

### Advanced Mobility Services. WiMAX

◆ F. J. Medina Jiménez, A. Ruiz Moya y J. M. Tenorio

#### Resumen

La movilidad cuenta desde hace unos años con un nuevo aliado en las redes inalámbricas. Éstas ofrecen un medio rápido y cómodo de acceso a los recursos electrónicos disponibles. En el siguiente artículo se muestra cómo la Universidad de Granada ha afrontado su despliegue de infraestructuras inalámbricas, así como la incorporación de nuevos servicios para promover su uso. Asimismo, muestra cómo está evolucionando en su infraestructura y en la gestión de dicha tecnología y en los mecanismos que se están desplegando para disponer de cobertura inalámbrica en casi cualquier punto de la Universidad.

**Palabras clave:** Movilidad, WiFi, gestión centralizada, WiMAX, eduroam

#### Summary

Mobility has been counting for last years with a new ally in the wireless networks. They offer a quick and simple methods of access to the electronic resources available. The article shows as the University of Granada has built its wireless infrastructure, as well as it has incorporated new services to promote its use. Also, it shows how it is evolving his services and infrastructure, how this technology is administrated and the mechanisms that are unfolding to have wireless cover in all over the University.

**Keywords:** Mobility, WiFi, centralised management, WiMAX, eduroam

## 1. Introducción

La capacidad de comunicación a través de infraestructuras, tecnologías y sistemas de redes y comunicaciones de que dispone cualquier organización son, hoy en día, un elemento estratégico para la misma. En este sentido, y como veremos en este artículo, las tecnologías inalámbricas son una opción más y muy interesante dentro de las redes de acceso. Han pasado a convertirse en un servicio clave y por ello crítico para el funcionamiento diario de miles de usuarios, al ser elegidas como el método más cómodo, simple y preferido de conexión desde cualquier lugar.

Un ejemplo de esto es el experimentado en la Universidad de Granada<sup>(1)</sup> (UGR). En 2000, cuando la tecnología, estándares y soluciones de la industria empezaban a ofrecer soluciones viables, se comenzó a poner en funcionamiento un proyecto piloto de conexión inalámbrica 802.11b [1] en cinco bibliotecas universitarias, así como en varias zonas de uso común: cafeterías y salas de estudio. Las bibliotecas fueron dotadas de equipos portátiles y tarjetas inalámbricas para su préstamo<sup>(2)</sup> y el acceso se llevaba a cabo mediante conexiones VPN. Este método evitaba las vulnerabilidades descubiertas en los mecanismos de encriptación disponibles en esa época (WEP [2, 3]).

Este proyecto piloto sería el germen del actual Campus Virtual Inalámbrico de UGR (CVI-UGR<sup>(3)</sup>). El éxito experimentado en el proyecto inicial a través de los primeros servicios ofrecidos y su gran aceptación por toda la comunidad universitaria llevó a la decisión de continuar el despliegue de infraestructura inalámbrica de forma masiva a todos los espacios universitarios, concluyendo este proceso entre 2004 y 2005, con una cobertura del 100% de los espacios universitarios. El siguiente paso consistió en proveer a los usuarios de nuevos mecanismos de acceso que resultasen más cómodos y flexibles sin por ello perder seguridad en las comunicaciones. Así, se facilitó una modalidad de acceso seguro mediante 802.1x [3] + EAP-TTLS [3] con encriptación TKIP/AES (WPA/WPA2) [2, 3]. Además, se implantó un portal cautivo o *hotspot* para acceso únicamente web [4].

Actualmente las ratios de utilización indican que es un servicio primario para miles de usuarios. En concreto, a diario, se están registrando, durante las horas punta, cifras que superan los 700 usuarios concurrentes desde cualquier punto de los 49 edificios distribuidos en los siete Campus Universitarios

◆  
La capacidad de comunicación a través de infraestructuras, tecnologías y sistemas de redes y comunicaciones de cualquier organización, son, hoy en día, un elemento estratégico para las mismas

◆  
En 2000, cuando la industria empezaba a ofrecer soluciones viables, se comenzó a poner en funcionamiento en la UGR un proyecto piloto de conexión inalámbrica



La clave que ha influido en el éxito del uso del Campus Virtual Inalámbrico de la UGR ha sido el incremento exponencial de los contenidos en formato electrónico disponibles en la red

Otro servicio avanzado en CVI-UGR es el que permite el acceso a Internet a cualquier usuario visitante a UGR, cuya institución origen no esté afiliada a eduroam

(cinco en Granada, el Campus de Ceuta y el de Melilla). Esta cifra va en aumento continuamente. En un día lectivo, más de 3.000 usuarios distintos usan el servicio, al menos una vez, en alguna de sus modalidades. Se ha medido una tasa de 3/2 entre usuarios que acceden mediante la modalidad *hotspot* y los que lo hacen vía 802.1x (ver figuras 3 y 4).

La clave que ha influido en el éxito del uso de CVI-UGR ha sido el incremento exponencial de los contenidos en formato electrónico disponibles en la red. Miles de revistas y libros electrónicos, decenas de bases de datos en cd-rom, docencia virtual a través de la red, contenidos digitales que apoyan a las materias de enseñanzas regladas y no regladas, disponibilidad de tesis, actos académicos, ponencias magistrales en formato electrónicos, tablón docente universitario, nuevos servicios de colaboración multimedia, etc.

## 2. Servicios avanzados de movilidad

### 2.1. EDUROAM

En el proceso de dotar de servicios avanzados a CVI-UGR, la adhesión a eduroam en 2005<sup>(4)</sup>, se convirtió en un gran paso hacia una mayor movilidad, proporcionando facilidades de conexión a Internet más allá de los campus locales que forman la Universidad. Es un servicio muy bien acogido por todos los usuarios, tanto locales como visitantes.



### 2.2. Acceso a Internet de invitados

Otro servicio avanzado en CVI-UGR es el que permite el acceso a Internet a cualquier usuario visitante a UGR, cuya institución origen no esté afiliada a EDUROAM. Mediante él, cualquier PDI/PAS de UGR, puede crear de forma automática cuentas de acceso a CVI-UGR para invitados (ver figura 1). El sistema valida de forma automática la institución origen del invitado y en caso de no existir restricción (como por ejemplo que el dominio del usuario ya esté en EDUROAM, que la organización no esté ligada a UGR, ni a redes de I+D, etc), se le envía la invitación al usuario externo por correo electrónico, indicándole que debe aceptar la Normativa de Uso de Recursos Informáticos de UGR<sup>(5)</sup>, tras lo cual se le proporcionan las correspondientes credenciales para la conexión (ver figura 2). El usuario receptor del invitado puede en todo momento conocer qué cuentas ha abierto, cancelarlas o bien, invitar de nuevo a un usuario que hubiese estado con anterioridad en UGR. El periodo de validez de la cuenta de acceso es fijado por el usuario de UGR que invita, no siendo superior dicho periodo a 15 días.

### 2.3. Conectividad WiFi en congresos

CVI-UGR proporciona un soporte especial para la celebración de congresos, reuniones y eventos institucionales en lo que a facilitar la conectividad inalámbrica a Internet se refiere. Mediante dicho servicio, además de ofrecer la opción de crear cuentas de acceso personalizadas a Internet a través de CVI-UGR para cada asistente, se permite la creación de una cuenta de acceso genérica que sólo dispone del servicio de conexión web [4]. Esta última opción suele ser muy utilizada, dado que no requiere ningún tipo de configuración especial en los equipos de los asistentes al evento y permite una conectividad básica.



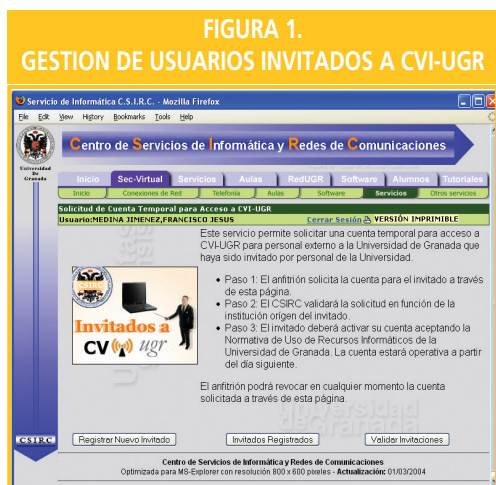


FIGURA 1.

GESTIÓN DE USUARIOS INVITADOS A CVI-UGR



FIGURA 2.

REGISTRO DE USUARIOS INVITADOS

En el servicio “WiFi en congresos” la relación de uso entre los distintos tipos de acceso llega a ser de 8/2 entre la modalidad *hotspot* y la 802.1x. La organización del congreso es la responsable de comunicar a los usuarios del servicio que asisten al evento que la utilización de dicho servicio implica conocer y aceptar la Normativa de Uso de R.I. (5).

### 2.4. Atención a usuarios

En CVI-UGR todas las incidencias originadas por averías de las infraestructuras implicadas o por problemas de configuración de usuario son atendidas por el Centro de Atención a Usuario (CAU) existente. Éste, además, es apoyado por el CAU de Red.es en el marco del proyecto de “Campus en red” de dicho Organismo y la Conferencia de Rectores Españoles (CRUE). Es usado por los usuarios EDUROAM de UGR que están fuera de la misma, o aquellos EDUROAM que están usando CVI-UGR.

## 3. Tecnologías inalámbricas centralizadas versus distribuidas

El uso intensivo de CVI-UGR por parte de alguno de sus 85.000 usuarios, la necesidad de dotarle de mayor capacidad en lo que a ancho de banda se refiere y la obligatoriedad de garantizar servicios básicos en él (por ejemplo, aulas de docencia con equipos móviles conectados a RedUGR10 inalámbricamente, servicio de préstamo de ordenadores portátiles(2)) han promovido la necesidad de hacer despliegues 802.11a [1] a los 802.11b/g existentes [1].

En este sentido, hay nuevas facilidades que nos aporta la industria y que ayudan significativamente a las nuevas infraestructuras inalámbricas en “a”. Éstas son necesarias debido a que, por un lado, el número de puntos de acceso aumenta considerablemente en los nuevos despliegues y, por otro, es necesario mantener la compatibilidad con las infraestructuras 802.11b/g existentes. Nos referimos a las herramientas de gestión centralizada y automática del espacio radioeléctrico disponible, la gestión de red única de la electrónica implicada y la gestión de la seguridad en el mundo inalámbrico. [1, 2]

Así, la inteligencia de red inalámbrica, que en la filosofía distribuida reside en los puntos de acceso de usuario, pasa a unos equipos centralizados denominados controladores. Tareas como la gestión de las asociaciones, reasociaciones, *roaming*, autenticación, intercambio de claves, control de QoS, etc. [2], pasan a ser centralizadas en uno o varios dispositivos de red en configuración de alta disponibilidad. Los puntos de acceso pasan a ser meras interfaces de radio frecuencia.

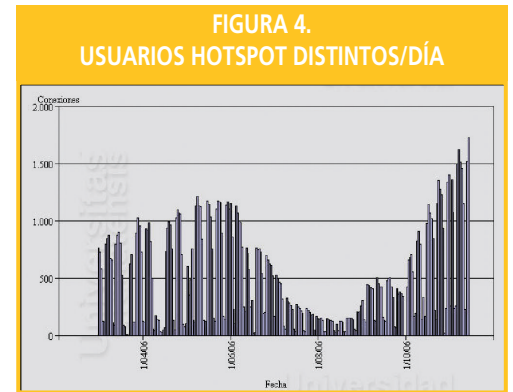
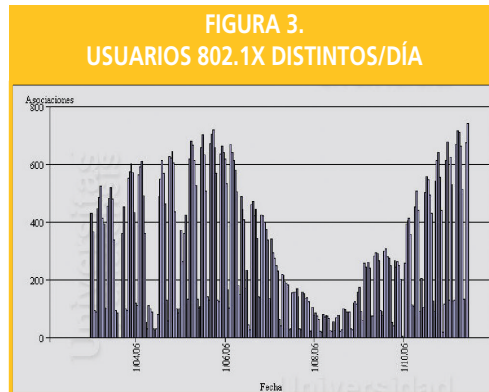
Todas las incidencias originadas por averías de las infraestructuras implicadas o por problemas de configuración de usuario son atendidas por el Centro de Atención a Usuario

La inteligencia de red inalámbrica, que en la filosofía distribuida reside en los puntos de acceso de usuario, pasa a unos equipos centralizados denominados controladores



Las cuestiones de movilidad no sólo deben centrarse en el aspecto de conectividad con Internet

La infraestructura de red de transporte sobre la que descansa CVI-UGR es una red Gigabit Ethernet que se apoya en una red metropolitana 10GE (RedUGR10)



Toda esta infraestructura inalámbrica, junto con una plataforma de gestión de red avanzada, proporciona los mecanismos necesarios para la administración de red (gestión de puntos de acceso y controladores, análisis de histórico de datos, gestión de seguridad, etc.), incluida la gestión automática del espectro radioeléctrico. Esta funcionalidad proporciona una asignación de canales y potencia de emisión de una forma óptima y eficiente, haciendo los proyectos de ingeniería más simples, rápidos y económicos.

Las cuestiones de movilidad no sólo deben centrarse en el aspecto de conectividad (más o menos segura) con Internet. Cualquier usuario, una vez conectado a la red de nuestra organización de manera inalámbrica, lo que necesita es un acceso similar a los servicios disponibles, de la misma manera que accede cuando está conectado a la red de manera alámbrica. Por esto debemos incluir dentro de movilidad todas las cuestiones relativas al acceso remoto, que hace que el acceso a los servicios sea transparente, ya sea vía las tradicionales VPNs o bien sistemas de SSL VPNs (mediante el modelo *clientless* usando un navegador o bien del tipo OpenVPN).

#### 4. Tecnología WiMAX en UGR

La infraestructura de red de transporte sobre la que descansa CVI-UGR es una red Gigabit Ethernet [1] que se apoya en una red metropolitana 10GE (RedUGR10). Ésta se sustenta en una red de aproximadamente 1.000 Km de fibra óptica que discurre por la ciudad, sobre las canalizaciones municipales necesarias. La red, propiedad de UGR, es operada por el Centro de Servicios de Informática y Redes de Comunicaciones<sup>(6)</sup> (CSIRC) universitario. La red está dotada de la redundancia física y lógica necesaria para disponer de los servicios de alta disponibilidad requeridos.

La tecnología WiMAX, en su concepción actual, facilita dos servicios sobre la red de transporte descrita:

- Método de conectividad punto a punto de edificios universitarios que no disponen aún de fibra óptica en la última milla de RedUGR10 (ver figura 5).
- Mecanismo de redundancia de red en aquellos lugares de RedUGR10 en los que no se dispone de *backup* físico de fibra óptica.

La tecnología utilizada es la que algunos fabricantes han denominado pre-WiMAX. Los productos disponibles cuentan con certificaciones propietarias, dado que no existen productos certificados para usar en las bandas de frecuencia libres, en este caso la banda de los 5GHz.

La infraestructura WiMAX disponible se basa en dos estaciones base que proporcionan tres sectores de cobertura, que cubren a todos los edificios de UGR necesarios (ver figura 7). Aunque inicialmente no es el objetivo de este despliegue, cabría la posibilidad de usar en un futuro este servicio de conectividad para facilitar el acceso a Internet a usuarios finales. En esta línea de servicio, también hay que incorporar en el juego a los operadores de telefonía móvil, que empiezan a ofrecer servicios de conectividad a Internet mediante tarifas planas en soluciones de alta velocidad (3G y 3,5G o HSDPA). Habrá que estar atentos a la evolución del mercado y la tecnología.

**FIGURA 5. EN VERDE ZONAS DE LA CIUDAD DE GRANADA CON COBERTURA 802.11A/B/G. DETALLE DE ESTACIONES BASES WIMAX Y SECTORES DE COBERTURA. LINEAS EN AZUL, DETALLE DE ENLACES PUNTO A PUNTO**



La infraestructura WiMAX disponible se basa en dos estaciones base que proporcionan tres sectores de cobertura, que cubren a todos los edificios de UGR necesarios

Para terminar, señalar que las redes inalámbricas llegaron para quedarse y es probable que, en el transcurso de los próximos años, pasen a convertirse en el medio de acceso preferido, relegando a nuestra querida *Ethernet* cableada a ser utilizada principalmente en la red de distribución. Por ello, las infraestructuras inalámbricas deben de contar con los mecanismos adecuados de seguridad, calidad, fiabilidad, deben de ser simples y sobre todo deben incorporar mecanismos de gestión sencillos y eficaces que nos permitan alcanzar estos objetivos.

**Francisco Jesús Medina Jiménez**  
(Fran@ugr.es)

**Antonio Ruiz Moya**  
(aruiz@ugr.es)

**Juan Manuel Tenorio**  
(jmt@ugr.es)

Universidad de Granada

Centro de Servicios de Informática y Redes de Comunicaciones



## Notas

- (1) [www.ugr.es](http://www.ugr.es)
- (2) [www.ugr.es/informatica/cvi-ugr/prestamo.htm](http://www.ugr.es/informatica/cvi-ugr/prestamo.htm)
- (3) [cviugr.ugr.es](http://cviugr.ugr.es)
- (4) <http://eduroam.ugr.es>
- (5) <http://www.ugr.es/%7Eofiinfo/Segurida.htm>
- (6) [www.ugr.es/Informatica](http://www.ugr.es/Informatica)

## Lecturas de interés

- Cisco Wireless Strategy.  
<http://educause.edu/lir/library/powerpoint/EPO0532.pps> 04/12/2006
- Enterprise Mobility 3.0 Design Guide.  
[www.cisco.com/application/pdf/en/us/guest/netsol/ins107/c649/ccmigration\\_09186a00807365ed.pdf](http://www.cisco.com/application/pdf/en/us/guest/netsol/ins107/c649/ccmigration_09186a00807365ed.pdf) 04/12/2006
- Market Analysis: Enterprise Wireless LANs. Why Not Cisco?.  
[www.networkcomputing.com/channels/wireless/showArticle.jhtml?articleID=187002733](http://www.networkcomputing.com/channels/wireless/showArticle.jhtml?articleID=187002733) 04/12/2006

## Bibliografía

- [1] Pejman Roshan, Jonathan Leary. "802.11 Wireless LAN Fundamentals". Publisher: Cisco Press. Pub Date: December 23, 2003. Print ISBN-13: 978-1-58705-077-0
- [2] Matthew Gast. "802.11 Wireless Networks: The Definitive Guide". Publisher: O'Reilly, Pub Date: April 2005, ISBN: 0-596-10052-3
- [3] Jon Edney, William A. Arbaugh. "Real 802.11 Security: Wi-Fi Protected Access and 802.11i". Publisher: Addison Wesley Professional. Pub Date: July 15, 2003. Print ISBN-13: 978-0-321-13620-6
- [4] Eric Geier. "Wi-Fi Hotspots". Publisher: Cisco Press. Pub Date: October 10, 2006. Print ISBN-13: 978-1-58705-266-8