

# Sistema Interactivo para la Gestión de Documentos Georeferenciados basado en RFID

S. Romero, R. Tesoriero, P. G. Villanueva, J. A. Gallud, V. M. R. Penichet

Grupo de investigación LoUISE, Universidad de Castilla-La Mancha  
Campus universitario s/n, 02071 Albacete  
{jose.gallud, ricardo.tesoriero}@uclm.es

**Abstract.** El uso de dispositivos móviles en nuestra sociedad sigue creciendo, y ante esta demanda, la computación móvil y las aplicaciones sensibles al contexto están creciendo también. Pero la temática que se va a exponer en este documento es el diseño de soluciones interactivas móviles sensibles al contexto para extender la funcionalidad de aplicaciones existentes, como es el caso de los servicios de mapas. En este artículo se describe una solución basada en la unión del software social, software de mapas y la sensibilidad al contexto, ofreciendo una aplicación colaborativa donde los usuarios pueden compartir mediante gestos naturales e intuitivos sus opiniones e ideas acerca de asuntos relacionados con determinadas zonas de un mapa, así como consultar en sus dispositivos móviles partes del mapa y poder interactuar con él. De esta forma aprovechando el gran número de dispositivos móviles actuales y la gran cantidad de mapas de todo tipo que podemos encontrar en entornos urbanos y no urbanos, utilizando la tecnología RFID, se tratará de extender los conceptos de software sobre mapas, que actualmente encontramos en internet, a espacios públicos.

**Keywords:** sensibilidad al contexto, interacción natural, dispositivos móviles, RFID, documentos georeferenciados, mapas, software social.

## 1 Introducción

El número de usuarios de dispositivos móviles crece cada año, lo que aumenta la demanda de aplicaciones móviles con nuevas exigencias de interacción, de modo que cada vez integren más funcionalidades para que el usuario pueda llevar en su bolsillo un solo dispositivo para todo tipo de actividades: tomar fotografías, escuchar música, llamar por teléfono, guardar datos, leer libros, etc. Los medios de conexión que necesitan para acceder a internet como las redes WiFi y la tecnología 3G, está llegando cada vez a más terminales móviles. Y todo esto unido provoca que las soluciones software basadas en movilidad estén cada vez más a la orden del día.

Con lo descrito anteriormente se comprende el actual crecimiento de aplicaciones sensibles al contexto en las que el usuario puede interactuar con su entorno de forma bidireccional. Es más, con la filosofía un dispositivo para todo, tendríamos que poder

utilizar el dispositivo móvil como elemento canalizador de la comunicación e interacción entre el usuario y su entorno más próximo.

En este artículo se presenta una solución para extender la funcionalidad de los mapas físicos que encontramos en diversos entornos de nuestra vida cotidiana, mediante la tecnología actual. El usuario tendrá la posibilidad de compartir experiencias acerca de lugares visitados anteriormente o la posibilidad de consultar la información referente a una zona que se quiere visitar consultando un mapa mediante el uso de su dispositivo móvil. Así pues tendremos una ampliación de la funcionalidad actual de los servicios de mapas que podemos encontrar en internet actualmente.

Ayuntamientos, diputaciones, institutos, paradas de autobús, metro, museos, el ejército, etc., utilizan mapas para presentar al público, o para gestionar emergencias o recursos, diversas zonas o lugares, y utilizan una gran variedad de aplicaciones que emplean mapas, ya sean en soporte papel -la mayoría- o en formato digital.

La única opción que tiene el usuario con respecto a estos mapas, es la de buscar determinados lugares o determinada información en el mapa de forma estática. En algunos lugares también se dispone la opción de consultar mapas de forma interactiva mediante un ordenador que se encuentre en el lugar. La solución que proponemos, basada en RFID y dispositivos móviles, no necesita estos ordenadores en cada lugar que se quiera consultar un mapa, ya que será el dispositivo móvil del usuario donde la información será mostrada y a través del cual se interactuará con el mapa.

En este artículo se presenta una interfaz sencilla, natural, simple e intuitiva que permite tanto la obtención de información como la posible participación de los usuarios en cuestiones relacionadas con los mapas.

Por tanto para hacer que el usuario perciba de manera sencilla y vistosa los mapas que le rodean se propone el uso de una interacción natural basándonos en el uso de tecnología RFID, mediante la interfaz gestual que se presenta en este artículo.

El resto del artículo se organiza de la siguiente manera: la sección 2 repasa aplicaciones relacionadas. La sección 3 describe el objetivo y funcionamiento del sistema. La sección 4 presenta aspectos de la arquitectura del sistema. En la sección 5 se realiza una primera evaluación del sistema. Finalmente, en la sección 6 se presentan las conclusiones y el trabajo futuro.

## **2 Aplicaciones relacionadas, contextuales, interactivas y gestuales**

Los aspectos que se presentan a continuación son los pilares básicos sobre los que se trabaja en el sistema que se propone en este artículo. A continuación se expondrán los conceptos de aplicación basada en: software social, sensibilidad al contexto e interacción gestual. Presentando además en cada uno de los siguientes puntos los trabajos relacionados con este artículo.

Antes de introducir el concepto de interacción basado en RFID conviene introducir la tecnología NFC [16] (Near Field Communication). NFC es una tecnología de comunicación inalámbrica de corto alcance y alta frecuencia que tiene un funcionamiento similar que RFID, extendiendo sus posibilidades. Con esta tecnología los dispositivos móviles pueden intercambiar datos entre ellos y además pueden

## Sistema Interactivo para la Gestión de Documentos Georeferenciados basado en RFID

interactuar con su entorno (mediante tags NFC). NFC combina una smartcard y un lector en el dispositivo. Actualmente está integrada en los siguientes dispositivos móviles: Nokia 6212, Nokia 6131, Nokia 3220 + NFC Shell, Samsung SGH-X700 NFC, Samsung D500E, SAGEM my700X Contactless, LG 600V contactless, Benq T80 etc.

En este artículo se continua con el trabajo descrito en [14] y [6], sistemas ambos muy relacionados, ya que se trabaja con tecnología RFID y dispositivos móviles. En cuanto a [14] el sistema es aplicado a paneles para abordar problemas ecológicos de nuestro entorno y que el usuario pueda opinar e interactuar. El sistema propuesto en [5] es más estático que el de [14] y el usuario recibe la información seleccionada por él en un museo.

Según [13] las aplicaciones sensibles al contexto son aquellos sistemas que usan el contexto para proveer información relevante y/o servicios al usuario, donde la relevancia depende de la tarea del usuario.

La aplicación de referencia de sensibilidad a la ubicación es la confección de guías museísticas. Estas guías permiten al visitante de entornos culturales obtener información de los usuarios en función de su ubicación dentro del espacio cultural (museo, exposición de arte, etc.). Los ejemplos más notables de estas guías se aprecian en las siguientes publicaciones [1, 2, 3, 5, 12]. La principal limitación de los sistemas anteriormente citados es que sólo operan en entornos cerrados (interiores).

Algunas aplicaciones de guías turísticas como Cyberguide [8] permitían al turista obtener información en función de su posición y orientación. El sistema se basaba en un GPS para obtener dicha información. Por otro lado, GUIDE [4] era un sistema mixto que permitía obtener información por medio de diferentes sistemas de posicionamiento, dependiendo el entorno que se tratase (interior o exterior). En el caso de entornos interiores, utilizaba WaveLan y en caso de exteriores GPS. El Smart Sight Tourist Assistant, [20] brindaba información al usuario basado en un GPS. Sin embargo, también podía utilizar marcas para identificar los objetos. Con éstas marcas y el posicionamiento se conseguía la información asociada con el espacio físico. Además, permitía compartir la información entre los turistas.

Las soluciones anteriores pueden ser buenas si la exactitud necesaria es mayor a 10 metros. Sin embargo, los sistemas basados en GPS permiten conocer la posición del usuario, pero no los gestos que éste puede hacer.

En [19] se expone un sistema de exploración física mediante RFID para posicionar al usuario. Basado en esta propuesta [13] se propuso el uso de RFID como medio para recuperar información con estas etiquetas RFID pasivas. Una particularidad de esta aplicación, con respecto al resto, es que permite la colaboración entre los visitantes del museo a través de juegos. Sin embargo este tipo de participación es sincrónica y puntual, no provee la capacidad de mantener la colaboración a largo plazo, ya que la arquitectura no está preparada para ello.

Finalmente, en [18] se propuso el uso de tecnología RFID, pero en esta ocasión se valen de la combinación de tecnologías RFID (pasiva y activa) para la recuperación de información. Aunque el sistema no proveía forma de colaboración entre los participantes, la arquitectura distribuida planteada en [5] estaba preparada para extenderse en ese sentido. Así, la arquitectura planteada en el sistema se basa en una adaptación de la planteada en [5].

En cuanto a las aplicaciones gestuales, cercanas a nuestra aproximación se encuentran [13] y [15]. Estos sistemas permitían la recuperación de información a través de etiquetas RFID.

La principal diferencia que existe entre nuestra propuesta y las anteriormente mencionadas es que tanto [13] como [18] sólo permiten un solo tipo de comando (recuperar información de una pieza determinada). Además, con nuestra propuesta es posible modelar comandos basadas en gestos.

### **3 Sistema Interactivo de gestión de documentos Georeferenciados basado en RFID**

A continuación se detallará la implementación del sistema propuesto. Primero se describirá el concepto de funcionamiento, posteriormente se presenta el diseño que se ha seguido para modelar la interacción.

Los requisitos previos con los que debe contar un usuario para interactuar con el sistema son los siguientes: disponer de un dispositivo móvil equipado con tecnología NFC o RFID (lector), instalar la aplicación para interactuar con los mapas y disponer de conexión a internet (a través de su operador de telefonía móvil o de algún tipo de red pública que pueda tener asociada el mapa).

Los elementos fundamentales del sistema son los siguientes:

- Un mapa “sensorizado”: El mapa es el medio por el cual el usuario interactúa con el sistema. Básicamente define “zonas calientes” donde, si el usuario acerca el dispositivo móvil puede seleccionar una acción a realizar sobre una parte del mapa (por ejemplo, hacer zoom) y seleccionar una zona concreta del mapa. También existen comandos sin parámetros que permiten ejecutar directamente un comando (por ejemplo el cambio de vista), en el caso del zoom el parámetro es la zona seleccionada previamente.
- Un dispositivo móvil: El dispositivo móvil es la herramienta que permite al usuario interactuar con el mapa. Llamando a los servicios del sistema dependiendo de las elecciones del usuario durante la interacción con el sistema.
- Un proveedor de servicios: El proveedor de servicios recibirá peticiones por parte de los dispositivos móviles de los usuarios y responderá a estas peticiones con lo solicitado por el usuario.
- Los documentos que el usuario puede consultar y compartir son una de las partes más importantes del sistema, ya que los usuarios pueden obtener documentos del mapa físico y pueden compartir sus propios documentos relacionados con la zona seleccionada (mapa físico). Al subir un documento el sistema realiza un chequeo con objeto de garantizar cierta seguridad. Los documentos son guardados y organizados en el sistema mediante sus coordenadas UTM (tomada automáticamente por el sistema cuando el usuario comparte el documento sobre una determinada parte del mapa físico) y su tema. Cuando un usuario está interactuando con el mapa físico puede recuperar o añadir información sobre una determinada área y el sistema internamente trabajará con las coordenadas UTM de esa área del mapa.

## Sistema Interactivo para la Gestión de Documentos Georeferenciados basado en RFID

Aunque el sistema puede ser fácilmente extendido, actualmente soporta la recuperación y reproducción de contenido multimedia (audio, texto, video, etc.) y se puede añadir y recuperar por parte del usuario información sobre el mapa.

Mediante estas herramientas un conjunto de personas podrán interactuar entre ellas a través de los mapas, siendo accesible no solo la información multimedia preestablecida sino también la incluida por otros usuarios del sistema.

Un ejemplo concreto de la utilización de este sistema sería la de consultar la información referente a una zona que se quiere visitar. Un mapa típico podría ser uno como el que se muestra en la Fig. 1. El panel puede estar en el vestíbulo de entrada de un edificio público (Ayuntamiento, Diputación...), en una parada de autobuses, en una oficina de turismo etc.

En particular, en este mapa tenemos la península ibérica, pero se podría trabajar con mapas de ciudades, zonas naturales específicas, zonas más amplias como puede ser el continente europeo, simplemente cambiando las coordenadas de referencia del sistema. Además, dispone de un conjunto de comandos que permiten interactuar con el mapa. Por ejemplo al acercar el dispositivo al símbolo de Añadir (Fig. 1 esquina superior izquierda) se puede añadir información sobre la zona que estamos trabajando en ese momento.

Como último ejemplo presentaremos la interacción por comandos, en este caso en particular, podríamos primero seleccionar la parte del mapa que nos interesa, acercando nuestro dispositivo móvil a esta, y posteriormente realizar zoom sobre ella, representado por una lupa (Fig. 1). Teniendo la posibilidad de hacer zoom positivo o negativo es decir ampliando o acotando la zona del mapa que queremos visualizar.

Toda esta interacción se lleva a cabo en la vía pública sin necesidad de utilizar punteros (físicos o virtuales), todo a través de gestos como los descritos anteriormente que señalan los comandos y parámetros correspondientes. La excepción se da en el caso de la entrada de texto.



**Fig. 1.** Mapa con tecnología RFID

El sistema puede trabajar con información georeferenciada de cualquier tipo. El usuario tendrá la opción de añadir información de forma compartida (para todos los usuarios) o de forma privada (para los administradores) sobre una determinada zona del mapa. El sistema se encargará de guardar esta información con las coordenadas UTM (longitud y latitud) con las que el usuario estaba trabajando cuando decide

añadir esta información. La figura del administrador del sistema que controle y valide la información añadida por los usuarios al sistema es de vital importancia para su correcto uso.

Así, se ve claramente como la misma aplicación se puede modificar de tal forma que cualquier actividad en la que se pueda usar un mapa pueda ser adaptada al sistema aquí presentado.

Hay dos posibilidades a la hora de interactuar con el mapa, la primera es la descrita en la Fig 2, y cuyos pasos se detallan a continuación. La segunda forma de interacción es utilizar la aplicación y sus comandos en el propio dispositivo móvil sin necesidad de tener que recurrir al mapa físico. Este último tipo de interacción es muy útil para situaciones en las que mucha gente interactúa con el mapa al mismo tiempo.



**Fig. 2. Estilo de interacción “approach&remove”**

La interacción con el sistema (Fig. 2) se realizará usando el dispositivo móvil mediante gestos naturales del usuario, procesando el sistema esta sería de eventos como comandos o acciones que tiene que ejecutar. Esta interpretación del sistema de los gestos se realiza de la siguiente forma:

1. El usuario acerca el dispositivo móvil a la parte del mapa que quiere ver o a el comando/acción que quiere ejecutar.
2. El lector RFID del dispositivo móvil lee la etiqueta correspondiente al gesto que ha realizado el usuario.
3. Se envía lo leído al servidor que la procesará y reenviará al dispositivo móvil la información o el resultado de la acción solicitada.
4. Se muestra en el dispositivo móvil el resultado del gesto.

Para su implementación se ha usado una arquitectura MVC (modelo-vista-controlador), realizando el proceso descrito anteriormente en las diferentes partes de esta arquitectura. El esquema de la arquitectura es muy similar al utilizado en [14].

El sistema propuesto va un poco más allá que los servicios de mapas, ya que los usuarios pueden interactuar con mapas físicos situados en su entorno, obteniendo una información mucho más completa y además teniendo la oportunidad de compartir documentos para uso de futuros usuarios de ese mapa. Por ejemplo en el mapa de una parque o zona verde, los servicios de mapas actuales no reflejan de forma completa los detalles y opciones de cada zona, sin embargo con el sistema propuesto en este artículo serían los propios usuarios del parque o los encargados de su cuidado, o los que podrían añadir una información más detallada.

#### 4 Aspectos de implementación del sistema

En este punto se presentará el hardware y la arquitectura software del sistema.

Mediante una arquitectura basada en servicios, el usuario podrá recibir cualquier recurso multimedia en su dispositivo móvil, así como desde cualquier lugar podrá aportar y compartir su opinión y experiencias sobre las zonas de los mapas. Y también ver la información publicada por otras personas o instituciones.

Tal como se explica en la Fig. 3, en un primer paso, el usuario realizará un simple gesto de acercamiento de su dispositivo móvil hacia el mapa, excitando mediante el campo magnético del lector RFID del dispositivo móvil a alguna de las etiquetas, obteniendo como resultado un identificador único. Inmediatamente después, el dispositivo móvil enviará dicho identificador al servicio Web correspondiente. La petición será procesada por un servidor, el cual interpretará este identificador como un comando y generará la respuesta asociada. La respuesta puede dar como resultado la transferencia de un recurso ó información almacenada en la base de datos del sistema (por ejemplo mensajes de otros usuarios sobre determinadas zonas). De este modo, el usuario finalmente percibe en su dispositivo móvil la interacción creada entre este y el mapa, además el usuario tiene la opción de compartir la información de manera georeferenciada con los demás usuarios del mapa.

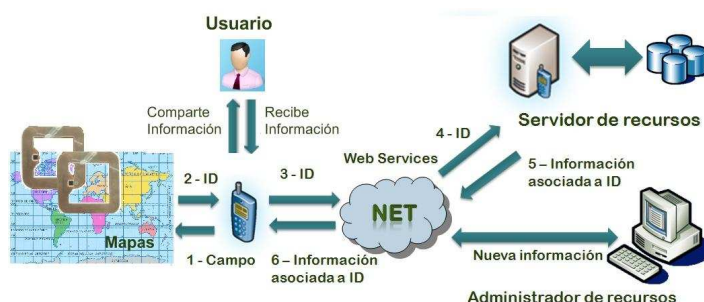


Fig. 3. Arquitectura software del sistema

Con la expansión en los últimos años de la tecnología RFID, los costes se han reducido muchísimo, encontrándonos dispositivos móviles habituales que incorporan lectores de estas etiquetas (por ejemplo los terminales. Nokia 3220 [9], 5140 [10], EcoSensor [11], etc.). En nuestro caso, hemos utilizado un Pocket PC, acoplándole un lector externo en el puerto compact flash.

Por otro lado, hemos tomado un mapa como el que pudiera encontrarse en parques, instituciones, paradas de metro, paradas de autobús, ayuntamientos, etc. y lo hemos enriquecido en su parte posterior con etiquetas RFID pasivas. El resultado de haber aplicado el procedimiento puede observarse en la parte inferior derecha de la Fig. 1. Una de las características de este sistema es que el precio de las etiquetas RFID pasivas es de escasos céntimos y no necesitan de mantenimiento, ya que funcionan sin alimentación. Así la expansión e integración en la vida cotidiana de potentes tecnologías como RFID, nos permiten plantear nuevas formas de interfaz basándonos en una interacción de gestos naturales e intuitivos.

## 5 Evaluación del sistema y resultados

Se han realizado una serie de pruebas para ver las ventajas e inconvenientes que presenta el sistema actual y así poder mejorar los puntos débiles y potenciar los puntos fuertes. Estas pruebas se han realizado con personas con un background tecnológico medio-alto, obteniendo así el punto crítico de usuarios que están acostumbrados a trabajar con dispositivos móviles y las nuevas tecnologías. El número total de participantes en esta prueba orientativa ante posibles fallos y trabajo futuro ha sido de 10 personas, con rangos de edad comprendidos entre 23 y 36 años.

La prueba que dura unos 10 minutos, consiste en una pequeña explicación de un minuto sobre el sistema y su uso, tres tareas de interacción con el sistema, preguntas sobre beneficios y posibles usos del sistema y finalmente un pequeño cuestionario extraído de las preguntas que se proponen en el estándar SUMI [17] para medir la usabilidad del sistema, siguiendo las recomendaciones de [7]. Las tres tareas propuestas en las pruebas eran las siguientes: Localizar un lugar que eligiese el usuario, consultar y añadir información de una determinada zona geográfica y por último interacción libre.

El grado de satisfacción por parte del usuario tiene 3 niveles, siendo estos niveles los siguientes: De acuerdo, indeciso y no de acuerdo. Teniendo en cuenta esto, se han obtenido los siguientes resultados totales: 85% de respuestas Usable, 5% Indeciso y un 10% No Usable.

Las conclusiones que se pueden sacar de estos gráficos son las siguientes. Las preguntas en las que mayor índice de indecisión o no usabilidad se ha tenido son los puntos débiles del sistema y se deberá trabajar para su mejora. En cuanto a los puntos del sistema en los cuales han tenido resultados positivos son los puntos fuertes del sistema, algunos de los cuales son: Aprender a utilizar el sistema no es problemático, el trabajo realizado tiene resultado satisfactorio para el usuario, no hay que leer demasiado antes de usarlo, las tareas se realizan de forma directa y sin complicaciones, no es fácil olvidar como realizar las tareas en este sistema etc.

Además de estos datos meramente numéricos, los usuarios se inclinan por el uso de este tipo de sistemas en los sectores turismo y servicios.

Otras ventajas destacadas del sistema propuesto:

- Dinamismo en cuanto al contenido, la información que se dé a través del mapa puede ser actualizada, añadida o reemplazada de forma rápida, sencilla y eficaz.
- Se extiende una funcionalidad que los usuarios están acostumbrados a usar a otro entorno, por lo que el usuario tendrá unos conocimientos previos.
- Se puede añadir tanto contenido como se quiera sobre el mapa, además de forma dinámica y colaborativa, tanto por parte del usuario como por la parte del distribuidor o dueño del mapa. Esto se debe a la comunicación mediante servicios web que usa el sistema como se puede ver en la Fig. 4.
- Se podrá dotar al mapa con el número de idiomas que sea necesario.
- Se podrán incorporar características de accesibilidad, como por ejemplo el audio-texto, que permitiría a los invidentes utilizar el mapa que de otra forma perdería gran parte de su contenido informativo y facilidad de uso para ellos.
- Económico de implementar, los dispositivos móviles incorporarán esta tecnología en el corto plazo, y las etiquetas RFID pasivas son de muy bajo costo.

## 6 Conclusiones y trabajo futuro

El sistema presentado en este artículo extiende las funcionalidades actuales de servicios de mapas y los mapas físicos que encontramos en nuestro entorno. Permite combinar mapas convencionales con los actuales mapas multimedia, añadiéndoles además sensibilidad al contexto, ofrece a los usuarios la posibilidad de interactuar con estos mapas mediante gestos naturales e intuitivos. Los usuarios podrán consultar información y dar sus opiniones de forma dinámica acerca de determinados lugares de los mapas con los que interactúan.

Esta propuesta presenta un sistema sensible al contexto que permite la participación de la sociedad en el enriquecimiento de la información dada por los mapas tradicionales, permitiendo compartir experiencias de forma sencilla. Por tanto el sistema permite a los ciudadanos tanto recuperar información como expresar sus opiniones a través de canales de comunicación existentes como los mapas que encontramos en plazas, estaciones de metro, autobús, tren, etc. También se debe destacar el bajo costo de la infraestructura necesaria para este tipo de sistemas, su capacidad de adaptación y la no necesidad de cableado ya que no sería necesaria la alimentación eléctrica de los mapas sensorizados.

En cuanto al trabajo futuro, se contempla la posibilidad de desplegar la aplicación en un entorno real para comprobar el uso y aceptación por parte de usuarios reales. Además se está ampliando la funcionalidad del sistema de modo que los usuarios puedan realizar un mayor número de operaciones sobre mapas. Para ello se está trabajando en la integración con sistemas de información geográfica que aporten capas de información al mapa sobre el que se esté realizando la interacción. Otra extensión natural del sistema consiste en utilizar marcas visuales (QR-codes) junto con tags RFID, para que los usuarios cuyos dispositivos móviles no tuvieran tecnología NFC o RFID también pudieran interactuar con el sistema.

**Agradecimientos.** Este trabajo de investigación ha sido parcialmente subvencionado por el CDTI, proyecto CENIT-2008-1019 y el proyecto CICYT TIN2008-06596-C02-01.

## Referencias

1. Butz, A., Baus, J., Kruger, A.: Augmenting buildings with infrared information. In Proceedings of the International Symposium on Augmented Reality ISAR 2000, 2000, IEEE Computer Society Press.
2. Ciavarella, Carmine and Paternò, Fabio. Design Criteria for Location-aware, Indoor, PDA Applications. Proceedings Mobile HCI 2003, pp.131-144, LNCS 2795, Springer Verlag.
3. Ciavarella, Carmine and Paternò, Fabio (2004): The design of a handheld, location-aware guide for indoor environments. Personal Ubiquitous Computing 2004. Volume 8. Pages 82–91. Published: 27 April 2004. Springer-Verlag London Limited 2004.

4. Davies, N.; Mitchell, K.; Cheverest, K. and Blair, G. (1998): Developing a Context Sensitive Tourist Guide. First Workshop on Human Computer Interaction with Mobile Devices, GIST Technical Report G98-1.
5. Derek Reilly; Malcolm Rodgers; Ritchie Argue; Mike Nunes; Kori Inkpen: Marked-up maps: combining paper maps and electronic information resources, 23 September 2005 Springer-Verlag London Limited 2005
6. Gallud, José Antonio; Tesoriero, Ricardo; Lozano, María Dolores and Penichet, Víctor Manuel Ruiz (2007). A Mobile Software Developed for Art Museums: Conceptual Model and Architecture. In proceedings Special Session WebIST 2007. March 6, 2007. Barcelona, Spain
7. ISO/IEC TR 9126-4 First edition 2004-04-01 Part 4: Quality in use metrics.
8. Long, S., et al. (1996). Rapid Prototyping of Mobile Context-aware Applications: The Cyberguide Case Study. 2nd ACM International Conference on Mobile Computing and Networking (MobiCom'96) 1996 November 10-12, 1996.
9. Nokia 5140. Marzo 2004.  
URL= [http://www.rfidbuzz.com/news/2004/nokia\\_mobile\\_rfid\\_kit.html](http://www.rfidbuzz.com/news/2004/nokia_mobile_rfid_kit.html).
10. Nokia 3220 NFC. Diciembre 2005.  
URL= <http://mobilementalism.com/2005/12/12/prototype-nokia-3220-nfc-rfid-phone-could-reshape-society/>.
11. Nokia EcoSensor. Diciembre 2007.  
URL= <http://www.nokia.com/A4707477>
12. Oppermann, R. and Specht, M. (2000): A Context-Sensitive Nomadic Exhibition Guide. In the Proceedings of Symposium on Handheld and Ubiquitous Computing, p.p. 127 -142, LNCS 1927, 2000, Springer Verlag.
13. Paternò, Fabio and Santoro, C. (2007): Exploiting mobile devices to support museum visits through multi-modal interfaces and multi-device games. In Proceedings WebIST 2007. March 5, 2007. Barcelona, Spain.
14. R. Tesoriero, R. Tébar, J. A. Gallud, Victor M. R. Penichet, M. Lozano Interactive EcoPanels: Paneles Ecológicos Interactivos basados en RFID Proceedings of the IX Congreso Internacional de Interacción Persona-Ordenador - Interacción 2008  
ISBN: 978-84-691-3871-7; pp 155-165
15. Schmidt, A.; Beigl, M. and Gellersen H. W. (1999): *There is more to context than location*. Computers and Graphics. Volumen 23. Number 6. Páginas 893-901.
16. Standard ECMA-340 Near Field Communication Interface and Protocol, <http://www.ecma-international.org/publications/standards/Ecma-340.htm>
17. SUMI (Software Usability Measurement Inventory) de facto industry standard evaluation questionnaire for assessing quality of use of software by end users.  
URL= <http://sumi.ucc.ie/>
18. Tesoriero, R.; Gallud, J. A.; Lozano, M. D.; Penichet, V. M. R.: A Location-aware System using RFID and Mobile Devices for Art Museums. Fourth International Conference on Autonomic and Autonomous Systems. Publicado por IEEE/CS Press del congreso IARIA-ICAS 2008. Páginas 76 - 81. 2008
19. Valkkynen, P.; Korhonen, I.; Plomp, J.; Tuomisto, T.; Cluitmans, L.; Ailisto, H. and Seppa H. (2003): A User Interaction Paradigm for Physical Browsing and Near-object Control Based on Tags. Physical Interaction '03 – Workshop on Real World User Interfaces, in conjunction with Mobile HCI'03.
20. Yang, Jie; Yang, Weiyi; Denecke, M. and Waibel, A. (1999): Smart sight: a tourist assistant system. 3rd International Symposium on Wearable Computers, San Francisco, California, 18-19 October, 1999, pp. 73-78.