

# GPSApp: Gestión, planificación y control de rutas

Julián Gutiérrez, Fernando Gil, Silvia Sanz

Oscar Carril, José Angel Vadillo, Andoni Unzalu

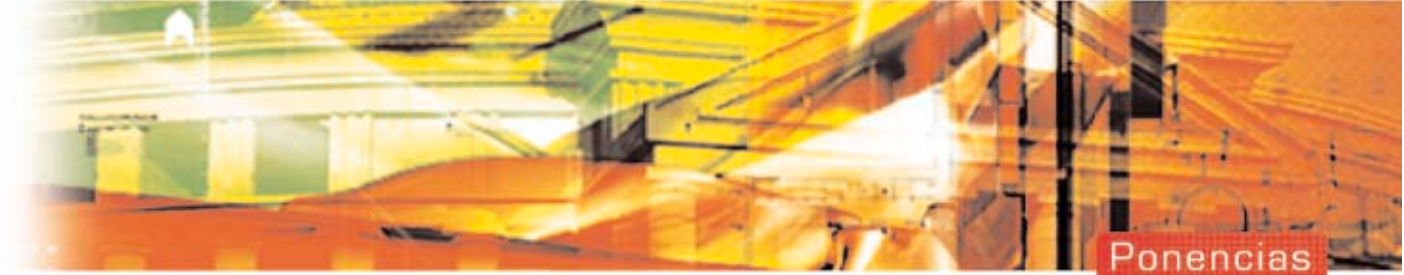
## 1 Introducción

El avance de las nuevas tecnologías ha brindado nuevas posibilidades para mejorar nuestra vida cotidiana. El teléfono móvil y el ordenador portátil se han convertido en compañeros habituales de muchas personas por su bajo coste y por la gran ayuda que suponen en el trabajo diario. El proyecto GPSApp nace como aplicación de las nuevas tecnologías para ayudar a mejorar la calidad del trabajo de muchas personas, sin por ello suponer un desembolso excesivo.

Uno de los exponentes más notables de las nuevas tecnologías son los sistemas de localización geográfica. Se trata de tecnologías que se usan para la localización y control de la posición de diversos entes, ya sean personas, objetos o incluso vehículos. El proyecto GPSApp es un ejemplo de la aplicación del sistema GPS para el control de rutas. Hasta hace poco, el uso de estas soluciones no estaba muy extendido debido a su alto coste. Gracias al abaratamiento de los equipos empleados en estas técnicas y de la aparición masiva de software para su uso, empiezan a florecer proyectos que utilizan estos tipos de tecnología. Sin embargo, es necesario hacer frente a los problemas que conlleva su uso, ya que estas tecnologías se encuentran aún en fase de desarrollo. En este caso son la falta de precisión del sistema GPS destinado al mercado comercial y la pérdida del servicio en determinadas zonas.

El proyecto GPSApp tiene como objetivo el desarrollo e implementación de un sistema de gestión y control de rutas para la policía municipal de Amorebieta-Etxano. Este proyecto consta de dos fases:

- En la primera, se dotará a cada patrulla de un receptor de GPS con capacidad suficiente para recopilar información sobre los puntos de paso durante todo el tiempo que dure su recorrido. Una vez terminado éste, se descargarán los datos del GPS a un PC. En éste último se representará en un mapa geográfico la ruta empleada, los puntos de interés y otros parámetros. La aplicación también generará informes sobre el rendimiento e incidencias de las patrullas. Además, ayudará a mejorar tanto los horarios como la cobertura y el tiempo de respuesta de las mismas.



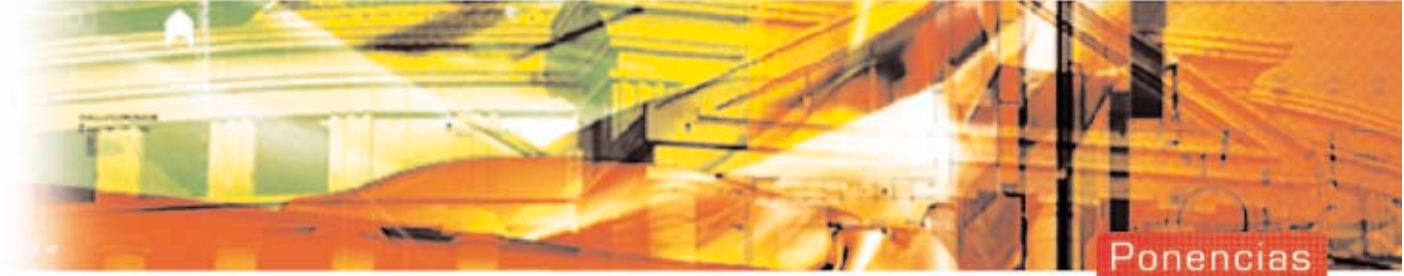
- En la segunda fase, se estudiará el uso de PDAs (Personal Digital Assistant, ordenadores de mano) como ayuda a la labor municipal, equipando a cada patrulla con estos dispositivos. Cada PDA llevará un accesorio GPS para realizar las tareas de registro de rutas, y gracias a él también se podrán realizar anotaciones, registrar denuncias y otras tareas similares sin necesidad de papel. Todos estos datos se descargarán una vez la patrulla haya terminado su labor. Asimismo, para evitar el inconveniente de no poder disponer de los datos recopilados hasta que termina la jornada, se estudiará la transmisión de los datos en tiempo real, bien por medio de telefonía móvil (GSM, GPRS o UMTS), o bien por radiofrecuencia utilizando un canal de radio exclusivo. Gracias a ello, además de enviar la información de posición de cada patrulla en tiempo real, será posible que una patrulla conozca dónde están localizadas las demás en dicho momento, que se envíen mensajes entre ellas y entre la administración central. Si las capacidades del canal lo permiten, también sería posible sustituir las emisoras de radio convencionales que utilizan las patrullas (que permiten que cualquier persona con un receptor pueda escuchar las conversaciones que emiten) por comunicaciones de voz digitalizadas y criptografiadas, para que nadie ajeno a ese organismo consiga escuchar sus transmisiones.

Los objetivos finales del proyecto para el ayuntamiento de Amorebieta-Etxano son varios, entre los que podríamos destacar la mejora de las condiciones laborales de la policía municipal (tanto en eficacia y rendimiento, como en seguridad), el incremento de cobertura de las patrullas locales, y en definitiva, el control mejorado sobre todas sus labores, ya sean de campo o administrativas.

GPSApp es un proyecto pionero en su ámbito. Hasta hace poco la tecnología GPS no era tenida en cuenta para este tipo de aplicaciones, debido a las deficiencias de la misma en núcleos urbanos. Por ello, la mayor dificultad de este proyecto se basa en la investigación de procedimientos que permitan suplir dichas deficiencias. Una vez logrado este objetivo y desarrollado el resto del proyecto, se obtendrá una potente aplicación de gestión, comunicación y control de rutas en tiempo real que podrá ser usada por diversas instituciones y para muy diversos fines.

## 2 Control de rutas

La primera fase del proyecto se centra en el sistema de localización. Se trata de lograr fiabilidad y precisión al obtener la ruta que ha realizado una patrulla de la policía municipal, antes de desarrollar otras prestaciones del sistema. El uso



que se da a la aplicación en esta fase es el siguiente (figura 1): al comenzar la jornada, antes de empezar la ruta, cada patrulla pone en marcha su respectivo receptor GPS. Dado que los receptores son muy pequeños (del tamaño de un teléfono móvil), una persona puede llevarlo encima junto con el resto de su equipamiento sin que le moleste. A medida que la patrulla se va moviendo, ya sea a pie o en automóvil, el GPS registra en su memoria interna los puntos por donde pasa. Cuando termina la jornada, se conecta el receptor GPS a un PC y, mediante una aplicación informática, se crea una nueva ruta en la base de datos del programa. Así, se podrá ver el recorrido que han realizado (un ejemplo se puede ver en la

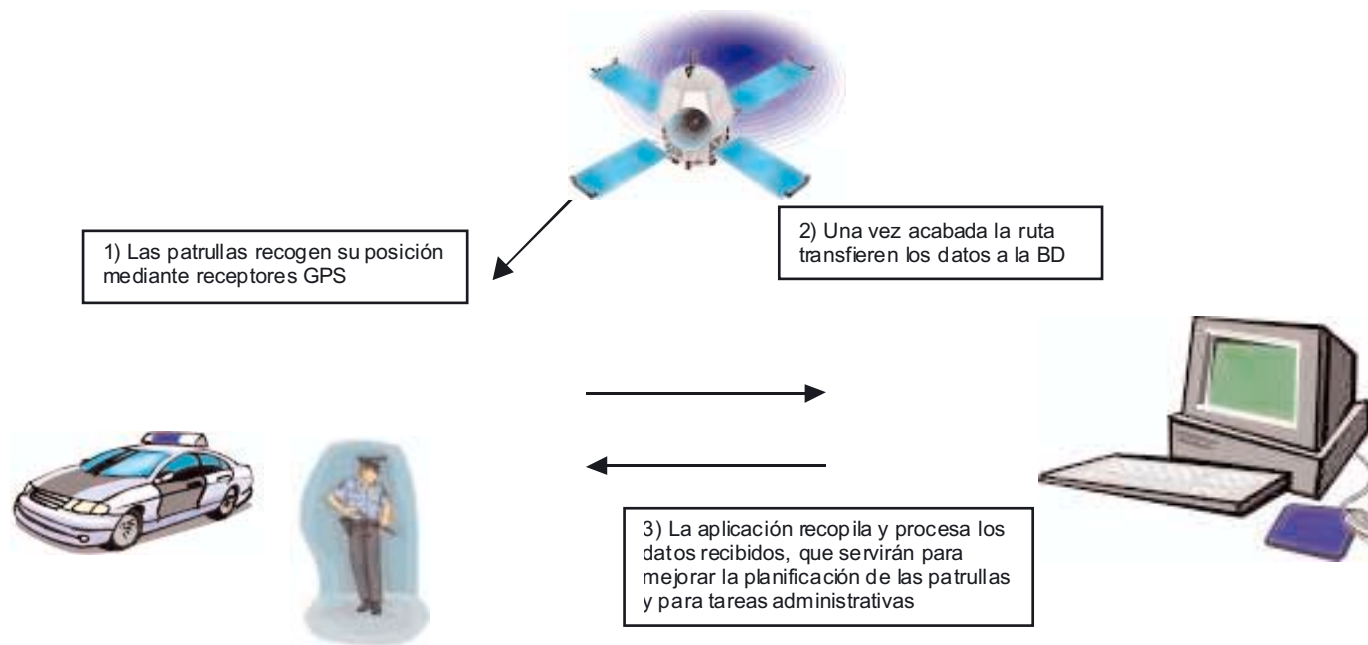


Figura 1. Esquema de la primera fase del proyecto



figura 2), compararlo con el de días anteriores u otras rutas diferentes, y plasmar la cobertura de todas las rutas en el mapa. La figura 3 muestra una de la pantallas principales de la aplicación que sirve para estos menesteres.

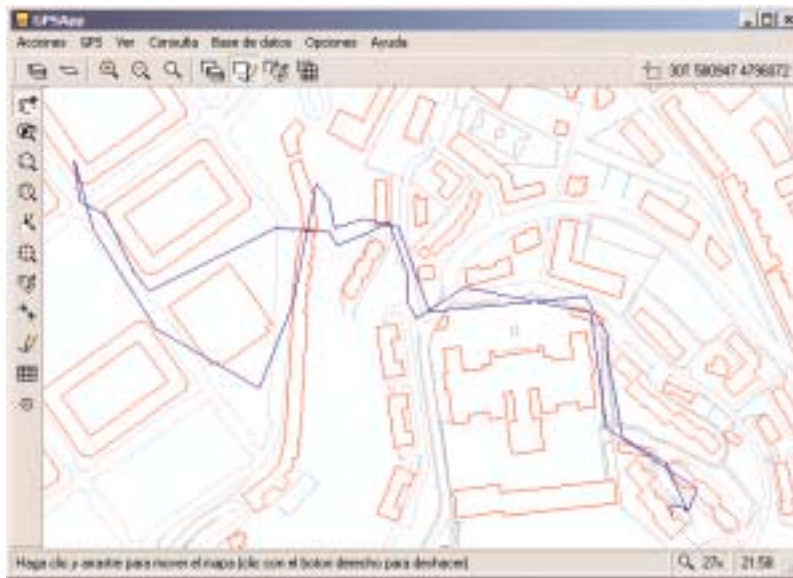


Figura 2. Ruta de ejemplo



Figura 3. Pantalla de la aplicación en uso.

En la primera fase han surgido varios problemas, la mayoría relativos al hardware utilizado. En primer lugar, la elección del GPS no podía realizarse al azar. Debía ser pequeño, para no estorbar a la persona que lo lleve; tener memoria de almacenamiento suficiente para poder guardar los puntos de la ruta durante muchas horas; pero sobre todo, debía poder conectarse fácilmente a cualquier tipo de PC. Esto último evita incompatibilidades entre equipos al descargar la ruta desde el GPS al PC. Por todo ello se ha llevado a cabo un amplio estudio de los dispositivos en el mercado y diversas pruebas con varios de ellos.

Por otra parte, era necesario que el receptor GPS funcionase dentro de un automóvil, así que también se hizo necesario utilizar algún tipo de antena externa, para no obligar a que los usuarios utilizarasen receptores GPS para automóvil, que son más voluminosos que los personales.



### Figura 3. Pantalla de la aplicación en uso.

Para implementar la aplicación, hacía falta software que permitiera tanto la comunicación con el GPS para recuperar la ruta en cuestión, como para representar el mapa y las rutas en pantalla. Se han evaluado diversas soluciones existentes en el mercado, ya que el desarrollo de estos componentes es costoso y no es objetivo de este proyecto.

Otra de las labores acometidas ha sido el estudio de los diversos sistemas de posicionamiento que pueden ser usados junto con la aplicación. Los tres candidatos han sido el sistema de posicionamiento global europeo GALILEO, su homólogo de los Estados Unidos GPS y la localización basada por telefonía móvil. Se ha optado por el sistema GPS. El contenido de los tres siguientes apartados justifica esta decisión:

- GPS es un sistema interesante debido a su gran proliferación y a los bajos precios de los receptores comerciales. Dispone de una red de satélites que reflejan señales emitidas por 5 estaciones base repartidas por todo el planeta. Los satélites están puestos en una órbita baja de tal manera que giran más rápido que la Tierra. Si alguien se sitúa en un lugar concreto de la tierra, tiene encima de él varios satélites colocados en diversos puntos del cielo que está a su vista. Estos satélites van desplazándose a cada momento de tal manera que mientras unos desaparecen por el horizonte, otros se acercan haciendo que la cobertura de su señal sea constante. Para determinar una posición exacta, es necesario poder recibir con claridad las señales de 3 satélites por lo menos. Con 4 también se podrá triangular la altura, y cuantas más señales se reciban, mayor será la precisión de la medida (la mayoría de receptores comerciales permiten recibir hasta 12 señales simultáneas). Debido a la naturaleza de las señales, cualquier obstáculo que se ponga en su camino impedirá su recepción. Por ello se aconseja utilizar los receptores a cielo abierto, para evitar obstáculos. En entornos urbanos es difícil recibir las señales necesarias, por lo que se obtienen medidas con muy poca precisión. La precisión máxima que puede aportar este sistema es de 5 metros respecto al punto exacto donde se esté. Pero en ciudad lo normal es que se obtengan un error de 10-15 metros, lo que causa imprecisiones en el trazado de la ruta en el PC.
- Otro sistema de posicionamiento es GALILEO. Su principio es el mismo que el del GPS, sin embargo éste último se encuentra al servicio del Departamento de Defensa (DoD) de los Estados Unidos, que impide a los usuarios civiles el aprovechar al máximo las capacidades del sistema. En otras palabras, utilizando GPS no se alcanza toda la precisión que ofrece el sistema. Su contrapartida europea, el sistema GALILEO, no



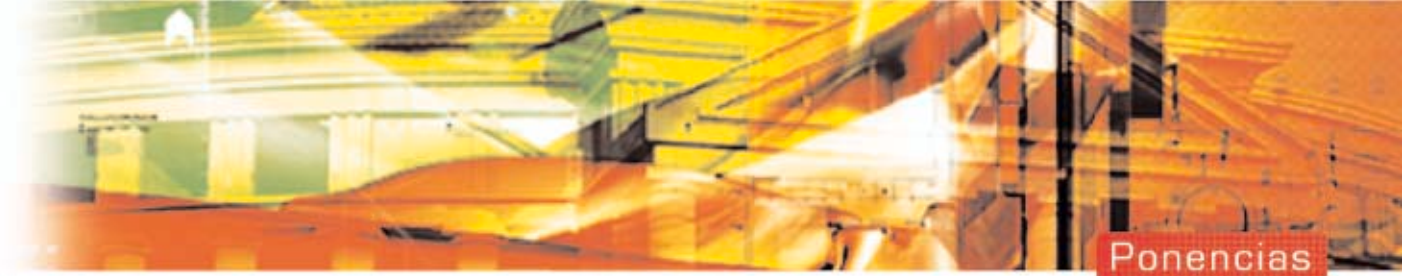
está regida por ningún organismo militar, sino por la Agencia Espacial Europea (ESA), que no impone restricciones a su uso. Desafortunadamente aún no está implantado en su totalidad y se espera que esté disponible para aplicaciones civiles dentro de varios años, se habla del 2007. Queda claro que este sistema no es por tanto una alternativa para el proyecto expuesto en este artículo.

- El auge de la tecnología móvil ha creado otro sistema de posicionamiento similar en concepto, pero aplicado a la infraestructura de las redes telefónicas terrestres. Se trata de la localización por telefonía móvil. Gracias a la gran cantidad de antenas de radiofrecuencia que han desplegado los operadores de telefonía, se puede hacer una triangulación de la señal de un teléfono móvil, y por tanto conocer su posición exacta. Por ejemplo, el operador Vodafone utiliza este sistema en su servicio de publicidad Admito, para enviar al usuario anuncios de su provincia o comunidad autónoma. De hecho, compañías como LBSWorld ofrecen soluciones completas de servicios de localización y cartografía basados en estos procedimientos para su uso en aplicaciones web. La contrapartida en este sistema es que hay que contratarlo al operador de telefonía móvil en cuestión, y también pagar por su uso, sin mencionar que la mejor precisión que puede ofrecer es mucho peor que la de un GPS (50 metros de error frente a 10-15 metros del GPS).

Otra cuestión a considerar es el uso del GPS en un automóvil. Es necesario encontrar algún tipo de antena externa. Tras buscar en el mercado la oferta disponible, se consiguió un modelo de antena con unas características excelentes y no excesivamente costoso. Las antenas re-radiantes son unos modelos relativamente difíciles de encontrar, pero muy interesantes para esta aplicación. Se trata de una antena en forma de cable con tres extremos. Uno se coloca en la parte exterior del coche, o en la parte interior del parabrisas, adherido por medio de ventosas. El otro extremo se coloca en el interior del coche, encima del salpicadero. Un tercer extremo se conecta a la toma del encendedor para suministrar energía al conjunto. La antena exterior capta las señales de los satélites GPS de la misma manera que el receptor GPS, pero éstas vuelven a ser emitidas por la antena interior, para que el receptor GPS en cuestión las capte y pueda trabajar con toda normalidad.

### 3 Mejorando lo presente

En la segunda fase del proyecto se amplía la funcionalidad de la aplicación utilizando PDAs (Personal Digital Assistant). Estos ordenadores de bolsillo se componen de una pequeña pantalla táctil en la que, mediante un puntero en forma de



bolígrafo, se escribe, se pulsan botones y se activan menús. Son capaces de realizar tareas similares a las de un PC de sobremesa, como escribir pequeños documentos, leer y enviar correo electrónico, e incluso escuchar música y reproducir pequeños vídeos. Combinados con un accesorio GPS, los PDAs permiten tener todas las capacidades desarrolladas en la primera fase del proyecto junto con otras muy interesantes, como tomar notas con el PDA y descargarlas junto con la ruta obtenida del GPS, o automatizar otros procesos como la gestión de denuncias. Por otra parte en esta fase se buscarán alternativas para transmitir al PC los puntos que conforman la ruta a medida que se van obteniendo del GPS; es decir, pasar a la localización en tiempo real.

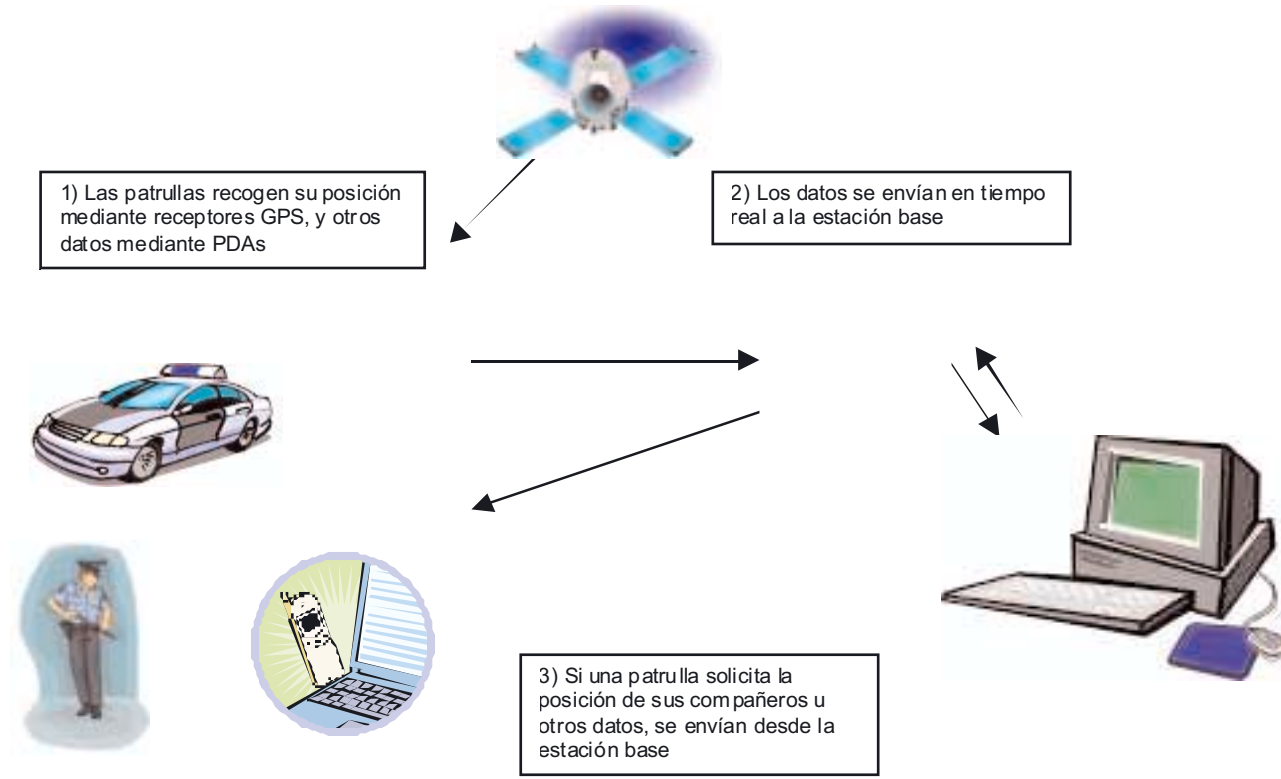
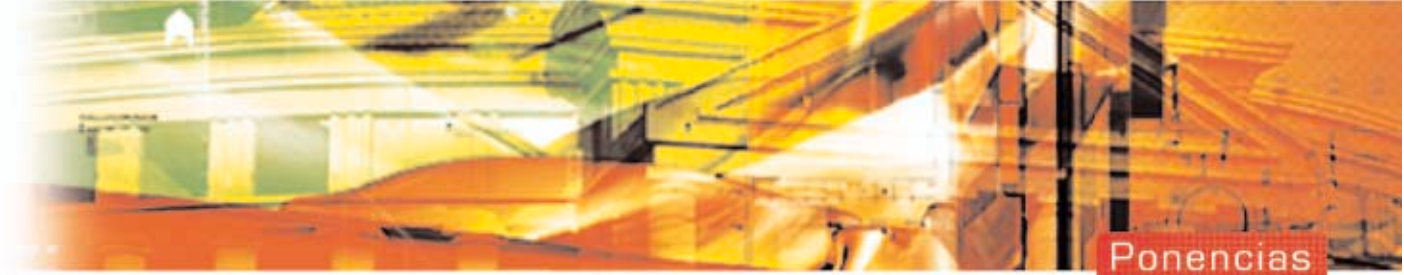


Figura 4. Esquema de la segunda fase de la aplicación



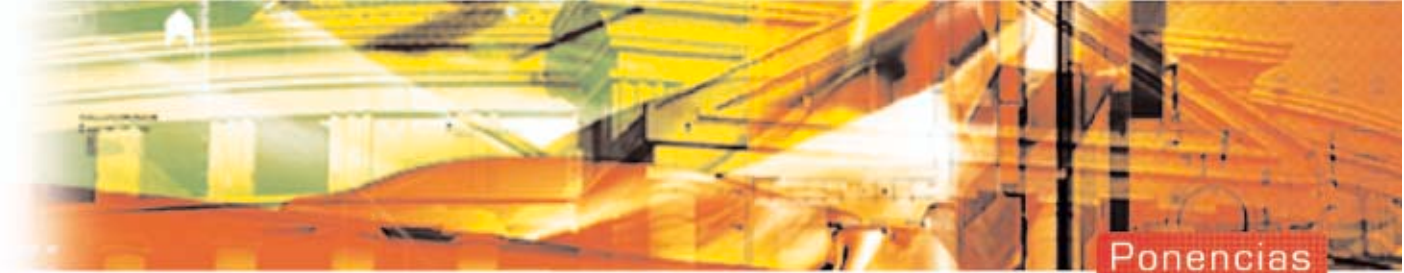
En esta segunda fase, el sistema está compuesto de un PC central al que llegan todos los datos en tiempo real y varios PDAs que los transmiten a dicho PC (figura 4). Al igual que en la primera fase, cuando comienza la jornada las patrullas encienden su PDA, el GPS y el sistema de comunicación (teléfono, radio...) para que se puedan enviar los puntos obtenidos a medida que los proporciona el GPS. Cuando hay que registrar una denuncia o realizar una nota, se ejecuta una aplicación en el PDA. Después se manda a la administración central. Dado que el PC central tiene toda la información de todas las rutas, es posible que una patrulla solicite la posición de sus compañeros en un momento dado, que la administración central gestione una denuncia en cuanto una patrulla la anote en el PDA, etc.

Un sistema como el que se pretende crear plantea una serie de cuestiones a resolver. En primer lugar, está la elección del método de transmisión que se usará para enviar los datos al PC central. Lo más extendido en estos momentos es el uso de un teléfono móvil con tecnología GSM o GPRS junto a un PDA, o el uso de la red UMTS cuando esté disponible. Sin embargo, el uso de estos sistemas es caro, aunque con GPRS y UMTS se tarifica por información transmitida, en vez de por tiempo de conexión. Otra alternativa es usar una frecuencia de radio del Ayuntamiento de Amorebieta-Etxano. Utilizando emisoras convencionales y radio-módems sería factible enviar los datos por radio. Así se ahorraría mucho en costes, al restringirse éstos a la inversión inicial en equipos, sin embargo este sistema es más arriesgado ya que depende del rendimiento de los radio-módems y del nivel de ruido que haya en la mencionada frecuencia de radio.

En segundo lugar, el PDA también necesitará un nuevo software para representar el mapa, controlar el GPS y comunicarse con el PC central. En principio, el software utilizado en la primera fase para la representación del mapa podría ser ejecutado por el PDA. Sin embargo, hay que recordar que estos son bastante más lentos y tienen menos recursos que el PC que ejecutaba la aplicación inicialmente. Por lo tanto, podría no ser factible reutilizar el software de la primera fase. El receptor GPS que se utilice también requerirá más software, que será necesario buscar de la misma forma que en la primera fase.

En tercer lugar, si el método de transmisión es la radio, habrá que desarrollar todo lo necesario para manejar los radio-módems desde los PDAs y el PC central. En cambio, si la opción elegida son los teléfonos móviles, esto no sería necesario ya que ambas plataformas (PDAs y teléfonos móviles) incluyen soporte para comunicación inalámbrica. El éxito de la comunicación por radio podría suponer muchos beneficios para el proyecto. El primero y más importante, el ahorro de gastos en comunicación. También la ampliación del proyecto con nuevas funcionalidades. Si la velocidad de transmisión que se consigue es lo suficientemente grande, sería posible llevar las comunicaciones de voz digitalmente por ese canal en vez de utilizar otra frecuencia distinta para ello. Así, además de evitar a las patrullas llevar una radio para sus comunicaciones de voz y otra para el PDA, se evita que cualquier persona que posea un receptor de radio UHF logre escuchar las conversaciones de las patrullas, mejorando así la seguridad de las comunicaciones.





## 4 Conclusiones y líneas de trabajo futuras

Este artículo ha presentado el proyecto GPSApp, una solución integral para la gestión, planificación y control de las rutas de la policía municipal del ayuntamiento de Amorebieta-Etxano. Este proyecto se divide en dos fases. Actualmente la aplicación desarrollada en la primera fase se encuentra en período de pruebas por parte del Ayuntamiento de Amorebieta-Etxano. La segunda fase aún está en plena etapa de análisis e investigación.

Es posible que se confunda este proyecto con muchas aplicaciones existentes. La localización y el control de rutas no es un área nueva, sin embargo lo realmente innovador del proyecto es la versatilidad de su concepto. No se trata de proponer una solución al problema de gestión del cliente final. Se trata de aportar una plataforma flexible que sirva para aplicaciones futuras. El sistema propuesto no es de implementación costosa comparado con otras soluciones basadas en telefonía móvil, lo que sin duda puede ser del interés de otros clientes potenciales. El hardware utilizado es estándar en el mercado y de fácil acceso, al igual que el software, con lo que se asegura la compatibilidad. También se ha tenido en cuenta la seguridad y la reacción ante fallos del sistema. Con todo ello, el proyecto se enfoca como plataforma abierta y adaptable para múltiples funciones.

Existen muchas posibilidades para el futuro de este sistema. La más directa es la integración de las comunicaciones de voz de la policía municipal en esta aplicación, pasando del uso de emisoras de radio convencionales a PDAs y transmisión digital de datos, tal como se ha expuesto en el apartado 3. Así, además de mejorar la calidad y seguridad de las transmisiones entre las patrullas, se asegura el buen funcionamiento del recurso más utilizado para su trabajo, que son las comunicaciones de voz. También existen otras posibilidades, como incluir webcams en los coches de las patrullas para, además de saber dónde están, saber qué pasa en un instante dado. Las aplicaciones que permite el PDA también son muy interesantes, como tramitar denuncias y otras solicitudes 'a distancia'. Esto sin duda agilizaría los trámites necesarios y beneficiaría tanto a los departamentos del Ayuntamiento como a los ciudadanos del municipio de Amorebieta-Etxano. También se podrán automatizar otros trámites mediante este sistema en un futuro, como realizar denuncias en el acto en caso de un accidente automovilístico, informar a las respectivas compañías aseguradoras, etc.

Con todo ello se espera que el proyecto tenga una buena aceptación en la comunidad empresarial, y que sirva de puente a futuras mejoras del mismo o proyectos derivados más innovadores y con más posibilidades.