

# Diseño de una solución cartográfica para móviles en zonas de montaña.

## Aplicación para el Parque Natural del Montseny

Jesús Palomar Vázquez

Grupo de Cartografía GeoAmbiental y Teledetección. Departamento de Ingeniería Cartográfica, Geodesia y Fotogrametría. Universidad Politécnica de Valencia. España

Josep E. Pardo Pascual

Grupo de Cartografía GeoAmbiental y Teledetección. Departamento de Ingeniería Cartográfica, Geodesia y Fotogrametría. Universidad Politécnica de Valencia. España

M<sup>a</sup> José Peiró

Ayuntamiento de Aldaia, (Valencia), España

---

### Resumen

En este artículo se describe el diseño y la implementación de una aplicación de visualización y consulta de la cartografía del Parc Natural del Montseny (Girona) optimizada para dispositivos móviles, para ser utilizada tanto en modo on-line como en modo off-line. El sistema permite la visualización de varios niveles de detalle, así como la consulta de la información cartográfica. Para el diseño de la aplicación se han tenido en cuenta diferentes aspectos y requerimientos: permite la conexión on-line a la cartografía o la descarga directa para un funcionamiento autónomo; permite la utilización de geolocalización vía GPS o también QR-Code (para zonas sin cobertura); y finalmente incorpora un sistema de almacenamiento de los atributos basado en la codificación de los mismos en la propia imagen. La aplicación ha sido implementada en J2ME y tiene en cuenta la resolución y el tamaño de pantalla del dispositivo móvil.

**Palabras clave:** cartografía móvil, generalización cartográfica, codificación de atributos, QR-Code.

### Introducción

En la actualidad, la aparición continuada de avances tecnológicos en los dispositivos de telefonía móvil y los rápidos cambios que conllevan, implica la necesidad de estar permanentemente investigando y creando soluciones para sacar el máximo provecho a la gran cantidad de datos y productos que hay en el mercado. Esto es más cierto en el ámbito de las aplicaciones LBS (location based service) en las cuales se coteja la posi-

ción actual del usuario con los recursos disponibles en su entorno para la ayuda en la toma de decisiones. Si hablamos de turismo, este tipo de aplicaciones tiene un interés añadido, ya que no solamente se ofrece al usuario la posibilidad de saber qué recursos hay a su alrededor, sino que también fomentan el conocimiento y el desarrollo de actividades económicas en determinadas áreas. Es por ello que el ámbito de los servicios de consumo de recursos turísticos a través de dispositivos móviles es un campo en continuo desarrollo y con un futuro asegurado..

A lo largo de los últimos años la creación y el uso de aplicaciones de cartografía móvil ha experimentado un auge inusitado, pasando desde las primeras aplicaciones basadas en imágenes estáticas, a los navegadores o las últimas aplicaciones de realidad aumentada, que combinan información digital superpuesta con la realidad física (Layar, Wikitude, o Yelp Monocle, entre otros) y que están más enfocadas a la búsqueda de recursos cercanos en entornos urbanos. Dentro de este amplio abanico de posibilidades, este trabajo se centra en el ámbito del turismo rural y la explotación de grandes espacios naturales, en las que el uso de cartografía móvil está muy extendida (acceso a recursos más lejanos, planificación de rutas, información topográfica, etc.). Por tanto, se propone una solución cartográfica que permitirá utilizar el teléfono móvil como un soporte básico para disponer de mapas de cualquier lugar pudiéndose consultar también los atributos temáticos desde dicho dispositivo. Para poder conseguir este objetivo se ha de ser consciente de alguna de las principales dificultades que ello comporta.

Una de las dificultades más evidentes cuando se pretende gestionar cartografía desde móviles procede de las propias características del dispositivo móvil (tamaño de la pantalla y resolución principalmente). De hecho, esta es una preocupación tratada ampliamente en trabajos anteriores donde, a su vez, se han propuesto maneras de adaptar la cartografía y desarrollar interfaces de la aplicación, con el fin de obtener una buena comunicabilidad. De esta manera, se han propuesto varias soluciones para alcanzar una adaptación de la cartografía adecuada a las características de los dispositivos móviles:

- Adaptación de la información geográfica: revisando aspectos como el formato, la cantidad y nivel de detalle del contenido, la clasificación de la información y el tamaño del área geográfica a visualizar.

- Adaptación de la interfaz de usuario para facilitar el acceso a la información con elementos que simplifican la interacción: como zoom, desplazamiento, rotación, selección o hipervínculos.

- Adaptación del contenido de la visualización del mapa: incluyendo la orientación, escala, rango de colores o la posición del usuario sobre el mapa.

Otro problema asociado al dispositivo es el hecho de que, en el ámbito de la telefonía móvil, no existe un único sistema operativo sino que cada uno de los grandes fabricantes ha ido proporcionando su solución específica. Ello obliga, cuando se genera un software para gestionar la información geográfica, particularizar la solución desarrollada para cada sistema operativo.

Un segundo tipo de problemas son los que se asocian al empleo de este tipo de dispositivo sobre áreas montañosas o remotas. En este caso, una limitación evidente cuando se trabaja sobre móviles es la falta de cobertura telefónica—y por tanto de acceso a la red—en amplias áreas territoriales, particularmente en zonas montañosas y también en grandes áreas de países en desarrollo. Esta limitación podría conllevar problemas para, sobre todo, disponer de información de los atributos temáticos asociados al mapa. Si pretendemos generar una cartografía con posibilidad de disponer de los atributos temáticos para uso en zonas de montañas es imprescindible diseñar una solución que permita gestionar esta información en modo offline, lo que implica que en el dispositivo se almacene tanto la información como el sistema gestor de la misma.

Dentro de este mismo grupo de problemas merece la pena mencionar la limitación en la recepción de la señal GPS que en determinados sectores puede existir. Ello puede ser particularmente evidente en espacios bastante cerrados —cañones, bosques, cuevas, ...—que sin embargo, cuando se practica el excursionismo, pueden ser espacios sumamente atractivos. Por ello, la solución que se diseñe ha de permitir disponer de un sistema de posicionamiento alternativo — como la basada en la codificación de la posición en señales físicas tipo QR-Code—que resuelva estas limitaciones. De esta forma, si a lo largo de un itinerario se tienen distribuidas este tipo de señales, se puede codificar en ellas la posición sobre el mapa móvil e incluso otro tipo de información añadida (distancia hasta la siguiente señal, información del entorno, rutas alternativas, etc.).

Un tercer tipo de limitación se asocia a la propia adquisición de datos. La mayor parte de la transmisión de cartografía por Internet se realiza a través de un servidor mediante peticiones tipo Web Map Service (WMS). Este tipo de peticiones devuelve siempre una imagen (componente visual). Sin embargo, los atributos (la componente temática) no están presentes en la imagen (formada por píxeles en las que se almacena únicamente un valor que representa un color), lo que obliga a realizar una nueva petición para tener acceso a esta información. Por otra parte, en el caso de que nos descargáramos información vectorial, con mayor capacidad de asociar atributos temáticos, nos encontraríamos frente al problema de necesitar de un software suficientemente potente para gestionar dicha información desde el móvil. Por tanto, si queremos gestionar información cartográfica con atributos pero usando herramientas y los servidores estándar hemos de buscar una solución alternativa en la organización y gestión de esa información.

Para resolver todas estas limitaciones la solución que aquí proponemos se basa en la creación de un sistema de codificación de los atributos en formato raster mediante códigos de color que se asocian a una base de datos relacional que permite comunicar al usuario los datos temáticos almacenados [6]. El empleo de códigos de colores permite estar trabajando con imágenes que son fáciles de gestionar desde un móvil cualquiera y, ser extraordinariamente eficiente en la capacidad de almacenar un volumen significativo de datos, lo que abre las posibilidades de disponer de información dentro del propio dispositivo, y por tanto, liberarse de la necesidad de mantenerse permanentemente conectado a la red.

## Arquitectura del sistema propuesto

De forma general, en la solución adoptada, se codifican los identificadores de las entidades vectoriales según códigos de color RGB. La confección del mapa de atributos conlleva un proceso previo de gestión de la información para decidir qué capas y en qué orden pasarán a formar parte de la capa final de atributos. De este modo, el primer paso consiste en asignar un identificador único secuencial a cada entidad en cada capa vectorial, para luego rasterizar cada una de estas capas tomando como valor de rasterización dicho identificador. El proceso se completa con la integración de todas estas capas raster en una única capa final. En este último paso es importante el orden de integración, ya que podremos decidir por ejemplo si los píxeles que representan edificaciones aisladas estarán sobre aquellos que representan áreas de cultivo para las zonas donde este tipo de entidades se solapan. Al finalizar el proceso tendremos una representación raster de todas las entidades vectoriales implicadas.

De esta manera, la arquitectura del sistema, independientemente del modo de conexión, se basa en tres niveles: nivel de visualización (mapas visibles), nivel de codificación (imágenes con la información de los identificadores vectoriales y/o valores raster codificados) y el nivel de atributos, representado por una base de datos enlazada al nivel de codificación.

Para conseguir el mapa final de atributos, los valores de cada píxel (los identificadores) se codifican dentro de un esquema RGB de color que será finalmente asignado al píxel.

Para variables discretas, si queremos codificar el valor del identificador 1000, solamente hemos de convertir dicho valor, a binario de 24 bits (000000000000001111101000) y tomar cada grupo de 8 bits para volver a convertirlos en decimales, obteniendo el color RGB final para dicho píxel, en este caso (0,3,232).

Para las variables continuas, el proceso es más directo: se toma una capa ráster (por ejemplo, el modelo digital de elevaciones) y se codifica dicho valor de la misma forma vista anteriormente.

Si se quiere codificar variables discretas y continuas al mismo tiempo, solamente habrá que decidir qué número de bits se destinan a almacenar identificadores para las entidades vectoriales y

cuántos bits para almacenar valores continuos. En la siguiente imagen se puede ver un ejemplo de codificación (Figura 1).

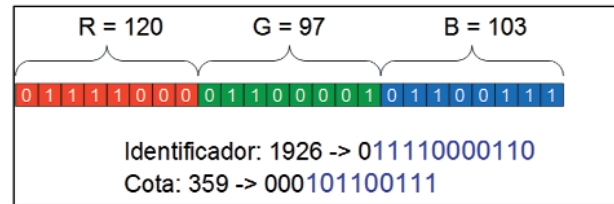


Figura 1. Codificación conjunta de identificador vectorial y altitud utilizando 12 bits para cada variable

El último nivel de información lo constituye la base de datos donde reside la información asociada a las entidades vectoriales. El valor del índice de la entidad vectorial almacenado en cada píxel servirá de puntero hacia un registro determinado de la base de datos donde se halla el resto de atributos. En nuestro caso el tipo de archivo para almacenar los atributos es un archivo de texto plano, aunque se podría emplear otro tipo de archivos. La estructura de campos de la base de datos es arbitraria y dependerá del propósito concreto de la aplicación y de las utilidades que se quiera dar a la información. Así por ejemplo, si disponemos de un campo en el que aparezca una clasificación de las entidades por tipo (carreteras, edificaciones, etc.) podemos utilizar esta información no solamente como consulta, sino también usarla para aplicar máscaras a la hora de visualizar la información por capas.

## Ejemplo de una solución específica. Cartografía ecoturística del Parc del Monseny

### Características del Parc natural del Monseny

Dentro de esta filosofía y como modelo de aplicación, se ha diseñado e implementado un visor cartográfico destinado a fomentar el conocimiento y facilitar la navegación, y la zona escogida para la realización del prototipo ha sido el Parc Natural del Monseny, en la provincia de Girona. Este parque es un espacio natural situado en la cordillera prelitoral catalana. Con un reconocido valor ecológico (declarado Reserva de la Biosfera en 1978) y un fuerte relieve, es una zona de atracción para turistas y deportistas. Ocupa una extensión de 30.120 hectáreas agrupando un total de 18 municipios, los cuales, mediante actividades coordinadas de difusión tratan de presentar al visitante toda la riqueza cultural, etnológica y natural de la zona. Una rápida revisión de la información existente en la actualidad, nos dice que la mayoría de los inten-



tos de fomento y difusión de esta zona, se vuelca sobre guías impresas y a lo sumo en algunas páginas web (entidades como la Diputació de Barcelona y de Girona, la Associació d'Empresaris Turístics Montseny, o el Bloc del Consorci de Turisme del Vallés Oriental disponen de guías impresas y alguna página web sobre la zona). En el caso de las guías impresas, la información suele ser muy abundante y de muy buena calidad, aunque también presenta el inconveniente de este formato estático (una portabilidad media y sobre todo una resolución temporal baja). Respecto a las páginas web presentan la ventaja de la capacidad de actualización pero su portabilidad es muy escasa, al no estar adaptadas a dispositivos móviles.

Es por esto que las aplicaciones de cartografía para móviles vienen a cubrir un espacio intermedio entre ambos tipos de soluciones, aportando, sobre todo un alto nivel de autonomía y de actualización y conexión con otros recursos.

#### Fuentes de información empleadas

a) Mapa base: Se ha utilizado como mapa base la cartografía disponible en la red del Institut Cartogràfic de Catalunya, concretamente las hojas 37-13, 38-13, 37-14, 38-14, 37-15 y 38-15 de la serie MTN50.

b) Datos turísticos: Debido a que los mapas base empleados, son mapas topográficos y que al no ser éste su objetivo contienen pocos elementos de interés turístico, por lo que gran parte de esta información ha de ser añadida y actualizada al margen de dicha cartografía. De esta manera, y teniendo en cuenta que la mayoría de información referente a recursos turísticos es de tipo puntual, se ha implementado una metodología para añadir y mantener dichos elementos independientemente de los mapas base. La información turística de carácter puntual ha sido añadida como una capa más vectorial dentro del proceso de rasterización, de forma que dicha información se encuentra dentro del mapa de atributos. Para la visualización de los iconos, se mantiene un registro indexado de puntos de forma que cada vez que se carga en pantalla un tile del

mapa base, se comprueba si existen algunos de estos puntos dentro del mismo, de forma que se puede visualizar su icono.

#### Requerimientos y soluciones para un uso real

El empleo real de esta cartografía debe tener en consideración la posibilidad de disponer de la información del mapa de la zona a distintas escalas de forma que el usuario pueda advertir su posición respecto al conjunto de la zona o con mayor detalle. Por otra parte, la solución ha de permitir el empleo de distintas clases de dispositivos móviles —si bien por ahora se han hecho dentro una única marca comercial— con distintas características en la forma y el nivel de resolución de sus pantallas. Ha de permitir el reconocimiento de distintos tipos atributos —discretos o continuos— tanto en modo on line como en modo off line de forma que se puedan aprovechar al máximo los recursos dependiendo de las limitaciones de cobertura de cada uno de los lugares en que nos encontremos. Por tanto, los requerimientos a tener en cuenta y las soluciones empleadas son las siguientes:

a) Visualización multiescalar.

Después de evaluar todas las posibilidades, se decidió establecer tres niveles de detalle, donde cada uno de los cuales cubre la zona según un número de terminado de tiles con una resolución escalar cada vez mayor:

\_ Primer nivel: imagen inicial que debe cubrir la totalidad del parque con muy pocos tiles. Debido a que la escala 1:250.000 que proporciona el ICC



Figura 2. Mapa original 1:250.000 procedente del ICC (izquierda). Mapa adaptado 1:200.000 (derecha)

contenía una excesiva cantidad de información, después de las pruebas realizadas, se decidió crear una cartografía adaptada a escala 1:200.000 para una mejor visualización en los dispositivos, generalizando información y añadiendo datos significativos relacionados con la finalidad de la aplicación (Figura 2).

\_ Segundo nivel de zoom: imágenes del MTN del ICC a escala 1: 50.000.

\_ Tercer nivel de zoom: imágenes del MTN del ICC a escala 1: 25.000. Esta escala es la elegida como escala base para moverse por el territorio y acceder a los atributos (ver punto 2).

Con esta configuración la zona del parque queda cubierta con un total de 648 tiles distribuidos según se muestra en la tabla y figura siguiente (Figura 3).

Escala	Número de tiles	Tiles totales
1:200.000	4x2	8
1:50.000	8x16	128
1:25.000	32x16	512

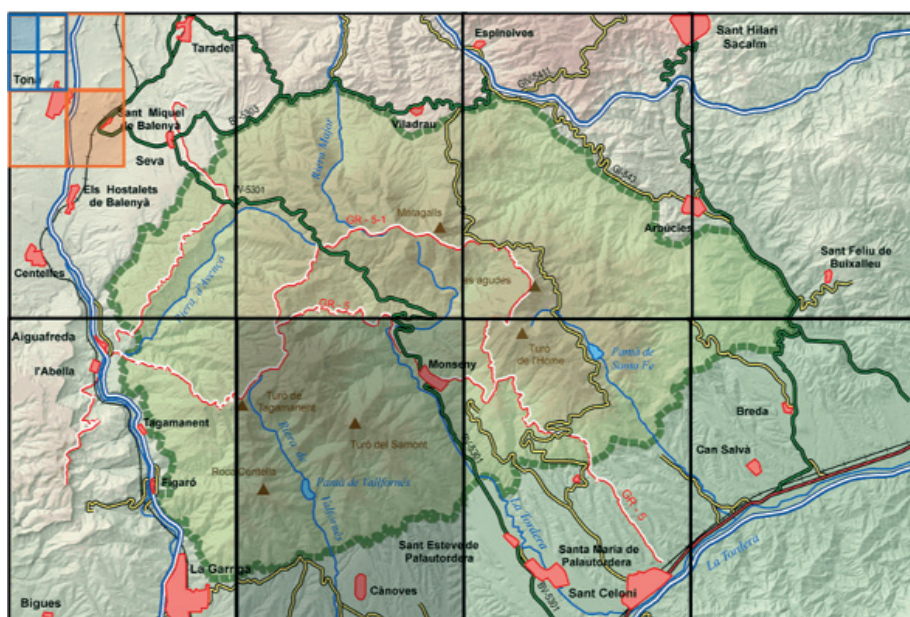


Figura 3. Distribución de tiles: en negro escala 1:200.000; en naranja escala 1:50.000; en azul escala 1:25.000

b) Adaptación a las características de distintos dispositivos móviles.

La intención ha sido siempre la de mantener la dualidad de funcionamiento, de modo que se permita el funcionamiento de la aplicación bajo condiciones normales de cobertura o en modo autónomo. En este sentido, el visor de cartografía funciona en distintos dispositivos móviles, y permite consultar la cartografía del Parc natural del

Monseny, bien mediante conexión a un servidor o en modo off-line, descargando previamente los datos al dispositivo móvil. La información cartográfica se estructura en varios niveles de detalle, representados por mapas de la zona a diferentes escalas, que se activan según el nivel de zoom en el móvil. Para mantener la calidad de visualización de los mapas en diferentes tipos de pantalla, se ha tenido en cuenta el tamaño y la resolución de los principales estándares existentes (Figura 4).

Para el caso del funcionamiento en modo off-line, se ha diseñado una aplicación en Visual Basic, que realiza las peticiones WMS al servidor del ICC y descarga los tiles correspondientes a cada rango de escala en formato png. El tamaño de cada tile es designado por la aplicación en función del tamaño de pantalla y resolución del dispositivo móvil de destino, asegurando que se cubra toda el área

del parque natural (Figura 5). De esta manera, para cada tipo de dispositivo podemos crear un juego de datos adaptados de forma que la escala de visualización se mantenga invariante entre dichos dispositivos.

c) Baja capacidad de almacenamiento y memoria de los dispositivos

Un factor decisivo a la hora de estructurar la información ha sido la memoria limitada de los dispositivos. Se han estudiado las características de almacenamiento de información y las opciones existentes para teléfonos móviles para evaluar la posibilidad de funcionamiento del visor con y sin conexión y se ha decidido crear los tiles en

formato png, formato habitualmente utilizado en Internet y ampliamente aceptado en dispositivos móviles, y con un aceptable nivel de compresión. La compresión de las imágenes es una cuestión clave para poder utilizar la solución que aquí se propone ya que para el uso en modo off-line es imprescindible que toda la información ocupe la mínima memoria adaptándose a las restricciones de almacenamiento y memoria que tienen la mayoría de estos dispositivos. Para el caso de un uso en



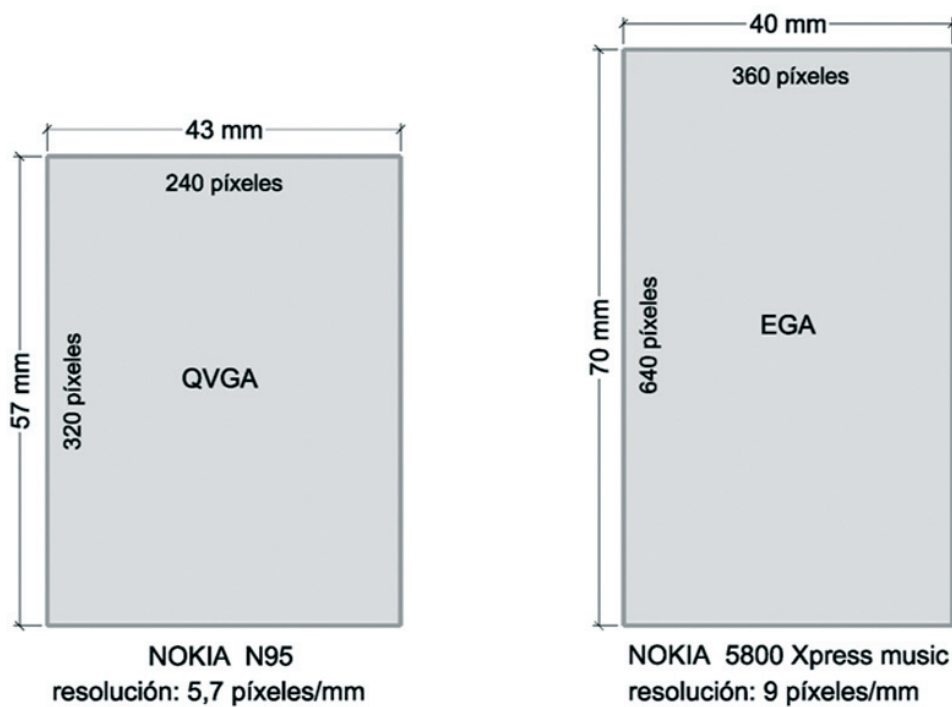


Figura 4: Tamaño de las pantallas de los dispositivos móviles, píxeles y resolución

modo on-line el que la información esté almacenada de forma comprimida acelera la transmisión y la abarata, y por tanto, la hace más eficiente. Aparte de la compresión por tanto se buscan estrategias de disminución del peso de las imágenes, como por ejemplo, alterar su profundidad de color —respecto al png original— sin alterar significativamente su calidad visual sobre la pantalla del móvil. En la siguiente tabla puede verse un resumen del tamaño de los tiles para cubrir el conjunto del parque naturales donde se han realizado las pruebas para el caso de su uso con un dispositivo Nokia N95

d) Visualización y acceso a los atributos temáticos.

La solución propuesta permite disponer la información tanto en modo de conexión con la red como en modo desconectado. En cualquier caso, la información base ha de haber sido tratada previamente y disponerse en un servidor desde donde se realice la descarga de los tiles (en el caso de modo conectado) o una pe-

queña aplicación que se instala en la memoria del móvil, en el caso de tenerse que usarse en modo desconectado de la red.

Para el acceso al mapa y las consultas a los atributos en modo on-line, la aplicación, al realizar una petición al servidor se descarga tanto el tile correspondiente al mapa base como el perteneciente al mapa de atributos (y la correspondiente base de datos adjunta). De esta manera, si el usuario desea información de cualquier punto del tile actual, no tiene que

realizar ninguna nueva petición al servidor, ya que los atributos han sido descargados. De esta forma se gana en velocidad y se abaratan los costes.

En el caso de tener que utilizarse en modo off-line lo que se hace es descargarse una pequeña aplicación que se guarda en memoria y que contiene toda la información necesaria para moverse en el parque, así como para visualizarla y consultarla. En este caso simplemente el usuario se instala en programa en su móvil y accede a la

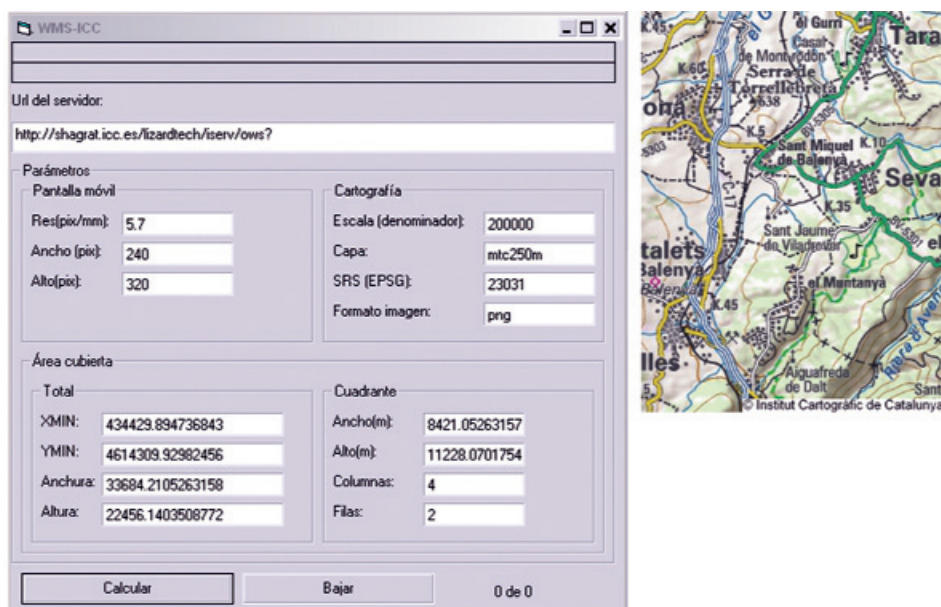


Figura 5. Aplicación para la descarga de tiles desde el servidor del ICC

	Escala	Tamaño medio de almacenamiento (Kb)	Número de tiles	Total (Mb)
Original	1:200.000	176	8	1.38
	1:50.000	181	128	22.6
	1:25.000	151	512	77.4
<b>Total</b>				<b>101.3</b>
Comprimido	1:200.000	26	8	0.2
	1:50.000	25	128	3.13
	1:25.000	23	512	11.4
<b>Total</b>				<b>14.73</b>

Tabla 1. Comparación del tamaño de los tiles antes y después de su compresión

información. Dicho programa contiene comprimidas tres carpetas correspondientes a la información a escala 1:200.000, 1:50.000 y 1:25.000. En esta última, además de los tiles con las imágenes que verá el usuario estarán almacenados también los atributos temáticos –continuos o discretos– codificados y la base de datos asociada. Además, dicha aplicación, dispone de una herramienta que permite leer y reconocer coordenadas a partir de códigos QR, lo que habilita a que se pueda georeferenciar la posición del usuario sobre el mapa descargado lo cual complementa al GPS en lugares donde no exista disponibilidad de esta señal.

En cualquiera de las dos modalidades –conectado o desconectado– la herramienta posibilita la integración de información discreta (el identificador de la entidad vectorial) junto a información continua (variables como la altitud, la pendiente, precipitación, etc.), las cuales permiten un mayor nivel de utilidad de los datos (cota en un punto, perfiles topográficos, análisis de visibilidad, etc.). Por último, como cada conjunto de píxeles está asociado a un identificador de una entidad vectorial, es fácil realizar operaciones de gestión en la visualización (visibilidad por capas, máscaras, etc.), de consulta (nomenclátor, búsqueda por atributos, etc.) o incluso geométricas (medida de áreas, aplicación de buffers, etc.), todo ello trabajando con datos ráster.

## Propuestas reales sobre los modelos Nokia

### Características de los modelos y límite de almacenamiento

Los modelos de teléfono móvil sobre los que se han realizado estos trabajos han sido el Nokia N95 y el Nokia 5800 Xpressmusic, que se han elegido además de por su disponibilidad, por sus características y por ser modelos ampliamente extendidos y muy comunes.

Entre las características más destacables de los dispositivos empleados para el diseño del prototipo, señalar que ambos permiten conectividad GPRS y además de la memoria interna del teléfono, pueden llevar una tarjeta Micro SD. Respecto a los tamaños de las pantallas y resoluciones de los dos modelos, ya se ha realizado una comparación con anterioridad.

Teniendo en cuenta que cada modelo de móvil puede tener dimensiones y resoluciones diferente, la aplicación tiene en cuenta estas características



Figura 6. Comparación entre dos tiles de la misma zona para dos modelos de teléfono móvil. La zona sombreada representa áreas comunes



a la hora de generar el tile, con el objetivo de que en todas las pantallas la visualización sea de la misma calidad. Esto obliga a generar tiles con tamaño y resoluciones diferentes. En la siguiente figura (Figura 6) se muestran dos tiles que cubren parte de la misma zona, uno para el modelo Nokia XpressMusic 5800 (9 píxeles/mm de resolución, 360 píxeles de ancho y 640 de alto) y el Nokia N95 (5.7 píxeles/mm de resolución, 240 píxeles de ancho y 320 de alto).

### *Posibilidades reales de utilización*

Se han desarrollado dos versiones de la aplicación, adaptando su funcionamiento a los dos modos de conexión predeterminados. Ambas versiones han sido desarrolladas en J2ME (Java MicroEdition), bajo la plataforma de desarrollo libre NetBeans y han sido testeadas en múltiples modelos Nokia con sistema operativo Symbian. En la figura 7 puede verse algunas capturas del prototipo en funcionamiento.

a) Solución para zonas sin cobertura: modo off-line.

Los datos que utiliza la aplicación: mapas base, mapa de atributos y bases de datos; se instalan directamente en la memoria del teléfono móvil o en la tarjeta de memoria del mismo. El usuario se descarga toda la información y la lleva almacenada en su dispositivo móvil, y se realizan las consultas a la aplicación de igual forma en los dos modos. Se accede en primer lugar al primer tile del mapa base, y a continuación se puede ir accediendo a los mapas a las distintas escalas establecidas, y solamente cuando se accede al nivel de cartografía más detallado (escala 1:25.000) se puede visualizar la información del mapa de atributos.

b) Optimización de recursos y abaratamiento del uso para las zonas con cobertura: modo on-line.

En este caso, los datos (mapas base, mapa de atributos y bases

de datos) son almacenados en un servidor. En la primera conexión el usuario se descarga el primer tile del mapa base y la base de datos, y puede navegar por los mapas base a las distintas escalas establecidas, pero solamente cuando accede a la cartografía más detallada (1:25.000) es cuando además del tile del mapa base, se descarga también el tile correspondiente al mapa de atributos. En este momento y mientras no cambie de tile, cualquier consulta será realizada sin necesidad de una nueva petición al servidor, lo que supone un ahorro económico y de tiempo en la gestión.

En cuanto al posicionamiento, se permite dos tipos de sistemas de localización: el primero vía GPS, lo que implica una buena cobertura de satélites, que en ocasiones puede ser deficiente, sobre todo en ciertas áreas de montaña (barrancos, gar-



Figura 7. Mapa base a escala 1:200.000 (superior izquierda); mapa base a escala 1:50.000 (superior derecha); mapa base a escala 1:25.000 e iconos añadidos (inferior izquierda); resultado de una consulta sobre el mapa de atributos (inferior derecha).



gantas, etc.); el segundo método se ha introducido precisamente para evitar estos problemas de cobertura y consiste en el posicionamiento mediante la lectura de códigos QR (Quick Response Barcode). Este tipo de códigos es un sistema para almacenar información en un matriz de puntos o código de barras bidimensional, creado por la compañía japonesa Denso-Wave, en 1.994 y que hoy en día se ha convertido en un estándar. Para decodificar la información almacenada solamente es necesario que el dispositivo móvil disponga de cámara de fotos. De esta forma, si a lo largo de un itinerario están dispuestas una serie de balizas con código QR conteniendo la información de la posición de la baliza, es inmediato cargar el tile correspondiente a dicha posición, por lo que el tema de la geolocalización sin GPS quedaría resuelto.

## Conclusiones

El presente trabajo muestra una aplicación para la visualización y consulta de cartografía móvil para el desarrollo de actividades turísticas en entornos de montaña. El desarrollo de aplicaciones de este tipo se muestra sumamente útil para el fomento del turismo en estas zonas y contribuyen a su conocimiento y disfrute, ya que todo el mundo puede tener acceso a la información desde su dispositivo móvil.

Se han mostrado las distintas soluciones en cuanto a la obtención y organización de la información cartográfica ofreciéndose dos modos de conexión. También se ha comentado las principales barreras a la hora de emplear aplicaciones de este tipo, las cuales vienen dadas principalmente por las características de cada dispositivo móvil (memoria, tamaño y resolución de pantalla, etc.). Esto obliga a buscar soluciones que se adapten a dichas circunstancias particulares.

Las principales novedades con respecto a aplicaciones similares radican en la utilización de un mapa raster de atributos y la localización mediante códigos QR. En cuanto al primero, la capacidad de indexar cualquier tipo de atributos tanto discretos como continuos dentro de una imagen puede ser una buena solución para entidades que deseen ofrecer al usuario un valor añadido a las imágenes cartográficas. En cuanto al segundo, los códigos QR se muestran como una herramienta a tener en cuenta a la hora de ofrecer acceso rápido a cualquier tipo de información y el diseño e implantación

de itinerarios turísticos apoyados en estos códigos es una idea perfectamente factible.

## Bibliografía

Brown, A., Emmer, N and Worn, J.V.D., 2001. Cartographic design and production in the Internet Era: The example of tourist web maps, *The Cartographic Journal*, Vol. 38 (1), 61-72.

Frank, C., Caduff, D. and Wuersch, M., 2004. From GIS to LBS: an intelligent mobile GIS, *GI Days 2004*, July 1st -2nd, 2004, Muenster, Germany.

Iris A. Junglas, Richard T. Watson, Location-based services, *Communications of the ACM*, v.51 n.3, p.65-69, March 2008 [doi>10.1145/1325555.1325568]

ISO/IEC 18004:2006 Information technology — Automatic identification and data capture techniques — QR code 2005 bar code symbology specification.

Mishra, K.K. & Punia, M. (2005): Cartographic adaptation of Maps for Mobile Devices: A context sensitive approach, *Proceeding Map Asia 2005* (available in: <http://www.gisdevelopment.net/proceedings/mapasia/2005/MobileMapping/index.htm> visited in November 2010).

Palomar-Vazquez, J., Pardo-Pascual, J., Sebastia, L., Recio, J. (2011). A technical solution to allow off-line mobile map querying of discrete and continuous geographic attribute data. *Cartographic Journal*. In press (DOI 10.1179/1743277411Y.0000000029).

Reichenbacher, T., 2003. *Mobile Cartography – Adaptive Visualisation of Geographic Information on Mobile Devices*. Thesis (Ph D). Institut für Photogrammetrie und Kartographie. Available from: <http://tumb1.biblio.tu-muenchen.de/publ/diss/bv/2004/reichenbacher.pdf> [Accessed 16 April 2010].

Zipf, A. 2002. User-adaptative maps for location-based services (LBS) for tourism, in Woeber, K, A. Frew & Hitz (Eds.): *Proceedings of the 9th International Conference for Information and Communications Technologies in Tourism*, ENTER, 2002 Springer, Heidelberg.