

**EVALUACIÓN DEL DESEMPEÑO DEL SERVICIO IPTV PARA UN OPERADOR
MÓVIL CELULAR QUE TIENE UNA RED DE ACCESO HSDPA SOBRE CORE
IMS**

**ENTREGADO A LA UNIVERSIDAD EAFIT COMO REQUISITO PARA OBTENER
EL GRADO DE MAESTRÍA EN INGENIERÍA**

POR:

EPIFANIO MANUEL GARCÍA SALDARRIAGA
epifanio.garcia@gmail.com

ASESOR:

JUAN CARLOS MONTOYA MENDOZA
jcmontoy@eafit.edu.co
UNIVERSIDAD EAFIT



**UNIVERSIDAD EAFIT
DEPARTAMENTO DE INFORMÁTICA Y SISTEMAS
ESCUELA DE INGENIERIA
MEDELLIN
2012**

Nota de aceptación:

Firma del jurado

Firma del jurado

Firma del jurado

Ciudad y fecha _____

Tabla de Contenido

	Pág.
DEDICATORIA	8
INTRODUCCION.....	10
RESUMEN.....	11
1. ANTECEDENTES GENERALES	12
1.2 DESCRIPCION DEL PROYECTO.....	12
2. OBJETIVOS	15
2.1 OBJETIVO GENERAL	15
2.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS	15
3. JUSTIFICACIÓN	16
4. MARCO DE REFERENCIA	17
4.1 METODOLOGIA.....	17
4.2 LIMITACIONES DEL PROYECTO	18
4.3 REVISION DE LITERATURA Y ANTECEDENTES	19
5. MARCO TEÓRICO	21
5.1 HSDPA.....	21
5.2 PRINCIPALES CARACTERÍSTICAS DE HSDPA	22
5.2.1 Canales HSDPA	22
5.2.2 Modulación y codificación adaptativa (AMC).....	22
5.2.3 HARQ (Hybrid Automatic Repeat reQuest)	23
5.2.4 Transmisión Multi-código	24
5.2.5 Intervalo de tiempo de transmisión corto TTI	24
5.2.6 Terminales HSPDA.....	25
5.3 CORE IMS	25
5.3.1 Principales entidades IMS.....	27
5.4.1 IPTV	29
5.4.2 ARQUITECTURA IPTV.....	29
5.4.3 Protocolos utilizados en IPTV	34
5.5 CALIDAD DE VIDEO.....	36

5.5.1. Métodos subjetivos:	36
5.5.2. Métodos objetivos:	39
5.5.3. Métodos híbridos	41
6. IMPLEMENTACION SISTEMA DE TRANSMISION IPTV	42
6.1 ANALISIS PRELIMINAR DE LA IMPLEMENTACION	42
6.2 DISEÑO	43
6.3 MONTAJE	46
7. SEÑALIZACION Y REGISTRO	51
7.1 REGISTRO Y AUTENTICACIÓN	51
7.2 ANÁLISIS DE SOLICITUD DEL SERVICIO IPTV	54
8. PRUEBAS Y ANALISIS DE RESULTADOS	56
8.1 PRUEBAS ESTATICAS EN LA RED HSDPA	56
8.2 PRUEBAS EN LA RED HSDPA DRIVE TEST (Pruebas de Campo)	62
8.2.1 Análisis de resultados Drive Test	65
8.2.2 Medidas subjetivas de Drive Test	76
9 .CONCLUSIONES	83
BIBLIOGRAFIA Y CIBERGRAFIA	86
ANEXOS	89

LISTADO DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Categoría clasificación terminales HSDPA.....	25
Tabla 2. Partes de MPEG1	31
Tabla 3. Partes de MPEG2	31
Tabla 4. Características de MPEG 2.....	32
Tabla 5. Partes de MPEG 4	33
Tabla 6. Evaluación Single Stimulus (SS).....	38
Tabla 7. Evaluación DSIS.	38
Tabla 8. Evaluación DSCQS.....	39
Tabla 9. Evaluación PSNR.	40
Tabla 10. MOS pruebas estáticas HSDPA/HSDPA+.....	57
Tabla 11. MOS pruebas estáticas GSM/EDGE	57
Tabla 12. Comparación MOS entre redes HSDPA y GSM/EDGE	58
Tabla 13. Valores CQI [30].	72
Tabla 14. MOS pruebas subjetivas Drive Test	78

LISTA DE FIGURAS

Pág.

Figura 1. Integración del Core IMS con una red HSDA	18
Figura 2. HSDPA en Release 5	21
Figura 3. Modulación y codificación adaptativa [36]	23
Figura 4. Mecanismo HARQ	24
Figura 5. Arquitectura IMS	26
Figura 6. Cliente SIP (X-lite)	27
Figura 7. Entidades IMS	28
Figura 8. Arquitectura red GSM/UMTS	43
Figura 9. Diseño UMTS/IPTV.....	46
Figura 10. Acceso SSH Servidor IPTV.....	47
Figura 11. Servidor IPTV	48
Figura 12. Cliente UCT IMS Client v1.0.12	49
Figura 13. Cliente UCT IMS Client v1.0.14	49
Figura 14. Señalización entre el cliente y el servidor IPTV [21].....	52
Figura 15. Señalización entre el cliente y el servidor IPTV (Wireshark).	53
Figura 16. Señalización SIP entre el cliente y el servidor IPTV (Wireshark).....	54
Figura 17. Señalización SIP, solicitud de servicio [21].	55
Figura 18. Secuencia video Original	58
Figura 19. Secuencia video recibido en UCT IMS Client HSDPA/HSDPA+	59
Figura 20. Sobre posición de imágenes en UCT IMS Client (HSDPA/HSDPA+).....	59
Figura 21. Pixelamiento recibido en UCT IMS Client HSDPA/HSDPA+	60
Figura 22. Secuencia video original	60
Figura 23. Secuencia video recibido en red GSM/EDGE	61
Figura 24. Sobre posición de imágenes en red GSM/EDGE	61
Figura 25. Montaje Drive test 1 [28]	63
Figura 26. Montaje Drive test 2 [28].	63
Figura 27. Montaje Drive test 3 (teléfono móvil) [28].	64
Figura 28. Recorrido Drive Test.	65
Figura 29. Análisis PSC.	67
Figura 30. Energía recibida por chip y el nivel de interferencia (E_c/I_o).....	68
Figura 31. Medidas de RSCP	69
Figura 32. Medidas RSSI.....	70
Figura 33. Medidas CQI.....	73
Figura 34. Medidas BLER.....	74
Figura 35. CQI, BLER, SIR.	75
Figura 36. SIR.	75
Figura 37. THROUGHPUT.	76

Figura 38. THROUGHPUT VS CQI.....	76
Figura 39. Análisis NQDI 1	79
Figura 40. Análisis NQDI 2.	80
Figura 41. Análisis NQDI 3.	81
Figura 42. pcscf.	94
Figura 43. icscf.	94
Figura 44. scscf.	95
Figura 45. FHoSS.	96
Figura 46. Interfaz web DSS 1.	98
Figura 47. Interfaz web DSS 2.	98
Figura 48. Interfaz web DSS 3.	99
Figura 49. Servidor de streaming VLC 1.	101
Figura 50. Servidor de streaming VLC 2.	102
Figura 51. Arquitectura IPTV.....	103
Figura 52. Configuración HSS para IPTV 1.....	104
Figura 53. Configuración HSS para IPTV 2.....	104
Figura 54. Configuración HSS para IPTV 3.....	105
Figura 55. Configuración HSS para IPTV 4.....	105
Figura 56. Servidor IPTV.	107
Figura 57. Servidor IPTV.	108

DEDICATORIA

A toda mi familia, docentes y amigos
por el apoyo y ánimo que me
brindaron a lo largo de mi formación.

Este proyecto de maestría fue desarrollado en el marco del macroproyecto "Sistema de Experimental de Televisión Interactiva" del Centro de Investigación e Innovación de Excelencia Ártica (Alianza Regional De TIC Aplicadas) con Código 1115-470-22055 y número de proyecto RC N° 584, financiado por Colciencias y MinTIC"

INTRODUCCIÓN

Desde el 2003 la telefonía celular en Colombia ha tenido un crecimiento realmente elevado, tal es el caso que actualmente se tiene 40 millones de usuarios en el país. Sin embargo, según estudios el crecimiento de clientes nuevos en los próximos años será menor que en los años anteriores.

Por tal motivo, los operadores en Colombia le han apostado a ofrecerles a sus clientes servicios diferentes a los de voz y mensajes de texto, fue así como inicialmente se empezó a ofrecer servicios de valor agregado (VAS) por sus siglas en inglés, tales como mensajería instantánea, MMS, Backtones, Servicios de localización etc que se ofrecían a través de las redes GSM.

Pero entre el 2006 y el 2008 se empezaron a implementar en Colombia las primeras redes de UMTS (3G) que muy pronto migraron a HSDPA (3.5G) llegando a ofrecer 14Mbit/s (teóricos) por sector de cada nodo B. Entonces, los operadores comenzaron a ofrecer a sus clientes Internet móvil de alta velocidad pasando de velocidades 115kbit/s en GSM a velocidades que varían entre 256kbit/s y 2Mbit/s en 3.5G.

En estos momentos los tres operadores en Colombia tienen montada una infraestructura de 3.5G todos sobre un Core NGN. Pero es Tigo la compañía que le ha apostado entregarles a los usuarios TV para dispositivos móviles cuyo producto lo ha llamado Tv Tigo, bajo una plataforma video streaming.

El proyecto buscará implementar una plataforma que integre un servidor IPTV, un Core IMS y una red HSDPA con la intención que un futuro no muy lejano se pueda llevar comercialmente este producto a los usuarios colombianos. Además aunque el proyecto es netamente técnico la idea es mostrar a la parte comercial las ventajas que trae migrar a una plataforma IMS, la cual permite una rápida creación de servicios, una flexible facturación, una mejor seguridad y calidad de servicio (QoS), en la que se cobraría el servicio dependiendo del contenido, duración y volumen de datos.

RESUMEN

Según la superintendencia de industria y comercio la televisión, paga en Colombia ha superado la barrera los 3,5 millones de abonados, en el último año. Lo que muestra el interés de los usuarios por este medio de comunicación.

Si a lo anterior se le suma que actualmente en Colombia según la SIC (superintendencia de industria y comercio) la penetración celular en Colombia ha llegado al 90% y que pronto al país ingresará la televisión digital terrestre (TDT) se crea entonces una nueva expectativa sobre el futuro de la televisión en nuestro país, guiado principalmente por la convergencia y la ubicuidad de las telecomunicaciones.

Pero para que lo anterior se pueda realizar se debe contar con una infraestructura que soporte transmisiones IPTV tanto en redes fijas como móviles. Para redes fija ya hay un gran avance en cuando a Core y redes de acceso en la que se ha logrado aumentar paulatinamente el ancho de banda, pero para redes móviles aunque se ha logrado un gran avance en cuanto al aumento de ancho de banda con los cambios de tecnología (GPRS, EDGE, HSDPA) todavía no ha logrado implementar un infraestructura tecnológica en nuestro país que soporte realmente la televisión móvil interactiva (IPTV móvil).

Estos son los fundamentos en los que se base este documento para presentar una propuesta de investigación para realizar un estudio eficiente de la calidad técnica una red móvil celular que transporta tráfico IPTV.

Básicamente, el proyecto se puede dividir en tres partes, en la primera etapa se estudiará el estado de arte de IPTV móvil, incluyendo ubicuidad a nivel global y local. La segunda parte será de planeación del proyecto que involucrará el diseño del montaje a realizar y la tercera y última parte será la etapa de ejecución que contemplará las pruebas de desempeño y optimización del proyecto.

1. ANTECEDENTES GENERALES

1.2 DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

Antes de entrar a describir el proyecto es importante dar una introducción sobre el concepto de ubicuidad televisiva para entender el objetivo técnico de la arquitectura a desarrollar.

En la última década se ha empezado a tratar el tema de ciudades ubicuas (U-City) que según Dennis A. García [35] las define como aquellas ciudades en la que el centro es el ciudadano, sus necesidades y sus deseos. Un espacio que descubre y brinda servicios personalizados a sus ciudadanos o visitantes cuando estos lo necesiten o deseen, cualquiera que sea el lugar o el dispositivo que estén usando.

Realmente este concepto se está empezando a lograr en las grandes ciudades, y todo esto gracias al desarrollo que se ha logrado en las TIC. Las empresas de telecomunicaciones han utilizado este desarrollo para presentarle al usuario servicios como Banda Ancha, Televisión y telefonía en forma de paquetes, aunque que se creía que solo se podían prestar de forma fija, con los avances en la telefonía móvil, este concepto ha cambiado, por que ya se puede entregar al usuario voz y datos en el móvil, logrando un paso hacia la ubicuidad de servicios.

Pero falta algo más, la evolución de la televisión. Hoy en día hay se habla del concepto, de interactividad que pretende que usuario no se convierta en un ser pasivo sino que sea interactivo ante las imágenes. Los proveedores de servicios de comunicaciones ofrecen no solo canales de televisión tradicionales sino también canales específicos para que el cliente seleccione el que desee e interactúe con el emisor, más aun, se ofrecen video bajo demanda sobre redes completamente IP, llagando a nuestros hogares el servicio de IPTV.

Sin embargo estos servicios de datos, televisión y voz no son completamente ubicuos en la actualidad. Para una mejor comprensión se expone el siguiente ejemplo, un usuario puede trabajar desde su casa utilizando banda ancha, simultáneamente puede utilizar su teléfono fijo, o móvil, también puede escuchar o ver una noticia utilizando el sistema IPTV. Si desea desplazarse puede seguir utilizando el servicio de voz y de datos en el lugar que desee, por medio de los sistemas celulares, pero si desea ver o comprar algún artículo que se está transmitiendo en la TV ¿lo puede hacer? o ¿simplemente descargar una película (VOD) y verla mientras termina su recorrido? Es en este instante donde se pierde la esencia de ubicuidad o sea en todo momento y todo lugar.

Aparece entonces un nuevo concepto que es importante analizar y es el de televisión móvil, la cual se define como el servicio de televisión que se presta a

través de dispositivos móviles, celulares, PDAs, o portátiles utilizando las redes celulares, Wifi o televisión digital terrestre. Además, si a este concepto le agregamos interacción entre el usuario y la cadena emisora en una red de transmisión completamente IP se podría estar hablando de IPTV sobre redes móviles.

La televisión móvil en estos momentos es considerada como una gran oportunidad para los desarrolladores de contenidos, fabricantes de la industria de móviles y operadores celulares. Sin embargo, es un desafío, que muchos operadores no han querido asumir por los costos y por los mismos consumidores a los cuales se debe cambiar el concepto de televisión, ya no se trata de simplemente ver TV por horas a través de una pequeña pantalla y sino de ser un complemento de la televisión tradicional que implica crear nuevos contenidos y una oferta comercial atractiva para el usuario.

A nivel global ¿cómo va el avance de IPTV móvil?. Si se quiere contar con ciudades ubicuas necesariamente se debe tener presente la televisión móvil, por eso los fabricantes, universidades, países y organizaciones como la ITU ha puesto su empeño en desarrollar este sistema. Fue así como el 2005 Corea del Sur se convirtió en el primer país, en transmitir televisión móvil mediante su sistema DMB (Digital Multimedia Broadcasting) que es un sistema de transmisión de televisión Móvil que utiliza la banda L y parte III de VHF. Fue desarrollado por ETRI (Electronic and Telecommunications Research Institute), aunque no fue comercial. Japón, sin embargo, adoptó el sistema ISDB-T (Integrated Service Digital Broadcasting-Terrestrial) que incluye la televisión móvil, se espera que pronto la empresa DoCoMo ponga en funcionamiento una plataforma de IPTV bajo este sistema.

La comunidad Europea implementó el estándar DVB-H (Digital Video Broadcasting-Handheld) que es una adaptación proveniente DVB terrestre, este estándar fue adoptado por la principales cadenas de televisión y fabricantes de teléfonos móviles entre los que se encuentran Nokia y Sony-Ericsson. Sin embargo, algunos países de Europa como España y el Reino Unido los Telcos solo ofrecen Televisión móvil a través de sus redes de 3G para algunos canales y descargas de videos cortos, hay poca interactividad con el usuario, por lo que se descarta que estos países exista IPTV Móvil.

En Estados Unidos desde el 2006 se empezó a utilizar una tecnología desarrollada por la compañía QUALCOMM denominada MediaFlo y que permite transmitir video a dispositivos móviles en tiempo real, VOD, audio y datos. Dos empresas en este país utilizan este tipo de tecnología Verizon Wireless a través de su red CDMA2000 en la banda de 700MHz y su competencia AT&T. Estas compañías tiene implementada una gran oferta comercial en la incluyen este servicio.

En Latinoamérica todavía no se tiene montada una infraestructura para IPTV móvil. Algunas compañías le han apostado al desarrollo de IPTV fijo, y lo han empezado a ofrecer a través de paquetes. Sin embargo, América Móvil mediante su marca Claro ofrece TV Móvil en algunos países de Latinoamérica mediante la modalidad de Streaming de video.

Para el caso local, UNE ofrece a sus usuario el servicio de IPTV en algunas ciudades, es el primer operador en Colombia en ofrecer este servicio. Aunque, otras compañías como ETB y Telefónica han mostrado interés en ofrecer a sus usuarios este tipo de tecnología.

En la ambiente móvil, de los tres operadores en Colombia, Comcel, Movistar y Tigo esta última con lanzamiento de su red de alta velocidad 3.5G fue la única incluir en su oferta comercial televisión móvil (Tv Tigo) que por un precio 3900 pesos se puede acceder al servicio por un día.

Dado los anteriores antecedentes, se puede decir que hay un ambiente propicio para desarrollar un proyecto de IPTV móvil en nuestro país. Este proyecto no solo beneficiaría a las compañías móviles sino la Universidad Eafit en la parte de investigación en telefonía móvil.

Además, el proyecto no solo implica la puesta en funcionamiento de un sistema de IPTV para telefonía móvil sino su integración con un Core IMS dándole un valor agregado al proyecto por que implicaría un estudio adicional para evaluar la futura migración del Core NGN que posee actualmente las compañías a un Core IMS.

Desde punto de vista, el proyecto daría a conocer las principales ventajas de tener un Core IMS de las se puede destacar:

- Ahorro en OPEX y CAPEX eliminando duplicidad en el despliegue y administración de plataformas y servicios.
- Arquitectura estandarizada que soporta una migración suave de acuerdo con la infraestructura actual de las operadoras fijas, móviles o híbridas.
- Elemento fundamental para la creación de redes convergentes.
- Elemento fundamental para la evolución hacia redes "Todo IP" o de Cuarta Generación.
- Permite un time to market más acelerado para el despliegue de servicios multimedia y de VoIP [15].

El proyecto planteará el análisis para implementar un sistema IPTV sobre una red HSDPA. Este análisis, el despliegue de la solución, y las pruebas realizadas permitirán evaluar el desempeño de la red de acceso de una compañía de telefonía móvil, con fin de que un futuro ella, puede implementar su propio sistema de transmisión IPTV para su uso comercial.

2. OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GENERAL

Evaluar la calidad del servicio de Internet Protocol Television (IPTV) para un operador móvil celular que posee un red HSDPA usando un Core convergente IMS como plataforma base con el fin de optimizar los recursos de red presentes en su infraestructura.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Analizar la integración de un core IMS y el servicio de IPTV en la infraestructura de un operador celular.
- Proponer una arquitectura y mecanismos a los operadores celulares para la implementación de un servicio de IPTV sobre un Core IMS.
- Desplegar el servicio de IPTV (video bajo de demanda) soportado en un Core IMS utilizando una red de acceso HSDPA.
- Analizar el rendimiento y desempeño de la red de acceso con el fin de proponer mecanismo de optimización para variables críticas como: anchos de banda, calidad del servicio (QoS, por sus siglas en inglés), calidad de la experiencia (QoE, por sus siglas en inglés) y transmisiones en Upstream y Downstream del servicio de IPTV.

3. JUSTIFICACIÓN

Este proyecto es importante ejecutarlo por que va a permitir que la industria y la academia se unan con el fin de estudiar la mejor forma en que la televisión móvil ingrese nuestro país, creando bases técnicas para la implementación de este novedoso sistema.

El proyecto buscaría enfocar esta investigación a la creación de futuros negocios en la parte servicios de valor agregado, debido a que el mercado de la telefonía celular en Colombia está demasiado saturado, la idea es buscar nuevas aplicaciones que sean innovadoras creativas y atractivas para los usuarios de la telefonía móvil. Además, es un paso importante para lograr la tan anhela ubicuidad, es decir, en todo momento, en todo lugar, y desde cualquier dispositivo, para que los servicios que se le presta a un usuario no sean interrumpidos, en el que un cliente pueda tener en sus manos una comunicación global, y que se pueda incluir la televisión móvil.

Para la academia ofrecería un aporte importante en la investigación de nuevas tecnologías enfocadas a la televisión, específicamente IPTV. Además la Universidad Eafit ha invertido esfuerzos en este tipo de investigaciones, ya se habla inclusive de implementar una plataforma IPTV (Middleware) en la sede de universidad, que si llega a dar, crearía una nueva fase para este proyecto, por que ya no se estaría trabajando sobre una plataforma Open Source sino sobre una plataforma comercial.

Este proyecto también pretende crear las bases para que la universidad pueda prestar asesorías en proyectos tecnológicos enfocados hacia la televisión móvil, que tengan como fin evaluar redes o sistemas de empresas dedicadas comunicación celular.

4. MARCO DE REFERENCIA

4.1 METODOLOGIA

El proyecto se desarrolló en tres etapas descritas a continuación:

La primera etapa fue la implementación de un APN (Access Point Name) entre el móvil y servidor IPTV pasando por la red de Tigo, que implicaría la parte de acceso y la conmutación. En esta parte el móvil se registraría inicialmente en el HLR de Tigo para permitir el túnel hacia el servidor. En el móvil o el PC debe existir un cliente SIP para la comunicación de voz y un cliente IPTV que interactúe con SIP para la transmisión de video.

El core IMS previamente instalado recibirá las peticiones SIP mediante el Proxy (P-CSCF) quien realizará el registro y enrutará las peticiones al I-CSCF y esta a su vez a S-CSCF para realizar luego la parte autenticación en el HSS.

Se realizaron pruebas de voz para garantizar así la conectividad en entre el móvil y los servidores.

En la segunda etapa de proyecto interactuó el servidor IPTV con el Core IMS y se realizaron las primeras pruebas de transmisión de video a través de la red HSDPA

En la tercera etapa, teniendo funcionando toda la arquitectura se realizaron pruebas de Drive Test para analizar desempeños, transmisión datos, handover etc. y así se sacaron conclusiones del performance de las transmisiones de video.

A continuación se presenta el diagrama inicial del montaje:

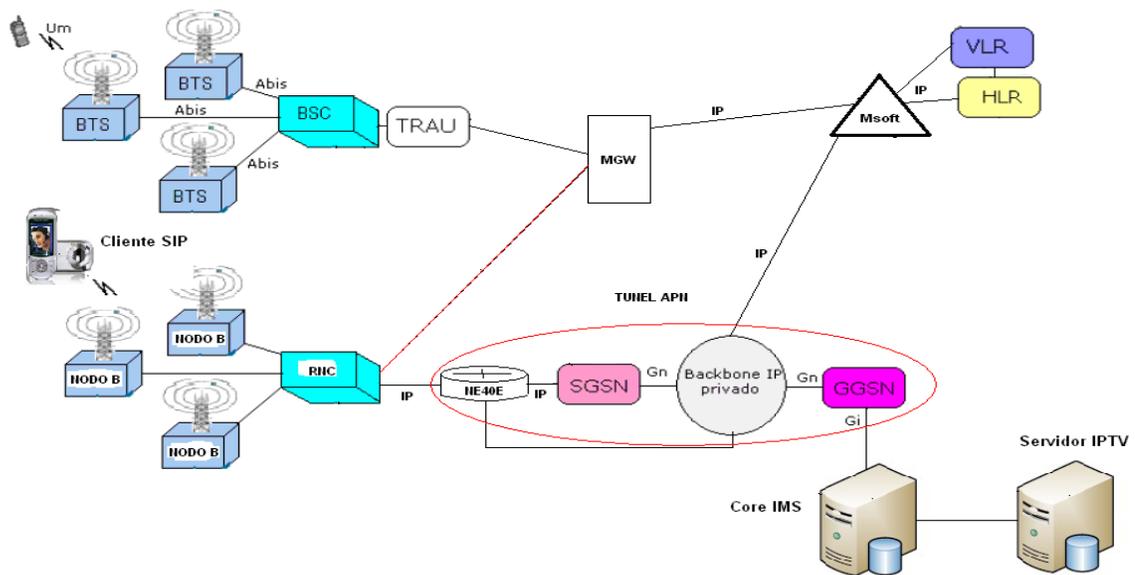


Figura 1. Integración del Core IMS con una red HSDA

4.2 LIMITACIONES DEL PROYECTO

Una de las primeras limitantes del proyecto fue el uso de la red celular de un operador móvil celular, la mayoría de ellos, por un tema de mercadeo y confidencialidad no prestan sus redes para realizar este tipo de estudios.

En la actualidad existen pocas redes que poseen en su infraestructura un Core IMS, debido fundamentalmente a que existen pocos equipos IMS y a los altos costos de implementación. Por lo tanto se utilizó un prototipo académico del Core IMS

Los equipos a utilizar es otro factor limitante en la ejecución del proyecto, si se desea un análisis detallado de señalización, se debe implementar en diferentes máquinas todos los componentes del Core IMS, el cliente UCT y el servidor que según cálculos iniciales sería 10 máquinas, que el proyecto no podría soportar por los costos. Por lo tanto, se utilizó servidores en la nube y máquinas virtuales.

Los equipos de optimización del operador móvil están constantemente en uso, por lo que la utilización de ellos es completamente dependiente de la disponibilidad de préstamo del operador.

Existe en el mercado clientes IMS IPTV para teléfonos móviles, pero ninguno en versión libre, por lo que se optó por un cliente Open Source instalado en una máquina virtual.

El proyecto no utilizó software para el análisis de calidad de servicio, en vez de ellos, se hizo medidas de MOS con un máximo de tres personas. No fue posible realizar pruebas con un número mayor de personas debido a la disponibilidad de tiempo y los costos que ello genera.

4.3 REVISIÓN DE LITERATURA Y ANTECEDENTES

La evolución de las redes celulares ha permitido que se incremente el ancho de banda en su parte más crítica de su arquitectura: la red de acceso, lo cual ha permitido que durante los últimos años se presenten algunos proyectos que intentan mostrar que a través de un dispositivo móvil también se pueda disfrutar de la televisión. A continuación presento algunos de ellos:

Design requirements for mobile tv: en este trabajo los autores examinan los requerimientos para la interacción y la entrega de la televisión móvil. También hacen un comparativo entre la televisión tradicional y la futura televisión móvil. La propuesta de diseño es implementada en un iPAQ y evaluada por usuarios conectados a través de un montaje de prueba de una red celular. Además evalúan los requerimientos de ancho de banda para los diferentes tipos de contenidos de TV enviados a un teléfono celular 3G y a una PDA [1].

3gpp mbms mobile-tv services using h.264/avc temporal scalability and layered transmission: Este proyecto se centra en el estudio de la calidad de la experiencia dada por el usuario final que recibe televisión móvil. El proyecto analiza las técnicas de degradación de la calidad de las transmisiones en una red celular en el Rel. 6 of 3rd Generation Partnership Project's (3GPP) Multimedia Broadcast and Multicast Services (MBMS). Los autores además muestran los beneficios de usar H.264/AVG escalable en el tiempo para un sistema existente que posee deficientes condiciones de coberturas de una red celular, aunque esto se reduce el nivel de calidad de las recepciones los autores definen las técnicas de evaluación para medir la calidad de la cobertura experimentadas por los usuarios conectados a través de un sistema play out en una red celular con recursos de 3GPP [2].

A direct marketing platform for ims-based iptv: enfoque de este proyecto es netamente comercial direccionado a diseñar un sistema de publicidad para compañías telefónicas que pretenden comercializar sus productos a un grupo específico de consumidores. Este diseño es basado en la plataforma Open IMS de la universidad del cabo (UCT) y su modo de comunicación es a través del sistema IPTV. Aunque no se menciona el tipo de acceso al Core se asume que puede ser utilizado para las redes celulares. Se toma como base este proyecto para enfocar una futura integración entre la parte comercial y académica al finalizar el proyecto en curso [3].

Desing and development of a cng oriented to embedded linux: Este proyecto explica el trabajo de investigación, diseño e implementación de una puerta de enlace (Customer Network Gateway, CNG) en el marco de una futura adaptación a un contexto de NGN-IMS (Next Generation Network – IP Multimedia Subsystem) de un sistema de comunicaciones satélite CDMA ya existente. El protocolo que utiliza es SIP basado en la plataforma Open IMS Core, para la transmisión de video este proyecto utiliza como base UCT Advanced IPTV. Dentro del proyecto se evalúa qué impacto tendría la implantación del prototipo de CNG desarrollado en el modem definitivo (Linux embedded) [4].

Video quality in ip based mobile systems: proyecto de maestría que se basa en las transmisiones digitales de video sobre redes inalámbricas que utilizan un core de conmutación de paquetes, para lo cual el autor realiza un estudio de las características del video, las redes IP, las métricas de la calidad transmisiones y streaming video sobre redes móviles. Además realiza una completa investigación sobre la transmisión de video comprimido en redes IP en la que se estudia las deficiencias de la red de transmisión como lo son la pérdida de paquetes y el jitter [5].

5. MARCO TEÓRICO

A continuación se presenta el marco conceptual de este proyecto

5.1 HSDPA

HSDPA (HIGH SPEED PACKET ACCESS) es el acceso de altas velocidades en el enlace descendente de la interfaz de radio de UMTS definido en el release 5 y 6 de los estándares del 3GPP. De esta forma se mejora significativamente la tasa de transmisión en UMTS R99 de 2 Mbps a 14,4 Mbps en el release 5, sin embargo, en el release 7 esta tasa de transmisión es el doble llegando a 28 Mbps.

A pesar que HSDPA se desarrolla entre los release 5 y 7 no se tiene ningún impacto en Core Network si se utiliza una red NGN o un Core IMS, solo un aumento en el ancho de banda en la red de acceso, esto se debe a la alta tasa de transmisión.

Una nueva funcionalidad del Hybrid ARQ y HSDPA se incluye a nivel de MAC (Medium Access Control) en el UTRAN estas funciones son incluidas en una nueva entidad llamada MAC-hs la cual se termina en el Nodo B. Dos configuraciones de protocolos son posibles con o sin MAC c/sh [6].

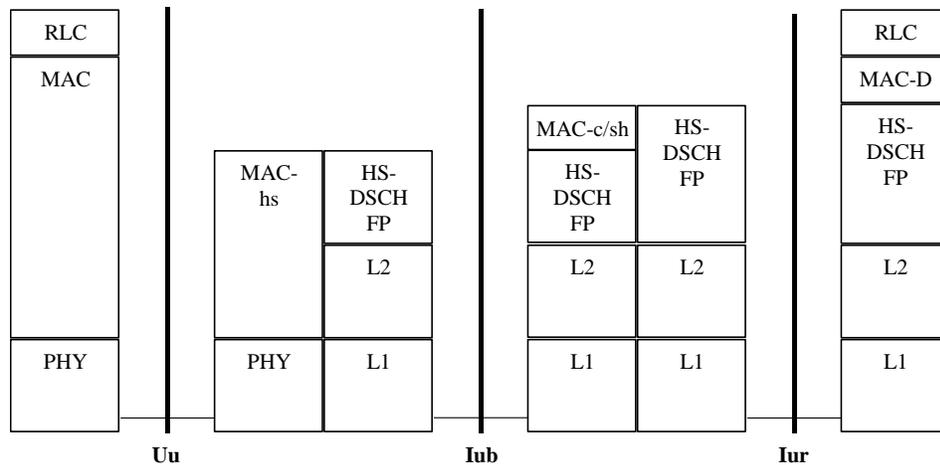


Figura 2. HSDPA en Release 5

5.2 PRINCIPALES CARACTERÍSTICAS DE HSDPA

5.2.1 Canales HSDPA

Además de los canales que se manejan en UMTS, HSDPA incorpora nuevos canales, a continuación se mencionan algunos de ellos:

5.2.1.1 HS-DSC (HIGH SPEED DOWNLINK SHARED CHANNEL): es un canal rápido de bajada compartido en el tiempo, el cual tiene un SF=16. Su principal característica es que se puede asignar un máximo de 15 canales a un mismo usuario dentro de cada TTI de 2ms o se pueden partir entre varios usuarios de la red HSDPA. Además posee otras características como son: soporte modulación 16 QAM, utiliza turbo códigos, no hay transmisiones discontinuas a nivel de slot.

5.2.1.2 HS-SCCH (High Speed Shared Control Channel): es un canal físico de señalización que lleva la información de control del móvil [7].

5.2.1.3 HS-DPCCH (High Speed Dedicated Physical Control Channel): canal que entrega el CQI (Cannel Quality Indicator) con el cual el nodo puede cambiar la modulación, la codificación, y el número de códigos durante una comunicación cada 2ms [7].

5.2.2 Modulación y codificación adaptativa (AMC)

Una de las principales características de HSDPA es la modulación y la codificación adaptativa que inglés es Adaptive Modulation and Coding (AMC) la cual consiste simplemente en cambiar la modulación y la codificación de canales dependiendo de la ubicación del móvil con respecto al Nodo B por cada TTI. El UE (User Equipment) reporta en la señalización en Uplink, una medida de las condiciones de radio en Downlink.

Para este caso se tiene en HSDPA dos modulaciones diferentes, para altas condiciones de radio en las que el móvil se encuentra estático y muy cercano al nodo B, se utiliza la modulación 16 QAM lo que significa transmitir 4 bits por símbolo.

Pero si las condiciones de radio son desfavorables es decir en las que el móvil se encuentra lejos del Nodo B y en movimiento, se utilizará una modulación QPSK es decir se transmitirá dos bits por símbolo.

La forma como se emplea este cambio de modulación y codificación es a través del CQI explicado anteriormente mediante el canal HS-DPCCH. La figura 3 ilustra la anterior explicación

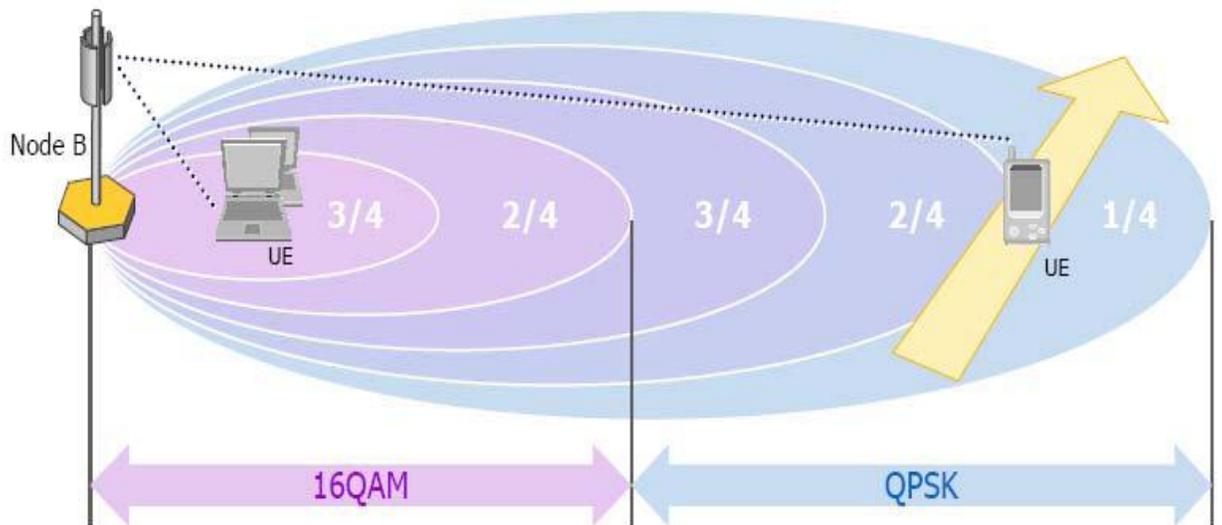


Figura 3. Modulación y codificación adaptativa [36]

5.2.3 HARQ (Hybrid Automatic Repeat reQuest)

ARQ es un mecanismo de detección de error usado en la capa de enlace (release 5). Básicamente el terminal (UE) informa al transmisor (nodo B) que un bloque de transporte ha sido recibido incorrectamente y pide una retransmisión de la información que ha recibido en forma errónea, ajustando mejor la tasa efectiva de codificación.

El híbrido ARQ (HARQ) es una combinación de ARQ y FEC (Forward Error Correction). El bloque que se recibe incorrectamente es guardado por el receptor y se pide la retransmisión del mismo al transmisor, luego de ser recibido se combina con el bloque erróneo antes guardado, para su correcta codificación.

El procedimiento utilizado para la retransmisión es conocido como Stop and Wait (SAW). Cuando el nodo B transmite un bloque, espera la confirmación de llegada (ACK) del receptor (UE) para poder enviar el siguiente bloque. En caso tal que la información se haya recibido incorrectamente y no se pudo codificar en forma correcta el bloque, por parte del terminal, este enviará al nodo B un aviso de falla (NACK) para que transmita nuevamente el bloque para su correcta codificación. Dado el caso en el que el transmisor no recibe un ACK o un NACK por parte del terminal, se entenderá que el bloque no fue recibido correctamente y se enviará de nuevo. Para evitar errores en la entrega de bloques mediante las

retransmisiones se agrega en cada paquete un bit de secuencia que alterna entre 0 y 1.

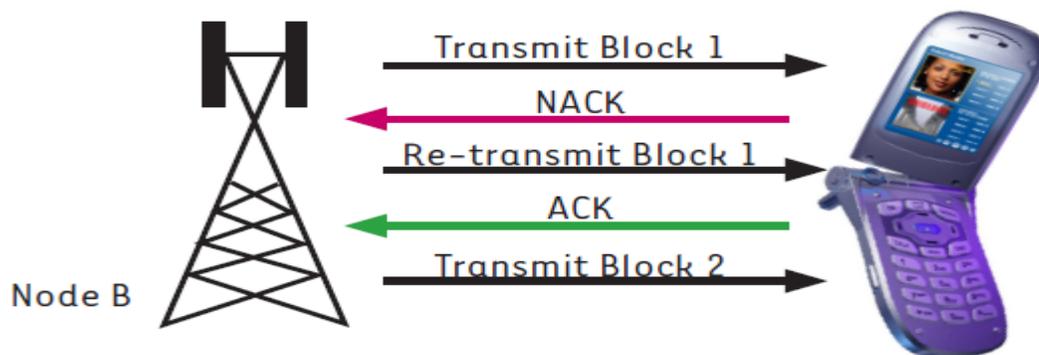


Figura 4. Mecanismo HARQ

5.2.4 Transmisión Multi-código

En HSDPA se tiene un valor fijo de Spreading Factor $SF=16$ obteniendo un tasa efectiva de 240 mil símbolos por segundo. Por lo tanto el máximo número de códigos asignados será de 15 en el canal HS-DCH. Lo anterior debe ir ligado a las capacidades del móvil para recibir estos códigos, los cuales pueden recibir un máximo 5, 10 o 15 códigos. Con modulación 16QAM y codificación 4/4 se logra el máximo throughput de 14.4 Mbps. La utilización de cierto número de códigos en paralelo queda condicionada por la cantidad de usuarios accediendo a la red con HSDPA. Es decir, si dentro de la banda de 5 MHz no hay ninguna conexión al canal HS-DSCH, se dispondrá de los 15 códigos [8].

5.2.5 Intervalo de tiempo de transmisión corto TTI

En HSDPA se utiliza un tiempo de transmisión de 2ms mucho más corto que en UMTS R99 que son de 10, 20, 40, 80 ms en el canal descendente, de esta manera la asignación dinámica de los códigos del canal HS-DSCH se reduce solo a 2ms mejorando la medición de las variaciones rápidas del canal.

5.2.6 Terminales HSPDA

Los terminales (UE) en HSDPA se caracterizan por estar clasificados en diferentes categorías que van de 1 a 12, los cuales pueden soportar diferentes modulaciones ya sea QPSK y/o 16-QAM; también se puede encontrar diferenciados por el número de códigos que soportan así como los muestra la siguiente tabla [9].

Mobile Device Category	Peak Data Rate	HS-PDSCHs Received	Modulation Scheme	Total Number of Soft Channel Bits
11	0.9 Mbits/s	5	QPSK	14400
12	1.8 Mbits/s	5	QPSK	28800
1	1.2 Mbits/s	5	QPSK or 16QAM	19200
2	1.2 Mbits/s	5	QPSK or 16QAM	28800
3	1.8 Mbits/s	5	QPSK or 16QAM	28800
4	1.8 Mbits/s	5	QPSK or 16QAM	38400
5	3.6 Mbits/s	5	QPSK or 16QAM	57600
6	3.6 Mbits/s	5	QPSK or 16QAM	67200
7	7.2 Mbits/s	10	QPSK or 16QAM	115200
8	7.2 Mbits/s	10	QPSK or 16QAM	134400
9	10.1 Mbits/s	15	QPSK or 16QAM	172800
10	14.0 Mbits/s	15	QPSK or 16QAM	172800

Tabla 1. Categoría clasificación terminales HSDPA

5.3 CORE IMS

Una de las partes más importantes a implementar en este proyecto es el del Core IMS, que está ligado a una arquitectura ALL-IP.

IMS o IP Multimedia Subsystem está definido en el release 5 y junto a HSDPA apunta al mundo de las aplicaciones multimedia, ofreciendo servicios como videoconferencia, voz sobre IP, streaming de video, mensajería instantánea etc.

Un core IMS se puede definir como una arquitectura tipo NGN (Red de Próxima Generación) independiente del acceso y basado en el estándar de conectividad IP para prestar servicios multimedia

Entre los principales requerimientos de esta arquitectura están:

- Sesiones multimedia IP.

- Conectividad IP.
- Una excelente calidad de servicio (QoS)
- Implementación de servicios multimedia
- Seguridad a la red IMS.
- Roaming.
- Interconexión con otras redes.
- Diseño por capas.
- Posibilitar el desarrollo rápido de nuevos servicios.
- Independencia del acceso (redes 2G, 3G, LTE, redes fijas etc)
- Compresión SIP.
- Seguridad de la señalización SIP entre los diferentes nodos.
- Protección de integridad
- Autenticación de los usuarios al ingresar a la red IMS.
- Tarifación versátil

A continuación se presente la arquitectura básica de una red IMS:

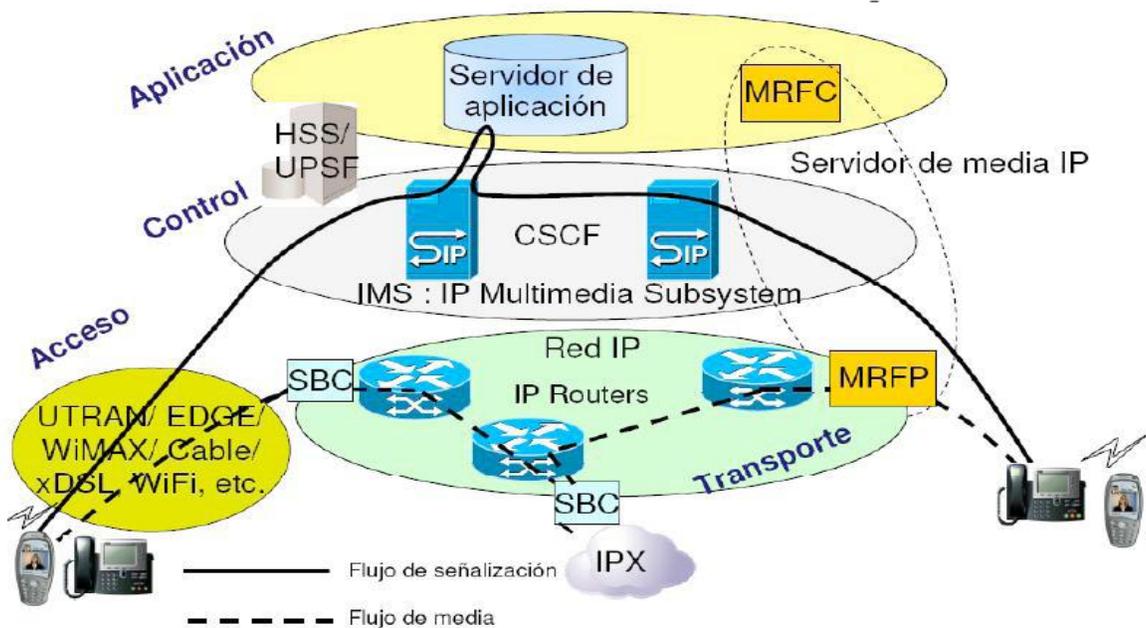


Figura 5. Arquitectura IMS

5.3.1 Principales entidades IMS

Entre las principales entidades IMS se encuentran las siguientes:

5.3.1.1 Terminal IMS

Es un equipo registrado dentro de la red de acceso que puede ser un teléfono IP, un software instalado en un PC como el producto X-lite o un teléfono móvil de una red 3G 3.5G o LTE que emite y recibe solicitudes tipo SIP.



Figura 6. Cliente SIP (X-lite)

5.3.1.2 Call State Control Function (CSCF)

Es una de las entidades más importantes dentro del core IMS ya que es la encargada de realizar todo el control de la llamada, además de realizar el registro, autenticación, el establecimiento de la sesión, el enrutamiento de los mensajes SIP y del control y generación de los registros CDRs (Call Detail Record). Esta entidad está compuesta por tres tipos de nodos P-CSCF, I-CSCF, S-CSCF definidos en el release 5.

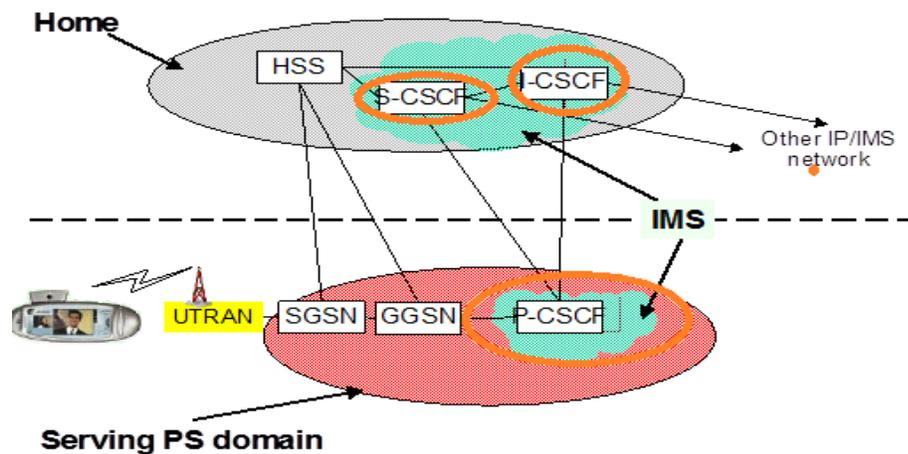


Figura 7. Entidades IMS

5.3.1.2.1 P-CSCF (Proxy-Call State Control Function): es el primer punto de contacto en el dominio IMS. Es el encargado de enviar todo el tráfico SIP generado desde el usuario a la red IMS. Sus principales funciones son:

- Compresión y descompresión de los mensajes SIP.
- Generación de los CDRs.
- Mantener una asociación segura entre el terminal y este
- Encaminamiento de los mensajes SIP al S-CSCF.

5.3.1.2.2 I-CSCF Interrogating-CSCF: Esta es la principal entrada a la red IMS de un operador para todas las sesiones destinadas de un usuario. Pueden existir varios I-CSCF dentro de una misma red. Sus funciones principales son las siguientes:

- Obtener el nombre del S-CSCF que atenderá a un UE.
- Enrutar mensajes entrantes hacia el S-CSCF.
- Generación de CDRs.
- Asignar el S-CSCF obtenido a un usuario no registrado.

5.3.1.2.3 S-CSCF Serving-CSCF: Es el encargado de mantener el control de la sesión, maneja todos los requerimientos SIP de los usuarios registrados en el dominio IMS los cuales tienen asignado un S-CSCF. Sus principales funciones son las siguientes:

- Iniciar, registrar y finalizar una sesión.
- Autenticación y autorización de un servicio.
- Tomar decisiones de enrutamiento.
- Generar registros de tarificación.

- Mantener el estado de las sesiones en el dominio IMS.

5.3.1.2.4 HSS: Home Subscriber Server, es una base de datos similar al HLR (Home Location Register) en GSM. Contiene toda la información relacionada con los usuarios tal como la identidad pública o privada, información de registro, parámetros de acceso, información de localización y de seguridad.

En caso tal de existir varios HSS en el dominio IMS es necesario tener la presencia de un SLF (Subscriber Location Function) que permite resolver tanto I-CSCF como al S-CSCF, el HSS que contiene la información de un usuario en particular.

5.3.1.2.5 Application Server (AS): Es el servidor de aplicaciones que se encuentran por encima del dominio IMS y que puede ser administrado por el operador dueño de la red o por un tercero. Particularmente maneja peticiones SIP y ejecuta los diferentes servicios que se les ofrecen a los usuarios que pertenecen a la red IMS.

5.4 Sistema IPTV

En la siguiente sesión se manejará el concepto general de IPTV a nivel de redes fija y el su estudio en redes inalámbricas.

5.4.1 IPTV

El estándar IPTV es definido como un servicio multimedia tal como Televisión/video/texto/gráficos/datos [10] entregados a través de una red de banda ancha basados en el protocolo IP cuya principales características son los altos niveles de calidad de servicio, seguridad e interactividad con el usuario.

Para lograr prestar este servicio es necesario contar con capacidad estimada entre 2 y 6 Mbps por cada canal de definición estándar (SDTV) y 20 a 24 Mbps por cada canal de alta definición (HDTV) para ambos casos utilizando la tecnología MPEG-2. Si se utiliza un formato de compresión mucho más alto como es el caso de MPEG-4 la velocidad sería entre 2 y 3 Mbps si se utiliza un canal de televisión estándar y de 10 a 12 Mbps para un canal de alta definición [11].

5.4.2 ARQUITECTURA IPTV

Aunque existe muchas arquitecturas para la transmisión de sistemas de IPTV se mostrará de manera básica los componentes esenciales de este sistema:

1. Captura de señal de video o cabecera
2. Decodificadores Digitales
3. Almacenamiento o servidores de video
4. Red de transporte
5. Red de acceso
6. Equipamiento del usuario
7. Middleware (software)

5.4.2.1 Captura de señal de video (cabecera): Su objetivo es proveer la señal demodulada de los diferentes canales que se pretende comercializar. Este sistema puede ser propio o alquilado. En caso de ser propio el operador de IPTV debe dotar su arquitectura de antenas satelitales y terrestres, LNBS, IRDs, Matriz de conmutación, Splitters, Patch pannels, cableado coaxial, materiales eléctricos y de instalación, plataforma de monitoreo e instrumentos y en algunos casos de un estudio de televisión.

En caso de ser alquilado el operador dependerá para la prestación de sus servicios de otros proveedores que prestarán el servicio de contenido.

5.4.2.2 Codificadores/decodificadores Digitales: Después de realizar la captura de video el siguiente paso que se debe realizar es digitalizar la señal, es decir, convertir las señales de video analógico en señales de video digital. Sin embargo, la codificación conlleva a que al final del proceso se tenga una considerable redundancia o desperdicio estadístico en la señal o dicho de una mejor manera, poco considerable, por lo que se debe aplicar entonces alguna técnica de comprensión.

Para ello se utilizan equipos conocidos como CODECs (codificadores/decodificadores) que realizan tres funciones principales codifican, comprimen y decodifican. Ellos utilizan algoritmos matemáticos para realizar la compresión de video. Los estándares más conocidos y utilizados en IPTV para comprimir son los desarrollados por el grupo MPEG Motion Picture Experts Group (Grupo de expertos en imágenes dinámicas) el cual es un grupo de trabajo de la ISO International Organisation for Standardisation. Su nombre formal es ISO/IEC JTC 1/SC 29/WG 11 [12]. A continuación se describen sus principales estándares.

5.4.2.2.1 MPEG-1: Fue terminado de desarrollar en 1993 y está dirigido a aplicarse principalmente a almacenamiento de video en CDs, PCs y web. Con una codificación de imágenes en movimiento cercanas a 1.5Mb/s [13] con una resolución de (352x288 píxeles) con un consumo de ancho de banda relativamente constante y una buena calidad de imagen en ventanas pequeñas. La siguiente tabla muestra las partes de MPEG-1 [12].

11172	(MPEG-1)	Coding of moving pictures and associated audio at up to about 1.5 Mbit/s
	Part 1	Systems
	Part 2	Video
	Part 3	Audio
	Part 4	Conformance testing
	Part 5	Software simulation

Tabla 2. Partes de MPEG1

5.4.2.2.2 MPEG-2: La primera parte apareció en julio de 1990, la tercera parte en 1993 y la quinta en 1996 [12]. Es un estándar para aplicaciones de video de alta calidad (DVD), televisión por satélite, televisión de alta definición (HDTV) hasta 1920 x 1080 y televisión por cable. Sus principales características son: una elevada calidad de imagen, mejora ampliamente la técnica de compresión en MPEG-1 a la misma velocidad de transmisión de 1,5 Mb/s, utiliza alto flujo elevados de datos y calidad de imagen escalable. De este estándar se desarrollaron las siguientes partes [12]:

13818	(MPEG-2)	Generic coding of moving pictures and associated audio
	Part 1	Systems
	Part 2	Video
	Part 3	Audio
	Part 4	Conformance testing
	Part 5	Software simulation
	Part 6	System extensions - DSM-CC
	Part 7	Advanced Audio Coding
	Part 8	VOID - (withdrawn)
	Part 9	System extension RTI
	Part 10	Conformance extension - DSM-CC
	Part 11	IPMP on MPEG-2 Systems

Tabla 3. Partes de MPEG2

Las características de los perfiles de MPEG 2 se resumen en la siguiente tabla [14]:

	Simple	Main	SNR scalable	Spatial scalable	High	Multiview	4:2:2
High level		X			X		
High-1440 level		X		X	X		
Main level	X	X	X		X	X	X
Low level		X	X				

Tabla 4. Características de MPEG 2

5.4.2.2.3 MPEG-4: Es una mejora de MPEG-2 y es en la actualidad el formato de compresión de video más utilizado para dispositivos móviles, PDAs, CD, DVDs, aplicaciones de imágenes de alta calidad, televisión digital, aplicaciones de gráficas interactivas y multimedia interactiva [19]. Entre las principales ventajas de MPEG-4 están sus altos niveles de compresión, número constante de imágenes por segundo y simplifica el diseño de la red y el aprovisionamiento de ancho de banda [20]. De este estándar se desarrollaron las siguientes partes:

14496 (MPEG-4)	Coding of audio-visual objects
Part 1	Systems
Part 2	Visual
Part 3	Audio
Part 4	Conformance testing
Part 5	Reference Software
Part 6	Delivery Multimedia Integration Framework
Part 7	Optimised software for MPEG-4 tools
Part 8	4 on IP framework
Part 9	Reference Hardware Description
Part 10	Advanced Video Coding
Part 11	Scene Description and Application Engine
Part 12	ISO Base Media File Format
Part 13	IPMP Extensions
Part 14	MP4 File Format
Part 15	AVC File Format
Part 16	Animation Framework eXtension (AFX)
Part 17	Streaming Text Format

	Part 18	Font compression and streaming
	Part 19	Synthesized Texture Stream
	Part 20	Lightweight Application Scene Representation
	Part 21	MPEG-J Extension for rendering
	Part 22	Open Font Format
	Part 23	Symbolic Music Representation
	Part 24	Audio-System interaction
	Part 25	3D Graphics Compression Model
	Part 26	Audio Conformance
	Part 27	3D Graphics Conformance

Tabla 5. Partes de MPEG 4

5.4.2.3 Almacenamiento y servidores de video: son los equipos que permiten enviar el tráfico de video a los usuarios, tanto en grupo con en forma individual (unicast y multicast). Es prácticamente la etapa donde se genera y se entrega a la etapa de transporte todos los contenidos y las aplicaciones solicitadas por el usuario

Se divide en dos partes que se mencionaran a continuación:

- **DRM (DIGITAL RIGHTS MANAGEMENT):** Es el servidor de licencias que garantiza los derechos de autor y el acceso a los usuarios a los contenidos de IPTV ofrecidos por el proveedor, mediante un sistema de administración de derechos digitales que encripta el video y lo encapsula en un contenedor para luego ser transmitido a los respectivos clientes. Además ejecuta procesos de bloqueo y desbloqueo contenidos, autorizar, reporta transacciones útiles para los de pagos de servicios.
- **Servidores de vídeo bajo demanda (VoD):** almacenan los contenidos y los distribuyen a la red hasta llegar los clientes. Además, registran programas completos, lo que permite al usuario final ver la TV en diferido o utilizarlos como grabadores de video en Red.

5.4.2.4 Red de transporte: Es la encargada de distribuir los contenidos o flujos de video en tiempo real o no, a la red de acceso, además, de prestar servicios de control de sesiones, calidad de servicio, latencia controlada y autenticación de

usuarios. El tipo de tecnología más usada en una red de transporte es de tipo IP/MPLS en forma óptica y con topología en anillo.

5.4.2.5 Red de acceso: es la etapa comprendida entre la terminación de la red transporte y el usuario final.

Los tipos de tecnologías más utilizadas para este sistema se basan en redes de Fibra y Cobre, sin embargo, en los últimos tiempos con los avances de la telefonía móvil se han presentado proyectos para transmitir IPTV sobre redes de acceso móviles utilizando la tecnología HSDPA con posibilidades muy cercanas de hacerlo con redes de cuarta generación también llamadas LTE.

5.4.2.6 Equipamiento del usuario: Son todos aquellos dispositivos utilizados por el usuario para acceder a todos los servicios ofrecidos por la red IPTV. Esta etapa está compuesta básicamente por un Router ADSL que es la puerta de enlace entre el usuario y la red IPTV, un Set Top Box que es el equipo que recibe y decodifica la señal encriptada por el proveedor del servicio y finalmente un televisor o el PC. Para este proyecto el equipamiento del usuario estará compuesto por un Modem para una red celular HSDPA y un PC o laptop.

5.4.2.7 Middleware: es el software de conectividad de la parte de aplicación de la red IPTV que ofrece al usuario los contenidos mediante una guía de programación iterativa, así como los sistemas de acceso y portal de navegación. El Middleware y el Set top box componen un sistema típico cliente servidor, en el cual el Middleware (servidor) ofrecerá a los clientes los contenidos e interfaces para que el consumidor mediante el set top box (cliente) interactúe de manera fácil y dinámica con el proveedor de contenidos.

5.4.3 Protocolos utilizados en IPTV

Estos son algunos de los protocolos utilizados en IPTV

5.4.3.1 IGMP (Internet Grouping Management Protocol): Es un protocolo definido en el estándar RFC 2236 el cual permite intercambiar y actualizar información acerca de la pertenencia de host a grupos de multidifusión específicos [16]. IGMP es utilizado en las redes multicast para seleccionar y controlar la entrega de canales a los usuarios finales de las redes IPTV [10].

Hay tres versiones de este protocolo IGMPv1, IGMPv2, IGMPv3, aunque la más usada es la versión en sistemas IPTV. A continuación se explicará cada una de ellas.

IGMPv1: fue publicada en 1989 y se puede hallar en el estándar 1112. Básicamente está basado en dos acciones: la primera es unirse a un grupo (Membership Report) mediante el cual un host envía una petición con la dirección a la cual desea unirse a un grupo multicast, y la segunda acción es la de consulta de miembros (Membership Query) mediante la cual un router pregunta a los host si están interesados en pertenecer a algún grupo en particular.

IGMPv2: Tiene el mismo formato de las acciones de la versión 1 para las peticiones de un host que desea unirse a un grupo (Membership Report) y la de consulta de miembros (Membership Query) por parte de los Router. Sin embargo en esta versión se incluyen dos acciones más que son la de consulta específica de grupo (Group-Specific Query) mediante la cual el router pregunta por la existencia de miembros en un grupo en particular y la de abandono de grupo (Leave Group) en la cual un host en específico deja de estar interesado en un grupo multicast.

IGMPv2: tiene las mismas acciones de las versiones 1 y 2 con la diferencia que se adicionan dos acciones: la primera es la pertenencia específico de grupo y fuente (Group-and-Source Report) mediante la cual los host informan a los router su deseo de pertenecer a un grupo multicast de una fuente específica y la segunda es la de abandono específico de grupo y fuentes (Group-and-Source Leave) mediante la cual los host informan a los router su deseo dejar el grupo multicast y la fuente específica.

5.4.3.2 Real-time streaming protocol (RTSP): Es un protocolo de nivel de aplicación [17] no orientado a la conexión definido en el estándar RFC 2326 y es usado para establecer y controlar uno o muchos flujos de una sesión de streaming de audio o video.

RTSP actúa como un control a distancia de la sesión permitiendo realizar comando de reproducción (play), pausa (pause), rebobinado y avance rápido (rew).

5.4.3.3 RTP (Real-time Transport Protocol): Es un protocolo perteneciente al nivel de aplicación bajo el estándar RFC 1889 el cual es usado para transmitir video, audio en tiempo real a través multicast o unicast [18], pero sin ofrecer garantías de calidad de servicio.

Sus principales características son:

- La transmisión de video o audio se encapsula sobre UDP menos pesado que TCP.
- RTP ofrece entrega Unicast y multicast

- No hay calidad de servicio en la entrega de información.
- Puede utilizar cualquier algoritmo de codificación: H261, MPEG (todas sus versiones), H264 etc.
- Incluye números de secuencia para entregar los paquetes en orden, que a la vez es usado como un método para la detección de paquetes perdidos.
- Identifica los orígenes de tráfico.

5.4.3.4 RTCP (RTP control Protocol): Protocolo de control de transporte en tiempo real que proporciona información asociada al flujo de datos de las transmisiones de video y de audio. Además trabaja asociado con RTP para proporcionar información sobre el desempeño de la aplicación y de la red, en cierta medida realiza un monitoreo de la calidad de servicio. Se encapsula sobre protocolo UDP.

5.5 CALIDAD DE VIDEO.

La medida de la calidad del video en la práctica se realiza a través de dos técnicas de evaluación a través de medidas objetivas y subjetivas. Las primeras hacen referencias a las medidas tomadas a través de algoritmos y métodos cuantitativos que comparan el video original con el distorsionado, mientras que las medidas subjetivas realizan esta evaluación mediante el criterio de MOS (*Mean Opinion Score*) en una puntuación de 1 a 5 utilizando varios observadores independientes que dan una percepción sobre el video recibido, al final se obtiene un promedio numérico de la puntuación realizada y se da un resultado final.

A continuación se presenta una breve descripción de estos dos métodos:

5.5.1. Métodos subjetivos:

Son los métodos más confiables y utilizados en la práctica, ya que la calidad es evaluada por personas y son ellos lo que en definitiva van a disfrutar de una buena calidad del video transmitido.

Sin embargo, en contra de este método están los altos recursos en tiempo y dinero que este puede consumir, ya que se requiere de un gran número de personas para realizar las pruebas y obtener un resultado consistente y óptimo, además la evaluación puede variar de una persona a otra, lo que hace difícil conseguir en un corto tiempo un buen resultado.

Este método se divide en pruebas subjetivas cualitativas y pruebas subjetivas cuantitativas. Las pruebas cualitativas tendrán como calificación dos estados estos pueden ser buenos o pésimos en concordancia con la calidad del video recibido por el usuario.

En las medidas cualitativas se pueden medir las siguientes características del video:

Estabilidad: hace referencia al número de canales solicitados al servidor sin que este afecte su desempeño en la entrega del servicio.

Cambio de canal: medida que se realiza para observar el tiempo que pasa cuando se cambia de un canal a otro.

Disponibilidad del servicio: representa el porcentaje de tiempo en cual el servicio IPTV estuvo a disposición para ser utilizado por los clientes.

Pixelamiento: es la degradación de la resolución del video, es decir, el efecto que se produce cuando se recibe un video de baja calidad y se observa pixeles de gran tamaño aportando poca definición a la imagen.

Facilidad de uso: mide los niveles de complejidad en el uso de la herramienta, en este caso el UCT IMS Client.

Congelamiento de imagen: hace referencia a la continuidad del video sin que este se detenga en algún momento de la ejecución del servicio.

Calidad del sonido: mide los niveles de calidad del sonido y sincronismo con el video transmitido.

En las pruebas subjetivas cuantitativas el video es evaluado por medio de puntuaciones tradicionalmente entre 1 a 5, esta puntuación es conocida como MOS (*Mean Opinion Score*). El método está definido de la ITU en las recomendaciones estandarizadas en ITU-R BT.500-11 [23]. A continuación se describirá los procedimientos utilizados.

5.5.1.1 Single Stimulus (SS)

Es el método más simple utilizado en la recomendación de la ITU [23], las secuencias de pruebas se presentan una cada vez y se calificas de acuerdo a la siguiente tabla:

APRECIACIÓN	PUNTAJE
Excelente	5
Bueno	4
Aceptable	3
Mediocre	2
Mala	1

Tabla 6. Evaluación Single Stimulus (SS)

Cada secuencia tiene una duración de 10s con intervalos de 500ms. La cantidad de evaluadores dependerá de los organizadores, típicamente estará entre 5 y 40 evaluadores por sesión.

5.5.1.2 Double Stimulus Impairment Scale (DSIS)

Esta técnica consiste en intercalar el video original con el degradado, los evaluadores califican el video de acuerdo con la siguiente tabla de apreciación.

APRECIACIÓN	PUNTAJE
Imperceptible	5
Perceptible, pero no molesta	4
Ligeramente molesta	3
Molesta	2
Muy molesta	1

Tabla 7. Evaluación DSIS.

Una sesión de prueba consta de varias presentaciones. Hay dos variantes de la estructura de las presentaciones, la variante I y la variante II que se indican a continuación:

Variante I: La imagen o secuencia de referencia y la imagen o secuencia de prueba se presentan sólo una vez.

Variante II: La imagen o secuencia de referencia y la imagen o secuencia de prueba se presentan dos veces [23].

5.5.1.3 Double Stimulus Continuous Quality Scale (DSCQS) [23]

Es muy similar al método utilizado anteriormente con la diferencia que los evaluadores no solo califican el video degradado o transmitido sino también el video original. Este método es muy usado cuando no se posee un conjunto completo del material de prueba. La calificación es de acuerdo a la siguiente tabla.

CALIDAD	SALIDA A	SALIDA B
Excelente		
Bueno		
Aceptable		
Pobre		
Malo		

Tabla 8. Evaluación DSCQS.

5.5.2. Métodos objetivos:

Las medidas objetivas como se explicó anteriormente están relacionadas con métodos matemáticos y algorítmicos que pretenden dar una idea de la percepción del video recibido por el usuario, utilizando en algunas ocasiones las escalas de medida de los métodos subjetivos.

La principal ventaja de estos métodos es que es independiente de la utilización de personas para la evaluación de video, por lo tanto, resultan más económicos que los métodos subjetivos. Otra ventaja es la automatización del proceso que hace más fácil y rápido obtener una calificación final.

En cuanto a las desventajas de este método están la poca correlación que hay entre la imagen percibida por los usuarios reales y los procesos realizados de forma automática en las máquinas que poseen el desarrollo del algoritmo. Otra desventaja es que no es en tiempo real ya que se debe almacenar el video distorsionado y compararlo con el video transmitido.

Algunos de los métodos más utilizados son los siguientes:

Peak Signal to Noise Ratio (PSNR): Es la evaluación más sencilla de los métodos objetivos. Su proceso consiste en realizar un cociente entre los valores de luminancia del video referencia o transmitido y el video distorsionado y su desviación a través de mínimos cuadrados. En general es una diferencia entre pixeles del video original con respecto al video degradado.

Para calcular el PSNR se utiliza la siguiente fórmula:

$$PSNR = 10 \cdot \log_{10} \left(\frac{P^2}{ECM} \right)$$

Donde:

PSNR: Relación señal a ruido.

P: valor de pico máximo

ECM: Error cuadrático medio [24].

El valor numérico del PSNR usualmente varía entre 20 y 50, la siguiente tabla muestra la conversión entre PSNR y valor equivalente con el MOS [25].

PSNR (db)	MOS
>37	5 (excelente)
31-37	4 (Bueno)
25-31	3 (Regular)
20-25	2 (Pobre)
<20	1 (Pésimo)

Tabla 9. Evaluación PSNR.

Video Quality Metric (VQM): Este método fue desarrollado por Institute for Telecommunication Science (ITS), este software toma como entradas el video original y el distorsionado y verifica la calidad multimedia basados en la percepción del ojo humano y aspectos subjetivos [26] incluyendo la distorsión generado en el ambiente, el color y los bloques.

Moving Picture Quality Metric (MPQM): Este modelo es basado en el sistema básico de la visión humana y fue creado por “École Polytechnique Fédérale de Lausanne” (EPFL) de Francia. El proceso de cálculo se basa en descomponer primero el video original en segmentos mucho más pequeño, después el video original y el distorsionado se separan en canales de componentes perceptivos a través de una serie de filtros, para finalmente medir el contraste de sensibilidad pixel a pixel. La calidad del video se mide a través de una escala entre 1 y 5.

Color Moving Picture Quality Metric (CMPQM): Es una extensión MPQM debido a que este método no evalúa los factores de crominancia en un video. El primer paso es convertir los componentes del color en valores RGB (rojo, verde, azul) que sean lineales con la luminancia, después estos valores son convertidos a valores coordinados que correspondas a canales luminancia B/W (Azul/Blanco), R/G (rojo, verde) y B/Y (azul, amarillo), después cada componente del video

original y el distorsionado son analizados por una serie de filtros, similar a los utilizados en el método MPQM [27].

5.5.3. Métodos híbridos

Es un sistema de evaluación de video que incorpora las principales ventajas de los métodos subjetivos y objetivos. Una de las técnicas más conocidas es PSQA (Pseudo Subjective Quality Assessment) la cual relaciona las medidas subjetivas y objetivas de la calidad del video utilizando técnicas de entrenamiento como son las redes neuronales aleatorias RNN (Random Neural Network) para extrapolar una función discreta con una continua.

El procedimiento es el siguiente:

1. Construir un escenario de pruebas.
2. Seleccionar parámetros para medir la calidad del video, conocidos como parámetros de impacto.
3. Seleccionar muestra de video controladas.
4. Realizar las encuesta subjetivas a través de los observadores.
5. Calcular el MOS a través de las muestras presentas a los observadores.
6. Entrenar una red neuronal con los resultados obtenidos.
7. Reajustar si es necesario el procedimiento de medición ya sea en las medidas subjetivas o en la red neuronal aleatoria, para finalmente terminar con la prueba.

6. IMPLEMENTACIÓN SISTEMA DE TRANSMISIÓN IPTV

6.1 ANALISIS PRELIMINAR DE LA IMPLEMENTACION

Durante el diseño de la arquitectura se contempló la posibilidad de realizar la instalación de los diferentes componentes en máquinas independientes pero debido a la limitante de ellas y la dificultad de direccionamiento IP público, se utilizó una arquitectura mucho más sencilla y práctica, en la que se posee un servidor y un cliente pasando por la red HSDPA del operador móvil.

El servidor se montó por medio de una máquina virtual a través del virtualizador VMware previamente configurada y luego colocada posteriormente en la nube. Este método se utilizó por que es la mejor forma de desplegar servicios de telecomunicaciones sin utilizar máquinas físicas en algún lugar, además este método es rápido de implementar, posee una alta disponibilidad del servicio y no se requiere licenciamiento del software ya que es asumido por el proveedor. La empresa proveedora se llama Dongee.com.

Las características de las máquinas son las siguientes:

Sistema operativo Ubuntu 8.04
20GByte de disco duro
1GByte de memoria Ram

Las mismas características se especifican para el cliente IMS. Solo fue necesario realizar una copia de la máquina virtual que se tenía previamente.

Sistema operativo Ubuntu 8.04
20GByte de disco duro
3GByte de memoria Ram

Debido a que actualmente en Colombia no se posee un Core IMS por algún operador móvil, se optó por utilizar software libre, empezando por el mismo sistema operativo Ubuntu 8.04, el Core IMS desarrollado por IMS Core Fraunhofer Institute for Open Communication Systems (FOKUS) con fines educativos e investigativos, el cliente IMS y Application server (IPTV) desarrollado por el Communications Research Group de la Universidad de Cape Town.

permitió, realizar correcciones en la implementación sin necesidad de empezar desde cero, además es posible trasladar las máquinas de un PC a otro fácilmente y realizar copias para Back up en forma rápida.

Las características iniciales de esta máquina fueron: procesador Core Duo de 2.00 Ghz y una memoria Ram de 2 GB.

En el operador móvil se diseñó un APN (Access Point Name) específico entre el dispositivo móvil y el Core IMS. El APN permite dar una dirección IP a la cual el móvil se puede conectar.

Un APN posee dos partes: un identificador de red que define a cual GGSN (GPRS Support Node) se debe conectar y un identificador del operador que proporciona los paquete de dominio de la red.

El APN hace parte del contexto PDP (Packet Data Protocol) el cual describe las características de conexión de la red datos, como por ejemplo: la versión del protocolo IP (IPv4, IPv6), El APN de conexión, calidad de servicio entre otros.

En el core IMS se utilizó un software de código abierto desarrollado por FOKUS (Fraunhofer Institute for Open Communication Systems) llamado Open IMS Core. Aunque no es una plataforma comercial, debido a sus limitaciones técnicas, es un Core que ofrece las características necesarias para realizar la excelente investigación académica que este trabajo pretende realizar.

Para el montaje final fue necesario la implementación de un servidor DNS, se utilizó BIND9 (Berkeley Internet Name Domain) sobre Linux el cual fue creado inicialmente por estudiantes de la Universidad de California pero en la actualidad el desarrollo están a cargo de ISC (Internet Systems Consortium), software libre, consolidado y ampliamente utilizado.

El Servidor IPTV que se utiliza es UCT Advanced IPTV de Communications Research Group de la Universidad de Cape Town que junto al Media server componen el sistema básico de transmisión de video.

El software para el servidor de Streaming se llama VideoLan VLC Media Player es un software libre y ampliamente utilizado capaz de transmitir y reproducir audio y video a través de los protocolos RTP/RSTP. Es un programa que se puede instalar en diferentes sistemas operativos como Windows, Linux, Unix etc. Es capaz de reproducir formatos de video como H.263, H.264/MPEG-4 AVC, WebM, Indeo 3, MJPEG, MPEG-1, MPEG-2, MPEG-4 Part 2, RealVideo, Sorenson, Flash Video, Ogg Theora, y WMV. Este proyecto fue desarrollado por estudiantes del École Centrale Paris pero en la actualidad los desarrollos y actualizaciones se realizan en forma independiente a través del proyecto VideoLan, utilizando desarrolladores de todo el mundo. Puede ser descargado en forma gratuita.

Otra alternativa es utilizar el servidor de streaming de Apple llamado Darwin Streaming Server (DSS) el cual es equivalente QuickTime Streaming Server, es cual posee características de RTP y RSTP y puede reproducir videos en formato H.264/MPEG-4 AVC, MPEG-4 Part 2 y 3GP. Puede ser instalado en diferentes sistemas operativos como pueden ser Ubuntu, Solaris, Mac, Fedora, Unix y Windows, además puede ser descargado vía CVS (Concurrent Versions System). Su administración es por medio de una interfaz web.

Finalmente para recibir el video se instala el cliente UCT IMS Client también desarrollado por la Universidad de Cape Town, es un software libre para las distribuciones de Linux especialmente para Ubuntu. Fue diseñado para trabajar en conjunto con Open IMS Core desarrollado por FOKUS, explicado anteriormente. Es un cliente que requiere para su correcto funcionamiento de librerías viejas y desactualizada, sin embargo, es el único cliente en forma libre que posee un desarrollo para IPTV, por medio del cual el video se puede parar, retroceder y adelantar, además posee disponibilidad de una guía electrónica de programación o EPG (Electronic Program Guide) por medio del cual se puede mostrar una lista canales Live Streaming o VoD. Con este cliente también es posible realizar videoconferencias, mensajerías instantáneas y llamadas VoIP.

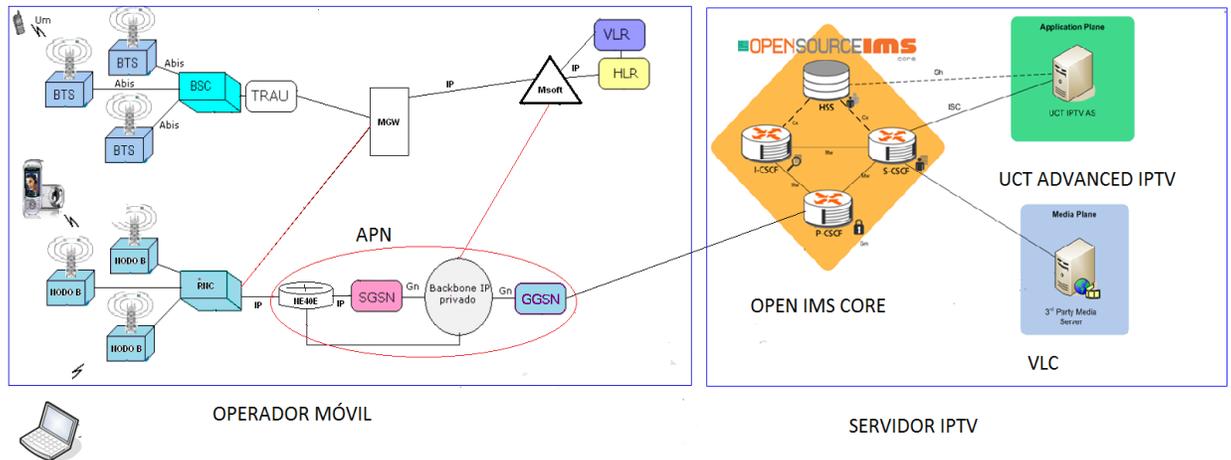
Existen en el medio otros clientes SIP en forma libres como lo son Mercurio IMS Client, Eyebeam, MyMonster y X-lite entre otros, pero no poseen un desarrollo para IPTV, por eso se eligió para este trabajo UCT IMS Client. Este cliente posee un buen desempeño en Ubuntu 8.04 y Fedora, aunque en algunas ocasiones posee problemas de fallos de segmentación sobre todo cuando el servidor es Darwin Streaming Server.

El cliente UCT IMS client se instalará en una máquina virtual ubicada en un computador portátil, por facilidad en el desplazamiento en las pruebas de campo.

Al inicio del proyecto se planteó la posibilidad de realizar las pruebas en un teléfono celular pero debido a que no se encontró un cliente IPTV en forma libre que se pudiera instalar en algún sistema operativo, se descartó esta posibilidad

Los modems a usar son del proveedor de tecnología Huawei, con las referencias E1556 para HSDPA y E392 para las pruebas de 4G LTE. Estos modems tienen la posibilidad de cambiar de tecnología celular (EDGE, UMTS, HSDPA, LTE) a través de su interfaz lo que facilita el estudio del comportamiento del video en la red celular.

El diseño final es el siguiente:



UCT IMS CLIENT

Figura 9. Diseño UMTS/IPTV

6.3 MONTAJE

A continuación se dará una explicación del montaje final del proyecto teniendo como base el diseño antes explicado, vale la pena resaltar que los archivos de instalación se darán a conocer en los anexos de este trabajo.

El Core IMS y sus respectivos componentes (P-CSCF, I-CSCF, S-CSCF, HSS) se implementaron en una misma máquina, como se planteó anteriormente. Es viable realizar esta instalación en un mismo equipo ya que el objetivo de este trabajo no es realizar un estudio de la señalización entre los diferentes componentes del Core.

En cuanto al servidor IPTV y el servidor de streamnig, fueron instalados en un solo Pc como se hizo con Core IMS.

En el operador móvil se instaló el APN correspondiente al servicio de IPTV con la dirección IP pública que se dará a conocer más adelante.

Después de realizar las ventajas y desventajas del lugar, las máquinas para el montaje del Core IMS y del servidor IPTV se optó por instalar todo en la nube lo que se conoce en el medio Cloud Computing, actualmente existen diferente proveedores con precios muy económicos ofreciendo seguridad y alta disponibilidad.

Para este proyecto se escogió al proveedor de VPS Dongee, el cual ofrece una alta disponibilidad en sus servidores de Data Center, el servicio es de 7/24, y además fue el único proveedor que al recibir la propuesta de entregarle la máquina virtual para montarla en sus servidores accedió sin ningún problema. Dongee cuenta con clientes muy reconocidos a nivel nacional lo que proporciona una gran confianza para este proyecto.

El montaje del servidor en la nube, da al proyecto un valor agregado, ya que es una tendencia que ha incursionado rápidamente en el mercado y se espera que en los próximos años muchas de las empresas monten sus aplicaciones en la nube.

Sin embargo, lo anterior introdujo unos costos adicionales que no se habían contemplado en el anteproyecto. Por tal motivo, se vio la necesidad de utilizar en una misma máquina virtual el Core IMS, el Servidor IPTV y el servidor de Streaming.

La instalación completa de la máquina virtual se explica con detalles en los anexos finales de este proyecto. Para acceder a ella Dongee proporcionó la dirección IP pública 87.98.227.225, y se puede acceder por medio de SSH a través de la aplicación Putty.

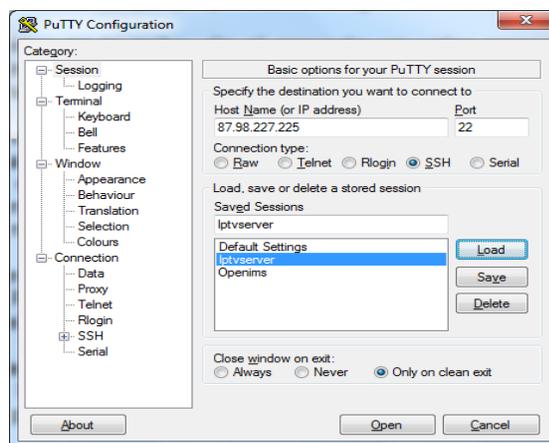
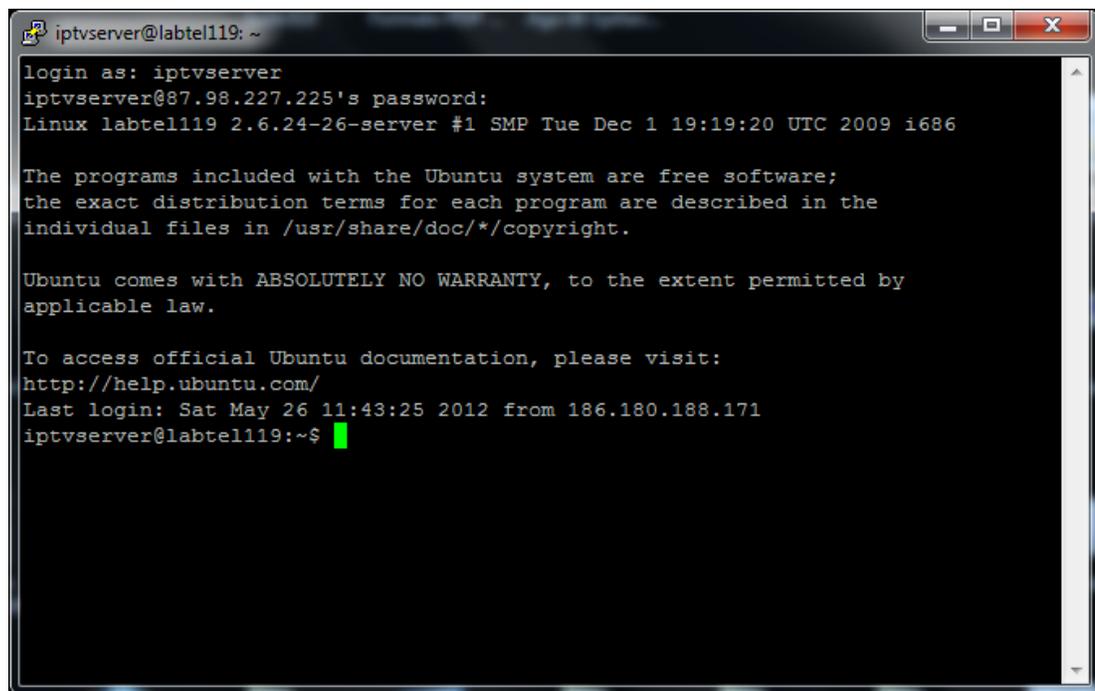


Figura 10. Acceso SSH Servidor IPTV

A terminal window titled 'iptvserver@labtel119: ~' with standard window controls. The terminal output shows a successful login for the user 'iptvserver' on the machine 'labtel119'. The system is running Ubuntu 2.6.24-26-server. The terminal displays the Ubuntu splash screen, including the copyright notice and the warranty disclaimer: 'Ubuntu comes with ABSOLUTELY NO WARRANTY, to the extent permitted by applicable law.' It also provides the URL for official Ubuntu documentation: 'http://help.ubuntu.com/'. The last login was on Saturday, May 26, 2012, from IP address 186.180.188.171. The prompt is currently 'iptvserver@labtel119:~\$' with a green cursor.

```
iptvserver@labtel119: ~
login as: iptvserver
iptvserver@87.98.227.225's password:
Linux labtel119 2.6.24-26-server #1 SMP Tue Dec 1 19:19:20 UTC 2009 i686

The programs included with the Ubuntu system are free software;
the exact distribution terms for each program are described in the
individual files in /usr/share/doc/*/copyright.

Ubuntu comes with ABSOLUTELY NO WARRANTY, to the extent permitted by
applicable law.

To access official Ubuntu documentation, please visit:
http://help.ubuntu.com/
Last login: Sat May 26 11:43:25 2012 from 186.180.188.171
iptvserver@labtel119:~$
```

Figura 11. Servidor IPTV

Después de acceder al servidor se suben los diferentes servicios: el servidor DNS, los componentes del Core IMS (P-CSCF, I-CSCF, S-CSCF, HSS), UCT IPTV Server, el servidor de Streaming VLC.

La instalación del cliente IPTV, se realiza en un portátil para ejecutar los trabajos de campo, lo anterior se explica en anexo D. finalmente en el proyecto se utilizó el cliente uctimclient1.0.12, pero en el mes de junio de 2012 apareció la versión uctimclient1.0.14 la cual se puede instalar en Ubuntu 10.10 (Maverick) y es compatible con la nueva versión de VLC. Aunque el diseño es muy similar en las dos versiones, si se mejora el desempeño en uctimclient1.0.14, por lo cual se opta por utilizar esta versión para las pruebas de campo de la red celular.

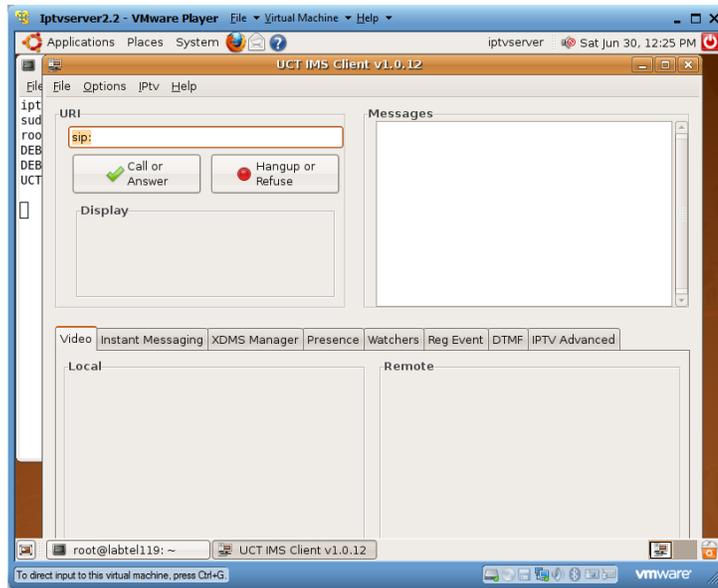


Figura 12. Cliente UCT IMS Client v1.0.12

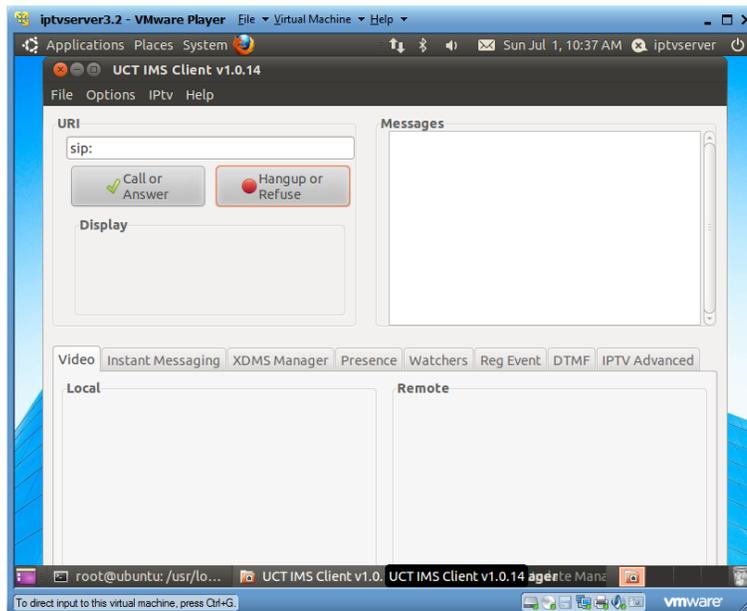


Figura 13. Cliente UCT IMS Client v1.0.14

Por defecto el Core y el cliente IMS viene configurados con dos usuarios, Bob y Alice, además con la dirección localhost (127.0.0.1), la cual es cambiada en este proyecto (ver anexo A).

Para que alguno de los dos usuarios Alice o Bob se puedan registrar y recibir el servicio de Streaming se debe configurar el servidor IPTV tal cual como se explica en el anexo A. Esto se hizo utilizando la interfaz web de configuración de la base de datos HSS del Core IMS.

7. SEÑALIZACION Y REGISTRO

7.1 REGISTRO Y AUTENTICACIÓN

A continuación se presenta la forma como un usuario se registra en el servidor, se analizará la señalización entre cada una de las partes que conforma el Core IMS, y el intercambio de información entre el cliente IMS y el Proxy (P-CSCF) tomando los trazados respectivos en cada una de estos componentes.

Los pasos son los siguientes:

Primero el cliente IMS mediante una dirección configurada previamente envía un requerimiento de registro (SIP Register) inicial al P-CSCF, este mensaje contiene la identidad privada, el nombre del dominio y las identidades públicas que se dan a conocer a otros abonados. El algoritmo utilizado para la autenticación es AKA (Authentication and Key Agreement).

Luego el P-CSCF detecta que es un mensaje de registro inicial y reenvía esta solicitud al I-CSCF que se encarga de encontrar S-CSCF indicado para enviar este requerimiento, quien posteriormente deberá realizar toda la autenticación con los parámetros necesarios enviados por el HSS. Estos parámetros son los vectores de autenticación que son utilizados para generar el algoritmo AKA. De esta forma se establece una comunicación única entre S-CSCF y el cliente IMS, que empieza con un 401-Unauthorized enviada por el S-CSCF en rechazo al primer mensaje de registro (Register) (ver figura14) del usuario. Los parámetros que envía el S-CSCF son ciertos números generados aleatoriamente así como el IK (Integrity Key) y el CK (Ciphering Key) que se utilizan para el cifrado y protección de la integridad del usuario.

Estos parámetros al llegar al P-CSCF deben ser removidos, almacenados localmente y enviados posteriormente al usuario. El cliente IMS con una nueva solicitud de registro envía toda la información posible para realizar la autenticación final. Esta solicitud contiene las credenciales del cliente dentro del algoritmo AKA que debe ser confrontada en el HSS para que el IMPU (Public User Identity) pueda ser asociado a la dirección IP del cliente. Finalmente el S-CSCF da una respuesta de 200 OK para informar al usuario que el registro ha sido exitoso. La siguiente gráfica muestra los pasos mencionados.

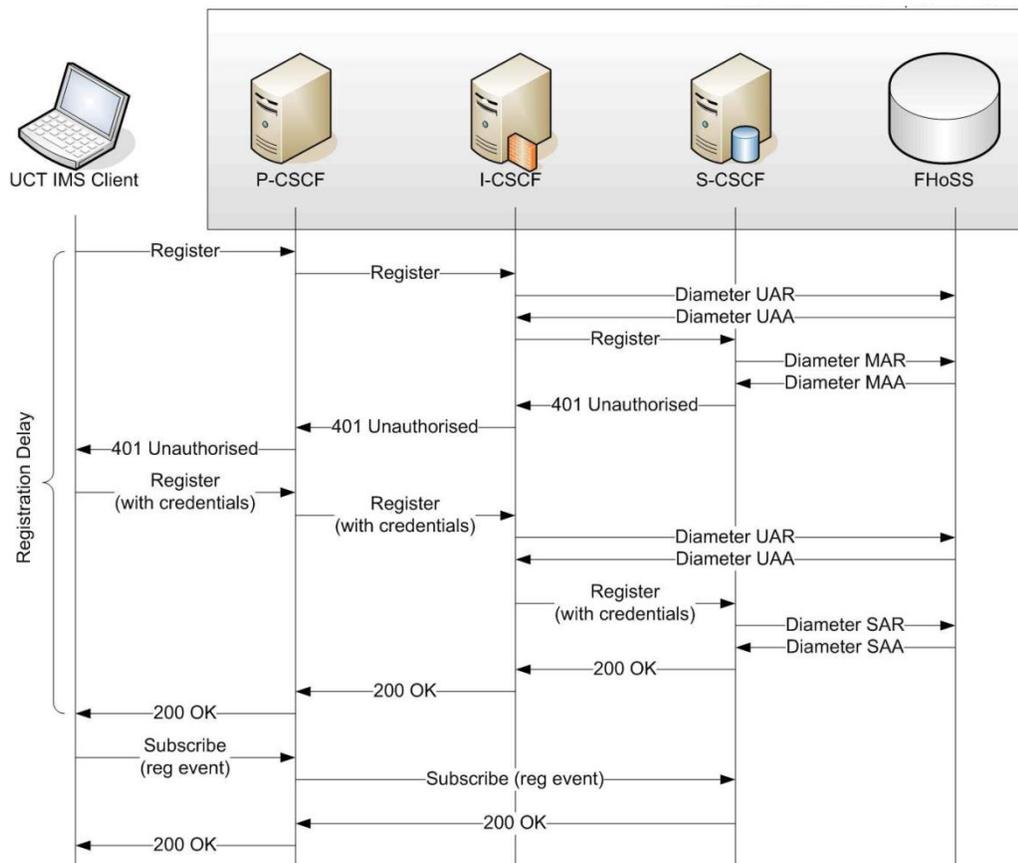


Figura 14. Señalización entre el cliente y el servidor IPTV [21]

Los mensajes SIP entre el cliente y el servidor se muestran los siguientes gráficos, obtenidos a través del software Wireshark.

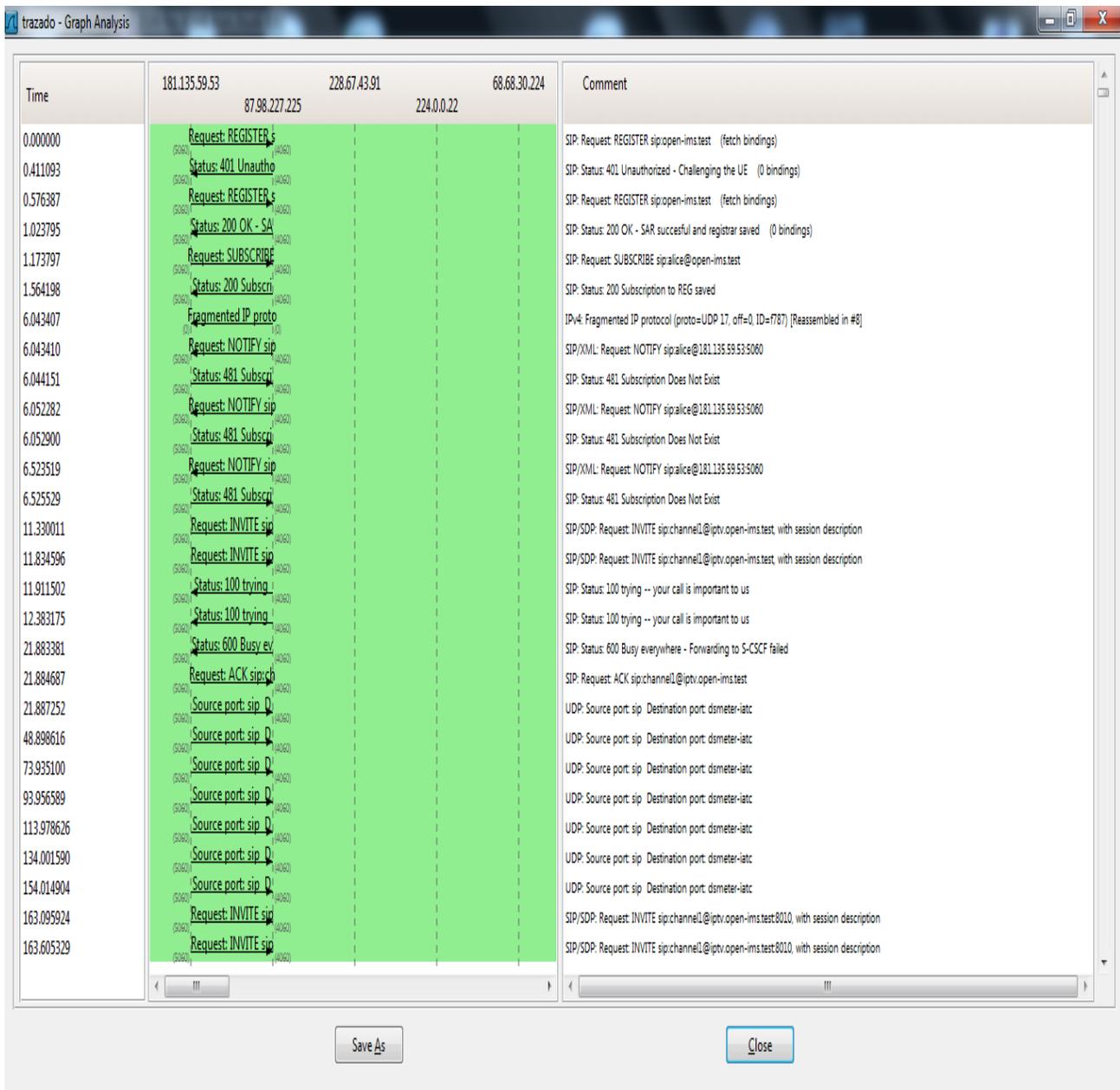


Figura 15. Señalización entre el cliente y el servidor IPTV (Wireshark).

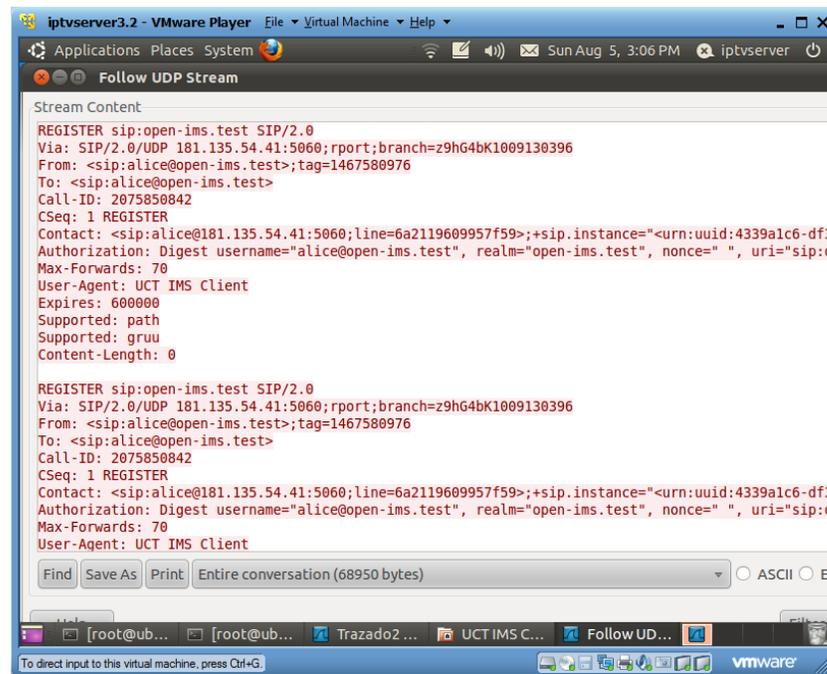


Figura 16. Señalización SIP entre el cliente y el servidor IPTV (Wireshark)

7.2 ANÁLISIS DE SOLICITUD DEL SERVICIO IPTV.

En la sección 6.3 se explicó la implementación del servicio IPTV mediante la aplicación UCT Advanced IPTV. Este servicio es aprovisionado como un servidor de aplicaciones (application server) el cual utiliza la librería eXosip para la señalización SIP [21] y la librería gstreamer para la creación de aplicaciones audiovisuales.

El servidor de Streaming VideoLan fue el elegido para este proyecto, debido a su fácil implementación y buen desempeño con el servidor IPTV. Sin embargo, se debe utilizar formatos que VideoLan pueda manejar en el servidor. Los diseñadores de UCT Advanced IPTV aseguran que utilizando VideoLan se pueden reproducir formatos en MPEG2 y algunos videos en MPEG4 [22]. Pero durante el desarrollo del proyecto se logró reproducir otros formatos de video como MPEG1 y 3GP (para móviles).

UCT Advanced IPTV se aprovisiona como una aplicación en el HSS (ver anexo C), lo que permite a su vez habilitar o deshabilitar el servicio IPTV a los usuarios a través de la interfaz gráfica del HSS.

La arquitectura que se utilizó tiene los siguientes pasos para la solicitud de servicio IPTV, estas son [22]:

1. El cliente envía un *INVITE* solicitando uno de los canales al servidor de aplicaciones (AS) a través de la dirección IP pública (87.98.227.227) y puerto 8010
2. El servidor de aplicaciones (AS) consulta la tabla que relaciona el canal solicitado con la dirección RSTP, y se la devuelve al cliente con una respuesta de *200 OK*
3. El cliente inicia una sesión RSTP con el media server (servidor VideoLan) y responde con un *ACK*.
4. Para finalizar la sesión RSTP el cliente envía un *BYE* al servidor IPTV.
5. El servidor IPTV responde con un *200 OK*.

La señalización en forma completa se puede observar en la siguiente gráfica:

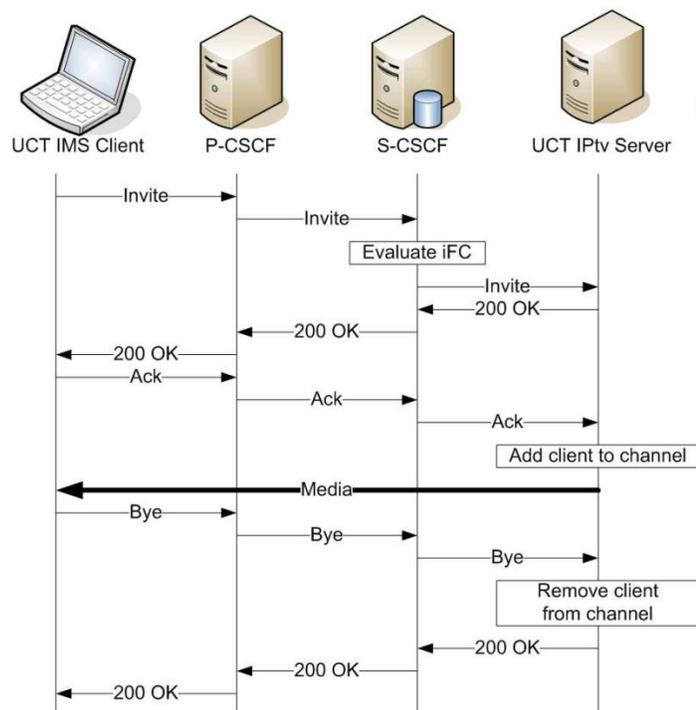


Figura 17. Señalización SIP, solicitud de servicio [21].

8. PRUEBAS Y ANALISIS DE RESULTADOS

8.1 PRUEBAS ESTATICAS EN LA RED HSDPA.

Para las pruebas estáticas de la calidad de video se utiliza el método Double Stimulus Impairment Scale (DSIS) explicado en la sección 5.5.1.2 Se eligió este método debido a su sencillez en la evaluación, además involucra directamente al video transmitido y al recibo en el cliente. Para calcular el MOS se usará como referencia la tabla 7.

El video (The_Future_of_Shopping_720p_.mpg) que se transmitirá estará en formato mpg y tiene una duración de 50s. Se utilizan videos cortos para no cansar al evaluador debido a que se tendrá que repetir varias veces la prueba.

El procedimiento usado fue el siguiente:

1. Levantar el cliente UCT IMS Client.
2. Reproducir el video original por 10s y detener el video.
3. Reproducir el video degradado por 10s y detener el video.
4. Realizar calificación del video degradado.
5. Reproducir el video original otros 10s más, empezando donde se dejó la primera secuencia y así hasta terminar.
6. Reproducir el video degradado otros 10s más, empezando donde se dejó la primera secuencia y así hasta terminar.
7. Calificar cada 10s el video degradado.
8. Realizar promedio final del MOS.

Resultados obtenidos para la red HSDPA/HSDPA+

PRUEBA 1	
Tiempo (seg)	MOS
10	2
20	4
30	3
40	4
50	4
Promedio	3,4

PRUEBA 2	
Tiempo (seg)	MOS
10	4
20	5
30	4
40	4
50	3
Promedio	4

PRUEBA 3	
Tiempo (seg)	MOS
10	3
20	3
30	2
40	3
50	3
Promedio	2,8

PRUEBA 4	
Tiempo (seg)	MOS
10	5
20	3
30	5
40	3
50	5
Promedio	4,2

PRUEBA 5	
Tiempo (seg)	MOS
10	2
20	5
30	4
40	3
50	5
Promedio	3,8

Tabla 10. MOS pruebas estáticas HSDPA/HSDPA+.

Promedio MOS: 3.6.

Resultados obtenidos para la red GSM/EDGE

PRUEBA 1	
Tiempo (seg)	MOS
10	1
20	2
30	3
40	2
50	1
Promedio	1,8

PRUEBA 2	
Tiempo (seg)	MOS
10	1
20	2
30	2
40	1
50	1
Promedio	1,4

PRUEBA 3	
Tiempo (seg)	MOS
10	1
20	2
30	1
40	1
50	1
Promedio	1,2

PRUEBA 4	
Tiempo (seg)	MOS
10	1
20	2
30	2
40	1
50	1
Promedio	1,4

PRUEBA 5	
Tiempo (seg)	MOS
10	1
20	2
30	2
40	2
50	2
Promedio	1,8

Tabla 11. MOS pruebas estáticas GSM/EDGE

Promedio MOS: 1.5.

MOS	
HSDPA	GSM/EDGE
3.6	1.4

Tabla 12. Comparación MOS entre redes HSDPA y GSM/EDGE

De las tablas 10 y 11 se puede concluir que el video tiene un mejor desempeño en redes HSDPA, con imágenes mucho más fluidas y similares al video original, esto se puede observar en las figuras 18 y 19, en las que se compara una imagen del video original y el recibido por el cliente, dando como resultado un MOS promedio de 3.6. Sin embargo, en la tabla 10 se observan valores de 2 y de 3 que según tabla 7 corresponden al calificativo de imágenes molestas y muy molestas. Esto se debe principalmente a que en algunas partes del video se observan pixelamientos, superposición de secuencias e imágenes oscuras y quietas, esto se puede apreciar en las figuras 20 y 21.

Otro efecto molesto es que cada vez que se detiene el video y se vuelve a reproducir con los botones del cliente, este toma entre 3 y 5 segundos para continuar con el video.

La demora durante el cambio de canales o zapping es también demasiado alta, es de 5 segundos entre canal y canal, y que se suman a la calificación poco óptima del video.

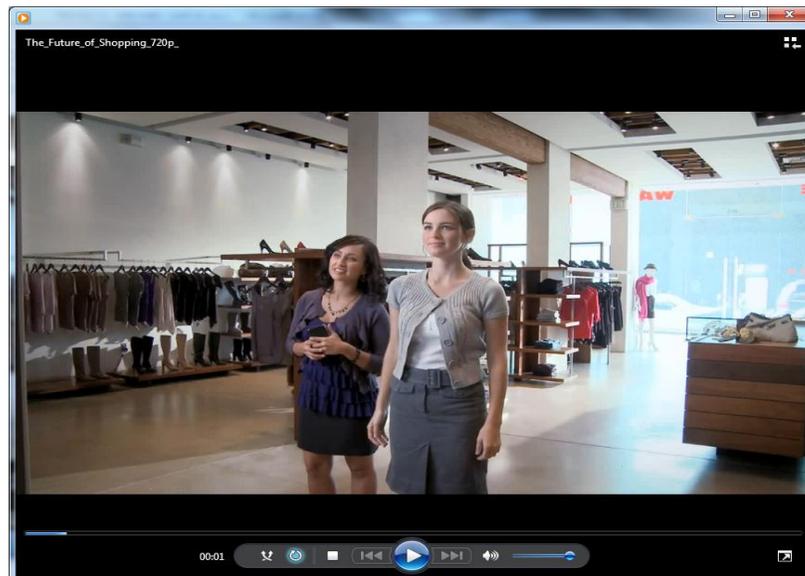


Figura 18. Secuencia video Original

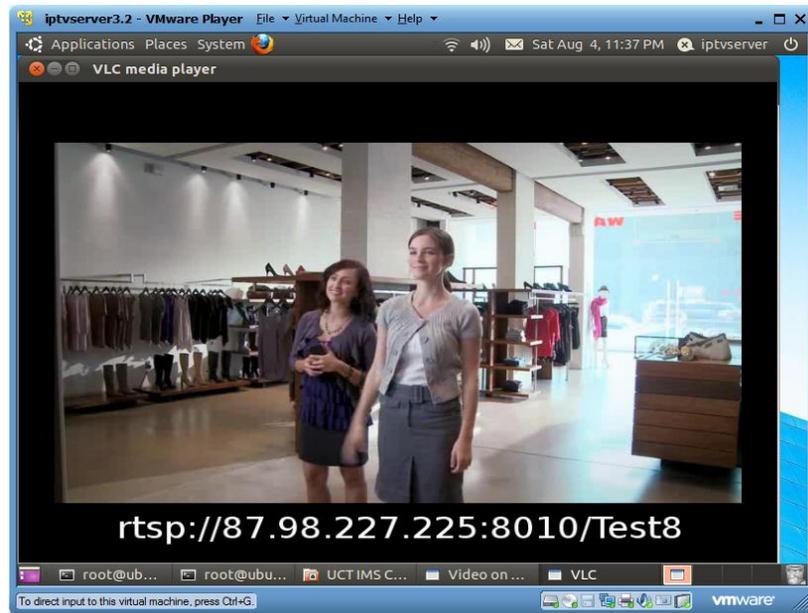


Figura 19. Secuencia video recibido en UCT IMS Client HSDPA/HSDPA+

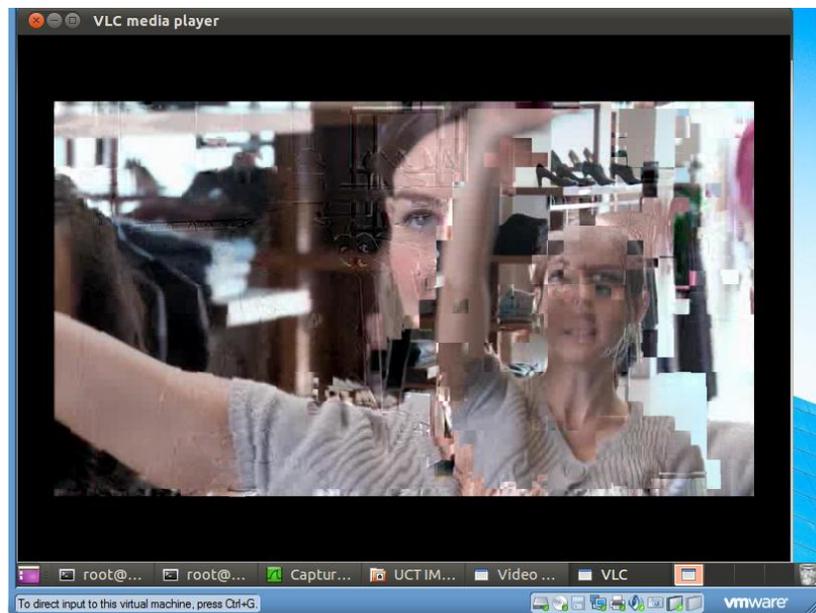


Figura 20. Sobre posición de imágenes en UCT IMS Client (HSDPA/HSDPA+)

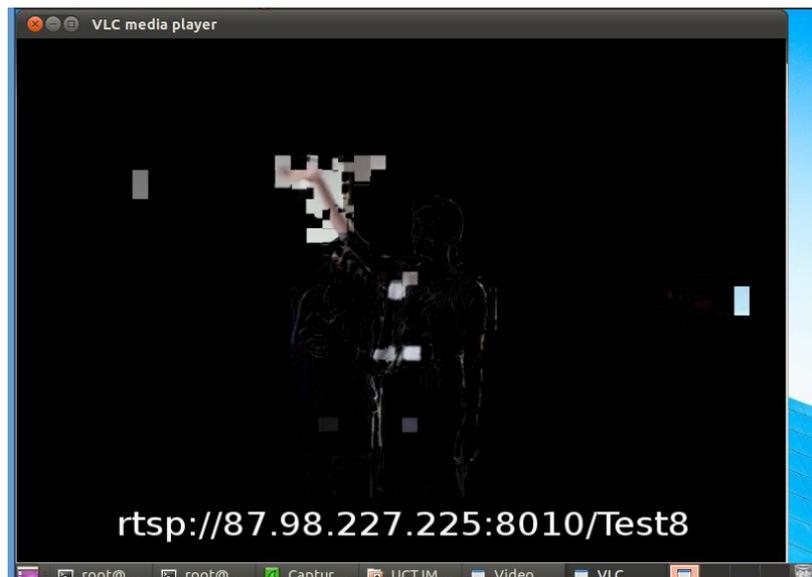


Figura 21. Pixelamiento recibido en UCT IMS Client HSDPA/HSDPA+

Los resultados obtenidos para la red GSM/EDGE no son tan alentadores como los de la red HSDPA, debido que el ancho de banda ofrecido por estas redes es inferior a 500 Kbit/s. Las calificaciones se dan en la tabla 11 y se comparan con la red HSDPA en la tabla 12, con un promedio MOS de 1.5. La comparación entre imágenes se puede observar en las figuras 22 y 23.



Figura 22. Secuencia video original

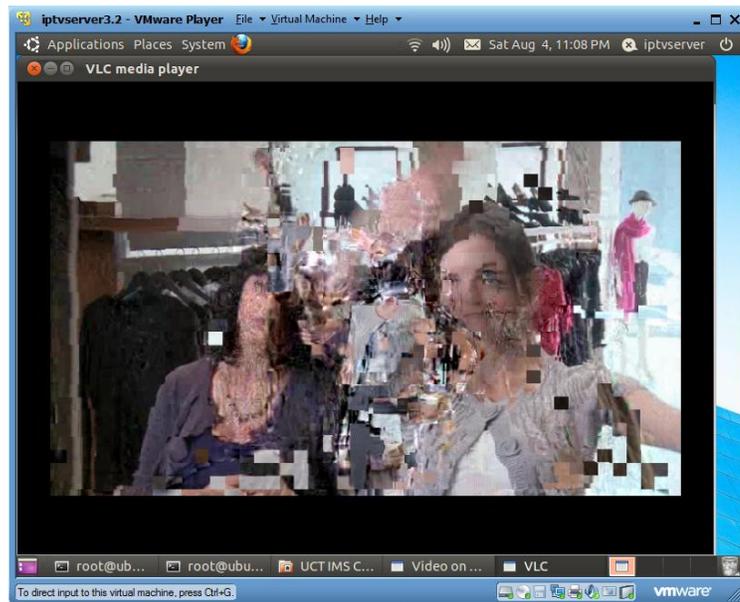


Figura 23. Secuencia video recibido en red GSM/EDGE

Es importante resaltar que el video reproducido en las redes GSM/EDGE no logra ejecutarse completamente debido a que prácticamente al comenzar se detiene y comienza un pixelamiento molesto con imágenes superpuestas entre sí como se muestra en la figura 23 y 24.

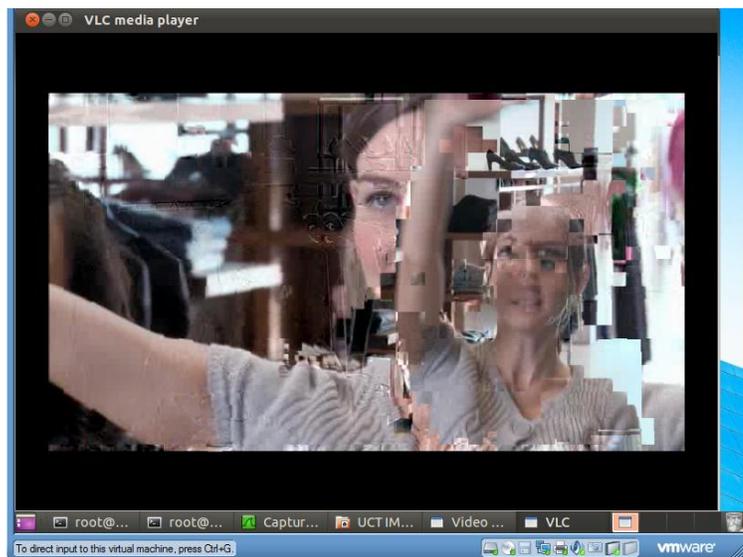


Figura 24. Sobre posición de imágenes en red GSM/EDGE

8.2 PRUEBAS EN LA RED HSDPA DRIVE TEST (Pruebas de Campo)

Las pruebas de campo del video a través de la red HSDPA se hicieron en la ciudad de Medellín en recorridos cortos de aproximadamente 15 Km, con duración entre 15 y 30 minutos, con una velocidad entre 40 Km/h y 80 Km/h.

Para hacer el análisis de pruebas se optó por recorridos en zonas de alto tráfico de datos de la ciudad. El primer recorrido se hizo empezando en la Universidad Eafit, subiendo por la loma del Campestre, para luego tomar la transversal superior, pasando por el centro comercial el Tesoro, luego se tomó la Avenida las Palmas, y después la carrera 33, para tomar la Avenida Regional y finalmente retornar a la Universidad Eafit.

El segundo recorrido se inició en el Mall la Frontera por la Avenida el Poblado hasta la glorieta de San Diego para tomar la carrera 33 hasta la Avenida Regional, se retorna hacia el sur hasta la glorieta de la Aguacatala para tomar la Avenida Las Vegas hasta Carrefour, se sube hasta la Avenida el Poblado, para luego regresar al Mall la Frontera.

El tercer recorrido se inició en la Avenida 80 a la altura del supermercado Consumo hacia la carrera 30, se toma esta avenida en dirección Occidente-Oriente hasta la Avenida Regional se giró hacia el sur hasta el puente de Envigado, en dirección Occidente-Oriente hasta la glorieta del Éxito de Envigado se retorna hacia el Norte a la altura de Carrefour se gira a la derecha hasta la Avenida el Poblado para llegar a el Mall La frontera.

El cuarto recorrido empezó en el Mall La Frontera por la Avenida El poblado pasando por la Milla de Oro hasta la Glorieta de San Diego, se tomó la carrera 33 hasta el Palacio de Exposiciones.

El Quinto y último recorrido se inició en la avenida Las Palmas a la altura de la loma del Indio tomando la Transversal Inferior hasta los límites entre Medellín y Envigado se bajó en dirección Oriente Occidente hasta el Mall La Frontera.

Debido la cantidad de información que se puede recoger en este tipo de pruebas no se analizarán todos los recorridos en este proyecto, para lo cual se consideró realizar el análisis del último recorrido entre La Loma del Indio y el Mall La Frontera ya que es un recorrido difícil en cuanto a interferencia de radiofrecuencias debido a la altura en la que se hicieron las pruebas. A demás otro factor a tener en cuenta es la cantidad de edificios de gran altura porque hacen difícil la cobertura proporcionada por las radiobases y Nodos B.

Para la prueba se utilizó la herramienta QualiPoc desarrollada por la empresa SwissQual [28]. Esta herramienta es muy utilizada por los operadores móviles

para realizar drive test (pruebas de campo) ya que les permite optimizar sus redes móviles.

El montaje realizado es el indicado por la empresa fabricante el cual se puede observar en las figuras 25, 26, 27.



Figura 25. Montaje Drive test 1 [28]



Figura 26. Montaje Drive test 2 [28].



Figura 27. Montaje Drive test 3 (teléfono móvil) [28].

En esta prueba se utilizaron los siguientes elementos:

- Teléfono celular Nokia 6720 Classic NAM categoría 9.
- Computador portátil HP ProBook 4410s.
- GPS RoyalTeK.
- Inversor convertidor de corriente directa a corriente alterna
- Máquina virtual en Ubuntu 10.10 con cliente IPTV (UCT IMS Client)
- Software Qualipoc (SwissQual).
- Software SwissQual NQDI para el post-procesamiento.
- Sim Card con plan de datos.
- Cronómetro.
- Vehículo automotor.

Antes de empezar el recorrido se configura el software Qualipoc instalado en el teléfono móvil, en modo Start monitoring, el cual permite obtener una lectura instantánea de los parámetros de la red, como son valores de potencia recibida, frecuencia, coordenadas, C/I, Cell ID, y el BLER.

Otra opción que se configura es el Job handling, que permite crear tareas específicas como pueden ser llamadas de voz, mensajes de texto, conexiones de datos, video llamadas y streaming.

En la opción de Settings se debe forzar el teléfono móvil en UMTS y que realice una conexión al GPS externo vía Bluetooth.

El recorrido se inició en julio 29 de 2012 a las 11:43 y se finalizó el mismo día a las 12:03 hora local de Colombia, a la altura de Loma del Indio en la avenida Las Palmas hasta El Mall La Frontera.

El teléfono móvil se programa en modo monitoreo y se sincroniza con el GPS para realizar el mapa del trayecto. Se inicia la máquina virtual instalada en el portátil HP. Luego se conecta el teléfono por medio del cable de datos al portátil y se inicia una sesión de datos con el operador móvil. Se da inicio al cliente IPTV, se realiza el registro respectivo y se solicita el canal número dos al servidor, en esos momentos se comienza a reproducir el video dentro del cliente IPTV (formato del video 3gp) La velocidad de desplazamiento se mantuvo entre 40 Km/h y 60 Km/ para la mayor parte del trayecto.

Para evaluar la calidad del video se puso a prueba un observador que proporciona los conceptos respectivos del video en cuanto a estabilidad, retardo, pixelamiento y congelamiento de la imagen. A continuación se muestra el mapa del recorrido a través de SwissQual NQDI:

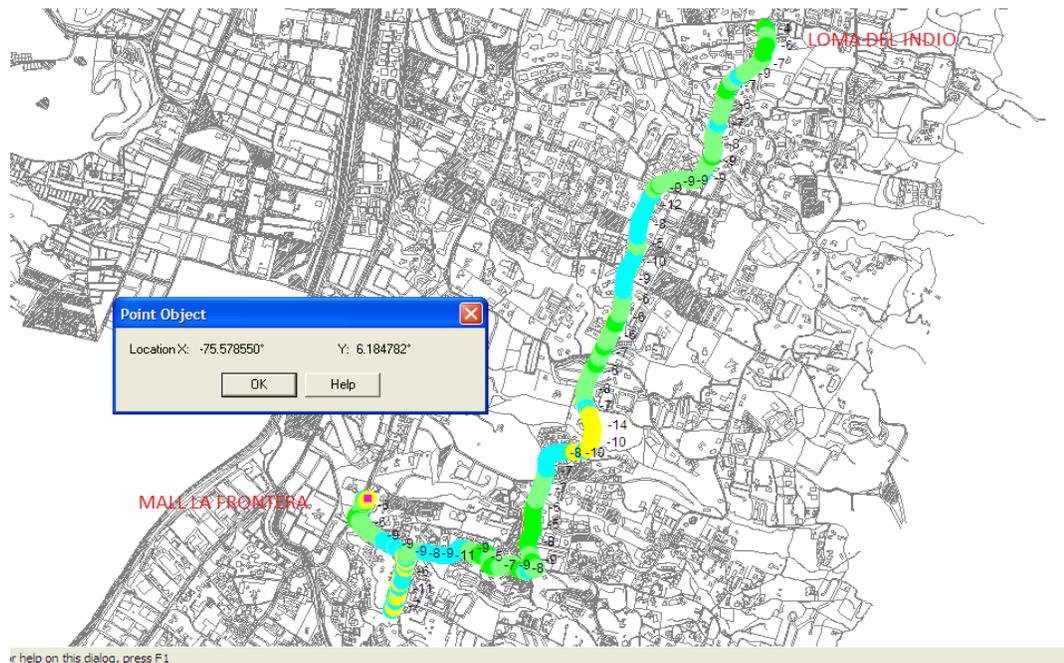


Figura 28. Recorrido Drive Test.

8.2.1 Análisis de resultados Drive Test

Los resultados obtenidos después de realizar las pruebas de campo o Drive Test, se deben post-procesar por medio del software NQDI [28], el cual es un analizador de la calidad de audio, video y de datos obtenidos en la interfaz de radio. Los

datos se descargan conectando el teléfono móvil a un PC por medio de un cable de datos o vía bluetooth.

Para realizar un análisis de resultados se evaluarán las condiciones de calidad del enlace de radio para trayecto realizado y se analizan indicadores como son RSCP (Received Signal Code Power), RSSI (Received Signal Strength Indicator), E_c/N_0 (energía recibida por chip y nivel de interferencia), BLER (Block Erasure Rate) y CQI (Channel Quality Information).

Teniendo estos indicadores y con las muestra subjetivas realizadas durante el trayecto se da una conclusión final de la calidad del video, es de anotar que las muestras tomadas con el Qualipoc se hicieron cada 30s.

La primera gráfica que se analizará es la de Scrambling Code o códigos de aleatorización, que en redes UMTS o HSDPA se utilizan para diferenciar las celdas de los distintos nodos B. Se dispone de 8,192 códigos, los cuales están agrupados en 512 conjuntos, cada uno de los cuales contiene 16 códigos, en los que uno es el principal y el resto son los secundarios. Al primer código de cada grupo se le denomina PSC (Primary Scrambling Code). Los 512 conjuntos de códigos se agrupan en 64 grupos y estos a su vez en 8 conjuntos.

La gráfica siguiente muestra los diferentes PSC de donde el teléfono móvil estuvo conectado durante el recorrido realizado. Se puede observar que durante el inicio el móvil estuvo enganchado en tramos largos a una misma celda, pero al final realizó varios handover en tiempos muy cortos, lo que puede traducirse en estabilidad en el video al principio del recorrido y de pixelamientos e imágenes inestables al final del trayecto, aunque los observadores del video notaron que este fenómeno se presentó en tiempos demasiado cortos.

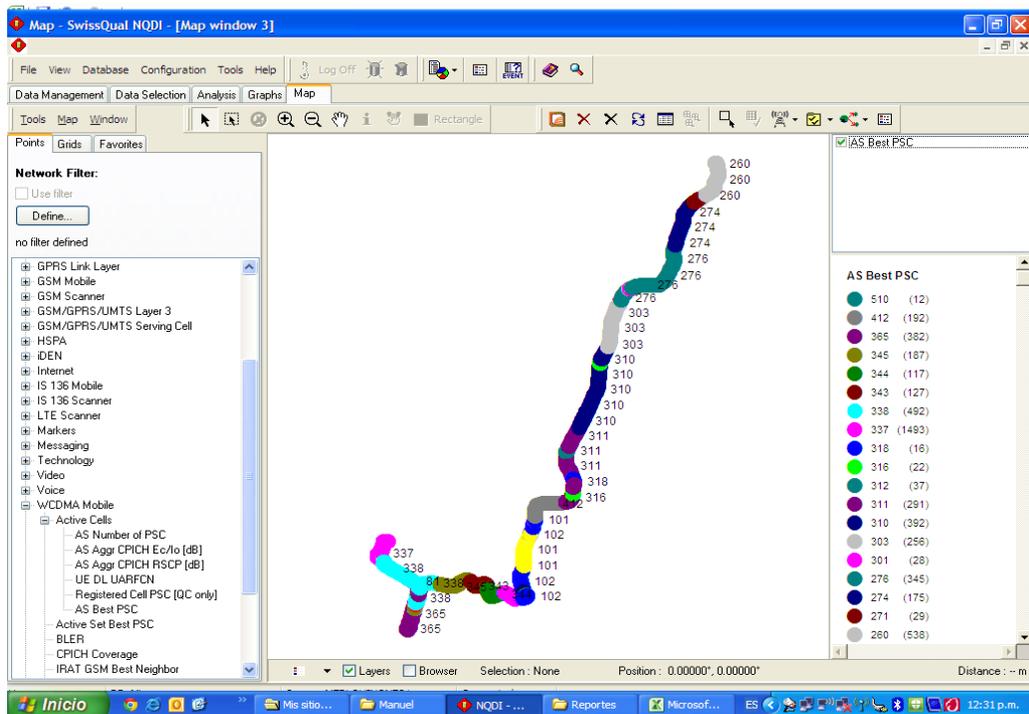


Figura 29. Análisis PSC.

Continuando con el análisis se analizará el indicador E_c/I_0 (Relación entre la Energía recibida por chip y el nivel de interferencia) el cual evalúa la calidad de la señal recibida en el canal CPICH (Common Pilot Channel). Los niveles de referencia son los siguientes:

Alto: $E_c/I_0 \geq -7$ dB

Medio: -14 dB $\leq E_c/I_0 < -7$ dB

Bajo: $E_c/I_0 < -14$ dB

En la figura 29 se puede observar tres puntos críticos en cuales E_c/I_0 estuvo por debajo de los -14 dB lo que se traduce en niveles altos de interferencia en esos lugares del recorrido, sin embargo, el video pudo no haberse afectado por esta situación, lo que puede pasar es que el throughput haya disminuido en esos tres puntos. Para sacar una mejor conclusión al respecto se tendrá que analizar los otros indicadores y confrontarlo con las medidas subjetivas.

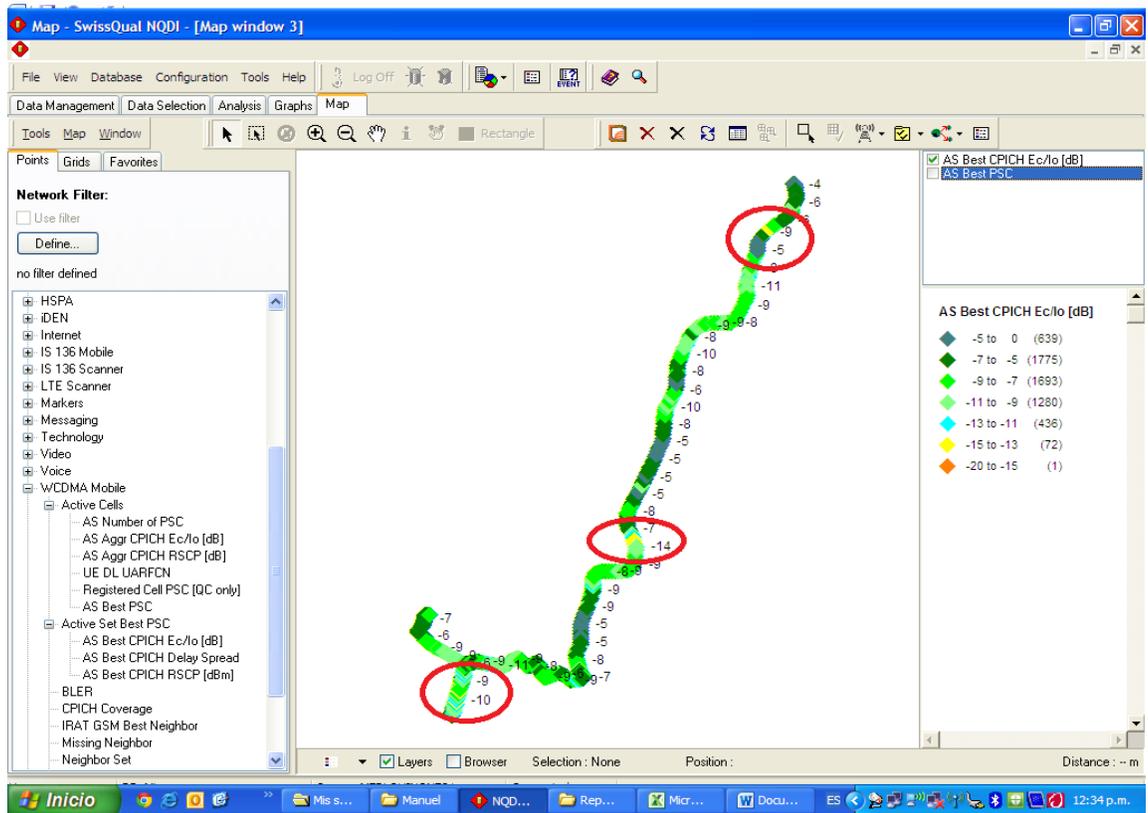


Figura 30. Energía recibida por chip y el nivel de interferencia (Ec/Io).

En cuanto al RSCP (Received Signal Code Power) que es la potencia recibida en el canal piloto (CPICH) medida por el equipo móvil y es afectada por la pérdida potencia en la trayectoria. Los valores son los siguientes:

Alto: $RSCP \geq -85$ dBm

Medio: $-95 \text{ dB} \leq RSCP < -85$ dBm

Bajo: $RSCP < -95$ dBm

De la gráfica 30 se obtuvieron tres puntos críticos importantes en los cuales el RSCP tuvo valores aceptables entre -88 dBm y -95 dB, el círculo rojo 1 muestra un trayecto en el cual durante 3 minutos la potencia recibida en el móvil presenta estos valores debido fundamentalmente a la cantidad de edificios altos presentes en la transversal inferior. El círculo 2 presenta la misma situación pero en tiempos muy cortos, que pueden tener poca incidencia en la calidad del video. Finalmente el círculo 3 la potencia llega valores muchos más críticos cercanos a los -95 dB, en esta situación el video se para y no continua. Esta última prueba se realizó al final del trayecto en un sótano.

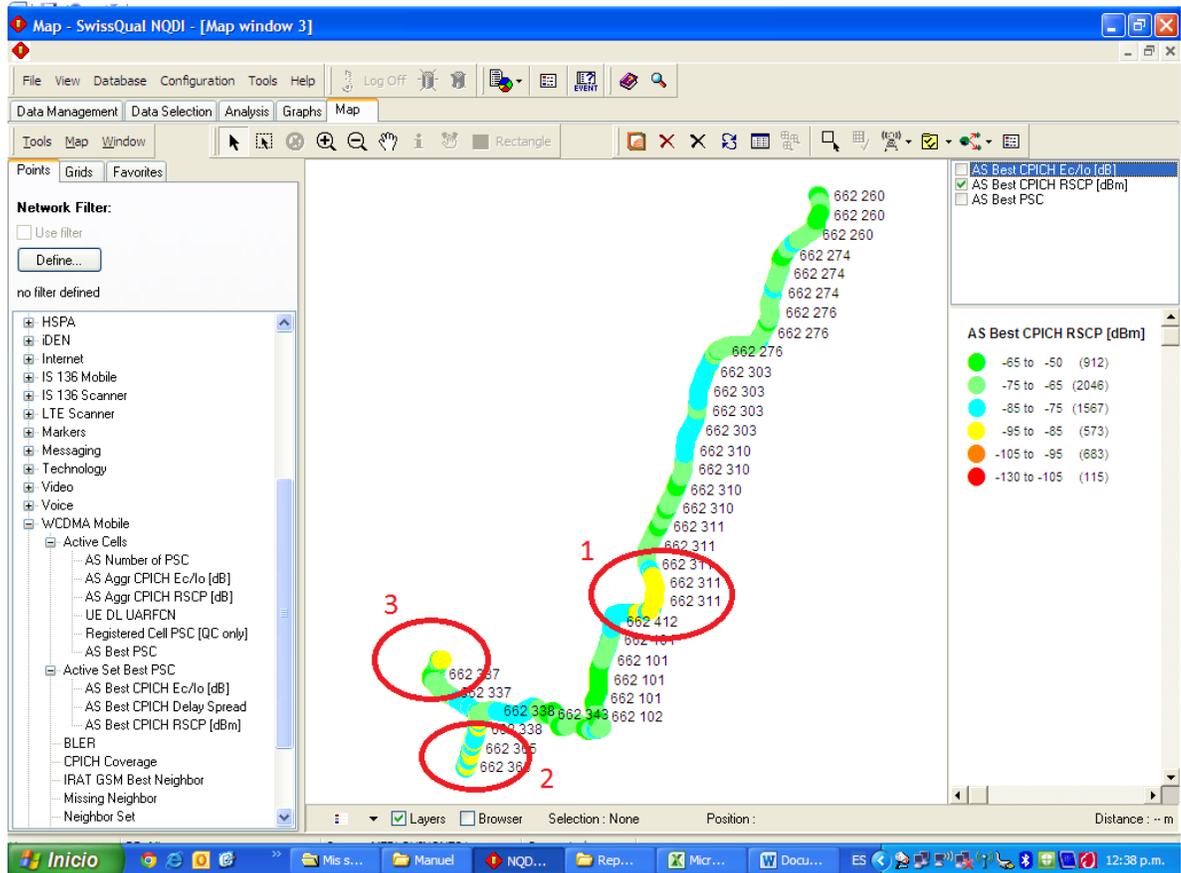


Figura 31. Medidas de RSCP

Para el **RSSI** (Received Signal Strength Indicator) Indicador de intensidad de la señal recibida, el cual muestra la potencia total entregada en el ancho de banda del canal de referencia (es decir 5 MHz full duplex) [29]. Los valores son los siguientes:

- Alto: $\text{RSSI} \geq -85 \text{ dBm}$
- Medio: $-95 \text{ dB} \leq \text{RSSI} < -85 \text{ dBm}$
- Bajo: $\text{RSSI} < -95 \text{ dBm}$

De la figura 31 se concluye lo siguiente: Hay tres puntos críticos señalados con círculos rojos. El círculo 1 y 2 presenta valores aceptables cercanos a los -85 dBm, mientras que el círculo 3 presenta valores entre -93 dBm y -97 dBm. Estos puntos coinciden con los presentados en el análisis anterior del RSCP, los cuales

son ocasionados por la altura de los edificios del sector y por la obstrucción de la señal en el sótano.

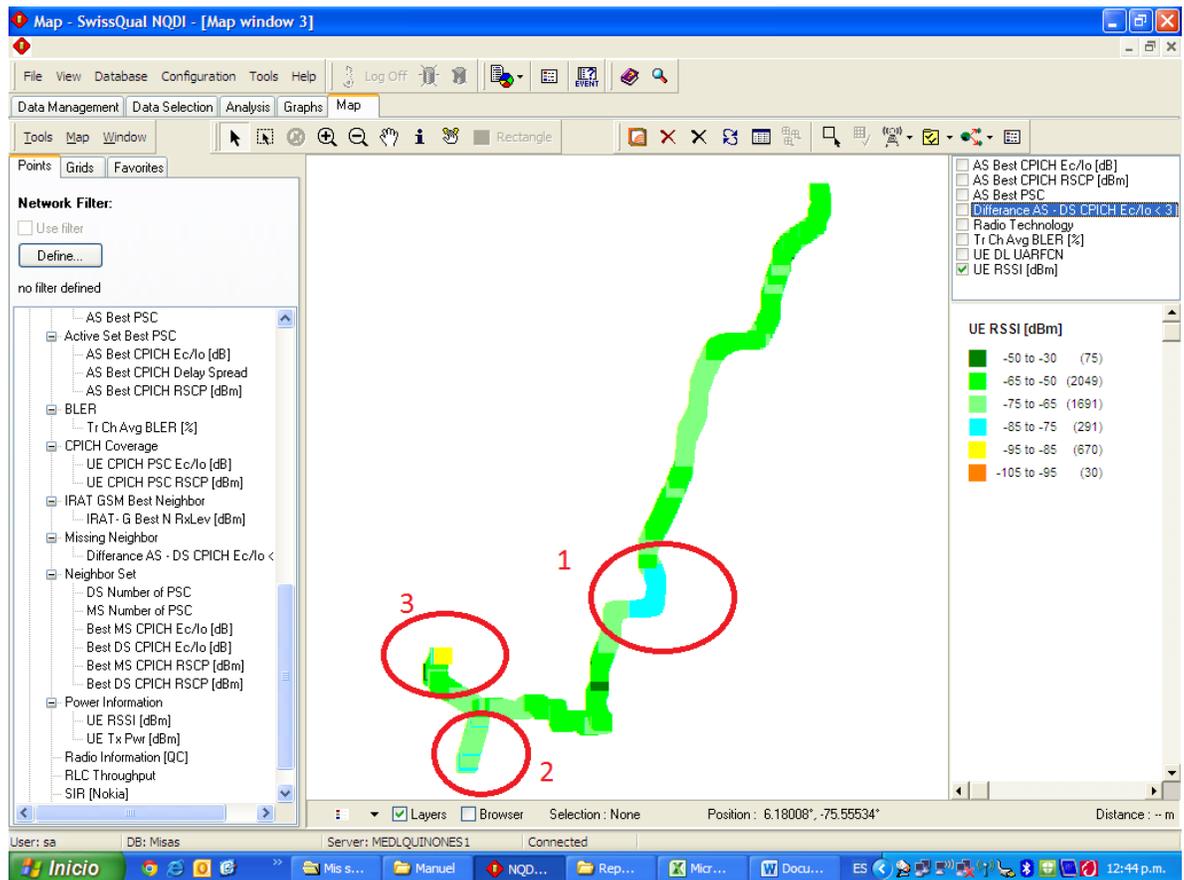


Figura 32. Medidas RSSI.

El siguiente parámetro a medir correspondiente a la calidad de transmisión es el CQI (Channel Quality Indicator), es un indicador reportado por el equipo móvil al nodo B en el cual se indica la tasa de transferencia que el terminal espera poder recibir en un determinado tiempo basado en factores como la interferencia, radio de cobertura del Nodo B, tamaño de bloque de transporte y el número máximo de códigos que el equipo puede soportar. El valor asociado del CQI se encuentra entre 0 y 30. La tabla 13 muestra los valores de CQI para la categoría 9, como se puede observar entre más alto es este valor mejora el tamaño del bloque de transporte y la modulación. Los indicadores de referencia son los siguientes:

Alto: $CQI \geq 20$

Medio: $14 \leq CQI < 20$

Bajo: $CQI < 14$

La figura 33 muestra los valores tomados del CQI durante el recorrido, como se puede observar en los círculos rojos (puntos críticos) estos valores estuvieron entre 9 y 12 con una modulación QPSK y un tamaño de bloque entre 931 y 1742. La mayor parte del recorrido el CQI se mantuvo en valores superiores a 16.

CQI or CQI _s	Transport Block	Number of	Modulation	Reference power	NIR	Xr or
0	N/A	Out of range				
1	137	1	QPSK	0	2880 0	0
2	173	1	QPSK	0		
3	233	1	QPSK	0		
4	317	1	QPSK	0		
5	377	1	QPSK	0		
6	461	1	QPSK	0		
7	650	2	QPSK	0		
8	792	2	QPSK	0		
9	931	2	QPSK	0		
10	1262	3	QPSK	0		
11	1483	3	QPSK	0		
12	1742	3	QPSK	0		
13	2279	4	QPSK	0		
14	2583	4	QPSK	0		
15	3319	5	QPSK	0		
16	3565	5	16-QAM	0		
17	4189	5	16-QAM	0		
18	4664	5	16-QAM	0		
19	5287	5	16-QAM	0		
20	5887	5	16-QAM	0		
21	6554	5	16-QAM	0		
22	7168	5	16-QAM	0		
23	9719	7	16-QAM	0		
24	11418	8	16-QAM	0		
25	14411	10	16-QAM	0		
26	17237	12	16-QAM	0		
27	17237	12	16-QAM	-1		
28	17237	12	16-QAM	-2		
29	17237	12	16-QAM	-3		
30	17237	12	16-QAM	-4		

Tabla 13. Valores CQI [30].

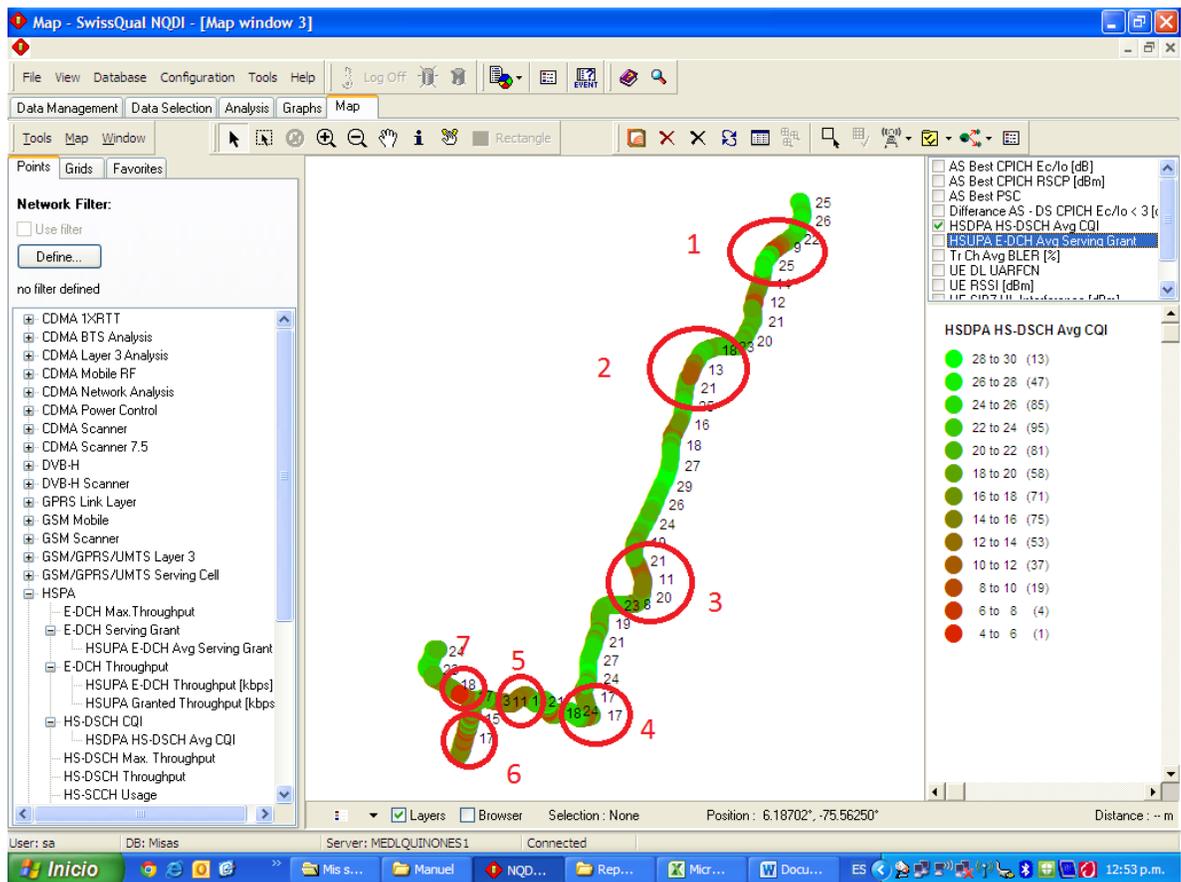


Figura 33. Medidas CQI.

El BLER (Block Error Rate) se define como la Tasa de Bloques Erróneos de la interfaz de radio, también se define como la cantidad de bloques errados versus la cantidad de bloques enviados.

Existe una relación directa entre el CQI y el BLER ya que en una red HSDPA el CQI se elige de acuerdo a la mayor tasa binaria que proporciona un BLER inferior al 10%.

Para el recorrido realizado el valor del BLER fue de 0, según la figura 34, lo que quiere decir que fue mínima la cantidad de bloques errados.

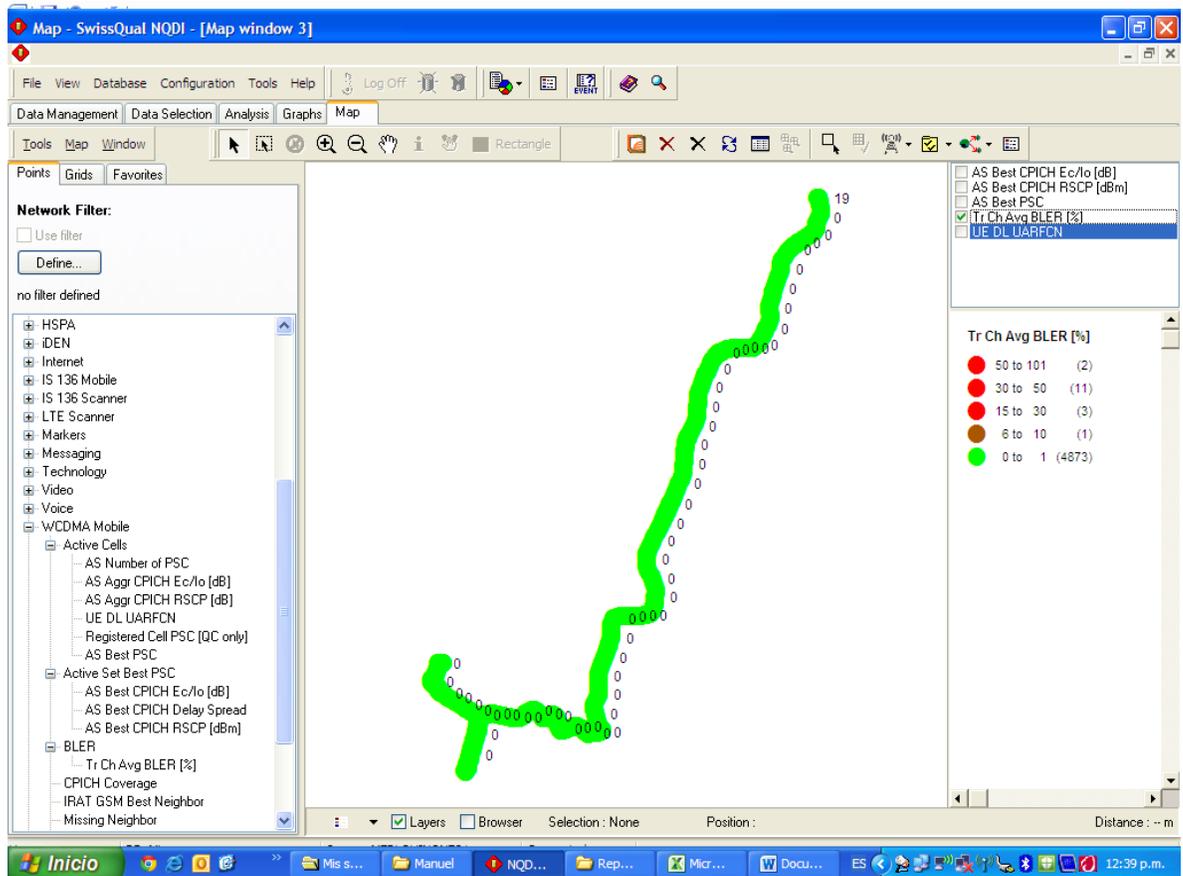


Figura 34. Medidas BLER

Otro parámetro a analizar en este recorrido es el SIR (Signal to Interference power Ratio) el cual se define como margen que hay entre la potencia de la señal transmitida por un Nodo B y la sumatoria de las potencias de las señales emitidas por otros transmisores, su medida es en dB. Existe una relación directa entre el CQI, BLER, SIR y el THROUGHPUT que se puede observar en la siguiente gráfica.

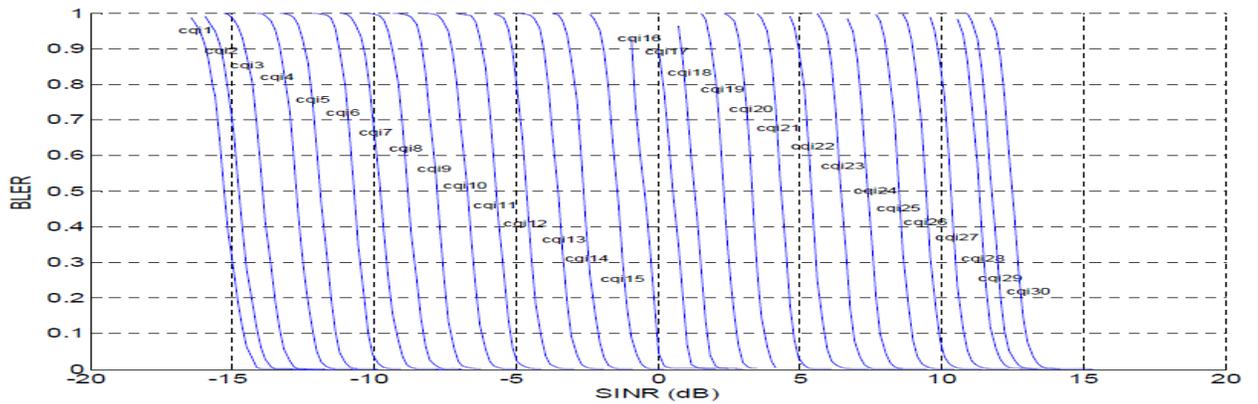


Figura 35. CQI, BLER, SIR.

Para drive test se puede observar cuadro puntos críticos en los cuales el SIR estuvo entre 0 y 4 dB, según la siguiente referencia:

Alto: $SIR \geq 6$

Medio: $4 \leq SIR < 6$

Bajo: $SIR < 4$

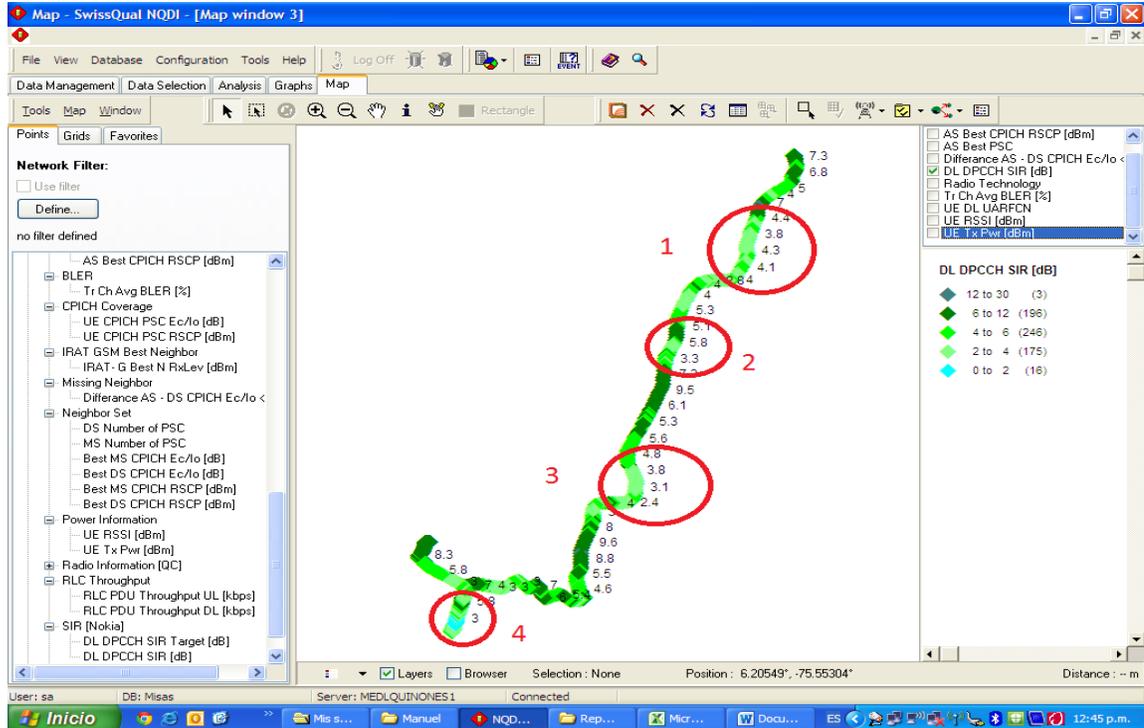


Figura 36. SIR.

A continuación se presenta los valores del THROUGHPUT alcanzado durante Drive test.

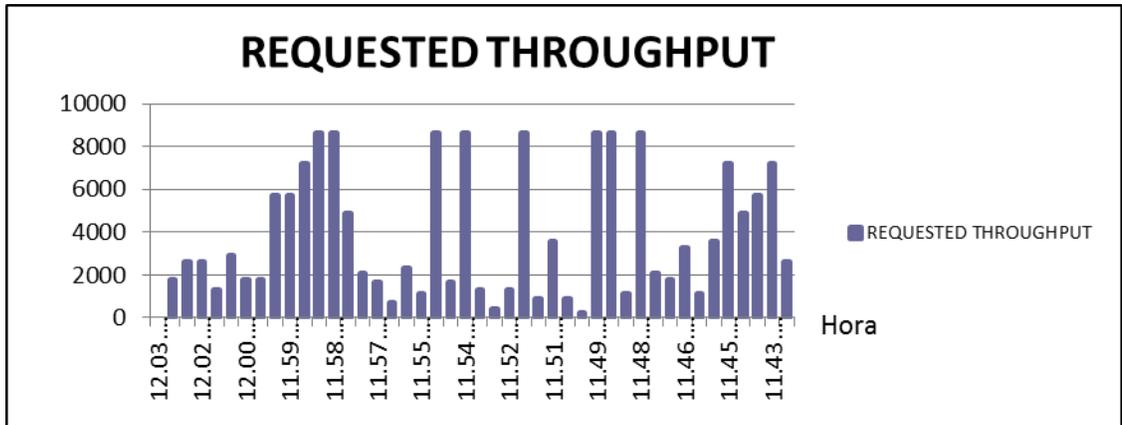


Figura 37. THROUGHPUT.

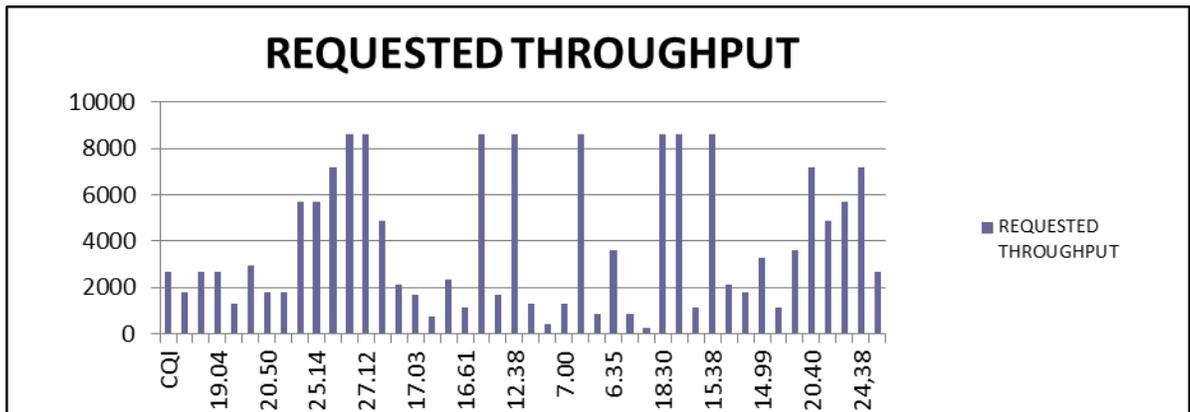


Figura 38. THROUGHPUT VS CQI

8.2.2 Medidas subjetivas de Drive Test

Los indicadores anteriores RSCP (Received Signal Code Power), RSSI (Received Signal Strength Indicator), Ec/Io (energía recibida por chip y nivel de interferencia), BLER (Block Erasure Rate), CQI (Channel Quality Information) y SIR, no son suficientes para medir la calidad del video desde el punto vista del usuario, el video se hizo para seres humanos y no para máquinas, por este motivo las

medidas de Drive Test se complementaron con pruebas subjetivas, a medida que se capturaron los indicadores antes mencionados.

Antes de comenzar la prueba se debe sincronizar el reloj del Qualipoc con el cronómetro a usar, preferiblemente utilizar uno instalado en el PC, con un cronómetro externo no hay problema, solo se aumenta el margen de error.

Cada secuencia tuvo una duración de 30s correspondientes a cada una de muestras tomadas por el Qualipoc. Solo se utilizó un evaluador en cada recorrido debido fundamentalmente a que solo se contaba con un equipo de medida.

El método utilizado fue Single Stimulus (SS) explicado en la sección 5.5.1.1, es el más simple de todos los mencionados en este trabajo y no es tan engorroso para utilizar en las pruebas de campo. La tabla 6 muestra los valores a utilizar.

En la tabla 14 se observa la calificación dada por el evaluador cada 30s con un margen de error de 3s por encima y 3s debajo de los 30s.

En general, la tabla 14 muestra un MOS que varía entre los 3 y 5 como promedio y presenta valores defectuosos de 2 al inicio y al final de la prueba. Lo anterior se debe principalmente a que al inicio del video se presenta un ligero pixelamiento pero que a medida que el video avanza este mejora, igual se presenta esta falla cuando las pruebas se hacen de manera estática. Al final de recorrido el video vuelve a presentar algo de pixelamiento con paradas continuas. Esto se presenta debido a que las pruebas, durante este periodo de tiempos, se hicieron en el sótano del edificio donde se finalizó el Drive Test.

HORA	MOS
12.03.17	2
12.02.47	2
12.02.16	4
12.02.16	4
12.01.47	4
12.01.17	3
12.00.47	4
12.00.17	4
11.59.47	3
11.59.17	3
11.58.46	4
11.58.46	4
11.58.16	4
11.57.46	3

11.57.16	3
11.56.46	3
11.56.16	4
11.55.46	4
11.55.16	4
11.54.46	4
11.54.16	4
11.53.46	4
11.53.16	4
11.52.46	5
11.52.17	5
11.51.47	4
11.51.17	4
11.50.47	3
11.50.17	3
11.49.47	3
11.49.17	4
11.48.47	4
11.48.17	4
11.47.47	4
11.47.17	4
11.46.47	4
11.46.17	4
11.45.47	5
11.45.17	4
11.44.47	4
11.44.26	3
11.43.51	2

Tabla 14. MOS pruebas subjetivas Drive Test.

Los trayectos donde el MOS tuvo una calificación de 3, se compararon con los indicadores de radio para encontrar alguna relación.

A las 11:44:26 se tuvo una calificación de 3 al compararse con la figura 29, se observa en el primer círculo valores de E_c/I_0 entre -9 y -11 dB, en la figura 33 el CQI fue de 9, sin embargo el THROUGHPUT estuvo cercano a los 4Mb/s.

Se puede concluir que el video durante esa secuencia de 30s, se presentó algún congelamiento o pixelamiento muy ligero para que el observador diera esta calificación. También es de notar que en la siguiente secuencia el valor del MOS fue de 4 en la calificación, por lo tanto la evaluación en esta sección no posee un valor muy importante en la prueba.

Entre las 11:49:47 y las 11:50:47 el valor del MOS fue de 3 (ver tabla 14). En ese mismo periodo de tiempo el PSC, según la gráfica 29 pasó de 318, 316, 412 y 101, luego en la figura 30 el Ec/Io tuvo un valor -14, el RSCP según la figura 31 (círculo 1) estuvo entre -95 y -85, la figura 33 (círculo 3) el CQI tuvo valores de 11 y 9, la figura 36 (círculo 3) el SIR alcanzó valores de 2.4 y 3.1 y finalmente throughput estuvo entre 396Kbit/s y 871Kbit/s .

Como se puede observar los diferentes indicadores presentan valores relativamente bajos, siendo en este caso los valores del PSC los más críticos, el cual cambió cuatro veces de celda en un periodo muy corto tiempo. También hubo valores altos de interferencia y el CQI estuvo con un valor mínimo de 9 que se traduce en un tamaño de bloque de transporte de 931 y en una modulación QPSK, según la tabla 13. Lo anterior pudo afectar el throughput el cual cayó a un valor de 396Kb/s como se puede apreciar en las siguientes gráficas (figura 39 y 40).

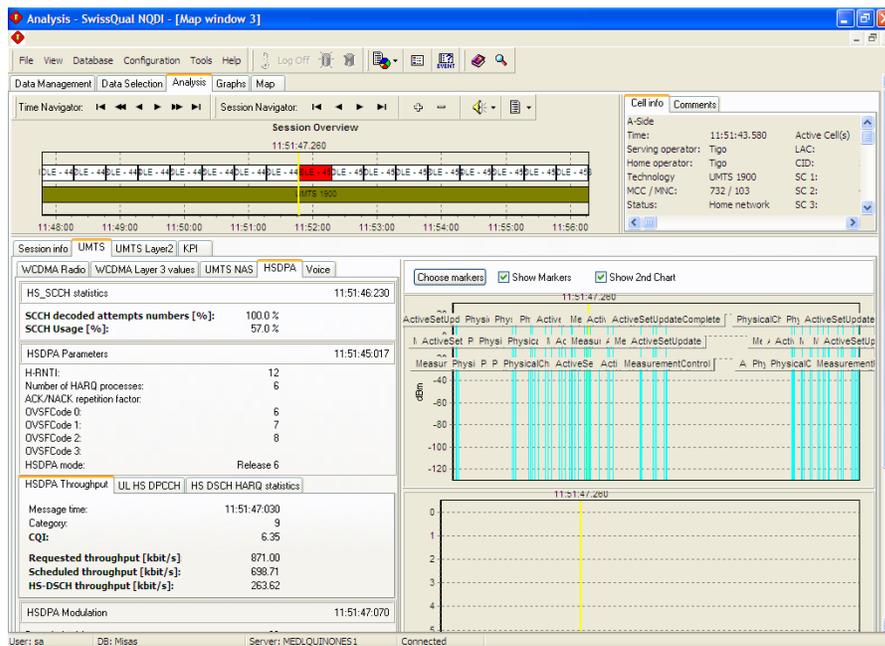


Figura 39. Análisis NQDI 1

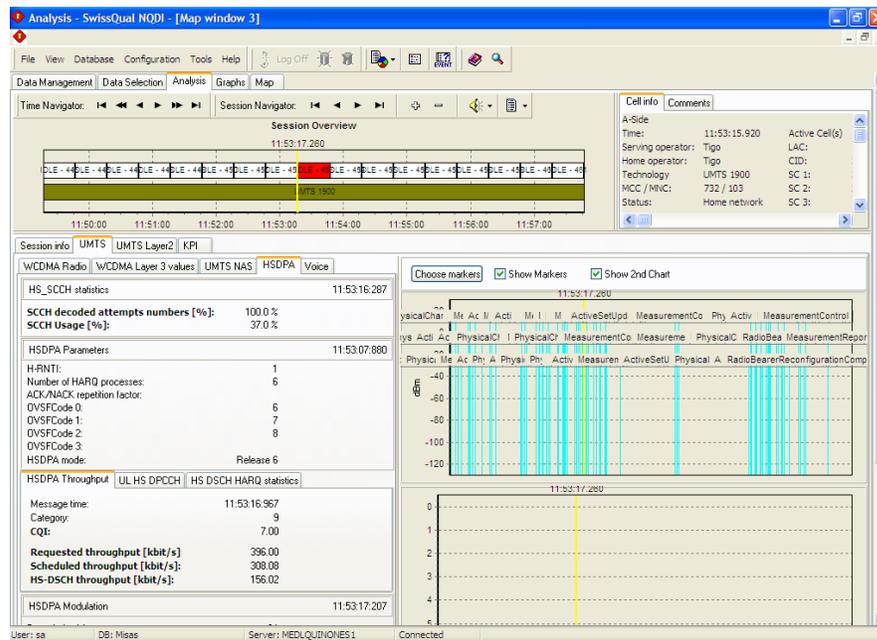


Figura 40. Análisis NQDI 2.

Por tanto la calidad del video estuvo afectada durante este tiempo observándose congelamientos continuos de la imagen.

Entre las 11.56.46 y las 12.00.17 la calificación del MOS fue de 3. Estos son valores obtenidos por el Qualipoc:

Figura 29 PSC = 344, 343, 338, 365.

Figura 30 (círculo3) Ec/Io entre -9 y -10.

Figura 31 (círculo2) RSCP entre -95 y -8.

Figura 32 (círculo 4) RSSI entre -75 y -65.

Figura 33 (círculo 6) CQI entre 8 y 10.

Figura 34 (círculo 4) SIR entre 0 y 2.

Figura 41 Throughput mínimo 741 Kb/s.

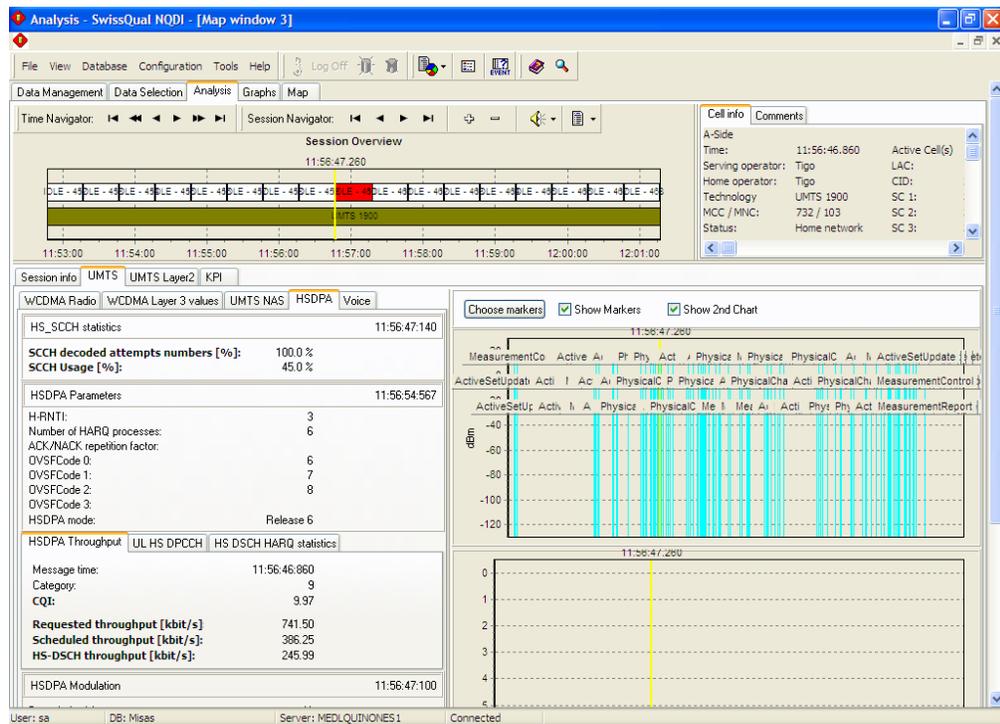


Figura 41. Análisis NQDI 3.

Los indicadores más críticos son el PSC, CQI y SIR. El Throughput aunque fue 741 Kbit/s a las 11:56 (ver figura 40), no es muy bajo, sin embargo, la calificación en este rango de tiempo fue 3 según el observador debido a que se presentaron algunos congelamientos del video.

En general el video durante todo el trayecto presentó un comportamiento normal a excepción de los casos puntuales que se mencionaron anteriormente, lo que se confirma con la calificación final del MOS que fue en promedio de 3.7.

9. TRABAJOS FUTUROS

Se recomienda mejorar el cliente IMS en un futuro proyecto para solucionar los problemas de retardos presentes al cambiar de canal, detener y reproducir el video.

Diseñar un cliente IPTV que permita ser instalado en los equipos móviles para realizar un estudio mucho más detallado de las condiciones del servicio en este nuevo escenario. No es lo mismo realizar el estudio en una la red HSDPA con un modem, que usar un teléfono móvil, este último es el que se proyecta para el servicio IPTV móvil.

10. CONCLUSIONES

El servicio IPTV sobre una red celular HSDPA puede ser usado bajo unas muy buenas condiciones de radio, en las que no solo importa tener un buen ancho de banda sino que los indicadores más importantes de red (CQI, PSC, Ec/Io) se encuentren en sus mejores condiciones para ofrecer el servicio.

Se descarta el servicio IPTV sobre una red GSM/GPRS, este tipo de infraestructura no ofrece las condiciones de ancho banda suficientes para la entrega de una muy buena calidad de video al usuario, a pesar de tener unas buenas condiciones de radio.

El Core IMS sobre la red celular presenta un buen desempeño. En este proyecto se confirma la teoría que el Core IMS es independiente del acceso de red.

La comunicación entre el Cliente IMS, el Core IMS y servidor IPTV no presenta ninguna dificultad al ser integrados a la red HSDPA, es transparente para la comunicación interna entre estos componentes.

Después de realizar pruebas con diferentes formatos de video se concluye que la mejor forma de transmitir el servicio de IPTV en una red HSDPA es por medio del formato 3GP el cual fue creado por 3GPP (3rd Generation Partnership Project) para teléfonos móviles, diseñado para disminuir los requerimientos de ancho de banda. Sin embargo, es posible transmitir video en formatos en MPEG y MPEG-4, con anchos de banda superiores a 1Mbits/s, logrando una buena calidad, pero con la restricción de un solo canal.

Si un operador desea proporcionar a sus usuarios el servicio de IPTV a través de su red HSDPA, debe tener en cuenta que la mejor forma es a través del teléfono móvil con un formato 3GP, además se deben optimizar sus redes para que en promedio existan entre 8 y 10 usuarios (recomendado) con unas muy buenas condiciones de radio para que el servicio no presente degradación alguna. Como se pudo detallar en las figuras 37 y 38 cuando el Throughput supera 1Mbit/s, la calidad del video mejora sustancialmente aunque en algunas partes del recorrido en las que el Throughput estuvo entre 500Kbit/s y 1Mbit/s la calidad del video permaneció constante sin sufrir alguna degradación. Es de resaltar que en promedio el Throughput por celda para un operador en promedio está en 7.1Mbit/seg en una hora pico, por lo cual se debe tener una muy buena distribución de usuarios por celda.

Si se desea además, que el usuario pueda tener a su disposición dos canales simultáneos, el operador móvil deberá suministrar en promedio 2Mbit/s por usuario

con una media de clientes por celda entre 4 y 8 usuarios. En algunos casos el operador deberá utilizar una segunda portadora en una red HSDPA para suplir el tráfico solicitado por los usuarios, en este caso del servicio datos y el video en IPTV.

IPTV móvil se espera que sea un servicio casual, solo utilizado en algunas horas del día y en sitios públicos como por ejemplo en los sistemas masivos de transporte, terminales terrestres y aérea o sitios de descanso diferentes al hogar, por lo que este servicio no demandará un alto tráfico comparado con el servicio IPTV de las redes fijas donde los clientes la utilicen en promedio 8 horas al día. Para el caso de IPTV móvil el tiempo de uso es mucho más corto, no pensado para zonas residenciales en la que entraría a competir con el servicio tradicional de televisión. Además un usuario se cansaría fácilmente al usar el servicio por más de una hora de uso.

De esta forma un operador móvil deberá fortalecer sus redes en los sitios públicos antes mencionados para no caer en el sobre dimensionado innecesario de la red en algunas zonas de la ciudad como lo son las residencias. El servicio se debe enfocar en los recorridos del metro, aeropuertos, zona comerciarles, terminales de transporte o el centro de la ciudad.

Ahora, si se quiere usar un servicio IPTV similar en cuando a calidad al de IPTV fijo, el operador móvil deberá cambiar de formato para ofrecer una mejor calidad de video, estos formatos pueden ser MPEG-2 o MPEG-4 que como se mencionó en la sección 2.3.1, la velocidad estimada estaría entre 2 y 3 Mbit/s para un MPEG-4. Por lo que no sería factible debido a que los operadores móviles ofrecen en promedio 1.4 Mbit/s en sus redes HSDPA.

Aunque no se realizaron pruebas con un estricto rigor en una red 4G LTE, si se pudo usar el servicio en este tipo de tecnología, en las que se probaron algunos formatos de video en MPEG y 3GP obteniendo unos excelentes resultados en cuando a calidad del video. Las pruebas se hicieron en forma estáticas y con un promedio de velocidad entre 5 y 8 Mbit/s. Lo tiempos de registro de un usuario en el Core IMS con una red de acceso 4G LTE mejoran rotundamente pasando de 7s en una red HSDPA a solo 2s en este tipo de red. De esta forma se puede concluir que el servicio IPTV para una red 4G LTE presenta un mejor desempeño en cuanto a calidad del video transmitido desde servidor IPTV conectado al Core IMS.

Como se mencionó anteriormente, se descarta definitivamente el servicio IPTV en redes GSM/EDGE debido a las bajas velocidades que ellas ofrecen. Tampoco se recomienda utilizar el teléfono móvil o el modem, en modo dual (GSM/EDGE,

HSDPA/HSDPA+) debido a que el dispositivo haría en cualquier momento un handover entre redes, y la calidad del video baja demasiado al pasar de HSDPA/HSDPA+ a GSM/EDGE.

BIBLIOGRAFIA Y CIBERGRAFIA

- [1] McCarthy John D, Knoche Hendrik .“Design Requirements for Mobile TV” .University College London
- [2] Hellge Cornelius, Schierl1 Thomas, Huschke Jörg, Rusert Thomas, Kampmann Markus, and Wiegand Thomas .“3gpp mbms mobile-tv services using h.264/avctemporal scalability and layered transmission”, 2008
- [3] Wilson Phillippa R., Ventura Neco. A Direct Marketing Platform for IMS-Based IPTV, University of Cape Town.
- [4] Martínez García Rebeca, “desing and development of a cng oriented to embedded linux”, 2010
- [5] Yousefi Maliheh. “Video quality in ip based mobile systems”, Chalmers University of Technology And Ericsson R&D, Linköping, 2008
- [6] 3GPP, “Overview of 3GPP Release 5 V0.1.1”, 2010
- [7] Correa Ana María, Ramírez Gil Tomás, “Curso de UMTS/HSDPA” Sep. 2009
- [8] Goffard molina Pablo Felipe, “descarga de datos a alta velocidad con hsdpa sobre umts”, 2007
- [9] <http://www.agere.com>. HSDPA Mobile Broadband Data
- [10] O’driscoll Gerard, “Next generation iptv services and technologies”, 2008 , PP 1-18, 100-120.
- [11] Martinsson Erik, “IPTV the future of television?”, CHALMERS UNIVERSITY OF TECHNOLOGY, 2006
- [12] <http://mpeg.chiariglione.org/achievements.htm>, MPEG-1 (ISO/IEC 11172)
- [13] Chiariglione Leonardo – Convenor, “Short MPEG-1 description”, coding of moving pictures and audio, iso/iee jtc1/sc29/wg11, 1996
- [14] Chiariglione Leonardo – Convenor, “Short MPEG-2 description”, coding of moving pictures and audio, iso/iee jtc1/sc29/wg11, 2000.
- [15] www.siemens.com

[16] <http://technet.microsoft.com/es-es/library/cc787925%28WS.10%29.aspx>,
"Protocolo de administración de grupos de Internet (IGMP)"

[17] H. Schulzrinne, R. Lanphier, "Real Time Streaming Protocol (RTSP)" para Network Working Group Request for Comments: 2326, 1998.

[18] H. Schulzrinne, R. Frederick, V. Jacobson, "RTP: A Transport Protocol for Real-Time Applications" para Network Working Group Request for Comments: 1889, 1996

[19] RobKoenen(editor), "MPEG-4Overview-(V.21-Jeju Version)"
ISO/IEJTC1/SC29/WG11 2002.

[20] AXIS Comumunications, "Compresión de Vídeo Digital", 2004.

[21] Waiting David, Good Richard, Spiers Richard, Ventura Neco, "Open Source Development Tools for IMS Research (Invited Paper)". Department of Electrical Engineering University of Cape Town Rondebosch, South Africa.

[22] http://uctimsclient.berlios.de/uctiptv_advanced_howto.html

[23] RECOMENDACIÓN UIT-R BT.500-11 Metodología para la evaluación subjetiva de la calidad de las imágenes de televisión.

[24] Bardier Valletta Germán, Fournier Soca Carlos, Guridi Fernández Gastón
CVPRIP - Calidad de Video Percibida en Redes IP. 2009

[25] Lu Riu, Media Scaling for Power Optimization on Wireless Video Sensor. 2007

[26] Chodorek Robert, Grega Michał, Leszczuk Mikołaj, Papir Zdzisław, Romaniak Piotr, Guerrero Carmen, Benchmarking the Quality of Experience of Video Streaming and Multimedia Search Services: the CONTENT Network of Excellence.

[27] Wang Yubing, Survey of Objective Video Quality Measurements.

[28] <http://www.swissqual.com/index.php/applications/troubleshooting.html>.

[29] Rodríguez Cardemil Samuel Ignacio , Modelo de Calidad de servicio para una red de datos hsdpa (HIGH SPEED DOWNLINK PACKET ACCESS) para el entorno local. 2009.

[30] 3GPP TS 25.214, 3rd Generation Partnership Project; Technical Specification Group Radio Access Network; Physical layer procedures (FDD) (Release 7)

[31] Gandía Martín-Sacristán, David Estudio y Optimización de los Procedimientos de Adaptación al Enlace en HSDPA.

[32] <http://dss.macosforge.org>

[33] http://wiki.videolan.org/Documentation:Streaming_HowTo/VLM

[34] <http://uctimsclient.berlios.de/>

[35] García Dennis A. Ciudades Ubicuas: Identificación de factores claves en su implementación. Interactiv. 2001.

[36] Cantos Muñoz Jose, Pacheco Mar, Pacheco Pasamontes, Caracterización y optimización del acceso a Internet a través de UMTS/HSDPA.

[37] <http://www.openimscore.org/>

ANEXOS

ANEXO A: Implementación Core IMS [37]

A continuación se presenta en forma detalladas la instalación de un core IMS basado en una arquitectura propuesta y desarrollada por el grupo de trabajo FOKUS, grupo sin fines de lucro que se encarga de desarrollar tecnologías open source para el sector de las telecomunicaciones.

1. Instalar los siguientes paquetes en Ubuntu:

- apt-get install mysql-server
- apt-get install bind9
- apt-get install JDK (java version más reciente)
- apt-get install ant
- apt-get install subversion
- apt-get install gcc gcc-4.3
- apt-get install libxml2 libxml2-dev libxml2-doc libxml2-utils libxml2-dbg
- apt-get install libmysql libmysql-dev
- apt-get install libmysql++3 libmysql++-dev
- apt-get install bison
- apt-get install flex

2. Obtener el código fuente de open-ims vía subversión o por medio de FTP:

Vía SVN:

- svn checkout svn://svn.berlios.de/openimscore/ser_ims/trunk
- svn checkout svn://svn.berlios.de/openimscore/FHoSS/trunk
- svn checkout svn://svn.berlios.de/openimscore/JavaDiameterPeer/trunk
- svn checkout svn://svn.berlios.de/openimscore/CDiameterPeer/trunk

Vía HTTP

- svn checkout http://svn.berlios.de/svnroot/repos/openimscore/ser_ims/trunk
- svn checkout http://svn.berlios.de/svnroot/repos/openimscore/FHoSS/Trunk
- svn checkout http://svn.berlios.de/svnroot/repos/openimscore/JavaDiameterPeer/trunk
- svn checkout http://svn.berlios.de/svnroot/repos/openimscore/CDiameterPeer/trunk

3. Instalación

2.1 Creación de directorio de instalación:

En opt crear el directorio OpenIMSCore

```
mkdir /opt/OpenIMSCore
```

Dentro de OpenIMSCore crear ser_ims

```
cd /opt/OpenIMSCore  
mkdir ser_ims
```

Luego crear el directorio FHoSS

```
mkdir FHoSS
```

Descargar los archivos de instalación en las carpetas respectivas:

```
cd /opt/OpenIMSCore/ser_ims  
svn checkout http://svn.berlios.de/svnroot/repos/openimscore/ser_ims/trunk  
ser_ims
```

```
cd /opt/OpenIMSCore/FHoSS  
svn checkout http://svn.berlios.de/svnroot/repos/openimscore/FHoSS/trunk FHoSS
```

Otro procedimiento es el siguiente:

Descargar por medio de FTP los archivos de instalación y descomprimirlos en los directorios respectivos:

```
cd /opt/OpenIMSCore/ser_ims  
tar ser_ims2008418.r0554.gz
```

```
cd /opt/OpenIMSCore/FHoSS  
tar FHoSS2008418.r0554.gz
```

3. Compilación:

```
cd /opt/OpenIMSCore/ser_ims  
make install-libs all  
cd ..
```

```
cd /opt/OpenIMSCore/FHoSS
ant compile
ant deploy
cd ..
```

4. Configuración del DNS:

Instalar el servidor DNS para nuestro caso BIND9

```
apt-get install bind9
```

Se debe crear una zona "open-ims.test" un ejemplo puede hallarse en:
/opt/OpenIMSCore/ser-ims/cfg/open-ims.dnszone. Copiar este archivo en el directorio de configuración de BIND ubicados en /etc/bind.

En named.conf.local adicionar los siguiente:

```
zone "open-ims.test" {
type master;
file "/etc/bind/open-ims.dnszone";
};

open-ims.dnszone

$ORIGIN open-ims.test.
$TTL 1W
@           1D IN SOA    localhost. root.localhost. (
                2006101001   ; serial
                3H           ; refresh
                15M          ; retry
                1W           ; expiry
                1D )         ; minimum

ns          1D IN NS    ns
           1D IN A     127.0.0.1

pcscf      1D IN A     127.0.0.1

open-ims.test. 1D IN A     127.0.0.1
icscf       1D IN A     127.0.0.1
_sip        1D SRV 0 0 5060 icscf
_sip_udp    1D SRV 0 0 5060 icscf
_sip_tcp    1D SRV 0 0 5060 icscf
```

```

open-ims.test.          1D IN NAPTR 10 50 "s" "SIP+D2U" ""    _sip._udp.open-
ims.test.
open-ims.test.          1D IN NAPTR 20 50 "s" "SIP+D2T" ""    _sip._tcp.open-
ims.test.

scscf      1D IN A      127.0.0.1

hss        1D IN A      127.0.0.1

ue         1D IN A      127.0.0.1

presence   1D IN A      127.0.0.1

```

Se modifica este archivo con la IP de nuestro servidor de la siguiente manera:

```

$ORIGIN open-ims.test.
$TTL 1W
@           1D IN SOA     localhost. root.localhost. (
                2006101001 ; serial
                3H       ; refresh
                15M      ; retry
                1W       ; expiry
                1D )     ; minimum

ns          1D IN NS     ns
ns          1D IN A      87.98.227.225 open-ims.dnszone

pcscf       1D IN A      87.98.227.225

open-ims.test. 1D IN A      87.98.227.225
icscf       1D IN A      87.98.227.225
_sip        1D SRV 0 0 5060 icscf
_sip._udp   1D SRV 0 0 5060 icscf
_sip._tcp   1D SRV 0 0 5060 icscf

open-ims.test.          1D IN NAPTR 10 50 "s" "SIP+D2U" ""    _sip._udp.open-
ims.test.
open-ims.test.          1D IN NAPTR 20 50 "s" "SIP+D2T" ""    _sip._tcp.open-
ims.test.

```

scscf	1D IN A	87.98.227.225
hss	1D IN A	87.98.227.225
iptv	1D IN A	87.98.227.225
ue	1D IN A	87.98.227.225
presence	1D IN A	87.98.227.225

Modificar el archivo /etc/resolv.conf con la dirección IP del servidor en nuestro caso 87.98.227.225.

4. Reiniciar el servidor DNS

```
cd /etc/init.d/  
./bind9 restart
```

5. Configurar el servidor mysql

- mysql -u root -p -h localhost < ser_ims/cfg/icscf.sql
- mysql -u root -p -h localhost < FHoSS/scripts/hss_db.sql
- mysql -u root -p -h localhost < FHoSS/scripts/userdata.sql

6. Realizar una copia de los archivos de configuración

```
cd /opt/OpenIMSCore/  
cp ser_ims/cfg/*.cfg .  
cp ser_ims/cfg/*.xml .  
cp ser_ims/cfg/*.sh .
```

7. Iniciar los Componentes

```
cd /opt/OpenIMSCore/
```

```
./pcscf.sh
```

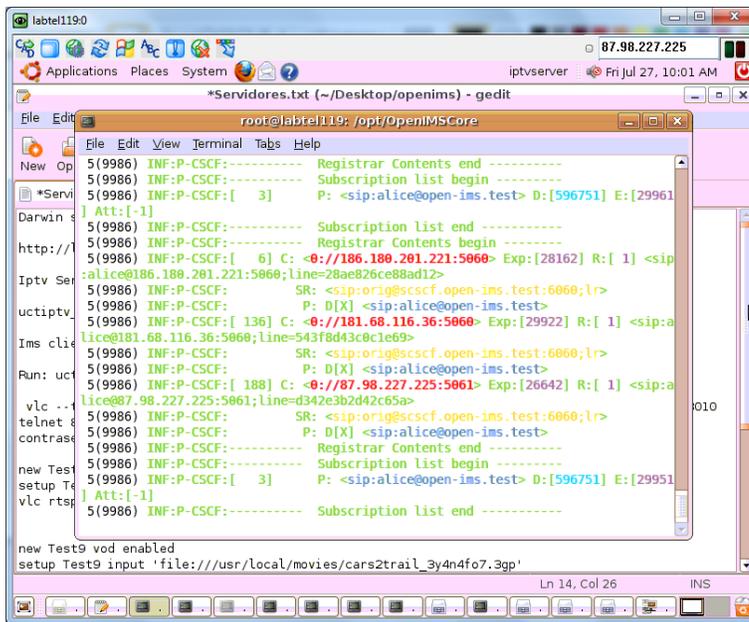


Figura 42. pscsf. .

./icscf.sh

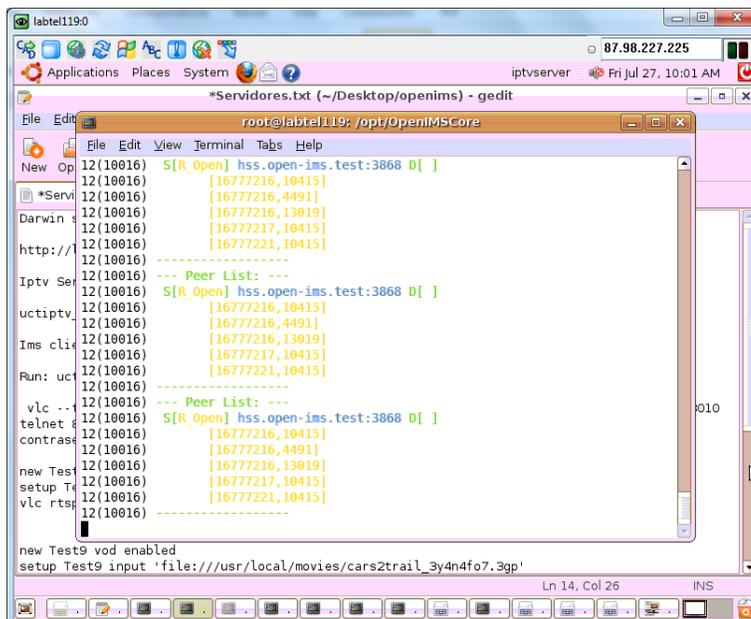


Figura 43. icscf.

./scscf.sh

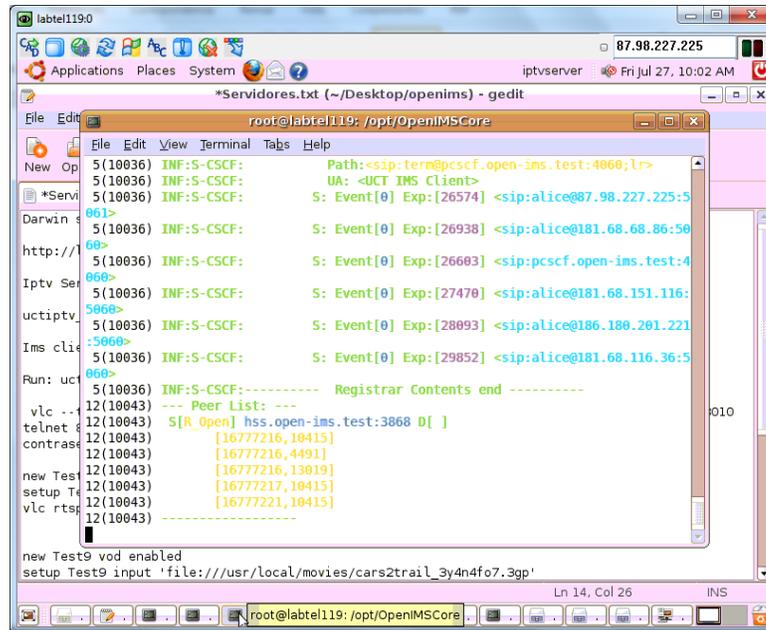


Figura 44. scscf.

cd /opt/OpenIMSCore/FHoSS/deploy/

./startup.sh

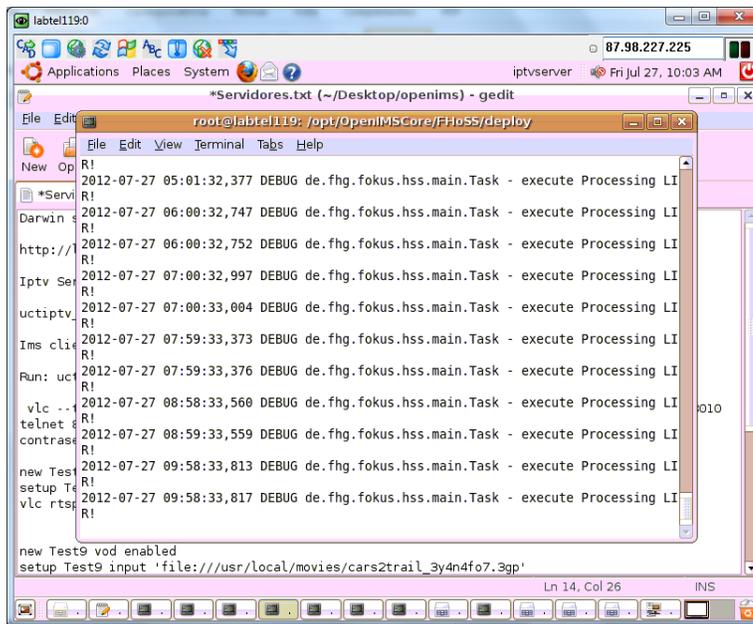


Figura 45. FHoSS.

Verificar el sitio Web <http://localhost:8080/>, que ofrece la interfaz web para el FHoSS

Para ingresar al sitio utilizar las siguientes contraseñas:
hssAdmin - password: hss
hss - password: hss

8. Cambio de dirección IP

Se debe correr el script `./configurator.sh` ubicado en `/opt/OpenIMScore/`. Este script cambia la IP por default (127.0.0.1) por la IP 87.98.227.225, también cambia el dominio `open-ims.test`.

Cambiar el archivo `hss.properties` para poder utilizar la interfaz web del HSS. Este archivo está ubicado en: `/opt/OpenIMScore/FHoSS/deploy`. Abrir el archivo y cambiarle la IP por default (127.0.0.1) por la IP 87.98.227.225

ANEXO B: Servidor de Streaming de video

Para la implementación de un servidor de streaming de video se utilizó dos aplicativos diferentes el primero es Darwin Streaming Server que es la primera plataforma open source RTP/RSTP desarrollada por Apple y que es equivalente a

QuickTime Streaming Server. La segunda es el tradicional VLC que es un reproductor de audio y video con capacidad para realizar Streaming de video, es tipo Open Source y fue desarrollado por el proyecto VideoLan.

A continuación se explica el procedimiento de instalación de las dos plataformas en Ubuntu:

1. Instalación Darwin Streaming Server (DSS) [32]

- Instalar mplayer:

```
apt-get install mplayer
```

- Abrir la consola, descargar el script de instalación y ejecutarlo para seguir los pasos de instalación en los que solicita la clave de administrador, se crea los usuario y se realiza la compilación del código fuente:
- `wget http://dss.macosforge.org/trac/raw-attachment/ticket/6/dss.sh`

```
sh dss.sh
```

- Abrir la interfaz web del servidor e ingresar con el usuario y la clave del administrador.

<http://127.0.0.1:1220>

Para el caso de nuestro servidor:

<http://: 87.98.227.225:1220>

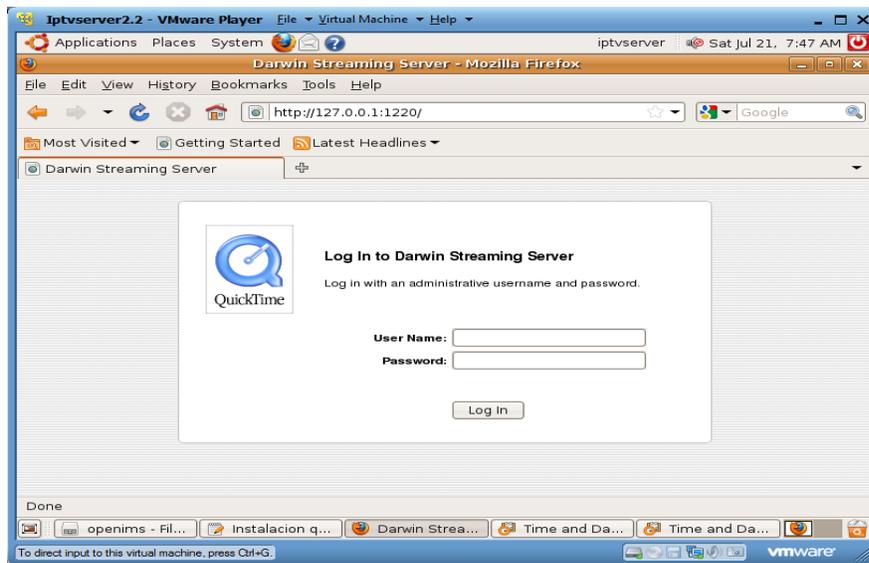


Figura 46. Interfaz web DSS 1.

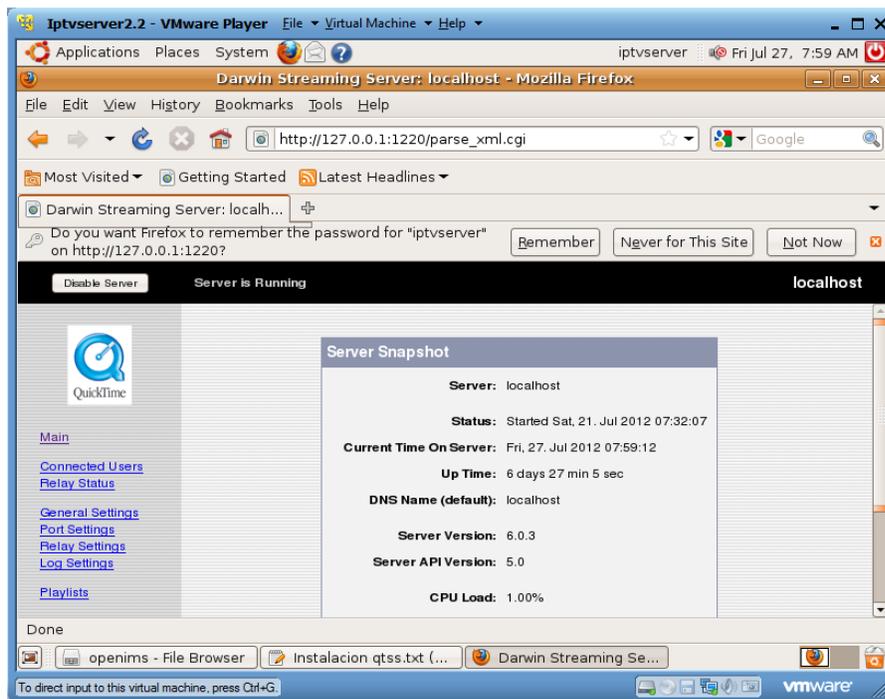


Figura 47. Interfaz web DSS 2.

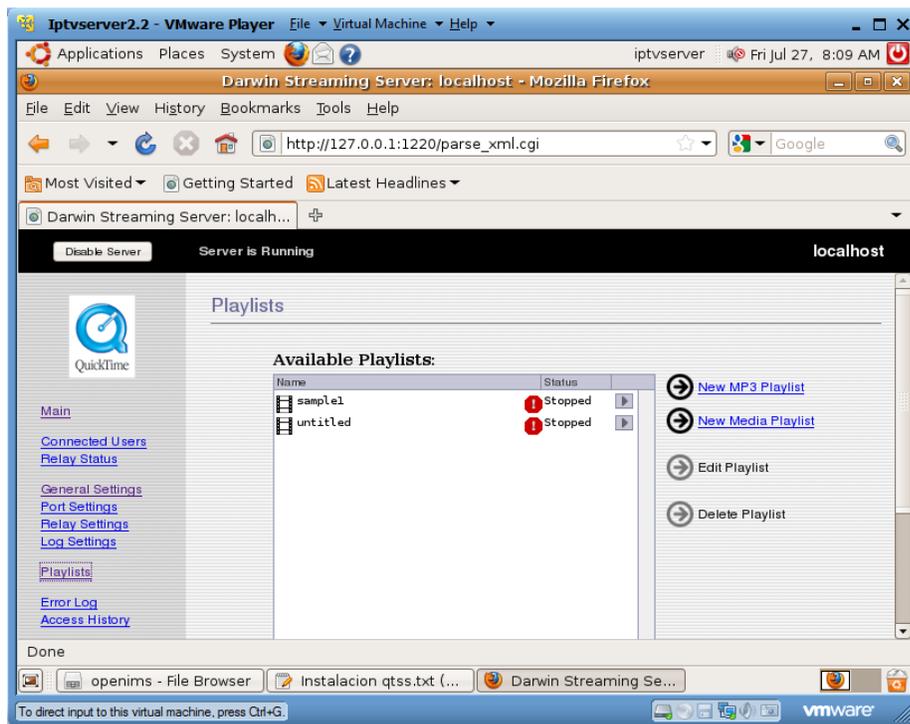


Figura 48. Interfaz web DSS 3.

- Al momento de instalar mplayer se crearon algunos video en el directorio /usr/local/movies para probar si el servidor está funcionando ejecute:

mplayer rtsp://127.0.0.1/sample_300kbit.mp4. Para nuestro caso:
mplayer rtsp://127.0.0.1/sample_300kbit.mp4

- Para iniciar de nuevo el servidor en caso tal que este se detenga se debe ejecutar los siguientes comandos:

```
cd /usr/local/sbin/
DarwinStreamingServer
Streamingadminserver.pl
```

- Es importante tener en cuenta para que DSS reproduzca los videos, se debe cambiar el dueño del por el de servidor de Streaming, Además se deben algunas propiedades del archivo que se explican a continuación:

Si se va a transmitir el video sample_300kbit.mp4:

Abrir la consola:
chown qtss sample_300kbit.mp4
apt-get install mpeg4ip-server
mp4creator -hint=1 sample_300kbit.mp4
mp4creator -hint=2 sample_300kbit.mp4
mp4creator -optimize sample_300kbit.mp4

Para mayor información consultar la página: <http://dss.macosforge.org>

2. Instalación VLC [33]

- Instalar VLC

```
apt-get install vlc
```

- En modo consola ejecutar el siguiente comando:

```
vlc --ttl 12 -vvv --color -I telnet --telnet-password videolan --rtsp-host  
87.98.227.225 --rtsp-port 554
```

Donde:

12 es el valor del TTL (Tiempo de vida) de los paquetes IP

telnet: Interfaz telnet de vlc.

videolan es la contraseña de la interfaz telnet.

87.98.227.225 es la dirección del servidor

554 puerto de streaming.

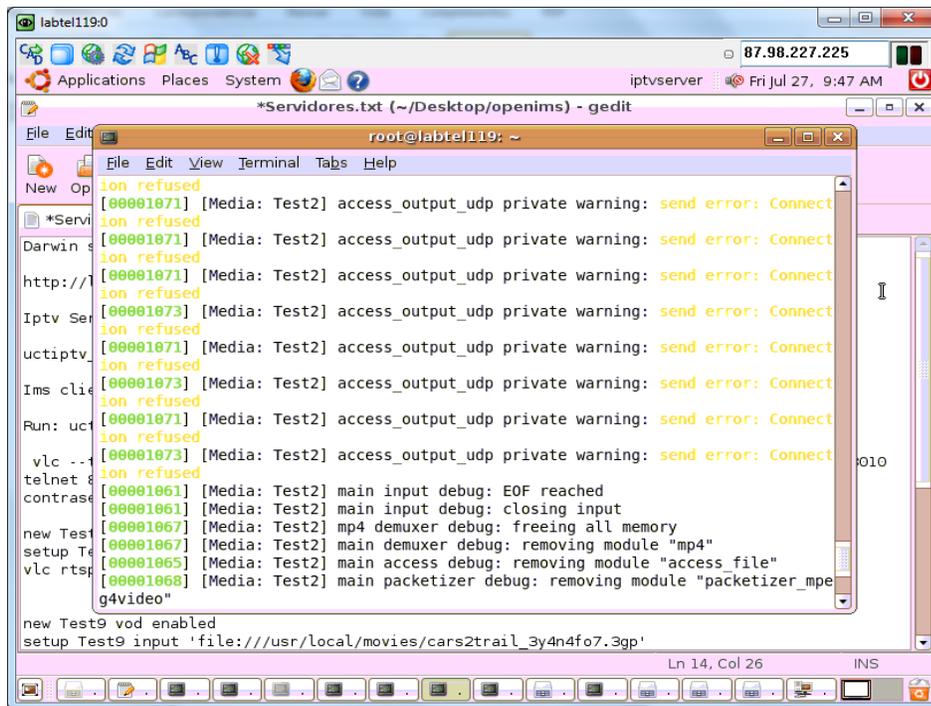


Figura 49. Servidor de streaming VLC 1.

- telnet 87.98.227.225 4212

```
new Test vod enabled  
setup Test input my_video.mpg
```

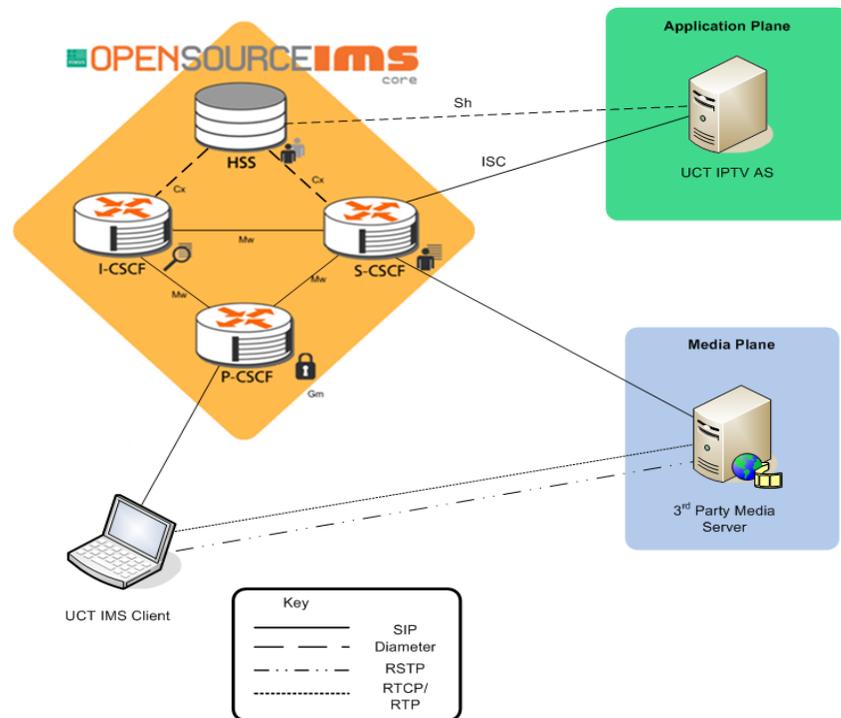



Figura 51. Arquitectura IPTV.

El proceso de instalación y configuración es el siguiente:

- Instalar los siguientes paquetes:

```
libosip (2.2.3)
libexosip (2.2.3)
libosip-dev
libexosip-dev
```

- Descargar el servidor de la siguiente dirección:
https://developer.berlios.de/project/showfiles.php?group_id=7844

- En consola ejecutar

```
dpkg -i uctiptv_advanced1.0.0.deb
```

También se puede descargar el archivo comprimido y descomprimirlo en uno de los directorio de Ubuntu

```
uctiptv_advanced1.0.0.tar.gz
```

- Configure el FHoSS de la siguiente forma:
 1. Adicionar un application server sobre el puerto 8010

ID	2	Permission for	UDR	PUR	SNR
Name*	iptv	Allowed Request	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Server Name*	sip:127.0.0.1:8010	Repository-Data	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Diameter FQDN*	iptv.open-ims.test	IMPU	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Default Handling*	Session - Continued	IMS User State	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Service Info		S-CSCF Name	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Rep-Data Limit	1024	IFC	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		Location	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		User-State	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		Charging-Info	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		IMS-SDN	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		PSI Activation	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		DSAI	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		Aliases Rep Data	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Figura 52. Configuración HSS para IPTV 1.

2. Adicionar un trigger point

ID	2	Attach IFC
Name*	IPTV_trigger	Select IFC... <input type="button" value="Attach"/>
Condition Type CNF*	Conjunctive Normal Format	
Mandatory fields were marked with ***		
<input type="button" value="Save"/> <input type="button" value="Refresh"/> <input type="button" value="Delete"/>		
List of attached IFCs		
ID	IFC Name	Detach
2	iptv_filter	<input type="button" value="Detach"/>

Add SPTs to Trigger Point

Not	<input type="checkbox"/>	SIP Method	INVITE	<input type="button" value="Delete"/>
OR				
		Request-URI		<input type="button" value="Delete"/>
AND				
Not	<input type="checkbox"/>	SIP Header	To	<input type="button" value="Delete"/>
		SIP Header Content	*iptv.open-ims.test.*	
OR				
		Request-URI		<input type="button" value="Delete"/>
AND				
		Request-URI		<input type="button" value="Delete"/>

Figura 53. Configuración HSS para IPTV 2

3. Juntar los pasos 1 y 2 con un initial filter criteria

ID-Set	1
Name*	default_shared_set

Mandatory fields were marked with "*"

Attach iFC

Select iFC...	Priority	0	<input type="button" value="Attach"/>
---------------	----------	---	---------------------------------------

Warning: Priority values defined here can overwrite priority values defined in SP-iFC setup!

List of attached iFCs

ID	Name	Priority	Detach
1	default_ifc	0	<input type="button" value="Detach"/>
3	charging_filter	1	<input type="button" value="Detach"/>
2	iptv_filter	2	<input type="button" value="Detach"/>

Figura 54. Configuración HSS para IPTV 3.

4. Adicionar un iFC a un service profile

ID	1
Name*	default_sp
Core Network Service Auth	0

Mandatory fields were marked with "*"

Attach iFC

Select iFC...	Priority	0	<input type="button" value="Attach"/>
---------------	----------	---	---------------------------------------

Attach Shared-iFC-Set

Select Shared-iFC...	<input type="button" value="Attach"/>
----------------------	---------------------------------------

List of attached iFCs

ID	iFC Name	Priority	Detach
1	default_ifc	0	<input type="button" value="Detach"/>
2	iptv_filter	2	<input type="button" value="Detach"/>

List of attached Shared-iFC-Sets

ID-Set	Name	Detach
1	default_shared_set	<input type="button" value="Detach"/>

Figura 55. Configuración HSS para IPTV 4.

- Editar el archivo XML en /usr/share/uctiptv_advanced/key_value_file con los videos respectivos ubicados en el directorio /usr/local/movies

```
gedit /usr/share/uctiptv_advanced/key_value_file
```

El archivo tiene la siguiente estructura

```
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>

<key-value_pairs>

<key-value_pair>
  <key>channel1</key>
  <value>rtsp://127.0.0.1:554/cars2trail_3y4n4fo7.mp4
</value>
</key-value_pair>

<key-value_pair>
  <key>channel2</key>
  <value>rtsp://127.0.0.1:554/cars2trail_3y4n4fo7.mp4
</value>
</key-value_pair>

<key-value_pair>
  <key>channel3</key>
  <value>rtsp://127.0.0.1:554/cars2trail_3y4n4fo7.mp4
</value>
</key-value_pair>

</key-value_pairs>
```

- Correr el Application Server de la siguiente manera :

```
uctiptv_as /usr/share/uctiptv_advanced/key_value_file
```

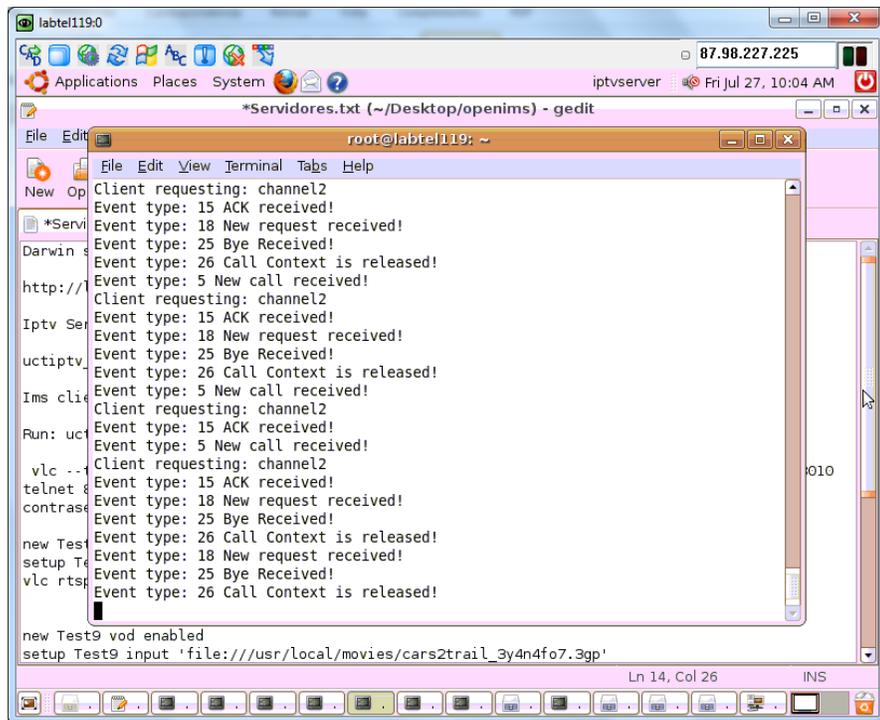


Figura 56. Servidor IPTV.

Para mayor información consultar la página:

http://uctimsclient.berlios.de/uctiptv_advanced_howto.html

ANEXO D: Instalación UCT IMS CLIENT

- Descargar el cliente de la siguiente dirección ip:

https://developer.berlios.de/project/showfiles.php?group_id=7844

Para el proyecto se utilizó las siguientes versiones: uctimsclient1.0.12.deb el cual soporta RSTP e incorpora EPG y uctimsclient1.0.14.tar.gz es compatible con la última versión de VLC

- Instalar los siguientes paquetes para Ubuntu 8.04 ó Ubuntu 10.10

```
libosip2
libexosip2
libgtk2-0
libxml2
libcurl3
```

```
libgstreamer0.10-0
libgstreamer-plugins-base0.10
libvlc
vlc
```

- Ejecutar en la consola el siguiente comando para el archivo descargado:

```
dpkg -i uctimsclient1.0.12.deb ó dpkg -i
uctimsclient1.0.14.deb
```

- Para compilar desde el código fuente se debe descargar desde la página el cliente en formato comprimido: `uctimsclient1.0.12.tar.gz` ó `uctimsclient1.0.12.tar.gz`. y compilar con `make`.
- Para ejecutar el cliente se debe abrir la consola y ejecutar: `uctimsclient` si se utilizó los paquetes `.deb`. Si por contrario se compiló desde el código fuente, se debe ingresar a la carpeta donde se descargó y ejecutar: `./uctimsclient`.

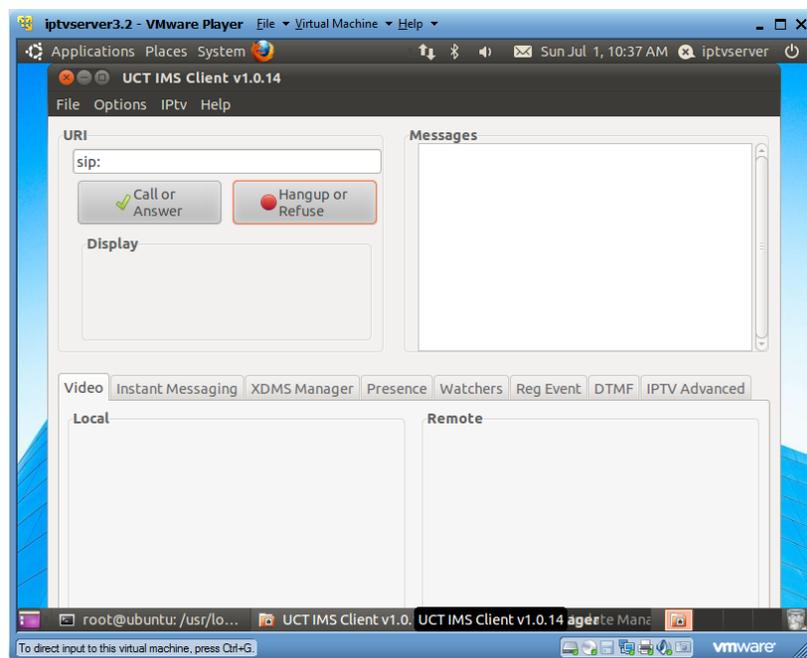


Figura 57. Servidor IPTV.

Para mayor información consultar la página:
<http://uctimsclient.berlios.de/>

ANEXO E: Modem USB Huawei en Ubuntu 8.04 y Ubuntu 10.10.


```
gedit /etc/wvdial.cof
```

- Luego modificarlo con los siguientes datos:

```
[Dialer Defaults]
Init1 = ATZ
Init2 = ATQ0 V1 E1 S0=0 &C1 &D2 +FCLASS=0
Modem = /dev/ttyACM0
Phone = *99#
Password =
Modem Type = USB Modem
Stupid Mode = 1
Compuserve = 0
Baud = 460800
Auto DNS = 1
Dial Command = ATD
Ask Password = 0
ISDN = 0
Username =
```

- En consola escribir el siguiente comando: `wvdial`

ANEXO F: Configuración APN en la central de datos

1. APN: APN: ims.iptv.com

GGSN:

Acceso: transparente

Direccionamiento: dinamico

Pool: ABC.ABC.ABC.ABC/32 puerto 4060

APN index: 131

VPN-Instance: WEB

Se debe permitir la navegación sólo hacia la IP 200.12.177.93, (opcion: mediante Rule-Map)

5. Verificar el enrutamiento en la VPN-Instance WEB, en el BR y GGSN_1,

Verificar la alcanzabilidad del servidor 200.12.177.93 desde el BR.

EJECUCION DE OT

EN GGSN:

+++++

!! Crear el APN dentro de la VPN=WEB

SET APN: APN = "ims.iptv.com",VPNI = "WEB",IDLESW = ON, LOCK=DISABLE;

!! Asignar los DNS

SET DNS: APN = "ims.iptv.com", SW = LOCAL,

!! Crear el pool para el dir dinámico

SET POOL: APN = "ims.iptv.com",PID = 0,SID = 0, ,LEN = 1;

!! Crear la ruta hacia los móviles por la VPN=WEB

ADD IPRTVPN: VPNN = "WEB", MASK = "255.255.255.255",NHOP = INTF,INTFTYPE = "Gif",INTFNUM = "2",PREF = 60;

!!permitir la navegación sólo hacia la IP 200.12.177.93, (opcion: mediante Rule-Map)

SET APNEACL: APN="ims.iptv.com", EACL="EACL_TRAFICO_APN_IMSIPTV";
SAV CFG;

!! A TRAVES DE TELNET

```
rule-map RM_TRAFICO_APN_IMSIPTV_1 200.12.177.93 0.0.0.0
rule-map RM_TRAFICO_APN_IMSIPTV_2 ip any
undo rule-map RM_TRAFICO_APN_IMSIPTV_3 ip any
```

```
eacl EACL_TRAFICO_APN_IMSIPTV RM_TRAFICO_APN_IMSIPTV_1 permit
eacl EACL_TRAFICO_APN_IMSIPTV RM_TRAFICO_APN_IMSIPTV_2 deny
```

```
undo eacl EACL_TRAFICO_APN_IMSIPTV RM_TRAFICO_APN_IMSIPTV_2 permit
```


EN DNS 3G

```
ADD RESREC: TYPE=A, NAME="mnc103.mcc732.gprs", DOMAIN="ims.iptv.com", ADD
RESREC: TYPE=A, NAME="mnc103.mcc732.gprs", DOMAIN="ims.iptv.com", SAV CFG;
```


EN FW_ASA

NO SE CONFIGURA NADA YA QUE LA CONEXION ES DIRECTA HACIA EL BRBAQ

ANEXO G: Reporte del software NQDI para una sesión

NQDI Session Documentation Report

General Info

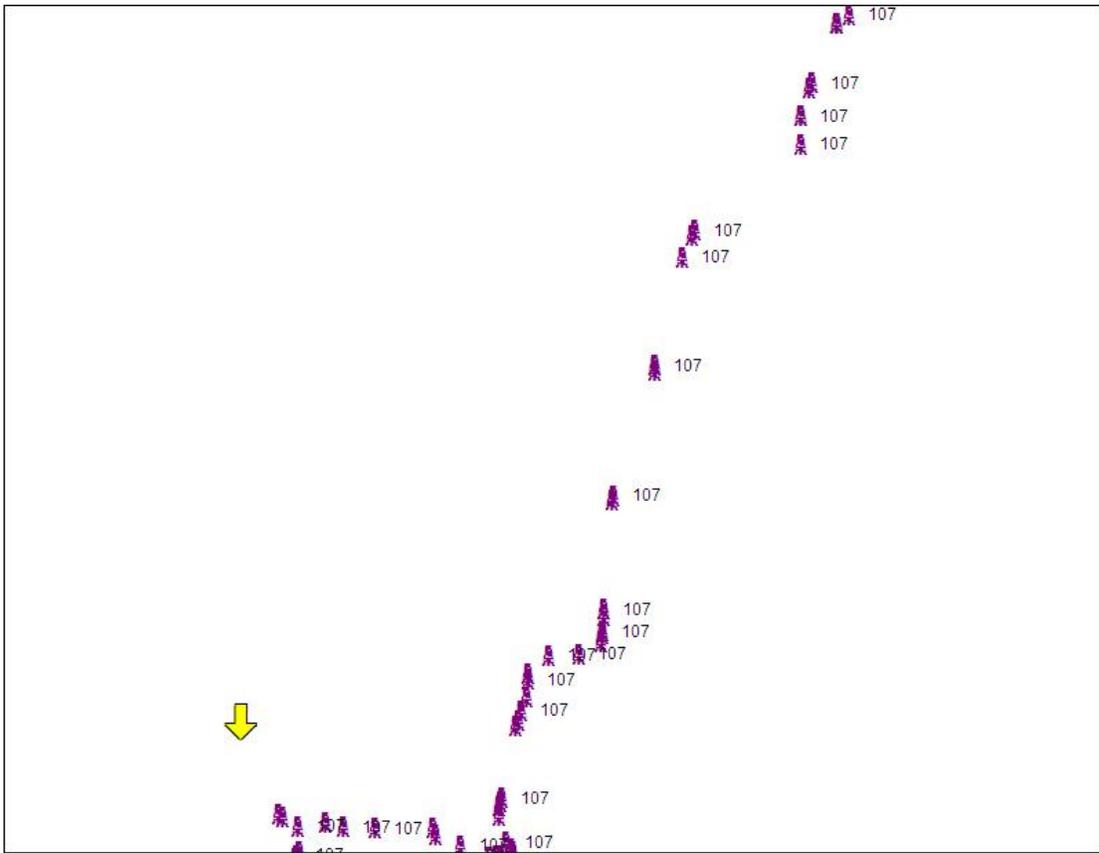
Collection Name: Manuel
Test Description: test
A-Side Filename: 2012-07-29-11-43-16-xxxx-3395-1047-0004-S.mf

User Comment

Device

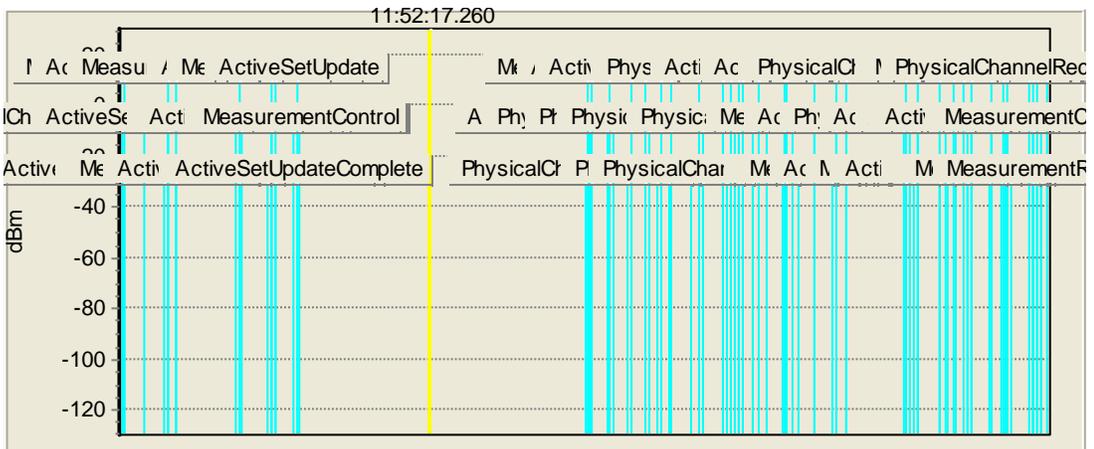
Device: Nokia 6720 classic NAM

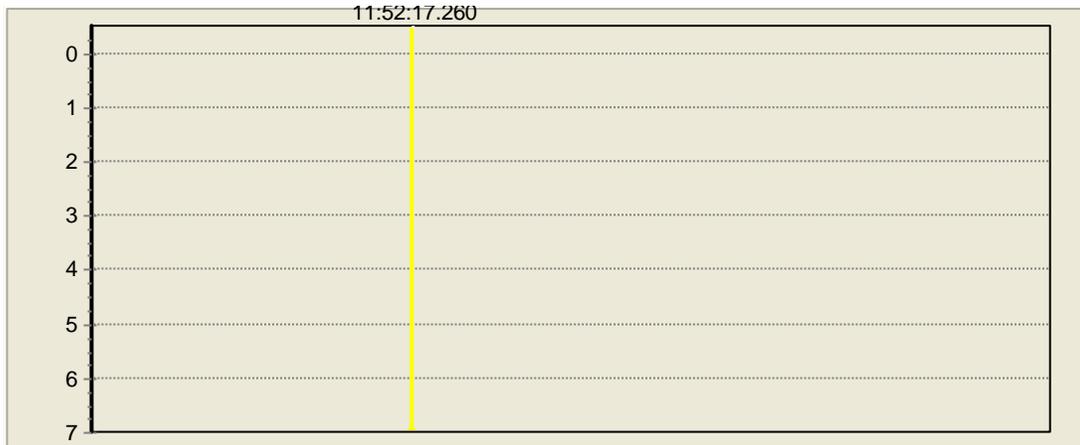
Map



UMTS Analysis

UMTS Charts





UMTS L3 Table

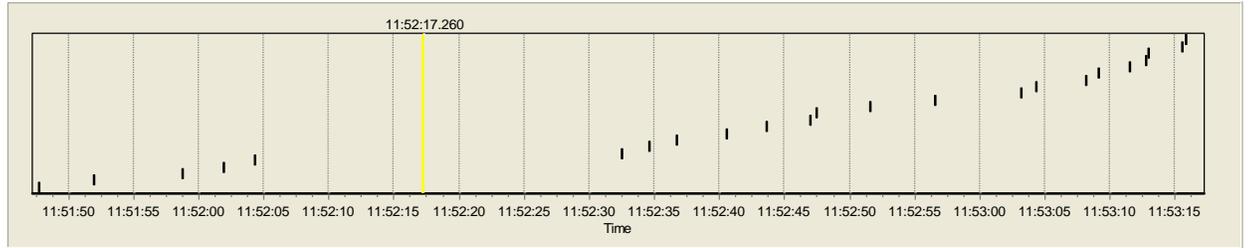
Time	Dir.	Layer	Message
11:51:47:327	U	RRC	DCCH- MeasurementReport
11:51:47:537	U	RRC	DCCH- PhysicalChannelReconfigurationComplete
11:51:47:730	D	RRC	DCCH- ActiveSetUpdate
11:51:47:730	U	RRC	DCCH- ActiveSetUpdateComplete
11:51:49:647	D	RRC	DCCH- MeasurementControl
11:51:51:557	U	RRC	DCCH- MeasurementReport
11:51:51:927	D	RRC	DCCH- ActiveSetUpdate
11:51:51:933	U	RRC	DCCH- ActiveSetUpdateComplete
11:51:52:687	D	RRC	DCCH- MeasurementControl
11:51:52:697	U	RRC	DCCH- MeasurementReport
11:51:58:510	U	RRC	DCCH- MeasurementReport
11:51:58:773	D	RRC	DCCH- ActiveSetUpdate
11:51:58:773	U	RRC	DCCH- ActiveSetUpdateComplete
11:51:59:080	D	RRC	DCCH- MeasurementControl
11:52:01:570	U	RRC	DCCH- MeasurementReport
11:52:01:920	D	RRC	DCCH- ActiveSetUpdate
11:52:01:933	U	RRC	DCCH- ActiveSetUpdateComplete
11:52:02:280	D	RRC	DCCH- MeasurementControl
11:52:02:287	U	RRC	DCCH- MeasurementReport
11:52:04:057	U	RRC	DCCH- MeasurementReport
11:52:04:280	D	RRC	DCCH- ActiveSetUpdate
11:52:04:280	U	RRC	DCCH- ActiveSetUpdateComplete
11:52:04:600	D	RRC	DCCH- MeasurementControl
11:52:32:207	U	RRC	DCCH- MeasurementReport
11:52:32:540	D	RRC	DCCH- ActiveSetUpdate
11:52:32:553	U	RRC	DCCH- ActiveSetUpdateComplete
11:52:32:900	D	RRC	DCCH- MeasurementControl

11:52:32:927	U	RRC	DCCH- MeasurementReport
11:52:34:337	U	RRC	DCCH- MeasurementReport
11:52:34:580	D	RRC	DCCH- ActiveSetUpdate
11:52:34:580	U	RRC	DCCH- ActiveSetUpdateComplete
11:52:34:897	D	RRC	DCCH- MeasurementControl
11:52:36:377	U	RRC	DCCH- MeasurementReport
11:52:36:697	D	RRC	DCCH- ActiveSetUpdate
11:52:36:710	U	RRC	DCCH- ActiveSetUpdateComplete
11:52:37:937	D	RRC	DCCH- MeasurementControl
11:52:37:963	U	RRC	DCCH- MeasurementReport
11:52:38:377	D	RRC	DCCH- PhysicalChannelReconfiguration
11:52:39:220	U	RRC	DCCH- PhysicalChannelReconfiguration
11:52:39:497	D	RRC	DCCH- MeasurementControl
11:52:39:523	U	RRC	DCCH- MeasurementReport
11:52:40:333	U	RRC	DCCH- MeasurementReport
11:52:40:577	D	RRC	DCCH- ActiveSetUpdate
11:52:40:577	U	RRC	DCCH- ActiveSetUpdateComplete
11:52:42:453	D	RRC	DCCH- MeasurementControl
11:52:43:210	U	RRC	DCCH- MeasurementReport
11:52:43:570	D	RRC	DCCH- ActiveSetUpdate
11:52:43:590	U	RRC	DCCH- ActiveSetUpdateComplete
11:52:45:450	D	RRC	DCCH- MeasurementControl
11:52:45:457	U	RRC	DCCH- MeasurementReport
11:52:45:973	D	RRC	DCCH- PhysicalChannelReconfiguration
11:52:46:387	U	RRC	DCCH- MeasurementReport
11:52:46:777	U	RRC	DCCH- PhysicalChannelReconfiguration
11:52:47:010	D	RRC	DCCH- ActiveSetUpdate
11:52:47:010	U	RRC	DCCH- ActiveSetUpdateComplete
11:52:47:077	U	RRC	DCCH- MeasurementReport
11:52:47:490	D	RRC	DCCH- ActiveSetUpdate
11:52:47:503	U	RRC	DCCH- ActiveSetUpdateComplete
11:52:48:447	D	RRC	DCCH- MeasurementControl
11:52:48:487	U	RRC	DCCH- MeasurementReport
11:52:48:930	D	RRC	DCCH- PhysicalChannelReconfiguration
11:52:49:773	U	RRC	DCCH- PhysicalChannelReconfiguration
11:52:51:247	U	RRC	DCCH- MeasurementReport
11:52:51:447	D	RRC	DCCH- MeasurementControl
11:52:51:487	U	RRC	DCCH- MeasurementReport
11:52:51:607	D	RRC	DCCH- ActiveSetUpdate
11:52:51:610	U	RRC	DCCH- ActiveSetUpdateComplete
11:52:52:167	D	RRC	DCCH- PhysicalChannelReconfiguration
11:52:52:863	U	RRC	DCCH- PhysicalChannelReconfiguration
11:52:54:443	D	RRC	DCCH- MeasurementControl
11:52:54:453	U	RRC	DCCH- MeasurementReport
11:52:56:193	U	RRC	DCCH- MeasurementReport

11:52:56:527	D	RRC	DCCH- ActiveSetUpdate
11:52:56:527	U	RRC	DCCH- ActiveSetUpdateComplete
11:52:57:440	D	RRC	DCCH- MeasurementControl
11:52:57:450	U	RRC	DCCH- MeasurementReport
11:53:02:967	U	RRC	DCCH- MeasurementReport
11:53:03:200	D	RRC	DCCH- ActiveSetUpdate
11:53:03:200	U	RRC	DCCH- ActiveSetUpdateComplete
11:53:03:520	D	RRC	DCCH- MeasurementControl
11:53:04:017	U	RRC	DCCH- MeasurementReport
11:53:04:360	D	RRC	DCCH- ActiveSetUpdate
11:53:04:363	U	RRC	DCCH- ActiveSetUpdateComplete
11:53:06:557	D	RRC	DCCH- MeasurementControl
11:53:06:563	U	RRC	DCCH- MeasurementReport
11:53:07:077	D	RRC	DCCH- PhysicalChannelReconfiguration
11:53:07:343	U	RRC	DCCH- MeasurementReport
11:53:07:880	U	RRC	DCCH- PhysicalChannelReconfiguration
11:53:08:117	D	RRC	DCCH- ActiveSetUpdate
11:53:08:117	U	RRC	DCCH- ActiveSetUpdateComplete
11:53:08:813	U	RRC	DCCH- MeasurementReport
11:53:09:157	D	RRC	DCCH- ActiveSetUpdate
11:53:09:160	U	RRC	DCCH- ActiveSetUpdateComplete
11:53:09:513	D	RRC	DCCH- MeasurementControl
11:53:09:533	U	RRC	DCCH- MeasurementReport
11:53:11:213	U	RRC	DCCH- MeasurementReport
11:53:11:557	D	RRC	DCCH- ActiveSetUpdate
11:53:11:563	U	RRC	DCCH- ActiveSetUpdateComplete
11:53:12:440	U	RRC	DCCH- MeasurementReport
11:53:12:653	U	RRC	DCCH- MeasurementReport
11:53:12:757	D	RRC	DCCH- ActiveSetUpdate
11:53:12:757	U	RRC	DCCH- ActiveSetUpdateComplete
11:53:12:993	D	RRC	DCCH- ActiveSetUpdate
11:53:12:997	U	RRC	DCCH- ActiveSetUpdateComplete
11:53:13:353	D	RRC	DCCH- MeasurementControl
11:53:15:170	U	RRC	DCCH- MeasurementReport
11:53:15:440	U	RRC	DCCH- MeasurementReport
11:53:15:513	D	RRC	DCCH- ActiveSetUpdate
11:53:15:523	U	RRC	DCCH- ActiveSetUpdateComplete
11:53:15:620	U	RRC	DCCH- MeasurementReport
11:53:15:830	D	RRC	DCCH- ActiveSetUpdate
11:53:15:837	U	RRC	DCCH- ActiveSetUpdateComplete
11:53:16:310	D	RRC	DCCH- MeasurementControl
11:53:16:340	U	RRC	DCCH- MeasurementReport
11:53:16:833	D	RRC	DCCH- PhysicalChannelReconfiguration

KPI Analysis

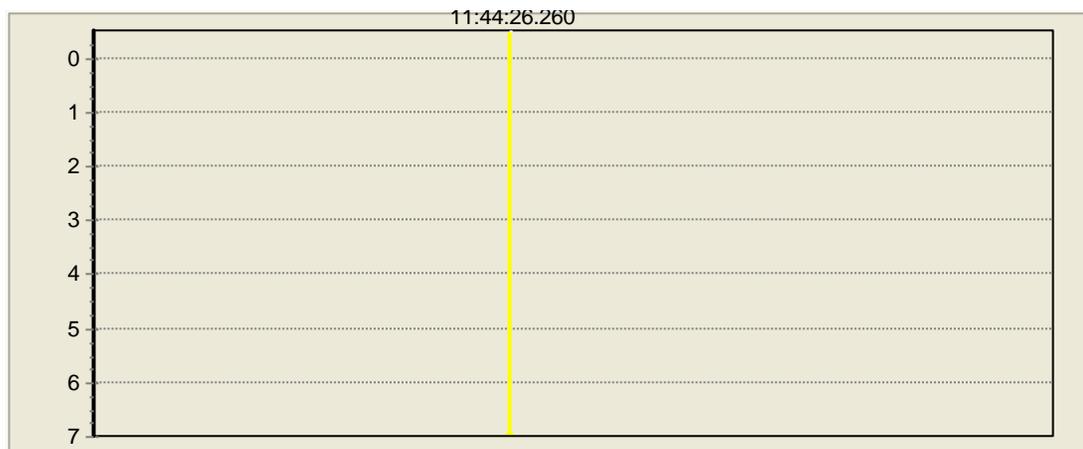
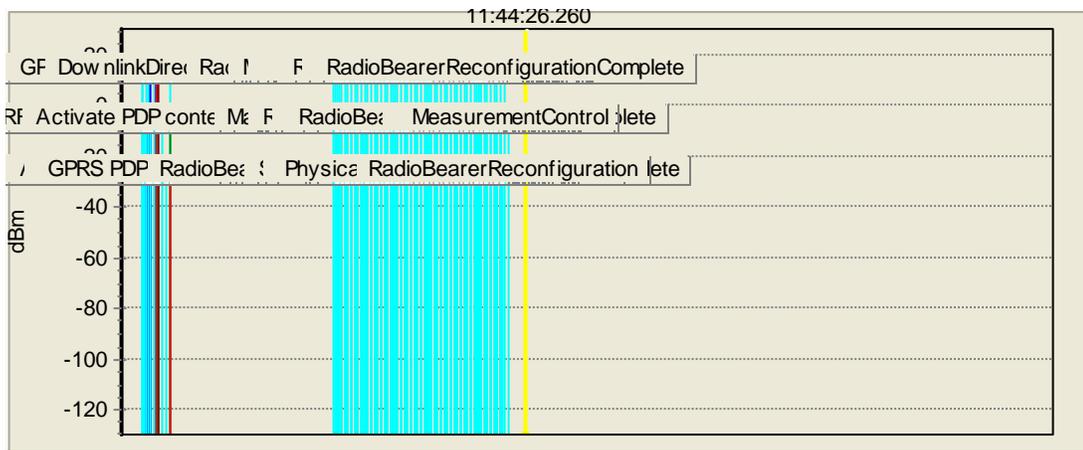
KPI Chart



KPI Results

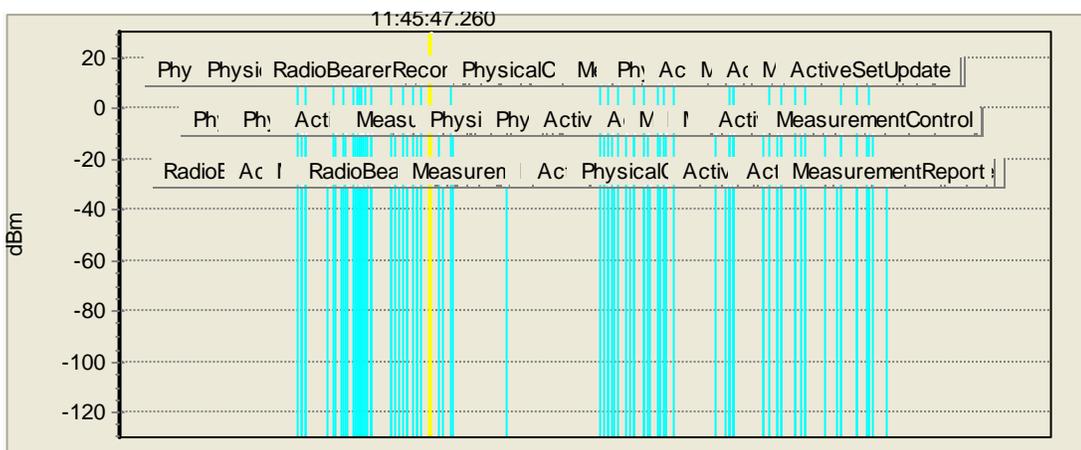
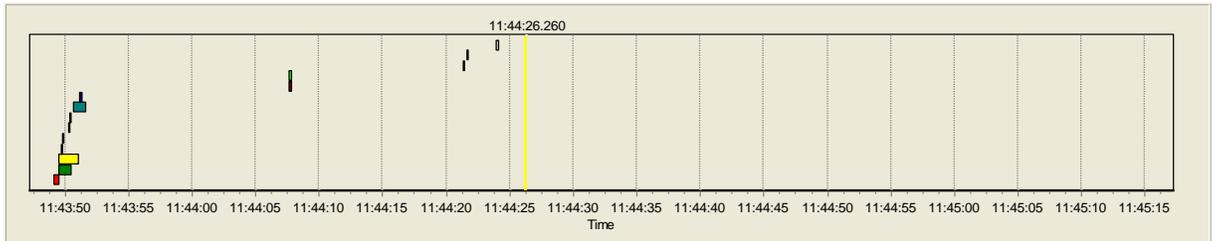
Name	Status	Cause	Start time	End time	Duration	Throughput
Integrity - 3G - Handover	Successful	Normal	29/07/2012 11:51:47 a.m.	29/07/2012 11:51:47 a.m.	0	
Integrity - 3G - Handover	Successful	Normal	29/07/2012 11:51:51 a.m.	29/07/2012 11:51:51 a.m.	5	
Integrity - 3G - Handover	Successful	Normal	29/07/2012 11:51:58 a.m.	29/07/2012 11:51:58 a.m.	0	
Integrity - 3G - Handover	Successful	Normal	29/07/2012 11:52:01 a.m.	29/07/2012 11:52:01 a.m.	13	
Integrity - 3G - Handover	Successful	Normal	29/07/2012 11:52:04 a.m.	29/07/2012 11:52:04 a.m.	1	
Integrity - 3G - Handover	Successful	Normal	29/07/2012 11:52:32 a.m.	29/07/2012 11:52:32 a.m.	14	
Integrity - 3G - Handover	Successful	Normal	29/07/2012 11:52:34 a.m.	29/07/2012 11:52:34 a.m.	0	
Integrity - 3G - Handover	Successful	Normal	29/07/2012 11:52:36 a.m.	29/07/2012 11:52:36 a.m.	12	
Integrity - 3G - Handover	Successful	Normal	29/07/2012 11:52:40 a.m.	29/07/2012 11:52:40 a.m.	1	
Integrity - 3G - Handover	Successful	Normal	29/07/2012 11:52:43 a.m.	29/07/2012 11:52:43 a.m.	18	
Integrity - 3G - Handover	Successful	Normal	29/07/2012 11:52:47 a.m.	29/07/2012 11:52:47 a.m.	0	
Integrity - 3G - Handover	Successful	Normal	29/07/2012 11:52:47 a.m.	29/07/2012 11:52:47 a.m.	13	
Integrity - 3G - Handover	Successful	Normal	29/07/2012 11:52:51 a.m.	29/07/2012 11:52:51 a.m.	2	
Integrity - 3G - Handover	Successful	Normal	29/07/2012 11:52:56 a.m.	29/07/2012 11:52:56 a.m.	1	
Integrity - 3G - Handover	Successful	Normal	29/07/2012 11:53:03 a.m.	29/07/2012 11:53:03 a.m.	0	

MsgTime,Direction,ProtDisc,Message
 11:43:49:597,U,GMM,Attach request
 11:43:49:777,D,GMM,Identity request
 11:43:49:777,U,GMM,Identity response
 11:43:49:883,D,GMM,Authentication and ciphering req
 11:43:49:973,U,GMM,Authentication and ciphering resp
 11:43:50:460,D,GMM,Identity request
 11:43:50:460,U,GMM,Identity response
 11:43:50:517,D,GMM,Attach accept
 11:43:50:517,U,GMM,Attach
 complete
 11:43:50:717,U,SM,Activate PDP context request
 11:43:51:807,D,SM,Activate PDP context accept
 12:03:25:533,U,GMM,Routing area update request



UMTS L3 Table

Time	Dir.	Layer	Message
11:43:49:167	U	RRC	CCCH- RRCConnectionRequest
11:43:49:250	D	RRC	BCCH:BCH- SysInfoType2
11:43:49:250	D	RRC	BCCH:BCH- SysInfoType7
11:43:49:250	D	RRC	BCCH:BCH- SysInfoTypeSB1
11:43:49:447	D	RRC	CCCH- RRCConnectionSetup
11:43:49:597	U	GMM	Attach request
11:43:49:597	U	RRC	DCCH- RRCConnectionSetupComplete
11:43:49:597	U	RRC	DCCH- InitialDirectTransfer
11:43:49:767	D	RRC	DCCH- MeasurementControl
11:43:49:777	D	GMM	Identity request
11:43:49:777	U	GMM	Identity response
11:43:49:777	D	RRC	DCCH- DownlinkDirectTransfer
11:43:49:777	U	RRC	DCCH- UplinkDirectTransfer
11:43:49:883	D	GMM	Authentication and ciphering req
11:43:49:883	D	RRC	DCCH- DownlinkDirectTransfer
11:43:49:973	U	GMM	Authentication and ciphering resp
11:43:49:973	U	RRC	DCCH- UplinkDirectTransfer
11:43:50:360	D	RRC	DCCH- SecurityModeCommand
11:43:50:363	U	RRC	DCCH- SecurityModeComplete
11:43:50:460	D	GMM	Identity request
11:43:50:460	U	GMM	Identity response
11:43:50:460	D	RRC	DCCH- DownlinkDirectTransfer
11:43:50:460	U	RRC	DCCH- UplinkDirectTransfer
11:43:50:517	D	GMM	Attach accept



11:45:47.260

0
1
2
3
4
5
6
7

