

ADAPTACIÓN DE CONTENIDOS HACIA DIFERENTES TIPOS DE TERMINALES EN EL ENTORNO IMS



Jhon Jairo Rodríguez Montealegre

Luis Alberto Cuellar Hoyos

Universidad del Cauca

Facultad de Ingeniería electrónica y Telecomunicaciones

**Línea de investigación servicios avanzados de
telecomunicaciones**

Departamento de Telemática

Popayán, Septiembre de 2011

ADAPTACIÓN DE CONTENIDOS HACIA DIFERENTES TIPOS DE TERMINALES EN EL ENTORNO IMS



Jhon Jairo Rodríguez Montealegre
Luis Alberto Cuellar Hoyos

Trabajo de Grado Presentado como requisito para optar el Título de
Ingeniero en Electrónica y Telecomunicaciones

Directora:
Ing. Mary Cristina Carrascal Reyes

Universidad del Cauca
Facultad de Ingeniería electrónica y Telecomunicaciones
Línea de investigación servicios avanzados de
telecomunicaciones
Departamento de Telemática
Popayán, Septiembre de 2011



Contenido

INTRODUCCIÓN	1
ESTADO DEL ARTE	3
1. IP MULTIMEDIA SUBSYSTEM (IMS).....	6
1.1 ACTUALIDAD DE IMS	6
1.2 CONCEPTO IMS.....	6
1.3 CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES.....	7
1.4 ARQUITECTURA	9
1.4.1 Capa de Acceso y Transporte.....	10
1.4.2 Capa de Control de Sesión.....	11
1.4.3 Capa de Aplicaciones y Servicios	13
2. DEFINICIÓN DE UNA ARQUITECTURA DE REFERENCIA PARA ADAPTACIÓN DE CONTENIDOS EN REDES IMS	16
2.1 PLANTEAMIENTO DE REQUISITOS	16
2.1.1 Requisitos funcionales.....	17
2.1.2 Requisitos No Funcionales.....	17
2.2 ANÁLISIS DE REQUERIMIENTOS	18
2.2.1 Reconocimiento de Características de Dispositivos.....	19
2.2.2 Adaptación de Contenidos	19
2.2.2.1 Contenidos Tipo Imagen.....	20
2.2.2.2 Contenidos Tipo Audio.....	24
2.2.2.3 Contenidos Tipo Video.....	26
2.2.2.4 Contenidos Tipo Texto	28
2.2.3 Principales Servicios en una Red IMS.....	29
2.2.3.1 Internet	30
2.2.3.2 Correo electrónico.....	32
2.2.3.3 Web Hosting (alojamiento web).....	32
2.2.3.4 Servicios de Presencia.....	33
2.2.3.5 Mensajería instantánea (IM)	34
2.2.3.6 Servicios de Voz.....	35
2.2.3.6.1 Push to talk (PTT).....	35



2.2.3.6.2	Plain Old Telephone Service (Pots)	35
2.2.3.6.3	Mail box.....	35
2.2.3.6.4	Telefonía IP	36
2.2.3.6.5	IVR	37
2.2.3.7	Video Llamadas.....	37
2.2.3.8	IPTV.....	37
2.3	DEFINICIÓN DEL MECANISMO PARA LA ADAPTACIÓN DE CONTENIDOS	38
2.3.1	Modelos para la Adaptación de Contenidos	38
2.3.1.1	En Base a la Tecnología de Acceso.....	38
2.3.1.2	En Base al Terminal.....	39
2.3.1.3	En Base al Despliegue de Servicios.....	39
2.3.2	Propuesta De Un Mecanismo De Adaptación	40
2.3.2.1	Requerimientos Del Mecanismo De Adaptación	41
2.4	PROPUESTA DE UNA ARQUITECTURA PARA LA ADAPTACIÓN DE CONTENIDOS EN EL ENTORNO IMS	44
2.4.1	Descripción De La Arquitectura	44
2.4.2	Parámetros de selección de la arquitectura	46
3.	SELECCIÓN HERRAMIENTAS UTILIZADAS	48
3.1	ENTORNO DE DESARROLLO ECLIPSE	48
3.1.1	Java Development Kit (JDK)	49
3.2	HERRAMIENTA DESCRIPCIÓN DE DISPOSITIVOS	49
3.2.1	WURFL.....	49
3.2.2	Selección del Repositorio.....	50
3.3	HERRAMIENTAS ADAPTACIÓN DE CONTENIDO	51
3.3.1	Adaptación de Imágenes.....	51
3.3.2	Adaptación de Audio y Video	52
3.4	PLATAFORMAS PARA EL DESARROLLO DE SERVICIOS Y/O APLICACIONES IMS.....	53
3.4.1	Ericsson Service Development Studio (SDS).....	53
3.4.2	IMS Client Plataform.....	55
3.4.3	Sailfin	56
3.4.4	Selección Plataforma de Desarrollo para Servicios IMS	59
4.	IMPLEMENTACIÓN DEL MECANISMO PROPUESTO	62
4.1	DESPLIEGUE DEL NÚCLEO IMS.....	62



4.1.1	Componentes Software	62
4.2	MECANISMO DE RECONOCIMIENTO DE DISPOSITIVOS	63
4.2.1	Caracterización de dispositivos en WURFL	64
4.2.2	Asignación de Características Fijas para los Dispositivos	68
4.3	MECANISMO DE ADAPTACIÓN DE CONTENIDOS	69
4.3.1	Etapa de Identificación del Contenido	70
4.3.2	Etapa Evaluación de Características	72
4.3.3	Etapa Adaptación de Imágenes	73
4.3.4	Etapa de Adaptación de Audio	74
4.3.5	Etapa de Adaptación de Video	75
4.4	INTERACCIÓN ENTRE LOS MECANISMOS EN UNA APLICACIÓN	77
4.5	PRUEBAS REALIZADAS	79
4.5.1	Prueba Sobre Terminales	80
4.5.2	Pruebas SDS	81
4.5.3	Pruebas Mecanismo de Reconocimiento de Dispositivos	83
4.5.4	Pruebas sobre el Mecanismo de Adaptación de Contenidos	84
5.	IMPLEMENTACIÓN SERVICIO PRUEBA	86
5.1	SERVICIO A (en el Entorno IMS)	86
5.1.1	Descripción del Escenario	86
5.1.2	Descripción Técnica	87
5.1.3	Funcionamiento de la Aplicación.	88
5.1.4	Pruebas Funcional Realizadas	90
5.2	SERVICIO B (Fuera del Entorno IMS)	91
5.2.1	Descripción del Escenario	91
5.2.2	Descripción Técnica	91
5.2.3	Diagrama Clases – Módulo control Servicio UbiquityStore	93
5.2.4	Funcionamiento del Servicio	93
5.2.5	Pruebas Realizadas	97
6.	CONCLUSIONES, APORTES, RECOMENDACIONES Y TRABAJOS FUTUROS	99
6.1	CONCLUSIONES	99
6.2	APORTES	101
6.3	RECOMENDACIONES	101



6.4	TRABAJOS FUTUROS	102
	BIBLIOGRAFÍA	103



Lista de Figuras

Figura 1-1. Arquitectura IMS.....	10
Figura 2-1. Transcodificación de Imágenes	21
Figura 2-2. Seccionamiento de Imágenes.....	22
Figura 2-3. Escalabilidad Espacial	22
Figura 2-4. Escalabilidad en Frecuencia	23
Figura 2-5. Mecanismos de Adaptación de Contenidos	41
Figura 2-6. Transcodificación de Formatos.....	42
Figura 2-7. Redimensionamiento de Imágenes.....	43
Figura 2-8. Uso del Repositorio de Dispositivos	43
Figura 2-9. Arquitectura para la Adaptación de Contenidos en el Entorno IMS.....	44
Figura 2-10. Reconocimiento de un Terminal	45
Figura 2-11. Mecanismo de Adaptación de Contenidos – Contenido Video.....	45
Figura 3-1. Diagrama de Funcionamiento WURFL.....	50
Figura 3-2. Xuggler – Adaptación Audio y Video	52
Figura 3-3. Componentes y Funciones SDS	54
Figura 3-4. ICP – Interoperabilidad entre Terminales	56
Figura 3-5. Sailfin – Enrutador SIP.....	58
Figura 3-6. Arquitectura Sailfin	58
Figura 4-1. Identificación de Dispositivos	63
Figura 4-2. Diagrama de Flujo – Reconocimiento de Dispositivos	64
Figura 4-3. Diagrama de Flujo – Caracterización de Dispositivos.....	65
Figura 4-4. Etapas del Mecanismo de Adaptación de Contenidos.....	70
Figura 4-5. Diagrama de Flujo – Etapa de Identificación de Contenidos	71
Figura 4-6. Etapa Adaptación de Imágenes.....	73
Figura 4-7. Diagrama de Flujo – Etapa Adaptación de Imágenes.	74
Figura 4-8. Etapa de Adaptación de Audio	75
Figura 4-9. Diagrama de Flujo – Etapa Adaptación de Audio.....	75
Figura 4-10. Etapa Adaptación de Video	76
Figura 4-11. Diagrama de Flujo – Etapa Adaptación de Video.....	77
Figura 4-12. Diagrama de Secuencia – Interacción entre mecanismos	78
Figura 4-13. Consola Eclipse – Prueba Reconocimiento de Dispositivos	84



Lista de Tablas

<i>Tabla 3-1. Tabla Comparativa – Repositorio de Dispositivos</i>	<i>51</i>
<i>Tabla 3-2. Tabla Comparativa – Núcleo IMS</i>	<i>60</i>
<i>Tabla 3-3. Tabla Comparativa – Servidores de Aplicaciones</i>	<i>60</i>
<i>Tabla 4-1. Capacidades del Grupo Display (Pantalla)</i>	<i>66</i>
<i>Tabla 4-2. Capacidades del Grupo Image_format (Formato de Imagen)</i>	<i>66</i>
<i>Tabla 4-3. Capacidades del Grupo Sound_Format (Formato de sonido.....</i>	<i>66</i>
<i>Tabla 4-4. Capacidades del Grupo PlayBack(Reproducción)</i>	<i>67</i>
<i>Tabla 4-5. Parámetros para la Caracterización de Dispositivos</i>	<i>67</i>
<i>Tabla 4-6. Parámetros para Dispositivos de Escritorio (PCs y/o Laptops).....</i>	<i>68</i>
<i>Tabla 4-7. Parámetros para Dispositivos Móviles No Identificados.....</i>	<i>69</i>
<i>Tabla 4-8. Pruebas de Capacidades.....</i>	<i>81</i>
<i>Tabla 4-9. Prueba Reconocimiento de Dispositivos.....</i>	<i>84</i>
<i>Tabla 5-1. Pruebas del servicio A.....</i>	<i>90</i>
<i>Tabla 5-2. Pruebas del Servicio B.</i>	<i>97</i>



Lista de Acrónimos

3G	Tercera generación de sistemas de comunicaciones móviles. (<i>ThirdGenerationmobiletelecommunications</i>)
3GPP	Proyecto Conjunto de Tercera Generación (<i>ThridGenerationPartnership Project.</i>)
3GPP2	Proyecto Conjunto de Tercera Generación 2. (<i>ThridGenerationPartnership Project 2</i>)
AAC	Codificación de Audio Avanzada. (<i>Advanced Audio Coding</i>).
AS	Servidor de Aplicaciones. (<i>Application Server</i>)
B2BUA	<i>Back-to-back-user-agent.</i>
BB	<i>BlackBerry.</i>
BG	<i>Gateway Between.</i>
BGCF	Función de control de la Pasarela de Fuga. (<i>Breakout Gateway Control Function</i>).
CCF	<i>ChargingCollectionFunction.</i>
CSCF	Función de Control de Sesión de Llamada. (<i>CallSession Control Function</i>).
DTMF	Sistema Multifrecuencial. (<i>Dual ToneMultiFrequency</i>)
ECF	<i>EventChargingFunction.</i>
FPS	Imágenes por Segundo. (<i>Frames per Second</i>)
GLMS	Servidor Grupo de Gestión de la lista. (<i>GroupList Management Server</i>)
GPRS	Servicio general de paquetes vía radio. (<i>General Packet Radio Service</i>)
GSM	Sistema Global Para Las Comunicaciones Móviles (<i>Global System for Mobile Communications</i>)
HD	Alta Definición (<i>High Definition</i>)



HDTV	Televisión de Alta Definición (<i>High Definition Televisión</i>)
HLR	<i>Home Location Register</i>
HSS	base de datos local de suscriptores <i>Home Subscriber Server</i> ,
HTTP	Protocolo de Transferencia de Hipertexto. (<i>Hypertext Transfer Protocol</i>)
ICID	<i>IMS Charging Identity</i> .
ICP	Plataforma de Cliente IMS. (<i>IMS Client Platform</i>)
I-CSCF	<i>Interrogating-CSCF</i> .
IDE	Entorno de Desarrollo Integrado. (<i>Integrated Development Environment</i>)
IETF	Grupo Especial sobre Ingeniería de Internet. (<i>Internet Engineering Task Force</i>)
IM-MGW	<i>IP Multimedia Media Gateway</i>
IMS	Subsistema Multimedia IP. (<i>IP Multimedia Subsystem</i>)
IMS-ALG	<i>IMS Application Level Gateway</i> .
IM-SSF	Función de conmutación de servicios - Multimedia IP (<i>IP Multimedia Service Switching Function</i>)
INAP	Protocolo de Aplicación de Red Inteligente. (<i>Intelligent Network Application Protocol</i>)
IOI	<i>Inter Operator Identifiers</i> .
IP	Protocolo de Internet. (<i>Internet Protocol</i>)
IPTV	<i>Internet Protocol Television</i>
IPv4	Protocolo de Internet versión 4. (<i>Internet Protocol version 4</i>)
IPv6	Protocolo de Internet versión. (<i>Internet Protocol version 6</i>)
ISP	Proveedores de Servicio de Internet. (<i>Internet Service Provider</i>)



IVR	Respuesta de Voz Interactiva. (<i>Interactive Voice Response</i>)
JPEG	Grupo Conjunto de Expertos en Fotografía. (<i>Joint Photographic Experts Group</i>)
MGCF	Funcion de Control de la Pasarela de Medios. (<i>Media Gateway Control Function</i>)
MMS	Servicio de Mensajería Multimedia. (<i>Multimedia Messaging Service</i>)
MPEG	Grupo de Expertos en Imágenes. (<i>Moving Picture Experts Group</i>)
MRF	Función de Recursos Multimedia. (<i>Media Resource Function</i>)
MRFC	Controlador de Función de Recursos Multimedia. (<i>Media Resource Function Controller</i>)
MRFP	Procesador Función de Recursos Multimedia. (<i>Media Resource Function Processor</i>)
NGN	Redes de Nueva Generación. (<i>Next Generation Networks</i>)
OSA-GW	Pasarela de Acceso a Servicios Abiertos. (<i>Services Architecture – Gateway</i>)
P-CSCF	<i>Proxy-CSCF</i>
PDA	Asistente Digital Personal. (<i>Personal Digital Assistant</i>)
PDF	Función de Decisión Política. (<i>Policy Decision Function</i>)
PNG	Gráficos de red portátiles. (<i>Portable Network Graphics</i>)
PoC	Pulsar para Hablar sobre Celular. (<i>Push to Talk over Cellular</i>)
Pots	Servicio telefónico Ordinario Antiguo. (<i>Plain Old Telephone Service</i>)
PSTN	Red Telefónica Pública Conmutada. (<i>Public Switched Telephone Network</i>)
PTT	Pulsar Para Hablar. (<i>Push To Talk</i>)



QoE	Calidad de Experiencia. (<i>Quality of Experince</i>)
QoS	Calidad de Servicio (<i>Quality of Service</i>)
RM	<i>Real Audio</i>
RTMP	<i>Real Time Messaging Protocol</i>
SCIM	<i>ServiceCapabilityInteraction Manager</i>
S-CSCF	<i>Serving-CSCF</i>
SDP	Protocolo de Descripción de Sesión. (<i>SessionDescriptionProtocol</i>)
SIP	Protocolo de Inicio de Sesión. (<i>Sesión InitiationProtocol</i>)
SLF	Función de Localizador de Suscripción. (<i>SubscriptionLocatorFunction</i>)
SMTP	Protocolo Simple de Transferencia de Correo. (<i>Simple Mail Transfer Protocol</i>)
SMS	Servicio de Mensajes Cortos. (<i>Short MessageService</i>)
SMS	Servicio de Mensajería Corta. (<i>Short MessageService</i>)
TAS	Servidor de Aplicaciones de Telefonía. (<i>TelephonyApplication Server</i>)
TCAP	<i>TransactionCapabilitiesApplicationPart</i>
TCP	Protocolo de Control de Transmisión (<i>Transmission Control Protocol</i>)
UA	Agente de Usuario. (<i>UserAgent</i>)
UAC	Agente de Usuario del Cliente. (<i>UserAgentClient</i>)
UAProf	<i>UserAgentProfile</i>
UAS	Agente de Usuario Servidor (<i>UserAgent Server</i>)
UDP	<i>UserDatagram Protocol</i>



UMTS	<i>Universal Mobile Telecommunications System</i>
URIs	<i>Universal Resource Identifier</i>
VoD	Video bajo Demanda. <i>(Video on Demand)</i>
VoIP	Voz sobre IP. <i>(Voice over IP)</i>
WAP	<i>Wireless Application Protocol</i>
WCDMA	<i>Wideband Code Division Multiple Access</i>
WURFL	<i>Wireless Universal Resource File</i>
JDK	Java Development Kit
DDR	Repository Repositorio de Descripción de Dispositivo <i>(Device Description)</i>



INTRODUCCIÓN

Actualmente el mercado de las telecomunicaciones está en constante crecimiento, puesto que son los usuarios con sus necesidades, los que dirigen la evolución de los servicios de telecomunicaciones ofrecidos al mercado, exigiendo a los operadores la disponibilidad de un amplio abanico de servicios, que incluye tanto los servicios de voz tradicionales, como de información y entretenimiento multimedia, al mismo tiempo, demandando que sean ofrecidos de una forma sencilla y económica, es decir que se desea una comunicación enriquecida, donde se tenga en cuenta la experiencia del usuario y la calidad del servicio.

Por otro lado, es importante considerar los servicios de datos, que en la actualidad toman gran importancia para los operadores móviles, pues se espera un fuerte incremento del tráfico, proveniente del uso de servicios como el acceso al correo móvil, la TV en el móvil, el *mobilegaming* la descarga de música (*full track*), cuya penetración actual es aún pequeña.

Para satisfacer dichas necesidades, las redes de telecomunicaciones evolucionan rápidamente, donde sufren cambios radicales, en gran parte por el desarrollo de tecnologías de transporte que permiten disponer de mayor ancho de banda, el incremento de los terminales y dispositivos móviles, además de la convergencia de las infraestructuras en torno a IP; la necesidad actual de convergencia entre las redes de voz y las redes de datos, y la fusión de dos de los más exitosos paradigmas de las comunicaciones: Internet y las redes celulares; han dado origen a la arquitectura especificada por el 3GPP/3GPP2, IMS (IP Multimedia Subsystem), el estándar que define una arquitectura genérica que forma parte del núcleo de las Redes de Nueva Generación (NGN).

IMS representa la implantación conservadora de la arquitectura *All-IP* en 3G y promueve la convergencia con Internet, proporcionando servicios de contenidos y comunicaciones en tiempo real, que da soporte a nuevas aplicaciones independientemente del tipo de red, método de acceso e infraestructura de la misma, ofreciendo servicios de voz, video, e-mail, servicio de mensajes cortos (SMS), servicios de presencia, contenido compartido, Push To Talk (PTT), entre otros, que trabajan sobre una red IP. Sin embargo, IMS no define las aplicaciones o servicios que pueden ofertarse al usuario final, sino la infraestructura y capacidades del servicio que los operadores o proveedores de servicio pueden emplear para construir sus propias aplicaciones y producir su oferta de servicios. En este sentido, IMS no impone límites, son la capacidad de la red de acceso y las características de los terminales las que fijan las restricciones.

La arquitectura IMS aparece como un aspecto clave y complejo, teniendo en cuenta que soporta múltiples tecnologías de acceso, y posibilita el desarrollo rápido y simplificado de servicios, es necesario señalar que el éxito dependerá de lo sencillo que sea para el usuario el configurar y utilizar estos servicios sin importar el dispositivo. De este modo se requiere que IMS cuente con mecanismos que permitan realizar la adaptación de contenidos (transcodificación) para la prestación de servicios sobre las diferentes redes de acceso, pues a pesar de que IMS es independiente del acceso, se debe adaptar la información (formatos, dimensiones, tamaño, etc.) a las características de la red o específicamente a las características de cada terminal, y así lograr los conceptos propios de IMS, *Anywhere*, *Anydevice* y *Any time*, buscando siempre una ubicuidad sobre toda la



red. Lo anteriormente descrito se constituye en la base del problema que se quiere abordar con el presente proyecto: la posibilidad de entregar contenidos multimedia accesibles por el usuario desde cualquier dispositivo.

En este aspecto, se presentan conflictos en que varias de las características de los contenidos nos son soportados por los múltiples y variados terminales que pueden tener acceso a la red IMS, por lo que el actual proyecto centrándose en contenidos multimedia (imágenes, audio y/o video), busca dar solución a la necesidad existente, de que dichos contenidos sean adaptados según las capacidades del dispositivo que solicita la información (cualquier dispositivo con el que un usuario se encuentra en determinado momento).

El problema entonces, radica en la inexistencia de un sistema capaz de adaptar dinámicamente el contenido multimedia que se transmite entre y hacia los diferentes tipos de terminales que acceden a la red IMS, de modo tal que el usuario final se desligue de los conceptos relacionados con conversión de formatos. Es por eso que el presente proyecto busca analizar y diseñar un mecanismo de adaptación de contenidos multiplataforma, donde se facilite el despliegue de contenidos multimedia adaptables a diferentes tipos de dispositivos u terminales, haciendo énfasis en la transparencia del proceso de adaptación y de reconocimiento de las características o capacidades de los terminales.

Para el desarrollo del proyecto se inicia con el Primer Capítulo, donde se introduce al concepto IMS (IP Multimedia Subsystem), sus principales características y funcionamiento de su arquitectura, así como los módulos que intervienen en ella; es así como se obtiene una base de conocimiento, de las entidades y/o protocolos que se utilizan en el desarrollo del proyecto.

En un Segundo Capítulo, se inicia planteando los requisitos que debe tener el mecanismo de adaptación de contenidos, donde se profundizan ciertos de estos requisitos, con el objetivo de definir en la parte final del mismo capítulo, la arquitectura para la adaptación de contenidos en redes IMS.

Una vez definida la arquitectura para el mecanismo de adaptación de contenidos, se desarrolla el Tercer Capítulo, donde se considera y especifica las herramientas necesarias para la implementación de de un prototipo, donde se evaluarán los mecanismos propuestos.

En el Cuarto Capítulo utilizando las herramientas seleccionadas, se desarrollan los mecanismos o módulos que han sido propuestos: Mecanismo de Adaptación de contenidos y Mecanismo de Reconocimiento de dispositivos. Además se realizan pruebas del funcionamiento de los elementos y Mecanismos/Módulos que actúan en la red.

Para una evaluación del funcionamiento de los mecanismos de reconocimiento de dispositivos y de adaptación de contenidos, se abre un Quinto Capítulo, donde se implementan unos servicios de prueba, en este sentido se plantea un servicio A, de transferencia de contenidos en un entorno IMS, el cual deberá de ser capaz de adaptar el contenido (Imágenes, video y audio) enviado según las características del terminal destino. Así mismo, se realiza un servicio B, de descarga de contenidos, el cual es independiente de la red de acceso y del terminal de acceso (comprobando así, la portabilidad de los



mecanismos), el servicio consiste en ofrecer la descarga de contenido multimedia adaptado según las características del terminal que lo solicite.

Por último, se presentan en el capítulo final los aportes, conclusiones y recomendaciones pertinentes, extraídas a lo largo del presente trabajo, así como trabajos futuros para la continuidad y progreso del actual proyecto.

Adicionalmente a la monografía, existen 4 anexos, en los cuales se profundiza en varios temas importantes que se estudiaron y analizaron para el desarrollo del actual proyecto. En el Anexo A, se trata en detalle los Protocolos y Tecnologías presentes en IMS. En el Anexo B, se realiza un análisis de las capacidades de los diferentes dispositivos con respecto a los contenidos (formatos) propuestos. En el Anexo C, se describen las diferentes herramientas existentes para la implementación de un entorno IMS y del Prototipo. Y por último el anexo D, donde se detalla la ejecución y configuración del entorno IMS seleccionado, para el funcionamiento de cierta aplicación.

A continuación se muestra una reseña de proyectos relacionados con el tema, con el fin de mostrar el estado actual del conocimiento:

ESTADO DEL ARTE

El Subsistema IP Multimedia (IMS) fue introducido por el 3GPP [1] (3rd Generation Partnership Project) en las especificaciones del Release 5 de UMTS (Universal Mobile Telecommunication System), como la arquitectura Todo-IP para el despliegue y provisión de nuevos servicios multimedia en redes móviles 3G evolucionadas. Teniendo en cuenta que IMS es independiente a la red de acceso, existe el grupo de trabajo ETSI TISPAN [2] (Telecomunicaciones y servicios convergentes de Internet y protocolos de Redes Avanzadas), donde se definen la integración de redes fijas, manteniendo siempre a IMS como el núcleo de gestión de servicios; es así como ETSI TISPAN junto a 3GPP son organismos claves para la creación de normas y especificaciones en el ámbito IMS, elementos que servirán como referentes para el desarrollo del presente proyecto.

IMS se ha definido como una arquitectura, que dado su carácter horizontal, se encuentra distribuida en tres capas: la *Capa de Aplicaciones*, que contiene los servidores de aplicaciones y de contenido, suministrando la lógica del servicio; la *Capa de Control*, encargada de la gestión de llamadas (establecimiento, modificación y liberación), entre sus principales componentes se encuentra el CSCF (Call Session Control Function), que provee el registro de los terminales y el enrutamiento de la señalización SIP hacia el servidor de aplicaciones apropiado, interactúa directamente con la capa de transporte y de acceso garantizando QoS; y por último la Capa de Transporte, que proporciona una conexión del núcleo IMS con cada una de las redes de acceso, a través de diversas pasarelas y servidores de control [3]. Servirá como base conceptual, acerca de la arquitectura IMS, así como sus múltiples componentes y funciones, además de poder conocer la capa, o específicamente el componente donde se enfatizara o se hará incursión para el desarrollo del proyecto.

El éxito de IMS se basa en que tiene una gran oferta de servicios, permitiendo la convergencia de los mismos. IMS es la clave para entregar servicios multimedia con alta calidad a través de accesos fijos y móviles, creando nuevas oportunidades para los operadores que desean ofrecer servicios muy atractivos, con facilidades en su uso, fiables



y de costos reducidos, que incluyan contenidos de voz, video, imágenes y texto, o cualquier combinación de estos. Los usuarios se benefician de poder disfrutar de estos atractivos y múltiples servicios, independientemente de la red de acceso y del dispositivo que dispongan [4]. Gracias a esta referencia se puede identificar los diferentes escenarios donde se puedan prestar los servicios IMS, así se podrán analizar cuáles servicios son apropiados o viables, para seguidamente considerar una correcta adaptación, además de realizar las recomendaciones adecuadas para la buena prestación del mismo en redes IMS.

En [5], propone una integración de servicios fijo/móvil mediante una pasarela IMS, donde se diseña un sistema que de forma transparente permite a los usuarios móviles 3G comunicarse mediante los servicios SIP/IMS, con los contactos asociados al Messenger (servicio de internet), Inicialmente la pasarela aborda las funciones más utilizadas: mensajería instantánea, además de llamadas de audio y/o vídeo sobre IP. Aunque la pasarela tiene en cuenta la diversidad de terminales, estos deben soportar audio, video y códecs, para establecer la audio/video llamada, no obstante, la pasarela solo actúa en el plano de control y una vez establecida la comunicación, los extremos IMS y MSN intercambian los medios de extremo a extremo, sin tener en cuenta los formatos (de audio y/o video) que permitan a los dispositivos establecer dicha comunicación, generando que en algunos dispositivos no se realice el servicio (limitación de terminales), a diferencia del proyecto que se presenta, donde se busca mecanismos de adaptación de contenidos que faciliten el despliegue de servicios, siempre buscando que puedan ser aceptados por el mayor número de terminales.

En [6] se da un enfoque para la interoperabilidad entre IMS y servicios Web desplegado en el dominio IMS, donde se hace necesaria la existencia de una entidad encargada del mapeo, tanto de la información como de la señalización intercambiada entre el cliente y las correspondientes entidades IMS, en especial con el servidor de aplicaciones; se realiza gracias a la introducción de técnicas de gestión para servicios web basados en mecanismos existentes para las sesiones SIP, orientado al intercambio o interacción entre protocolos (SIP y SOAP), es decir que puede comportarse como un punto final SIP cuando esté en un ambiente IMS o como un nodo SOAP cuando esté sea un servicio web, gracias a una puerta de enlace (Gateway) que permite a las aplicaciones WS (WebService) obtener una comunicación transparente con funcionalidades IMS, sin embargo, por ser los terminales, a quien van dirigidos los servicios web, capaces de soportar la mayoría de formatos existentes, no se ocupa de la conversión de estos formatos, para obtener así, una compatibilidad de servicios entre las diferentes redes de acceso y diferentes terminales, lo cual si es considerado en el presente proyecto.

En [7], busca el desarrollo de un servicio web, donde se permita a los usuarios el acceso y la interacción con los recursos de una plataforma de aprendizaje a través de dispositivos móviles (*mLearnign*, aprendizaje electrónico móvil). El servicio web implementa los métodos necesarios para permitir y controlar la conexión y autenticación de los usuarios desde dispositivos móviles, así como el acceso a los recursos disponibles, adaptándolos a las características particulares del dispositivo utilizado, esta publicación aborda el tema de adaptación de contenidos, no obstante, solo se realiza en un ambiente *mLearning* y exclusivamente para dispositivos móviles, a diferencia del proyecto propuesto; que busca ser universal en los servicios e incluir terminales fijos.



En el informe “Explotación de Contenidos Multimedia” [8], se define el escenario actual de desarrollo de las tecnologías de contenidos multimedia, y se identifican las tendencias que guían la evolución del sector, así como las principales oportunidades que se desprenden de dicha evolución. Entre las tendencias se encuentran las tecnologías que permiten nuevas formas de creación y consumo de contenidos; la calidad de servicio extremo a extremo en redes de banda ancha; las tecnologías que soportan la infraestructura de comunicaciones de nueva generación; la portabilidad de contenidos inter-plataforma; la gestión de contenidos desestructurados; la garantía de seguridad y confianza a lo largo de toda la cadena de valor; y la interactividad en todo tipo de terminales. Por lo mostrado anteriormente, es un buen punto de partida para el planteamiento y desarrollo de este proyecto, ya que aborda temas específicos en la adaptación de contenidos, mostrando los diferentes formatos existentes, además de dar recomendaciones para la interoperabilidad entre terminales y plataformas, sin embargo no muestra un caso de estudio o prototipo en particular donde se vea esta interoperabilidad.



1.

IP MULTIMEDIA SUBSYSTEM (IMS)

1.1 ACTUALIDAD DE IMS

IMS fue diseñado para llenar el espacio que siempre ha existido entre las telecomunicaciones tradicionales e internet. La tecnología IMS permite a los proveedores de servicio y los proveedores de red ofrecer servicios innovadores para sus usuarios, gracias a que esta tecnología ha alcanzado en los últimos años un nivel de madurez razonable. Proyectos generalmente pequeños, que estaban en etapa experimental hasta hace poco, se han transformado en propuestas más realista que asegura QoE (Calidad de Experiencia) y QoS (Calidad de Servicio) para sus consumidores.

1.2 CONCEPTO IMS

IMS es una arquitectura de referencia que ofrece servicios multimedia sobre infraestructura IP, originalmente fue diseñado por el organismo de estándares inalámbricos *3rd Generation Partnership Project (3GPP)* es sus versiones Release 5 y 6. Al inicio 3GPP se encargó de desarrollar tecnologías 3G (3rd Generation) basadas en el estándar GSM (Global System for Mobile Communications) y GPRS (General Packet Radio Service), definiendo a IMS como parte de su arquitectura de red. IMS se fue posicionando y posteriormente fue actualizada por el 3GPP, 3GPP2, TISPAN, e IETF (Internet Engineering Task Force), ampliando su alcance a otras redes, como LAN inalámbrica, CDMA2000, DSL y de línea fija. [1]

IMS especifica la infraestructura, características y atributos para la creación e implementación de nuevos servicios o aplicaciones, independiente de los servicios a implementar y redes de acceso a tratar, propiciando que los operadores o proveedores de servicios creen fácilmente sus propias aplicaciones, creando nuevas y amplias posibilidades de negocio. [10]

IMS define una arquitectura horizontal donde los servicios y las funciones comunes pueden ser reutilizados por múltiples aplicaciones. Esta arquitectura horizontal permite interoperabilidad, roaming, funciones de tarificación y de seguridad, además de establecimiento de comunicaciones en tiempo real, que da soporte a nuevas aplicaciones multimedia independientemente del tipo de red (3G/EDGE, GPRS, Wi-Fi, banda ancha, línea telefónica, etc.), de tecnologías de acceso (teléfono móvil o fijo, IPTV, notebook, etc.), al mismo tiempo que permite proveer a operadores funciones de facturación de los servicios prestados. Asimismo se integra perfectamente con redes de voz y de datos ya existentes, adoptando muchos de los beneficios claves de estos dominios. [11]

IMS permite comunicaciones persona a persona y persona a contenido (voz, imágenes, texto, y video), aprovechando las características propias de las redes IP. Los usuarios pueden cambiar la forma de comunicarse, ampliando capacidades multimedia, participando en una comunicación ya establecida, añadiéndose a sesiones aplicativos de



tiempo real como voz, video y de otras como e-mail, SMS, contenido compartido, Push To Talk, PTT”, entre otras. [12]

La señalización en IMS principalmente se realiza mediante el protocolo SIP, el cual fue definido por la IETF, el cual permite a los usuarios iniciar sesiones de una determinada aplicación, invitar a otros usuarios y negociar parámetros de control para establecer dichas sesiones; brindando la posibilidad de que un usuario obtenga diversas aplicaciones y que el acceso a las mismas sea independiente del dispositivo [13]. Los mensajes SIP son mensajes de texto plano que poseen el nombre del método, una dirección de destino (la URI de solicitud), encabezados que describen el mensaje y el cuerpo del mensaje. Los nombres de los métodos pueden comunicar algunas de sus acciones, entre estos se destacan:

- *INVITE*
- *PUBLISH*
- *SUBSCRIBE*
- *NOTIFY*
- *OPTIONS*
- *REGISTER*
- *MESSAGE*

Los mensajes SIP se pueden utilizar para invocar los servicios en la red, o ellos pueden ser enviados a otros clientes. Los servicios residen en los servidores de aplicaciones.

1.3 CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES

Quizás la característica más notable procede de la naturaleza “Internet” de su arquitectura: IMS permite ofrecer un repertorio de servicios completamente integrados a través de este subsistema, que combinan sus propias características llevando al usuario a experiencias avanzadas. Los servicios IMS pueden implementarse, por ejemplo, en una sola aplicación de usuario final que hace un uso coordinado y simultáneo de la mensajería IP multimedia (instantánea y diferida), del servicio de presencia, de los servicios web, de la videoconferencia y llamadas de voz sobre IP (usuario a usuario o multiparty), del streaming, de la difusión multimedia, de la descarga de contenidos, de los juegos en red y de cualquier otro servicio de Internet basado en TCP/IP, de forma muy similar a cómo operan las últimas versiones de los populares clientes de mensajería instantánea para PC e Internet, pero ofreciendo una Calidad del Servicio garantizada y adaptada a cada flujo de datos, a la vez que permiten al usuario disfrutar de la movilidad y características de su dispositivo personal 3G IMS.[10]

Las características más importantes de IMS se nombran a continuación: [10] [14] [15] [16] [17] [18]



- *Conectividad IP*, utiliza el protocolo Ipv6. La razón fundamental que justifica el uso del Ipv6 es la carencia de direcciones Ipv4 para permitir a cada móvil (si contemplamos la aplicación del IMS a las redes móviles) disponer de una dirección IP con un modo de acceso permanente.
- IMS ha sido diseñado para ser *Independiente del Acceso*, con el fin de que los servicios IMS puedan ser ofrecidos desde cualquier tipo de red (fija, móvil o inalámbrica) conectada a una red IP tales como GPRS, UMTS, CDMA2000, WLAN, xDSL, cable, etc. Además de soportar sistemas de conmutación de circuitos como PSTN y GSM, que son soportadas a través de gateways, así el usuario puede acceder desde cualquier sitio y cualquier dispositivo.
- IMS garantiza *Calidad De Servicio (QoS)* de extremo a extremo de la comunicación, servicio necesario para poder ofrecer al usuario una buena experiencia de servicio. Para esto el equipo terminal negocia sus capacidades y expresa sus necesidades de Calidad de Servicio durante la fase de establecimiento de sesión. Entre los parámetros negociados se encuentran: tipo de medio, tasa de bits requerida, tamaño del paquete, ancho de banda necesaria, entre otras.
- *Comunicación Segura*, IMS garantiza seguridad de extremo a extremo de la comunicación, certificando que el usuario ha sido autenticado antes de poder usar cualquier servicio, además de que este pueda solicitar privacidad cuando participen en una sesión.
- La *Tarificación* para servicios IMS se realiza registrando los datos relacionados con la sesión, tales como los usuarios implicados, la duración, los componentes multimedia empleados y la QoS autorizada, de acuerdo a esto se podrá realizar la facturación de los servicios según su duración, contenidos, volumen de datos, destino de la sesión o de las diferentes combinaciones de las anteriores. Además, IMS tiene la capacidad de tarificación *online (prepago)* y *offline (pospago)*.
- *Escalabilidad de IMS*. IMS fue diseñado para dar soporte a un alto número de usuarios. A la vez, provee una arquitectura escalable independiente del nivel de tráfico, es decir, los servidores CSCF (*Call Session Control Function*, maneja el registro de los extremos finales y el enrutamiento de los mensajes de señalización SIP) pueden ser asignados dinámicamente a los usuarios. Los servidores son distribuidos de tal modo que la capacidad sea extensible.
- IMS soporta *Roaming*, así el usuario puede disfrutar de los servicios IMS independiente de su ubicación geográfica. La red tiene la capacidad de admitir y dar servicios a usuarios de otros operadores que empleen la misma tecnología, y con los cuales se tenga un acuerdo de negocios previo.
- La identificación de usuarios, servicios y nodos son mediante *URIs (Universal Resource Identifier)*, que aumenta la usabilidad de los servicios de cara a los abonados. Éstos ya no tienen que manejar números de teléfonos imposibles de recordar, sino nombres al estilo de servicios Internet o como el correo electrónico.



- *La interconexión con las redes IP multimedia externas e Internet.* La futura Internet albergará servicios IP multimedia avanzados, especialmente para el caso de comunicaciones en tiempo real o con altos requisitos de QoS. IMS incorpora componentes para el interfuncionamiento con las redes IP multimedia externas, de forma que los abonados IMS podrán mantener comunicaciones con los usuarios de la Internet multimedia.
- IMS ofrece una estructura escalable para brindar una *Facilidad de Desarrollo de Nuevas Aplicaciones y Servicios*. Primero, adopta servicios basados en IP, que son sencillos de incorporar como servicios multimedia IP. Segundo, IMS se focaliza en la señalización de servicios multimedia IP usando SIP. Tercero, sólo se especifican las capacidades y atributos de los servicios, así los proveedores de servicios pueden entregar servicios mejorados rápidamente sin espera la de una estandarización.
- IMS permite *ofrecer servicios combinados*, es decir, aquellos que hacen posible el uso simultáneo de diferentes tipos de contenidos multimedia (voz, vídeo, mensajería, *streaming*, etc.) en un único servicio que ofrece al usuario una experiencia de comunicaciones mucho más rica y valiosa.
- *Variedad de terminales.* Es evidente que IMS no está totalmente desplegado a nivel global, además, los usuarios no puede cambiar de terminales o suscripciones muy rápidamente, esto plantea la cuestión de que IMS debe ser capaz de llegar a las personas, independientemente de qué tipo de terminales tengan.

1.4 ARQUITECTURA

IMS presenta una arquitectura horizontal en tres capas que permite separar cada una de las funcionalidades específicas, proporcionando flexibilidad e independencia de las tecnologías de acceso, además de ofrecer servicios multimedia, que se acceden desde una red IP o desde el sistema de telefonía tradicional. Las tres capas son: [19] [20] [21] [22] [10] [18]

- *Capa de Acceso y Transporte.*
- *Capa de Control.*
- *Capa de Aplicaciones y Servicios.*

En el siguiente diagrama (*Figura 1.1*) se muestra la Arquitectura de IMS – IP Multimedia Subsystem, y a continuación se explicará cada capa (de la parte inferior hacia la superior respectivamente), además de las principales entidades que las conforman.

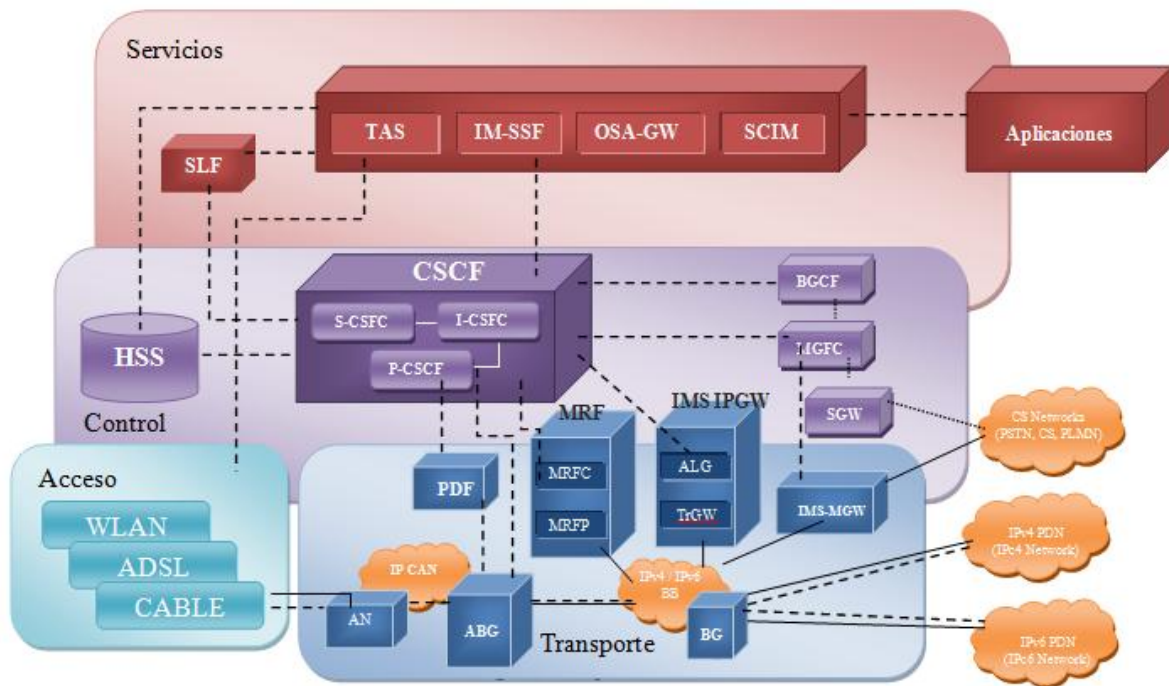


Figura 1-1. Arquitectura IMS

1.4.1 Capa de Acceso y Transporte

La arquitectura IMS proporciona una variedad de opciones a los usuarios al poder elegir el dispositivo final. Los dispositivos IMS, tales como ordenadores, teléfonos móviles, PDAs (Personal Digital Assistant), y teléfonos digitales son capaces de conectarse a la infraestructura de IMS a través de la red IP. Otros tipos de dispositivos, como los teléfonos tradicionales (telefonía fija, PSTN Public Switched Telephone Network), aunque no son capaces de conectarse a una red IP directamente, son capaces de establecer la conexión con estos dispositivos a través de puertas de enlace (Gateways).

La capa de transporte es responsable de iniciar y terminar las sesiones SIP, así como de la conversión de los datos transmitidos analógico/digital y formatos de paquetes IP. IMS conecta los dispositivos a la red IP en la capa de transporte a través de diversos medios de transmisión, incluyendo Wi-Fi (tecnología de redes de área local inalámbrica), DSL, cable, SIP, GPRS y WCDMA (Acceso múltiple por división de código de banda ancha). Además, como ya se mencionó la capa de transporte permite a los dispositivos IMS hacer y recibir llamadas desde y hacia la red PSTN o de redes de conmutación de circuitos través de la puerta de enlace PSTN.

- **Media Resource Function (MRF):** La Función de Recursos Multimedia se encarga de los recursos multimedia, como gestionar las funciones de llamada con varios participantes y conexiones. La componen principalmente dos funciones
 - MRFC (Media Resource Function Controller): proporciona recursos especializados, como anuncios multimedia, conferencias multimedia y funcionalidades IVR



- MRFP (Media Resource Function Processor):proporciona al usuario los recursos que se solicitan y las instrucciones de la MRFC.
- **Gateway Between (BG):** actúa como puerta de enlace (gateway) entre dos dominios de transporte IP.
- **Policy Decision Function(PDF):** La Función de Decisión Política, responsable de la toma de decisiones sobre el manejo de períodos de sesiones y de los medios de comunicación.
- **IP Multimedia Media Gateway (IM-MGW):**la Pasarela de Medios Multimedia IP, ofrece al usuario la interoperación entre las redes como PSTN, GSM y la red IMS. Ejecuta la conversión entre tecnologías de red y realiza la transcodificación y el procesamiento de señales para el plano de usuario cuando sea necesario. Además, el IM-MGW es capaz de proporcionar tonos y anuncios a los usuarios de CS. El IM-MGW es controlado por el MGCF.
- **IMS Application Level Gateway (IMS-ALG):** proporciona a la pila de protocolos SIP/SDP la funcionalidad de aplicación necesaria para que interactúen aplicaciones IPv4 e IPv6. Cuando la IMS-ALG recibe un mensaje SIP de los CSCFs o de una red externa SIP IPv4, cambia los parámetros apropiados de SIP/SDP, traduciendo las direcciones IPv6 a IPv4 y viceversa.

1.4.2 Capa de Control de Sesión.

La capa de control realiza las conexiones lógicas entre los diversos elementos de red. Ejecuta el registro de los usuarios finales, el enrutamiento de los mensajes de señalización SIP, la conexión general de los medios y los recursos de señalización. En esta capa se encuentran los dos elementos más importantes de la red IMS, que son, la Función de Control de la Sesión de Llamada (Call Session Control Function,CSCF) encargado de la tarificación, operación y mantenimiento; y la base de datos local de suscriptores (Home Subscriber Server, HSS), el cual conserva un perfil único de servicio por cada usuario final.

- **Call Session Control Function (CSCF):**La Función de Control de Sesión de Llamada, se convierte en uno de los elementos fundamentales de la Capa de Control, que se refiere a los servidores SIP. CSCF maneja el registro de los extremos finales y el enrutamiento de los mensajes de señalización SIP hacia el servidor de aplicaciones apropiado de la capa de servicio. Asimismo realiza funciones de soporte como aprovisionamiento, tarificación, operación y mantenimiento. La CSCF interopera con la capa de transporte y de acceso para garantizar la calidad de servicio a través de todos los servicios.

Se define tres entidades diferentes: Proxy-CSCF (P-CSCF), Interrogating-CSCF (ICSCF) y Serving-CSCF (S-CSCF).

- **Proxy-CSCF (P-CSCF):** Es el primer punto de contacto para los usuarios de IMS (puede estar en su propia red o una red visitada), a través de este se realiza la señalización de tráfico (SIP) que va de un terminal a otro. Además, es el punto donde se ejerce la política de calidad de servicio (control de recursos y calidad de



las sesiones en coordinación con la red de acceso), proporciona el control local para los servicios de emergencia, asegura la identidad de usuario con el resto de los nodos de la red, aplica la privacidad requerida para ocultar la identidad de los usuarios a la red exterior, y también realiza asistencia telefónica de los planes locales de numeración bajo dirección del Serving-CSCF. Conjuntamente, ejecuta las funciones comunes a los demás CSCF: el procesado y enrutado de señalización, la consulta del perfil de usuario en el HSS y la tarificación.

- *Interrogating-CSCF (I-CSCF)*: Es un nodo intermedio que da soporte a la operación IMS. El I-CSCF ayuda a otros nodos a determinar el siguiente salto de los mensajes SIP y a establecer un camino para la señalización. Durante el registro, el P-CSCF se ayuda del I-CSCF para determinar el S-CSCF que ha de servir a cada usuario. En situaciones de itinerancia (Roaming) y en sesiones interred, el I-CSCF es el punto de entrada conocido por la red IMS externa e indica el siguiente salto a realizar para la señalización. Opcionalmente, el I-CSCF efectúa funciones de ocultación de la topología de la red IMS ante redes externas, de forma que los elementos ajenos a IMS no puedan averiguar cómo se gestiona la señalización internamente (por ejemplo, el número, el nombre y la capacidad de los CSCF).
- *Serving-CSCF (S-CSCF)*: A cada usuario registrado en la red IMS se le asigna un S-CSCF, el cual se encarga de enrutar las sesiones destinadas o iniciadas por el usuario. También realiza el registro y autenticación del abonado IMS y la provisión de los servicios IMS (mediante el desvío de señalización a los servidores de aplicación). Asimismo aplica las políticas del operador de red y genera los registros de tarificación.
- **Home Subscriber Server (HSS)**: La base de datos local de suscriptores mantiene un perfil único de servicio por cada usuario final. Dicho perfil almacena toda la información de servicio y preferencias de un usuario en una localización central, lo cual incluye la información actual de registro del usuario final (como por ejemplo la dirección IP), información de Roaming, servicios de telefonía (como por ejemplo información de reenvío de llamada), información del servicio de mensajería instantánea (por ejemplo lista de contactos), opciones del correo de voz (por ejemplo saludos), etc. Como esta información se encuentra centralizada, las aplicaciones pueden compartirla para crear directorios personales unificados, múltiples tipos de usuarios con la información de presencia, y servicios combinados. También, este orden centralizado simplifica enormemente la administración de los datos de usuario. La entidad HSS interactúa con las otras entidades del IMS a través del protocolo Diameter.

La Identidad de los usuarios son de dos tipos: las identidades de usuarios públicos y privados. La identidad del usuario privado es una identidad que asigna el operador de red de origen a un usuario, para utilizarse con fines tales como el registro y la autorización, mientras que la identidad del usuario público es la identidad que otros usuarios puedan utilizar para solicitar la comunicación con este usuario final.

Puede haber más de un HSS en una red doméstica, en función del número de suscriptores móviles, la capacidad de los equipos y la organización de la red.



- **Home Location Register (HLR):** almacena y gestiona el perfil del servicio IMS del abonado, almacena las claves de seguridad y genera vectores de autenticación, registra el estado de los abonados y almacena el nodo S-CSCF con el que el abonado se ha registrado, etc.
- **Media Gateway Control Function (MGCF):** Función de Control de la Pasarela de Medios, entre una red IP y redes de conmutación de circuitos (PSTN), se encarga de hacer inter operar la señalización SIP con la señalización utilizada por la pasarela de medios (por ejemplo H.248). algunas de sus funciones son: la conversión de mensajes SIP/SDP en mensajes MEGACO, recibir un mensaje SIP del CSCF y determinar que conexión realizar con MGW.
- **SGW:** Su función es proporcionar la conversión entre señalización SS7 a IP y esto lo hace convirtiendo las capas más bajas de SS7 en IP, ya que los protocolos de la capa de aplicación no se verán afectados
- **Breakout Gateway Control Function (BGCF):** Función de control de la Pasarela de Fuga, es un servidor SIP que incluye la funcionalidad de enrutamiento basado en números de teléfono. Sólo se utiliza cuando se llama desde IMS un teléfono en fijo (PSTN). La BGCF elige la red en la que debe ocurrir el acceso a la PSTN, si se determina que esta ocurre en la misma red en la que ella se encuentra, entonces elige a la MGCF encargada de la interacción con la red PSTN. Si la salida ocurre en otra red, la BGCF enrutara la señalización a la BGCF de la red seleccionada.

1.4.3 Capa de Aplicaciones y Servicios

En la parte superior de la arquitectura de IMS, tenemos la capa de aplicaciones y servicios. Las capas descritas anteriormente ofrecen una plataforma de red integrada y estandarizada para que los proveedores puedan ofrecer una variedad de servicios multimedia en la capa de servicios. Los servicios son administrados por servidores de aplicaciones. Los servidores de aplicaciones son responsables de la accesibilidad y la ejecución de los servicios. Un servidor de aplicaciones puede albergar múltiples servicios, por ejemplo, servicios de telefonía y mensajería, una de las ventajas de esta flexibilidad es reducir la carga de trabajo de la capa de control. Hay servidores de aplicaciones que prestan diferentes servicios. Hay tres servidores de aplicaciones de IMS que se destacan, y se muestran a continuación.

- **Presence server:** Servidor de presencia, es el encargado de proporcionar los servicios para recoger, gestionar y distribuir la disponibilidad en tiempo real y los medios de comunicación entre los usuarios. Permite a los usuarios tanto publicar su información personal y suscribirse al servicio con el fin de recibir la notificación de los cambios por otros usuarios.
- **Group List Management Server (GLMS):** Un servidor Grupo de Gestión de la lista, proporciona servicios que permiten a los usuarios o administradores la capacidad de gestionar, crear, modificar, borrar y buscar en la red, grupos y listas de los miembros asociados. Asimismo, mantiene los permisos de acceso relacionados con los grupos y los miembros. Igualmente se utiliza para proporcionar listas de contactos de mensajería instantánea u otros servicios.



- **Instant Messaging Server:** un "servidor de mensajería instantánea" ofrece un servicio de comunicación que permite a los usuarios enviar y recibir mensajes instantáneos. Los usuarios tienen la capacidad de entregar mensajes con texto, imágenes, audio, vídeo, o la combinación de estos sobre una red IP. Este servicio es ampliamente utilizado en la comunidad de Internet actual.

Las entidades que se involucran en la Capa de Servicios se definen a continuación:

- **SubscriptionLocatorFunction (SLF):** La función de Localizador de Suscripción se utiliza como un mecanismo que permite que el I-CSCF, el S-CSCF encontrar la dirección de la HSS que contiene los datos de suscriptores de una identidad de usuario determinado.
- **Servidor de aplicaciones de telefonía (TAS):** La arquitectura IMS soporta servidores de aplicaciones múltiples para servicios de telefonía. El Servidor de Aplicaciones de Telefonía (TelephonyApplication Server) es un agente de usuario SIP "back-to-back" que mantiene el estado de la llamada. El servidor TAS contiene la lógica de servicio que provee los servicios básicos de procesamiento de llamada, incluyendo análisis de dígitos, enrutamiento, configuración de llamada, llamada en espera, reenvío de llamada, conferencia, etc. Además, este servidor provee la lógica de servicio para la invocación de los servidores de medios cuando se trata de soportar un progreso apropiado de los tonos y anuncios durante la llamada. Si las llamadas se originan o terminan en la PSTN, el servidor TAS provee la señalización SIP a la MGCF, para dar instrucciones a las pasarelas de medios de convertir el flujo de bits que contienen la voz TDM/PSTN al flujo RTP/IP y dirigirlo a la dirección IP del teléfono correspondiente.
- **Función de conmutación de servicios - Multimedia IP (IM-SSF):** Esta provee la interoperación de los mensajes SIP con los mensajes correspondientes de: CAMEL, ANSI-41, Protocolo de Aplicación de Red Inteligente (Intelligent Network ApplicationProtocol, INAP) o la Parte de Aplicación de las Capacidades de Transacción (TransactionCapabilitiesApplicationPart, TCAP). Esta interoperación permite a los teléfonos IP, soportados por IMS, acceder a servicios tales como los servicios requeridos por nombre, servicios 800, servicios de LNP, etc.
- **Pasarela de Acceso a Servicios Abiertos (OSA-GW):** La arquitectura IMS permite a los proveedores de servicios la flexibilidad de adicionar servicios en sus redes VoIP, mediante la interacción con las aplicaciones heredadas o a través de la integración con servidores de aplicaciones basados en SIP, que ellos mismos pueden comprar o desarrollar. Sin embargo, los desarrolladores de aplicaciones de las empresas trabajan frecuentemente bajo un contexto de Tecnologías de Información (Information Technology, IT) y no están familiarizados con la variedad de protocolos complejos de señalización telefónica (tales como SS7, ANSI41, CAMEL, SIP, ISND, etc.). La interoperación entre SIP y el API de Parlay para las redes de telefonía, definida en conjunto con el 3GPP y la ETSI, se provee a través de la Pasarela de la Arquitectura de Servicios Abiertos (Open Services Architecture - Gateway, OSA-GW) que hace parte de la capa del servidor de aplicaciones de la arquitectura IMS.
- **Service Capability Interaction Manager (SCIM):** Es un servidor de aplicación SIP que controla las interacciones entre servidores de aplicación SIP.



A lo largo del presente capítulo se analizará cada una de las capas de la arquitectura IMS, así como los componentes o entidades que las conforman, con el objetivo de obtener una base de conocimiento para poder incurrir u modificar/adaptar la arquitectura e introducir el mecanismo de adaptación de contenidos propuesto en este proyecto.

Componentes de la arquitectura IMS a tener en cuenta para una adaptación de contenidos.

Componente	Descripción
User-Agent	Tiene implícito en él información acerca de los dispositivos
SIP	Es el protocolo de señalización usado por IMS
SDP	Describe las características de una sesión multimedia
AS	Es necesario para la implementación y despliegue de servicios en IMS



2.

DEFINICIÓN DE UNA ARQUITECTURA DE REFERENCIA PARA ADAPTACIÓN DE CONTENIDOS EN REDES IMS

Teniendo en cuenta los conceptos *Anywhere*, *Anydevice* y *Any time* (en cualquier lugar, con cualquier dispositivo, a cualquier hora) en los que se basa IMS, donde el concepto de ubicuidad toma gran importancia, dado a la gran variedad de terminales que se pueden conectar a la misma, tales como: Teléfonos Móviles, Cámaras Digitales, Reproductores, Tablets, PCs (incluidos Laptops), entre muchos otros, donde cada uno posee diferentes características o capacidades de desplegar contenidos multimedia (imágenes, sonidos y/o videos), por tal razón, se hace necesario adaptar las características del contenido según las capacidades del dispositivo (usuario) que solicite dicho contenido, de tal modo que el usuario vea transparente dicho proceso.

En este sentido se plantea un mecanismo de adaptación de contenidos multiplataforma, el cual estará centrado en usuarios de entornos IMS, tratando así de establecer una total independencia entre los terminales (y tecnologías) de acceso y la oferta de contenidos multimedia.

Este capítulo tiene como objetivo la definición de una arquitectura y de los mecanismos necesarios que permitan la adaptación de contenidos multimedia. En una primera instancia se plantean los requisitos que se deben tener en cuenta para cumplir el objetivo propuesto, a continuación se realiza el análisis de ciertos de esos requisitos importantes para el proyecto y finalmente se realiza la definición de los mecanismos para la adaptación de contenidos. La realización de estos análisis abre el camino a la fundamentación teórica que permitió la definición de la arquitectura y el mecanismo antes mencionados.

Para efectos prácticos, cuando se haga referencia a una red sin especificar el tipo, se asumirá que es IMS y cuando se hable de sistemas o mecanismos de adaptación se hará alusión a la adaptación de contenidos hacia este tipo de redes.

2.1 PLANTEAMIENTO DE REQUISITOS

Con el fin de proponer una arquitectura útil, práctica y funcional, es necesario establecer una serie de lineamientos que esta debe cumplir:



2.1.1 Requisitos funcionales

Requisito	RF.1
Descripción	Tener un repositorio de dispositivos muy extenso, el cual pueda brindar una especificación completa de las características y capacidades de cada uno de los terminales que se registren en la red. Esta especificación debe incluir los formatos y tecnologías soportados por el terminal
Importancia	Condicional

Requisito	RF.2
Descripción	Tener un mecanismo que permita adaptar contenidos multimedia dependiendo del tipo de terminal final o del que se solicite la información, donde se debe seleccionar formatos estándar a adaptar (transcodificar) dichos contenidos, y que estos formatos sean lo más idóneos, eficaces y aceptados por la mayoría de terminales que puedan acceder a la red IMS
Importancia	Esencial

2.1.2 Requisitos No Funcionales

Requisito	RN.1
Descripción	Mantener la independencia entre las capas de Acceso-Transporte, Control, y Servicios.
Importancia	Esencial



Requisito	RN.1
Descripción	Mantener la independencia entre las capas de Acceso-Transporte, Control, y Servicios.
Importancia	Esencial

Requisito	RN.2
Descripción	Arquitectura debe permitir la implementación de los diferentes tipos de servicios que estén basados en IP
Importancia	Esencial

Requisito	RN.3
Descripción	El diseño de la arquitectura/mecanismos debe tener en cuenta los conceptos de usabilidad y portabilidad, pretendiendo así que se puedan implementar sobre cualquier arquitectura
Importancia	Esencial

2.2 ANÁLISIS DE REQUERIMIENTOS

Con el fin de cumplir con los objetivos o requerimientos mencionados anteriormente, se realiza el análisis de algunos de ellos, iniciando con el reconocimiento de características de dispositivos, siguiendo con el estudio de los tipos de contenidos principales para una eventual adaptación de contenidos y por último se nombran los principales servicios que pueden ser desplegados en una red IMS, donde se incluyen recomendaciones para la buena prestación de los mismos.



2.2.1 Reconocimiento de Características de Dispositivos

La forma tradicional o más simple de identificar el dispositivo por donde accede un cliente puede ser a través de los “Headers” (encabezados), concretamente con el parámetro “Agent-User” o Agente de Usuario; cuando un usuario accede a una página web, la aplicación generalmente envía una cadena de texto (el encabezado) que identifica al agente de usuario ante el servidor, este texto forma parte del pedido a través de HTTP, llevando como prefijo “User-Agent” y, generalmente incluye información como el nombre de la aplicación, la versión, el sistema operativo, y el idioma. Este método puede detectar las características de los dispositivos más comunes (la de los PC), pero para los dispositivos móviles u otros dispositivos puede ser bastante complicado, pues a través del User-Agent no se puede examinar las limitaciones o capacidades reales del dispositivo (tamaño de la pantalla, capacidad para entender HTML, formatos de imágenes, audio y video, dimensiones máximas para imágenes y video, etc.), por tal razón se hace necesario contar con elementos que contengan esta información como es el caso de los Repositorios de Dispositivos.

Un *repositorio* es un sitio donde se almacena información digital, comúnmente bases de datos o archivos informáticos. Para el actual proyecto se hace referencia a *repositorios de dispositivos*, que son depósitos con datos, características y capacidades de los dispositivos o terminales de usuarios finales.

La información en un repositorio de dispositivos debe incluir información tal como: dimensiones de la pantalla, los mecanismos de entrada, colores soportados, las limitaciones conocidas, capacidades especiales, etc. Esta información podrá ser utilizada por en el actual proyecto, para producir u adaptar contenidos a un formato apropiado para ser mostrado en un equipo específico [23].

Teniendo claro, la necesidad de obtener las características o capacidades de los terminales para realizar una correcta adaptación de contenidos (objetivo principal de este proyecto), se plantea además la creación de un Mecanismo de Reconocimiento de Dispositivos.

2.2.2 Adaptación de Contenidos

El proceso de alterar el contenido para mejorar la experiencia del usuario en dispositivos determinados se conoce como adaptación de contenidos [24], que es el cometido del presente proyecto, específicamente al querer dar solución a la diversidad de formatos existentes de cada contenido (Imágenes, Audio y Video), y que algunos no pueden ser leídos o reproducidos por los todos terminales, por lo que se propone realizar un Mecanismo de Adaptación de Contenidos que despliegue los contenidos multimedia dependiendo a las características o capacidades del terminal que los solicite.

Para realizar una adaptación de contenidos, se deben tener en cuenta dos aspectos fundamentales:

- ¿Que adaptar?
- ¿Cómo realizar la adaptación?



En esta sección se realiza el análisis de la primera pregunta, estudiando los tipos y características de los contenidos a adaptar, así como los diferentes formatos seleccionados para dicha adaptación, considerando conceptos de calidad, almacenamiento, usabilidad, compresión, entre otros.

Adicionalmente el concepto de usabilidad u aceptación fue analizado en el *Anexo B. Análisis de Dispositivos*, comprobando que los formatos seleccionados fueran soportados por el mayor número de terminales.

La solución de la segunda pregunta se desarrollará cuando se explique en funcionamiento de Mecanismo de Adaptación de Contenidos.

2.2.2.1 Contenidos Tipo Imagen

Para realizar adaptación de imágenes se deben tener en cuenta las siguientes consideraciones: [25]

- Transcodificación
- Seccionamiento
- Escalabilidad espacial
- Escalabilidad en frecuencia

➤ Transcodificación

Hace uso de redimensionamiento de la imagen, modificación del número de colores y modificación de la calidad, la mejor forma de conseguir la transcodificación es con un cambio de formato. Lo que se busca con la transcodificación es encontrar un formato adecuado al dispositivo al que se dirige la imagen, buscado que la transferencia de información sea mínima.

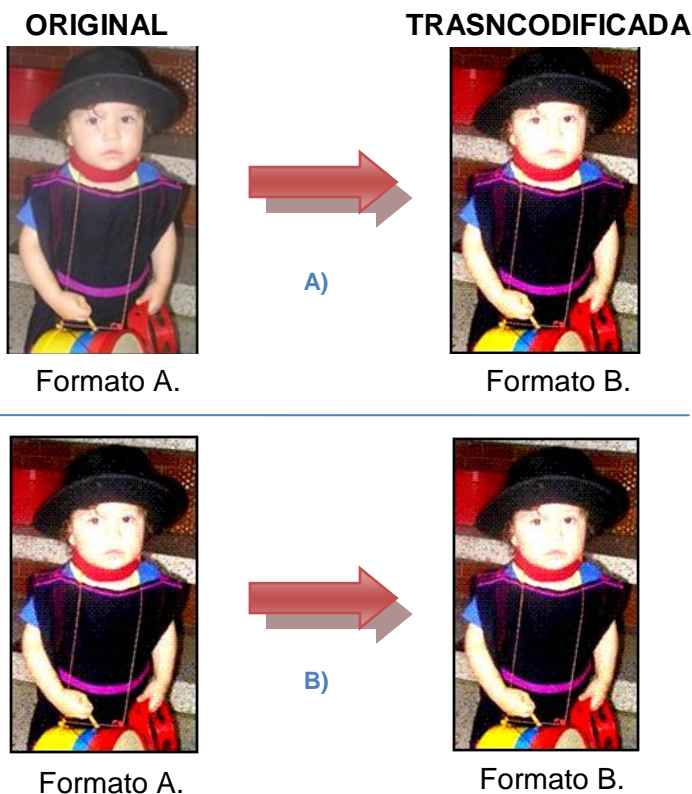


Figura 2-1. Transcodificación de Imágenes

La *Figura 2.1 A)* muestra como un cambio de formato de mayor a menor calidad puede sufrir reducción en el número de colores, pixelación o distorsión de la imagen, lo cual se debe tratar de evitar. La *Figura 2.1 B)* muestra que si se quiere pasar de un formato de menor a mayor calidad no hay una restauración del número de colores, no se reduce la pixelación o la distorsión, se conserva la imagen original.

Se recomienda usar un formato que:

- Sea soportado por varias plataformas.
- Posea una codificación escalable (Espacio y Frecuencia).

➤ Seccionamiento

Una Sección hace referencia a un área de interés, es decir si al usuario solo le interesa parte de la imagen, se deberá permitir la selección y manipulación de esta. Para lograr una Sección, es conveniente descomponer la imagen como un rompecabezas, permitiendo así que se seleccione solo los cuadros del “rompecabezas” que se desean usar, formando así una sección. El anterior proceso se muestra en la *Figura 2.2*.



Figura 2-2. Seccionamiento de Imágenes

➤ **Escalabilidad espacial**

Hace referencia a la escala espacial que maneja una imagen, es decir hasta donde se puede ampliar o reducir el tamaño de la imagen, para adaptarse a los distintos dispositivos de reproducción. En la *Figura 2.3* se muestra el proceso.

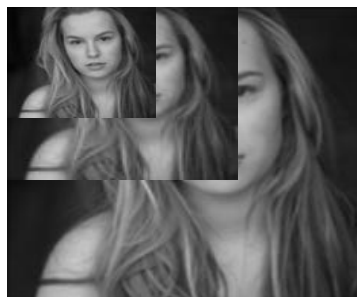


Figura 2-3. Escalabilidad Espacial

➤ **Escalabilidad en frecuencia**

Hace referencia a la frecuencia que usa el terminal que reproduce la imagen, depende de la resolución del mismo, a mayor resolución de pantalla mejor calidad en la reproducción (*Figura 2.4.*), en otras palabras la nitidez de la imagen depende del dispositivo que la reproduce.



Figura 2-4. Escalabilidad en Frecuencia

Considerando las anteriores características, además de tener en cuenta que para la reproducción de imágenes en dispositivos multimedia, se debe seleccionar un formato que tenga una buena relación entre calidad, tamaño de almacenamiento, y compatibilidad entre los diferentes terminales; respecto a los anteriores conceptos, los formatos que más se destacan son JPEG y PNG.

- **JPEG(Joint Photographic Experts Group) - JPG**

JPEG es uno de los estándares más populares actualmente, especialmente por los dispositivos de captura de imágenes o fotografías, su gran característica es poseer una gran compresión, mientras otros formatos guardan la imagen pixel por pixel, JPEG es capaz de generar bloques de píxeles, dando como resultado poco peso de almacenamiento, aspecto importante para los dispositivos móviles que cuentan con capacidad de almacenamiento limitado, además de la facilidad para el intercambio de archivos sobre internet.

En el lado negativo, JPEG representa una pérdida significativa de calidad, siempre que se comprime el archivo (compresión con pérdida), cada vez que guardas una versión de una foto en formato JPEG, nuevos bloques de píxeles se generan y ocurre la pérdida de calidad, lo que es inevitable e imposible de recuperar.

Un aspecto desfavorable importante, es que a diferencia de formatos como GIF y PNG, JPEG no conserva las transparencias.

- **PNG (Portable Network Graphics)**

PNG evita la pérdida de información al comprimir los archivos, permitiendo almacenar imágenes en blanco y negro (una profundidad de color de 16 bits por píxel) y en color real (una profundidad de color de 48 bits por píxel), así como también imágenes indexadas, utilizando una paleta de 256 colores

PNG está desplazando al formato GIF, ambos soportan imágenes con transparencias y animaciones, pero la calidad de PNG es muy superior, además de que PNG es gratuito, lo que proporciona mayor aceptación por los diferentes terminales.



- **Selección del Formato**

Este proyecto propone usar los formatos JPEG y PNG; se selecciona como formato principal JPEG, mientras PNG se dejara como formato secundario, o en situaciones que las imágenes a transcodificar posean transparencias (como textos, botones, menús, entre otros). Algunos aspectos que se consideraron para esta selección se muestran a continuación.

- JPEG tiene gran aceptación por la mayoría de dispositivos (incluyendo los navegadores web), además que por su gran compresión es importante para dispositivos móviles y en general para el intercambio de archivos.
- Debido a que JPEG no acepta transparencias, se hace necesario del formato PNG para tratar este tipo de archivos.
- Se deja de un lado el formato GIF, debido a que la mayoría de sus características puede ser suplidas por el formato PNG, además de ser gratuito, al contrario de GIF.

2.2.2.2 Contenidos Tipo Audio

La calidad del sonido depende del la frecuencia de muestreo y de su representación en bits, a mayor representación, mayor precisión reproduciendo la onda original y por consecuencia mejor calidad del sonido; lo cual implica mayor espacio de memoria en los terminales o una mayor tasa de transferencia.

Por otro lado tenemos que existe una gran variedad de formatos de audio, en donde las frecuencias de muestreo y su representación en bits cambian de acuerdo a su razón de ser, es decir, para qué tipo de dispositivo está diseñado el formato; para DVD's, para CD's o para algún tipo de reproductor multimedia (MP3, MP4, PDA's, dispositivos móviles, etc.).

Los formatos de audio más conocidos y los más usados son WAV, MIDI o los estándares para audio de MPEG, este último con gran versatilidad. La versatilidad de los estándares MPEG para audio, se debe a que han sido establecidos para buscar una mejor calidad de sonido, a una mayor compresión, además de ser soportados por diferentes tipos de plataformas.

Después de analizar diferentes formatos, se plantean las siguientes recomendaciones en la adaptación de archivos tipo audio:

- Se debe transformar el audio a un formato adecuado para el dispositivo en el que se va a reproducir, transcodificación.
- Es conveniente establecer una reducción de calidad y una cache asociada.
- Se recomienda usar un formato que:
 - Sea soportado por varias plataformas.
 - Que posea una codificación escalable.



De acuerdo con las anteriores consideraciones se concluyó que para la adaptación de contenidos tipo audio, es conveniente hacer uso del estándar MPEG-4 parte 3 como formato principal, el cual es el estándar MPEG-4 (AAC) para audio; y como formato secundario se selecciono el formato MP3, por presentar características similares en cuanto a la calidad, y por tener una gran aceptación por la mayoría de terminales móviles. Es decir que los archivos tipo audio se transcódicaran hacia el formato AAC, y en caso de que el dispositivo no soporte dicho formato, se realizara la transcódicación hacia MP3.

- **MPEG-4 Audio**

Como sus antecesores, MPEG-4 [26] no estandariza métodos para la codificación de sonido, permitiendo así que los gestores de contenido tomen sus propias decisiones acerca del método más conveniente para la creación de los flujos de bits de las cargas útiles.

Las características más relevantes de MPEG-4 que hacen de este un estándar ideal para la adaptación de contenidos son:

- *Almacenamiento y Medios de Transporte:* en todas las herramientas para la codificación de audio de MPEG-4, la codificación termina en el punto donde empieza la construcción de las unidades de acceso que contienen los datos comprimidos, después estas unidades son convertidas en flujos elementales.

No existe un mecanismo estándar para el transporte de estos flujos elementales sobre un canal. Esto es debido a la amplia gama de aplicaciones que pueden hacer uso de la MPEG-4, estas aplicaciones poseen requisitos de entrega que son demasiado grandes para ser caracterizados fácilmente con una única solución. Por otra parte, lo que esta estandarizado es una interfaz (DMIF), que describe las capacidades de la capa de transporte y la comunicación entre funciones de transporte, multiplexación y demultiplexación en codificadores y decodificadores.

- *Soporta codificación a una tasa baja de bits:* las versiones previas de MPEG Audio se enfocaron en una alta calidad de audio sin importar la tasa de bits requerida para obtenerla, sin embargo MPEG-4 provee nuevas y mejoradas herramientas para este propósito, y también ha estandarizado y probado herramientas que pueden ser empleadas para la transmisión de audio a tasas de bits bajas adecuadas para Internet, radio digital o cualquier otra aplicación cuya distribución de ancho de banda este limitado.
- *Escalabilidad de Audio:* versiones anteriores de MPEG Audio proveen una sola tasa de bits, un sólo conjunto de herramientas de ancho de banda, con diferentes configuraciones que el conjunto de herramientas específica para diferentes aplicaciones. MPEG-4 provee distintas opciones de tasa de bits y ancho de banda dentro de un único flujo, suministrando funciones de escalabilidad que permiten que dichos flujos se adecuen a los requerimientos de las diferentes aplicaciones y canales.
- *Integra una gran cantidad de codificaciones de audio:* sonido natural con sonido sintético, entrega de tasa de bits baja con entrega de alta calidad, discurso con



música, bandas sonoras complejas con bandas sonoras sencillas, interfaz TTS, contenidos tradicionales con contenidos interactivos y realidad virtual.

- Está diseñado para usar en toda aplicación que requiere el uso avanzado de compresión, manipulación, síntesis y retorno de sonido, en este sentido puede ser soportado PC's, dispositivos móviles y en televisión digital.
- Tiene una derivación específica del estándar para cada una de estas tecnologías, haciendo innecesario algún tipo de cambio de formato.

2.2.2.3 Contenidos Tipo Video

Los videos son una representación visual del movimiento. Esta representación se realiza a partir de la reproducción de una secuencia de imágenes, que genera la sensación de movimiento.

Aunque los videos son una puesta en secuencia de imágenes, su tamaño depende de otros factores, además de la calidad brindada por algún método de compresión, tales como:

- Imágenes por Segundo
- Resolución
- Tasa de Bits

➤ Imágenes por Segundo (FPS)

Hace referencia al número de imágenes reproducidas en un segundo, por ejemplo el estándar de televisión PAL usa 25 fps (Frame per second) o NTSC usa 29,97 fps, mientras que en cine se usa 24 fps.

La reproducción de video en base a los FPS depende de la capacidad del terminal, si este soporta o no las FPS que tiene el video. En la actualidad los terminales tienen la capacidad de soportar FPS de más de 30, haciendo innecesario que se analice una adaptación de video en base a los FPS.

➤ Resolución

La resolución es el máximo tamaño que puede tener una imagen sobre la pantalla de un terminal, la cual esta medida en pixeles. La reproducción de video en base a la resolución, depende de las capacidades del terminal, es decir los videos se pueden visualizar si la pantalla del terminal posee una resolución igual o mayor a la del video que se desea reproducir.

La adaptación de videos en base a la resolución se hace indispensable, para que el video sea independiente del terminal, esto se puede hacer haciendo uso de la transcodificación, por eso lo que se recomienda es usar un formato que permita hacer cambio de resolución, sin perdida en su calidad, por ejemplo si se tiene un video con 720x480p (Calidad DVD)



que se desea reproducir en un terminal que soporta hasta 640x480p (Calidad VGA) o viceversa, se pueda hacer la conversión de resolución.

➤ **Tasa de Transferencia de Bits**

Es la tasa de información contenida en una secuencia de video, esta medida en bits por segundo bps o megabits por segundo (Mbps). La transferencia de bits va directamente ligada a la calidad del video, a mayor tasa de transferencia una mejor calidad en el video, para mantener una tasa de transferencia baja con una calidad alta, se debe buscar un formato de video con compresión alta y calidad alta.

Teniendo en cuenta lo mencionado anteriormente y después de hacer el análisis de diferentes formatos de video, se cree que es conveniente usar MPEG-4 (MP4) para archivos tipo video, en este caso no se ve la necesidad de un segundo formato, debido a que este formato tiene gran aceptación o es soportado en toda clase de dispositivos, además de su excelente calidad y ventajas específicas, las cuales se describen a continuación.

- **MPEG-4 Video/H.264** [27] [28] [29]

H.264 es un estándar licenciado y abierto que soporta las más eficientes técnicas de compresión de video. Sin comprometer la calidad del la imagen, H.264 puede reducir el tamaño del video digital más de un 80% comparado con el formato MJPEG y un 50% que MPEG-4 parte 2; lo cual implica una enorme reducción en el ancho de banda (a la hora de una transferencia de archivos) y en el espacio de almacenamiento requerida por el video. Visto de otro modo, una mayor calidad de video puede ser archivada en una tasa de bit menor.

Siendo su distribución más económica, H.264 es una elección natural para los proveedores de contenidos, quienes han tratado de encontrar una manera de distribuir televisión en alta definición (HDTV) y reduciendo los costos de emitir televisión en definición estándar. De hecho, el uso del ancho de banda ha sido reducido a tal punto que ha capturado el interés de los proveedores de telefonía y servicios de datos, los cuales poseen un enlace de ancho de banda limitado para el usuario, al cual anteriormente no se le permitía tener servicios de televisión.

Ventajas:

- Más de un 50% de reducción en la tasa de bits, permitiendo una optimización en la codificación, dando una calidad de video (HD) mejorada comparada con cualquier otro formato.
- Robustez frente al error, provee las herramientas necesarias para tratar con la perdida de paquetes en redes cableadas y la reducción en errores de bits a los que son propensas las redes inalámbricas.
- Facilidad en las redes, a través de la capa de adaptación de la red los flujos de bits pueden ser transportados fácilmente sobre diferentes redes.

Interactividad:



Uno de los aspectos más importantes de MPEG-4 es que su codificación basada en objetos permite que una gran variedad de funciones interactivas sean introducidas en los archivos de video o los *streamen* tiempo real. Desde que el video es aislado en objetos, los productores de multimedia y desarrolladores de software y juegos, pueden aislar parte del video para efectos especiales particulares. Es decir se puede agregar objetos externos con los cuales puede interactuar el usuario, como hipervínculos.

Aplicaciones:

Algunas de las aplicaciones que se pueden dar con MPEG-4 son:

- Alta definición en DVD's (formatos HD-DVD, Blu-Ray)
- Alta definición brindada por los operadores TV
- Productos de Apple (descargas de iTunes, video para ipod MacOS)
- Operadores de TV móvil
- Video Internet
- Videoconferencia

2.2.2.4 Contenidos Tipo Texto

Nota: este tipo de contenido no se incluirá en el mecanismo de adaptación de contenidos, pero se considera importante expresar algunas recomendaciones para su manejo.

La lectura de textos muy extensos como, documentos, en terminales multimedia distintos a computadores no es muy común, dado el tamaño de las pantallas, haciendo referencia a dispositivos móviles con pantallas muy pequeñas o en televisores digitales con pantallas muy grandes, debido a que estas pueden ser muy incómodas para la vista de los usuarios. En estos terminales el texto es comúnmente usado para mostrar títulos, menús, sistemas de navegación, información a niveles generales o mensajes pero de contenido no muy extenso.

En este sentido, se realiza la siguiente recomendación en la creación de algún texto:

- Para los títulos, botones o menús se debe implementar texto de manera concisa, con palabras que expresen lo que se desea mostrar. Para la inclusión de otro tipo de información textual se debe encontrar algún punto de referencia para obtener equilibrio, si el contenido del texto es muy limitado se requieren de muchos cambios de pantalla para expresar una idea concreta, por otro lado, demasiado texto, hace que la pantalla se sature de información convirtiéndose en tediosa e incómoda su lectura.

Además para permitir adaptar texto a distintos tipos de terminales se debe transformar el formato del mismo (el texto). A continuación se presentan algunas recomendaciones que se deben tener en cuenta para realizar la adaptación de texto:



- Se debe utilizar un tipo de fuente que facilite la lectura a cualquier escala, en vez de una fuente decorativa pero que no se pueda entender.
- El texto se debe escribir a doble espacio, para evitar problemas de transposición, es decir que una línea de texto se sobrescriba en otra.
- Se recomienda tener algún tipo control entre el tipo, color y densidad de fuente, para evitar problemas de contraste y algunos de resolución de pantalla.
- Es recomendable el texto escrito con letras mayúsculas en vez de letras minúsculas o combinadas, para evitar problemas de resolución de pantalla.

El texto es uno de los pocos contenidos que es soportado por casi todos los dispositivos multimedia, por lo tanto es muy adaptable a cualquier entorno.

2.2.3 Principales Servicios en una Red IMS

IMS se ha establecido como un estándar aceptado en la industria, especialmente por los operadores móviles, brindando la posibilidad de convergencia, soportando servicios multimedia integrados e independientes del acceso y del terminal.

La característica esencial para prestar un servicio, depende de que el dispositivo donde se use, cuente con la capacidad de establecer una conexión a Internet, así la red IMS permitirá ofrecer cualquier tipo de servicio basado en TCP/IP, adaptando el flujo de datos, para que se pueda prestar los servicios de manera similar como se prestan en los PCs, es así como se le permite al usuario final disfrutar de cualquier servicio en la gran variedad de dispositivos existentes y de la movilidad que algunos ofrecen.

Por tal razón se hace necesario realizar un análisis de que tipos de servicios pueden ser desarrollados en redes IMS y cuáles no. Para este análisis se debe tener en cuenta varios aspectos, como:

- Los servicios deben de ser soportados por la mayoría de dispositivos que acceden a la red.
- Aceptación del servicio.
- Calidad de Experiencia (QoE) por parte del usuario.

Teniendo en cuenta lo anterior, se plantea la siguiente recomendación.

Explotar las Capacidades del Dispositivo: se trata de aprovechar al máximo las capacidades de cada terminal que ingresa a la red, debido a que se busca proporcionar servicios que sean independientes del terminal. Se debe aclarar que la información no tendrá la misma representación para todos los terminales, ésta dependerá de las capacidades del dispositivo y de las características de la red; por otro lado existen algunos servicios que van dirigidos a un contexto de usuario en particular, es decir que sólo los usuario que estén dentro del contexto lo podrán usar, un ejemplo es el chat BlackBerry. Teniendo en cuenta lo anterior se concluye que, cuando se realice una



adaptación de contenidos, esta debe ser dinámica, es decir que se adapte según las capacidades del terminal y de la red, y no al contrario.

A continuación se analizarán algunos servicios que buscan ser desarrollados en redes IMS, así como algunas recomendaciones para prestar dichos servicios. Cabe destacar que entre los servicios que se mencionan a continuación, algunos ya se encuentran estandarizados en IMS.

Cuando se hable de la prestación de cualquier servicio que incluya video, texto, imágenes, o sonido, se debe enfatizar que estos contenidos también deben ser adaptados, y su adaptación se analizó en el apartado 2.2.2. *Adaptación de Contenidos*.

2.2.3.1 Internet

Internet es la conjunción mundial de redes que se comunican a través de un mismo protocolo, denominado IP. [30]

Los proveedores de servicio de Internet (ISP) entregan el servicio en función de distintas tecnologías que se relacionan directamente con la velocidad de conexión o disponibilidad del ancho de banda, así los usuarios pueden acceder a diversos servicios o aplicaciones: navegación, consultas, búsqueda de información, compras, educación, entretenimiento, etc.

Internet es uno de los grandes servicios a nivel mundial, convirtiéndose en una gran fuente de información, además de tener una fuerte importancia para las comunicaciones entre usuarios y entretenimiento, es por eso que es uno de los servicios con más demanda en la actualidad, utilizado principalmente desde computadoras. En la actualidad gracias a la gran penetración de este servicio, se tiene un gran demanda por parte de los usuarios de telefonía móvil, sin embargo, los dispositivos móviles tienen limitaciones lógicas debido a su tamaño y su capacidad de procesamiento, no obstante estos dispositivos están experimentando una rápida evolución, donde se comienzan a lanzar modelos con pantallas más grandes y una interfaz de usuario mejorada, así podrán proveer este servicio cómodamente; han pasado de una navegación WAP (WirelessApplicationProtocol) a una navegación WEB facilitando su manejo dentro del dispositivo; además de incluir nuevas o mejoradas funciones, tal es el caso, que los teléfonos móviles de última generación, cuentan con la característica de poseer WiFi y la capacidad de navegar en redes UMTS.

Por la característica de ser un servicio que puede ser prestado por múltiples dispositivos, incluyendo teléfonos móviles, computadoras, entre otros, además de ser un servicio de gran usabilidad, donde los usuarios lo solicitan cada vez más para la búsqueda de experiencias locales, comerciales, sociales y datos, incluyendo facilidades de manejo, se convierte en un servicio que puede ser soportado cómodamente por una red IMS.

A continuación se presentan algunas consideraciones o recomendaciones [31] para mejorar la experiencia del usuario cuando quiera acceder al servicio de Internet o navegar en la web desde diferentes dispositivos:

- *URI's para el Acceso:* Debido a la dificultad que presentan algunos dispositivos en cuanto a digitar texto y caracteres especiales, es importante mantener la URIs de



sitios web cortas, configurándolas de tal manera que se puedan acceder sin tener que especificar un sub-dominio, ni especificar el nombre del archivo como parte de la URI.

- *Barra de Navegación:* A causa de limitaciones de tamaño en ciertos dispositivos, se debe ubicar los enlaces básicos o barra de navegación en una sola línea en la parte superior de la página, con el fin de que los usuarios logren percibir el contenido de la página sin necesidad de desplazarse. Si son necesarios otros elementos de navegación, se podrán ubicar en la parte inferior de la página.
- *Estructura Equilibrada:* Presenta una dificultad para el usuario navegar por varios enlaces o vínculos para llegar a un contenido deseado, debido a que consultar una nueva página puede significar tiempo y costo, es aconsejable que máximo posea 4 vínculos antes de obtener el contenido, esto dependerá de que los temas o contenidos estén adecuadamente organizados en grupos de menús y que sea fácil su comprensión.
- *Teclas de Acceso:* No todos los dispositivos tienen un entorno gráfico con un ratón u otro dispositivo señalador, es de mucha utilidad que se proporcione atajos de teclado para los enlaces importantes o de navegación.
- *Actualización de Páginas:* Evitar la creación de páginas que se actualicen automáticamente, ya que puede provocar una confusión, agregar un costo o demora en la interacción, de ser necesario debe existir una forma de informar al usuario de esta actualización, además de una forma de detenerla.
- *Tamaño de la Página:* Debe existir un equilibrio para el tamaño de la página; asegurarse de que el tamaño total de la página se ajuste a las limitaciones de memoria del dispositivo, si los sitios Web son muy grandes los tiempos de carga pueden ser demasiado largos, por otro lado, si las páginas son demasiado cortas el usuario tendrá que realizar varias solicitudes para leer la información requerida.
- *Desplazamiento:* La página debe ser diseñada para que el desplazamiento sea en una sola dirección, si no se puede evitar debido a ciertos contenidos (como mapas e imágenes de gran tamaño) que necesitan de un desplazamiento secundario, estos no deben hacer que el resto de la página lo requiera, por el contrario el resto de la página debe seguir sólo con el desplazamiento principal; si se necesita examinar un contenido con mayor detalle, se debe considerar ofrecer este contenido en una página aparte del contenido principal.
- *Imágenes de Fondo:* Cuando se utilicen imágenes de fondo verificar que los otros contenidos (como texto) sean legibles, debido a que el contraste es limitado en algunos dispositivos. Si se utiliza una imagen de fondo garantizar que el contenido se pueda leer con y sin la imagen de fondo.
- *Marcos:* No utilizar marcos para las imágenes, en numerosos terminales no son compatibles, y puede ocurrir el caso de que se sobrepongan los objetos.
- *Identificación de Enlaces:* Los usuarios pueden sufrir demoras o costos como resultado de seguir enlaces innecesarios, es importante identificar con un texto



conciso o enlace descriptivo a dónde conduce cada enlace, y así el usuario evalúe su continuación.

- Redimensionar las imágenes, evitar gráficos grandes, proporcionar alternativas a los elementos no textuales, asegurarse de que exista un contraste de color suficiente entre el color de fondo y el de primer plano, evitar utilizar colores como azul y morado para textos ya que se confundirían con enlaces o hipervínculos.

2.2.3.2 Correo electrónico

El correo electrónico, es un servicio de red que permite a los usuarios enviar y recibir mensajes rápidamente (también denominados mensajes o cartas electrónicas) mediante sistemas o dispositivos de comunicación electrónicos, en estos mensajes se envía texto, o cualquier tipo de contenido digital adjunto (video, audio, documentos o imágenes).[32]

El Correo electrónico es uno de los servicios más populares en Internet, acogido inicialmente por las computadoras al ser fácil su operación, y en la actualidad, gracias a aplicaciones que permiten sincronizar sus cuentas de correo electrónico, con la variedad de dispositivos existentes, como es el caso de los dispositivos de telefonía móvil, ya sea enviando y/o recibiendo texto u contenido, y aun más innovador, aceptado por televisión digital (solo en el envío de cierto tipo de contenido). Convirtiéndose en un excelente servicio por su utilidad, y con grandes beneficios al ser admitido por la red IMS.

Para la adecuada prestación de este servicio se pueden tener consideraciones a ser tomadas en cuenta:

- *Identificación de Contenido:* Ofrecer una pequeña información o un enlace descriptivo de los datos adjuntos que se puedan descargar (como tamaño y formato, para así conocer si el dispositivo lo soporta), para que el usuario analice si el contenido es de interés para ser descargado. Sin embargo, se debe tener en cuenta que algunos dispositivos son compatibles con la prestación de estos formatos por otras aplicaciones incluidas en el terminal. Además, los usuarios pueden descargar contenidos para su posterior transferencia a otros dispositivos, así que el contenido debe estar siempre a disposición.
- *Correos No Deseados:* Se debe evitar al máximo el spam y correos de publicidad (responsabilidad de los proveedores del servicio de correo electrónico), debido a que la apertura o descarga de estos, en ciertos dispositivos pueden representar costo y tiempo para los usuarios.

2.2.3.3 Web Hosting (alojamiento web)

El alojamiento web (en inglés Web Hosting), es el servicio que provee a los usuarios de Internet un sistema de almacenamiento de información, imágenes, vídeo, o cualquier contenido accesible vía Web; de gran utilidad para los usuarios, permitiéndoles llevar información a cualquier lugar, y poder acceder a ella desde cualquier dispositivo que tenga la capacidad de conectarse a Internet.

Un servicio con gran factibilidad a adaptar, teniendo en cuenta que los dispositivos que acceden a este servicio, como los son PCs y móviles (incluidos terminales IMS), tienen



como característica, la posibilidad de establecer una conexión a Internet, lo que varía es el método de acceso.

Para el buen funcionamiento del servicio se recomienda seguir unas pautas:

- *Identificación de Contenido*: (ver recomendación del servicio de correo electrónico - Sección 2.2.3.2)
- *Organización de Contenido*: Proporcionar una forma de organizar los archivos u contenido que se pueden descargar para optimizar su búsqueda, puede ser por orden alfabético, tipo de dato (formato), actualizado recientemente. Además de información de quien lo ha actualizado (cuando el servicio de Web Hosting es manipulado por un grupo de trabajo).

2.2.3.4 Servicios de Presencia

El servicio de presencia permite compartir y recibir información entre usuarios, acerca de la accesibilidad, suministrar información personalizada (por ejemplo el estado y la información del perfil), conocer la voluntad y disponibilidad de comunicación con otros usuarios, examinando si los contactos suscritos al servicio de presencia están disponibles para efectuar o establecer una comunicación, y de que medios o capacidades disponen para realizarla, por ejemplo, si tienen audio, video, mensajería instantánea, localización, entre otros, ofreciendo información en qué terminal esas capacidades están presentes.[33] [34]

El Servicio de Presencia gracias a cualidades que posee como flexibilidad, combinación de servicios y gran demanda en la actualidad, se ajustaría muy bien a una red IMS, lo que generaría que los usuarios accedan al servicio de una manera ubicua e independiente del dispositivo, ofreciendo diferentes funciones y/o aplicaciones, como integración de servicios, gestión de contactos y la publicación de mensajes; contando con una gran sencillez de manejo, al mismo tiempo que establece sus sesiones con otros usuarios en tiempo real.

Teniendo en cuenta los diferentes usos de este servicio, se plantean las siguientes recomendaciones:

- *Capacidades de Comunicación*: Se debe ofrecer o mostrar que capacidades tiene el dispositivo para comunicarse con otros usuarios o contactos, dependiendo si el dispositivo soporta las diferentes opciones que ofrece el Servicio de Presencia como Mensajería, Voz, Video, entre otros; es decir que la red verificará con que capacidades cuenta el dispositivo, y a continuación se mostrarán (para ser visto en su propio perfil y en el de sus contactos) los servicios a los que pueden acceder.
- *Publicidad*: debido a que las grandes redes sociales se mantienen en gran parte gracias a la publicidad, es necesario que ésta se ajuste a las preferencias e intereses del usuario que la recibe, para así maximizar el impacto de la misma sin perjudicar la experiencia del usuario, debido a que esta publicidad en varios dispositivos puede generar un costo de descarga para los usuarios.



2.2.3.5 Mensajería instantánea (IM)

La mensajería instantánea se ha convertido en uno de los servicios más populares a nivel mundial, una alternativa muy cómoda, en cuanto al costo, comparado con otros servicios, donde se permite intercambiar contenido con otros usuarios en tiempo casi real; el contenido en un mensaje instantáneo normalmente es un mensaje de texto, lo que se llama un SMS (Short Message Service) o Servicio de Mensajería Corta, que son los mensajes donde se puede enviar solo texto sin formato; además existe el MMS (Multimedia Messaging Service) o Servicio de Mensajería Multimedia, es una forma enriquecida de SMS, en el que, además del texto clásico, se puede agregar archivos multimedia incluyendo texto, imágenes fijas, clips de video y audio, o cualquier otro archivo genérico, además de ofrecer la combinación de cualquiera de estos. [33] [34]

MMS no requiere que ambas partes estén disponibles al mismo tiempo. El mensaje puede ser enviado incluso cuando el teléfono del destinatario está apagado o no hay señal de red, este será entregado cuando el terminal esté disponible y se guarda en la bandeja de entrada para ser leído cuando el destinatario este activo y permanece allí hasta que el mensaje es eliminado.

La Mensajería Instantánea se convierte en buen candidato para su despliegue sobre una red IMS, dando la posibilidad de intercambiar mensajes de texto, así como los diferentes tipos de contenidos, con la gran ventaja de poder ser soportado por la mayoría de terminales, por lo menos, cuando el contenido es el típico mensaje de texto (SMS); hay que resaltar que este servicio se presta de forma diferente en cada dispositivo, y en cada caso difieren del método o gestor de mensajería, dependiendo este tanto de la red como del dispositivo.

Algunas recomendaciones a tener en cuenta para la adecuada prestación del servicio de IM son:

- *Color Texto:* Algunos dispositivos no suelen tener buen color y contraste, empeorando en condiciones de iluminación no ideales, por lo que la información en texto no puede ser visible para muchos usuarios, por tal razón se recomienda que el texto no dependa de los colores utilizados, se pueden manejar colores oscuros para textos.
- *Fuentes:* No se deben usar diferentes tipos, tamaños y efectos (negrita, cursiva, subrayada, etc.) en las fuentes, a menos que garantice que el contexto de entrega soporta estas características
- *Información de Contenido:* Cuando se comparta algún contenido MMS, ofrecer información de los datos a ser descargados (ver recomendación correo electrónico).
- *Longitud SMS:* Uno de los beneficios o característica de los SMS es la brevedad, se debe limitar a 160 caracteres por mensaje.
- *Autenticación:* Verificar correctamente la autenticación del usuario, para evitar suplantaciones de identidad (responsabilidad red IMS).



2.2.3.6 Servicios de Voz

El servicio es uno de los más usados a nivel mundial para la comunicación entre usuarios, representando el mayor ingreso para los operadores, siendo muy cómodo de usar por los dispositivos que lo soportan, teniendo en cuenta que los teléfonos móviles fueron creados para este propósito, y que las computadoras lo soportan fácilmente incluyéndoles un programa para la gestión de voz y llamadas. [35]

Como recomendación básica se tiene:

- *Transmisión de Voz:* La transmisión debe realizarse sobre paquetes UDP, pues aunque UDP no ofrece integridad en los datos, el aprovechamiento del ancho de banda es mayor que con TCP.

A continuación se analizarán los servicios de voz más importantes.

2.2.3.6.1 Push to talk (PTT)

PTT es un servicio tipo walkie-talkie, el usuario presiona un botón cuando quiere decir algo (transmitir) y cuando termine su discurso libera el botón (recibir), el otro usuario(s) de la comunicación no puede empezar hablar hasta que su terminal le diga que lo haga (por lo general con un tono). [33] [36]

A diferencia de las llamadas de voz normales, que son full-duplex, es un servicio PoC (*Push to Talk over Cellular*) es half-duplex, es decir, sólo un usuario puede hablar a la vez. Este tipo de comunicación permite llamadas de tipo uno-a-uno o bien uno-a-varios (llamadas de grupos).

Conversar al estilo walkie-talkie no es lo novedoso, lo importante que es que IMS permite hacerlo desde cualquier dispositivo, móvil o computadoras, sin límite de distancia, teniendo una cobertura mundial, además de prestar este servicio con un precio mucho más bajo que la tarifa de llamadas de voz o datos de la telefonía móvil normal.

2.2.3.6.2 Plain Old Telephone Service (Pots)

IMS incluye los servicios basados en redes fijas, en este caso la Telefonía Conmutada, se refiere al servicio de telefonía fija o básica que emplean la mayor parte de los hogares y oficinas, con este servicio el usuario tiene una experiencia similar a POTS (plan de servicio de telefonía antigua), pero no idéntica, siendo más similar al empleo de un teléfono celular. Este servicio se prestará para dispositivos fijos (limitación de dispositivos), es por eso que el presente proyecto no lo incluirá como un servicio factible a adaptar, además de que este servicio va inmerso o se puede prestar de una mejor forma por otros servicios de voz.[33]

2.2.3.6.3 Mail box

Es un sistema del Servicio de Telefonía Fija o móvil cuya misión es almacenar y gestionar, las llamadas entrantes no contestadas, donde el usuario puede gestionar la lista de mensajes grabados a través de un conjunto de números de acceso, lo que da gran beneficios al usuario, en ocasiones de estar limitado al contestar sus llamadas. Los



mensajes pueden ser almacenados en los servidores de los operadores o pueden ser guardados en el dispositivo mismo, dependiendo de sus características (que cuente con una memoria para almacenar sus mensajes). Este servicio cuenta con la facilidad de poder ser prestado por diferentes dispositivo, móvil y ordenador, así mismo la facilidad de estos, de guardar los mensajes o acceder a ellos de una manera sencilla para el usuario; lo cual se ajusta bien a las características de servicio para ser adaptado en una red IMS. [25]

Existen varias funcionalidades disponibles para este servicio tales como: Programación de saludos personales, guardar o borrar mensajes, identificación del número de origen de los mensajes, clasificación de los mensajes, notificación sobre existencia de mensajes.

Una recomendación a tener en cuenta es:

- *Trasporte de Marcación por Tonos*: Para interactuar con el servidor de voz, el usuario utiliza la marcación por tonos o tonos multifrecuencia (DTMF – Dual Tone MultiFrequency), debido a la compresión de voz de baja velocidad en la red, se introduce una distorsión en estos tonos, lo que provoca mala recepción y por consiguiente la incorrecta decodificación en los receptores . Existen dos posibles soluciones para este problema:
 - *Trasporte de DTMF “dentro de la banda”*: consiste en trasportar estos tonos digitales y en paquetes, con los protocolos RTP/UDP, mediante un formato de carga útil dedicado. Esta opción tiene como desventaja la no garantía de entrega de paquete que el protocolo UDP ofrece, ocasionando el mal funcionamiento en caso de pérdida de un paquete asociado a un tono TDMF. Tiene como ventaja que los tonos permanecerán sincronizados en el tiempo con respecto a la voz.
 - *Trasporte de DTMF “Fuera de la banda”*: conlleva a utilizar un canal de control de medios seguro (no UDP, sino TCP) para el transporte de las señales TDMF. Por el contrario a la anterior opción, esta ofrece seguridad respecto a la entrega de los paquetes, sin embargo, pierde la referencia en el tiempo con referencia a la voz.

2.2.3.6.4 Telefonía IP

La Voz sobre IP (VoIP, Voice over IP) es una tecnología que permite la transmisión de la voz a través de redes IP en forma de paquetes de datos, la Telefonía IP es una aplicación inmediata de esta tecnología, de forma que permita la realización de llamadas telefónicas ordinarias sobre redes IP u otras redes de paquetes, donde se puede utilizar variedad de dispositivos PCs, móviles y teléfonos estándares (incluidos terminales IMS). Es así como cualquier terminal con conectividad a Internet, con el programa adecuado (aplicación) puede iniciar una conversación en tiempo real con otro terminal (conectado a Internet) ubicado en cualquier parte del mundo. [33]

Convirtiéndose en un servicio de gran usabilidad, por sus grandes beneficios, reducción de las tarifas al usuario, llamadas sin costo entre teléfonos de un mismo proveedor IP, además de obtener portabilidad numérica. (Capacidad cambiar de lugar y dispositivo de conexión sin cambiar de numero).

Para un buen impacto de este servicio, se plantean la siguiente recomendación:



- Los dispositivos que utilicen este servicio deberán tener una buena conexión a Internet, donde el ancho de banda debe ser el necesario para que no se rompa la conexión en ningún momento, evitando así la fragmentación de la voz o de la comunicación.

2.2.3.6.5 IVR

IVR (interactive voice response), o respuestas de voz interactivas, es una tecnología telefónica que permite a una computadora detectar voz y tonos de marcado empleados desde una llamada telefónica fija, celular e IP, este sistema IVR puede responder con audio pre-grabado para acceder a diversos servicios, pudiendo ser empleado para controlar casi cualquier función, que pueda ser dividido en una serie de simples opciones de menú; siendo un servicio de gran utilidad, logrando prestar a los usuarios menús interactivos por parte de empresas, además de que puede ser accedido desde cualquier terminal (móvil y ordenador). [33]

Como recomendación se tiene:

- *Trasporte de Marcación por Tonos:* Si se utiliza tonos de marcado para interactuar con la computadora o servidor tener en cuenta la distorsión que puede ocurrir en los tonos (ver recomendación del servicio de Mail Box, 2.2.3.6.3).

2.2.3.7 Video Llamadas

El video llamado permite la comunicación entre usuarios, permitiendo compartir contenido de audio y video en tiempo real, además de ofrecer intercambio de otro tipo de información, como imágenes fijas, transmisión de ficheros, y hacerlo desde diferentes dispositivos, incluyendo teléfonos móviles o PCs.[37]

Recomendación:

- *Cámara:* para realizar este tipo de comunicación es fundamental que los dispositivos que la realicen tenga un dispositivo de grabación de video.

2.2.3.8 IPTV

Internet Protocol Television (IPTV) es un servicio de televisión que en lugar de ser transmitido por los tradicionales formatos, utiliza las redes IP, logrando que los usuarios accedan al servicio desde un PC, un teléfono móvil, o televisor, donde el contenido llega al usuario solo cuando este lo solicite, es así como el contenido se personaliza para cada usuario, permitiendo el pago por evento (Pay Per View) o video bajo demanda (VoD). [38] [39]

En cuanto a terminales fijos, el servicio se desarrolla gracias a un receptor conectado al PC o al televisor y a través de una guía podrá seleccionar los contenidos que desea ver o descargar para ser almacenados en el receptor y de esta manera poder visualizarlos tantas veces como desee, además de permitir realizar pausas, avanzar, retroceder, etc.

Para los terminales móviles, sus capacidades físicas se ven limitadas comparadas a los terminales fijos; pantallas pequeñas, procesadores de baja potencia, memoria limitada (no



permite grabación de video), duración de la batería, etc., además de contar con limitaciones de banda ancha, ya que se necesita un mínimo de 2-3 Mbps de ancho de banda para proporcionar el servicio de IPTV con buenas características o buena calidad del video.

Se deberán seguir las siguientes recomendaciones, para la buena prestación del servicio:

- *Memoria suficiente:* por ser un servicio que maneja contenido de gran tamaño, se debe contar con dispositivos que tengan la capacidad de un gran almacenamiento en su memoria.
- *Ancho de banda suficiente:* se requiere un gran ancho de banda para la descarga y visualización en tiempo real de contenido de video.

2.3 DEFINICIÓN DEL MECANISMO PARA LA ADAPTACIÓN DE CONTENIDOS

Para lograr independencia entre las capas que posee IMS, el mecanismo propuesto debe cumplir con una serie de requerimientos (Sección 2.1 - 2.2) que permitan la adaptación tanto de contenidos como de servicios. Este mecanismo sería uno de los principales pilares que le dan cabida a la filosofía de IMS, brindando una independencia entre red, método de acceso, servicio y terminal, la idea es crear una vez y presentar N-veces.

A continuación se analizarán diferentes mecanismos de adaptación y posteriormente se definirá un mecanismo adecuado para el desarrollo del actual proyecto.

2.3.1 Modelos para la Adaptación de Contenidos

En la actualidad existen muchas maneras para adaptar los contenidos a la prestación de servicios, aunque cumplen una misma función son totalmente independientes entre ellos y algunas veces son limitantes o excluyentes entre sí.

Debido a la independencia entre las capas de IMS, se plantearon los siguientes modelos de adaptación:

- En base a la tecnología o red de acceso.
- En base al terminal.
- En base al despliegue de servicios.

2.3.1.1 En Base a la Tecnología de Acceso

Actualmente existen un gran número de tecnologías de acceso tanto como para interiores (IP, Ad-Hoc, Bluetooth), como para exteriores (GPRS, EDGE, UMTS, GSM, LTE), cada una de estas redes posee características particulares que les permite brindar servicios representativos de ellas, es decir servicios dedicados que sólo lo pueden prestar estas redes y naturalmente solo los terminales que tienen la capacidad de acceso pueden hacer uso de ellas.



Para este tipo de adaptación se crean los servicios en función de la tecnología, primero se despliega la red y luego se hace uso de ella. Un ejemplo de esto son las redes de telefonía móvil en Colombia, que inicialmente se introdujeron de una manera analógica en donde la parrilla de servicios se limitaba de una manera casi exclusiva al transporte de voz, a continuación se les exigió evolucionar digitalmente lo cual permitió la creación de servicios de valor agregado (SMS, MMS, Voice Mail), posteriormente los operadores desarrollaron redes celulares para la transmisión de datos, lo cual da lugar a nuevos servicios de valor agregado. En la actualidad, Colombia se está migrando a redes UMTS en donde se implementan servicios de tercera generación.

Por lo descrito anteriormente y teniendo en cuenta que IMS es independiente de la tecnología de acceso se hace indispensable el uso de este tipo de adaptación.

2.3.1.2 En Base al Terminal

En la actualidad se encuentran en el mercado una gran variedad de dispositivos multimedia, cada uno de ellos cuenta con características propias que pueden ser inherentes al dispositivo (Componente Hardware), al sistema operativo (Componente Software) o a la marca del fabricante (Motorola, LG, Sony, etc.).

Estos dispositivos al tener características específicas también cuentan con servicios específicos, es decir que estos servicios se crean pensados en una adaptación en base al dispositivo. Para realizar esta adaptación lo primero que se debe tener en cuenta son las capacidades del terminal (hardware, software), después se define cual es la limitante del servicio, esta puede ser:

- Hardware, si el terminal debe poseer una característica específica que requiera un servicio o aplicación (Wimax, WiFi, GPS), un ejemplo es el control de un PC desde un dispositivo móvil vía Bluetooth (Se sobre entiende que ambos terminales deben tener Bluetooth).
- Software, si la aplicación o servicio está desarrollada para ejecutarse en una entorno virtual o sistema operativo (OS) específico (Java, .NET, Symbian, iOS), esto puede ir desde aplicaciones simples como lo son juegos en Java hasta servicios de video streaming dedicados a un OS, por ejemplo YouTube para Symbian.

Por lo descrito anteriormente y teniendo en cuenta que IMS es independiente del dispositivo se hace indispensable el uso de este tipo de adaptación.

2.3.1.3 En Base al Despliegue de Servicios

En esta situación se puede adecuar la tecnología de acceso, los terminales o ambos a las necesidades del servicio, es decir se crea un servicio en donde las redes y los dispositivos son los que se adaptan para permitir el despliegue del servicio. [40]

Un ejemplo de esto es la mensajería instantánea de BlackBerry (BB), servicio por medio del cual cualquier persona que posea un dispositivo BB puede chatear con cualquier otra persona, en cualquier parte del mundo y de cualquier operador que posea otro dispositivo BB, generando independencia entre dispositivo, servicio y tecnología de acceso (la independencia de este dispositivo va ligada directamente al fabricante, RIM BlackBerry).



Debido a que este servicio se presta de manera gratuita (siempre que los usuarios cuenten con un plan de datos BIS – *BlackBerry Internet Service*), las redes de telefonía celular y los dispositivos se adecuan de tal modo que no exista tarificación por el servicio o cobro por roaming nacional e internacional.

Por lo descrito anteriormente y teniendo en cuenta que IMS es independiente del servicio se hace indispensable el uso de este tipo de adaptación.

2.3.2 Propuesta De Un Mecanismo De Adaptación

Con el anterior análisis se puede concluir que:

- Si se implementa una adaptación en base al servicio se puede lograr una independencia entre servicio, red y terminal.
- Aunque las adaptaciones en base a la red y al dispositivo se hacen indispensable para tener independencia entre servicio, red y terminal, se debe implementar los dos mecanismos, en esta situación se crea el servicio una vez y se despliega N-veces, por lo tanto sería la opción más favorable para el desarrollo del proyecto.

Después de hacer el análisis del reconocimiento de los dispositivos, de los contenidos idóneos para la adaptación de contenidos, los servicios aptos para una red IMS y los diferentes de mecanismos o modelos de adaptación, se plantea el siguiente mecanismo para la adaptación de contenidos.

Podemos observar en la *Figura 2.5* que cuando los terminales (Con distintas características hardware y software) ingresan a un entorno IMS y desean hacer uso de los servicios que este ofrece, actúa un mecanismo de adaptación de contenidos el cual modificara dichos contenidos según las características del terminal. En este entorno se puede apreciar que están implementados los formatos específicos para audio, imágenes y video, así como también se encuentran desplegados diferentes servicios y aplicaciones.

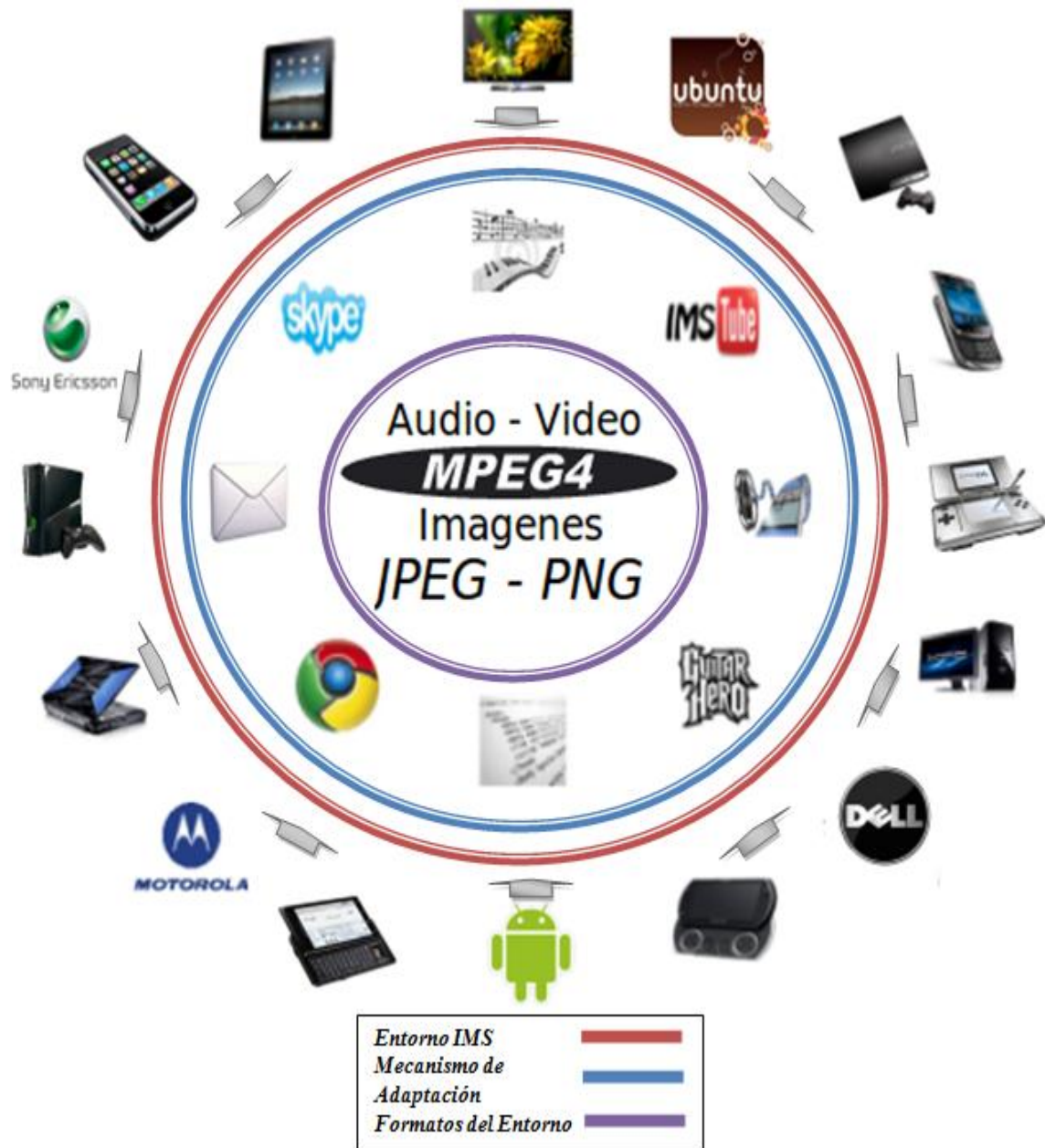


Figura 2-5. Mecanismos de Adaptación de Contenidos

2.3.2.1 Requerimientos Del Mecanismo De Adaptación

En el desarrollo de este capítulo, se pretende tener una comunicación directa y limpia entre usuario-servicio o usuario-usuario, lo que conllevaría a evitar una eventual transcodificación de formatos, debido a que generalmente en este proceso se pierde calidad en el archivo, hay mayor consumo recursos y de tiempo por parte del servidor, pero en el mundo de la adaptación de contenidos es necesario realizar transcodificación, de lo contrario no se está haciendo una adaptación.



Pero Entonces ¿Cómo evitar pérdida en la calidad? y ¿Cómo evitar el consumo de recursos?

Como solución se propone transcodificar a los formatos descritos en la sección 2.2.2.

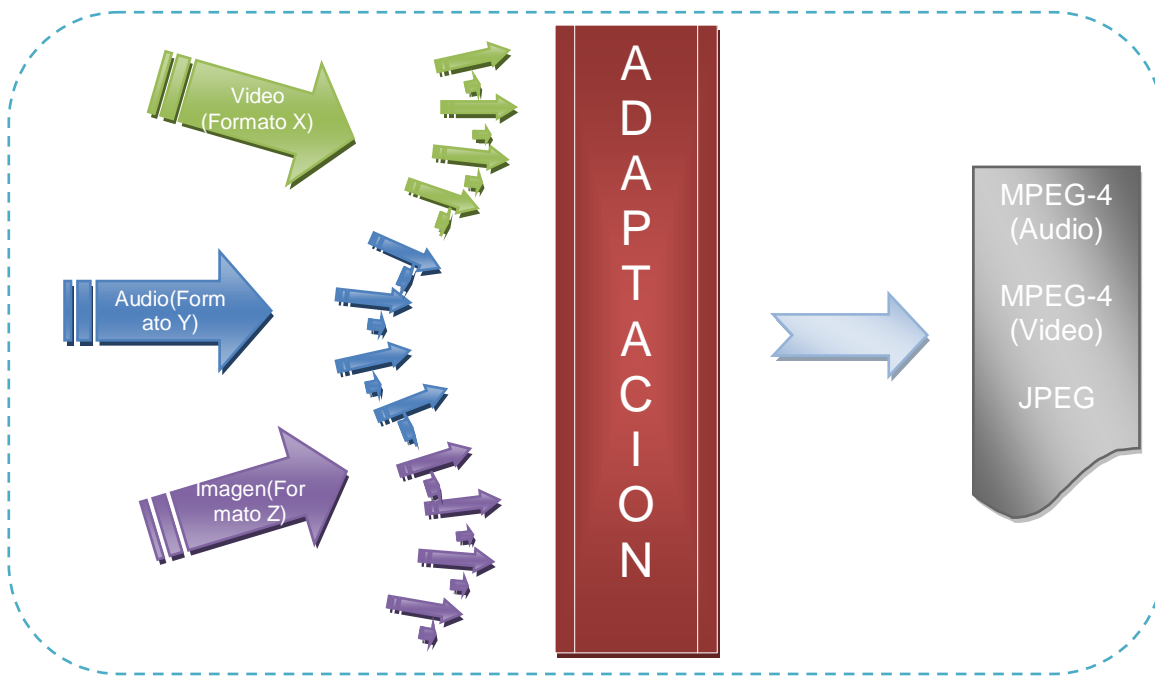


Figura 2-6. Transcodificación de Formatos

En la *Figura 2.6* podemos apreciar como cualquier archivo de video, audio e imagen, independiente del formato se transforma en un archivo MPEG-4 video (MP4), MPEG-4 audio (AAC) y JPEG, respectivamente, hay que tener en cuenta que si el dispositivo no acepta alguno de estos formatos, están los formatos secundarios para el caso de imágenes y audio (PNG y MP3 respectivamente)

Se ha decido hacer una transcodificación de este modo, debido a que estos formatos tienen gran aceptación y usabilidad actualmente (*Anexo B*), además un usuario que decida enviar y recibir archivos, o hacer uso de algún tipo de servicio que contenga imágenes, videos y/o sonidos, existe una gran probabilidad que usen los formatos anteriormente expuestos, de este modo se tendría una adaptación directa, y no se asumiría pérdidas en la calidad debido a la transcodificación; dependiendo de la situación solo se tendría un redimensionamiento en el caso de contenidos tipo imágenes y videos.

Por ejemplo (*Figura 2.7*) un streaming de video desde un servidor, en el cual si el video que se desea ver es un MPEG-4 y tiene una calidad FHD (Full High Definition-1080p), pero el terminal soporta MPEG-4 con una calidad ED (Enhanced Definition-480p), entonces el sistema debe redimensionar el video a un tamaño de pixeles adecuado al terminal.

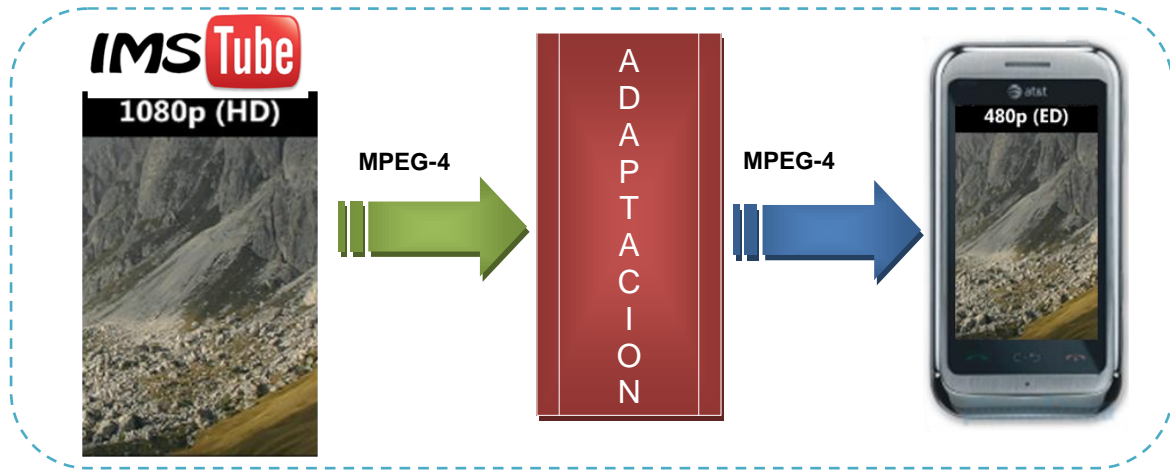


Figura 2-7. Redimensionamiento de Imágenes

Por otro lado si un usuario envía un video en formato AVI en calidad FHD hacia otro usuario cuyo terminal solo soporte calidad ED, el sistema deberá transcodificar al formato MPEG-4 y posteriormente se hará un redimensionamiento de video. Cabe aclarar que se espera que si se pasa del formato X con una resolución Y a MPEG-4 se mantenga la resolución Y, no se debe perder calidad en el proceso.

Para realizar la adaptación de contenidos se hace indispensable conocer las características del terminal hacia donde se dirige el contenido, por esta razón se utilizara una base de datos en donde se encuentren almacenadas las características de un gran número de dispositivos (repositorio de dispositivo), explicada en la sección 2.2.1, Además de incluir el mecanismo para el reconocimiento de dispositivos, el cual debe ir conectado a dicho repositorio, con los procesos necesario para la identificación de las características o capacidades del terminal que ingrese a la red, este proceso se muestra en la *Figura 2.8*.

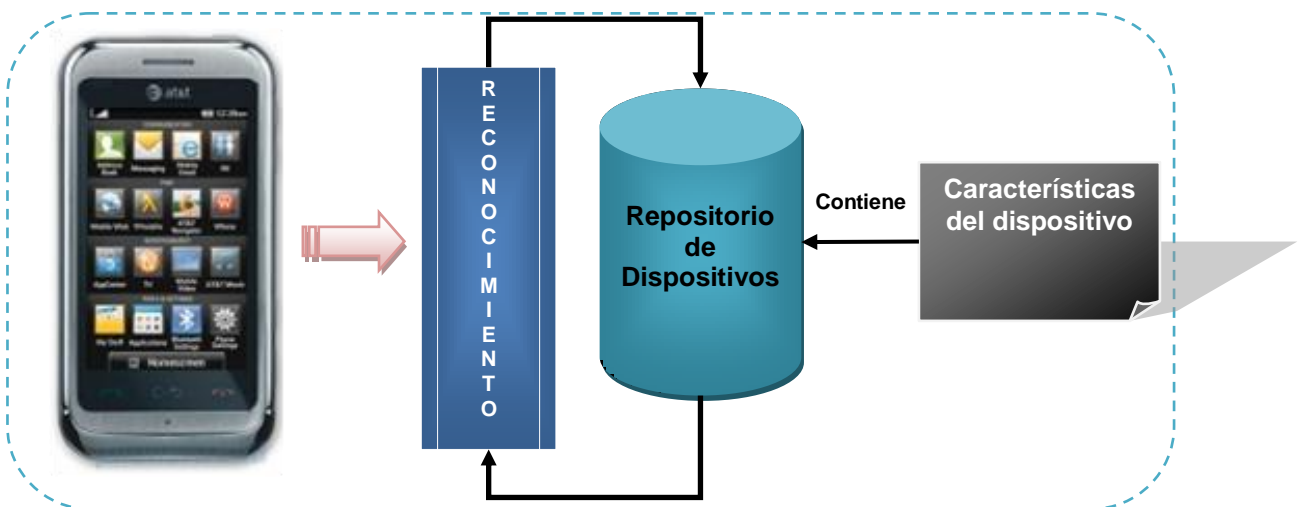


Figura 2-8. Uso del Repositorio de Dispositivos

2.4 PROPUESTA DE UNA ARQUITECTURA PARA LA ADAPTACIÓN DE CONTENIDOS EN EL ENTORNO IMS

Después de realizar un análisis del repositorio de dispositivos, la adaptación de contenidos, los servicios aptos para la red IMS, los diferentes modelos de adaptación de contenidos y la posterior propuesta de un mecanismo de adaptación, se llegó al planteamiento de la siguiente arquitectura:

En la *Figura 2.9* se puede ver como en la capa de control y en la capa de servicios de una red IMS se han incorporado dos mecanismos, uno para realizar un reconocimiento de los dispositivos que ingresen en la red y el otro para realizar las adaptaciones de los contenidos a estos dispositivos.

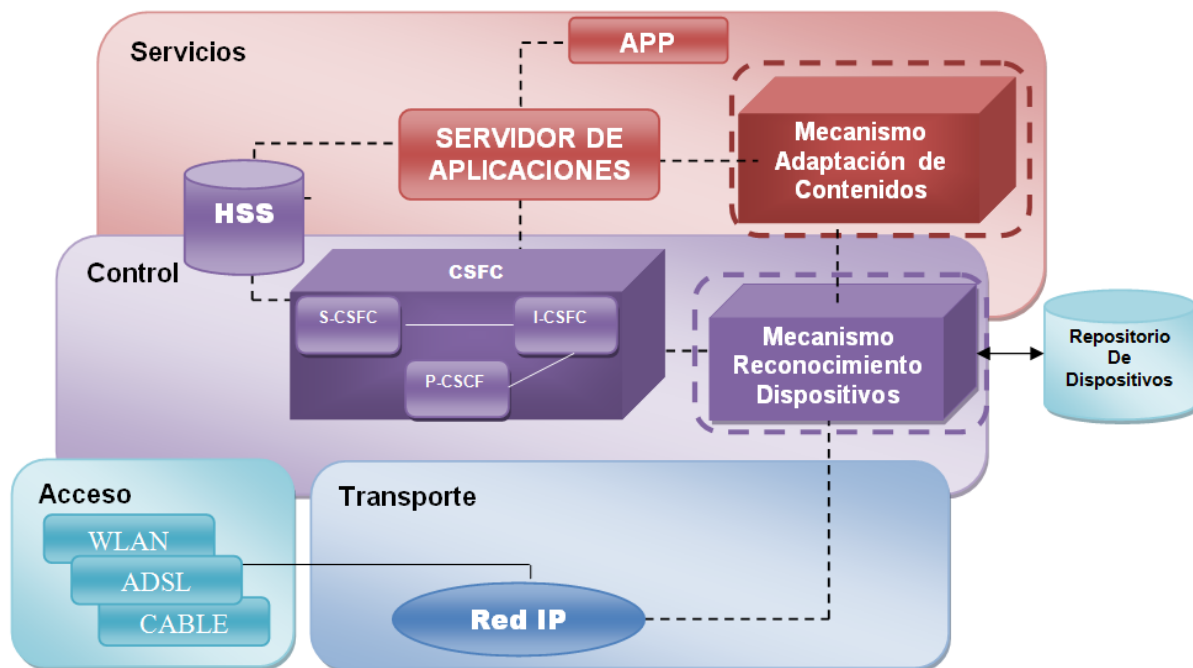


Figura 2-9. Arquitectura para la Adaptación de Contenidos en el Entorno IMS

2.4.1 Descripción De La Arquitectura

En el anexo A se muestra como es el proceso de establecimiento de sesión en una red IMS, en donde UA envía la petición SIP, INVITE. Esta petición posee también el mensaje SDP, en el que se encuentra los códecs que se van a usar una vez la sesión este establecida.

La *Figura 2.10* muestra cómo actúa el mecanismo de reconocimiento de dispositivos sobre el mensaje SIP/SDP.

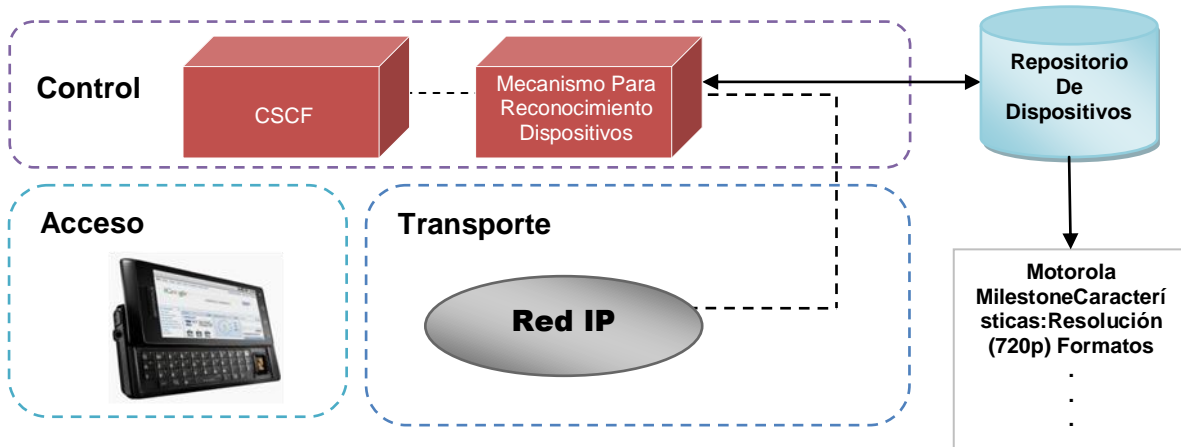


Figura 2-10. Reconocimiento de un Terminal

Cuando un terminal envía la petición INVITE, actuara un mecanismo de reconocimiento de dispositivos, el cual tomara el mensaje SIP/SDP y lo modificara según las características del dispositivo que haga la petición.

Una vez modificada la cabecera SDP (Según las características del terminal) en el proceso de registro, se tendrá la información disponible para que la use cualquier componente de la arquitectura.

Por el lado del mecanismo de adaptación, este modificará los contenidos según la información que llega en el mensaje SIP/SDP, adecuando los contenidos a las características del terminal. La Figura 2.11 muestra este proceso.

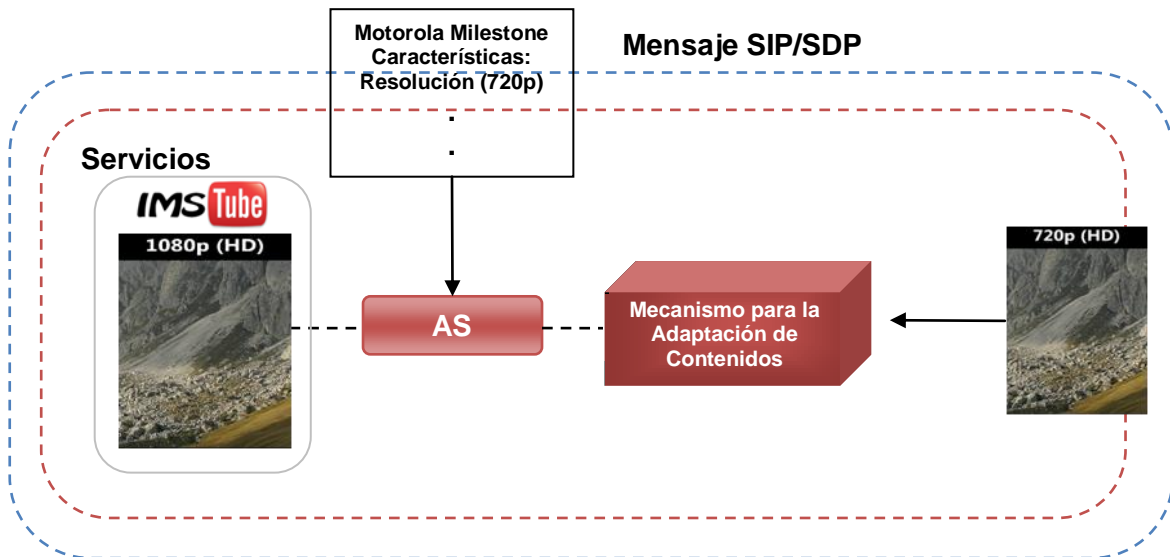


Figura 2-11. Mecanismo de Adaptación de Contenidos – Contenido Video

Cabe aclarar que el uso o no del mecanismo de adaptación depende del servicio en sí, es decir si en el servicio no intervienen contenidos no es necesario usar el mecanismo.



En el capítulo 1 y en el anexo A se explica detalladamente el funcionamiento de la arquitectura de IMS y de los protocolos SIP/SDP respectivamente, por esta razón en esta sección no se realiza énfasis en la descripción de las capas de la arquitectura propuesta, solo en la interacción de los mecanismos con la arquitectura IMS, debido a que estos fueron diseñados para que su funcionamiento sea transparente a la misma arquitectura.

Cuando se hace referencia a “transparente”, quiere decir que tanto para el CSCF como para el AS (donde se interconectan los mecanismos) son indiferentes las modificaciones que se realizarían sobre los mensajes de señalización (SIP/SDP).

2.4.2 Parámetros de selección de la arquitectura

A continuación se presentan unos parámetros que se tuvieron en cuenta cuando se propuso la arquitectura.

Parámetro	Descripción
No Rigidez	No se implementaron módulos de la red IMS donde intervienen la manipulación de contenidos multimedia, como el MRF (Inicialmente se planteo una arquitectura empleando este modulo), debido a que la implementación de los mismos ligaría directamente al lenguaje de desarrollo al cual se implementaron.
Flexibilidad en el reconocimiento de dispositivos	El mecanismo de reconocimiento de dispositivos se pone en la capa de control previo al modulo CSCF, para que antes de que se realice el proceso de inicio sesión multimedia se obtengan las características del dispositivo, para darle la posibilidad de que cualquier entidad superior de la red IMS use las características de los dispositivos (Implícito en la señalización SIP-SDP) según lo requiera.
Flexibilidad en la adaptación de contenidos	Debido a que el mecanismo de adaptación de contenidos se propuso independiente a un servidor de aplicaciones, abre la posibilidad que este (el mecanismo) se interconecte e interactúe con cualquier tipo de A.S. independientemente de quien sea su desarrollador o proveedor.
Portabilidad	Debido a que los mecanismos se plantean independientes del núcleo de IMS, esto permite que sean usados en cualquier herramienta y lenguaje en el que se encuentre desarrollado este núcleo.

Tabla 2-1 Paramentos de selección de arquitectura



Con el objetivo de finalizar este capítulo, se presentan algunas conclusiones puntuales:

- Para evitar al máximo la transcodificación, se hace necesario establecer formatos que sean de gran aceptación tanto por parte de las múltiples plataformas como por los diferentes terminales.
- En el mundo de la adaptación de contenidos, es imposible evitar la transcodificación, debido a que todos los terminales poseen características hardware distintas, las cuales son independientes de los formatos soportados por el mismo (El terminal).
- Para poder realizar una adaptación de contenidos, se hace necesario usar un mecanismo de reconocimiento de dispositivos, de donde se obtengan las características y capacidades de los terminales.
- Se decidió implementar el mecanismo de reconocimiento de dispositivos en la capa de control, para que de esta manera cualquier entidad que necesite la información del terminal, la puedan usar sin inconvenientes (No es necesario realizar una petición nuevamente).
- El mecanismo de adaptación de contenidos se define en la capa de aplicación, haciendo así que el mecanismo sea portable, es decir que pueda utilizarse en cualquier arquitectura que posea una capa de aplicación, solo basta con conectar el mecanismo a un servidor de aplicaciones compatible (Que soporten el mismo lenguaje de programación), y por ende logrando que pueda ser usado por múltiples aplicaciones.



3.

SELECCIÓN HERRAMIENTAS UTILIZADAS

Las diferentes herramientas utilizadas en el presente proyecto, se seleccionaron pensando en una solución que fuera de código libre o licenciamiento gratuito, para así no incurrir en costos extras para la implementación del prototipo. Además el lenguaje Java jugó un papel fundamental a la hora de seleccionar las herramientas, debido a que es el lenguaje más oportuno y que más se destaca para este tipo de aplicaciones, al mismo tiempo que es el lenguaje más estudiado por los autores de este proyecto. Se realizó un análisis de las principales plataformas y herramientas útiles para el desarrollo del actual proyecto, a continuación se presentan las herramientas seleccionadas y utilizadas en el prototipo, conjuntamente en el *Anexo C. Análisis de Herramientas para Prototipo*, se realiza la descripción de las demás herramientas estudiadas.

3.1 ENTORNO DE DESARROLLO ECLIPSE

Eclipse es un entorno de desarrollo integrado (IDE, IntegratedDevelopmentEnvironment) de código abierto, que cuenta con las herramientas necesarias para la construcción, edición, despliegue y gestión de programas o software en su fase de desarrollo.

Eclipse es una aplicación gratuita y de código abierto, disponible en la red [41] para su descarga es incluida en muchas distribuciones de Linux, esta permite a los usuarios emplear gran variedad de lenguajes de programación como C/C++ y Python, además de trabajar con lenguajes para procesado de texto como LaTeX, asimismo permite incluir aplicaciones de red como Telnet y Sistemas de gestión de base de datos. Para el caso del lenguaje Java, dispone del Java Development Kit o JDK, que compila y ejecuta las aplicaciones desarrolladas.

En cuanto a las aplicaciones de clientes, eclipse provee al programador con frameworks muy ricos para el desarrollo de aplicaciones gráficas, definición y manipulación de modelos de software, aplicaciones web, etc.

Algunas de las características principales en este entorno son:

- Editor de texto.
- Resaltado de sintaxis.
- Compilación en tiempo real.
- Pruebas unitarias con JUnit.
- Integración con la herramienta de construcción de Jakarta: Ant.



- Asistentes: para creación de proyectos, clases, pruebas, etc.
- Refactorización de código.
- Actualización/instalación automática de código (mediante Update Manager).
- Con respecto a las plataformas, Eclipse proporciona instalaciones binarias para Windows, Linux, Solaris, HP-UX, AIX, QNX, y Mac OS X.

Nota: este entorno va inmerso en la instalación de SDS.

3.1.1 Java Development Kit (JDK)

El JDK o Kit de desarrollo es un entorno para crear aplicaciones, applets y componentes utilizando el lenguaje de programación Java, donde se incluye herramientas útiles para desarrollar y probar programas en dicho lenguaje, ejecutándose en Java TM plataforma.

3.2 HERRAMIENTA DESCRIPCIÓN DE DISPOSITIVOS

Existen varias soluciones para consultar las características de los dispositivos (Repositorios de Dispositivos), donde se dispone de bases de datos de las descripciones de los mismos, la herramienta seleccionada para tal tarea se presenta a continuación, y las más importantes se analizan en el *Anexo C*.

3.2.1 WURFL

Nace a partir de los inconvenientes detectados en UAProf (UserAgentProfile), intentando unificar en una estructura única las características de los dispositivos inalámbricos. Las características de estos dispositivos son introducidas a partir de las características publicadas por los fabricantes en el UAProf y las contribuciones de desarrolladores y empresas de todo el mundo. [42] [43]

WURFL (Wireless Universal Resource File) es un fichero u Archivo XML que contiene las capacidades y características de la mayoría de los dispositivos. El principal objetivo de este fichero es recolectar toda la información posible de los dispositivos móviles. Se trata de un proyecto open-source y existen multitud de APIs en diferentes lenguajes de programación para trabajar con el XML de WURFL: Java, PHP, Perl Ruby, Python, Net, Xslt y C++.

Funcionamiento: en la *Figura 3.1. Diagrama de Funcionamiento* se observa cuando un navegador web (móvil o no móvil) visita su sitio, envía un agente de usuario junto con la solicitud de la página. El agente de usuario contiene información sobre el tipo de dispositivo y el navegador que se utiliza, por desgracia, esta información es muy limitada y muchas veces no es representativa del dispositivo real. El Proyecto WURFL recoge estos agentes de usuario y los pone en un archivo XML, comúnmente conocido como el Archivo WURFL, este archivo también contiene información detallada acerca de cada dispositivo es decir, la resolución de pantalla, capacidades de reproducción de audio, grabación de vídeos, Apoyo J2ME y así sucesivamente. Estos datos se actualizan constantemente a través de colaboradores de todo el mundo en la base de datos de dispositivos WURFL.

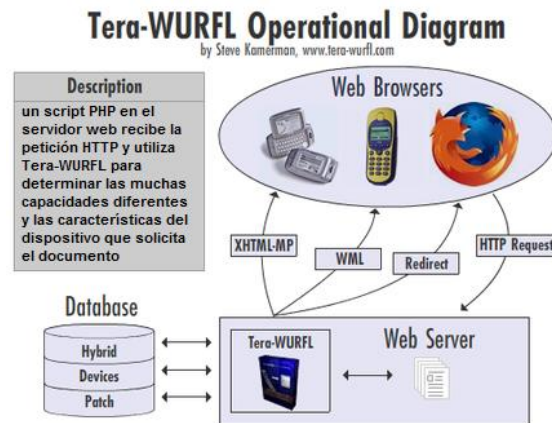


Figura 3-1. Diagrama de Funcionamiento WURFL

Flujo lógico de una solicitud típica:

- *Las Solicitudes de Dispositivos de una Página:* Un usuario pide algún tipo de contenido desde un dispositivo. El agente de usuario se pasa a la lista de WURFL para su evaluación.
- *La Solicitud es Evaluada:* WURFL toma la solicitud de agente de usuario y la pone a través de un filtro para determinar qué UserAgentMatcher usar en él. Cada UserAgentMatcher está específicamente diseñado para que coincida con el mejor dispositivo de un grupo de dispositivos similares.
- *Se Construye la Matriz de Capacidades:* Cada dispositivo en el archivo WURFL y base de datos WURFL se direcciona en otro dispositivo, por ejemplo, el iPhone 3GS sólo tiene un puñado de las capacidades, entonces se direcciona a el iPhone 3G, que añade las capacidades y nuevamente se direcciona al iPhone original, y finalmente, se direcciona a un dispositivo genérico que contiene las funciones por defecto. A través de este método de herencia, el acceso a dispositivos es pequeño, las capacidades de este dispositivo se almacenan en la matriz de capacidades, a continuación, el siguiente dispositivo en su nivel jerárquico agrega sus capacidades, y así sucesivamente hasta los dispositivos más genéricos.
- Las capacidades están disponibles en el servidor: El proceso ha terminado y las capacidades están disponibles para su uso en los scripts. Un uso común, por ejemplo, para redirigir los dispositivos móviles a una versión móvil del sitio.

El proyecto WURFL, incluye un API java basada en Spring, para facilitar la interacción con el fichero XML de WURFL, Un aspecto importante de esta API es que no se necesita ningún conocimiento XML alguno para usarla.

3.2.2 Selección del Repositorio

Para la selección del Repositorio de Dispositivos, como se menciono anteriormente se optópor *WURFL*,por las diferentes ventajas que puede ofrecer al proyecto, estas ventajas se nombran a continuación:



- Es un software libre, y la base de datos se va complementando por usuarios de dispositivos móviles a nivel mundial, lo que genera que pueda recoger información sobre todo tipo de dispositivos incluyendo los que no tienen perfil UAProf.
- El rendimiento de WURFL es superior a otros, WURFL guarda el resultado de las consultas en una tabla dedicada, haciendo que las siguientes peticiones del mismo agente de usuario es reducida a una sola consulta en esa tabla, combinándolo con el cache mismo de MySQL, hace mucho más rápido al ahorrarse muchas consultas.
- Este sistema contiene una API en Java para las consultas en la base de datos, lenguaje conocido por los autores del presente proyecto.
- La utilización del Repositorio WURFL no tiene ningún costo, está bajo la licencia GPL, por lo que el proyecto no incurriría en gastos extras.

A continuación se muestra en la *Tabla 3-1* la comparación de otros ítems evaluados para seleccionar la herramienta.

	UAProf	DeviceAtlas	Wurfl
Licencia libre	X	---	X
API JAVA	---	X	X
Conocimientos previos de la herramienta	---	---	X
Trabaja sobre Linux	X	X	X
Código abierto	X	---	X
Provisión de Terminales	---	X	X
Rendimiento	---	X	X

Tabla 3-1. Tabla Comparativa – Repositorio de Dispositivos

3.3 HERRAMIENTAS ADAPTACIÓN DE CONTENIDO

3.3.1 Adaptación de Imágenes

Para la adaptación de imágenes se utiliza la clase *ImageIO* de java, la cual permite describir el contenido de archivos tipo imagen, manejando el proceso de lectura y



escritura de la misma; realizando la Transcodificación entre diversos formatos tales como GIF, PNG, JPEG, BPM y WBPM, además incluye la notificación de errores [44].

3.3.2 Adaptación de Audio y Video

Para el Proceso de Adaptación de Audio y Video se empleó **Xuggler**, una herramienta que en esencia permite codificar y decodificar todo tipo de archivos de estos dos tipos en java, *Figura 3.2. Xuggler – Adaptación Audio y Video*, está bajo la licencia GNU pública. Xuggler utiliza FFmpeg para comprimir y descomprimir los medios de comunicación [45].

- **FFmpeg**: es una completa plataforma para soluciones de grabar, convertir y reproducir audio y vídeo, en si para el manejo de datos multimedia. Incluye libavcodec – una librería de códecs para audio/video.

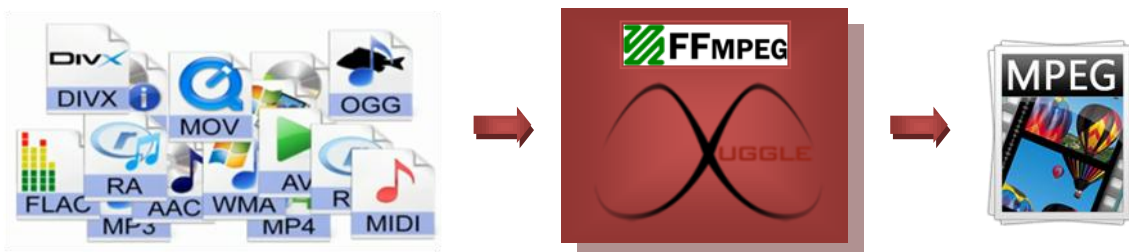


Figura 3-2. Xuggler – Adaptación Audio y Video

Xuggler provee a los desarrolladores distintas APIs escritas en Java para poder aprovechar toda su potencial de manera clara y concisa sin tener que preocuparse por los diversos procesos nativos que se ejecutan ‘tras el telón’

Xuggler se convierte en una excelente herramienta para el manejo de Video y Audio en este proyecto, permite la decodificación, codificación y modificación, admitiendo la edición de diversas características del video (opciones que otras herramientas no ofrecen), realizando el proceso de una manera rápida, y con una calidad excelente en cuanto a video se refiere, además permite la posibilidades de ampliar el proyecto posteriormente, al brindar la posibilidad de una comunicación o flujo de video u streaming, y que este haya sido adaptando o modificado (editado) de manera inmediata, o en tiempo real.

Así mismo existe **JavE** (Java Audio Video Encoder), una librería Java envuelta en el proyecto FFmpeg [57]. Permite codificar archivos de audio y vídeo de un formato a otro, en el caso de video se puede cambiar de tamaños, además de otras operaciones soportadas. Se tiene en cuenta la opción de Jave como herramienta de Adaptación debido a su facilidad al utilizarla, solo agregando la librería al proyecto, a diferencia de Xuggler que debe ser instalada, dependiendo esta del sistema operativo donde se desee operar. La ventaja principal por la que se tiene en cuenta JavE es por su aceptación en el sistema operativo Windows 7, a diferencia de Xuggler que no la hace.

Nota: Para Adaptación de Audio y Video se utilizaron las herramientas Xuggler y JavE, donde se realizaron dos mecanismos o proyectos diferentes, uno con cada herramienta, pero siempre siguiendo la misma lógica (explicada en el Capítulo 4. Los archivos codificados con cada herramienta no presentan diferencias de calidad notables. Por lo que su utilización en los prototipos es indiferente.



3.4 PLATAFORMAS PARA EL DESARROLLO DE SERVICIOS Y/O APLICACIONES IMS

Una característica principal de IMS, es ser independiente del tipo de terminal, es decir que es capaz de funcionar o proveer el servicio en todo tipo de terminal o dispositivo, siempre teniendo en cuenta la calidad del servicio y experiencia del usuario final; es por esto que son de gran importancia las aplicaciones que se presentan al usuario final, las cuales deben ser transparentes en el momento de acceder al sistema, sin importar que dispositivo o redes se estén usando.

Para el desarrollo de aplicaciones IMS, se debe abordar dos aspectos importantes [46], la tecnología y experiencia del usuario; refiriéndose a tecnología a que se debe considerar los protocolos que intervienen de extremo a extremo de la comunicación (SIP, SDP, RTP, RTCP, XML, XCAP. Ver, *Anexo A*), el cumplimiento de las normas, si la comunicación es en tiempo real o diferido; y la experiencia de usuario se refiere a como el usuario percibe el servicio, la facilidad de uso e interacción con el usuario.

Como se observa la creación de aplicaciones es complicada debido a que se debe manejar muchos conceptos o conocimientos en diversas áreas, es por eso que existen plataformas facilitadoras para la creación de aplicaciones y/o servicios IMS, donde se realizan transparentes sus procesos básicos, simulando los componentes principales de IMS (unas plataformas con una abstracción de más alto nivel que otras), facilitando así el éxito en la creación de nuevos servicios IMS.

A continuación se analiza la herramienta seleccionada para la creación y soporte de la aplicación/servicio, así como los componentes software usados para el despliegue de la red. Adicionalmente se realizó un análisis de las principales plataformas y demás herramientas en el *Anexo C*.

3.4.1 Ericsson Service Development Studio (SDS)

SDS (Service Development Studio), se trata de una herramienta de creación de servicios que permite diseñar aplicaciones IMS en un completo entorno extremo a extremo, llevando a cabo tareas de diseño, codificación y prueba, tanto para cliente y el servidor.

El propósito de SDS es proporcionar un entorno intuitivo donde los servicios sean creados en un ciclo de desarrollo altamente productivo. Para ello proporciona una multitud de plantillas y entornos para ayudar al desarrollador a reducir los tiempos empleados en la realización de los proyectos. [47] [48]

En la herramienta SDS se pueden llevar a cabo las tareas de programación tanto de la parte del cliente como de la parte del servidor de las aplicaciones IMS, usando APIs (Application Programming Interface) que ayudan a ocultar al desarrollador la complejidad interna de la red y de los terminales. Contiene incluido en su instalación un simulador de red IMS basada en estándares con emuladores de servicios de comunicaciones (CoSe), además de entornos de desarrollo emulados para la simulación del terminales móviles, conexiones de banda ancha para PC (con Windows) y la parte del servidor (conocido como SIP AS).



Con SDS los desarrolladores pueden usar APIs de alto nivel, como se define en las especificaciones JSR-281 y JSR-235, para acceder y controlar funcionalidades de nivel superior como Voz sobre IP (VoIP), Push-To-Talk (PoC) y mantenimiento de grupos y listas (PGM); así como también se disponen de interfaces que soportan funciones de tarificación, autenticación y autorización.

SDS está compuesto de seis componentes principales:

- Entorno de desarrollo basado en Eclipse, un destacado entorno de desarrollo integrado para Java.
- APIs de alto nivel para ocultar al diseñador la complejidad de la red y el terminal.
- Plataforma de Cliente IMS (ICP) que puede ser descargada para terminales como base para múltiples clientes simultáneos.
- Entorno de emulación para terminales, en su última versión, incluye IMS Java Utility (IJCU), el apoyo del 80 por ciento de todos los teléfonos disponibles en el mercado.
- Entorno de análisis incluyendo la red IMS y emulación de la aplicación de servidor.
- Entorno de ejecución de pruebas, y generación visual del flujo de tráfico

La última versión de SDS, es la 4,2 y trae nuevas funcionalidades, las que se destacan:

- Ayuda a la creación de IMS aplicaciones cliente-servidor IPTV.
- IDE-API de negocios independientes para la configuración, aprovisionamiento y control de nodo.
- Integración de código abierto Glassfish / SailFinJavaEE / servidor SIP.
- Soporte mejorado para soluciones de dispositivos cliente JME.
- Mayor SDS IJCU dispositivo cliente JavaME.

Los principales componentes y funciones que ofrece SDS se resumen en la *Figura 3.3. Componentes y Funciones SDS*, mostrada a continuación:

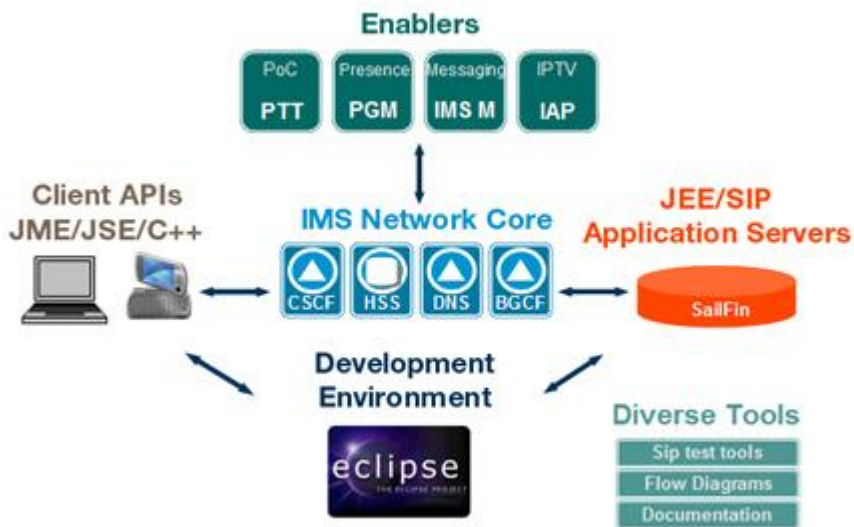


Figura 3-3. Componentes y Funciones SDS



3.4.2 IMS Client Platform

La Plataforma de Cliente IMS (ICP), ha sido diseñada por Ericsson para garantizar el éxito y evolución de IMS, facilitando el desarrollo y la ejecución de aplicaciones IMS para cualquier dispositivo que soporte la plataforma, contando con una interfaz de programación Java, el ICP-API, la cual oculta la complejidad de IMS, aislando al desarrollador de los protocolos involucrados en la comunicación, además de contar con herramientas de desarrollo, bibliotecas y emuladores de terminales. Es así como se aborda las características esenciales de IMS, interoperabilidad, innovación de servicios, flexibilidad, convergencia, entre otras; esto gracias a que se respeta puntualmente las normas 3GPP IMS de acuerdo al release 6 y 7, además de emplear todos los protocolos que son necesarios para implementar los servicios IMS. [46]

ICP administra las características de los terminales, al ofrecer una fácil conexión entre los medios de comunicación para el intercambio de diferentes tipos de contenido entre aplicaciones o terminales, al mismo tiempo que establece una buena calidad de servicio (QoS).

La API de ICP proporciona acceso a la comunicación y los recursos multimedia, las aplicaciones pueden solicitar estos recursos, y así ICP asigna los medios de comunicación y puertos de la misma, realizando la negociación con otros terminales, además de la calidad de servicio en la red. Cada aplicación es el "dueño" de los recursos en uso, mientras que una sesión está activa, cuando se solicite terminar una sesión, el ICP libera automáticamente todos los recursos asociados.

A finales de 2005, Ericsson y BenQ Mobile (antes Siemens Mobile) plantearon la normalización de una API de servicios de IMS en el *Java Community Process (JCP)*, que se encarga de la normalización de las API de Java. JCP aprobó la propuesta y formaron el JSR-281 (Java Specification Request) para estandarizar los servicios IMS en la API. Es así como la plataforma para cliente IMS (ICP) sirvió como el marco básico en el proceso de normalización, y sus funcionalidades se dividen en dos especificaciones.

- *JSR-281 (IMS Services API)* [46] [49]: *API de Servicios IMS*, tiene como objetivo permitir a los programadores escribir aplicaciones que integren a IMS, centrándose en la funcionalidad de los servicios y no en los detalles de la implementación de la tecnología IMS. JSR-281 1.0 fue lanzado como estándar Java en julio de 2008, donde la API de IMS define un conjunto de funciones de alto nivel, permitiendo a las aplicaciones Java ME acceder a un conjunto de funciones de IMS, por ejemplo:
 - Mecanismo de registro IMS de alto nivel.
 - Apoyo a la ubicación de múltiples servicios IMS.
 - Uso de sesiones de servicio IMS (basado en sesiones SIP).
 - Uso de conexiones de los medios de comunicación.
 - Aborda la Calidad de Servicio
 - Ocultar y encapsular los protocolos internos que son utilizados por IMS



- JSR-325 (IMS CommunicationEnablers) [50]: *Facilitadores de Comunicaciones IMS*, fue lanzada como estándar Java en enero de 2010, tiene como objetivo definir una API de alto nivel de abstracción y permitir un acceso a un conjunto esencial de Facilitadores de Comunicación IMS (IMS CommunicationEnablers) que son previstos por la industria Móvil y la comunidad IMS, como son:
 - Presencia
 - Grupo de Gestión de listas (GLM) y gestión de documentos XML (XDM)
 - Servicios combinados de IMS (CSI)
 - OMA IM (mensajería instantánea)
 - Telefonía Multimedia (MMTel)
 - Push to Talk sobre Celular (PoC)

Es así como ICP ofrece a los usuarios finales el mismo servicio sin tener en cuenta la plataforma del terminal o la tecnología de acceso, ofreciendo interoperabilidad entre terminales como se muestra en la siguiente figura: *Figura 3.4. ICP – Interoperabilidad entre Terminales.*

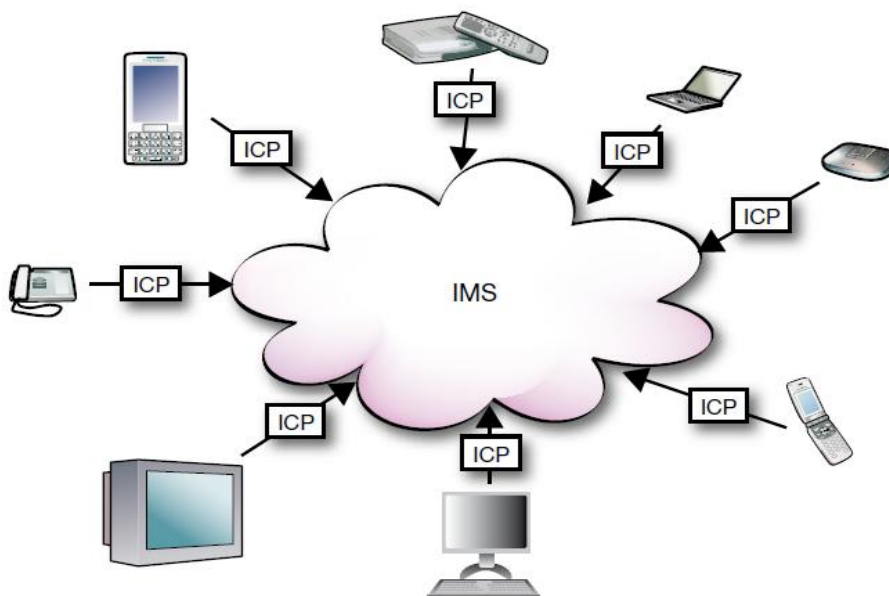


Figura 3-4. ICP – Interoperabilidad entre Terminales

3.4.3 Sailfin

Sailfin es un servidor de aplicaciones que se instala por defecto con el SDS, está basado en una robusta y escalable tecnología de servlets SIP sobre el servidor de aplicaciones GlassFish basado en la tecnología Java EE. En Sailfin se trabaja hacia el alcance de una



compatibilidad con la especificación JSR 289, añadiendo alta disponibilidad, capacidad para clustering e integración con los servicios existentes de GlassFish. [51]

JSR 289 actualiza el API de servlets SIP y define un modelo de programación de aplicaciones estándar para combinar servlets SIP y componentes Java EE. Los servicios Java EE, como servicios web, persistencia, seguridad y transacciones, habilitan un rápido desarrollo de mejores aplicaciones de comunicaciones.

Características:

- Confidencialidad e integridad de mensajes SIP usando TLS
- Autenticación de usuario
 - Algoritmo MD5
 - Dominios apoyados por defecto del API JDBC
- Autorización
 - Basada en los roles de Java EE, grupo y principio de mapeo
 - Usa JACC (Java AuthorizationContract for Containers), Contrato de Autorización Java para Contenedores
- Configuración para definir dominios confiables (Entidades SIP confiables, nombre de los host, direcciones IP)
- Administración por interfaz gráfica o por consola, las cuales soportan todas las características del proyecto Sailfin
 - Crear o borrar proxy SIP
 - Configurar seguridad TLS
 - Soporte de monitoreo para contenedores SIP
- Los flujos de llamada con soporte de tráfico SIP
- Reconfiguración dinámica
- Consola Web con soporte SIP
- Sailfin usa un contenedor SIP, el cual tiene una protección de sobre carga, con la capacidad de rechazar peticiones si el servidor tiene un tráfico alto, tanto SIP como HTTP.

Sailfin también posee un enrutador de aplicaciones SIP que posee:

- Contenedor de aplicaciones SIP con consultas de enrutamiento.



- Enrutador de aplicaciones
 - Examina las peticiones SIP
 - Selecciona que aplicación debe ser ejecutada
 - No modifica ni peticiones ni respuestas
- Creación de servicios usando el enrutador de aplicaciones. (Figura 3.5. Sailfin – Enrutador SIP)

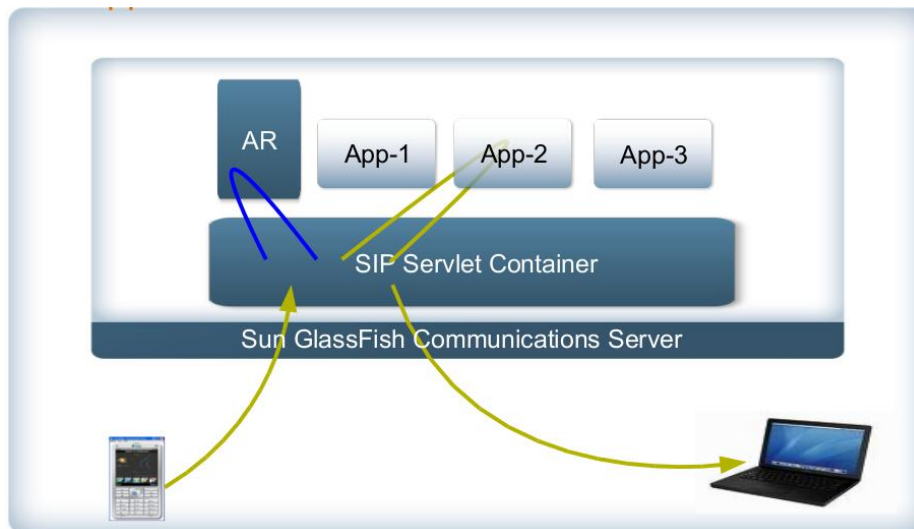


Figura 3-5. Sailfin – Enrutador SIP

- **Arquitectura**

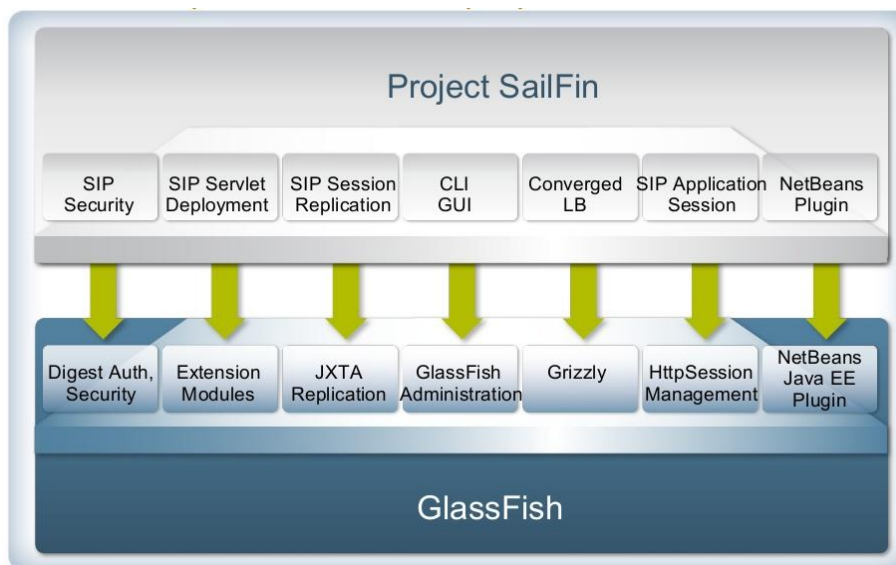


Figura 3-6. Arquitectura Sailfin

La Figura 3.6. Arquitectura Sailfinnos muestra la arquitectura que es usada por Sailfin, la cual tiene las siguientes características:



- Aprovecha el centro de actualización de GlassFish.
 - Cualquier complemento del proyecto GlassFish también trabajara con el proyecto Sailfin.
- Modelo SPI entre el proyecto GlassFish y Sailfin
 - Interacción interna entre GlassFish y Sailfin

Nota: la instalación de Sailfin va inmersa o la trae por defecto en la instalación del SDS.

3.4.4 Selección Plataforma de Desarrollo para Servicios IMS

Observando las características de las diferentes herramientas para desarrollar servicios y/o aplicaciones IMS, se considera que las más apropiadas son:

- Ericsson ServiceDevelopment Studio (SDS) para emular un entorno IMS.
- Sailfin para la capa de aplicación de dicho entorno.

Las ventajas al trabajar con la plataforma u herramienta SDS de Ericsson se detallan a continuación:

- El SDS cuenta con un medio intuitivo en el entorno de programación Eclipse, el cual cuenta con APIs que facilitan la complejidad de la red.
- SDS facilita la implementación de servicios, se pueden llevar a cabo tareas de programación tanto de la parte de los clientes, como de la parte del servidor de la aplicación.
- Contiene entornos de desarrollo emulados para la simulación de terminales móviles y conexiones de banda ancha para PCs.
- Disponen de interfaces que soportan funciones de tarificación, autenticación y autorización, facilitando el objetivo principal del que se ocupa el actual proyecto.
- SDS tiene el servidor de aplicaciones Sailfin instalado por defecto, característica esencial de la escogencia de este servidor.

A continuación se muestran las tablas comparativas de los ítems evaluados para seleccionar las herramientas, tanto para la plataforma de desarrollo (*Tabla 3-2*) como para el servidor de aplicaciones (*Tabla 3-3*). Las herramientas con las que se realiza la comparación se detallan en el *anexo C*.



• Núcleo de IMS:

	Open IMS Core	SDS Ericsson
Licencia libre	X	X
Lenguaje JAVA	---	X
Conocimientos previos de la herramienta	---	X
Trabaja sobre Linux	X	X
Soporte de la herramienta	X	X
Integración con otras herramientas	X	X

Tabla 3-2. Tabla Comparativa – Núcleo IMS

• Servidor de Aplicaciones:

	Rhino SLEE	Sailfin
Licencia libre	---	X
Lenguaje JAVA	X	X
Conocimientos previos de la herramienta	---	X
Código abierto	X	X
Creación de Servlets	---	X
Soporte de la herramienta	X	X
Integración con otras Herramientas	---	X

Tabla 3-3. Tabla Comparativa – Servidores de Aplicaciones



Las Herramientas analizadas a lo largo del presente capítulo ayudaran y facilitaran el desarrollo del proyecto, desde su etapa inicial (creación y manejo de entorno IMS, implementación y ejecución de los mecanismos propuestos), hasta su etapa final (implementación del prototipo). Como se observa en la definición, cada herramienta fue seleccionada dependiendo a la función que desempeñara en el presente proyecto, y que dicha función la realizase lo más eficientemente posible, comparada con las herramientas analizadas en el Anexo C.

La utilización del SDS de Ericsson en el desarrollo del proyecto, con la integración de este con el entorno de desarrollo Eclipse, facilita y permite simular o emular las entidades (HSS, CSCF) y protocolos (SIP, SDP, DIAMETER) necesarios para la implementación del entorno y ejecución de los mecanismos, asimismo se integra con el servidor de aplicaciones (Sailfin) preciso para la aplicación/prototipo a realizar. Además SDS permite la emulación de usuarios (clientes de escritorio y móviles) mediante el uso de la herramienta ICP, con la cual se podrá realizar la evaluación de los Mecanismo (s) y Prototipo planteados.

La herramienta Xuggler, utilizada de la adaptación de contenidos tipo Audio y Video, abre las puertas a una herramienta con un gran soporte y respaldo. La cual gracias a los trabajos y actualizaciones que se realizan, podrá ofrecer grandes posibilidades para la creación o mejoras de servicios y aplicaciones en un futuro cercano. Entre estas se encuentra la posibilidad de obtener archivos desde casi cualquier fuente (por ejemplo, cámaras Web, buscadores, noticias, Youtube o cualquier fuente de archivos multimedia), mezclarlas juntas y generar Audio y Video para ofrecerlo en un solo streaming – Transcodificación en tiempo real.



4.

IMPLEMENTACIÓN DEL MECANISMO PROPUESTO

En la sección 2.4 se definió la arquitectura para la adaptación de contenidos (*Figura 2.9*), en la cual se propuso usar un mecanismo de adaptación de contenidos, que incluye a su vez un mecanismo de reconocimiento de dispositivos.

Por lo que en este capítulo, se realiza la implementación del núcleo IMS, así como su adecuación y configuración de las entidades involucradas necesarias para brindar o desplegar servicios y aplicaciones para clientes IMS.

Así mismo se detalla los procedimientos para la implementación de los mecanismos de adaptación de contenidos y de reconocimiento de dispositivos, además de dar una ilustración de la interacción de estos mecanismos en una determinada aplicación o servicio, para finalizar se realizan un conjunto de pruebas individuales que permiten la evaluación de la red y de los mecanismos propuestos.

4.1 DESPLEIGUE DEL NÚCLEO IMS

La plataforma seleccionada para el desarrollo de servicios e implementación del núcleo IMS fue Ericsson ServiceDevelopment (SDS), la cual incluye otras aplicaciones o programas necesarios para su buen funcionamiento, o que son necesarias para el presente proyecto.

Además se hace necesario de ciertos procesos para el buen funcionamiento de los mecanismos a proponer, donde se hace uso de algunos componentes propios de la arquitectura IMS, lo que implica el manejo de la herramienta SDS.

4.1.1 Componentes Software

Hay que tener en cuenta que como prerrequisito, el entorno SDS necesita o utiliza componentes que se ejecutan en equipos con sistema operativo Windows XP, por lo cual debe ser instalado en equipos con este sistema operativo. La siguiente es una lista de todos los componentes software usados para el despliegue de la red IMS.

- *Java Development Kit versión 1.6 (jdk 1.6).*
- *Ericsson ServiceDevelopment Studio 4.1.*
- *Eclipse 3.4 JEE + GEF.*
- *IMS ClientPlatform (ICP).*



La instalación y configuración de las herramientas mencionadas anteriormente se definen en [52].

4.2 MECANISMO DE RECONOCIMIENTO DE DISPOSITIVOS

Este mecanismo es el encargado de identificar las características de todos los terminales que ingresen a la red, cuando un usuario se registra en la misma, se toma el agente de usuario (User-Agent), el cual es comparado e identificado en WURFL (repositorio de dispositivos usado por este proyecto) en donde se obtienen las características de los terminales.

WURFL es archivo XML, de donde se extraen los datos o características de los diferentes dispositivos de manera rápida y se incluyen en el prototipo. WURFL se puede considerar (*Capítulo 3*) como una base de datos global de todos los dispositivos y de sus características. El mecanismo propuesto por el actual proyecto se encarga de los métodos necesarios para leer e interpretar dicha información, las características, y así estén disponibles para cualquier aplicación, donde se podrá conocer los requisitos particulares de ciertas familias de dispositivos.

Las características o capacidades del dispositivo que necesitan ser identificadas, *Figura 4.1*. dependen de qué tipo de archivo multimedia se vaya a adaptar, para la adaptación de archivos tipo Imagen se necesita conocer la resolución de la pantalla (alto y ancho), además de los formatos de imágenes que soporta. Para el caso de archivos de Audio se requiere identificar que códecs de sonido son soportados por el dispositivo. En el caso de archivos de Video, de la misma forma que para imagen, se requieren parámetros como resolución de pantalla, códecs de video soportados y los códecs de audio soportados (para el stream de audio que acompaña al video). Estos parámetros se analizarán más adelante.



Figura 4-1. Identificación de Dispositivos

Para el proceso de identificación de dispositivos se utiliza el agente de usuario (user-Agent), el sistema lo analiza e inicialmente examina si se está accediendo desde un PC de escritorio (incluido laptops) o desde un dispositivo móvil; en el caso de ser un PC, los parámetros necesarios para la adaptación son asignados estáticamente, asumiendo que un PC no presenta inconvenientes en el procesamiento de cualquier archivo o cualquier formato, en el caso de ser un dispositivo móvil, el Agente de Usuario se compara con el de los dispositivos de la base de datos que se encuentra en el archivo WURFL.xml, de



donde se obtienen los parámetros necesarios para la adaptación, si el terminal no es encontrado en este archivo se le asignan parámetros por la no identificación del dispositivo móvil. Cuando se han obtenido o asignado todos los parámetros, estos son almacenados. El anterior proceso se muestra en la *Figura 4.2*.

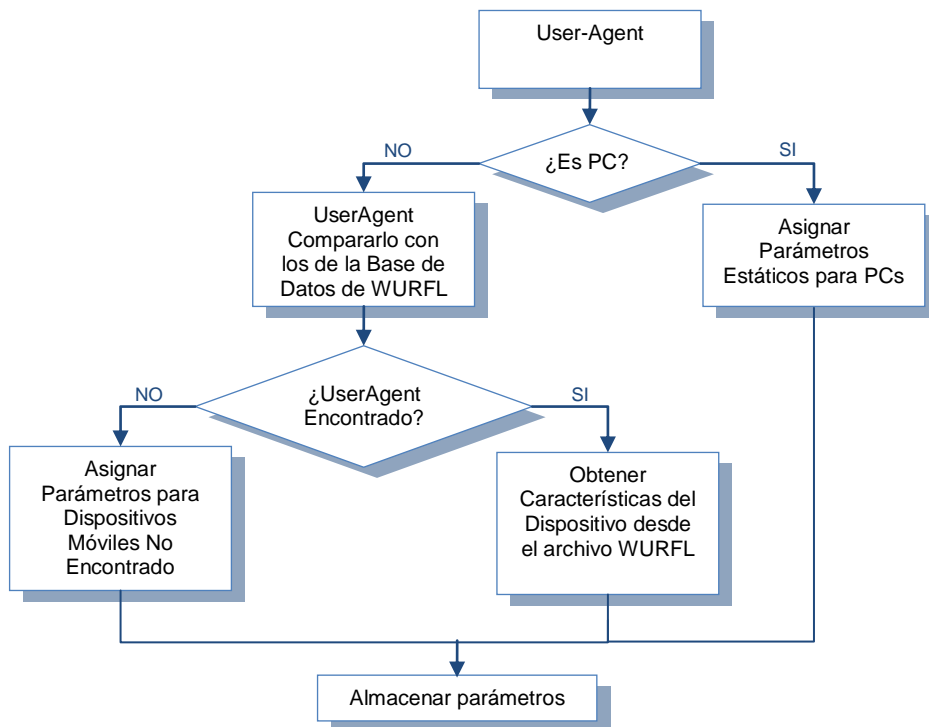


Figura 4-2. Diagrama de Flujo – Reconocimiento de Dispositivos

A continuación se explica con detalle la obtención o asignación de los parámetros o características de los dispositivos.

4.2.1 Caracterización de dispositivos en WURFL

En la *Figura 4.2* Se encuentra el bloque o módulo “obtener *las características del dispositivo desde el archivo WURFL*” el proceso o función que realiza, se analiza a continuación.

Para entender mejor el proceso, primero se define una característica esencial en WURFL, *la herencia de capacidades*; En el mercado existen múltiples versiones de un mismo dispositivo, es por eso que en el archivo WURFL cada sub-versión de un dispositivo existente direcciona a otro dispositivo más genérico (dispositivo padre). Es así como una sub-versión de un dispositivo tendrá un puñado del total de sus características, y su dispositivo padre o el siguiente dispositivo en el nivel jerárquico agregará otro grupo a lista de características, y así sucesivamente hasta que los dispositivos mas genéricos completen las lista de todas las características.

Ahora se identifican los atributos importantes utilizados en la caracterización de los dispositivos:



- *User-Agent*: parámetro que identifica a cada dispositivo.
- *Identificador Único (id)*: identifica a cada dispositivo en el archivo WURFL, este parámetro es propio de WURFL.
- *Fall_back*: parámetro que referencia al dispositivo padre en la jerarquía (este posee el *id* del dispositivo padre directo)

El proceso para obtener las características del dispositivo inicia cuando el *User-Agent* del dispositivo es encontrado en el archivo Wurfl, a continuación se evalúan la existencia de las características que se desean obtener, se pueden tener 2 opciones, que las características que se buscan existan (su valor puede ser numérico, carácter, o booleano), o que no exista alguna de ellas (valor *Null*); al existir una o todas las características, cada una se va almacenando en una variable definida, si no existe alguna de ellas, se prosigue a analizar el atributo *fall_back*, el cual proporciona el *id (identificador único)* del dispositivo padre, este será el parámetro con el cual se realizara una nueva búsqueda del dispositivo, para nuevamente evaluar la existencia de las características faltantes. El proceso se repite hasta que todas las características tengan un valor, es decir que existan, garantizando que siempre tendrá un valor. Para una mejor comprensión se muestra el proceso que se sigue mediante un diagrama de flujo en la *Figura 4.3*.

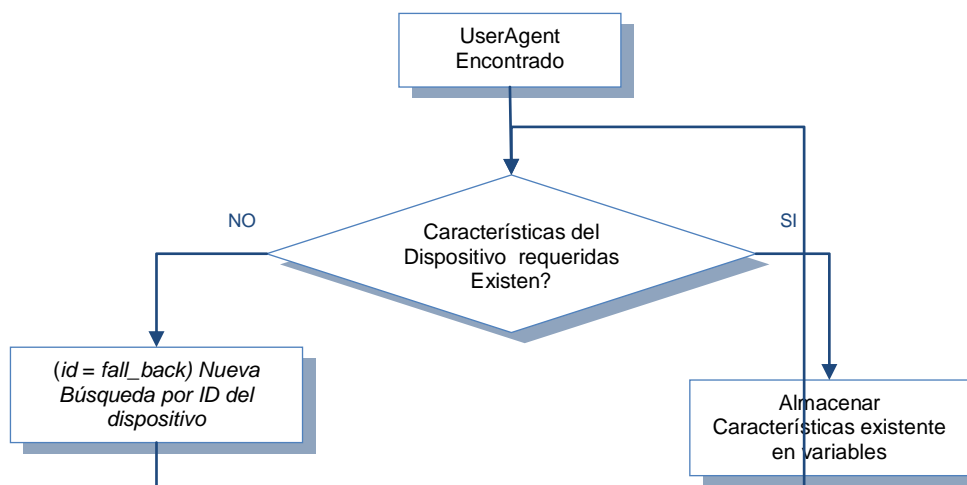


Figura 4-3. Diagrama de Flujo – Caracterización de Dispositivos

Cuando se encuentra las características del dispositivo, el archivo WURFL las tiene organizadas mediante grupos con el fin de tener mayor facilidad en la lectura, cada grupo tiene una colección de capacidades, donde cada capacidad es única, no existen dos capacidades con el mismo nombre, ni aun estando en grupos diferentes. Las capacidades según su tipo tienen un valor, pueden ser de tipo booleano, un número, o una cadena de caracteres.

Para el presente proyecto se utilizaron ciertos grupos, donde se hace importante obtener ciertas características o capacidades de cada uno, como se muestra a continuación [53].



- **Display (Pantalla)**

Agrupar las capacidades relacionadas con características visuales del dispositivo, las características importantes para el presente proyecto se muestran en la *Tabla 4-1*.

Capacidad	Tipo	Descripción
resolution_width	cualquier número entero	Este campo representa el ancho de la pantalla, se expresa en píxeles
resolution_height	cualquier número entero	Este campo representa la altura de la pantalla, se expresa en píxeles

Tabla 4-1. Capacidades del Grupo Display (Pantalla)

- **Image_Format (Formato de imagen)**

Agrupar las capacidades relacionadas con imágenes. Los formatos importantes a tener en cuenta se describen en la *Tabla 4-2*.

Capacidad	Tipo	Descripción
JPG	True/False (verdadero / falso)	Soporta formato JPG
PNG	True/False (verdadero / falso)	Soporta formato PNG

Tabla 4-2. Capacidades del Grupo Image_format (Formato de Imagen)

- **Sound_Format (Formato de Sonido)**

Agrupar las capacidades relacionadas con los formatos de sonido soportados. Los formatos que se ocupan en el actual proyecto se describen en la *Tabla 4-3*.

Capacidad	Tipo	Descripción
ACC	True/False (verdadero / falso)	Soporta Formato AAC de sonido estándar
MP3	True/False (verdadero / falso)	Soporta formato MP3

Tabla 4-3. Capacidades del Grupo Sound_Format (Formato de sonido)

- **Playback (Reproducción)**



Agrupar las capacidades relacionadas a los formatos que pueden ser reproducidos mediante video, las capacidades se muestran en la *Tabla 4-4*.

Capacidad	Tipo	Descripción
playback_mp4	True/False (verdadero / falso)	Verdadero si el teléfono es compatible con vídeos en MP4

Tabla 4-4. Capacidades del Grupo PlayBack(Reproducción)

Para el presente proyecto, en la implementación del mecanismo de reconocimiento de dispositivos, se crean ciertas variables, donde se almacenara información de los formatos y resolución que acepte el dispositivo, y que luego será utilizada para la adaptación de contenidos. Los formatos requeridos obedecen a los formatos establecidos en el *capítulo 2, sección 2.2.2*.

A continuación se muestra la *Tabla 4-5*, con las características o variables necesarias, estas se implementaron para el actual proyecto. La tabla incluye el nombre de la variable, el valor que puede tomar, y la descripción de la misma.

Variable / Característica	Valor	Descripción
Resolución de Pantalla Ancho	Numero Entero	Es la resolución del ancho de la pantalla del dispositivo (se representa en pixeles)
Resolución de Pantalla Alto	Numero Entero	Es la resolución del alto de la pantalla del dispositivo (se representa en pixeles)
Formato de JPG	True/False	El valor <i>True</i> es si el dispositivo acepta el Formato JPG, <i>False</i> en caso contrario
Formato PNG	True/False	El valor <i>True</i> es si el dispositivo acepta el Formato PNG, <i>False</i> en caso contrario
Formato AAC	True/False	El valor <i>True</i> es si el dispositivo acepta el Formato AAC, <i>False</i> en caso contrario
Formato de MP3	True/False	El valor <i>True</i> es si el dispositivo acepta el Formato MP3, <i>False</i> en caso contrario
Formato de MP4	True/False	El valor <i>True</i> es si el dispositivo acepta el Formato MP4, <i>False</i> en caso contrario

Tabla 4-5. Parámetros para la Caracterización de Dispositivos



4.2.2 Asignación de Características Fijas para los Dispositivos

En la *Figura 4.2 Diagrama de Flujo – Reconocimiento de Dispositivos*, se muestra dos bloques encargados de la asignación de características, uno encargado de la asignación de características estáticas cuando el dispositivo se trata de un PC (incluido Laptops), y otro bloque donde se asignan las características para los dispositivos Móviles que no han sido encontrados en el archivo WURFL. La asignación de dichas características se describe a continuación.

En la *Tabla 4-6* se muestra los parámetros asignados cuando el dispositivo identificado es un PC o un laptop.

Características Dispositivo	
Dispositivo	PC
Resolución de la pantalla Ancho	1200
Resolución de la Pantalla Alto	800
Formato JPG	True
Formato PNG	True
Formato AAC	True
Formato MP4	True

Tabla 4-6. Parámetros para Dispositivos de Escritorio (PCs y/o Laptops)

En los parámetros asignados para PCs (incluidos Laptops), se establece una resolución de Pantalla de 1200x800 luego de considerar que es la más común para dispositivos de este tipo, además que ofrece una buena calidad para Videos y/o Imágenes. Por otro lado los PC soportan una variedad de formatos, es por eso que se asumió que los PCs no tienen inconveniente en soportar formatos como JPG, PNG, ACC, MP4; formatos que ofrecen una excelente calidad y los elegidos para transcodificar los archivos multimedia, como se explicó en el *capítulo 2*.



Por otro lado, se puede tener el caso de un dispositivo móvil que no sea encontrado o no pueda ser identificado en el archivo WURFL, para este caso se le asignan los parámetros descritos en la *Tabla 4-7* así:

Características Dispositivo	
Dispositivo	Móvil
Resolución de la pantalla Ancho	240
Resolución de la Pantalla Alto	320
Formato JPG	True
Formato PNG	True
Formato AAC	True
Formato MP4	True

Tabla 4-7. Parámetros para Dispositivos Móviles No Identificados

Para la asignación de los anteriores parámetros, se tuvo en cuenta que los dispositivos móviles que acceden a la red, tienen la capacidad de conectarse inalámbricamente, lo que permite concluir que son dispositivos de gama alta aptos a reconocer o soportar los formatos establecidos, además se establece una resolución de pantalla de 240x320, al considerarla una de las más comunes y fácil aceptación para los nuevos dispositivos de este tipo.

Hay que destacar que el valor para el parámetro *Formato MP3* no se asigna tanto para dispositivos de escritorio como para dispositivos móviles no encontrados, debido a que no es necesario, ya que el formato principal que es AAC, está disponible o se define aceptado por los terminales de este tipo, lo que inutiliza el *Formato MP3*.

4.3 MECANISMO DE ADAPTACIÓN DE CONTENIDOS

El proceso de adaptación de contenidos es donde se presenta el mayor uso de recursos por parte del servidor, es por eso que las labores asociadas a este proceso se diseñaron de tal forma que se garantice una buena calidad en la codificación de los archivos y al mismo tiempo que se trate de realizar en el menor tiempo posible.



Para el desarrollo de este mecanismo se utilizó el entorno de desarrollo Eclipse y el lenguaje de programación Java.

El Mecanismo de Adaptación de Contenidos es el encargado de recibir el contenido (Imágenes, Audio y/o videos) que quiere ser enviado desde un usuario a otro (Usuario–Usuario o Servicio–Usuario), actúa como mediador, recibe o toma el archivo que se quiere enviar, adapta el contenido, quedando listo para su reenvío al usuario de destino original.

Cuando se habla de que el mecanismo recibe el archivo, este realmente recibe la URL del archivo original en memoria que quiere ser transcodificado, devolviendo una URL final del archivo transcodificado y listo para ser enviado. Por lo mencionado, la aplicación o servicio que utilice el mecanismo debe encargarse del cambio de la URL del archivo original por la URL del archivo transcodificado, que será finalmente enviado.

Para el proceso de la adaptación se divide en diferentes etapas, cada una cumpliendo con funciones importantes y específicas. En la *Figura 4.4* se muestran estas etapas.

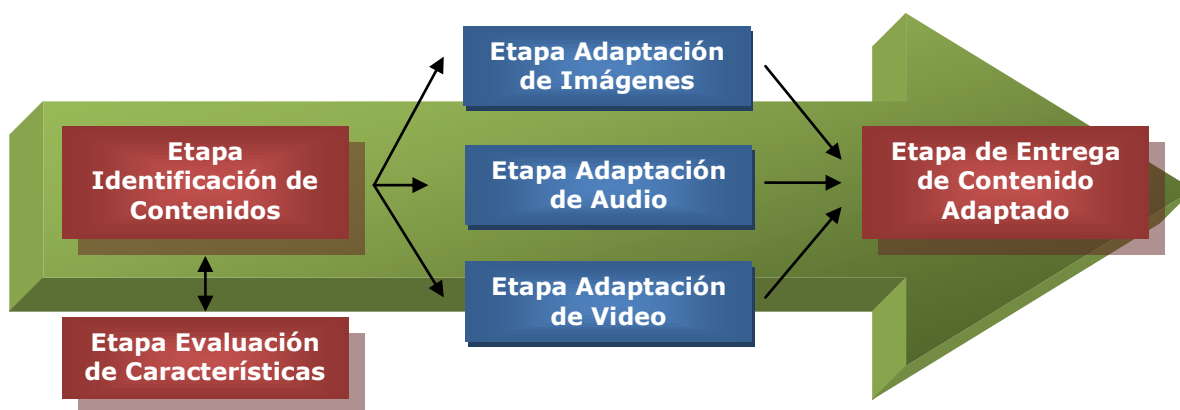


Figura 4-4. Etapas del Mecanismo de Adaptación de Contenidos.

El proceso para la adaptación de contenidos inicia identificando el archivo a adaptar (*Etapa Identificación de Contenidos*), al mismo tiempo que se obtienen las características y/o formatos soportados por el dispositivo final (*Etapa evaluación de Características*). En la identificación del archivo se pueden dar tres opciones, que el archivo sea una Imagen, un Audio o un Video, dependiendo a esto será su adaptación (*Etapa de Adaptación de Imágenes/Audio/Video*), una vez adaptado el contenido, este será entregado para que pueda ser enviado al usuario o dispositivo final (*Etapa de Entrega de Contenido Adaptado*). A continuación se explican con más detalle cada una de las etapas.

4.3.1 Etapa de Identificación del Contenido

Es la clase o etapa inicial de este Mecanismo, en la cual se especifica la URL o dirección en memoria del archivo que va ser enviado al usuario final, se examina el formato que posee, y dependiendo de esto lo cataloga en cuatro diferentes tipos, para luego ser enviado a su correspondiente etapa.

- **Archivos Tipo Imágenes:** son imágenes que poseen formatos BPM, JPEG, GIF, PNG o WBPM, y son enviadas a la etapa de Adaptación de Imágenes.



- **Archivos Tipo Audio:** son los archivos que son reconocidos como stream de audio, en estos se incluyen formatos tales como MP3, ACC, Ogg, Real Audio (RM), WMA, AIFF, WAV o wave, MIDI, m4a, entre otros, y son enviados a la etapa de Adaptación de Audio.
- **Archivos Tipo Video:** son archivos que poseen un stream de Audio, y al mismo tiempo poseen un stream de Video, estos archivos son enviados a la etapa Adaptación de Video, se puede reconocer casi cualquier tipo de formato de video incluyendo Quick Time (MOV), AVI, MP4, AVC, FLV, entre muchos otros.
- **Otro Tipo de Archivos:** son cualquier tipo de archivos diferentes a los tres anteriores que podrán ser enviados, pero no se utilizara ningún tipo de adaptación en ellos. Entre ellos están Documentos Office, Archivos comprimidos, Instaladores, Documentos de Texto, entre otros, también se incluyen los archivos que no pueden ser identificados o que no pueden ser Transcodificados (Adaptados), estos archivos no se dirigen a ninguna otra clase u etapa, son enviados directamente al dispositivo receptor, haciendo a la URL final del archivo transcodificado igual a la URL del archivo original. Este tipo de archivos se tienen en cuenta debido a que cabe la posibilidad de que al mecanismo de adaptación lleguen archivos que no pertenezcan al tipo de contenidos analizados.

Para una mejor comprensión se presenta en la *Figura 4.5* un diagrama de flujo de la selección y clasificación según sea el tipo de archivo.

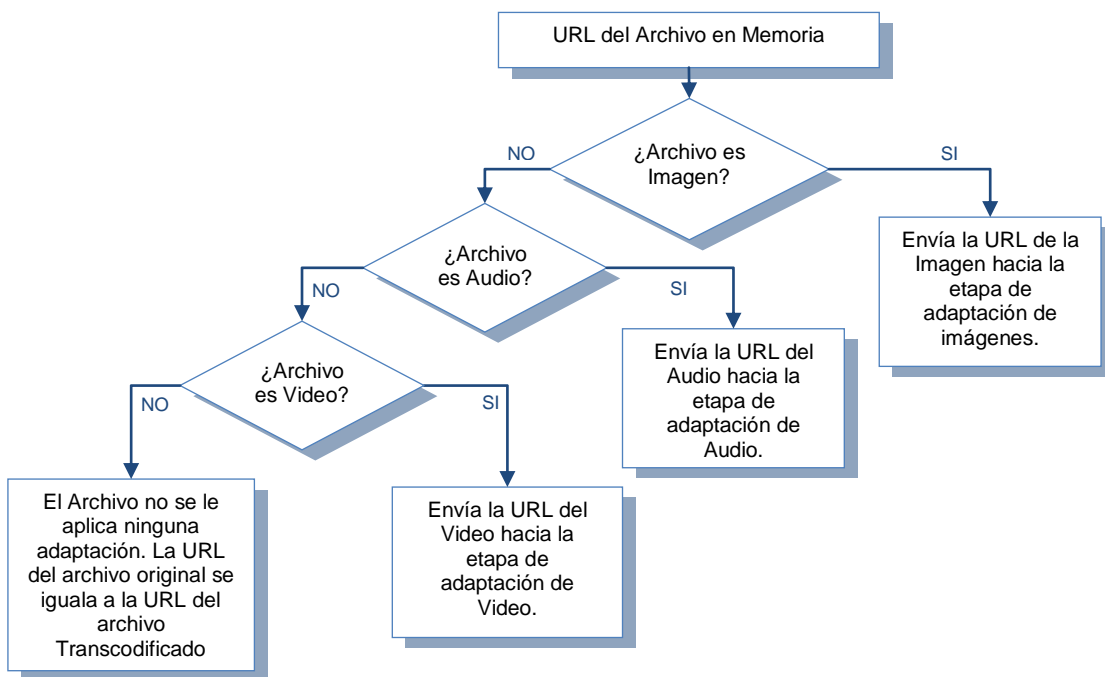


Figura 4-5. Diagrama de Flujo – Etapa de Identificación de Contenidos

Hay que tener en cuenta que esta etapa recibirá las características del dispositivo, necesarias para la adaptación del contenido, y que provienen de la Etapa de Evaluación



de Características, explicada a continuación. Estas características serán enviadas hacia las etapas de adaptación, que como se explico, dependen del tipo de contenido a adaptar.

4.3.2 Etapa Evaluación de Características

Esta etapa es la encargada de la identificación o evaluación de las características, incluyendo los formatos necesarios que dependen al tipo de contenido que se vaya a adaptar (imagen, audio o video), envía la resolución de pantalla (para imágenes y videos), y seleccionará entre el formato principal o el secundario para cada tipo de archivos, dependiendo cual soporte el dispositivo final o que tenga un valor True, estos valores serán enviados hacia las diferentes etapas que correspondan, Etapa de Adaptación de Imágenes/Audio/Video.

Las características que se mencionan serán obtenidas con anterioridad por el Mecanismo de Reconocimiento de Dispositivo. Específicamente las características obtenidas son: Resolución de la Pantalla–Alto, Resolución de la Pantalla–Ancho, Formato JPG, Formato PNG, Formato AAC, Formato MP3, Formato MP4, su definición es mostrada en la *Tabla 4-5*.

A continuación se explican las variables o características de los dispositivos (*Tabla 4-5*), obtenidas en el Mecanismo de Reconocimiento de Dispositivos y como es la relación o utilización de estas en el Mecanismo de Adaptación de Contenidos, específicamente en esta etapa de Evaluación de Características.

- Para el caso de imágenes, hace la revisión del valor de la *Resolución de la Pantalla (Alto y Ancho, son valores numéricos)*, *Formato JPG* y *Formato PNG*, de estos dos últimos el que este en un valor True será enviado. Si los dos poseen valor True, el mecanismo decide cual es el formato a transcodificar (dependiendo si la imagen posee o no transparencias); si solo uno tiene valor True, ese será el formato a transcodificar archivos tipo imagen.
- Para el caso de archivos tipo audio, primero examina el valor de la capacidad *Formato AAC* (formato principal para la transcodificación de audio), en caso de tener un valor True, lo envía como formato a transcodificar, en caso de poseer un valor False, se examina la capacidad *Formato MP3*, el cual si tiene un valor True será el formato a transcodificar. El formato a transcodificar será el que se envié.
- Para el caso de archivos tipo video, examina el valor de la capacidad *Resolución de la Pantalla (Alto y Ancho)* y *Formato MP4*, este último es el formato principal para la transcodificación de Videos, en caso de tener un valor True, lo envía como formato a transcodificar.

Con lo mencionado anteriormente, se muestra que para los contenidos de tipo imagen y tipo sonido se tienen dos opciones de formato al que podrá ser transcodificado el archivo que se seleccionará dependiendo de las características del dispositivo; en casos extremos, existe la posibilidad de que el dispositivo no soporte ninguno de los dos formatos que se proponen como opciones, es por eso que se plantea la alternativa que en estos casos sea el mismo usuario quien seleccione el formato al cual será transcodificado. Dicha solución no se abordará en el presente proyecto debido a que los formatos seleccionados, cuentan con una gran usabilidad o gran aceptación por los diferentes



dispositivos, por lo que la posibilidad de encontrar dispositivos que no soporten las diferentes opciones, son mínimas.

La opción que toma este proyecto, en el caso extremo de encontrar dispositivos que no soporten las opciones de formatos a transcodificar (es decir que posean un valor false, tanto su opción principal como la secundario), se enviará el archivo original sin ninguna adaptación.

4.3.3 Etapa Adaptación de Imágenes

Para la adaptación de imágenes se utiliza la clase ImageIO (Capítulo 3). Esta clase permite obtener imágenes a través de la URL del archivo en memoria, y junto a las dimensiones de la pantalla del dispositivo se procede a redimensionar la imagen y posteriormente a la transcodificación al formato JPEG, siempre y cuando la imagen original no posee ninguna transparencia y el dispositivo soporta dicho formato. Si la imagen posee transparencias se realiza su transcodificación hacia un formato PNG siempre y cuando el dispositivo soporte este formato. Puede existir el caso de que una imagen posea transparencias pero no soporte el formato PNG, por lo que la imagen será transcodificada hacia JPG buscando siempre el despliegue del contenido en el dispositivo, aunque la imagen se verá degradada. Una descripción general se muestra en la Figura 4.6.

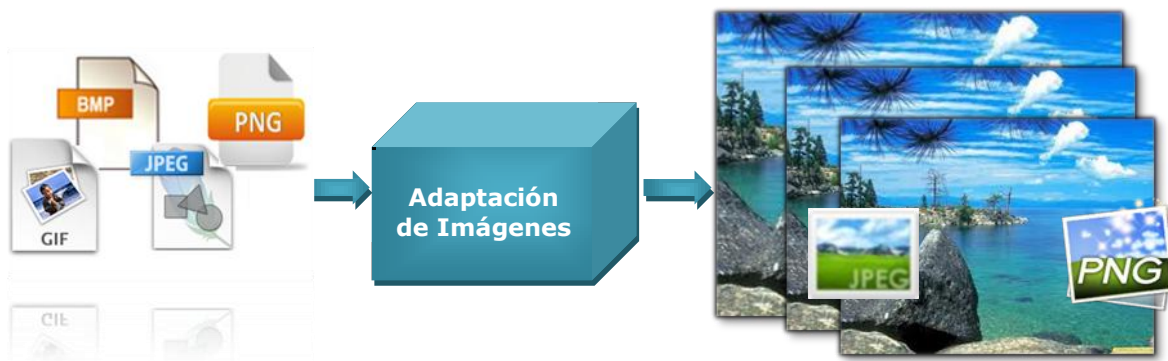


Figura 4-6. Etapa Adaptación de Imágenes.

Para el proceso de redimensionamiento, la imagen se redimensiona en porcentaje, según sea en el ancho y alto de la pantalla, y con una regla de tres simple se obtiene el porcentaje de reducción tanto del alto y ancho de la imagen.

$$X_{redimension} = \frac{\text{AnchoPantallaDispositivo}}{\text{AnchoImagenOriginal}} \quad Y_{redimension} = \frac{\text{AltoPantallaDispositivo}}{\text{AltoImagenOriginal}}$$

Se comparan estos dos valores ($X_{redimensión}$, $Y_{redimensión}$), se obtiene el menor de los dos, con el objetivo de que la imagen se redimensione en igual porcentaje en el alto y en ancho, y así la imagen no se deforme. En el caso de que una imagen sea más pequeña que la resolución del dispositivo, esta no será redimensionada, solo se le aplica el cambio de formato, y así no obtener imágenes borrosas o distorsionadas a causa del estiramiento. El proceso mencionado anteriormente se muestra en la Figura 4.7.



El proceso solo inicia si los por lo menos uno de los dos formatos (JPG o PNG) es aceptado por el dispositivo, en caso contrario al archivo original no se adaptara o modificara en alguna forma.

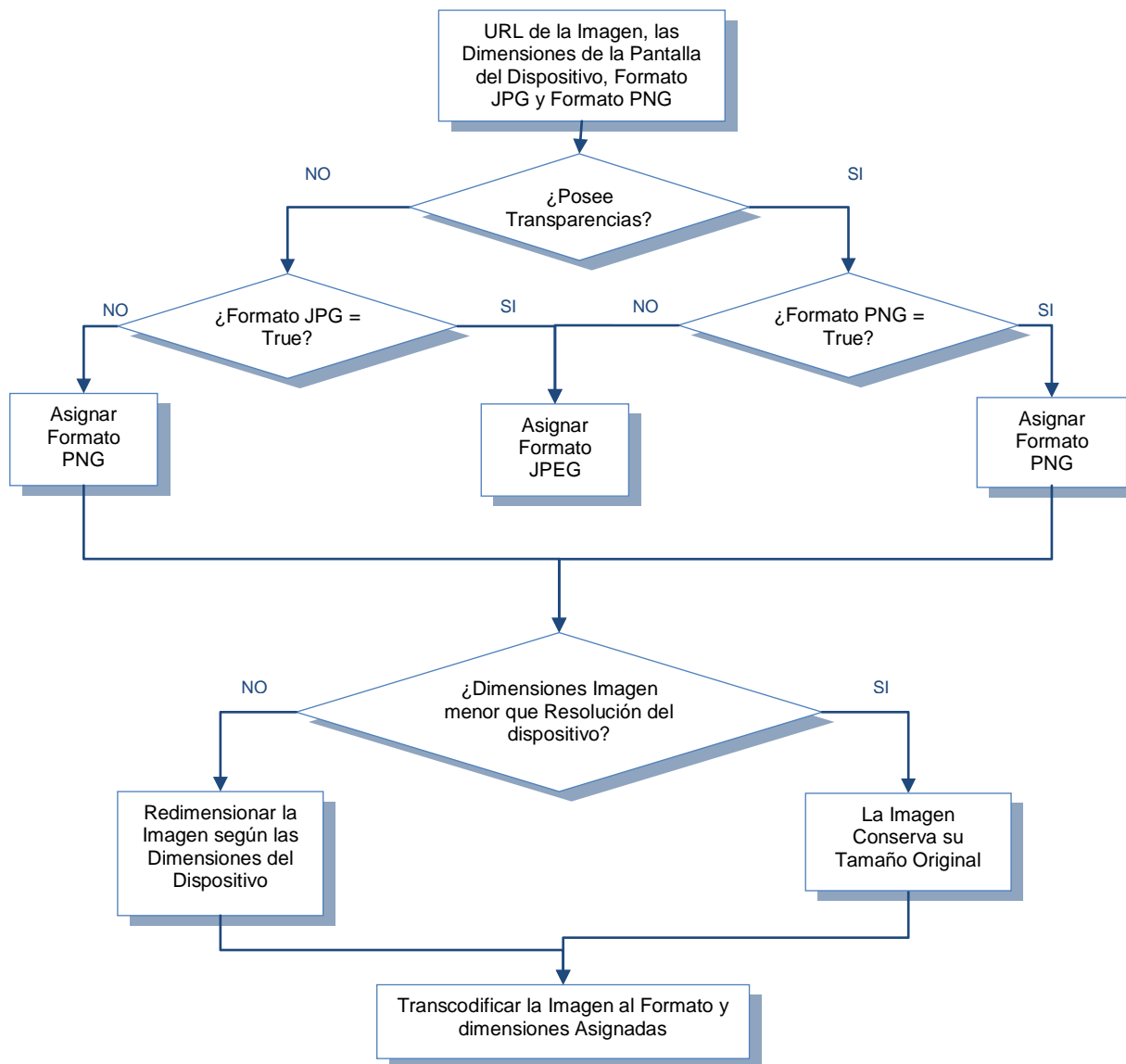


Figura 4-7. Diagrama de Flujo – Etapa Adaptación de Imágenes.

4.3.4 Etapa de Adaptación de Audio

Para la adaptación de Audio se utiliza Xuggler y JavE (Capítulo 3), dos completas herramientas capaces de reconocer casi cualquier tipo de archivo que posea stream de audio y/o video, con la capacidad de manipularlos, incluyendo grabar, convertir, reproducir, entre otras opciones.

La configuración e instalación de las herramientas se definen en [54] [55] [58].



El proceso de adaptación (transcodificación) de este tipo de archivos, ya sea con la herramienta Xuggler o Jave, inicia obteniendo el archivo desde su ubicación en memoria (URL), en seguida se verifica la aceptación del formato principal (AAC), si es aceptado se definirá dicho formato para su transcodificación, en caso de no ser aceptado, se opta por el formato secundario (MP3) para ser asignado para su transcodificación. Por otro lado se asigna el valor de la tasa de bits (bitrate) para la codificación, este valor se establece en 44100, por ser el valor mínimo para garantizar la integridad y calidad del audio transcodificado. El tiempo que transcurra en la transcodificación del archivo dependerá de características propias del archivo original, tales como formato, duración y/o tamaño. Esta etapa es representada de forma general por un bloque en la *Figura 4.8* que se muestra a continuación.



Figura 4-8. Etapa de Adaptación de Audio

El proceso que sigue para seleccionar el formato a transcodificar se muestra en la *Figura 4.9*. Al igual que para las imágenes este proceso solo inicia si el dispositivo soporta algunos de los dos formatos (AAC o MP3) seleccionados para su transcodificación.

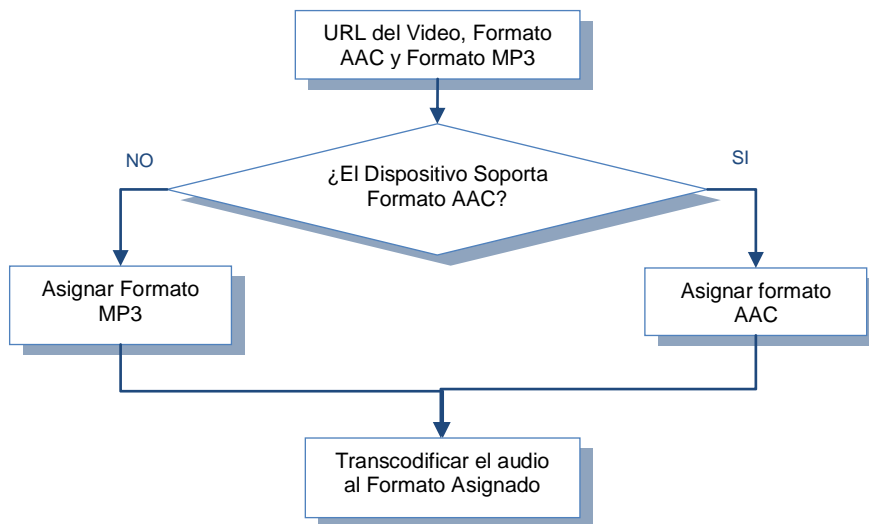


Figura 4-9. Diagrama de Flujo – Etapa Adaptación de Audio

4.3.5 Etapa de Adaptación de Video

Las herramientas Xuggler/JavE (*Capítulo 3*) son utilizadas además para la Transcodificación de Video, donde se incluyen mecanismos para redimensionar el video a



la pantalla del dispositivo receptor y el formato definido es MPEG4-Video. El tiempo que tarda en realizar la transcodificación del video, dependerá de las características tales como formato, tamaño, dimensiones y duración del video original. La etapa transcodificación de video se representa de forma general en la *Figura 4.10*.

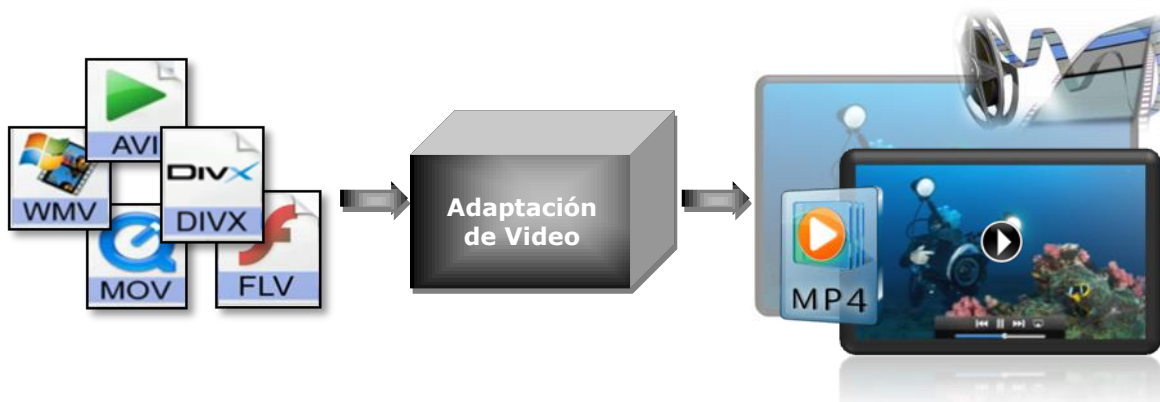


Figura 4-10. Etapa Adaptación de Video

Del mismo modo que para las imágenes, los video son redimensionados en igual porcentaje en ancho y alto, logrando así, que el video no sufra alteraciones indeseadas. Un ejemplo de esta alteración indeseada puede ocurrir en los casos de que el video que quiere ser adaptado, se redimensione en un mayor porcentaje ya sea en alto o en ancho, por lo que el video podrá presentar un estiramiento en alguna de sus dimensiones. Tratando de evitar esto los videos son redimensionados uniformemente, dependiendo al mayor porcentaje que deba reducirse entre ancho y alto.

En el caso de que un Video posea una resolución más pequeña a la del dispositivo, este no será redimensionado, solo se le aplicará el cambio de formato.

El proceso descrito se muestra para una mejor comprensión en la *Figura 4.11*, que iniciara solo si el dispositivo acepta el formato MP4.

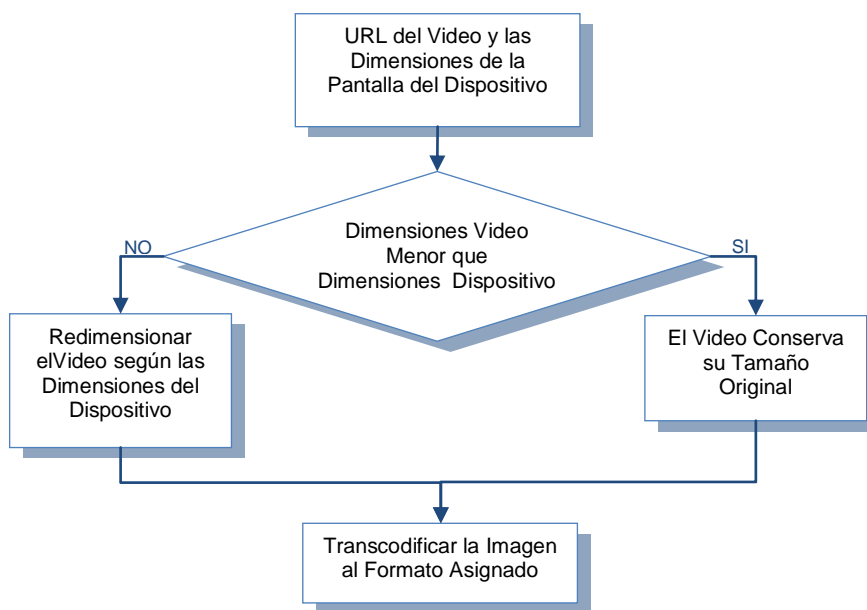


Figura 4-11. Diagrama de Flujo – Etapa Adaptación de Video

4.4 INTERACCIÓN ENTRE LOS MECANISMOS EN UNA APLICACIÓN

Se explica cual es la relación o interacción esperada entre el mecanismo de Reconocimiento de dispositivos y el Mecanismo de Adaptación de Contenidos, cuando se implementen sobre una aplicación. Hay que aclarar que esta relación no está definida totalmente en un marco IMS, por lo que no se mencionan entidades o procesos que ello conllevaría.

A continuación se muestra el proceso [23] al utilizar el mecanismo de reconocimiento de dispositivos, junto al proceso de la adaptación de contenidos.

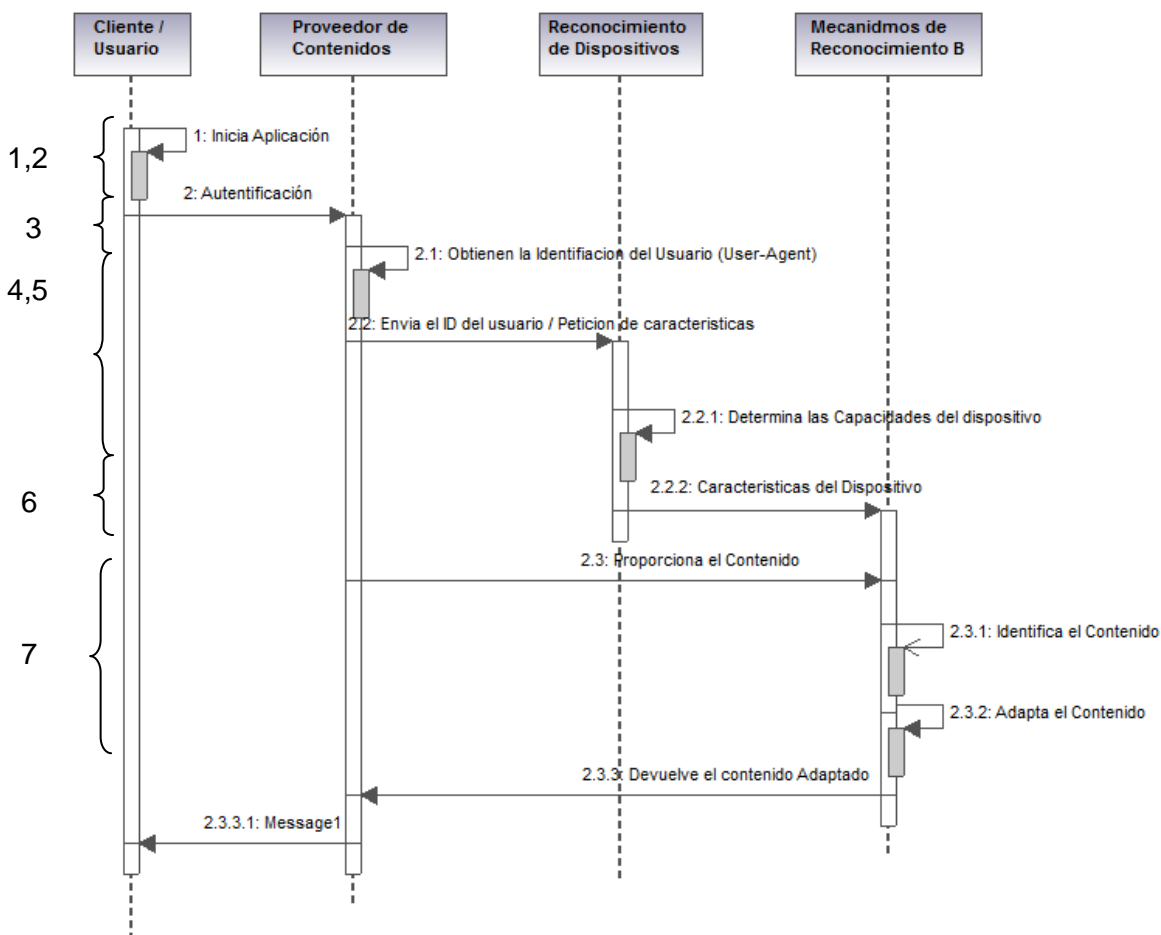


Figura 4-12. Diagrama de Secuencia – Interacción entre mecanismos

• **Flujo normal: para un Dispositivo Móvil.**

1. El usuario final inicia determinada aplicación en su dispositivo, a continuación, la aplicación inicia una solicitud de un servicio determinado, según lo requiera el usuario.
2. Durante la solicitud de servicio, el usuario final del dispositivo proporciona su identidad al proveedor de contenidos.
3. El proveedor de contenidos recibe la solicitud de servicio y la identidad del dispositivo que solicita.
4. Utilizando la identidad del dispositivo, el proveedor de contenidos o la misma aplicación consulta el Repositorio de Dispositivo para determinar las capacidades soportadas por el dispositivo, (labor del Mecanismo de Reconocimiento de dispositivos).



5. Cuando el Mecanismo de Reconocimiento de Dispositivos recibe la consulta, realiza una búsqueda de las descripciones o capacidades de los dispositivos disponibles, específicamente en el archivo WURFL.
6. El Mecanismo de Reconocimiento de Dispositivos devuelve los resultados de la consulta, que son utilizados por el proveedor de contenido para adaptar el contenido de la manera más adecuada para el dispositivo.
7. El Mecanismo de Adaptación de Contenidos recibe las características del dispositivo y el contenido, identifica que tipo de contenido es (Imagen, Audio y/o Video), según corresponda se adapta el contenido para ser enviado al usuario final.
8. El usuario consume el contenido.

- **Alternativa de flujo 1: Para un Dispositivo de Escritorio (PCs)**

1. Igual que los flujos normales de 1 a 4.
2. El Mecanismo de Reconocimiento de Dispositivos identifica que el dispositivo es un PC (o laptop), asigna características eficientes y adecuadas para este tipo de dispositivos.
3. Sigue con los flujos normales de 6 a 8.

- **Alternativa de flujo 2: Dispositivo No disponible**

1. Igual que los flujos normales de 1 a 5.
2. El Mecanismo de Reconocimiento de Dispositivos es incapaz de identificar el dispositivo específico, por lo que no puede ofrecer un resultado a la consulta.
3. El proveedor de contenidos toma una acción más adecuada, la opción tomada por este proyecto es proveer un contenido con unas características por defecto que sean adecuadas para la mayoría gama de dispositivos.
4. El usuario consume el contenido, pero no puede aprovechar la máxima capacidad de su dispositivo.

4.5 PRUEBAS REALIZADAS

Con el fin de verificar el correcto trabajo, se realizan pruebas de todos los elementos y Mecanismos/Módulos que actúan en la red, además de algunas pruebas de soporte de los formatos propuestos sobre distintos tipos de terminales.

Las pruebas realizadas fueron sobre los siguientes elementos y módulos de la red IMS:

- Terminales
- SDS



- Mecanismo de reconocimiento de dispositivos
- Mecanismo de adaptación de contenidos

4.5.1 Prueba Sobre Terminales

Esta prueba se realizó con el fin de de comprobar en la práctica el análisis realizado en el Anexo B, es decir se comprobó que los archivos propuestos se reproducen tanto visualmente (MPEG-4 - JPEG) como de manera audible (AAC).

La prueba consistió en reproducir archivos de video (MPEG-4), audio (AAC) e imagen (JPEG) sobre distintos terminales físicos, verificando sus capacidades de reproducción o visualización de dichos formatos. Los resultados se muestran en la *Tabla 4-8*.

Marca	Tipo de Dispositivo	Modelo	AAC	JPEG	MPEG-4
APPLE	MOVIL	IPHONE	X	X	X
HTC	MOVIL	EXCALIBUR	X	X	X
LG	MOVIL	ARENA	X	X	X
LG	MOVIL	COOKIE	X	X	X
LG	TELEVISOR		-	X	X
LG	TELEVISOR		-	X	X
MICROSOFT	CONSOLA	XBOX 360	X	X	X
MOTOROLA	MOVIL	MILESTONE	X	X	X
NINTENDO	CONSOLA	DS	X	X	-
NOKIA	MOVIL	N97	X	X	X



NOKIA	MOVIL	E5	X	X	X
NOKIA	MOVIL	X3	X	X	X
NOKIA	MOVIL	5800	X	X	X
RIM BLACKBERRY	MOVIL	TORCH 9800	X	X	X
RIM BLACKBERRY	MOVIL	CURVE 8520	X	X	X
SIMPLY	MINI COMPONENTE	SYMDV43	-	X	-
SONY	CONSOLA	PS3	X	X	X
SONY	CONSOLA	PSP	X	X	X
SONY	MOVIL	XPERIA X10	X	X	X
SONY	MOVIL	XPERIA X10 Mini	X	X	X
SONY	MOVIL	XPERIA X10 Mini Pro	X	X	X

Tabla 4-8. Pruebas de Capacidades

De la *Tabla 4-8* se puede observar que todos los equipos reproducen al menos uno de los formatos propuestos y que 17 equipos de 21 analizados reproducen todos los formatos.

4.5.2 Pruebas SDS

Para comprobar el correcto funcionamiento del SDS, así como de las demás herramientas involucradas en el despliegue del núcleo IMS, se realiza la ejecución de un ejemplo que trae consigo el SDS, esta aplicación es llamada "ChatClient".



Esta aplicación ICP muestra como dos clientes pueden iniciar una sesión entre sí, exhibe la funcionalidad de la API de ICP para iniciar sesiones, enviar mensajes y archivos; además del lado del servidor se involucran entidades como CSCF, DNS y SailFin SIP Container (para PGM) [56].

Esta aplicación se seleccionó pensando en usarla como base, a la hora de realizar el prototipo que verifique el correcto funcionamiento de los mecanismos de reconocimiento de dispositivos y de adaptación de contenidos sobre la red IMS, gracias a su característica o función de transferencias de archivos.

Para utilizar la aplicación ChatClient en el entorno de simulación SDS, se deben realizar los siguientes pasos: [52].

- Del lado del Servidor:
 1. Importar el código de ejemplo.
 2. Configuración del CSCF.
 3. Inicio del entorno de ejecución (DNS y CSCF).
 4. Instalación de la ChatClient en Windows.
 5. Reiniciar el servicio de cliente de plataforma IMS.
 6. Comprobar la configuración del ICP.
 7. Correr ChatClient en Windows
- Del lado del Cliente:
 1. Importar el código de ejemplo.
 2. Instalación de la ChatClient en Windows.
 3. Reiniciar el servicio de cliente de plataforma IMS.
 4. Comprobar la configuración del ICP.
 5. Correr ChatClient en Windows.
 6. Comprobar la comunicación (conexión de clientes, envío de mensajes y envío de archivos).

En el *Anexo D. Ejecución Y Configuración de la Aplicación "ChatClient" – Prueba SDS*, se detalla la ejecución y configuración para el despliegue de la aplicación.



4.5.3 Pruebas Mecanismo de Reconocimiento de Dispositivos

Las pruebas realizadas al Mecanismo de Reconocimiento de Dispositivos consistieron en verificar la obtención de las características en base al agente de usuario y facilitar el desarrollo del prototipo, específicamente características como: la resolución de la pantalla (alto y ancho) y si soporta formatos JPG, PNG, ACC, MP3 y MP4. A continuación se muestra la *Tabla 4-9* con los datos obtenidos de la prueba:

Dispositivo		Características Dispositivo							Tiempo
Modelo	UserAgent	Resolution_width	Resolution_height	JPG	PNG	AAC	MP3	Playback_mp4	Proceso (Min:Seg)
LG-KM900	LG-KM900/V100 Obigo/WAP2.0 Profile/MIDP-2.1 Configuration/CLD C-1.1	480	800	True	True	True	True	True	0:04
Motorola Milestone	Mozilla/5.0 (Linux; U; Android 2.0; xx-xx; Hito Build/SHOLS_U2_01.03.1) AppleWebKit/525.10+ (KHTML, like Gecko) Version/3.0.4 móvil Safari/523.12.2	480	854	True	True	True	True	True	0:04
SonyEricsson E10i (Xperia X10 Mini)	Mozilla/5.0 (Linux; U; Android 1.6; xx-xx; SonyEricssonE10i Build/1.0.A.0.13) AppleWebKit/528.5+ (KHTML, like Gecko) Version/3.1.2 Mobile Safari/525.20.1	240	320	True	True	True	True	True	0:04
BlackBerry 8520 Curve	BlackBerry8520/4.6.1.259 Profile/MIDP-2.0 Configuration/CLD C-1.1	320	240	True	True	True	True	True	0:04



	VendorID/100								
Samsung GT-P1000 (Galaxy Tab)	Mozilla/5.0 (Linux; U; Android 2.2; xx-xx; GT-P1000 Build/FROYO) AppleWebKit/533.1 (KHTML, like Gecko) Version/4.0 Mobile Safari/533.1	600	1024	True	True	True	True	True	0:04
HTC S621 Excalibur	HTC_S621 Mozilla/4.0 (compatible; MSIE 6.0; Windows CE; IEMobile 6.12)	320	240	True	True	False	True	True	0:04

Tabla 4-9. Prueba Reconocimiento de Dispositivos

La prueba se realizó, en la plataforma eclipse, donde se especificaba el User-Agent del dispositivo, y por consola se obtenían las características del mismo. Este proceso se muestra en la *Figura 4.12a* continuación.

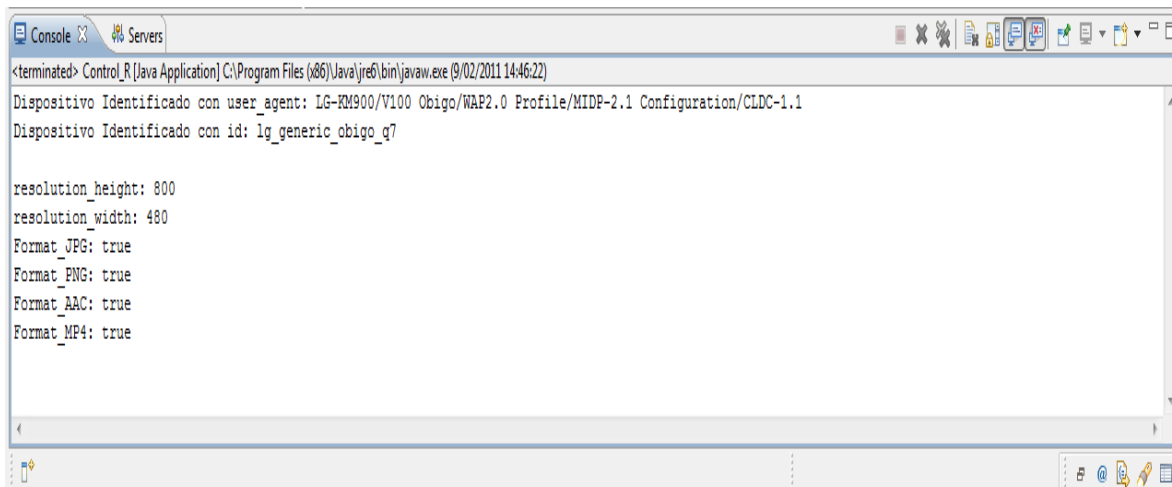


Figura 4-13. Consola Eclipse – Prueba Reconocimiento de Dispositivos

Los datos obtenidos en la prueba, pueden ser corroborados a través del Explorador de Tera-WURFL (<http://www.tera-wurfl.com/explore/>), el cual permite obtener todas las características de los dispositivos presentes en WURFL, el sitio da la opción de realizar la búsqueda de dispositivos ya sea introduciendo el User-Agent o el nombre del dispositivo.

4.5.4 Pruebas sobre el Mecanismo de Adaptación de Contenidos

Se realizaron las pruebas correspondientes al Mecanismo de Adaptación de Contenidos, específicamente a los tres diferentes tipos o etapas que lo componen, por lo que las



pruebas se plantearon para Adaptación de Imágenes, Adaptación de Audio y Adaptación de Video. Con lo que se estableció los formatos o características que pueden ser transcodificados/adaptados por este mecanismo.

Las pruebas consintieron en obtener archivos con diferentes parámetros/formatos (*Archivos Originales*), de los cuales se obtuvieron sus características, y luego de someterlos al proceso de adaptación, se obtuvieron las mismas características de los archivos transcodificados (*Archivos Finales*), para así, realizar comparaciones y medir la eficiencia del mecanismo en cuestión.

Para cada prueba se tomaron las características particulares que definen el tipo de archivo, es por eso que en cada prueba se presentan datos diferentes, que dependerán del tipo de contenido que se vaya a adaptar.

Así mismo se tomaron muestras del tiempo que se utiliza en realizar cada adaptación, ya sea de imágenes, sonidos, u videos, cabe destacar que dicho tiempo dependerá de los recursos computacionales de procesamiento que posea la maquina donde se corre el mecanismo.

La descripción de cada una de las pruebas se muestra en el anexo C.

A lo largo del presente capítulo se realizaron los mecanismos y procesos necesarios para el despliegue de un servicio de adaptación de contenidos multimedia en una red IMS, comprobando que con el User-Agent, propio de cada usuario u dispositivo que se autentifica en la red, es posible obtener las características de dicho dispositivo para almacenarlas y poder ser utilizadas por cualquier aplicación. Además se evidencia un mecanismo que realiza una adaptación de los contenidos (Imágenes, Audio y/o Video) según las capacidades del dispositivo final.

Con respecto a las respuestas que se obtuvieron en las pruebas realizadas se observa que el mecanismo de reconocimiento de dispositivos es eficiente al gastar entre 2 y 4 segundos en obtener las capacidades del dispositivo, dependiendo de la versión del mismo. Hay que tener en cuenta que este mecanismo puede obtener cualquier característica o capacidad que se encuentre en el archivo WURFL con solo unas modificaciones en pocas líneas de código, para así ser funcional para otro tipo de aplicaciones o trabajos futuros que necesiten adquirir las capacidades de cualquier terminal.

El mecanismo de adaptación de contenidos asegura una correcta transcodificación de archivos multimedia (Imágenes, Audio y/o Video), recibiendo archivos casi de cualquier formato para ser transcodificados a los formatos establecidos, sin perder en ningún momento la calidad de dicho archivo. Además para el caso de archivos tipo imagen y video realiza la adaptación a cualquier resolución requerida (cambio de Dimensiones). Para destacar, este mecanismo puede realizar transcodificaciones a cualquier formato con tan solo cambiar ciertas líneas de código, con lo que puede funcionar en otro tipo de aplicaciones donde se requiera una transcodificación a un formato en particular. Con respecto al tiempo que gasta en una completa adaptación de un archivo, el mecanismo es aceptable y eficiente, al compararse con programas o aplicaciones comerciales de este tipo.



5.

IMPLEMENTACIÓN SERVICIO PRUEBA

El servicio que se desea implementar tiene la finalidad de verificar el correcto funcionamiento de los mecanismos de reconocimiento de dispositivos y de adaptación de contenidos sobre el entorno IMS (Servicio A - ChatAdaptation), en este sentido se plantea un servicio de transferencia de contenidos (destacando ente ellos Imágenes, Sonidos y Videos), el cual deberá de ser capaz de transcodificar el contenido enviado según las características del dispositivo destino.

Así mismo se creó otro servicio de prueba adicional (Servicio B - UbiquityStore), donde se corrobora el funcionamiento de los mecanismos de adaptación de contenidos y de reconocimiento de dispositivos en un entorno real, además de comprobar la portabilidad de los mismos sobre redes diferentes a la de IMS. Es así como se plantea un servicio de descarga de contenidos desde un servidor hacia terminales móviles, en este caso el servidor identifica las características del terminal de donde se pide determinado contenido y lo transcodifica según las características y capacidades del dispositivo.

5.1 SERVICIO A (en el Entorno IMS)

5.1.1 Descripción del Escenario

Un cliente IMS (**A – Dispositivo Tablet**) se encuentra registrado en la red IMS, decide enviar un archivo de video, audio o imagen hacia otro cliente IMS (**B Dispositivo Smartphone**) (También registrado en la red), puede realizar este envío por medio del servicio de transferencia de contenidos. El entorno IMS es desplegado gracias a la herramienta SDS.

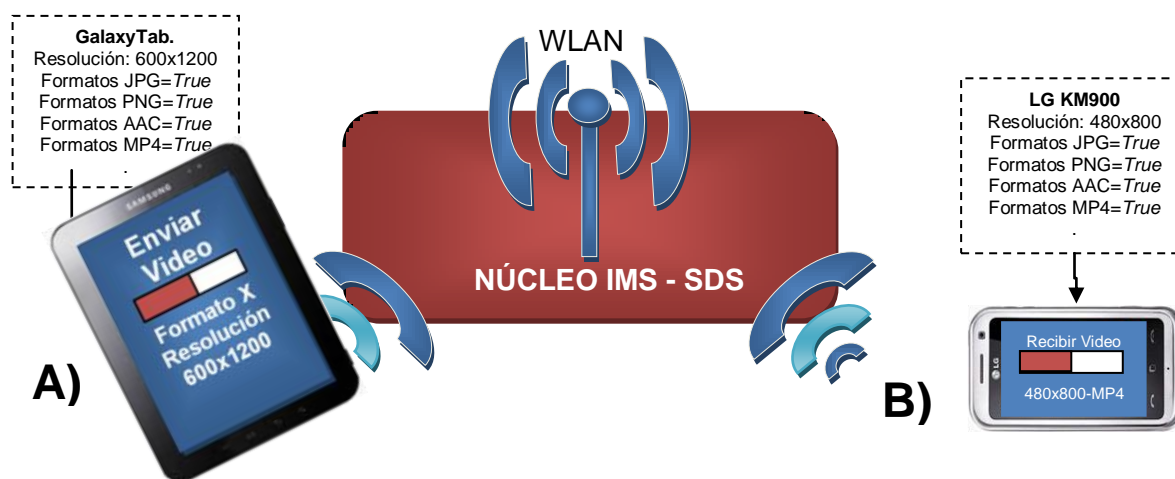


Figura 5-1. Escenario Transferencia de Video - entre dos clientes IMS



La *Figura 5.1* muestra como un cliente IMS (A) selecciona un archivo de video para ser enviado a otro cliente IMS (B), se puede notar como el video seleccionado por A posee un formato X (formato con cualquier extensión) y una resolución 600x1200, este procede a ser transcodificado a un archivo de video con el formato MPEG-4 y una resolución 480x800, características propias y aceptadas por el dispositivo destino B, a continuación el contenido es entregado a B y podrá ser desplegado satisfactoriamente (en caso de que el archivo a enviar no pasara por un proceso de Transcodificación, el dispositivo receptor (B) no podría reproducirlo). El proceso de reconocimiento de características y de adaptación es transparente para los usuarios.

5.1.2 Descripción Técnica

Para el desarrollo de la aplicación, se tomo como base un ejemplo del SDS, “ChatClient”, a la cual se le incluyeron los mecanismos de Adaptación de Contenidos y de Reconocimiento de Dispositivos para su respectiva evaluación. El despliegue de dicha aplicación (sin los Mecanismos mencionados) se muestra en el *Anexo D. ejecución y configuración de la aplicación “ChatClient” – prueba funcionamiento SDS*.

ChatClient es una aplicación ICP, donde se muestra como dos clientes pueden iniciar una sesión entre sí, exhibe la funcionalidad de la API de ICP para iniciar sesiones, enviar mensajes y archivos; además del lado del servidor se involucran entidades como CSCF, DNS y SailFin SIP Container (para PGM).

Una vez desplegada la aplicación *ChatClient*, se procede a incluirle tanto el Mecanismo de Reconocimiento de Dispositivos como el Mecanismo de Adaptación de Contenidos, para su simulación como Cliente en Windows, mediante el entorno de SDS e ICP.

La aplicación final, “ChatAdaptation” será totalmente desplegada como Cliente Windows (opción del SDS), ante la imposibilidad de desplegarla como cliente móvil. Por tal motivo se propone la posibilidad emular o cambiar según se requiera el User-Agent, permitiendo emular el comportamiento de la aplicación (específicamente de los mecanismos) en diferentes tipos de dispositivos móviles, teniendo en cuenta que el objetivo de este capítulo es evaluar los mecanismos propuestos.

Para iniciar la aplicación, previamente se debe haber configurado el entorno IMS, donde se debe iniciar los módulos DNS y CSCF, además de verificar que el cliente se ha registrado correctamente mediante la API ICP, se procede a correr la aplicación, estos procesos se muestran en detalle en el *Anexo D – Sección D.1. Del Lado del Servidor*.

En la *Figura 5.2* se aprecia la interfaz grafica de la aplicación, más adelante se explicará con detalle su funcionamiento, y en qué caso entran a funcionar o a operar los mecanismos propuestos.



Figura 5-2. Interfaz Grafica Aplicación ChatAdaptation

5.1.3 Funcionamiento de la Aplicación.

El proceso que sigue la aplicación se muestra a modo de secuencia en la *Figura 5.9*. Donde se desarrolla el escenario de la *Figura 5.1*. Los contenidos adaptados serán recibidos por el cliente remoto, en el cual verifica el despliegue de estos, según las características del su dispositivo emulado con el User-Agent propuesto en un principio.

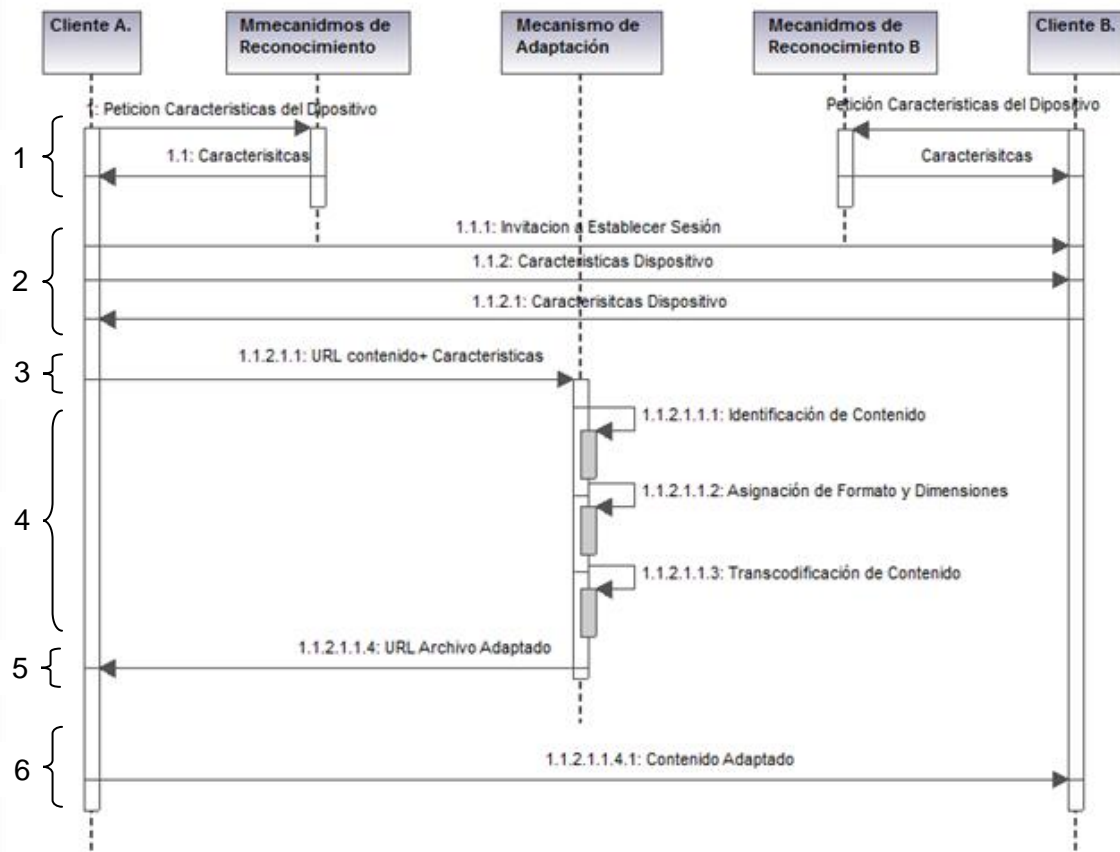


Figura 5-3. Funcionamiento del Servicio A.

1. El Usuario al iniciar la aplicación, obtiene las características del dispositivo que está usando a través del Mecanismo de Reconocimiento de Dispositivos.
2. A continuación el usuario envía la invitación para establece una sesión, entre los clientes se envían o comparten las características de cada dispositivo.
3. El usuario que va a enviar el archivo, provee su URL, que junto a las características obtenidas en 1, las envía hacia el Mecanismo de Adaptación de Contenidos.
4. El Mecanismo de Adaptación de Contenidos, primero identifica que tipo de archivo es, imagen, Audio, Video, o archivo genérico, dependiendo a esto y a las características aceptadas (valor true) selecciona el formato a transcodificar y las dimensiones finales (para Imágenes y Video), y Finaliza Transcodificando el Archivo.
5. El Mecanismo de Adaptación devuelve la URL del archivo Transcodificado.
6. La APP se encarga de modificar la URL del archivo original, por la URL del archivo Adaptado, el cual es enviado al usuario remoto.

El manual de Usuario de este servicio se presenta en el anexo F.



5.1.4 Pruebas Funcional Realizadas

Para verificar el correcto funcionamiento de la aplicación, junto con los mecanismos de adaptación de contenidos y reconocimientos de dispositivos, se realizaron pruebas simulando varios terminales (se especifica manualmente el User-Agent del dispositivo que se quiere emular), se obtienen las características del terminal emulado, y se envían diferentes tipos de archivos, los cuales al ser contenidos multimedia deberán adaptarse a las características de dichos terminales, tanto como a los archivos enviados, como a los archivos recibidos se les recopila sus propiedades para comprobar una correcta adaptación. La *Tabla 5-1* describe las pruebas realizadas.

Dispositivo receptor (emulado)	Características Obtenidas							Archivo Enviado				Archivo Recibido			
	Ancho	Alto	JPG	PNG	AAC	MP3	MP4	Tipo	Formato	Ancho	Alto	Tipo	Formato	Ancho	Alto
NOKIA E71-2	320	240	True	True	True	True	True	Imagen	BMP	1600	1200	Imagen	JPG	320	240
SONY ERICSSON XPERIA X10	480	854	True	True	True	True	True	Audio	WMA	No aplica		Audio	AAC	No Aplica	
MOTOROLA MILESTONE	480	854	True	True	True	True	True	Video	FLV	480	854	Video	MP4	480	360
LG KM900	480	800	True	True	True	True	True	Imagen	GIF (con Transparencias)	1024	768	Imagen	PNG	480	360
HTC S621 EXCALIBUR	320	240	True	True	False	True	True	Audio	WAV	No Aplica		Audio	MP3	No Aplica	
BLACKBERRY 9105	360	400	True	True	True	True	True	Video	MOV	1280	720	Video	MP4	360	400

Tabla 5-1. Pruebas del servicio A.

Nota: las pruebas del funcionamiento de los mecanismo de Adaptación de Contenidos y Reconocimiento de Dispositivos se muestran individualmente en más detalle en las *Secciones 4.2 y 4.3* respectivamente.



5.2 SERVICIO B (Fuera del Entorno IMS)

El servicio B se creó en un sistema de descarga de contenidos, el cual se llamo *UbiquityStore*.

5.2.1 Descripción del Escenario

Este servicio se lanza como una tienda de contenidos online, la cual fue diseñada para ser independiente de la red y el terminal de acceso.

La tienda de contenidos tiene un funcionamiento similar a una tienda de aplicaciones para dispositivos móviles como el AndroidMarket o la OviStore. Una de las diferencias que se tiene es que para acceder a *UbiquityStore* un usuario debe tener una sesión, de este modo cuando se realiza el inicio de sesión podemos identificar el dispositivo a través del cual se conecta el usuario y así adaptar los contenidos a las características del dispositivo.

Para acceder a *UbiquityStore*, el cliente debe hacer uso de la aplicación creada para dispositivos móviles, esta aplicación se denominó *Ubiquity App*, *Figura 5.10*, la primera interfaz como tal de la aplicación, trata del inicio de sesión, en donde se ingresa el nombre de usuario y su contraseña.

5.2.2 Descripción Técnica

Nota: Para la *Ubiquity App* se crearon tres versiones, la versión J2ME, la cual la puede usar cualquier dispositivo (No BlackBerry) que tenga soporte Java, la versión J2ME para BlackBerry, la cual puede ser usada por cualquier dispositivo BlackBerry con soporte Java y la última versión es para dispositivos Android, la cual puede ser usada por cualquier dispositivo Android con sistema operativo superior a 2.1.



Figura 5-4. Inicio de Sesión en Ubiquity App – para Android



Una vez se inicia sesión se despliega un menú con una parrilla de contenidos, en la cual encontramos videos, canciones e imágenes *Figura 5.11*. Debido a que este proyecto propone el uso de formatos específicos para este tipo de contenidos, lo ideal sería que la *Store* solo usara estos formatos (JPG, AAC y MP4), pero para efectos de demostración se utilizaron formatos de diferente tipo.

Trailer Rapido y Furioso 5
Cancion Don Omar - Taboo
Cancion Santiago Cruz - Y Si Te Quedas, Que?
Imagen Rama IEEE Unicauca

Figura 5-5. Contenidos de la Ubiquitystore - Android

Una vez se tiene la parrilla de contenidos, se escoge el contenido que se desea descargar, el cual será adaptado según las características del dispositivo, una vez adaptado el contenido se recibiría un enlace de descarga con la dirección del contenido. Para los dispositivos Android no se generará una descarga en el caso de archivos tipo video, para este caso se realizara un flujo del video.

En *Figura 5.12* podemos ver como la arquitectura del servicio.

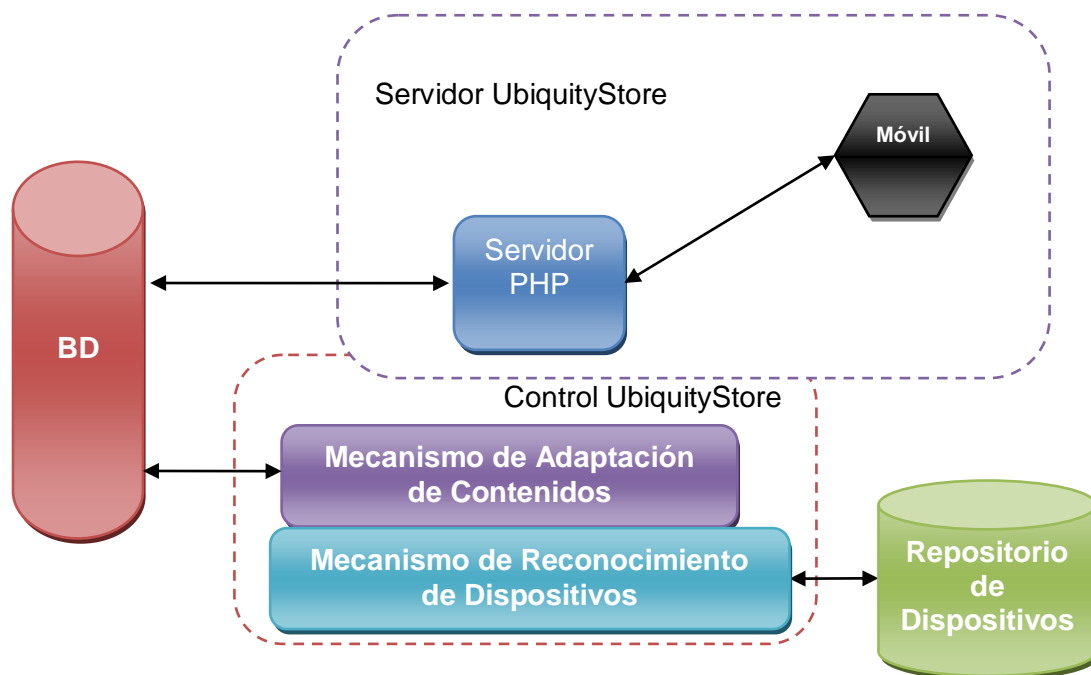


Figura 5-6. Arquitectura para la Descarga de Contenidos.



5.2.3 Diagrama Clases – Módulo control Servicio UbiquityStore

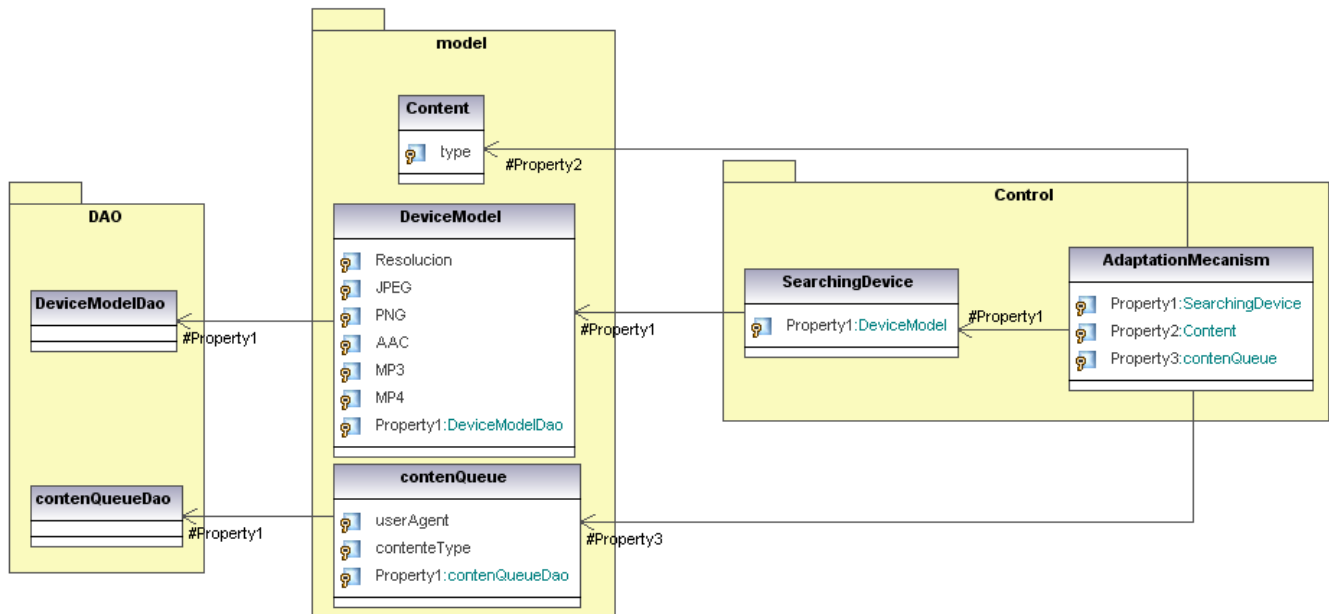


Figura 5-7 Diagrama de clases Módulo de Control

En la Figura 5-11 se muestra el diagrama de clases del módulo de control de UbiquityStore, donde en el paquete de control se puede apreciar el mecanismo de adaptación de contenidos (AdaptationMecanism) y el mecanismo de reconocimiento de dispositivos (searchingDevices).

En el paquete model tenemos las clases de los objetos como lo son:

- Contenidos (Contents): hace referencia a los diferentes contenidos, ya sea imágenes, sonidos, videos.
- Peticiones de descarga de contenidos (contentQueue): hace referencia a las peticiones que hagan los usuarios desde UbiquityApp.
- Dispositivos móviles (DeviceModel): Hace referencia a los dispositivos encontrados en el repositorio.

En el paquete DAO se tienen las conexiones a las bases de datos.

5.2.4 Funcionamiento del Servicio

En la Figura 5.13. Se puede ver el proceso de registro del la *Ubiquity App* sobre la *UbiquityStore*.

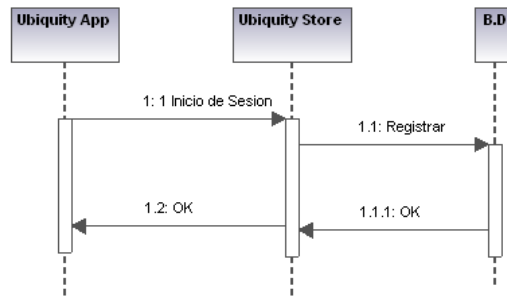


Figura 5-8. Inicio de Sesión UbiquityStore.

El cliente ingresa en la *Ubiquity App* el usuario y la contraseña y manda una petición vía internet de inicio de sesión, si el usuario y contraseña existen, toma el agente de usuario del dispositivo, lo almacena en la base de datos y cambia el estado (Figura 5-8) del cliente a registrado, después de realizado el registro el servidor manda una confirmación de que el cliente se registro correctamente.

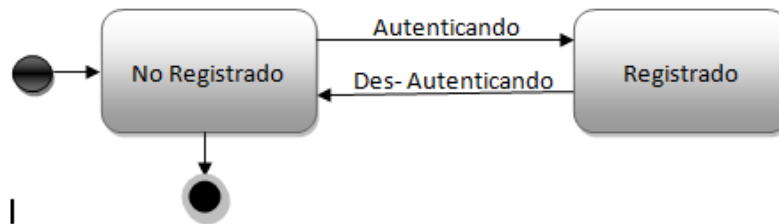


Figura 5-9. Diagrama Estados – Usuario UbiquityApp

Cuando se reciba la confirmación de registro por parte del servidor, la aplicación realizará una petición de los contenidos disponibles en el servidor.

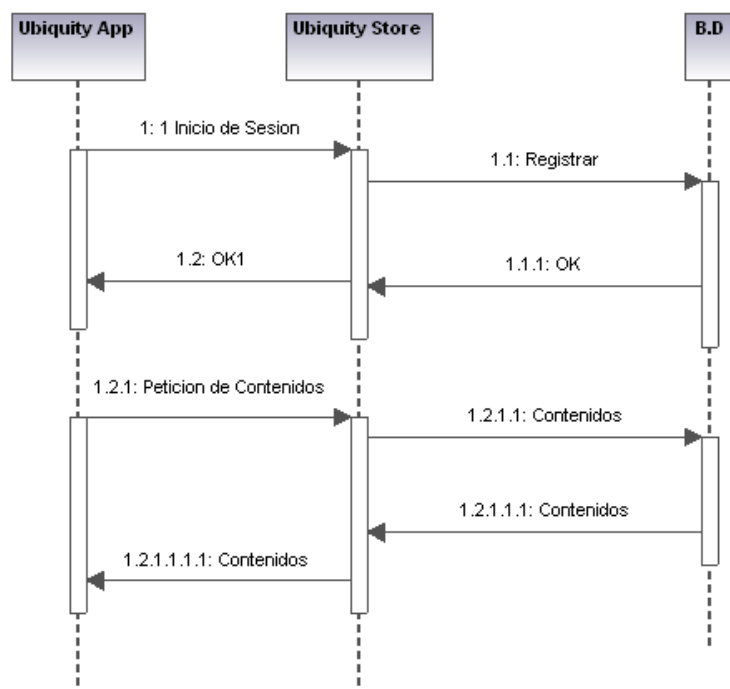


Figura 5-10. Petición de Contenidos a UbiquityStore

Figura 5.14. Muestra como Ubiquity App debe hacer la petición de contenidos a UbiquityStore para poder mostrar los contenidos disponibles, una vez UbiquityStore realice la respectiva verificación de que el cliente este registrado, devolverá toda la parrilla de contenidos a la App.

Después de que los contenidos se encuentran en la App, el cliente puede seleccionar el contenido deseado (Video, imagen o sonido) para su descarga, la Figura 5.15 muestra como es el procedimiento de descarga de un contenido.

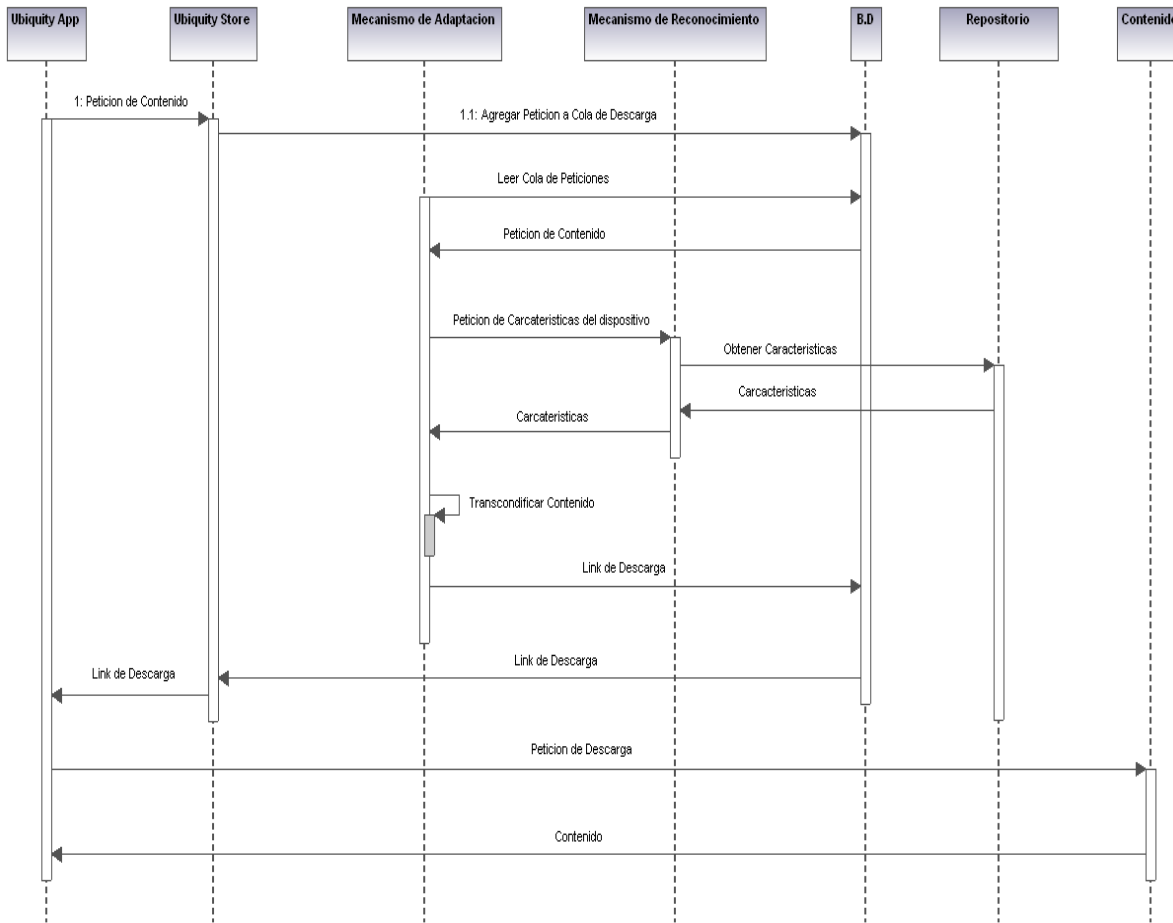


Figura 5-11. Petición para la Descarga de un Contenido a UbiquityStore.

El cliente hace la petición para la descarga de un contenido a la *Store*, la cual agrega la petición a una tabla de peticiones en la *BD* y queda esperando a que se le retorne el enlace de descarga del contenido, el mecanismo de adaptación toma la cola de peticiones, obtiene el agente de usuario del dispositivo y el contenido que se desea descargar, el mecanismo de adaptación le entrega al mecanismo de reconocimiento el agente de usuario, el mecanismo de reconocimiento busca y obtiene las características del dispositivo en el repositorio (Si no se encuentra el dispositivo o alguna de sus características, el sistema asignará los parámetros para dispositivos móviles no encontrados – Sección 4.2.2).

El mecanismo de reconocimiento de dispositivos retorna las características obtenidas al mecanismo de adaptación, el cual adaptará el contenido según dichas características y generará un enlace de descarga el cual se almacenará en la *BD*, la *Store* tomará el enlace de descarga de la *BD* y lo retornará al dispositivo móvil, el cliente hace la petición de descarga según el enlace recibido y descargará el contenido personalizado.

El manual de usuario se realiza en el anexo F.



5.2.5 Pruebas Realizadas

Para verificar el correcto funcionamiento de *Ubiquity App* y *UbiquityStore*, se hicieron pruebas en emuladores de eclipse para BlackBerry, NetBeans para J2ME y sobre diferentes dispositivos móviles con diferentes redes de acceso, la *Tabla 5.2*. Describe las pruebas realizadas sobre los dispositivos móviles.

Terminal de Acceso	S.O	Red de Acceso	Video	Audio	Imagen
Nokia E71-2	Symbian	3G	Descargo	Descargo	Visualizo
Sony Ericsson Xperia X10	Android	Wifi	Streaming	Streaming	Visualizo
Motorola Milestone	Android	GPRS	Streaming	Streaming	Visualizo
LG KM900	Propietario LG	WiFi	Descargo	Descargo	Descargo
BlackBerry 8310	BB. O.S.	EDGE	Descargo	Sin Soporte	Descargo
BlackBerry 9105	BB. O.S.	3G	Descargo	Descargo	Visualizo
BlackBerry 8520	BB. O.S.	GPRS	Descargo	Descargo	Visualizo

Tabla 5-2. Pruebas del Servicio B.

En la tabla anterior la primera columna hace referencia al dispositivo en el cual se realizaron las pruebas, la segunda columna es el sistema operativo del dispositivo, la tercera columna hace referencia a la red de acceso que se uso para conectarse a la *Store*, las últimas tres columnas hacen referencia a los contenidos descargados y cuál fue su comportamiento sobre los diferentes terminales.



Con las pruebas realizadas podemos concluir que haciendo uso de los mecanismos propuesto se pueden crear servicios independientes de plataforma y red de acceso el cual es uno de los objetivos de este proyecto.

El módulo de reconocimiento de dispositivos ha demostrado suficiencia en la detección de terminales, indicando satisfactoriamente sus características, consecuentemente según dichas características el mecanismo de adaptación adapta los contenidos sin perder calidad en los mismos.



6.

CONCLUSIONES, APORTES, RECOMENDACIONES Y TRABAJOS FUTUROS

Este capítulo se presenta las conclusiones, aportes y recomendaciones a partir de lo desarrollado en el actual trabajo de grado, con el fin de brindar continuidad a los trabajos futuros que se enfoquen en el despliegue de servicios u aplicaciones IMS, así como en procesos de adaptación de contenidos.

6.1 CONCLUSIONES

Este trabajo de grado permite plantear las siguientes conclusiones:

- La adaptación de contenidos permite abrir el camino para una personalización de servicios que incluyan contenidos multimedia.
- Centrándose en la filosofía IMS, se pueden crear los servicios solo una vez y ponerlos en funcionamiento N veces, es decir se adapta el servicio, o específicamente los contenidos multimedia que puede ofrecer dicho servicio según las capacidades o características del terminal.
- La implementación del mecanismo de adaptación de contenidos, del mecanismo de reconocimiento de dispositivos y la arquitectura propuesta, es una solución para la personalización de servicios u aplicaciones que empleen contenidos multimedia, al asegurar que dichos contenidos podrán ser desplegados o reproducidos según las características del terminal final, de tal modo, que para el usuario todo el proceso ocurra de forma transparente.
- La selección de los formatos para realizar la adaptación: JPG, PNG, AAC y MPEG-4, fue la más adecuada para este proyecto, al comprobar su alta compresión y gran aceptación por los diferentes dispositivos móviles presentes en el mercado.
- Debido a la manera como se diseñó el mecanismo de adaptación de contenidos (Usando el concepto de portabilidad), este puede ser desplegado u utilizado sobre cualquier arquitectura que posea un servidor de aplicaciones, brindando una transcodificación desde y hacia la mayoría de formatos de contenidos u archivos multimedia.
- se puede afirmar que el mecanismo de adaptación de contenidos es escalable en el tiempo, dado que la herramienta seleccionada para la adaptación de contenidos "Xuggle", es una herramienta sobre la cual se están realizando continuas mejoras que consideran nuevas funciones o dar soporte a nuevos formatos de codificación.



- Gracias a la evolución que propone la herramienta Xuggler, se podrá leer medios desde cualquier fuente (por ejemplo, cámaras web, buscadores, noticias, archivos, etc.), mezclarlas y generar nuevos stream de audio y video en tiempo real (adaptación y combinación de contenidos en tiempo real), permitiendo soluciones, por ejemplo, a transmisiones de televisión y radio hacia dispositivos móviles que no posean receptores para dichas tareas.
- De los procedimientos usados en la implementación del mecanismo de adaptación de contenidos, se puede resaltar que en la mayoría de situaciones los contenidos al ser adaptados (transcodificados y redimensionados a los formatos propuestos) se reduce significativamente su tamaño bits, característica importante para los dispositivos inalámbricos con restricciones de Ancho de Banda o conectividad.
- El Mecanismo de Adaptación de Contenidos asegura su funcionamiento en aplicaciones donde se requiera una transcodificación a un formato peculiar, como es el caso de los dispositivos móviles de gama baja, donde se hace uso de formatos diferentes a los establecidos por este proyecto.
- Debido a la manera como se planteó el mecanismo de reconocimiento de dispositivos, este puede ser utilizado sobre cualquier arquitectura que utilice un protocolo que incluya como parámetro el User-Agent, ofreciendo a cualquier tipo de aplicación la opción de obtener las características o capacidades de un terminal, siempre y cuando el terminal se encuentre registrado en el archivo WURFL.
- El repositorio de dispositivos seleccionado WURFL, permite que el mecanismo de reconocimiento de dispositivos permanezca actualizado, al ofrecer constantes actualización de las capacidades y características de los nuevos dispositivos que se puedan llegar a ofrecer en el mercado.
- Se puede resaltar la capacidad del Mecanismo de Reconocimiento de Dispositivos para obtener cualquier característica o capacidad de cualquier terminal que esté presente en WURFL.
- Al realizar pruebas en un entorno real del servicio de Ubiquity Store, se nota que el tiempo que se consume en la adaptación de contenidos es equilibrado en la mayoría de los casos por el tiempo de descarga (desde un terminal móvil) que se reduce al disminuir el peso del contenido, teniendo en cuenta que el tiempo en descargar un archivo se dilata, entre más grande sea el archivo. Concluyendo que el tiempo gastado en el proceso de adaptación no deteriora la experiencia del usuario al descargar contenidos. Por ejemplo un video con formato MPEG-4, con un peso de más de 50 Mbits y una resolución de alta definición se descargó en un tiempo superior a los 30 minutos, mientras al transcodificar el mismo video a una resolución 240x320, y a un peso de 15 Mbits (con el mismo formato), se descargó en un tiempo inferior a los 8 minutos y se demoró aproximadamente 3 minutos en transcodificar lo cual nos da un tiempo aproximado de 12 minutos en el total de la descarga.



6.2 APORTES

El desarrollo del actual proyecto de grado trajo los siguientes aportes:

- Se identificó los formatos más usados y eficientes de los diferentes tipos de contenidos (voz, video e imágenes).
- Se analizó los requisitos necesarios para plantear un mecanismo de adaptación de contenidos en diferentes redes de acceso.
- Se ejecutó un estudio de las capacidades multimedia de los diferentes dispositivos inalámbricos existentes en el mercado.
- Una definición de los principales servicios (Internet, IM, IPTV, web hosting, e-mail, video llamada, presencia, servicios de voz) que pueden ser desplegados en una red IMS, incluyendo recomendaciones para la buena prestación de los mismos.
- Se adaptó una arquitectura donde se incluyeron mecanismos que permiten ofrecer cualquier tipo de aplicación o servicio relacionado con la adaptación de contenidos en un entorno IMS,.
- Se diseño e implementó El Mecanismo de Adaptación de Contenidos, que brinda la posibilidad de transcodificar contenidos multimedia desde y hacia casi cualquier formato el cual fue evaluado.
- Se diseño e implemento El Mecanismo de Reconocimiento de Dispositivos, que permite obtener cualquier característica capacidades de los terminales móviles.
- Durante el desarrollo del proyecto, se emplearon diversas herramientas (Xuggle, JavE, WURFL, SDS), cuya experiencia de instalación, configuración y manejo se definen en el documento, generando así un gran aporte a la comunidad académica.
- Un servicio para la descarga de contenidos personalizados UbiquityStore y su respectiva aplicación Ubiquity App, el cual es independiente de la red de acceso y del terminal de acceso. Este servicio se desarrolla fuera de un contexto IMS.

6.3 RECOMENDACIONES

Las recomendaciones se enfocaran en el progreso de la arquitectura y mecanismos propuestos:

- Es importante que se realice una estandarización de formatos multimedia para terminales móviles, tratando así, de que todos los dispositivos soporten los mismos formatos, evitando una eventual transcodificación de archivos.
- Incluir en el servidor de aplicaciones el mecanismo de adaptación de contenidos, de tal modo que no se deba implementar módulos externos, de este modo la adaptación de contenidos queda inherente al servidor de aplicaciones.



- En la arquitectura IMS, unificar el mecanismo de reconocimiento de dispositivos con el CSCF, evitando tener módulos externos al core IMS, de este modo el reconocimiento de dispositivos queda inherente a la arquitectura IMS, pero así mismo queda ligado al lenguaje en que es implementado el núcleo de IMS.
- Cuando se desarrollen aplicaciones IMS dirigidas a terminales de usuario, no modificar el User-Agent del dispositivo en el mensaje SIP, evitando así errores en la búsqueda de los dispositivos en los repositorios como WURFL.
- Es importante revisar las actualizaciones que se realicen en el archivo WURFL, donde se incluirán las características de los nuevos dispositivos móviles que emerjan en el mercado, para así renovar el Mecanismo de Reconocimiento de Dispositivos.
- Para los proyectos enfocados en el desarrollo de aplicaciones y/o servicios software, inicialmente se debe plantear los requisitos, requerimientos y/o arquitectura, antes de iniciar con la implementación del software, dejando este para las últimas instancias.

6.4 TRABAJOS FUTUROS

Se sugieren los siguientes:

- Diseñar e implementar otro tipo de prototipos que hagan uso de los mecanismos planteados y realizar sus respectivas pruebas, para confirmar que funcionan independiente del servicio y la aplicación, con la misma funcionalidad y eficiencia.
- Evaluar la arquitectura propuesta y sus mecanismos, utilizando una plataforma diferente a la seleccionada (SDS), como es el caso de Open IMS Core, buscando optimizar los mecanismos y verificando la portabilidad de los mismos.
- Los mecanismo propuestos en este proyecto, pueden utilizarse para el desarrollo de soluciones en arquitecturas o redes diferentes a IMS, lo que abre la posibilidad de realizar aplicaciones, servicios (tiempo real - video streaming – audio streaming) o prototipos para efectuar una evaluación de dichos mecanismos en diferentes tipos de redes.
- Realizar un estudio/evaluación de la eficiencia y el soporte que pueden ofrecer la arquitectura y los mecanismos propuestos, con respecto al soporte de un alto número de usuarios que puedan llegar a usar el servicio, al mismo tiempo de implementar técnicas de optimización para los mecanismos dependiendo a los resultados de esos estudios o pruebas.



BIBLIOGRAFÍA

- [1] G. Camarillo y M. Garcia, “*The 3G IP Multimedia Subsystem (IMS): Merging the Internet and the Cellular Worlds*”, John Wiley & Sons Ltd, Agosto 2006.
- [2] ETSI. (2003) TISPAN – “*Defining the Next Generation Network*”. [En Línea]. Disponible en: <http://www.etsi.org/tispan/> [Última consulta: Diciembre de 2010].
- [3] G. Camarillo y M. Garcia, “*The 3G IP Multimedia Subsystem (IMS): Merging the Internet and the Cellular Worlds*”, John Wiley & Sons Ltd, Agosto 2007.
- [4] Ericsson, “*IMS – IP Multimedia Subsystem – the value of using the IMS architecture*”, Octubre 2004. [En línea]. Disponible en: <http://www.citmo.net/library/Ericsson%20IMS.pdf> [Última consulta: Diciembre de 2010].
- [5] S. F. Villarrubia “*Diseño de una Pasarela entre los servicios Móviles 3G IMS y los Servicios de Comunicación de Internet*”. Marzo 2006 [En línea]. Disponible en: http://www.coit.es/pub/ficheros/p043_resumen_ericsson_0ee5c822.pdf [Última consulta: Diciembre de 2010].
- [6] R. Levenshteyn y L. Fikouras, “*Mobile Services Interworking for IMS and XML Web Services*”, *Ericsson Research – IEEE Communications Magazine*, Vol. 44, no 9, pp. 80-87, Septiembre 2006 [En línea]. Disponible en: http://ieeexplore.ieee.org/xpl/freeabs_all.jsp?arnumber=1705983 [Última consulta: Diciembre de 2010].
- [7] M. A Conde, C. Muñoz y F. J. García, “*Sistemas de adaptación de contenidos para dispositivos móviles*” presentado en el IX Congreso Internacional Interacción, España, Junio 2008 [En línea]. Disponible en: <http://www.aipo.es/articulos/2/16.pdf> [Última consulta: Diciembre de 2010].
- [8] F. Álvarez, C. F González y F. Morán, “*Explotación de Contenidos Multimedia*”, Círculo de Innovación en las Tecnologías de la Información y Comunicaciones [En línea]. Disponible en: http://www.madrimasd.org/informacionidi/biblioteca/publicacion/doc/VT/VT7_Explotacion_contenidos_multimedia.pdf [Última consulta: Diciembre de 2010].
- [9] NGN Forum and IMS Forum, “*What is IMS*”. [En Línea] Disponible en: <http://www.imsforum.org/education> [Última consulta: Enero de 2011].
- [10] Las Telecomunicaciones y la Movilidad en la Sociedad de la Información, “*Evolución al Dominio IMS*”. [En línea]. Disponible en: http://kom.aau.dk/group/05gr995/05995/Links-files/capitulo_12.pdf [Última consulta: Diciembre de 2010].
- [11] Rodrigo Lizana M. “*Subsistemas Multimedia IP (IMS) en 3GPP y 3GPP2*”. Universidad Santiago de Chile. 2008. [En línea]. Disponible en web:



- <http://ewh.ieee.org/sb/chile/uach/archivos/pregrado2.pdf> [Última consulta: Enero de 2011].
- [12] Minerva Plataforma de Servicios en Movilidad, “Plataforma IMS”. [En línea]. Disponible en: <http://www.proyectominerva.org/web/contenido.asp?id=3133> [Última consulta: Abril de 2011].
- [13] Simon Znaty, Jean-Louis Dauphin, Roland Geldwerth. “SIP: Session Initiation Protocol”. EFFORT. [En línea]. Disponible en web: http://www.efort.com/media_pdf/SIP_ESP.pdf [Última consulta: Febrero de 2011].
- [14] Simon Znaty, Jean-Louis Dauphin, Roland Geldwerth. “IP Multimedia Subsystem: Principios y Arquitectura”. EFFORT. [En línea]. Disponible en web: http://www.efort.com/media_pdf/IMS_ESP.pdf [Última consulta: Febrero de 2011].
- [15] 3GPP, “IP Multimedia Subsystem (IMS); Stage 2 - TS 23.228 Rel-7”, 2008. [En línea]. Disponible en: <http://www.3gpp.org> [Última consulta: Enero de 2011].
- [16] IMS – IP Multimedia Subsystem, “The value of using the IMS architecture”. Ericsson White Paper. 2004. [En línea]. Disponible en web: http://www.techabulary.com/i/ims/ims_ip_multimedia_subsystem.pdf [Última consulta: Enero de 2011].
- [17] M. Poikselka, G. Mayer, H. Khartabil y A. Niemi. “The IMS IP Multimedia Concepts and Services in the Mobile Domain”. Octubre 2004.
- [18] The Architecture and Benefits of IMS. White Paper 2009. [En línea]. Disponible en web: <http://www.dialogic.com/products/docs/whitepapers/11297-ims-arch-benefits-wp.pdf> [Última consulta: Abril de 2011].
- [19] R. Chen, E. Sul, V. Shen y Y.H. Wang. Introduction to IP Multimedia Subsystem (IMS), Part 1: SOA Parlay X Web services. Developer Works. [En línea]. Disponible en web: <http://www.ibm.com/developerworks/webservices/library/ws-soa-ipmultisub1/> [Última consulta: Abril de 2011].
- [20] IMS-Enabled Access Networks, “Enabling network-independent access to personalized services”. UTSTARTCOM. 2006. [En línea]. Disponible en web: http://www.utstar.com/Document_Library/0639.pdf [Última consulta: Enero de 2011].
- [21] IMS Architecture. Metaswitch Networks. [En línea]. Disponible en web: <http://www.metaswitch.com/sbc-session-border-controller/ims-architecture.aspx> [Última consulta: Mayo de 2011].
- [22] R. Khandelwal. “The Importance of Standard IMS Architecture”. TATA Consultancy Services, Ltd. [En línea]. Disponible en web: http://www.iec.org/ne2wsletter/may07_2/analyst_corner.pdf [Última consulta: Abril de 2011].



- [23] W3C, "Device Description Repository Requirements". Abril 2006. En línea. Disponible en: <http://www.w3.org/TR/2006/WD-DDR-requirements-20060410/> [Última consulta: Junio de 2011].
- [24] W3C, Mobile Web best practice. Julio 2008 [En línea] Disponible en <http://www.w3.org/TR/2008/REC-mobile-bp-20080729/> [Última consulta: Junio de 2011].
- [25] J. Miano. "Compressed Image File Formats". [En línea]. Disponible en web:http://books.google.com/books?id=nJLvY757dQC&printsec=frontcover&dq=compressed+Image+File+Formats&source=bl&ots=0dZR-0lhbo&sig=BtK8cetZeXaNt6PLGHn6-0V-7sY&hl=es&ei=94phTdeBEpG5tgez7J2gDA&sa=X&oi=book_result&ct=result&resnum=5&sqi=2&ved=0CEQQ6AEwBA#v=onepage&q&f=false [Última consulta: Abril de 2011].
- [26] ISO/IEC 14496-3, "Information technology - Coding of audio-visual objects - Part 3: Audio". [En línea]. Disponible en web:http://webstore.iec.ch/preview/info_isoiec14496-3%7Bed4.0%7Den.pdf [Última consulta: Junio de 2011].
- [27] Axis, "264 video compression standard: New possibilities within video surveillance". White Paper. [En línea]. Disponible en web:http://www.axis.com/files/whitepaper/wp_h264_31669_en_0803_lo.pdf [Última consulta: abril de 2011].
- [28] VCodex, "An Overview of H.264: Advanced Video Coding". White Paper. [En línea]. Disponible en web: http://www.megasecurity.ca/company/hd%20H.264_overview.pdf [Última consulta: abril de 2011].
- [29] C. Tulio, P. Piero. "Aplicaciones del Estándar MPEG-4". Universidad Central de Venezuela, Facultad de Ingeniería. [En línea]. Disponible en web: <http://www.scribd.com/doc/24319966/MPEG-4> [Última consulta: Abril de 2011].
- [30] M. Castells, "Internet y la Sociedad de la Red". Universidad Oberta de Cataluña. [En Línea] Disponible en: <http://www.mvdenred.edu.uy/download/destacados/castells.pdf> [Última consulta: Abril de 2011].
- [31] W3C, "Mobile Web Best Practices 1.0". 2008. [En Línea] Disponible en:<http://www.w3.org/TR/2008/REC-mobile-bp-20080729/> [Última consulta: Junio de 2011].
- [32] Tecnología de Información y la Comunicación – Correo Electrónico. "¿Qué es el Correo Electrónico?" [En Línea] Disponible en:<http://tutoriales.igluppiweb.com.ar/ecorreo.pdf> [Última consulta: Marzo de 2011].
- [33] G. Camarillo, M. A. Garcia. "The 3G IP Multimedia Subsystem". Second edition. 2006



- [34] Telefónica, “Servicios de presencia instantánea enriquecida”. Abril 2008. [En Línea] Disponible en: http://sociedadinformacion.fundacion.telefonica.com/DYC/SHI/seccion=1188&idioma=es_ES&id=2009100116310091&activo=4.do?elem=6136 [Última consulta: Marzo de 2011].
- [35] “Voz sobre protocolo de Internet (VoIP)”. Septiembre 2002. [En Línea] Disponible en: http://ieeexplore.ieee.org/xpl/freeabs_all.jsp?arnumber=1041060 [Última consulta: Marzo de 2011].
- [36] T. Uhlmann, “Push to Talk”. [En Línea] Disponible en: <https://www-vs.informatik.uni-ulm.de/DE/dept/staff/schmidt/pubs/doc/techreps/VS-R06-2008.pdf#page=63> [Última consulta: Marzo de 2011].
- [37] Wikipedia, “Videoconferencia”. [En Línea] Disponible en: <http://es.wikipedia.org/wiki/Videoconferencia> [Última consulta: Marzo de 2011].
- [38] UNE, “Que es IPTV”. [En Línea] Disponible en: <http://www.epmbog.com/?m=noticia&id=651&IDS=61> [Última consulta: Marzo de 2011].
- [39] WorldLingo. “IPTV Movil”. [En Línea] Disponible en: http://www.worldlingo.com/ma/enwiki/es/Mobile_IPTV [Última consulta: Marzo de 2011].
- [40] Mensajería Instantánea BlackBerry. [En línea]. Disponible en: http://es.blackberry.com/devices/features/im/blackberry_messenger.jsp [Última consulta: Marzo de 2011].
- [41] Proyecto Eclipse. [En línea]. Disponible en: <http://www.eclipse.org/org/> [Última consulta: Marzo de 2011].
- [42] Luca Passani, “WURFL - Wireless Universal Resource File”. 2011. [En línea]. Disponible en: <http://wurfl.sourceforge.net/> [Última consulta: Junio de 2011].
- [43] Tera-Wurfl – Mobile Device Identification. [En línea]. Disponible en: http://www.tera-wurfl.com/wiki/index.php/Main_Page [Última consulta: Mayo de 2011].
- [44] Oracle, “The Java Image I/O API”. [En línea]. Disponible en: http://download.oracle.com/javase/1.4.2/docs/guide/imageio/spec/imageio_guideTOC.fm.html [Última consulta: Mayo de 2011].
- [45] Xuggle, “XuggleXuggler”. [En línea]. Disponible en: <http://www.xuggle.com/xuggler/> [Última consulta: Mayo de 2011].
- [46] Ericsson, “Ericsson IMS Client Platform”. [En línea]. Disponible en: http://www.ericsson.com/ericsson/corpinfo/publications/review/2007_02/03.shtml [Última consulta: Mayo de 2011].



- [47] Ericsson, “SDS – Service Development Studio”. [En línea]. Disponible en: http://www.ericsson.com/developer/sub/open/technologies/ims_poc/tools/sds_40 [Última consulta: Junio de 2011].
- [48] Miverva Plataforma de Servicios en Movilidad, “Plataforma IMS”. [En línea]. Disponible en: <http://www.proyectominerva.org/web/contenido.asp?id=3133> [Última consulta: Mayo de 2011].
- [49] Java Community Process, “JSR 281: IMS Services API”. [En línea]. Disponible en: <http://jcp.org/en/jsr/detail?id=281> [Última consulta: mayo de 2011].
- [50] Java Community Process, “JSR 325: IMS Communication Enablers (ICE)”. [En línea]. Disponible en: <http://www.jcp.org/en/jsr/detail?id=325> [Última consulta: Mayo de 2011].
- [51] K. Gronowski. “Project SailFin: Architecture, Applications, and Roadmap”, [En línea]. Disponible en: <http://www.oracle.com/technetwork/server-storage/ts-5866-159246.pdf?> [Última consulta: Mayo de 2011].
- [52] Ericsson, “Service Development Studio (SDS) 4.1 Windows Client Sample Application Description”.
- [53] Proyecto WURFL. “WURFL Devices and WURFL Capabilities”, [En línea]. Disponible en: http://wurfl.sourceforge.net/help_doc.php [Última consulta: Junio de 2011].
- [54] Xuggler. “How to Install Xuggler on Microsoft Windows”, [En línea]. Disponible en: <http://xuggle.wordpress.com/2009/01/23/how-to-install-xuggler-on-microsoft-windows/> [Última consulta: julio de 2011].
- [55] Xuggler. “How to Write Your First Xuggler Application In Eclipse”, [En línea]. Disponible en: <http://xuggle.wordpress.com/2009/01/23/how-to-write-your-first-xuggler-application-in-eclipse> [Última consulta: julio de 2011]
- [56] Ericsson, “Service Development Studio (SDS) 4.1 Tutorial”.
- [57] Jave (Java Audio Video Encoder), [En línea]. Disponible en: <http://www.sauronsoftware.it/projects/jave/> [Última consulta: julio de 2011].
- [58] Jave Manual, [En línea]. Disponible en: <http://www.sauronsoftware.it/projects/jave/manual.php> [Última consulta: julio de 2011].