

## Sistema multimodal para la planificación de viajes en transportes públicos de código abierto y basado en estándares 'de facto'

Juan G. Jordán Aldasoro<sup>(1)</sup>, José Vidal Peña<sup>(2)</sup>, Jaume Segura<sup>(3)</sup>

<sup>(1)</sup> Instituto de Robótica de la Universitat de València. (teléfono: 0034 963543577; fax: 0034 963543550; e-mail: [jjordan@robotica.uv.es](mailto:jjordan@robotica.uv.es)).

<sup>(2)</sup> Instituto de Robótica de la Universitat de València. (teléfono: 0034 963543566; fax: 0034 963543550; e-mail: [jvidal@robotica.uv.es](mailto:jvidal@robotica.uv.es)).

<sup>(3)</sup> Instituto de Robótica de la Universitat de València. (e-mail: [jaume.segura@uv.es](mailto:jaume.segura@uv.es)).

### RESUMEN

*Este artículo muestra cómo con bajo coste y riesgo se puede desarrollar un sistema de planificación de viaje multimodal, basado en un enfoque de código abierto y estándares 'de facto'. Se ha desarrollado completamente una solución de código abierto para un sistema de información de transporte público puerta a puerta basado en estándares 'de facto'. El cálculo de rutas se realiza mediante Graphserver, mientras que la cartografía se basa en OpenStreetMap. También se ha demostrado cómo exportar una base de datos real de horarios de transporte público como la del operador ETM (Empresa de Transporte Metropolitano de València) a la especificación de Google Transit, para permitir el cálculo de rutas, tanto desde nuestro prototipo como desde Google Transit.*

**Palabras clave:** *cálculo de rutas, openstreetmap, software libre, transporte público, google transit.*

### ABSTRACT

*This paper shows how a low cost and low risk comodal journey planning system can be developed, built on an open source approach and open 'de facto' standards. We have developed a completely open source solution for a comodal door to door public transport information system based on several 'de facto' standards and open source packages. The route calculation is performed by Graphserver, while the cartography is based on OpenStreetMap. We also have demonstrated how to export the full timetable database of a real public transport operator like ETM (Empresa de Transport Metropolità de València) to the Google Transit Feed Specification, to enable route calculation both from our prototype and from Google Transit.*

**Key words:** *routing, openstreetmap, open source, public transport, google transit.*

## INTRODUCCIÓN

Hoy en día, un viajero puede planificar un viaje de larga distancia con la combinación de varios recursos de la Web, de diferentes operadores de transporte. Esto generalmente implica varias horas de navegación e incluso algunas llamadas telefónicas y finalmente enlazar las diferentes rutas, horarios y tarifas, sin asegurar al viajero que selecciona la mejor combinación para el viaje deseado. Este es el escenario donde un planificador multimodal puede ayudar a seleccionar la mejor opción al viajero.

Nuestro trabajo se llevó a cabo en el marco del proyecto SITI, que fue subvencionado por el Ministerio de Fomento, y tuvo como objetivo identificar los requisitos para un sistema de planificación multimodal. El proyecto SITI, acrónimo para Sistema de Información de Transporte intermodal, ha seguido dos direcciones distintas y etapas complementarias. En una primera etapa, se realizó un completo estado del arte de los estándares de transporte público y servicios en Europa. No sólo oficiales, sino también "de facto" por su amplia utilización. Estos estándares incluyen, TRANSMODEL, SIRI, IFOPT, TransXChange, Journeyweb, Naptan, NPTG, Delfi, RtigXML, Google, etc.

Se analizaron y clasificaron las políticas de transporte de veinticinco países europeos en función de varios indicadores. En concreto, treinta planificadores de viaje de estos países, en los que se identificó y evaluó su bondad sobre la base de varios indicadores, incluida la cobertura, la utilización de datos en tiempo real, y su capacidad.

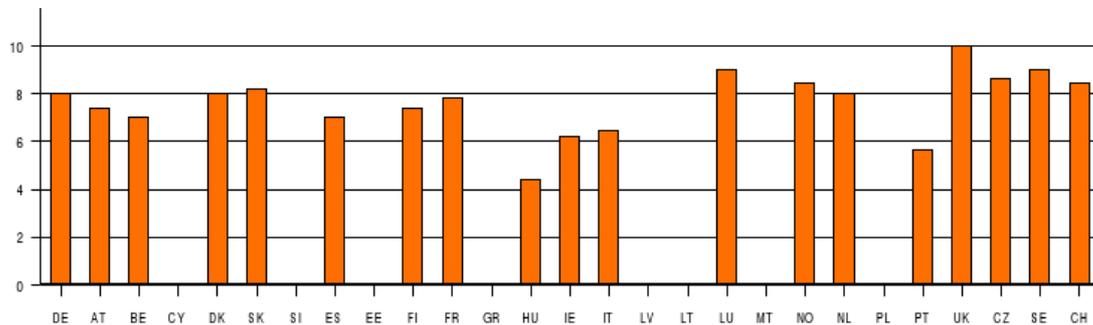


Figura 1: Clasificación global de servicios de planificación de viaje.

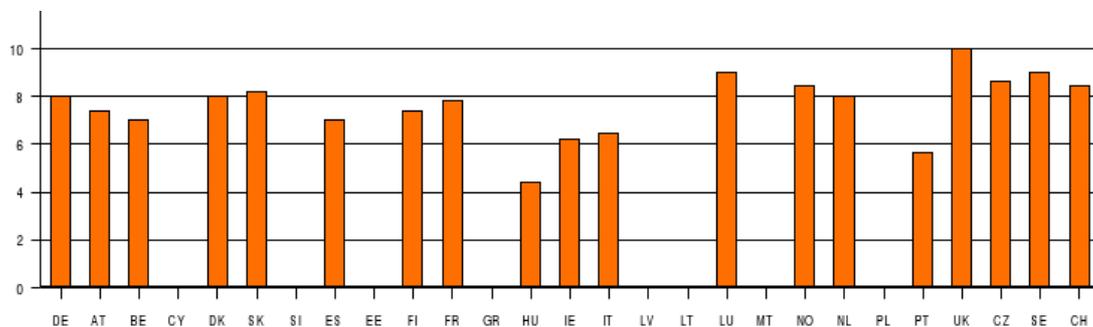


Figura 2: Clasificación incluyendo los indicadores de las políticas de transporte.

Las conclusiones de este estudio ofrecen un panorama completo de la situación actual de la planificación multimodal en Europa. Se estudiaron varios casos de éxito y

se generaron recomendaciones para el Ministerio de Fomento, y potencialmente para cualquier otro país donde estos servicios están todavía en un bajo estado de madurez y desarrollo. Estas recomendaciones pueden resumirse en la siguiente tabla, aunque se puede descargar más información de nuestro portal Web [1] [2].

Tabla 1: Recomendaciones para la planificación de itinerarios multimodal.

| Recomendación                                      | Casos de Éxito                                 |
|--|--|
| Base de datos Nacional de Transportes              | Transport Direct (UK), Predim(FR) , DELFI (DE) |
| Regulación de la información de transporte público | IDOS (CZ & SK)                                 |
| Soporte público para la gestión datos              | Transport Direct (UK), IDOS (CZ & SK)          |
| Armonizar Bases de datos.                          | Transport Direct (UK), DELFI (DE)              |
| Utilización de estándares para el intercambio      | Muchos Países.                                 |
| Estudio de necesidades usuario                     | Muchos Países.                                 |

En una segunda etapa, se desarrolló un prototipo para tener un punto de vista práctico del problema. Los resultados de esta etapa son presentados en las secciones siguientes.

## OBJETIVOS

El objetivo fue desarrollar una solución de bajo coste, escalable y extensible que nos permitiera demostrar las funciones básicas de un planificador de viaje multimodal, e identificar los problemas técnicos que pueden surgir en la implementación de un sistema real.

Nuestro enfoque tendría que cumplir con los siguientes requisitos:

- Proporcionar la funcionalidad básica de un planificador de viaje: geocodificación, cálculo de la ruta y proporcionar indicaciones textuales.
- Proporcionar rutas urbanas, así como las rutas interurbanas
- Ser simple y escalable
- Estar completamente basado en software de código abierto
- Minimizar el coste de las fuentes de datos de cartografía

El uso de datos de horarios de transporte público reales también se consideró importante. Por esa razón, un objetivo principal fue explorar diferentes enfoques para la captura de los datos de horarios:

- Manualmente a partir de datos publicados.
- Mediante herramientas de recogida automática de datos (web scraping), de los portales de los operadores de transporte público.
- Por colaboración directa con los operadores de transporte, exportando su base de datos al formato deseado.

## DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN

La funcionalidad básica del planificador de viaje que proporciona nuestro prototipo incluye:

### III Jornadas de SIG Libre

- Geocodificación con desambiguación de direcciones. A partir del nombre de una calle o una plaza, se obtiene un identificador para el nodo de origen y destino en el grafo. Si varias opciones son posibles, el usuario dispone de una lista para elegir.
- Cálculo de la ruta. Dado los nodos de origen y destino, se calcula una ruta basada en cierta regla de optimización. La ruta consiste en una lista ordenada de nodos y caminos.
- Descripciones para los tramos a pie y en transporte público. La lista de nodos y aristas tiene que convertirse en algo que sea legible por humanos, como texto o mapas.

Nuestro prototipo puede ser visto como una aplicación “mashup”, donde llamadas remotas y locales a varios servicios Web interactúan para proporcionar toda la funcionalidad. La siguiente figura muestra los componentes del prototipo.

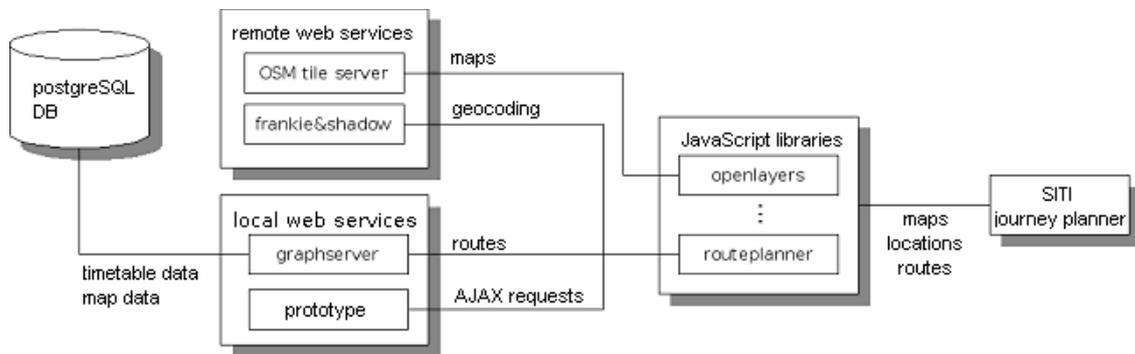


Figura 3: Arquitectura del prototipo.

El planificador de viaje hace uso de dos servicios Web locales y un servicio Web remoto, e interactúa con ellos por medio de JavaScript y AJAX. Un servidor de “tiles” (porciones de mapa cuadradas de tamaño fijo, que se unen en el cliente recomponiendo un mapa completo).

Los mapas son solicitados a un servidor de OpenStreetMap (OSM) [3] en forma de “tiles” (porciones de mapa cuadradas de tamaño fijo, que se unen en el cliente recomponiendo un mapa completo) para su visualización en el mapa del planificador, mientras que el servicio namefinder [4] es usado para la geocodificación (tanto directa como inversa).

Un paquete de código abierto, Graphserver [5], se utiliza en nuestro prototipo para realizar el cálculo de la ruta. Graphserver es un servicio Web que proporciona el camino más corto a partir de un grafo que represente los datos de calles y transportes públicos. Se distribuye bajo la licencia BSD. Además, es fácil introducir cambios en el código fuente, para adaptarlo a nuestras necesidades. Las principales mejoras realizadas se han enfocado en mejorar el acceso a formatos de datos –como los de OSM– e incluir información geográfica en la respuesta de la ruta calculada. Los cambios realizados fueron integrados en el repositorio de Graphserver y distribuidos bajo la misma licencia BSD.

## FUENTES DE DATOS

Varios estándares identificados en la primera etapa del proyecto se consideraron como potenciales fuentes de datos de horarios y paradas de transporte público. Algunas de estas estándares ofrecen una excelente solución para la definición y el intercambio de datos de transporte público casi a cualquier nivel de detalle. Sin

embargo, se escogió un enfoque diferente, por dos razones: sencillez y sentido práctico.

Google Transit (GTFS) [6] es un estándar "de facto" abierto, proporcionado por Google a los operadores de transporte que quieran participar en su sistema de planificación de viaje, Google Transit. El estándar no es tan flexible y completo como algunas normas europeas como TransXChange o SIRI, pero cubre los fines de nuestro prototipo. Asimismo, resultaba sencilla su integración con la plataforma de código abierto de cálculo de rutas que se deseaba utilizar, Graphserver.

Por último, dado que la participación en Google Transit es gratuita para cualquier operador de transporte que proporcione datos válidos, el uso de GTFS permitiría a cualquier organismo que colaborase con nosotros la integración directa en el planificador de itinerarios de Google.

Otro estándar de facto fue seleccionado como fuente de datos cartográfica. OpenStreetMap (OSM) [7] es un proyecto de colaboración destinado a la creación y distribución libre de datos geográficos, tales como callejeros, mapas de carreteras o completos mapas cartográficos, para cualquiera que quiera utilizarlos. El proyecto se inició porque la mayoría de los mapas que a menudo se piensa que son libres, tienen restricciones legales o técnicas sobre su uso, impidiendo a potenciales usuarios utilizarlos "de forma creativa, productiva o inesperada". La licencia de los datos de OSM- Creative Commons 2.0- permite el uso libre y comercial de los datos.

Los modos de transporte urbano incluidos actualmente en el prototipo son el metro y el autobús, mientras que como modos interurbanos se ha incluido el avión, el tren y el autobús de largo recorrido. El prototipo proporciona itinerarios a pie en toda España y en transporte público entre direcciones de Madrid y Valencia. El operador de transporte local Valencia ETM (Entidad Pública de Transport Metropolità de València) colaboró dando acceso a sus paradas y base de datos de horarios, que se exportó a GTFS mediante consultas SQL.

Se desarrolló una aplicación de Web Scraping para recopilar automáticamente datos de horarios de Renfe, así como datos de paradas del operador local de autobús EMT, que fueron también importadas en la base de datos de OSM.

## RESULTADOS

Las siguientes ilustraciones muestran un ejemplo de itinerario calculado con nuestro prototipo. La consulta fue para una ruta entre "Calle de Goya" en Madrid y "Calle del Beato Gaspar Bono" en Valencia. La primera figura muestra la vista del planificador del viaje, con indicaciones textuales y gráficas.

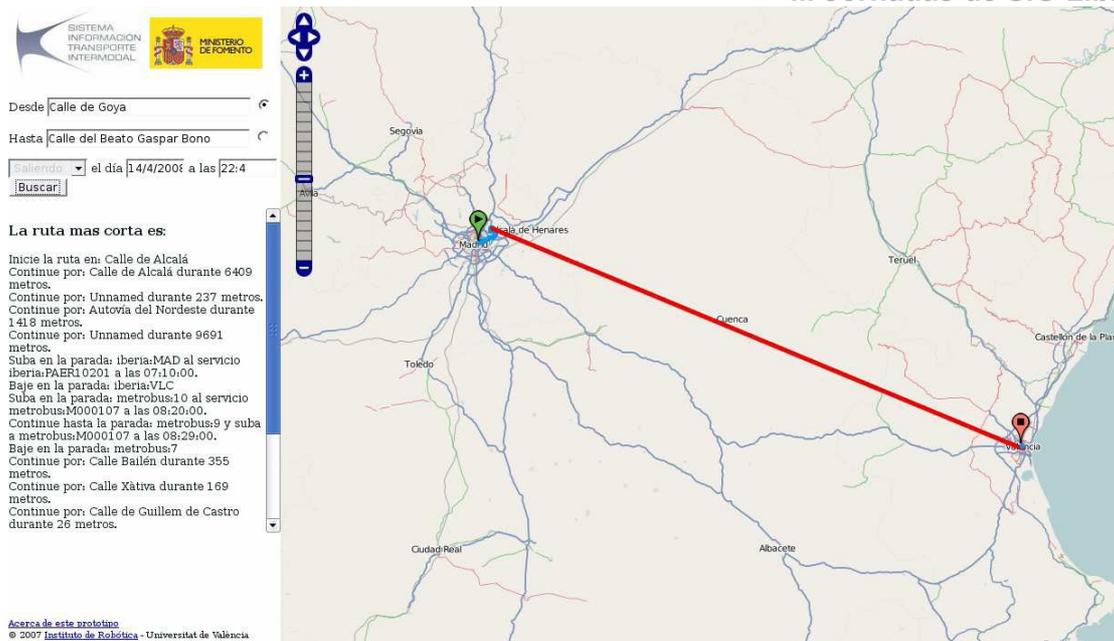


Figura 4: Resultado a una petición de ruta.

Las líneas azules corresponden a rutas a pie y las líneas en rojo corresponden con tramos en transporte público. El itinerario obtenido utiliza un vuelo, un autobús metropolitano y un autobús urbano para completar la ruta. Se proporcionan instrucciones de texto así como instrucciones gráficas del recorrido.

La siguiente figura muestra los detalles desde el origen del itinerario calculado. Hay un largo trozo a pie entre el centro de Madrid y el aeropuerto ya que el prototipo no incluye datos de transporte público de Madrid y simplemente utiliza los datos de calles.

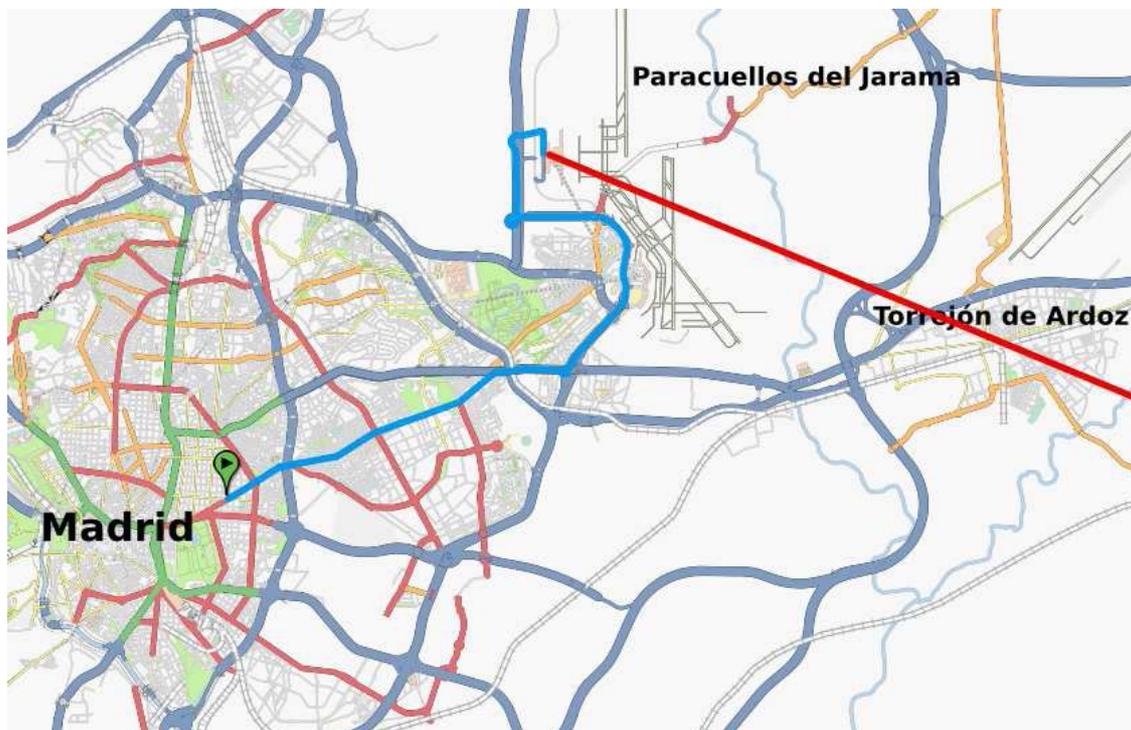


Figura 5: Detalle del inicio de la ruta calculada.

En el lugar de destino, en Valencia, el planificador de viaje dispone de más datos de transporte público. La respuesta incluye un autobús entre el aeropuerto de Manises hasta el centro de Valencia, y luego un autobús urbano al destino final. Los tramos intermedios se completan a pie.

Los tiempos de proceso son rápidos –entre 2 y 5 segundos para calcular y mostrar la ruta– pero todavía pueden ser optimizados. El cálculo de ruta es bastante rápido, mientras que la mayor parte del tiempo es dedicado a la geocodificación. Esto podría mejorarse proporcionando la geocodificación localmente –en lugar de depender de un servicio web externo.

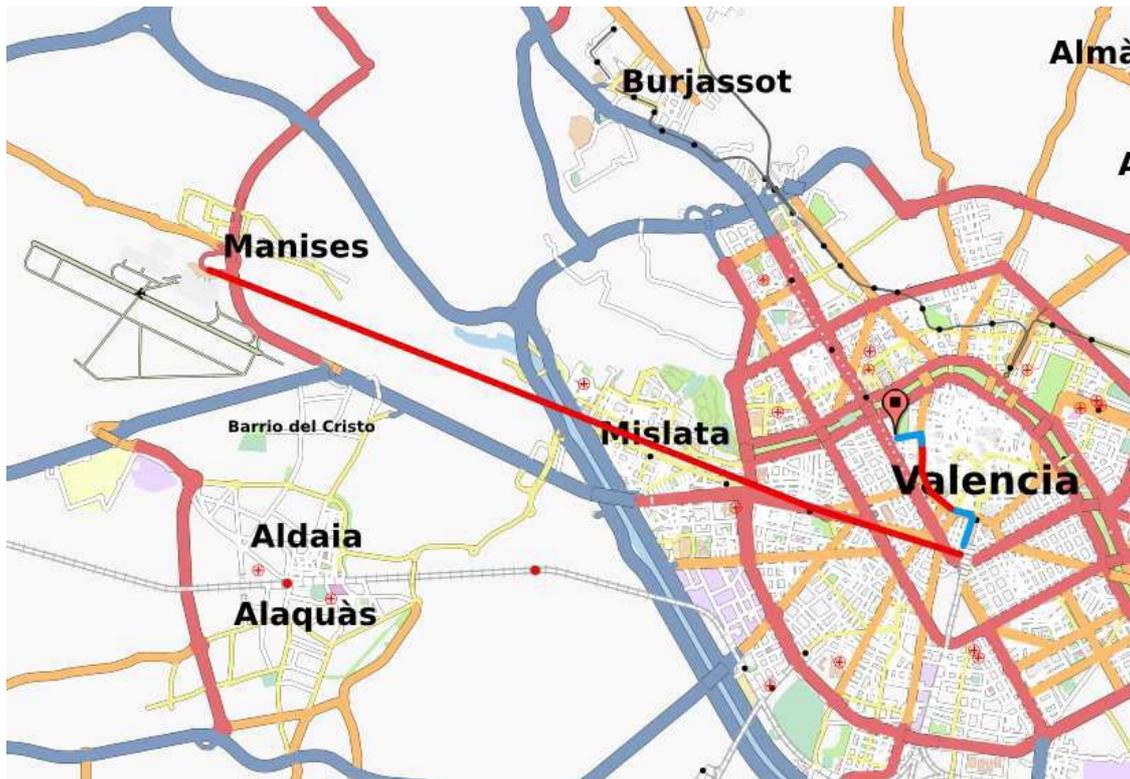


Figura 6: Detalle del final la ruta calculada.

## CONCLUSIONES

Nuestro prototipo demuestra que es posible desarrollar un planificador de itinerarios basado en código abierto y estándares, con bajo costo y bajo riesgo. Un transporte operador puede ofrecer, a partir de la misma fuente de datos, un sencillo pero mundialmente conocido servicio de planificación de itinerarios a través de Google, y un servicio local desde su propio sitio web, a través de un sistema basado en Graphserver. Este servicio se puedan adaptar a sus propias necesidades en muchos sentidos, como las reglas de optimización de las rutas, selección de los modos de transporte deseados en la ruta de cálculo, información de tarifas, venta de entradas, etc.

Los estándares de intercambio de datos de transporte público son necesarios para la prestación servicios de información multimodal de larga distancia. Incluso estándares "de facto" pueden servir para este propósito. La cuestión es que estas interfaces deben ser acordadas entre los diferentes actores de la cadena de

transporte de larga distancia. Algunos países han hecho grandes avances en esa dirección, logrando cobertura nacional para sus servicios de planificación de itinerarios multimodales, pero es necesario dar un paso más para el desarrollo de servicios paneuropeos.

El trabajo futuro incluye la mejora de la estabilidad del calculador de rutas así como el desarrollo de nuevos algoritmos que permitan añadir nuevos criterios de búsqueda en el planificador (exclusión de medios de transporte, exclusión de zonas, acceso a minusválidos, menor número de transbordos, etc.). Otro punto que se considera importante para el mantenimiento de estos sistemas y que deseamos explotar es la gestión y mantenimiento de los datos de transporte público. Para ello nos proponemos la exploración de herramientas web 2.0 que permitan la edición de datos de transporte público por el usuario final, dando al usuario la posibilidad de añadir datos de paradas y horarios, en una especie de wiki de transporte público, con exportación a formatos estándar, como TransXChange y GTFS para alimentar planificadores de itinerarios de terceros.

## REFERENCIAS

- ◆ Proyecto SITI (2008). *D1.1 Estado de los servicios intermodales de información al viajero en Europa*. <http://www.intermodal.es>
- ◆ Proyecto SITI (2008). *D1 Estudio de Estándares y Proyectos*. <http://www.intermodal.es>
- ◆ Creando tu propio mapa de OpenStreetMap mediante Openlayers. <http://wiki.openstreetmap.org/wiki/OpenLayers>
- ◆ OpenStreetMap Name Finder. <http://gazetteer.openstreetmap.org>
- ◆ Brandon Martin-Anderson. *Graphserver – Fine Open Source Itineraries*. <http://graphserver.sourceforge.net>
- ◆ Google Inc. (2008, February). *Google Transit Feed Specification (2008)*. [http://code.google.com/transit/spec/transit\\_feed\\_specification.html](http://code.google.com/transit/spec/transit_feed_specification.html)
- ◆ *OpenStreetMap*. <http://www.openstreetmap.org>