

## Evaluación Experimental de Tráfico IP Multimedia sobre una red Wimax

DIEGO GARCÍA-SÁNCHEZ, FERNANDO CERDÁN,  
MARÍA DOLORES CANO, ANDRÉS CABRERA-LOZOYA,  
SERGIO LUJÁN-FERNÁNDEZ Y SERGIO ALMAGRO-CARRIÓN

Departamento de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones.  
Universidad Politécnica de Cartagena.

diego.gsanchez@upct.es; fernando.cerdan@upct.es;  
mdolores.cano@upct.es; andres.cabrera@upct.es;  
sergio.lujan@upct.es; sergio.almagro@upct.es

### Resumen

En este artículo se pone de manifiesto la complejidad existente en las comunicaciones inalámbricas a la hora de incluir servicios o aplicaciones cuyos tráficos tienen características muy diferenciadas, como ocurre con la integración de servicios en WiMAX. Para ello, sobre una red experimental Wimax desplegada en el campus de la UPCT se hacen pruebas de tráfico multimedia con el fin de evaluar las prestaciones de la tecnología en términos de QoS y QoE.

**Proyecto/Grupo de investigación:** Plataforma de Evaluación y Desarrollo Wimax (PLEDAX). Entidad Financiadora: Consejería de Educación y Ciencia de la CARM. Código: TIC-TEC 07/02-0002.

**Líneas de investigación:** *WiMAX; QoS; QoE; Tráfico Multimedia.*

## 1. Introducción

Las aplicaciones de la Internet del futuro van a demandar unos niveles de Calidad de Servicio por encima de las expectativas actuales. Actualmente, estamos viviendo el despliegue de nuevos servicios multimedia como la Televisión

sobre IP (IPTV), la Voz sobre IP (VoIP) o servicios de Sanidad Electrónica (e-Health). Los requisitos de estas aplicaciones en términos de Calidad de Servicio (QoS) están obligando a las organizaciones de estandarización (p.e., ITU, ETSI, etc.) a realizar un gran esfuerzo. El objetivo es, por tanto, definir unos estándares a través de cuyo cumplimiento por parte de los proveedores (de red, de servicios o de contenidos), se garanticen las expectativas de los usuarios finales, lo que se ha denominado Quality of user Experience (QoE). Ambos términos, QoS y QoE son totalmente dependientes, resultando necesario alcanzar un alto desempeño en QoS para llegar a obtener niveles aceptables de QoE. Por tanto, uno de los puntos clave para el éxito de las actuales y futuras aplicaciones multimedia, en un mercado en el que cada vez hay más competidores, será disponer de herramientas que permitan a los proveedores ofrecer los niveles de QoS/QoE exigidos. Algunos de los parámetros básicos, ya verificados, de gran influencia en las prestaciones de los servicios multimedia son: las pérdidas de paquetes, el retardo, la varianza del retardo o el ancho de banda. Además de las características propias de cada aplicación, hay otros elementos de gran importancia a tener en cuenta en la provisión de QoS/QoE en la Internet del futuro como, por ejemplo, la movilidad mediante el uso de redes inalámbricas de área local (WLAN), de redes celulares (p.e., 3G), o de redes WiMAX. En concreto, la tecnología Wimax (Worldwide Interoperability for Microwave Access) es un estándar de comunicaciones inalámbricas digitales orientado a las redes de área metropolitana. Considerada una tecnología de segunda generación derivada de WiFi, la tecnología WiMAX alcanza tasas de transferencia similares a la de su predecesora. Sin embargo, las mejoras en la eficiencia espectral y en la robustez le proporcionan una mayor escalabilidad y alcance. WiMAX está definido bajo el estándar IEEE 802.16, cuyas versiones para dispositivos fijos y móviles se encuentran recogidas en los documentos 802.16d [1] y 802.16e [2], respectivamente. Los aspectos que imprimen a Wimax una ventaja con respecto a otras tecnologías móviles para la transmisión de datos y servicios integrados radican en el diseño de su capa física. Ésta ha sido especialmente diseñada para transmisión de datos en entornos urbanos y cuenta con avances como la modulación OFDM [3], sofisticados sistemas de corrección de errores, sistemas de modulación/codificación adaptativa y técnicas de beamforming (AAS).

Así, la unión de ambos escenarios, provisión de QoS/QoE y redes WiMAX, es el foco de este trabajo. En [4] se evalúa un sistema WiMAX Mobile desde el punto de vista de su rendimiento en descargas, pero sin actuar en ninguno de los mecanismos de control y gestión de tráfico que el estándar deja abierto a fabricantes y operadores (que es precisamente en lo que se centra este trabajo). La conclusión que se alcanza, lógicamente, es que los mecanismos de scheduling y QoS son críticos para el funcionamiento aceptable de aplicaciones multimedia y mezcla de tráficos. Así, a través de una gestión y configuración de recursos apropiada, debería ser posible alcanzar un nivel de calidad elevado a pesar de operar sobre un entorno WiMAX. En la literatura especializada, [5], se proponen diferentes mecanismos para mejorar las prestaciones y la eficiencia del tráfico IP, como la priorización y el filtrado de tráfico, técnicas de control de

la congestión, asignación de recursos, protocolos de señalización, etc. En [6], los autores presentan una solución para la gestión de QoS en una red WiMAX dentro del proyecto europeo Enthrono [7]. Las pruebas se realizaron sobre una plataforma de experimentación, compuesta por un WiMAX Resource Manager ubicado en el Gateway, varias estaciones base y varias estaciones cliente. Sin embargo, entre las pruebas no se incluyeron aplicaciones como VoIP o IPTV.

Hasta el momento existe una falta de trabajos de evaluación de prestaciones de aplicaciones multimedia sobre redes WiMAX. En este trabajo, presentaremos un escenario de despliegue de una red WiMAX experimental para llevar a cabo varias pruebas de tráfico multimedia con el fin de evaluar las prestaciones de esta tecnología en términos de QoS y QoE. El resto del trabajo se divide de la siguiente forma: en la sección 2 se describe el escenario real desplegado. En la sección 3 se presentan las principales características del testbed y su configuración, así como el software involucrado. La sección 4 muestra los resultados de las pruebas realizadas. Finalmente, se exponen las conclusiones.

## 2. Arquitectura desplegada para la red de pruebas

El escenario real desplegado consiste en un acceso WIFI-WiMAX sobre el Campus de la Universidad Politécnica de Cartagena. La Figura 1 siguiente muestra un diagrama de la arquitectura básico.

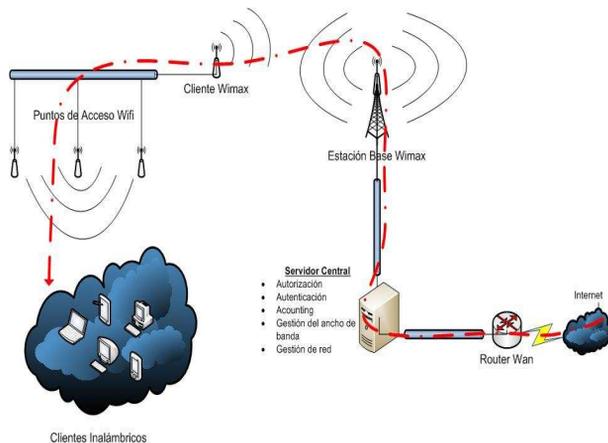


Figura 1: Arquitectura de red desplegada para la red de pruebas.

La línea roja punteada indica el camino que sigue el tráfico en ambos sentidos. En un extremo, los clientes finales acceden a la red mediante puntos de acceso Wifi, los cuales están conectados al cliente WiMAX. La estación base WiMAX está cableada directamente al servidor, que finalmente da acceso a Internet mediante un router WAN. El servidor central utilizado es un ordenador



Figura 2: Detalles del hardware utilizado en la red de pruebas. Superior-izquierda: Estación base utilizada. Superior-derecha: Escenario utilizado para el despliegue. Inferior: Detalles de la antena cliente WiMAX.

de sobremesa con dos tarjetas Ethernet. La estación base utilizada es la pre-WiMAX punto-multipunto Alvarion BreezeMax<sup>TM</sup>BS. Trabaja en modo punto-multipunto a una frecuencia de 5,4 GHz con una tasa de transferencia de 14 Mbps. Se encuentra instalada en la parte más alta del campus para maximizar la cobertura, como muestra la Figura 2.a y 2.b. Por su parte, la antena cliente WiMAX se encuentra en el otro extremo del campus (Figura 2.c) conectada directamente por un cable Ethernet a un punto de acceso Wifi con tasa de transferencia de 54 Mbps mediante el cuál los usuarios tienen acceso a la red desplegada y a Internet.

### 3. Monitorización del tráfico

El software utilizado para la realización de los tests es el IxChariot, el cual tiene un generador de tráfico configurable. Se configura un único PC que actúe de maestro para que el resto actúen de esclavos, y entre éstos se generan los flujos de tráfico. El maestro, al concluir el test, recibe los datos y genera los informes. Se trata de un software especializado muy potente capaz de generar flujos de tráfico de Voz sobre IP, IPTV, tráfico HTTP y P2P, además de monitorizar numerosos parámetros de la red. En los informes generados se

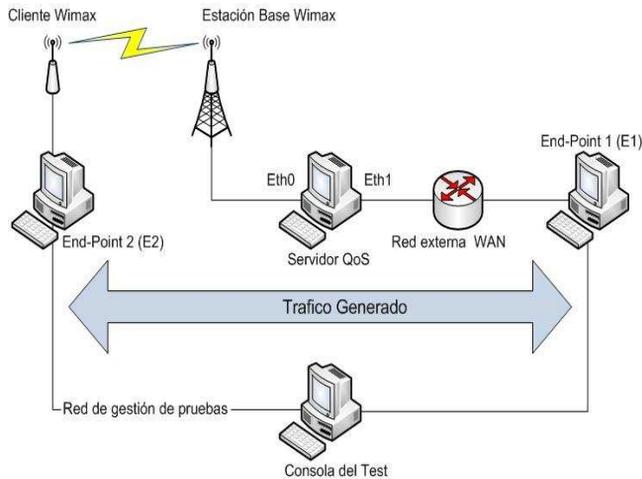


Figura 3: Red desplegada para los tests.

pueden comparar los resultados obtenidos en los test y detectar posibles fallos en el ancho de banda consumido, retardos, pérdidas de datos, jitter, etc. Tras introducir en el generador de tráfico el diseño (Figura 3), es necesario especificar los flujos de tráfico que circularán entre cada uno de los ordenadores esclavos. En los intercambios de flujo es necesario además señalar los tipos de tráfico a intercambiar así como los flujos a analizar.

#### 4. Resultados

Para evaluar experimentalmente el comportamiento de la arquitectura hardware desplegada y el rendimiento de la misma en cuanto a varios parámetros o figuras de mérito relevantes, se muestra una de las pruebas llevadas a cabo.

#### Tráfico y configuración

Transmisión de 2 canales IPTV, 12 canales VoIP y tráfico HTTP. Tanto los canales de IPTV como los de VoIP se comienzan a transmitir con un retraso intencionado de 10 segundos respecto al tráfico HTTP (de menor prioridad).

El servidor está configurado para asegurar la correcta recepción de los canales de IPTV y VoIP por encima del resto, como suele ocurrir.

#### Resultados

El canal de VoIP y los dos de IPTV se transmiten correctamente. El tráfico HTTP, que demanda todo el ancho de banda del canal, sólo recibe el tráfico disponible según la ocupación de IPTV y VoIP (Figura 4).

Se han llevado a cabo varias medidas sobre algunas de las figuras de mérito consideradas más críticas en una comunicación VoIP, para comprobar la calidad del enlace y su validez para este tipo de tráfico en concreto. Algunas de ellas

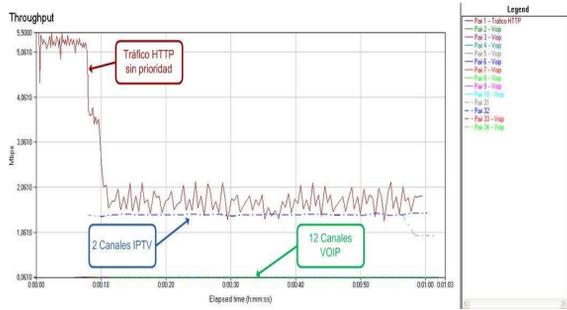


Figura 4: Medida del throughput por canal para el test realizado.

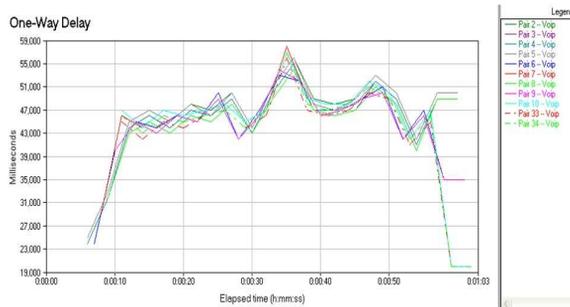


Figura 5: Retardo experimentado por el tráfico de VoIP durante el test.

son el retardo, el jitter o dispersión, las pérdidas o el parámetro de calidad de la voz (MOS). En cuanto al retardo, una cota superior lo sitúa en torno a los 150 ms como máximo para una recepción aceptable de forma general. En la Figura 5 se puede observar como en ningún momento, el retardo de la comunicación VoIP excede los 60 ms.

El jitter o dispersión temporal resulta óptimo también al no superar en ningún momento la cota de los 5 ms (Figura 6).

Por último, el parámetro MOS (*Mean Opinion Score*) refleja, en media, la calidad de voz percibida en una escala de 0 a 5. En los tests realizados se obtiene un MOS de 4,3 aproximadamente, tal y como se puede observar en la Figura 7.

Este último parámetro confirma que todas las conversaciones de voz han tenido una alta calidad, al no tener retardos elevados y al ser el jitter de muy corta duración. Así, en definitiva, aunque el canal ha estado varias veces saturado y han sido varios los tipos de tráfico inyectados a la red, el esquema de prioridades configurado y el ancho de banda reservado para VoIP, han sido suficientes para lograr el nivel de QoS deseado.

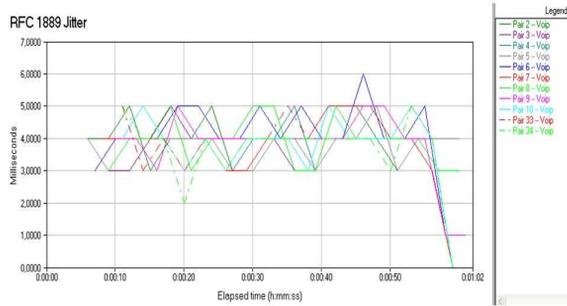


Figura 6: Jitter experimentado por el tráfico de VoIP durante el test.

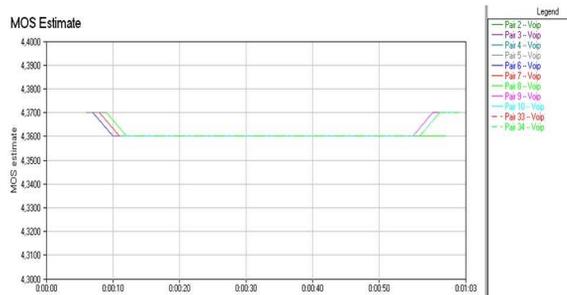


Figura 7: MOS medido.

## 4. Conclusiones

En este trabajo se han obtenido una serie de parámetros de rendimiento y calidad de servicio sobre una red WiMAX real cuando se integran servicios cuyos tráficos tienen características muy diferentes. Para ello, se ha utilizado una herramienta de monitorización de tráfico que ha permitido obtener una serie de medidas y gráficas para valorar las prestaciones de dicha red en términos de QoS y QoE. De los resultados se concluye que la implantación de mecanismos de gestión y priorización del tráfico en una red de estas características es crítica para ofrecer los niveles de QoS y QoE demandados.

## Referencias

- [1] IEEE. 802.16-2004 IEEE Air Interface for Fixed Broadband Wireless Access Systems, 2004.
- [2] IEEE. 802.16e Physical and Medium Access Control Layers for Combined Fixed and Mobile Operation in Licensed Bands, 2005.
- [3] R. Prasad, OFDM for Wireless Communications Systems, Artech House, ISBN: 1-58053-796-0, 2004.

- [4] C. Huang, H. Juan, M. Lim, C. Chang, Radio Resource Management of heterogeneous services in mobile WiMAX systems, *IEEE Wireless Communications* 2007, 14 (1), 20-26.
- [5] Kun I. Park, *QoS in Packet Networks*, ISBN 0-387-23390-3/x, Ed. Springer Science, 2005.
- [6] M<sup>a</sup>. G. Obreja, R. Lupu, E. Borcoci, O. Fratu, A WiMAX Resource Management solution integrated with an end to end QoS management system, 1st. International Conference on Wireless VITAE'09 (2009), 87-91.
- [7] <http://www.ist-enthroned.org>