

ESPECIFICACIÓN DE ARQUITECTURAS ITS: LA EXPERIENCIA DEL PROYECTO FOTsis

Jorge Alfonso Kurano

Ingeniero de Telecomunicación. Investigador. Universidad Politécnica de Madrid

Nuria Sánchez Almodóvar

Ingeniero de Telecomunicación. Investigador. Universidad Politécnica de Madrid

José Manuel Menéndez García

Profesor Titular de Universidad. Director del grupo de Investigación GATV. Universidad Politécnica de Madrid

Emilio Cacheiro Diéguez

Ingeniero de Telecomunicación. Coordinador de proyectos I+D. OHL Concesiones.

RESUMEN: El constante desarrollo reciente de los ITS Cooperativos ha resultado en diferentes iniciativas que se centran en distintos aspectos del entorno Cooperativo. El proyecto Europeo FOTsis perteneciente al FP7 gira alrededor de la infraestructura de este entorno. El proyecto tiene como objetivos básicos desplegar y validar 7 servicios que han sido diseñados para maximizar los beneficios de la integración de diferentes entidades basadas en la infraestructura en el paisaje ITS: el operador de infraestructura, proveedores de datos externos, entre otros. Este artículo describe el estado actual del proyecto, destacando la especificación de la arquitectura ITS que lo sustenta: referencias, una breve reseña a la definición de los requisitos de los servicios, y finalmente la propuesta de arquitectura FOTsis, junto con algunas conclusiones sobre las pruebas realizadas sobre la arquitectura propuesta. Al final del artículo se da una visión general de los próximos pasos en el proyecto.

1 INTRODUCCIÓN

Las nuevas tecnologías de comunicaciones abren posibilidades ilimitadas a la generación de nuevos servicios en prácticamente cualquier ámbito de la sociedad. Con la irrupción en los últimos años, primero del concepto, y posteriormente del despliegue práctico de las comunicaciones V2X, la dificultad para el transporte por carretera no es ya tanta una de posibilidades como lo es de la selección adecuada del marco de diseño y de las tecnologías

para la consecución de los objetivos que se persiguen. Se debe prestar especial atención, pues, a las condiciones que permitan desarrollar un marco de desarrollo y despliegue estable y coherente que a su vez asegure la homogeneidad en la implementación y provisión de servicios, tanto para los usuarios como para los propios proveedores de servicios.

Es en este sentido que quizás se podría decir que la fuerza motora que dicta los requisitos para las arquitecturas que soportan los servicios avanzados de transporte por carretera se ha desplazado de un ámbito puramente tecnológico a áreas más cercanas a la Calidad de Servicio y Calidad de Experiencia. Hoy en día se tiene un mayor conocimiento sobre las necesidades y requisitos de los usuarios y sobre cómo especificar y diseñar sistemas que permiten mejorar la experiencia del servicio por parte de un usuario cumpliendo con dichos requisitos. Los servicios ITS son una de las iniciativas tangibles del avance en las soluciones tecnológicas que tienen el objetivo de cumplir con los requisitos de los usuarios.

1.1 Servicios ITS

El concepto de servicio ITS ha ido evolucionando a medida que las tecnologías también han avanzado, ampliando las posibilidades de los servicios. Desde un punto de vista técnico se podrían definir los servicios ITS como una agregación de aplicaciones que hacen uso de información y de tecnologías avanzadas de sensorización, procesado y comunicaciones en el ámbito del transporte en superficie. Aunque en un principio se encontraban restringidos al transporte por carretera, el concepto se aplica hoy en día a otros modos de transporte por superficie, como “aquéllas funcionalidades proporcionadas a los usuarios del transporte por superficie diseñadas para hacer este transporte más seguro, más sostenible, eficiente y cómodo” [1].

1.2 El proyecto FOTsis

Existen diversas maneras de realizar el diseño de servicios ITS, dependiendo de quiénes son los usuarios finales, cuáles son las fuentes de datos disponibles, o cuáles son los medios para notificar y hacer llegar la información procesada a los usuarios, por ejemplo. El esfuerzo actual dentro de los servicios ITS cooperativos se centra sobre todo en las entidades móviles del entorno de la carretera, con lo que se impulsan particularmente los conceptos relacionados con las comunicaciones V2V, el desarrollo de sensores y dispositivos embarcados, y en general unas pautas de diseño muy orientadas al vehículo. Sin embargo, existen otros factores que deben tenerse en cuenta a la hora de considerar futuros desarrollos en servicios ITS. Uno de ellos es la creciente importancia de las ideas de

multimodalidad e intermodalidad en el transporte, que requieren una concepción distinta de recolección de datos que la que se utiliza en entornos de transporte por carretera. Otro factor tiene un carácter más pragmático; los operadores de carretera tienen a su disposición un gran número de recursos de distinto tipo que tal vez no están aprovechados al máximo en el marco de los actuales servicios orientados a V2V.

El proyecto FOTsis se centra en el segundo de estos factores y se desarrolla alrededor de la idea general de impulsar la integración e involucración de la infraestructura de carretera en todas las etapas de la provisión de servicios ITS. Específicamente, FOTsis tiene como uno de sus objetivos principales evaluar la capacidad de la infraestructura de carretera para incorporar las últimas tecnologías de comunicaciones cooperativas. Esta evaluación se realizará en 9 escenarios de prueba en 4 países, como puede verse en la Figura 1, mediante un conjunto de 7 servicios orientados a la mejora en la seguridad vial y la eficiencia en la movilidad.

- Servicio 1 Gestión de emergencias
- Servicio 2 Gestión de incidentes de seguridad
- Servicio 3 Control inteligente de la congestión
- Servicio 4 Planificación dinámica de rutas
- Servicio 5 Seguimiento de vehículos especiales
- Servicio 6 *Enforcement* avanzado
- Servicio 7 Evaluación de seguridad en la infraestructura

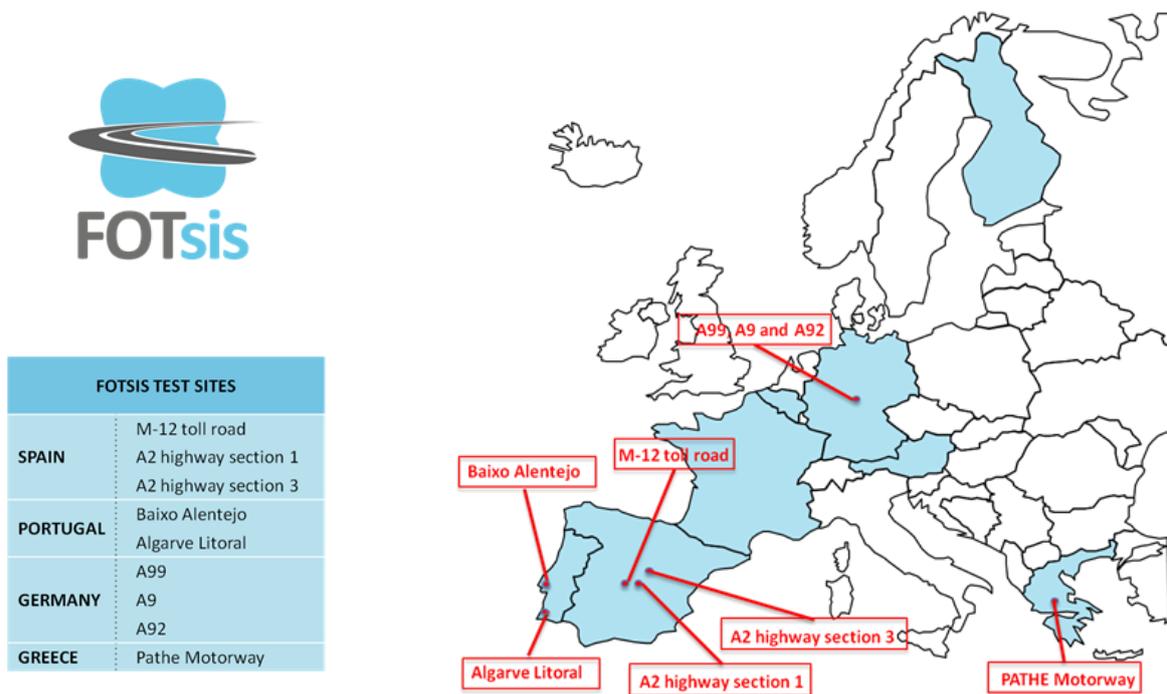


Figura 1. Países participantes y escenarios de prueba de FOTSis.

En la primera etapa de definición de la arquitectura FOTSis, la naturaleza variada de los servicios y sus distintos requisitos y necesidades en términos de adquisición de datos, procesado y notificación de mensajes a los usuarios correspondientes, se tienen en cuenta para elaborar un conjunto de requisitos de la arquitectura.

2 LA ARQUITECTURA FOTSis

2.1 El entorno FOTSis

Es importante destacar el hecho de que la visión de FOTSis de los servicios ITS integra un número de entidades, cada una de las cuales con su papel en la provisión del servicio. Uno de los objetivos de FOTSis es el establecimiento del marco adecuado para que los servicios puedan sacar el mayor partido posible a la inclusión de estas entidades en el entorno de los servicios. Enumeradas en la Figura 2, además del usuario de carretera y el operador de la vía, algunas de estas entidades pueden ser los centros de gestión de tráfico, los servicios y autoridades de gestión de emergencias, o los proveedores de datos meteorológicos, entre otros.

El diseño de la arquitectura y la correspondiente propuesta de despliegue deben tener en cuenta las relaciones con estas entidades. Los requisitos para la especificación de estas

relaciones incluyen no solamente aspectos técnicos (conexión física entre entidades, interconexión de entornos de red, procedimientos de intercambio de datos, etc.) sino también aspectos administrativos (autorizaciones, requisitos de protocolos y procedimientos operativos rutinarios, etc.)

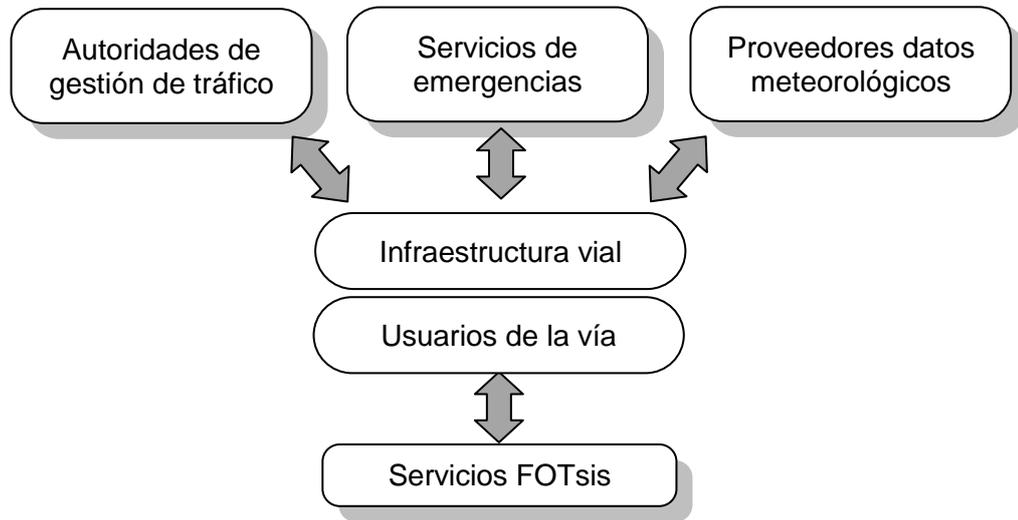


Figura 2. Entorno simplificado FOTsis.

2.2 La arquitectura de comunicaciones FOTsis

La base de la arquitectura FOTsis en términos de comunicaciones es la *ITS Station Reference Architecture* [2]. La arquitectura Estación-ITS (Figura 3. a)) proporciona un marco de comunicaciones y una metodología de despliegue que permite asegurar la interoperabilidad entre distintas iniciativas de servicios y sistemas cooperativos.

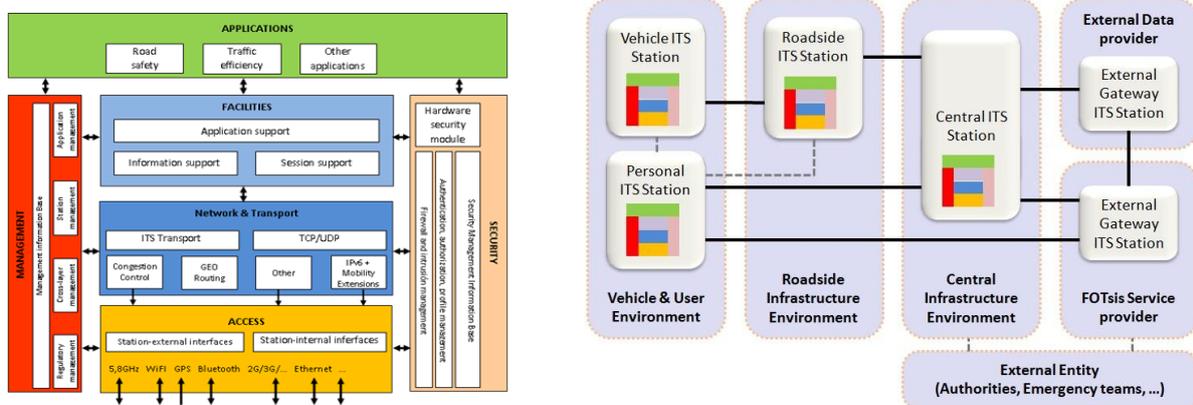


Figura 3. a) Diagrama general de la arquitectura de referencia *ITS Station*,
b) Escenarios conectividad básica de la arquitectura FOTsis.

Los diferentes elementos de la arquitectura Estación ITS de referencia se han instanciado según las necesidades y requisitos de los servicios FOTsis, tomando como punto de partida la estructura del despliegue de conectividad básica, que implica tanto un enlace de larga distancia con la Estación ITS Central en la parte de infraestructura del servicio, como un enlace de corta distancia que hace uso de los dispositivos de comunicaciones a pie de vía del operador de la infraestructura viaria. Junto con los enlaces básicos con entidades externas, el diagrama resultante se puede ver en la Figura 3. b).

2.3 Requisitos de los servicios FOTsis: parámetros preliminares

La definición de la arquitectura FOTsis comienza con la especificación de los requisitos de los servicios, básicamente en términos de comunicaciones. Se presta especial atención al enlace entre usuarios de la vía y la infraestructura, dada su importancia crítica: es el primer paso en la adquisición de datos de los usuarios y de los vehículos para los servicios –y para la propia evaluación en FOTsis-, y es el último paso en la notificación de información de servicio a los usuarios.

Los parámetros se dividen en principio en dos tipos: aquéllos relacionados con el enlace de comunicaciones V2X (Tabla 2), y aquéllos más generales para los servicios (Tabla 1). Los primeros pueden utilizarse para la selección de soluciones técnicas en el proyecto, mientras que los segundos se pueden utilizar para establecer especificaciones operacionales a las soluciones desplegadas.

Parámetro	Descripción
Latencia	Aspecto relacionado con el tiempo que transcurre desde la ocurrencia de un incidente y la recepción por parte del usuario de la notificación que corresponda. Se consideran inicialmente los siguientes valores: { Tiempo real / No crítico / Irrelevante }
Modo de difusión	Descripción de la relación entre el emisor y el receptor de información de un servicio, aplicable a cualquier tramo tanto de la adquisición como de la distribución de datos (sólo algunos serán efectivamente relevantes). Se consideran los siguientes aspectos: { Direccionalidad } { Unicast / Multicast / Geocast / Broadcast }

Seguridad	<p>Aspectos relacionados con la protección de la información y de los procesos de un servicio contra interferencias accidentales o deliberadas. En FOTsis se consideran los aspectos de seguridad en relación con el usuario final:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Privacidad y protección de datos de usuario. - Privacidad y protección de comunicaciones de usuario.
------------------	---

Tabla 1 - Parámetros de especificación de enlace de comunicaciones V2X.

Parámetro	Descripción
Alcance	<p>Aspecto relacionado con el alcance usual de la tecnología de acceso utilizada en el enlace con el usuario de la vía. Se consideran los siguientes valores:</p> <p style="text-align: center;">{ Local / Media distancia / Larga distancia }</p>
Volumen de datos	<p>Aspecto relacionado con el volumen de datos que se transmitirán a través del enlace de comunicaciones, incluyendo tanto valores medios como de pico. Se consideran los siguientes:</p> <p style="text-align: center;">{ Bajo / Medio / Alto }</p>

Tabla 2 - Parámetros de especificación de requisitos de comunicaciones de los servicios.

Adicionalmente se pueden considerar otros requisitos que resultan relevantes, pero que están fuera del ámbito propio de un servicio en concreto. Estos requisitos se extraen de los objetivos generales del proyecto FOTsis, y en particular de la evaluación de la capacidad de la infraestructura de ofrecer diferentes servicios avanzados de tráfico a los usuarios y vehículos.

Los diferentes escenarios operativos que surgen de este objetivo básico no sólo imponen requisitos en los aspectos más técnicos de la adquisición, procesado y notificación de información, sino también en los aspectos operativos de la gestión de los servicios mismos y de sus recursos, resultando en la estructuración de una plataforma que debe incluir diversas funcionalidades:

- Gestión de servicios: publicación, inicio/parada, actualización/eliminación o gestión de configuraciones.
- Gestión de usuarios: gestión de identificadores, procedimientos de suscripción/registro, etc.
- Gestión de sesiones: gestión de recursos de comunicaciones, por ejemplo.

Finalmente, se puede hablar de requisitos en relación con los enlaces con las entidades externas al entorno FOTsis, como pueden ser los proveedores de datos externos o los servicios de emergencia. Desde el punto de vista de la arquitectura, la especificación de estos enlaces deriva principalmente en requisitos para el intercambio de datos entre las entidades a nivel de aplicación.

3 PROPUESTA DE DESPLIEGUE DE ARQUITECTURA FOTsis

En el caso de los servicios FOTsis, los requisitos identificados en términos de los parámetros enunciados anteriormente han resultado en una propuesta tecnológica que se puede resumir en las siguientes líneas básicas:

- En el nivel de Acceso, se opta por el uso combinado de 3G y IEEE 802.11.
- En el nivel de Red, se selecciona un esquema basado en IP.
- En el nivel de Aplicación, se utilizan servicios basados en web, así como una plataforma de despliegue de aplicaciones genérica. Ciertos intercambios de datos deben ajustarse a los estándares aplicables.

El uso combinado de un enlace radio de largo y corto alcance con los usuarios de la vía permite maximizar el tiempo de conectividad para los servicios, y al mismo tiempo ofrece la posibilidad de explotar al máximo de forma momentánea ventajas específicas de cada alternativa. Colocando puntos de acceso IEEE 802.11p en áreas particulares de la infraestructura permite la notificación de información local desde y hacia entidades FOTsis de una forma muy controlada. Estos puntos además posibilitan ciertas funcionalidades específicas como por ejemplo el seguimiento de vehículos basado en red en lugar de en posicionamiento GPS, que puede utilizarse como una herramienta local de concentración y diseminación de información, por ejemplo [3]. Los enlaces 3G por otra parte tienen la ventaja de una mayor cobertura en áreas donde el despliegue de equipamiento de corto alcance no es completo, pero cumpliendo igualmente con los requisitos de los servicios.

La necesidad de asegurar la conectividad con diversas entidades hace que IP sea una opción destacada en el despliegue de servicios FOTsis. IP incluye extensiones ya probadas para movilidad [4] y seguridad [5], así como la capacidad para integrarse en otras iniciativas de sistemas cooperativos en la capa de red como GeoNetworking [6]. FOTsis profundiza en los desarrollos IPv6 en las diferentes áreas mencionadas, utilizando no sólo el conocimiento de los propios socios del proyecto, sino de manera destacada a través de una colaboración con el proyecto FP7 ITSSv6, que tiene como objetivo principal precisamente el análisis,

implementación y validación de estándares de la Estación ITS relacionados con IPv6 [7]. El uso de IPv4 en determinadas partes de los despliegues FOTsis implica que además de IPv6, se utilizan también mecanismos como DualStack y MCoA.

Los servicios basados en web son una solución apropiada para servicios orientados a usuarios finales por su flexibilidad y facilidad de despliegue. La notificación final de información a los usuarios debido a su naturaleza, es una candidata obvia para este tipo de aproximación. Otros elementos, como por ejemplo los dispositivos de adquisición de datos de la infraestructura o los de intercambio de datos con entidades externas no se pueden implementar tan fácilmente con estos esquemas. Para estos casos, y teniendo en cuenta el número reducido de entidades externas con las que es necesario interactuar, se opta en FOTsis por el desarrollo de una arquitectura centralizada con comunicaciones ad-hoc específicas con cada entidad, establecidas según los requisitos particulares de cada una.

4 PRUEBAS PILOTO DE ARQUITECTURA

Ya se han llevado a cabo pruebas piloto para validar la propuesta de arquitectura, con resultados satisfactorios en cuanto al intercambio de datos a nivel de IP desde dispositivos embarcados en el vehículo, hasta el proveedor de servicio remoto. Estas pruebas confirman la validez de las comunicaciones V2I e I2V planteadas con 802.11n/802.11p y 3G, asentando así la propuesta de arquitectura de comunicaciones realizada en FOTsis en las capas inferiores en cuanto a capacidad, tiempos de respuesta y gestión de movilidad, entre otras.

La configuración de la arquitectura de red para el piloto se realiza con un equipo que hace las veces de centro de gestión de comunicaciones de tráfico, un equipo de gestión de movilidad de la red, un servidor de aplicaciones y 2 vehículos con sus respectivos *Router móviles*. Las comunicaciones cuentan con el soporte de 3G y puntos de acceso WiFi/802.11p, verificándose que todos los mensajes llegaban correctamente hacia y desde el centro de gestión de comunicaciones, con independencia de la tecnología de radio empleada. Los paquetes se dirigen entonces al centro remoto de gestión de movilidad y de ahí al proveedor de servicio remoto, donde es procesado y enviado de vuelta.

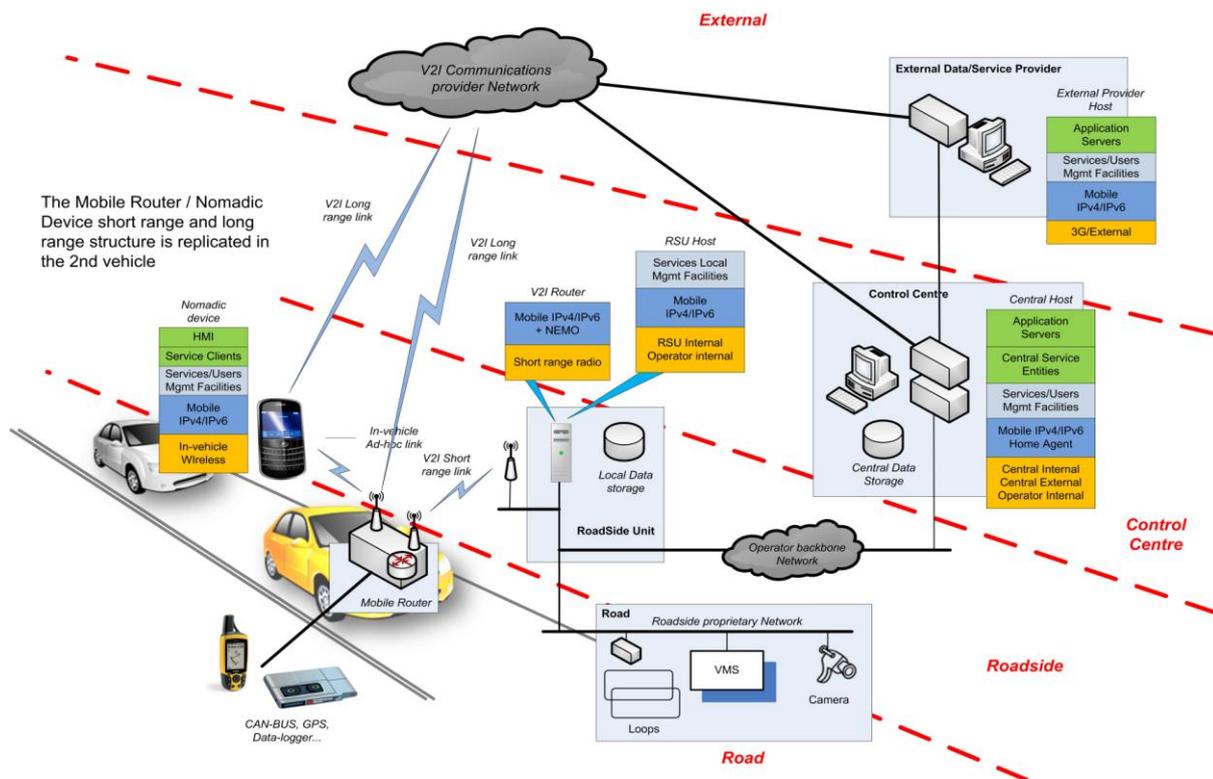


Figura 4. Despliegue del piloto general de arquitectura FOTsis.

El objetivo final de los pilotos es evaluar las prestaciones de los enlaces extremo a extremo de la arquitectura, como pueden ser el enlace de los usuarios de la vía a los proveedores de servicio, o desde los proveedores externos de datos a los proveedores de servicio. Las pruebas realizadas sobre estos enlaces incluyen pruebas básicas de conectividad para los diferentes segmentos de la cadena a diferentes niveles de la arquitectura (acceso desde los dispositivos embarcados al centro de control de la infraestructura, desde los dispositivos embarcados hasta el equipo de gestión de movilidad a nivel de red, o desde el cliente HMI del usuario hasta el servidor de aplicación). Otras pruebas más exhaustivas sirven para evaluar las prestaciones de estos enlaces en diferentes condiciones que tratan de aproximar situaciones reales de uso de las aplicaciones bajo prueba.

4.1 Resultados de las pruebas piloto

Las pruebas realizadas hasta ahora han resultado satisfactorias en los aspectos de la arquitectura de comunicaciones desplegada. Los enlaces establecidos cumplen con los requisitos de los servicios en una variedad de condiciones de uso diferentes y se ha probado con éxito asimismo la interoperabilidad entre equipos de distintos fabricantes.

Los servicios FOTsis están diseñados para hacer uso de las tecnologías radio disponibles. El despliegue de puntos de acceso de corto alcance, tales como las áreas de cobertura IEEE 802.11p, hace posible mejorar el nivel de servicio ofrecido a los usuarios, y proporcionar incluso a los proveedores de servicio de beneficios específicos. En los tramos en los que estos puntos de acceso no están disponibles, los servicios pueden seguir operando con tecnologías de largo alcance como 3G y seguir ofreciendo a los usuarios de la vía básicamente las mismas funcionalidades.

5 SERVICIOS FOTsis Y ARQUITECTURA

La arquitectura de comunicaciones no es más que el marco de soporte para las aplicaciones, que son las que en última instancia deben contribuir a la mejora en la eficiencia de la movilidad, seguridad vial y sostenibilidad medioambiental. Los siguientes pasos en el proyecto, una vez que la arquitectura se ha especificado e implementado, es el despliegue de los propios servicios y su evaluación en términos de los tres campos enunciados.

FOTsis recoge datos en las pruebas preliminares de servicio y de las pruebas de usuario. Estos datos se analizan para evaluar en qué medida los servicios diseñados cumplen con los objetivos planteados. Los datos recogidos incluyen tiempos de viaje, niveles de servicio, número de incidentes, condiciones meteorológicas, tipo de conducción y reglas aplicables en el tramo, entre muchos otros, para permitir un análisis lo más detallado posible de las prestaciones de las aplicaciones.

Experiencias previas ya han demostrado que los servicios basados en infraestructura pueden desplegarse satisfactoriamente y que bajo ciertas circunstancias su contribución a los objetivos de movilidad es muy positiva [8]. FOTsis ofrece la oportunidad de consolidar estos resultados preliminares y los desarrollos asociados en un entorno completamente diferente, con un número mayor de usuarios y en general un alcance más ambicioso, tal y como se ha descrito en este documento.

6 SIGUIENTES PASOS Y PROYECCIÓN MÁS ALLÁ DE FOTsis

Al mismo tiempo que se recogen datos de los vehículos, usuarios e infraestructura, se inician en FOTsis las actividades de evaluación de prestaciones de los servicios. Una de las razones es que los procedimientos de evaluación en un proyecto complejo como FOTsis son a su vez complejos por sí mismos. El análisis debe incluir tanto datos objetivos sobre los

servicios, vehículos, viajes de los usuarios y todos los datos adicionales posibles que rodean a los eventos relacionados, como datos subjetivos que complementen esta información objetiva. En este contexto, los procedimientos de reclutamiento de participantes y la recolección de datos de los participantes son una etapa crítica del proyecto. FOTsis trabaja estrechamente con asociaciones de conductores locales para asegurar que el reclutamiento de los participantes cumple con los requisitos del proyecto.

Los procedimientos de análisis dependen de la naturaleza del parámetro analizado y el objetivo que se busca: eficiencia de movilidad, seguridad vial o sostenibilidad, pero siempre se siguen las consideraciones especificadas en una etapa anterior del proyecto en forma de *Research Questions* y *Hypotheses* [9]. Estas RQs y HYs son enunciados más específicos que facilitan dirigir el análisis para la obtención de resultados más directos, lo cual a su vez permite la definición más sistemática de procedimientos de pruebas, recolección de datos, análisis de impacto y el análisis final de los servicios, como se puede ver en la Figura 5.

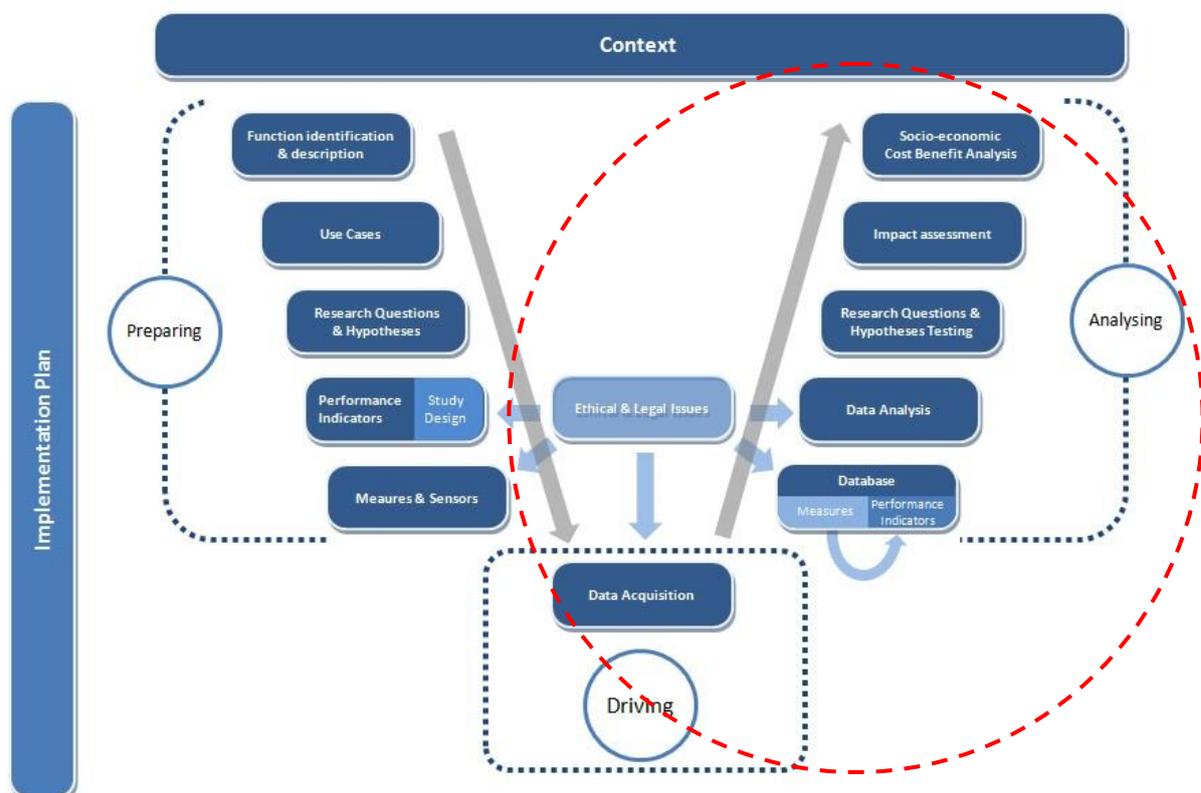


Figura 5. Etapas de ejecución y análisis en los FESTA FOT.

El análisis en FOTsis incluye obviamente aspectos relacionados directamente con las tres áreas principales de impacto y sus objetivos, pero también aspectos que tienen que ver con la experiencia de usuario y su grado de aceptación de los servicios, así como otros relacionados con el impacto que tienen en el comportamiento del usuario. El resultado de los análisis en estas áreas podría ser la base de una serie de líneas de trabajo futuras alrededor de la idea de que los requisitos actuales de los servicios se pueden enfocar de forma mucho más orientada a los usuarios y a su experiencia de servicio [10], con el objetivo último adicional a los ya mencionados de mejora en la eficiencia de la movilidad, seguridad y sostenibilidad, de maximizar el impacto de cualquier servicio en estas áreas adaptando los servicios a las circunstancias y condiciones particulares en las que se presta en un momento dado.

Finalmente, otro punto importante para la evaluación en FOTsis es comprobar la influencia que pueden tener las diferencias regionales en términos de marco regulador y protocolos de intercambio de datos entre entidades públicas y privadas en el despliegue de servicios ITS complejos que requieren de la integración de un número de actores heterogéneos. El proyecto FOTsis ofrece una oportunidad única de identificar los riesgos que existen a nivel técnico así como a nivel funcional y administrativo a la hora de desplegar servicios avanzados ITS en diferentes entornos regionales, y tal vez de elaborar los procedimientos necesarios para minimizar los impactos de dichos riesgos.

CONCLUSIONES

Los servicios ITS cooperativos tienen el objetivo final de hacer uso de tecnologías avanzadas de comunicaciones para mejorar el transporte en superficie en términos de eficiencia de la movilidad, seguridad y sostenibilidad. Con el fin de alcanzar estos objetivos, los servicios ITS deben integrar y procesar información procedente de diversas fuentes para poder tener en todo momento la visión más completa y precisa posible del entorno de transporte y de los usuarios que se encuentran en dicho entorno. El proyecto FOTsis se centra en la parte de infraestructura del entorno para tratar de aprovechar al máximo su potencial como uno de los elementos claves de la carretera; como recolector de datos, procesador de datos, y actuador.

FOTsis incluye 7 servicios diseñados en torno a la infraestructura y que previsiblemente permitirán mejorar significativamente la situación actual en las áreas de movilidad eficiente,

seguridad y sostenibilidad. La arquitectura que soporta estos servicios ya se ha diseñado y probado con éxito, cumpliendo con los requisitos identificados y adicionalmente impulsando desarrollos específicos como el uso de 802.11p en enlaces de corto alcance.

Durante la ejecución de FOTsis, se recogen datos para poder evaluar las prestaciones de los servicios y verificar hasta qué punto se alcanzan los objetivos planteados por el proyecto. Para realizar este análisis es necesario recoger toda la información posible acerca de cualquier evento que pueda tener relación con las operaciones de cualquier servicio y las condiciones en las que se encuentran todas las entidades involucradas en dichas operaciones.

Pero aún con el análisis detallado que se realiza en FOTsis, todavía hay algunas áreas que tienen un interés potencial y que, aunque consideradas de forma básica en el proyecto, ofrecen vías de trabajo para el futuro. Algunas de estas áreas pueden ser el análisis del impacto que los servicios ITS tienen en la sociedad en su conjunto, y cómo hacer que este impacto se pueda maximizar a través de los usuarios individuales, o la identificación precisa de todos los riesgos asociados a las regiones de despliegue de servicios ITS y cómo minimizar estos riesgos a través de esfuerzos de armonización y estandarización de los diferentes aspectos de estos desarrollos.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo se ha realizado en el marco del proyecto FOTsis, financiando en parte por la Comisión Europea en el contexto del 7º Programa Marco (FP7) para la Investigación y el Desarrollo Tecnológico (*Grant Agreement No. 270447*).

BIBLIOGRAFÍA

- [1] ISO/TR 17465-1: 'Intelligent transport systems – Terms, definitions and guidelines for Cooperative ITS standards documents – Part 1: Part 1: Terms, definitions and outline guidance for standards documents', 2012.
- [2] ETSI EN 302 665: 'Intelligent Transport Systems (ITS); Communications Architecture', V1.1.1, 2010.
- [3] ALFONSO, J.: "Driving standards", Traffic Technology International, October/November 2012, pp 52-53.

- [4] RFC 3775bis, RFC 3963, RFC 5944, RFC 5177: Mobility and Network Mobility support specifications for IPv4 and IPv6, IETF Network Working Group, 2005 ~ 2011.
- [5] RFC 4301: 'Security Architecture for the Internet Protocol', IETF Network Working Group, 2005.
- [6] ETSI TS 102 636-6-1: 'Intelligent Transport Systems (ITS); Vehicular Communications; GeoNetworking; Part 6: Internet Integration; Sub-part 1: Transmission of IPv6 Packets over GeoNetworking Protocols', V1.1.1, 2011.
- [7] <http://project.inria.fr/itssv6/>, consultado en Enero de 2013.
- [8] MEJÍA, A. B.; TORRES, J.; ALFONSO, J.; MENÉNDEZ, J. M.; MERLE, L. (2012). "Gestión de la movilidad en OASIS. Integración de servicios para la gestión de tráfico en una arquitectura de comunicaciones V2I I2V". *XII Congreso Español ITS, Madrid, Spain*.
- [9] FOT-NET, 'FESTA Handbook' (FOT-NET, Version 4, 2011)
- [10] ALFONSO, J.; TORRES, J.; MENÉNDEZ, J. M. (2011). "Towards a user goals-based multilayered architecture". *8th European ITS Congress, Lyon, France, 2011*.