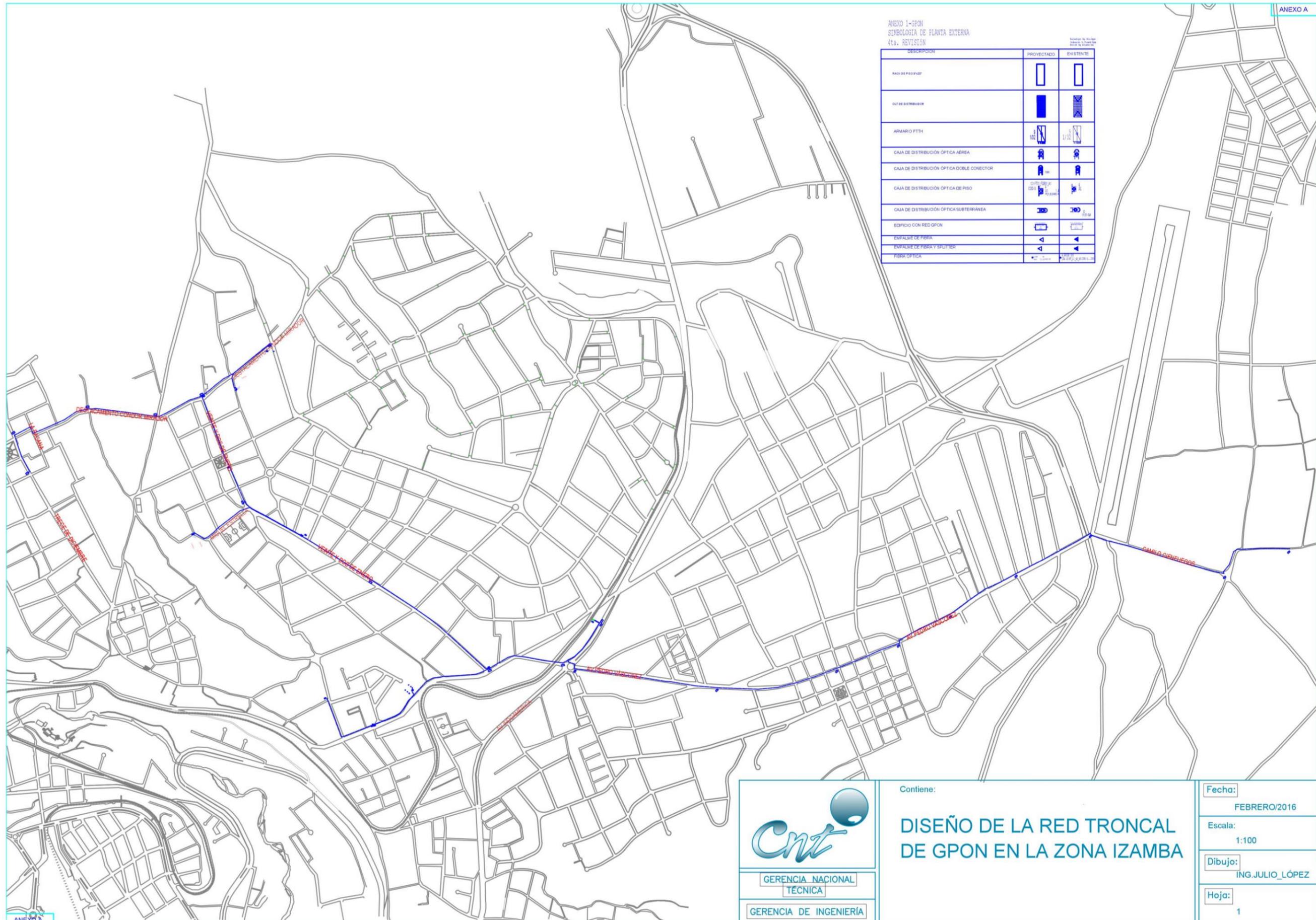
- [74] J. G. Amatriain, «REAL-TIME STREAMING PROTOCOL (RTSP) Y SESSION DESCRIPTION,» [En línea]. Available: https://www.tlm.unavarra.es/~daniel/docencia/rba/rba06_07/trabajos/resumenes/gr16-QoSEnIPTV.pdf. [Último acceso: 26 Octubre 2016].
- [75] J. C. Sardin, «Operaciones que soporta RTSP,» [En línea]. Available: <http://slideplayer.es/slide/143436/>. [Último acceso: 28 Octubre 2016].
- [76] CNT TV, «PROMO MEGA HD,» Corporacion Nacional de Telecomunicaciones, 2016. [En línea]. Available: <https://www.cnt.gob.ec/tv/plan/plan-hd/>. [Último acceso: 15 agosto 2016].
- [77] TAB-TV, «Normas resolución de imagen para la televisión SD, HD, Full HD, TV UHD,» 18 Abril 2016. [En línea]. Available: <http://es.tab-tv.com/?p=743>. [Último acceso: 12 Noviembre 2016].
- [78] Shahbaz Rahmanian Huawei, «IPTV Network Infrastructure,» Huawei Technologies CO LTD, China, 2008.
- [79] Corporación Nacional de Telecomunicaciones CNT EP, «Fibra Óptica para hogares Plan 10Mbps,» 2016. [En línea]. Available: <https://www.cnt.gob.ec/internet/plan/fibra-optica-para-hogares/>. [Último acceso: Noviembre 2016].
- [80] CNT EP, «Fibra óptica para hogares,» CNT TV, 2016. [En línea]. Available: <https://www.cnt.gob.ec/internet/plan/fibra-optica-para-hogares/>. [Último acceso: 23 Diciembre 2016].
- [81] Claro IPTV, «Planes IPTV,» Claro, 2016. [En línea]. Available: <http://www.claropr.com/portal/pr/sc/personas/claro-tv/tv-digital-iptv/#info-03b>. [Último acceso: 16 Octubre 2016].
- [82] ARCOTEL, «INSTRUCTIVO DEL FORMULARIO DE SOSTENIBILIDAD ECONÓMICA PARA CONCESIONES DE RADIODIFUSIÓN SONORA Y TELEVISIÓN ADIODIFUSIÓN SONORA Y TELEVISIÓN ABIERTA,» [En línea]. Available: <http://www.arcotel.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2012/03/Instructivo-para-llenar-Formularios-de-Sostenibilidad-Financiera.pdf>. [Último acceso: 1 Diciembre 2016].
- [83] D. Chiqui, «Estudio de Factibilidad de IPTV en la red IP/MPLS de ETAPA EP. Cuenca,» Febrero 2015. [En línea]. Available: <http://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/7758>. [Último acceso: 22 Diciembre 2016].
- [84] C. EP, «(c) La remuneración mensual por puesto y todo ingreso adicional, incluso el sistema de compensación, según lo establezcan las disposiciones correspondientes,» Diciembre 2016. [En línea]. Available: http://corporativo.cnt.gob.ec/wp-content/uploads/2017/01/c_remuneracion_mensual_12.pdf. [Último acceso: 28 Octubre 2016].

- [85] Instituto Nacional de Estadística y Censos, «Población y Tasas de Crecimiento según Parroquias,» Ambato, 2010.
- [86] R. R. Perez, «Planeación y Evaluación Financiera,» Instituto Tecnológico de Sonora, 2014. [En línea]. Available: http://biblioteca.itson.mx/oa/contaduria_finanzas/oa1/planeacion_evaluacion_financiera/p11.htm. [Último acceso: 12 Septiembre 2016].
- [87] C. Viloria Núñez, J. Freja Fruto y Y. Donoso Meisel, «Análisis de rendimiento de la transmisión de IPTV sobre ADSL, WiFi y LAN Extended. Revista Ingeniería y Desarrollo. Scielo,» abril 2008. [En línea]. Available: http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0122-34612008000100008&lang=pt#2. [Último acceso: 18 Mayo 2016].
- [88] ITU-T, « IPTV related prtocols: IPTV Focus Group Proceedings,» 2008. [En línea]. Available: https://www.itu.int/dms_pub/itu-t/opb/proc/T-PROC-IPTVFG-2008-PDF-E.pdf. [Último acceso: 8 Abril 2016].

ANEXOS

ANEXO I-GPON
SIMBOLOGIA DE PLANTA EXTERNA
4ta. REVISIÓN

DESCRIPCIÓN	PROYECTADO	EXISTENTE
PAQUETE PISO PUP		
ULT DE DISTRIBUCIÓN		
ARMARIO FTTH		
CAJA DE DISTRIBUCIÓN ÓPTICA AÉREA		
CAJA DE DISTRIBUCIÓN ÓPTICA DOBLE CONECTOR		
CAJA DE DISTRIBUCIÓN ÓPTICA DE PISO		
CAJA DE DISTRIBUCIÓN ÓPTICA SUBTERRÁNEA		
EDIFICIO CON RED GPON		
EMPALME DE FIBRA		
EMPALME DE FIBRA Y SPLITTER		
FIBRA ÓPTICA		



GERENCIA NACIONAL
TÉCNICA

GERENCIA DE INGENIERÍA

Contiene:

DISEÑO DE LA RED TRONCAL DE GPON EN LA ZONA IZAMBA

Fecha:
FEBRERO/2016

Escala:
1:100

Dibujo:
ING. JULIO_LÓPEZ

Hoja:
1

Anexo B

Formato de Encuesta de IPTV



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA EN ELECTRÓNICA Y COMUNICACIONES
ENCUESTA DE IPTV



Encuesta dirigida a los usuarios de la CNT EP en la zona de cobertura de la Central Izamba, con el objeto de determinar el grado de interés de los mismos en adquirir el nuevo servicio IPTV.

Instrucciones. Por favor lea detenidamente las preguntas y responda con sinceridad, marcando con una **X** en caso de ser positiva su respuesta.

Fecha: Octubre del 2016.

1. ¿Actualmente dispone de un servicio de la CNT E.P.?

Sí_____

No_____

2. ¿Posee un servicio de televisión satelital CNT TV o de otro proveedor en su hogar?

De ser positivo cuántos decodificadores tiene instalados. De ser negativo cuántas televisiones posee en su hogar.

Sí_____

No_____

#Decodificadores: _____

#Televisiones: _____

IPTV. Servicio de entretenimiento que permite ver televisión desde cualquier dispositivo con acceso a internet.

3. ¿Estaría dispuesto a contratar el servicio IPTV?

Sí_____

No_____

4. ¿Cuál es el precio que estaría dispuesto a pagar por el servicio de IPTV?

\$ 19.67

\$ 32.78

\$ 27.99

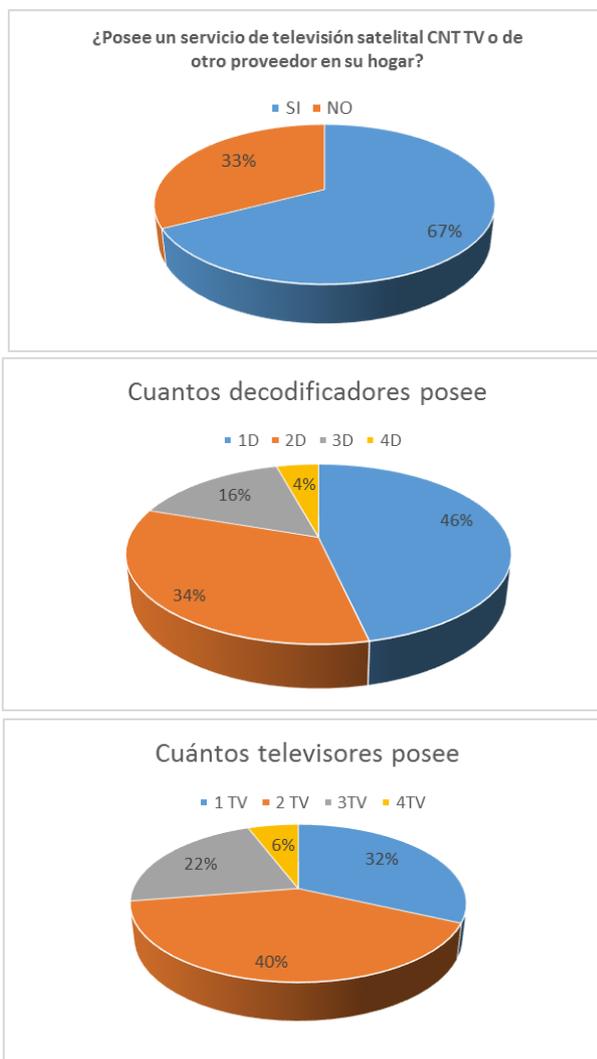
Anexo C

Análisis e Interpretación de Resultados de Encuesta de IPTV

1. ¿Actualmente dispone de un servicio de la CNT E.P.?

La encuesta fue dirigida únicamente a usuarios activos del servicio de la red GPON.

2. ¿Posee un servicio de televisión satelital CNT TV o de otro proveedor en su hogar? De ser positivo cuántos decodificadores tiene instalados. De ser negativo cuántas televisiones posee en su hogar.



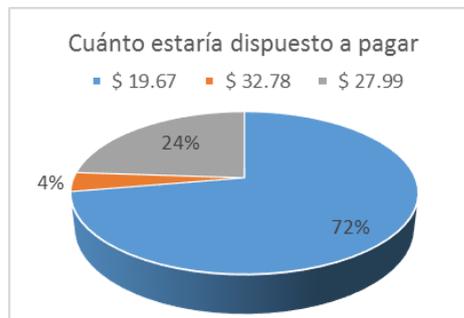
De los encuestados 142, si poseen un servicio de televisión satelital de CNT TV o de otro proveedor en su hogar y 69 no lo poseen, 66 personas poseen solo un decodificador, 48 dos decodificadores, 22 tres decodificadores y 6 cuatro decodificadores, 22 personas poseen un televisor, 28 dos televisores, 15 tres televisores y 4 cuatro televisores. Como resultado el 67% si posee un servicio de televisión satelital, de los cuales el 46% posee un decodificador y el 40% cuatro televisores.

3. ¿Estaría dispuesto a contratar el servicio IPTV?



De los encuestados 184 estarían dispuestos a contratar el servicio de IPTV, como resultado el 87% de encuestados si estarían dispuestos a contratar un servicio de IPTV.

4. ¿Cuál es el precio que estaría dispuesto a pagar por el servicio de IPTV?



De los encuestados 133 personas pagarían \$19.67, 44 personas \$27.99 y 7 personas \$32.78. Como resultado el 72% estaría dispuesto a pagar \$19.67.

Anexo D

Datasheet Servidor de Transmisión de Contenidos



ProStream® 9100

HIGH-DENSITY STREAM PROCESSOR



The latest evolution of Harmonic's market-leading ProStream® stream processing platform, the high-density ProStream 9100 is an ideal solution for multiplexing, scrambling, descrambling and statistical multiplexing of SD and HD MPEG video.

The compact 1-RU system delivers the flexibility to support any-to-any remultiplexing, DVB-ASI and AES scrambling, digital turnaround, linear ad splicing—and a wide variety of video processing applications. By adding the optional high-performance ACE® card, the ProStream 9100 also supports complex transcoding applications for the delivery of both broadcast and next-generation multiscreen services.

ProStream 9100 includes five rear panel slots for supporting DVB-ASI and IP (Gigabit Ethernet) I/O cards, as well as 8VSB input, in any combination. Two IP 100Base-T Ethernet interfaces are available for connection to conditional access systems (CAS), as well as to the management network. Through the CAS IP interface, the ProStream 9100 communicates with entitlement control message generators (ECMGs) and entitlement management message generators (EMMGs) for exchange of control words, ECMs and EMMs.

High Performance, Highly Versatile

With its ultrahigh-density architecture, the ProStream 9100 dramatically reduces the amount of rack space required to meet growing processing requirements. System flexibility and workflow versatility are achieved with modular audio/video processing modules and high-capacity IP processing cards. Low power consumption, high reliability and simplified serviceability result in a best-in-class, multiformat platform that offers superior video quality and reduces OPEX.

High-performance data throughput is a cornerstone function of the ProStream 9100. The platform's enhanced GbE I/O modules deliver up to 2 Gb of IP throughput for the multiplexing, scrambling and descrambling of up to 500 transport streams and services. Ideal applications for the ProStream 9100 include:

- ASI and IP DVB-CSA and IPTV AES scrambling
- Bulk descrambling
- IP networking of broadcast video
- ASI and IP mirroring
- ASI, IP and 8VSB remultiplexing of any service from any input to any output
- MPEG-2 transport stream over RTP/UDP for IP output
- Digital program insertion for splicing and local ad insertion
- DTolP statmux control
- DVB-EIT/PSIP table regeneration
- Slate insertion for service disruption message
- Emergency Alert System (EAS) compliance

HIGHLIGHTS

- Compact, modular 1-RU chassis with five IOM slots
- IP and DVB-ASI I/O, 8VSB input
- Multiplexing and scrambling of up to 500 simultaneous SD and HD broadcast services
- DiviTrackIP statistical multiplexing with remote distributed encoders
- Linear ad splicing into MPEG-2, MPEG-4 AVC and HEVC SD/HD video streams
- Advanced remultiplexing
- DVB and AES scrambling algorithms
- Dual power supplies
- Controlled via NMIX Digital Service Manager and stand-alone web GUI

harmonicinc.com

Marketing Benefits

Digital Turnaround

With standard IP, DVB-ASI and 8VSB input and output interfaces, the ProStream 9100 processor is easily incorporated into existing headend environments and supports any digital turnaround architecture. The platform's robust, extensible and highly scalable design supports diverse MPEG remultiplexing functions, including PID remapping, prioritizing and filtering, insertion and generation of PSI/SI tables, and PID multicast. Device, port, socket and service redundancy are supported, as well as multiple IP sockets for MPTS and SPTS applications. The compact platform not only reduces rack space and power requirements, but also simplifies network infrastructure while delivering a high-availability solution.

Linear Ad Splicing

Linear ad splicing, or digital program insertion, on ProStream 9100 enables the frame-accurate insertion of local and regional ads directly into live-to-air MPEG-2, MPEG-4 AVC and HEVC SD/HD transport streams. With this capability, broadcasters and service providers can increase average revenue per user by offering their advertisers the ability to reach differentiated viewers with targeted ads.

Ad splicing is a licensed feature for ProStream 9100 systems outfitted with a quad GbE I/O card. The powerful capability enables broadcasters to implement advanced advertising capabilities without needing to purchase a stand-alone, box-level splicing solution, saving them money while simultaneously opening up new revenue streams. In addition, by eliminating the need to decode signals to insert ads, workflows are optimized and video quality is maintained at the highest possible level.

Conditional Access

The ProStream 9100 processor's industry-leading SimulCrypt Synchronizer (SCS) core supports DVB SimulCrypt versions 1, 2 and 3, and allows for the simultaneous connection of up to 30 different CAS. The platform also supports AES encryption technologies for scrambling and descrambling applications.

Fully integrated with all leading CAS vendors and compliant with widely implemented industry protocols, ProStream scrambling technology is known in the industry for its stability and high performance. The ProStream 9100 platform can scramble any format of video, audio and data elementary streams (e.g., MPEG-2, MPEG-4 AVC, HEVC, AC-3, AAC, HE-AAC), as well as multiplex MPEG TS. The solution easily integrates into existing architectures, and reduces cost and complexity by eliminating the need for multiple devices in distributed cable, satellite or telecom networks.

Statistical Multiplexing

Harmonic's DiviTrackIP™ option integrates multiplexing and IP switching by connecting ProStream 9100 units with remote Harmonic Electra™ encoders across a LAN or WAN, allowing any ProStream in the network to efficiently manage the encoders' statmux pools. Support is available for up to 100 statmux services per platform, with configuration limits of 64 services per statmux pool, 14 pools per platform, and three pools within a single transport stream. The ProStream 9100 also supports regional statmux capability for the terrestrial market, allowing a single encoding instance to be part of multiple DiviTrackIP pools. This capability answers the need to encode and generate regionalized TSs with both common (shared) national and unique regional channels. The use of the regional statmux feature reduces the number of encoders required to support regionalized feeds and eliminates unnecessary national common program duplication.

IP Distribution

As major cable and telco MSOs migrate to centralized content aggregation, the ProStream 9100 platform offers a reliable solution for MPEG distribution over IP. The system supports bulk scrambling and descrambling, and enables secured content distribution by acting as the scrambler at the central headend and the edge descrambler at remote headends.

Technical Benefits

High-Throughput IP Processing

The ProStream 9100 offers the choice of either dual or quad Gigabit Ethernet input. The latter option provides an input line rate of 4 Gb and up to 2 Gb of high throughput processing, supporting up to 500 simultaneous multiplexing and scrambling services. Two integrated 10-GbE interfaces reduce the number of router ports required and enable a simplified IP addressing scheme. Separate modules are available for ASI and 8VSB input.

Flexible Multiplexing

A complete range of IP, ASI and 8VSB remultiplexing functionality is supported by the ProStream 9100 processor, including DVB-EIT and PSIP table regeneration, PCR generation, transport stream and port mirroring, and PID prioritization.

High Reliability, Simplified Serviceability

Maintenance on the ProStream 9100 platform is simplified with hot-swappable fan assemblies and dual redundant power supplies. Changing of processors and I/O modules is also quick and easy. These thoughtful serviceability features improve system reliability and reduce the chance for down time—increasing the ability to generate revenue.

"Pay As You Grow" Scalability

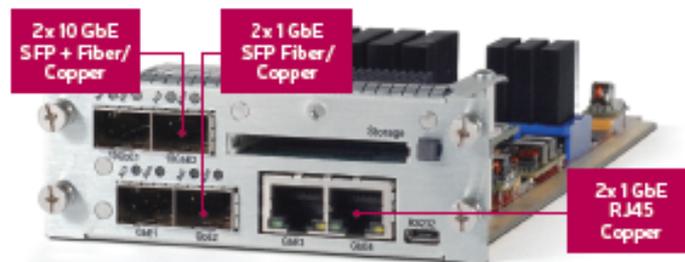
As processing needs evolve, the ProStream 9100 platform makes it easy to incrementally add or upgrade I/O modules and firmware licenses, simplifying scalability and extending the system's value.

Control and Management

Processing on the ProStream 9100 is easily configured and controlled with Harmonic's NMXTM Digital Service Manager video management system, a service-oriented solution for mass configuring, monitoring and automated redundancy in centralized or distributed architectures. ProStream 9100 also features an intuitive and user-friendly web-based GUI.

World-Class Service and Support

Harmonic stands behind the ProStream 9100 stream processor — and all of its products — with comprehensive service and support programs, including system design, service deployment, technical support and network maintenance. World-class service plans and a global network of flexible and responsive support professionals help ensure your ability to deliver outstanding "anytime, anywhere, any-device" customer experiences.



The optional Quad GbE I/O module in ProStream 9100 delivers up to 2 Gb of IP throughput.

SPECIFICATIONS

DUAL GbE I/O CARD

Type	IEEE 802.3z
IP Ports	Two independent
Connectors	Two 1 GbE SFP (multimode, single mode, copper)
I/O Speed	1,000 Mbps per port
IP Encapsulation	MPEG TS over UDP/IP/MAC/RTP/RTSP
	1 to 7 TS/IP
MPEG Format	188 B per TS
MPEG Transport Streams	MPTS and SPTS
I/O Processing	250 sockets
	500 Mbps per card
Maximum Bitrate per Socket	140 Mbps
Addressing	Multicast, unicast
Management	IGMPv1, IGMPv2, IGMPv3, ARP, ICMP
Forward Error Correction	SMPTE 2021-1 and SMPTE 2021-2

QUAD GbE I/O CARD

Type	IEEE 802.3z
IP Ports	Four independent
Connectors	Two 1-GbE SFP (multimode, single mode, copper)
	Two 1-GbE RJ45
	One 10-GbE SFP+
I/O Speed	1,000 Mbps line rate input per port
IP Encapsulation	MPEG TS over UDP/IP/MAC
	1 to 7 TS/IP
MPEG Format	188 B per TS
MPEG Transport Streams	MPTS and SPTS
I/O Processing	500 sockets
	Up to 2 Gb per card
Maximum Bitrate per Socket	300 Mbps
Addressing	Multicast
Management	IGMPv1, IGMPv2, IGMPv3, ARP, ICMP

DVB-ASI I/O CARD

Type	ASI Input/output
Connectors	Four BNC, 75 Ω
I/O Direction	Configurable, input or output, per port
MPEG Format	188/204 B per TS
I/O Processing	One MPTS/SPTS per port
	Up to 210 Mbps per input port
	Up to 187 Mbps per output port
ASI I/O Ports	4-20 (each card has four ports)

8VSB INPUT CARD

Type	8VSB for ATSC reception
Connectors	Four F, 75 Ω
I/O Direction	Input
MPEG Format	188 B per TS
I/O Processing	One MPTS per port
	Up to 19.39 Mbps per port
8VSB Input Ports	Four per card (up to four cards)
Tuner Channels	2-59
Packet Error Rate Threshold	0-12,892 packets per second
Signal Quality Threshold	0.0-27.0 dB

MANAGEMENT INTERFACES

Ethernet	100Base-TX
Connectors	Two RJ45 (1 management, 1 CAS)

SCRAMBLING

SCS	Internal
Standards	DVB common scrambling
	Open CAS
	DVB SimulCrypt v1 and v2
	AES-CBC, AES-NSA2 scrambling algorithms
	AES descrambling
	Fix Key scrambling and descrambling
	Selective encryption for VOD
CAS connections	Simultaneous connections to 30 different CA systems
BISS Encryption	Mode 1
Number of ECMs	700 ECMs per platform

SPECIFICATIONS

REMULTIPLEXING

Routing	Any input to any output
PID	Remapping, filtering, multicasting
PID Multicasting	Any input PID can be multicasted to multiple TS outputs with different remapping and processing (different CW, if scrambled)
PSI/SI, PSIP	Extraction, injection, spooling, regeneration
Output Mirroring	Any to any (ASI/IP to ASI/IP)
Advanced Stream Processing	Intelligent service substitution, PID prioritization, PCR generation, PID range

REDUNDANCY

Device	1:1 N:1 N:M Under NMX or stand-alone GUI management
Internal	Service Any-to-any Input TS I/O port IP port mirroring TS output mirroring
Triggers	ETR290

SYSTEM MANAGEMENT

NMX™ Digital Service Manager Stand-alone web user interface
--

POWER

Power Supply	Optional dual supplies
Input Voltage Range	85-264 VAC 42-60 VDC
Line Frequency	47-63 Hz
Power Consumption	Up to 200 W

PHYSICAL

Dimensions (W x H x D)	19 in x 17.5 in x 27 in (1 RU) 48.26 cm x 4.45 cm x 68.60 cm
Weight	32 lbs/14.5 kg

ENVIRONMENTAL

Cooling	Eight fans, temperature controlled air flow Front to right side
Operating Temperature	+32° to +122° F 0° to +50° C
Storage Temperature	-4° to +176° F -20° to +80° C
Operating Humidity	<95% non-condensing
Electromagnetic Compliance	FCC Part 15 Class A CE Mark (EN 55022 Class A and EN 50082-11997)
Safety	UL 1050 and cUL C22.2#950 EN 60950 Directive 2011/65/EU RoHS2

Anexo E

Datasheet de Servidor de VOD

TOUCAN

VOD & nPVR Streaming Server

Toucan is a video on demand (VOD) and network Personal Video Recording (nPVR) streaming server for hospitality and corporate environments. Designed to meet the needs of hotels, hospitals, residential sites and cruise ships, Toucan also serves a large number of enterprise applications such as internal video libraries, employee training and in-store digital signage.

Toucan can stream on-demand video content to IP set-top boxes and software players (RTSP) that are connected to TV sets or PC screens. Mobile devices such as tablets and smartphones are also supported. Interoperable and standards compliant, Toucan streams can be quickly and easily integrated with third party equipment.

The Anevia Toucan VOD server also delivers advanced video services such as personal recording, Catch-up TV, playlist generation and content archiving for on-demand streaming.

Features and Benefits

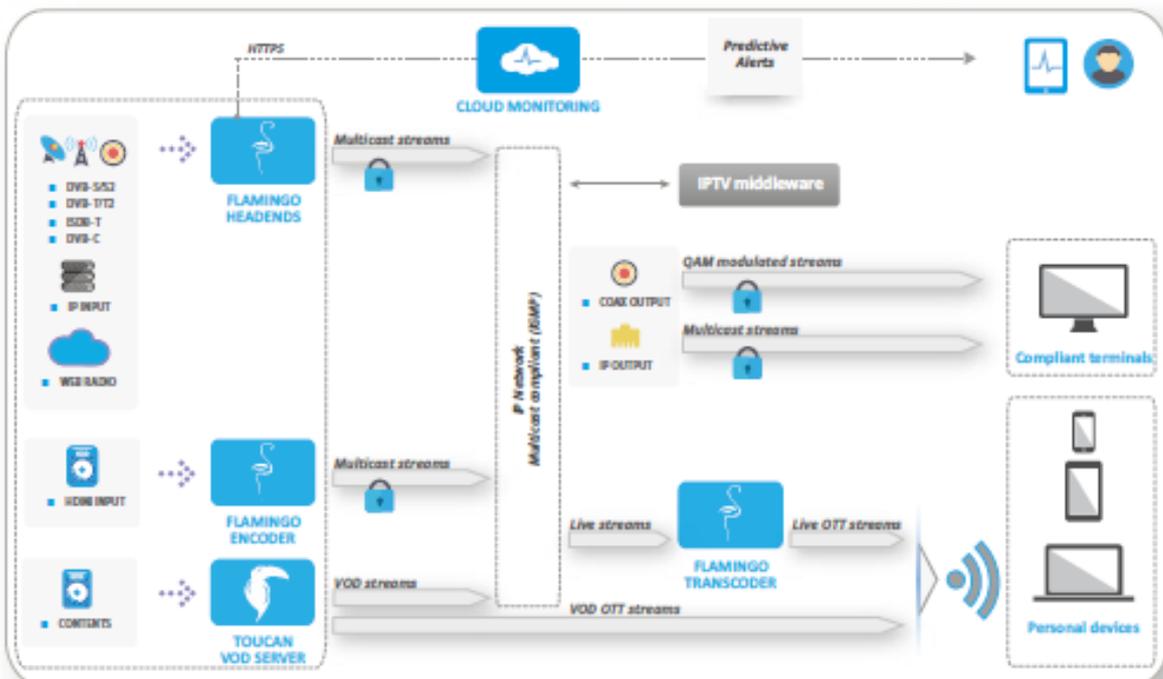
- Plug & stream: operational immediately
- Easy access to uploaded content through FTP and GUI
- Up to 10,000 users and 2,000 simultaneous sessions per Toucan product range
- Easy integration with 3rd party solutions thanks to ready-to-use APIs
- Software or appliance base

Applications

- VOD: Watch and pause On Demand content anytime.
- nPVR: Record and play without using an STB hard drive
- Start Over: Rewind to the beginning of a live TV program
- Pause TV: Pause, instant replay, fast rewind and forward
- Delayed channels: TV + N hours
- Catch-Up TV: Watch past TV programs
- Trailers: Watch movie trailers on tablets and smartphones using the multiscreen VOD option

Available options

- VOD multiscreen with Adaptive bitrate, SNMP



TOUCAN

VOD & nPVR Streaming Server

SPECIFICATIONS

VIDEO & AUDIO

- IP streaming unicast or multicast, progressive download
- Protocols: RTSP, TS Over UDP/TS over RTP
- Video codecs: MPEG-2 video, MPEG-4 (H.264)
- Audio codecs: MPEG-1 Audio Layer 2, MP3, AAC, AC3
- CBR and VBR streams
- SD and HD resolution
- Ingestion mode: live multicast, FTP, USB storage
- IPv4 & IPv6 compliant
- Pre-encrypted content support

ADMINISTRATION & MONITORING

- Web interface (HTTP/HTTPS)
- SSH (secure command line interface)
- SOAP API for monitoring
- SNMP (optional)

SOFTWARE ONLY VERSION

- Delivery as bootable USB drive or as a VM image
- Support for most HP and IBM servers
- Support for other hardware platforms
- **Contact us for an updated supported hardware list*

INCLUDED FEATURE

- Video on Demand (VOD)
- Network personal video recording (nPVR)
- Network time-shifting and delayed channels through circular buffers
- Playlist management
- Trick modes: fast-forward/rewind/pause/play...

OPTIONS

MULTI-SCREEN

- Adaptive bitrate protocols: HLS, Microsoft Smooth Streaming, Adobe HDS, MPEG-DASH for HbbTV
- Automatic metaplaylist and playlist file generation



COMPLIANCE & SAFETY

- Electromagnetic compatibility: CE compliance

PHYSICAL & POWER

- 19" rack mountable, 1RU
- HxWxD: 1RUx17.2"x19.8" (44 x 437 x 503mm)
- Weight: 14 kg
- Voltage: 100V-240V AC, 50/60 Hz
- Operating Temperature: 0°C to 50°C
- Storage Temperature: -20 to 60°C
- Humidity: 5-95% @ 40°C
- Power consumption: 120W
- 2 USB port

INTEROPERABILITY

- With major set-top-box, CAS/DRM and middleware vendors
- SOAP API for integration

- Input: MPEG-4 (.mp4) video files through FTP or USB
- Video codec: H.264
- Audio codec: AAC
- Multiple output bitrates for adaptive streaming
- One input file per bitrate (part 1.2) or one single file for all bitrates (part 1.4)



For more information, visit: www.anevia-enterprise.com

ANEVIA HEADQUARTERS
1 rue René Arjolsky
94250 Gentilly
France

North America
303 Twin Dolphin Dr
Suite 600
Redwood City
CA, 94064, USA

Latin America
Av. Dr. Chacri Zaldan, 940
16° Piso
São Paulo, SP-04583-906
Brazil

Middle East
Dubai Silicon Oasis
Office B303
PO Box 347073, Dubai
Dubai

APAC
1 North Bridge Road
#10-01, High Street Centre
Singapore, 179094
Singapore

© 2014 Anevia. All rights reserved. The information contained herein are subject to change without prior notice and do not carry any contractual obligation for Anevia.
All other brand or product names are trademarks or registered trademarks of their respective companies or organizations. Product specifications and pictures are subject to change without notice.

Anexo F

Datasheet de Servidor de CAS

Video Content Authority System (VCAS™) for IPTV

The Standard in Revenue Security for Managed Network Services

Challenges

The rapid growth of IPTV during the past several years has expanded the world of consumer entertainment and programming choices coupled with innovative interactive capabilities.

However, the very technologies that have made IPTV possible also pose a continuing threat to the business model underpinning such services. The threats of service theft and content piracy are legitimate concerns to rights owners and operators alike.

It is of the utmost importance to the continued success of the IPTV industry that increasingly robust security technology can be developed and deployed in order to eliminate potential theft of service and content misuse.

Traditional conditional access (CA) systems were designed to combat security threats in one-way broadcast networks by using smart cards. However, the legacy CA design approach has been proven unsuitable for two-way, IP-based networks. Hence a different mindset and fresh approach was required for IPTV, as proven by Verimatrix while enabling many IPTV success stories around the world.

Opportunities

The Verimatrix approach to content and revenue security for managed IPTV networks is ideal for:

- "Walled garden" IPTV services to IP-STB/DVRs and smart TVs over xDSL, FTTH, etc.
- Broadcast-hybrid services, extending IPTV with RF broadcast and over-the-top (OTT) video delivery
- Wholesale-retail content distribution, enabling a centralized, hosted service with local control options.
- Hospitality IPTV, supported by an optimized VCAS for Hospitality Appliance and pricing

Thanks to the system architecture and compact form factor, VCAS is inherently cost effective for the smallest hospitality deployment while field-proven to scale efficiently for tier 1 pay-TV operations with millions of subscribers.

Solution

VCAS for IPTV, powered by the multi-network VCAS platform, is the market leading digital TV security solution for pay-TV services over managed IP networks.

VCAS for IPTV fully exploits the power and elegance of two-way broadband infrastructure to provide a superior level of multi-screen content and revenue security for IP-STBs, IP-DVRs, and connected TVs over managed IPTV networks.

VCAS for IPTV incorporates pioneering and proven features that provide the widest revenue security perimeter, thus enabling complete transparency for legitimate content consumption while significantly raising the level of protection against piracy.

The cardless solution is built on proven cryptographic and secure electronic transaction concepts widely used in e-commerce applications, accomplishing the highest levels of digital TV security as confirmed by several independent technology audits.

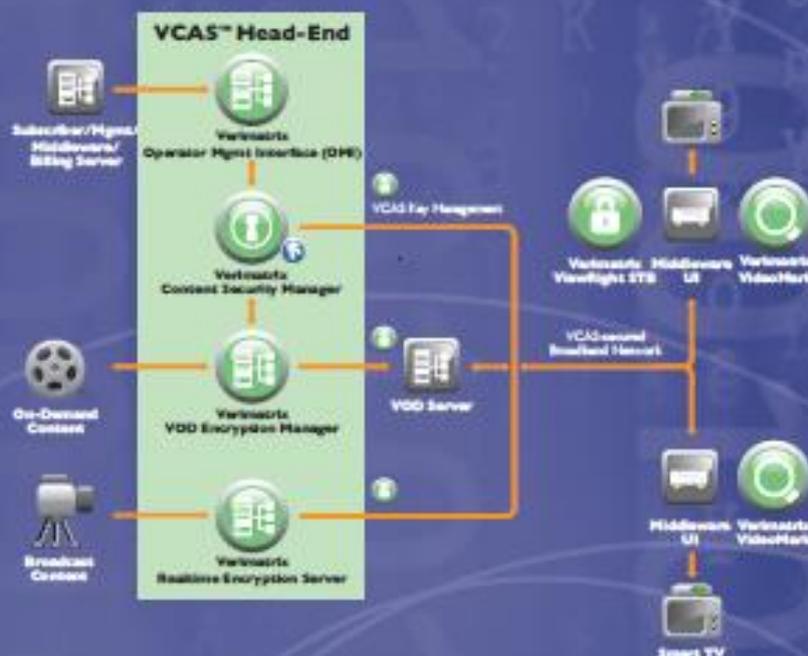
Verimatrix is the recognized global IPTV market leader with 500+ deployments and winner of 20+ technology awards.

Features & Benefits

VCAS for IPTV secures and enhances the revenue of IPTV networks as follows:

- Standards-based, two-way Internet security protocols ensure a solid foundation.
- ViewRight® downloadable, renewable security for IPTV clients, incl. connected TVs. It utilizes sophisticated security features of modern client device chip sets/SOCs.
- Public Key Infrastructure (PKI) public/private key pair system plus X.509 digital certificates, featuring VCAS key management proven in tier 1 IPTV deployments globally.
- Strong encryption using the robust AES-128 algorithm.
- Choice of more than 250 IP-STB models from some 100 manufacturers.
- VideoMark™ user-specific forensic watermarking, with a unique and highly robust identifier that enables content tracking to the last authorized recipient.
- Independently audited and trusted by all major studios and broadcasters.

VCAS[®] for IPTV – System Architecture and Key Components



- **Operator Management Interface (OMI)** – The core administrative component of VCAS, OMI provides a single VCAS integration point for customer care, billing and middleware systems through a set of content, device and entitlement management interfaces. OMI enables VCAS domain-based business models for multi-screen digital TV services by providing homogenous subscriber and rights management for heterogeneous networks and devices: DVB, IPTV, Internet TV/OTT, and hybrid combinations thereof.
- **Content Security Manager (CSM)** – Contains the VCAS security components for managed IPTV networks to support authentication, key distribution and user control. CSM scales cost effectively to meet any deployment size by distributing components across clusters of servers and database engines.
- **Real-Time Encryption Server (RTES)** – Performs 128-bit AES encryption of multicast streams of encapsulated video content. RTES offers intelligent MPEG-aware stream encryption, selectable 1-100%. Key and management information is inserted in entitlement control messages (ECMs), which are used by the ViewRight device client to obtain the appropriate decryption key.
- **MultiCAS™/IP** (not shown) – An alternative to RTES, MultiCAS™/IP generates ECMs in conjunction with third-party, hardware-based AES scramblers supporting Simulcrypt.
- **VOD Encryption Manager (VEM)** – Performs faster than real-time AES-128 pre-encryption of VOD assets, in conjunction with CSM and third-party VOD servers, supporting manual or automated workflow. The MPEG-aware encryption process preserves key header fields used by VOD servers for “trick play.”
- **ViewRight® STB for IPTV** – A robust package of embedded code that implements VCAS cardless security functions within each IP-STB, DVR, and connected/smart TV. It offers best-of-breed content security for two-way networks in a hardened implementation that utilizes the sophisticated security features of modern System-on-a-Chip (SoC) microcontrollers.
- **VideoMark™** – Patented technology for user-specific forensic tracking, it inserts an invisible yet very robust watermark in the decompressed video stream prior to the content being output from the client device. This identifier can be used to track misappropriated content back to the last authorized recipient.

Switch de agregación Cisco Meraki MS de 10 Gigabit Ethernet administrado en la nube



Introducción

Cisco Meraki MS es el primer switch de agregación de 10 Gigabit Ethernet administrado en la nube, que brinda los beneficios de la nube: administración simplificada, menos complejidad, amplia visibilidad y control de la red y costos más bajos para las implementaciones en campus.

La ampliación de la administración a través de la nube al campus

Los switches de agregación Cisco Meraki amplían la administración en la nube de Meraki a las implementaciones en campus. Al igual que los switches de acceso, estos switches de agregación de 10 Gigabit Ethernet se crearon desde cero para facilitar la administración sin comprometer la potencia y la flexibilidad asociadas tradicionalmente a los switches de clase empresarial.

Los switches Meraki se administran mediante una interfaz de nube elegante e intuitiva, en lugar de utilizar una línea de comandos críptica. Para instalar un switch Meraki, solo hay que conectarlo; no se necesitan archivos de configuración complejos ni fase de preparación.

Líder en el área de administración de dispositivos mediante la nube

La administración en la nube presenta numerosas ventajas que facilitan la creación de redes de campus:

- Administración centralizada, que le permita gestionar toda su pila de red Meraki desde la agregación del campus hasta la capa de acceso (AP inalámbricos, switches, firewalls).
- Apilado virtual: administra hasta decenas de miles de puertos desde un panel único.
- Huellas dactilares de nombre de host, cliente y sistema operativo de capa 7.
- Alertas por correo electrónico y mensajes de texto (SMS) ante pérdidas de potencia, tiempo de inactividad o cambios de configuración.
- Administración basada en roles y actualizaciones de firmware automáticas y programadas por Internet.
- Actualizaciones y mejoras periódicas provistas a pedido desde la nube Meraki.
- Sin implementaciones de preparación.

Especificaciones (preliminar)

Administración

Administración por Internet a través de la plataforma de administración en la nube Meraki

Integración con la implementación remota sin contacto para la administración de dispositivos de seguridad inalámbricos Meraki (sin preparación).

Estadísticas históricas detalladas de uso por cliente y por puerto

Huellas digitales de nombre de host, cliente y DHCP

SNMPD para integración con soluciones de administración de red de terceros

Actualizaciones de firmware sin inconvenientes

Diagnóstico remoto

Alertas por correo electrónico y mensajes de texto (SMS)¹

Captura remota de paquetes en vivo

Registros de eventos agregados y cambios de configuración con búsqueda instantánea

Apilamiento escalable

Configuración y supervisión unificadas de todos los switches, desde la capa de agregación hasta la capa de acceso

Apilado virtual que admite miles de puertos de switch en una sola pila lógica para la administración, supervisión y configuración unificadas

Capacidades de conmutación Ethernet

Priorización QoS 802.1p con 81 colas por puerto

Etiquetado de VLAN 802.1Q con un máximo de 4095 VLAN

Protocolo STP 802.1D y control de tormentas de difusión del árbol de expansión rápida 802.1w

LLDP 802.1ab

Agregación de enlaces 802.3ad con un máximo de 8 puertos por switch agregado

Detección IGMP para el filtrado multidifusión

Funcionalidades de capa 3

Encaminamiento estático

Ayuda de DHCP

Servidor DHCP

Protocolo OSPF v2²

Desempeño

Estructura antibloqueo

Capacidad de switching de 960 Gbps en MS420-48

Capacidad de switching de 480 Gbps en MS420-24

Interfases en MS420-24-HW

24 interfases SFP+/SFP de 10 GbE

Un puerto de administración 10/100/1000 RJ45

Interfases en MS420-48-HW

48 interfases SFP+/SFP de 10 GbE

Un puerto de administración 10/100/1000 RJ45

Potencia

Entrada de alimentación: 400 W CA

Entorno

Temp. de funcionamiento: de 0 °C a 40 °C

Montaje

Montaje en rack con herramientas incluidas

Ventilación desde el frente hacia atrás

Dimensiones

Peso: 10,1 libras (4,6 kg) para MS420-48

Tamaño: 17,3 pulg. de ancho x 18,6 pulg. de prof. x 1,8 pulg. de alto (44 x 47,3 x 4,5 cm)

Organismo regulador

CSA (EE. UU.)

IC (Canadá)

CE (Europa)

C-Tick (Australia / Nueva Zelanda)

RoHS

Garantía

Garantía total de por vida para hardware con sustitución avanzada al día siguiente

Información para realizar pedidos

Se podrá solicitar este producto a partir del tercer trimestre de 2013. Para obtener más detalles, comuníquese con su representante de ventas de Cisco Meraki.

¹ Requiere un correo electrónico compatible con el proveedor de gateway de SMS. Para obtener más información, visite: <http://bit.ly/LkCGG>

² Disponible a partir del segundo trimestre de 2014.

Anexo H

Datasheet de Set Top Box



Air 7205
v1.1

High Definition Compact IP Set-top Box

Air 7205 is a compact, elegant, high-performance, IP Set Top Box for IPTV/OTT applications. Air 7205 is equipped with Internal Wi-Fi for wireless deployments, and RF4CE Remote Controller for hidden installations.

Over-the-Top Features

The Air 7205 supports IGMP, RTSP as well as HTTP Live Streaming and Microsoft Smooth Streaming with adaptive bitrate. It also utilizes progressive download, allows web browsing, media play and online social networking. Control via remote control navigation and keyboard input with a wired or wireless keyboard/mouse.

PLTV Support

PLTV functionality supports smooth trick modes (Fast forward and Rewind) and Live TV pausing.

Maximize Wireless Video Streaming

Fixation-free, high quality wireless video reception at home without having to run any cables to Air 7205. A range of wireless deployment configurations are possible with AirTies Access point product variations. All AirTies wireless devices incorporate the following features to provide ultra-reliability, predictable bandwidth and unprecedented high speed performance for real-time video distribution and data transmission in the home.

IP QoS Traffic Prioritization: Automatic detection and prioritization of traffic type ; Isolate IPTV and data traffic to separate VLANs

Smart queuing: Video buffers at both the transmitter (AP) and receiver (STB) manage which packets have been actually received and retransmit lost ones while maintaining packet ordering critical to video.

AirTies Mesh solution delivers 100% wireless coverage in any home, top to bottom, back to front.

Supported Middleware

The Air 7205 integrates Opera browser with HBBTV APIs. Many industry-leading Middleware are currently integrated and operational. The software platform provides a foundation for interoperability with OTT/IPTV/Hybrid middleware and 3rd party partners.

Content Security

Verimatrix VCAS™, Viaccess-Orca Connected Sentinel, Microsoft PlayReady DRMs are currently available.

Ideal for OTT Deployments.

Supports HbbTV with Opera Browser, adaptive bitrate streaming via Microsoft Smooth Streaming, HLS and PlayReady DRM, Verimatrix DRM.

Compact Design

Compact cabinet with small footprint
10cm x 10cm x 2.5cm
Silent design with no forced air cooling

High-End Audio, Video and Graphics

H.264, MPEG2,VC-1, Xvid, FLV Codec support
Up to Dual 1080i decode (for Picture In Picture), Single 1080P decode and display. 4:3 and 16:9 formats
Full HD 3D TV support using SVC & MVC coding
3D Graphics OpenGL ES 2.0, OpenVG 1.0 support, allowing enhanced UI's and Gaming capabilities.

Video Network Protocols

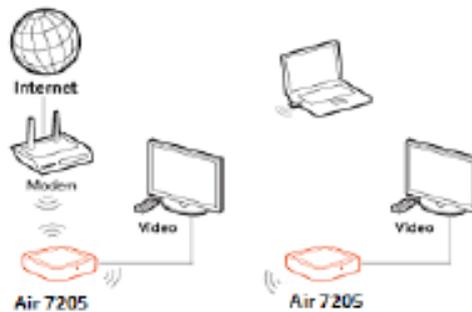
Multicast IPTV (IGMP)
Video-on-Demand (RTSP)
HTTP Live Streaming (HLS) with Adaptive Bitrate
Microsoft Smooth Streaming
MPEG-DASH
Progressive Download
Home Media Video Containers (AVI, MKV, MP4, MOV) and Text Subtitles (SUB, SRT, SSA and ASS)
Hybrid Broadcast Broadband TV (HbbTV)
DLNA (DMP, DMG, DMR)

Interfaces

- 10/100 BaseT Ethernet
- 1xUSB 2.0 (For external hard drive, wireless dongle, camera/microphone or keyboard connections)
- Composite Video, L/R Audio and Optical S/PDIF
- HDMI 1.4/MHL with HDCP 1.x support
- Wireless : 867 Mbps, 802.11ac, 2x2 MIMO, 2.4 GHz / 5 GHz dual band
- Optional MicroSD card reader interface
- Optional RF4CE interface



Technical Specifications



Air 7205 as Wireless OTT/IPTV Client

Core Chipset	BCM7230 (up to 1600 DMIPS)
Front-end	IP
Operating System	Linux
System Memory	512MB DDR3 (Up to 1GB)
Flash Memory	128MB NAND (Up to 4GB)
Video Coders	<ul style="list-style-type: none"> - Dual MPEG-2 MP@HL/ML - Dual MPEG-4/H.264 AVC MP/HP @L4.2(HD) L3.1(SD) - Dual VC1 AP@L3 - FLV - Dual 1080i or single 1080P50/60 decode - Full HD 3DTV support SVC & MVC
Audio Coders	<ul style="list-style-type: none"> - AAC-LC, AAC-HE - AC-3, E-AC3 (Dolby Digital Plus) - MPEG-1 Layers 1,2,3 (MP3) - WM/WMA-Pro Audio - DTS 5.1
Graphics	3D Graphics with OpenGL ES 2.0, 1.1, Open VG 1.1
Protocols	IP, TCP/UDP, DHCP, FTP/TFTP, HTTP, SBL2.0/3.0, RTSP/RTP, IGMP v2, v3, HLS, DLNA, uPnP, TR-069/111/135
Physical Characteristics	<ul style="list-style-type: none"> - Dimensions: 100mm(H) x 100mm(D) x 25mm(W) - Power: 5V DC - Adapter operating voltage: 100V-240V AC - Operating Temperature: 0°C ~ 40°C - Storage Temperature: -40°C ~ 70°C - Storage Humidity: 5%-95%, RH, non-condensing - Operating Humidity: %10 ~ %90 non-condensing
Certifications	CE, FCC, RoHS, Gost-R
Package Contents	<ul style="list-style-type: none"> - Switching Power Adaptor 5VDC, Voltage 100-240 VAC 50/60 Hz - IR remote controller with batteries - 3.5mm Jack to 3xRCA/SCART Cable (optional 3.5mm Jack to SCART adaptor) - HDMI cable - Ethernet Cable