



Los Sistemas Inteligentes de Transporte

Su aplicación a los modos terrestre, marítimo y aéreo

Área temática:
Nuevas tecnologías e innovación en el transporte

2 TRABAJOS DE PROSPECTIVA Y TECNOLOGÍA DEL TRANSPORTE



GOBIERNO DE ESPAÑA

MINISTERIO DE FOMENTO

SECRETARÍA DE ESTADO DE TRANSPORTES

Catálogo general de publicaciones oficiales:
<http://www.060.es>

Tienda virtual de publicaciones del Ministerio de Fomento:
www.fomento.es

Edita: Centro de Publicaciones
Secretaría General Técnica
Ministerio de Fomento ©

NIPO: 161-09-127-0

índice

■ Prólogo	5
■ Capítulo 1. Introducción	7
1.1. Tecnología aplicada al transporte.	8
1.2. Despliegue de los ITS.....	9
■ Capítulo 2. Sistemas Inteligentes de Transporte	13
2.1. Marco de referencia.....	14
2.2. ITS en los distintos modos de transporte.....	16
■ Capítulo 3. ITS en el Plan Estratégico de Infraestructuras y transporte	19
3.1. Plan nacional de despliegue de los ITS.....	20
3.2. Afección de los ITS en el PEIT para los distintos modos de transporte.....	21
■ Capítulo 4. Evolución de los ITS	25
4.1. Transporte por carretera.....	27
4.2. Transporte ferroviario.....	34
4.3. Transporte aéreo.....	36
4.4. Transporte marítimo.....	37
■ Capítulo 5. Investigación y Desarrollo en los ITS	39
5.1. I+D en las Universidades y entidades investigadoras.....	40
5.2. Asociaciones ITS nacionales.....	41
5.3. Participación en el espacio europeo de investigación.....	42
■ Capítulo 6. Normalización	43
■ Capítulo 7. Situación de los ITS en Europa	47
7.1. Etapa inicial: 1984-1994	48
7.2. Etapa de consolidación: 1994-2001.....	49
7.3. Etapa posterior al Libro Blanco del Transporte: 2001-2009.....	51
7.4. Plan de acción para el despliegue de ITS en Europa	52
■ Capítulo 8. ITS en otros países	55
8.1. EE.UU.....	56
8.2. Canadá	56
8.3. Japón	56
■ Capítulo 9. Arquitectura ITS	59
9.1. Concepto y marco de la Arquitectura ITS.....	60
9.2. Necesidades de una arquitectura nacional ITS.....	61
9.3. Visión general de las arquitecturas ITS	62
9.4. Intermodalidad	62
9.5. Primera arquitectura ITS en la Unión Europea	65
9.6. Arquitectura ITS. Un posible modelo para España.....	67
■ Capítulo 10. Catálogo de términos ITS	69

Prólogo

Vivimos en el inicio de la era de la Sociedad de la Información. La introducción de las nuevas tecnologías de información y telecomunicaciones en nuestra sociedad es a la vez un gran reto y una revolución social. La Administración Electrónica, por ejemplo, es ya un hecho en España, con los enormes cambios que ello supone y las facilidades que proporciona al ciudadano. El mundo del transporte no queda exento de estas innovaciones.

Es importante ser conscientes de la complejidad que acarrea la inclusión de las nuevas tecnologías en todos los modos de transporte, lo que comúnmente se denomina como ITS (Sistemas Inteligentes de Transportes o, en inglés, *Intelligent Transport Systems*). La aviación, por su complejidad inherente, ha sido quizá el medio de transporte que ha gozado desde un principio de los avances tecnológicos disponibles en cada momento histórico, pero en otros casos, como puede ser el mundo del camión, el autobús y el automóvil privado, las nuevas tecnologías han comenzado a implantarse por separado en todas las facetas del transporte actual, incluyendo igualmente los transportes por ferrocarril y marítimo. Mejoras tecnológicas como Internet, la telefonía móvil o los sensores GNSS (*Global Navigation Satellite Systems*) son ya de uso popular. Falta, sin embargo, una visión de conjunto que considere la arquitectura para la introducción de las ITS como un todo y que evite disfuncionalidades, incompatibilidades y proliferación de sistemas diferentes o, en definitiva, que propicie una planificación integral del despliegue ITS a todos los niveles.

En el presente libro se especifica la situación de la que se parte en España y en el resto de la Unión Europea, siendo de especial relevancia de cara a un análisis, diseño e implantación de tecnologías ITS en el mundo del transporte.

El presente libro orienta también al lector sobre las posibilidades de la incorporación de estas Tecnologías de la Sociedad de la Información a los transportes y de las posibilidades que ello conlleva para una movilidad sostenible.

CONCEPCIÓN GUTIÉRREZ DEL CASTILLO
Secretaria de Estado de Transportes

1

Introducción

Los hábitos de transporte de la sociedad española han cambiado de manera notable en los últimos años. Los estudios realizados para analizar sus tendencias futuras subrayan la necesidad de afrontar el problema del transporte desde una nueva perspectiva. Mientras en Europa se prevé que el tráfico en el medio plazo aumente alrededor del 2% cada año, en España muchas líneas de transporte, especialmente de carreteras, ya se encuentran saturadas.

Los cambios constantes en los procesos de negocio y en los patrones de comportamiento de movilidad de los ciudadanos en España invitan a una política de adaptación metódica y regulaciones flexibles. En nuestros días, como se ha venido demostrando en la última década, ya no es posible confiar únicamente en los proyectos de construcción de infraestructura para afrontar los requerimientos de todos los agentes involucrados en el sector del transporte.

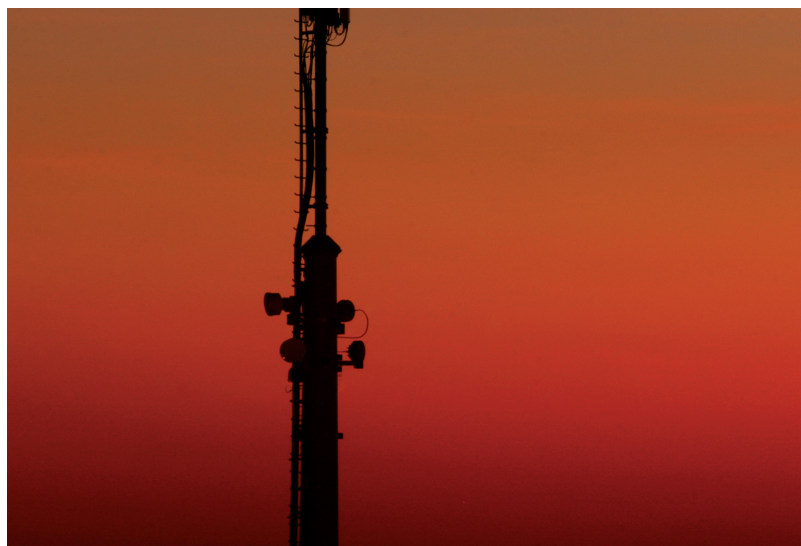
Actualmente, los principales problemas en términos de movilidad son la congestión, la seguridad vial, la ineficiencia y la pérdida de productividad. Dado que el transporte es parte integral de casi todos los procesos productivos y de distribución industrial, una penalización a la productividad del transporte es una penalización a la productividad nacional.

En términos de bienestar, dentro de los principales problemas relacionados con el transporte a los que se enfrenta la sociedad, habría que destacar el impacto cada vez mayor en el entorno y las miles de vidas humanas y billones de euros de pérdidas materiales en toda Europa.

1.1. Tecnología aplicada al transporte

El objetivo prioritario de una política adecuada de transporte es la optimización de todos los recursos existentes en España, al mismo tiempo que se promueven políticas modernas de transporte basadas en la innovación. Tecnológicamente es posible exponer este objetivo enfocándolo desde otro punto de vista: la tecnología ofrece medios para conseguir un intercambio inmediato de información que se transforma en un aprovechamiento más eficaz de los recursos.

La innovación hace presencia en los medios de transporte a través de la incorporación de los Sistemas Inteligentes de Transporte. Los ITS,



Antena de Comunicaciones. Foto: Luigi Cavasin

Intelligent Transport Systems, tienen como objetivo dar respuesta, desde una perspectiva multimodal, a las necesidades del transporte, aplicando para ello las TICs, Tecnologías de la Información y las Comunicaciones.

Las nuevas tecnologías de comunicación están revolucionando el ámbito del transporte. Por ejemplo, muchos servicios han sido hasta ahora impracticables debido a la no disponibilidad de conectividad inalámbrica a Internet. La introducción de las TICs y su explotación masiva en los distintos modos de transporte produce un aumento de la oferta y la demanda de los servicios prestados para la gestión de las infraestructuras y el tráfico.

Como en muchos otros ámbitos, la tecnología ha comenzado a implantarse por separado en todos los medios de transporte actuales. En el caso de los vehículos destaca la incorporación de los navegadores de a bordo, el peaje electrónico o los sistemas para la gestión de flotas. En el modo ferroviario se aprecia la evolución tecnológica en la mejora en las líneas de comunicación celular, el paso paulatino hacia mejores sistemas de señalización y la consecuente mejora en la gestión de las vías. En lo que respecta a la navegación marítima, el principal avance tecnológico en las últimas dos décadas radica en la disposición de sensores GNSS, Global Navigation Satellite Systems, que permiten localizar un barco en lugares remotos. En el caso del transporte aéreo, los transponders o transpondedores (dispositivos utilizados para adaptar las señales procedentes de satélite a la frecuencia de los equipos instalados en las aeronaves) permiten guiar el recorrido en los vuelos.

El avance tan grande que se ha dado en el campo de la electrónica y las tecnologías en las últimas décadas ha hecho posible el abaratamiento de los costes de instalaciones basadas en sistemas con cámaras de televisión de gran resolución y sensibilidad, procesadores de altas prestaciones y componentes en general.

1.2. Despliegue de los ITS

La implantación de los ITS contribuye significativamente a resolver problemas presentes en nuestros sistemas de transporte. Sin embargo, no hay que perder de vista los procesos desarrollados en otros países, donde la experiencia acumulada muestra que la explotación de las tecnologías ITS sólo tendrá un impacto global significativo si los gobiernos tienen voluntad de colaborar en el desarrollo de las arquitecturas necesarias para ello.

Una implantación adecuada de los ITS en España trata de alcanzar los siguientes objetivos fundamentales:

1. Mejora de manera sostenible en la seguridad de las personas y mercancías involucradas o afectadas por el transporte y el tráfico.
2. Optimización de la explotación de los recursos de transporte, atendiendo a su capacidad, disponibilidad, fiabilidad, etc., tanto de manera individual para cada modo de transporte, como conjuntamente.
3. Armonización, estandarización, definición de compatibilidades entre sistemas y claridad en su presentación al usuario. En este punto se tomarán en cuenta aspectos tanto económicos y socio-culturales como ecológicos del entorno de España y muy especialmente del marco europeo del que formamos parte.

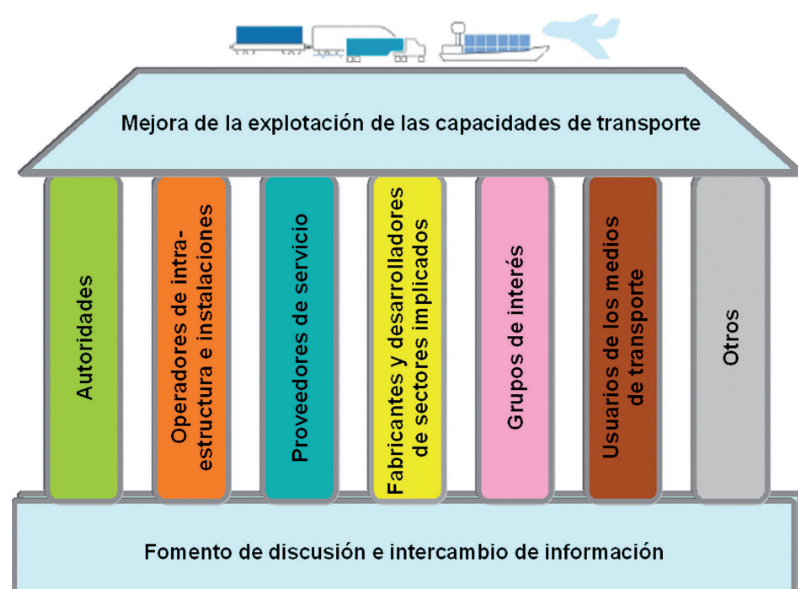


Panel de información en carretera.

Dentro del campo de I+D, investigadores de diversos centros e instituciones públicas y privadas han realizado notables avances dentro de los ITS. Gracias a estos trabajos se han conseguido mejores sistemas para el control de tráfico, avanzada gestión multimodal con tarjetas de transporte, aumento de la seguridad y el confort en vehículos, información al usuario en tiempo real del estado del tráfico y del transporte público, llamadas automáticas de emergencia, etc.

Sistemas y tecnologías ITS de última generación ya se encuentran, por lo tanto, implantadas en las carreteras de España en ámbitos tan importantes como son el telepeaje interoperable, la seguridad integral en túneles, el soporte a la vialidad invernal y los sistemas de información a usuarios, entre otras cuestiones.

En lo que respecta a otros modos de transporte, esencialmente al aéreo, ferroviario y marítimo, hay que señalar que el concepto de ITS es aplicable de una manera en cierto sentido más residual que en lo que se refiere a la carretera, debido esencialmente a que todos ellos, y especialmente los dos primeros, han tenido como algo propio y consustancial



la necesaria incorporación de tecnologías de la información y de la comunicación en sus modos de explotación desde su mismo origen. No es por casualidad que el desarrollo del ferrocarril haya corrido parejo al de las primeras comunicaciones por cable (telégrafo y telefonía en primer lugar, y después transmisión de datos) y el avance de la aeronáutica sea en gran medida indisoluble de la radiocomunicación.

No obstante, queda una cuestión de interés por resolver: se trata de la intermodalidad entre el transporte por carretera y los restantes modos.

Hoy en día, una política global eficiente dedicada a mejorar el sistema de transporte de una nación de la UE, no puede considerarse al margen de las recomendaciones de la Comisión Europea y de las iniciativas realizadas en los países del entorno. En España, las iniciativas de alto nivel dedicadas a mejorar el sistema de transporte nacional deberán pasar por la participación de los principales sectores implicados, sin olvidar la imprescindible coordinación internacional para alcanzar soluciones conjuntas globales. Es imprescindible fomentar el intercambio de información y la discusión acerca de las necesidades y los beneficios esperados por los usuarios.

2

Sistemas Inteligentes de Transporte

Los ITS se pueden definir como un conjunto de aplicaciones avanzadas dentro de la tecnología informática, electrónica y de comunicaciones que, desde un punto de vista social, económico y medioambiental, están destinadas a mejorar la movilidad, seguridad y productividad del transporte, optimizando la utilización de las infraestructuras existentes, aumentando la eficiencia del consumo de energía y mejorando la capacidad del sistema de transportes.

El cambio en la política de transporte que se ha venido experimentando durante los pasados años, basada en una apuesta por la gestión de la demanda y apoyada casi exclusivamente en el lado de la oferta mediante la creciente dotación de infraestructuras, hace que los productos y servicios ITS cobren un papel fundamental en el marco de la movilidad sostenible.



Camión circulando por una autovía. Foto: Enrique Dans

Este hecho se apoya además en una serie de factores que han permitido un despliegue relativamente rápido de estas tecnologías: agentes sociales cada vez más exigentes en materia de información en tiempo real; universalización y reducción de costes de la telemática (telecomunicaciones e informática) para captar, tratar y difundir la información; toma de conciencia y apuesta drástica por la seguridad vial; etc.

2.1. Marco de referencia

Los sistemas de transporte deben poder satisfacer las necesidades de movilidad de los ciudadanos y mercancías, que cada vez están involucrados en un mayor número de viajes y con una longitud media de recorrido mayor.

El sector del transporte contribuye en gran medida al funcionamiento y competitividad de la economía europea en su conjunto: el transporte aéreo aporta un 2,6% al PIB de la UE y el campo del transporte terrestre genera el 11% de ese PIB, empleando alrededor de 16 millones de personas.

La distancia total recorrida por los vehículos en carretera se ha triplicado en los últimos 30 años; además, en los últimos diez años el volumen de transporte por carretera creció en un 35%. Todo ello contribuye a

tener 7.500 km, el 10% de la red viaria, diariamente afectados por atascos.

Sin embargo, el transporte es el responsable del 25% de todas las emisiones de CO₂ de Europa.

En el caso de España, del total de los costes externos, el transporte por ferrocarril de viajeros y mercancías concentra el 1%, el de aviación asciende al 16% y el de carretera un 83%.

A nivel europeo, la congestión y una insuficiente infraestructura reducen la productividad y la competitividad de un país, aumentan el coste del transporte y deterioran el medio ambiente.

El empleo de las tecnologías ITS puede contribuir a la mejora de esta situación mitigando el efecto de las externalidades negativas que produce el transporte: congestión, contaminación, consumo energético, accidentes, etc. Las mejoras que introducen los ITS se consiguen mediante la provisión de información en tiempo real a los usuarios del transporte público y privado (favoreciendo en este caso la comunicación vehículo-infraestructura y vehículo-vehículo) y permitiendo a los transportistas de mercancías y a las Administraciones fronterizas una mayor comodidad y agilidad en las gestiones, sin renunciar a la necesaria seguridad y seguimiento de la mercancía en tiempo real.

En lo que respecta a la eficiencia energética y a las emisiones, los costes externos del transporte en España alcanzan el 10% del PIB, mientras que en Europa asciende al 8% del PIB de los países de la UE. Esta discrepancia se atribuye fundamentalmente a que en España la carretera y la aviación representan un mayor peso en el sector del transporte.

Sin duda, también existe en este campo un importante papel para las tecnologías ITS que permiten unos sistemas más eficientes redundando en menores consumos, como por ejemplo, la provisión de información topográfica o el estado del tráfico al vehículo.



Efecto de la contaminación en una gran ciudad.

Cada año fallecen en Europa miles de personas en accidentes de tráfico. Además de las innumerables repercusiones sociales, esta tragedia supone un coste anual aproximado del 2% del PIB de la Unión Europea, y representa el 23% de los costes externos del transporte en España.

Puesto que entre las causas de los accidentes se ha registrado el error humano en cerca del 93% de los casos, constituyendo como única causa en un 75% de los mismos, las tecnologías ITS están llamadas a de-

sarrollar una labor fundamental en esta materia, para aproximarse lo más posible al objetivo de reducir a la mitad el número de víctimas mortales en accidentes de carretera para el año 2010.

Son numerosas las iniciativas que se han desarrollado en los últimos años relacionadas con los sistemas de seguridad que incorpora el vehículo para minimizar el daño en caso de accidente. Sin embargo, los diversos actores implicados en las tecnologías ITS son conscientes de la importancia de poder atajar el problema en una etapa anterior. En este aspecto, se vienen desarrollando sistemas capaces de prevenir accidentes mediante el aviso de obstáculos o riesgos en la carretera antes de llegar a ellos, manteniendo la distancia de seguridad con respecto a los vehículos que circulan a su alrededor, recibiendo y transmitiendo información a la infraestructura, etc.

En esta línea, destaca la iniciativa e-Call de la Comisión Europea, con la adhesión de España en 2009, para mitigar los daños mediante una respuesta rápida y coordinada de los sistemas de emergencia en caso de accidente; competencia que en nuestro país ha sido transferida a las Comunidades Autónomas.

2.2. ITS en los distintos modos de transporte

Los vehículos pueden notificar, mediante un enlace de comunicación celular, su posición a un gestor de flotas; las radiocomunicaciones de largo alcance permiten que el personal de a bordo de un barco se pueda comunicar a largas distancias con otros navíos; la tecnología GSM-R, Global System for Mobile communications for Railways, permite la conectividad celular eficiente en trenes; los transpondedores instalados a lo largo de los recorridos aéreos permiten guiar el recorrido de una determinada aeronave. Éstos son solamente algunos ejemplos de lo que las telecomunicaciones permiten realizar hoy día en los diferentes modos de transporte.

Probablemente, sea en la navegación aérea donde mayor ha sido la necesidad de incrementar tanto la seguridad como la gestión del flujo de aeronaves dentro del espacio aéreo y en los aeropuertos, donde el

Centro de Control Aéreo.



empleo de sistemas de ayuda a la navegación mediante sistemas de radiocomunicación, se encuentra más extendida. Así, los sistemas de ayuda a las maniobras de aterrizaje y despegue de aeronaves (ILS – International Landing System, MLS – Microwave Landing System), las radiobalizas, los sistemas de ayuda a la navegación (VOR – VHF Omnidirectional Range, GNSS) y los sistemas radar han permitido conseguir el actual nivel de desarrollo y seguridad del transporte aéreo.

El transporte marítimo ha sido un tradicional usuario de sistemas radioeléctricos de ayuda a la navegación debido a sus especiales características, si bien los requisitos de este tipo de modalidad de transporte son menores que en el transporte aéreo. Los sistemas de radionavegación terrestres o por satélite, tipo LORAN-C – Long Range Aid for Navigation y GPS – Global positioning System, junto con los sistemas RADAR, Radio Detection And Ranging, para detección de obstáculos evitando la colisión con ellos, han sido cruciales en el desarrollo de este modo de transporte.

3

ITS en el Plan Estratégico de Infraestructuras y Transporte



Portada del Plan Estratégico de Infraestructuras y Transporte.

El Plan Estratégico de Infraestructuras y Transporte, PEIT: 2005-2020, aprobado por Acuerdo del Consejo de Ministros el 15 de julio de 2005, fija los criterios y directrices para la elaboración de planes y programas de carácter sectorial que se desarrollen con un primer horizonte a 2012, dejando el período siguiente, hasta el año 2020, para una posterior concreción en nuevos planes sectoriales.

El PEIT aborda la planificación del conjunto de las actuaciones en materia de infraestructuras y transporte que son competencia del Ministerio de Fomento. En su elaboración se ha sido consciente de la necesaria cooperación y concertación con otras Administraciones.

Para evaluar los objetivos establecidos en el plan, se opta por un escenario de compromiso, PEIT 2020, que facilita la transición desde la política de transporte actual hacia un escenario sostenible y compatible ambientalmente en el año horizonte.

3.1. Plan nacional de despliegue de los ITS

El PEIT atribuye un papel de primer orden en la evolución del transporte a la aplicación de las nuevas tecnologías de la información y la comunicación. En este aspecto, se recogen aquí los dos objetivos fundamentales que plantea:

1. Introducción de las nuevas tecnologías en los servicios que dan respuesta a las necesidades del usuario, tratando de impulsar la intermodalidad del sistema de transporte.
2. Mejora de la cualificación y competitividad de las empresas españolas de transporte en un mercado europeo cada vez más abierto.

La definición de una estrategia de despliegue de los ITS y los servicios asociados al sistema de transporte, así como la ejecución de un programa piloto de actuaciones, deben, según el PEIT, plasmarse en un Plan Nacional de Despliegue de los Sistemas Inteligentes de Transporte que abarque todos los modos de transporte. La principal funcionalidad de este plan es la orientación hacia el desarrollo de una arquitectura ITS nacional.

En este contexto es importante definir y acotar el concepto de “Arquitectura ITS” que se entiende como un marco concreto de referencia que permite articular de forma consistente el despliegue de diversos tipos de sistemas inteligentes, respondiendo en su caso al soporte de funciones y responsabilidades específicas de los diferentes agentes (Administración, sociedades explotadoras y usuarios), facilitando además la cooperación tecnológica e institucional.

Tal como declara el PEIT-2020, la utilidad general del plan queda aún más resaltada cuando las actuaciones ITS se enfocan desde un contexto más amplio, el de la intermodalidad, que confiere integración al sistema nacional de transporte.

En general, van a ser los servicios de información al usuario los que gracias a las nuevas tecnologías aplicadas al sector, y en especial la coordinación de horarios, fomentarán el transporte intermodal.

3.2. Afeción de los ITS en el PEIT para los distintos modos de transporte

3.2.1. Transporte por carretera

Las prioridades establecidas en el PEIT para el sistema de transporte por carretera se centran principalmente en la mejora y homogeneización de las condiciones de servicio en cuanto a seguridad y conservación en el conjunto de la red se refiere. En lo referente a seguridad, el plan pretende contribuir desde la política del transporte al objetivo comunitario de reducción de la accidentalidad mortal a la mitad para el año 2010.

Por su parte, la coordinación de los diferentes ámbitos de competencia debe resolverse con la creación de centros territoriales de gestión, involucrando tanto a la DGT como a las Comunidades Autónomas y al Ministerio de Fomento, con el establecimiento de una Comisión Coordinadora de ITS de carretera.

3.2.2. Transporte ferroviario

Las actuaciones en el sistema ferroviario están orientadas a facilitar el intercambio con el transporte por carretera y marítimo, posibilitando al máximo la interoperabilidad y consolidando el nuevo marco institucional de relación entre la Administración y los operadores.



Obras del AVE en Pazos de Bordén (Pontevedra).

La mayor parte de la inversión estimada en el PEIT para el modo ferroviario va destinada a la construcción de nuevas líneas de ferrocarril. Para el 2020, se estima que la red ferroviaria de Alta Velocidad llegue a los 10.000 km. Una parte importante de la inversión debe ser realizada en tecnología y equipos innovadores que aporten nuevas funcionalidades a la gestión del tráfico ferroviario.

3.2.3. *Transporte marítimo*

Dentro de las directrices específicas que el PEIT plantea para el desarrollo del transporte marítimo, la intermodalidad ocupa, al igual que en el resto de medios de transporte, un puesto clave en la integración de los puertos dentro de las cadenas de transporte internacional.



Control de acceso de mercancías en un puerto.

3.2.4. *Transporte aéreo*

Las prioridades definidas por el PEIT se dirigen a mejorar progresivamente la sostenibilidad y el rendimiento ambiental del transporte aéreo, integrándolo progresivamente con los demás modos de transporte y facilitando la inserción del sistema aeroportuario en su entorno local.

Los objetivos a partir de 2009 se dirigen a desarrollar sistemas novedosos basados en nuevas tecnologías que unifiquen progresivamente todos los servicios de transporte aéreo dentro del sistema intermodal de viajeros y de mercancías, asegurando la compatibilidad a largo plazo entre el transporte aéreo y los objetivos ambientales establecidos en el sector de transporte.



Control de seguridad en un aeropuerto.

3.2.5. *Seguridad en el transporte*

La seguridad en el transporte abarca tres ámbitos: en primer lugar, el riesgo para el usuario de verse involucrado en un accidente; en segundo, las necesidades de protección de las personas, los bienes transportados y las propias instalaciones frente a actuaciones ilícitas; y finalmente, la prevención de los riesgos laborales.

En cada uno de los modos de transporte, estos tres aspectos se tratan de manera autónoma. Esta autonomía debe ser compatible con el objetivo de ofrecer unas condiciones de seguridad más homogéneas entre modos reforzando la cooperación entre los especialistas tecnológicos, de manera que los sistemas de evaluación de riesgos y planificación de actuaciones pueda beneficiarse de las experiencias de los modos que ofrecen niveles más altos de seguridad en los tres ámbitos mencionados.

En muchos casos, las exigencias en materia de seguridad se derivan de compromisos o acuerdos internacionales. En España, las competencias en materia de seguridad afectan a diferentes Departamentos Ministeriales, debiéndose establecer mecanismos de coordinación adecuados.

3.2.6. *Transporte urbano y metropolitano*

La intervención de la Administración General del Estado, y en particular del Ministerio de Fomento, en las ciudades resulta crítica para el PEIT. Buena parte de la demanda y de los efectos negativos del transporte se concentra en las ciudades. Objetivos como la reducción de emisiones, la mejora de la eficiencia y calidad de los servicios o el fortalecimiento de la cohesión social y territorial, sólo pueden alcanzarse si se adopta una estrategia decidida en el ámbito urbano. Estrategia que consiste en la aplicación de las tecnologías a todos los procesos de gestión de tráfico.

3.2.7. *Innovación en el Transporte*

Las actuaciones en el ámbito de la innovación en el transporte se desarrollan en tres ámbitos:

1. Actividades I+D+i, que se realizarán dentro de los correspondientes Programas Nacionales de I+D.
2. El desarrollo de programas piloto, en los que el Ministerio de Fomento presta apoyo financiero y técnico a la realización de actuaciones en determinados ámbitos prioritarios, que pueden tener un importante efecto de demostración y diseminación.
3. La elaboración y puesta en marcha de planes específicos de actuación en ámbitos no cubiertos por los planes sectoriales y donde se detecta un déficit importante en el sistema de transporte, como es el caso de la movilidad no motorizada.

4

Evolución de los ITS

Las primeras aplicaciones de sistemas de comunicaciones se desarrollaron en los años sesenta en el transporte aéreo y, desde entonces, la aplicación de las tecnologías ITS se ha venido desarrollando con más o menos intensidad para los diferentes modos de transporte.

Junto a la seguridad de los viajeros y mercancías cabe destacar, como una necesidad emergente, la unificación y simplificación de los medios de pago para trayectos que engloban diferentes modos de transporte.

En el sector de la logística y transporte, gran parte del desarrollo e investigación en tecnología se ha dedicado a los sistemas de trazabilidad y seguimiento de la carga transportada, tanto vía satélite como por otros medios.

Todos los modos de transporte disponen de Centros de Control general dotados de los sistemas y equipos más modernos y sofisticados del mercado de los ITS, siendo los centros de tráfico por carretera los más numerosos:

- Centro de Control de Explotación de la Dirección General de Carreteras del Ministerio de Fomento (Servicio TeleRuta)
- Centros de Control de Explotación de las Autopistas de Peaje.
- Centros de Control de los túneles de la red de carreteras del Estado.
- Centros de Control de Tráfico del Servei Català de Transit y del Depto. de Interior del Gobierno Vasco.
- Centros de Control de Tráfico de las principales ciudades españolas: Ayuntamientos de Madrid, Barcelona, Sevilla, Valencia, Bilbao, etc.
- Centros de Gestión de Tráfico de la Dirección General de Tráfico.
- Centros de Control de Seguridad Ferroviaria.
- Centros de Seguimiento de Tráfico Marítimo, SASEMAR.
- Centros de Gestión de Tráfico Aéreo.

La intervención de los fabricantes de tecnologías software y hardware en los grandes proyectos de transporte desde el mismo momento de su



Centro de Control de Tráfico.

concepción, supone la garantía crucial de que las inversiones realizadas conducen a soluciones eficaces y satisfactorias para todos.

La ventanilla única, que sustituye la presencia física y el papel en la realización de trámites, supone una mejora del servicio al cliente gracias a una ampliación del horario de atención y al ahorro de costes que conlleva. La definición de los datos a intercambiar entre las Administraciones y el modo de transmisión de esa información son los elementos clave a través de los cuales se consigue la máxima eficiencia en todo el proceso. Por su parte, la seguridad se ve reforzada ya que el proceso está respaldado por comunicaciones seguras y de confianza entre los sistemas informáticos y los usuarios.

4.1. Transporte por carretera

Los ITS surgen en la década de los años 90 como alternativa sostenible al problema generado por la creciente demanda de movilidad, especialmente en el ámbito urbano e interurbano.

Las mejoras derivadas del uso de las tecnologías son claramente evidentes. Las posibilidades que ofrecen las nuevas formas de comunicación se reflejan de forma clara en la gestión empresarial, en la mejora de información a los viajeros y en el perfeccionamiento de los sistemas de gestión e inspección administrativa.

Los sistemas de ayuda a la explotación, los elementos de localización de flotas, las tarjetas sin contacto para el cobro, los sistemas de información a los usuarios en tiempo real o el tacógrafo digital, son ejemplos claros de los beneficios que todos los agentes involucrados en el transporte obtienen con la implantación de las tecnologías.

Probablemente sea la monitorización del tráfico a través de cámaras, tanto en carretera como en entornos urbanos, el sistema que más funcionalidades ha aportado a los ITS. Utilizadas inicialmente en carretera para observar lo que ocurría en tramos especialmente conflictivos, las cámaras han pasado de ser elementos de captación de imágenes a convertirse en el núcleo fundamental de ciertos procesos inteligentes que aportan numerosa información de calidad. Información que, posteriormente, es utilizada de forma manual o automática para la toma de decisiones y la ejecución de sub-procesos. Así, no sorprende ver la utilización de cámaras en los sistemas DAI (Detección Automática de Incidencias), gestión de peajes en accesos a centros urbanos, detección de congestiones y accidentes, control del interior de túneles, cálculo de velocidades medias en tramos determinados de carreteras, control de velocidad, determinación de tiempos medios de recorrido, gestión de colas en peajes, reconocimiento automático de matrículas para cálculo de permanencia de vehículos en parkings, control del transporte de mercancías peligrosas, control de accesos y aparcamientos restringidos en zonas urbanas, gestión de carril-bus, detección de infracciones en paso de semáforo rojo, etc.

Dentro del Ministerio de Fomento, la Dirección General de Carreteras elaboró en el año 2000 un Plan Director de ITS para las carreteras del estado donde se recogía una primera aproximación al proyecto de despliegue de ITS a nivel nacional.

Por su parte la Dirección General de Tráfico del Ministerio del Interior publicó en el primer trimestre de 2008 el Plan Nacional de Consolidación de los ITS de carretera en España, en el que se propone la creación de una Comisión Interministerial e Interadministrativa para abordar las tareas de despliegue de los ITS en este modo de transporte.



Tacógrafo digital.

Sistema de lectura de matrículas.





Plan Nacional de Consolidación de los ITS de carretera en España

El Plan Nacional de Consolidación de los ITS de carretera en España surge a principios de 2008 como un plan estratégico de la DGT cuyo horizonte inicial es 2 años, con la plena convicción de que debe convertirse en un plan a largo plazo que oriente las inversiones realizadas por la DGT en materia de seguridad vial.

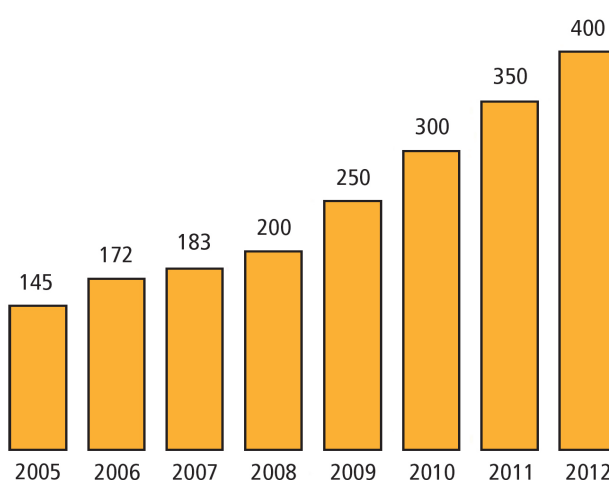
Este plan presenta un presupuesto de inversión de más de 400 millones de euros desglosado en el período 2007-2009 con los objetivos de mejorar la seguridad de los usuarios, conseguir la sostenibilidad medioambiental, optimizar los recursos públicos y ayudar al desarrollo del sector productivo.

El Plan se presenta en dos dimensiones temporales: una a corto plazo (2007-2010) y otra a medio y largo plazo (2011-2020), coincidiendo con el marco temporal del PEIT y del Plan Estratégico de Seguridad Vial.

El plan a **corto plazo** desarrolla una política que persigue el objetivo paralelo europeo de reducir a la mitad la accidentalidad tal y como se recoge en el Libro Blanco del Transporte de la CE. Como acción prioritaria asociada a este objetivo destaca el despliegue de 2.000 secciones de control puestas en producción entre 2005 y 2012 y la creación de un centro de tramitación de denuncias automatizadas, ESTRADA.

La inversión en el área de seguridad corresponde al 58% del total presupuestado y, tal y como se demuestra en el seguimiento realizado por la DGT, se ha producido una reducción importante de la accidentalidad entre 2003 y 2008 llegando a disminuir en un 33% el número de accidentes mortales.

DGT: Número de secciones de control puestas en producción por año



A continuación se describen las categorías en que se dividen los distintos tipos de ITS, tomadas como puntos principales que dirigen la ejecución del Plan dentro del corto plazo.

1. Seguridad

Desarrollo de sistemas de videovigilancia que pretenden conseguir un cumplimiento de la normativa de tráfico y mejoras en los dispositivos instalados en el interior del vehículo, también llamados ADAS, Advanced Driver Assistance Systems.

2. Servicios de información al usuario

Prestación de servicios individualizados de información en el sector público y privado mejorando por una parte la recepción de datos procedentes de incidencias, sistemas DAI o de Detección Automática de Incidentes, y por otra la difusión de la información a los usuarios de las vías.

3. Gestión del tráfico y movilidad

Desarrollo de técnicas y herramientas que ayuden a medir la congestión y que aporten información suficiente para la creación de políticas de movilidad con actuación en tiempo real.

4. Gestión de la logística y las mercancías

Modernización de las aplicaciones de gestión de la carga transportada, creación de rutas óptimas, seguimiento y gestión de los movimientos de las mercancías.

5. Transporte público

Extensión de los sistemas de localización de los vehículos e implantación de SAEs, Sistemas de Ayuda a la Explotación, en todas las explotaciones de servicios públicos de transporte.

El plan a **largo plazo** presenta objetivos tales como la sostenibilidad medioambiental, la seguridad, la accesibilidad y la movilidad. En este punto, se trata de aunar esfuerzos y lograr una intervención conjunta de las empresas productivas, los Ministerios implicados y la Administración.

Las principales categorías que se desarrollan en esta segunda fase se dividen en:

1. Normalización de una arquitectura ITS

Desarrollo de un conjunto de reglas y criterios de integración que unifique los sistemas actuales y que soporte el despliegue de nuevos servicios ITS a desarrollar en el futuro.

2. Estudios de mercado y estudios de coste-beneficio

Investigación del estado del arte del mercado tecnológico nacional e internacional para mantener la exportación de tecnología y la elaboración de un manual coste-beneficio para el desarrollo de nuevos ITS.

4.1.1. Información al viajero

Cada vez es mayor el número de vías que incorporan sistemas de radio-difusión y señales de mensajes variables que los operadores de tráfico utilizan para informar a los usuarios que no disponen de dispositivos ITS específicos, acerca del tráfico, velocidad de cruce según las características específicas de la vía, disponibilidad de aparcamientos, horarios e itinerarios de transporte público, tiempos de espera, información de tránsitos en transporte público, etc.

Dentro de la Naciones Unidas se están desarrollando proyectos de normalización de la información al viajero, donde la DGT participa como entidad representante de España.



Panel informativo de disponibilidad de aparcamiento.

4.1.2. Auxilio en carretera

Como sistema complementario al de postes SOS, y poco a poco sustitutivo, está siendo muy utilizada la transmisión digitalmente codificada mediante RDS-TMC, Radio Data System-Traffic Message Channel. Este sistema permite enviar desde cualquier emisora de radio, dentro de la banda FM, mensajes precodificados en tiempo real e independientes del idioma del usuario. Es un servicio unidireccional, gratuito, asociado al receptor de radio y de cobertura general. Actualmente, están proliferando nuevos servicios bidireccionales apoyados en telefonía móvil.

El servicio eCall es un sistema de llamada de auxilio en caso de accidente a un número de emergencia acordado a nivel europeo: 112. Actualmente, numerosas empresas de automoción están trabajando para instalar en sus vehículos nuevos un sensor de accidente que de forma automática se ponga en contacto con el servicio eCall, ofreciendo información sobre el posicionamiento y la gravedad del suceso acaecido. Gracias a este sistema se pretende conseguir una asistencia rápida y eficaz de los servicios de ayuda en carretera, que permitirá salvar numerosas vidas en accidentes de tráfico y reducir la gravedad de las lesiones. La Comisión Europea ha presentado en 2009 una estrategia que define una norma según la cual para 2014 todos los vehículos europeos nuevos deberán llevar incorporado el sistema eCall. Quince países europeos, entre los que se encuentra España, ya se han unido a dicho proyecto.

4.1.3. Peajes y control de la demanda

Dentro de las autopistas existen tres sistemas de cobro diferenciados: pago en efectivo, pago con tarjeta y pago mediante peaje dinámico o telepeaje, que permiten al usuario pagar el peaje que se determina en función de la categoría del vehículo y de la distancia recorrida.

Actualmente, todas las autopistas de peaje de la península operan con un sistema de telepeaje denominado VIA-T, en el que el vehículo dotado con OBU, On Board Unit, envía información a una antena situada en la vía de peaje. Esta información permite identificar al usuario y comprobar su validez. Tras determinar la clase del vehículo y calcular su tarifa, se carga en la cuenta corriente del usuario el peaje correspondiente. Todo este proceso se realiza en décimas de segundo por lo que no es necesario que el vehículo se detenga en la vía siendo suficiente con reducir la marcha hasta adecuarse a la velocidad de tránsito establecida.

El mayor avance en este punto consiste en que gracias al OBU, un mismo vehículo puede utilizar este sistema en todas las autopistas de peaje por las que circula.



Lector de telepeaje instalado en el interior de un vehículo.

Al amparo de la Directiva Europea 1999/62/CE y de sus posteriores modificaciones expuestas en las Directivas 2006/03/CE y 2006/38/CE, varios países en Europa están aplicando políticas de tarificación para camiones, con el propósito de recuperar los costes de infraestructura y determinados costes externos generados por estos vehículos. Este es el caso de Alemania, Austria o Chequia donde se ha aplicado con éxito un sistema de pago por kilómetro y otros países como Francia, Eslovaquia o Países Bajos están en proceso de implantación.

4.1.4. *Gestión integral de túneles*

La función principal de la gestión de un túnel, espacio que inicialmente puede parecer menos favorable para la circulación, consiste en establecer un entorno de condiciones estables, donde el usuario circule con seguridad y pueda acceder a la información necesaria de la forma más sencilla posible.

La supervisión, vigilancia y control de las instalaciones del túnel en tiempo real, se consideran funciones básicas del centro de control al mismo tiempo que sirve de centro de atención a los usuarios de la red viaria.

Algunos de los sistemas establecidos para la gestión del túnel se recogen en la siguiente lista:

- Control de tráfico
- Gestión de incidencias

- Auxilio en carretera
- Vigilancia por CCTV
- Información general al usuario
- Control de la iluminación
- Control de la ventilación



Paneles de información en el interior de un túnel.

La tendencia actual apunta hacia la independencia de los distintos subsistemas y su conexión integrada en un centro de control, con el objetivo de detectar inmediatamente cualquier incidencia que pueda poner en peligro la seguridad en el túnel.

4.1.5. Centralizaciones semafóricas

La aparición de los primeros problemas serios de congestión de tráfico surgió en las ciudades y como consecuencia, para su resolución, se empezaron a desarrollar en los años sesenta los primeros sistemas para el control centralizado de los cruces regulados con semáforos.

Existen numerosos sistemas para el control centralizado del tráfico. Inicialmente, se basaron en el cálculo de parámetros off-line, mientras que actualmente, los sistemas son capaces de calcular parámetros on-line y de tomar, por tanto, decisiones en tiempo real.

4.1.6. Transporte colectivo

Los SAE, Sistemas para la Ayuda a la Explotación, son herramientas telemáticas para la mejora de la explotación de redes de transporte público tanto urbanas como metropolitanas.

Se trata de dar apoyo a los conductores en todo momento para aumentar la calidad del servicio. El empleo de los sistemas SAE está muy extendido en ciudades de Europa y se ha convertido en una herramienta imprescindible en muchas ciudades españolas.

4.1.7. Gestión de flotas

Sistema de ayuda a la explotación de la flota de vehículos, tanto de transporte de pasajeros como de mercancías, basado en equipos embarcados en los vehículos con posicionamiento GNSS y comunicaciones sin cable (GSM/SMS/GPRS). Este sistema permite a las empresas de

transporte, operadores logísticos, empresas de servicios y organismos públicos, conocer en tiempo real la posición de sus vehículos, mediante el soporte de cartografía, y gestionar las rutas realizada por ellos.

4.1.8. Optimización de los vehículos y de la infraestructura existente

Las empresas de automoción avanzan hacia el vehículo inteligente, basado en la tecnología radar, en la visión artificial con cámaras de televisión y en un sistema de localización y seguimiento.

Los sistemas embarcados en los vehículos tienen la principal función de interactuar con el conductor con el objetivo de proporcionarle ayuda en la tarea de conducción. Dependiendo del nivel de ayuda que le aporten, estos sistemas se dividen en:

- Sistemas Avanzados de Ayuda a la Conducción, ADAS – Advanced Driver Assistance Systems, que proveen información a nivel táctico y operacional de la conducción (ej.: control de velocidad).
- Sistemas de información en el vehículo, IVIS – In Vehicle Information Systems, que aportan información de tareas secundarias (ej.: sistema de navegación).

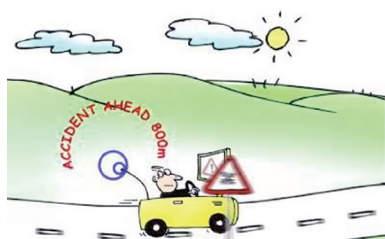
Una de las principales innovaciones incorporadas a los automóviles para lograr una mayor seguridad es la instalación de sistemas de alarma que avisan al conductor en caso de que éste se duerma al volante. El pilotaje automático de seguridad va más allá, ya que se activa si no se consigue que el conductor se despierte en un tiempo pre-establecido. Estos equipos no sólo se utilizan en el transporte privado, también se incorporan en el transporte público ya que son numerosas las empresas que deciden probar y poner en práctica los sistemas en sus servicios públicos.

Los ITS incorporados a la infraestructura, a través de la información aportada al viajero, consiguen una reducción de los retrasos en el tiempo de viaje. La vigilancia avanzada del tráfico, los sistemas de control de señales y los sistemas de ordenación de las principales vías, permiten reducciones muy significativas en estos tiempos.



Sistema de información en carretera.

Numerosos estudios realizados para algunas ciudades europeas señalan que para el año 2017 la implantación de los ITS habrá propiciado la reducción de hasta un 25% en los tiempos de viaje, consiguiéndose así una disminución de los costes de operación y posibilitando una mayor productividad del sistema de transporte.



Conexión entre el vehículo y la infraestructura. Fuente: ERTICO.

4.1.9. Comunicaciones entre vehículos y con la infraestructura

Dentro de estos sistemas se encuentran los sistemas V2V, de comunicaciones entre dos vehículos, y los sistemas I2V, de comunicación entre la infraestructura y los vehículos. En ambos casos se trata de proporcionar al conductor la información necesaria sobre el estado de la vía o los servicios ofrecidos en las mismas.

En el caso de los V2I, los propios sistemas de a bordo gestionan y procesan los datos recibidos a través de los sensores de comunicación con la infraestructura, consiguiendo mantener niveles de seguridad altos en la conducción, cambiando itinerarios en función de los problemas detectados en la vía, etc.

Los vehículos no sólo disponen de equipamiento para recibir la información, sino que también la transmiten bien a otros vehículos o bien a los propios equipos de la vía para actualizar su información.

Actualmente se está desarrollando un proyecto dirigido por empresas de telefonía móvil que utiliza los teléfonos móviles provistos de GPS como monitores de tráfico, recogiendo la información sobre las condiciones del tráfico en tiempo real. Debido al coste elevado del despliegue, está comenzando a utilizarse únicamente en grandes áreas metropolitanas.

4.2. Transporte ferroviario

Conseguir la interoperabilidad ferroviaria es uno de los principales objetivos marcados en la política europea, revitalizando el ferrocarril y abriéndolo a la competencia, y por extensión en la política nacional, tal y como se ha reflejado en el anterior apartado de los ITS dentro del PEIT.

Tren de mercancías. Foto: Santiago Pérez Arconada



El sistema ERTMS, European Rail Traffic Management System, para la gestión del tráfico ferroviario ha supuesto un hito sin precedentes en el transporte ferroviario. Consiste en un sistema común para la gestión del tráfico de las líneas de ferrocarril transeuropeas. La Unión Europea apoya el desarrollo e implantación de ERTMS con el objetivo de aumentar la interoperabilidad del transporte ferroviario en Europa, lo que está dificultado por la existencia de diferentes anchos de vías y distintos sistemas de electrificación, señalización y control de tráfico.

ERTMS está constituido por dos componentes: ETCS (European Train Control System) y GSM-R (Global System for Mobile communication - Railways) para la transmisión de voz y datos entre el tren y las instalaciones fijas. El ETCS realiza las funciones de control de los trenes y se han previsto tres niveles; el nivel 1 se utiliza para líneas de moderada densidad de tráfico, nivel de máxima capacidad. Los dos primeros se han implementado en la línea de alta velocidad de Madrid – Barcelona ya que el nivel 2 permite una velocidad máxima de 350 km/h.

La globalidad es imprescindible, máxime cuando el servicio a través de diferentes países no debe verse mermado en ningún momento y bajo ningún concepto. Esta integración de sistemas se está logrando gracias a acuerdos entre administraciones ferroviarias y a la cooperación de empresas europeas para el desarrollo de productos basados en especificaciones comunes que permiten la compatibilidad de los equipos.

La circulación de los trenes por vías seguras se ha dejado totalmente bajo la supervisión automática de sistemas electrónicos que establecen de forma correcta los itinerarios. A lo largo de la red ferroviaria se ha desplegado un sistema de radiocomunicación, para comunicaciones de voz y datos, que permite la total interconexión entre trenes con los viajeros, de a bordo y en estaciones, y con los agentes implicados en la explotación de la vía y mantenimiento ferroviario.

En relación a las empresas ferroviarias, se está trabajando para poner en marcha nuevas técnicas destinadas a implantar sistemas de gestión integral, aumentar las prestaciones de vigilancia y control de trenes y tender hacia la normalización del sistema de explotación. Además, es de absoluta prioridad la dotación a los conductores de sistemas de ayuda a la navegación y guiado, incluyendo interfaces amigables hombre-máquina, botones antipánico y elementos de emergencia.

La introducción de sistemas para la identificación automática de vehículos y mercancías, dentro del campo de la logística integral, contribuirán a la integración del ferrocarril en la estructura intermodal del transporte.

Debido a sus características particulares, desde hace varios años, los sistemas ferroviarios han contado con diversas tecnologías para realizar un correcto control y vigilancia de la circulación de trenes, automatizando los procesos, en la medida de lo posible, para reducir al máximo los errores que pudieran derivar en consecuencias fatales.

No obstante, el carácter transnacional de las redes y servicios, así como la particular revitalización propugnada para el sector, exigen del mismo el acometimiento de un conjunto de inversiones en tecnologías que desde el punto de vista de ITS podrían clasificarse en 4 categorías:

- Comunicaciones con clientes y proveedores, tanto para servicios de pasajeros como de mercancías.
- Gestión de tráfico de larga distancia, que garantice una efectiva interoperabilidad ferroviaria a nivel europeo (eliminación o reducción sustantiva de barreras técnicas, físicas, administrativas,



Centro de control Ferroviario.

jurídicas, etc.). Destaca en este apartado el sistema europeo de gestión de tráfico ferroviario (ERTMS), tanto en sus tres vertientes de señalización como en las telecomunicaciones y gestión de tráfico, que irá sustituyendo durante los próximos años a los 11 sistemas actualmente vigentes en la Europa de los 27.

- Gestión de tráfico ferroviario en ámbitos metropolitanos, donde sistemas como el ATP, Automatic Train Protection, o el ATO, Automatic Train Operation, permiten proporcionar un servicio de gran calidad al usuario mediante una gestión integral de la red que optimiza la explotación, reduce el consumo energético y maximiza la seguridad.
- Sistemas avanzados de seguridad. Se incluyen dentro de este apartado todos los desarrollos recientes encaminados a aumentar el ya elevado grado de seguridad de la operación ferroviaria, como son: la detección automática de posibilidad de alcance entre trenes, los sistemas automáticos de monitorización de infraestructura, superestructura y material móvil, detección de caída de objetos en la vía, sistema de gestión de incidencias en tiempo real, etc.

4.3. Transporte aéreo

Al igual que en el resto de modos de transporte, la base fundamental del desarrollo y buen funcionamiento de las tecnologías en el transporte aéreo es el desarrollo de una red que aglutine a todos los elementos que participan en el transporte, consiguiendo que tanto los agentes que suministran la información como los que la consumen, dispongan de integradores y emisores de información de manera homogénea.

En el campo del transporte aéreo, modo pionero en la introducción de aplicaciones telemáticas en los años sesenta, se consideran como prioritarios los siguientes temas:

- Mejora de la gestión del tráfico aéreo. Se precisa la redefinición del espacio aéreo en la Unión Europea y la unificación tecnológica desde el punto de vista telemático. La Organización Internacional de Aviación Civil ha realizado grandes inversiones en el desarrollo de un nuevo sistema de comunicación, navegación y vigilancia conocido como CNS/ATM (Communication, Navigation and Surveillance/Air Traffic Management), que permite aumentar la capacidad sin perjuicio de la seguridad.

Avión durante el despegue. Foto: Claudio Sepúlveda Geoffroy



- Comunicaciones en vuelo y control de la navegación. Es necesaria la generalización del uso de las tecnologías comunes, como el GNSS o la radio celular, para su utilización tanto por parte de las compañías como de los propios pasajeros. Para hacer frente al aumento de la demanda de tráfico aéreo, se precisan servicios y sistemas embarcados que permitan de forma eficaz disminuir la separación entre aeronaves, mediante un equipo de navegación instalado en cada nave que provea su propio vector de estado: altitud, rumbo y velocidad. Los sistemas de posición avanzan continuamente y están siendo mejorados gracias a los actuales desarrollos de Galileo por parte de la Unión Europea.
- Comunicaciones digitales de voz y datos. Dentro de los numerosos cambios previstos en las comunicaciones establecidas entre las aeronaves y los sistemas de tierra es notable destacar la sustitución de las comunicaciones por voz entre usuarios por el intercambio de datos y uso de canales digitales en lugar de analógicos, que permiten tanto el intercambio de datos como de voz.
- Gestión de aeropuertos. Conlleva la optimización, tanto de las operaciones previas al vuelo (estacionamientos, accesos a terminales, facturación, trámites aduaneros, embarque, etc.) como de las posteriores al mismo (transbordos, logística de equipajes, trámites de inmigración, acceso a transportes públicos, etc.).

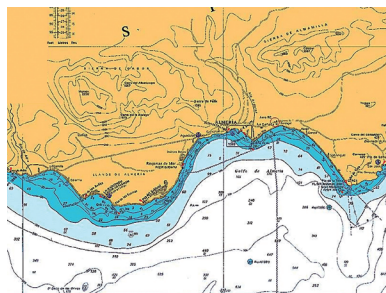


Recogida de equipajes. Foto: Fernando Gárate

- Aviónica. Hay que tener en cuenta que la tecnología propia de las nuevas aeronaves exige la aplicación de sistemas cada vez más sofisticados en relación con las operaciones en tierra y con la preparación de las tripulaciones y los controladores aéreos, siendo preciso cada vez más el uso de herramientas informáticas y la integración de sistemas de control tierra-aire, así como el uso de satélites.

4.4. Transporte marítimo

La OMI, Organización Marítima Internacional auspiciada por Naciones Unidas, propuso el concepto de e-Navegación como un proceso de armonización, recopilación, intercambio y presentación de información marítima a través de sistemas tecnológicos, cuya finalidad fuera un tráfico marítimo seguro y sostenible.



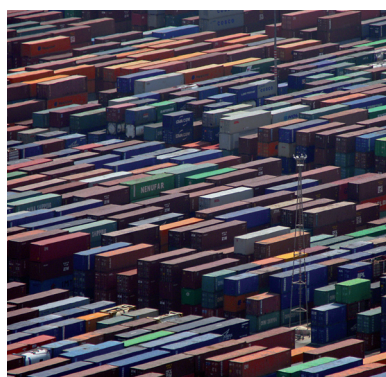
Carta náutica.

En España, a través de los Centros de Coordinación de Salvamento, pertenecientes a la Sociedad de Salvamento y Seguridad Marítima, se canalizan todas las informaciones que se reciben procedentes de diferentes fuentes: radares, datos meteorológicos, estado de los medios de rescate, bases de datos de buques, comunicaciones a través de canales y frecuencias específicos, etc. Toda esta información es procesada y presentada en diferentes soportes, por ejemplo sobre una carta náutica electrónica, de manera que todos los tráficos marítimos están perfectamente informados y sincronizados entre sí. Otras áreas donde se han aplicado las nuevas tecnologías mejorando su gestión son los servicios de señales marítimas y el seguimiento de las cargas en tiempo real.

El desarrollo de las comunicaciones inalámbricas ha tenido un profundo encaje en las áreas portuarias donde se trabaja en superficies muy grandes y no es sencillo disponer de infraestructuras de comunicaciones de datos.

El principal elemento que ha aportado un gran avance en los sistemas de navegación y de gestión de tráfico marítimo es el Sistema de Identificación Automática, AIS – Automatic Identification System, cuya funcionalidad es la de realizar el intercambio de datos entre buques, proporcionando datos precisos de navegación e identificación. Pese a tratarse de un sistema muy potente, dispone de ciertas limitaciones debidas a las comunicaciones vía radio. La solución se encuentra en las comunicaciones GNSS, aunque debido a su elevado coste tienen una baja tasa de actualización.

La mejora del transporte marítimo establece como prioritaria la generación de un sistema de información integrado que permite el conocimiento de las características de las numerosas tareas que se realizan en los distintos países, tales como: operaciones relacionadas con el transporte de mercancías peligrosas, control y optimización de operaciones relativas a contenedores y consolidación de cargas, comunicaciones buque-tierra, ayudas a la navegación, actuaciones en caso de accidentes o emergencias, reglamentaciones y normativas relacionadas con los documentos de carga y porte, gestión de las operaciones en el puerto y su seguridad, información general tanto desde el punto de vista del usuario como del transportista, etc.



Explanada de contenedores del puerto de Barcelona. Foto: Ramón Llorensí Torrent

En los últimos años, en el sector portuario se ha conseguido la eliminación de muchos trámites en papel gracias a la Ventanilla Única. En la mayor parte de los puertos que conforman la red de Puertos del Estado, toda la gestión de escalas y mercancías de un buque puede realizarse sin presencia física y con unos tiempos de respuesta notablemente reducidos. Tareas como solicitud de escala, notificación de mercancías peligrosas, facturación telemática, integración de datos entre las administraciones (Aduanas, Capitanía Marítima, Salvamento Marítimo, etc.) son algunas de las gestiones automatizadas. El objetivo final es conseguir un “Puerto sin papeles” garantizando una mejora continua de la eficacia administrativa, consiguiéndose la reducción de tiempos de paso de las mercancías por el puerto y el incremento de la seguridad.

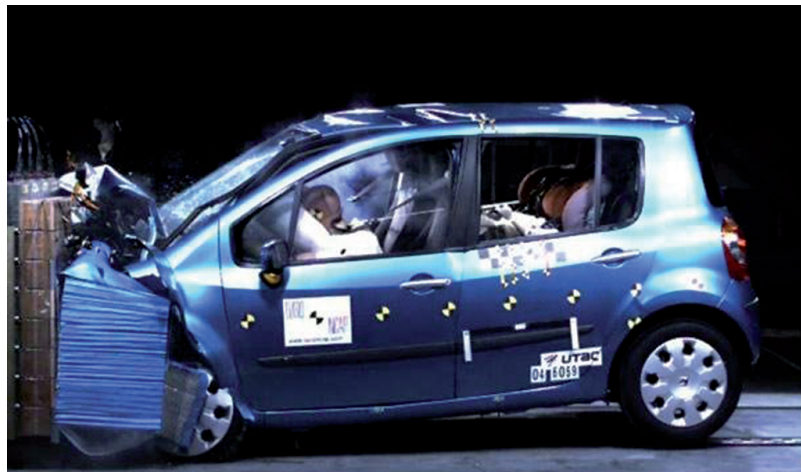
5

Investigación y Desarrollo de los ITS

5.1. I+D en las Universidades y entidades investigadoras

Numerosas entidades y Universidades han creado equipos de trabajo para desarrollar nuevas iniciativas en coordinación con las empresas del sector y con las instituciones públicas.

En el caso de las universidades, hay un gran número de departamentos que están realizando estudios de investigación para el desarrollo de nuevos sistemas de seguridad en automóviles, nuevas redes de comunicaciones, etc. Gracias a numerosas oportunidades de participación en el Programa Nacional de Investigación y en los distintos programas europeos relacionados con el sector, especialmente los Programas Marco, los profesionales universitarios se encuentran en la vanguardia de la generación y transmisión de conocimientos.



Prueba de colisión de un vehículo de calle.

Algunas universidades han participado en la creación de Centros de Investigación con otros países; tal es el caso de la Universidad Politécnica de Madrid, que gracias al apoyo de la Agencia Española de Cooperación Internacional ha colaborado con el Ministerio de Ciencia y Tecnología chino para crear el CSETI, con el fin de fomentar la cooperación entre España y China en el ámbito del transporte y la tecnología. También dentro de la UPM, el Centro de Investigación en Tecnologías Ferroviarias investiga los simuladores de conducción y la detección de objetos en las vías mediante sistemas infrarrojos.

La Universidad de Sevilla trabaja en el campo de los sistemas avanzados de gestión de tráfico urbano. Mediante ayudas de la Administración, también ha colaborado con la Universidad de Pekín para buscar soluciones basadas en ITS a los problemas del transporte en ciudades grandes como Pekín.

En la Universidad Politécnica de Cataluña se utilizan Sistemas de Simulación de Transportes para dar soporte de diseño y evaluación de aplicaciones para la toma de decisiones en la gestión de tráfico.

La Universidad de Murcia ha creado el proyecto MIMICS consistente en el desarrollo de un prototipo de sistema de convoy inteligente, mediante el cual un coche delantero sirve de guía a un pelotón de coches desprovistos de conductor.

La Universidad de Málaga ha desarrollado un sistema de Interfaz hombre-máquina, cuya implantación se apoya en PDAs que reciben infor-

mación de cámaras de video y de sistemas GPS y la muestran al usuario de un modo apropiado.

La Universidad de Valladolid estudia sistemas basados en tecnología de comunicaciones vía satélite para la medición automática de la contaminación en la conducción.

La Universidad de Valencia creó en 1991 el Instituto de Robótica, LI-SITT, para la realización de proyectos de investigación centrados en la telemática en tráfico y transporte. Son numerosos los trabajos realizados en colaboración con las Administraciones Públicas para el desarrollo de estudios basados en la utilización de gráficos por ordenador y realidad virtual, control de dispositivos robóticos y proceso digital de imágenes.

La mayor parte de los proyectos más destacables en el campo de la automoción, donde institutos de investigación al servicio de la industria y las empresas del sector trabajan en coordinación, están orientados a la mejora de los sistemas de seguridad. Dentro de los logros obtenidos en los proyectos desarrollados destacan: el desarrollo de un sistema de detección del parpadeo del conductor, el Copiloto Tecnológico, sistemas de seguridad vial con meteorología adversa, gestión de terminales de contenedores, desarrollo de modelos de demanda en carriles VAO, Vehículos de Alta Ocupación, regulación y control de sistemas semafóricos, aplicaciones de procesamiento de imágenes y visión artificial para la detección automática de incidentes, simuladores de conducción de autocares y Trenes de Alta Velocidad, sensores inteligentes para la explotación de líneas ferroviarias, etc.



Sistema de copiloto tecnológico.

5.2. Asociaciones ITS nacionales

La Asociación ITS España, fundada en 2002, es una Asociación sin ánimo de lucro cuyo principal objetivo es aunar al sector público, privado y académico relacionado con los Sistemas Inteligentes de Transporte, para hacer más segura, sostenible y eficiente la movilidad de personas y mercancías a través de los distintos modos de transporte.

Junto a ITS España, otras dos asociaciones regionales que funcionan de forma paralela y coordinada, ITS Euskadi e ITS Andalucía, completan el panorama de asociaciones dedicadas a ser referencia en el campo de las tecnologías aplicadas al mundo del transporte.

La existencia de asociaciones regionales de este tipo permite:

- Establecer plataformas para definir conjuntamente, entre todos los representantes de la comunidad ITS, las prioridades de investigación y las necesidades de desarrollo.
- Ser adjudicatarios y gestionar proyectos de ITS financiados por las Administraciones Públicas.
- Fijar y difundir las condiciones marco para la implantación de los ITS en sus respectivas regiones.
- Impulsar la concienciación sobre los beneficios de los ITS entre los responsables de la toma de decisiones.

Por su parte, dentro de ITS España se han creado numerosos foros concretos de trabajo que se destinan a promover las nuevas tecnologías en áreas concretas del sector (foro eSafety, foro ERTRAC, ERTICO) e incluso en zonas específicas geográficamente, como es el caso de ITS Cataluña e ITS Valencia.



IX Congreso Español ITS 2009. Fuente: Asociación ITS España

ITS España colabora también con numerosas Asociaciones de ITS en Latinoamérica, habiendo participado en el nacimiento y puesta en marcha de ITS Iberoamérica.

Así mismo, la asociación se encarga de preparar la celebración anual del Congreso de ITS España. Desde su nacimiento en 1999, el Congreso Nacional de Sistemas Inteligentes de Transporte ha sido un excelente foro para administraciones, empresas y técnicos interesados en la modernización tecnológica de las carreteras, donde se presentan los nuevos avances en el sector en un ambiente propicio para el intercambio de conocimientos. Del mismo modo, se ha convertido en un escaparate para un sector que comenzó a dar que hablar en nuestro país a principios de los años 80, cuando se instaló en la red viaria española el primer sistema de transporte inteligente.

5.3. Participación en el espacio europeo de investigación

El principal auge de la investigación española en el sector del transporte fue ocasionado fundamentalmente por el empuje de los Programas Marco de Investigación de la Unión Europea.

Numerosas entidades de ámbito privado, investigadores y docentes que integran la Universidad española, así como el apoyo recibido desde distintas instituciones públicas y privadas, han contribuido a situar a España como un referente en alguno de los proyectos relacionados con los ITS que actualmente están activos en Europa.

No es extraño encontrar personas procedentes de las Universidades españolas o de la Administración liderando grupos de trabajo donde se involucran numerosos centros de investigación públicos y privados de diferentes países europeos.



Logotipo del VII Programa Marco Europeo.

6

Normalización



Organización Internacional para la estandarización.



Comité Europeo para la Normalización.



Asociación Española de Normalización y Certificación.

Con motivo de la problemática existente en la década anterior, donde cualquier agente que se dedicaba a la explotación de una infraestructura no podía asegurar al 100% la interoperabilidad de los dispositivos y sistemas instalados en ella, la Administración Pública apostó por impulsar de forma muy significativa la normalización de los sistemas creando comités técnicos de trabajo. Desde entonces el objetivo fundamental consiste en crear un marco normativo lo más completo posible que permita garantizar el correcto funcionamiento de todos los sistemas y como consecuencia final, obtener un mayor nivel de seguridad para los usuarios.

El importante impacto económico de los sistemas ITS ha venido impulsando la creación de diversas organizaciones (ITS América en 1991, ERTICO ó ITS Europa también en 1991, ITS Japón o VERTIS) en las que participan empresas del sector, operadores de infraestructuras, Administraciones Públicas, grupos de usuarios, etc., que trabajan coordinadamente intercambiando experiencias y fomentando el desarrollo, implantación y aceptación de los sistemas inteligentes de transporte.

Sin duda, uno de los aspectos críticos en relación con el avance y consolidación de los productos y servicios ITS son los procesos de normalización, fundamentales para permitir la evolución ágil y estructurada de los mismos, de manera que las decisiones de inversión por parte de los diversos agentes cuenten con un marco estable para su desarrollo e implantación.

A nivel internacional, la International Organization for Standardization, ISO, se ocupa de la normalización internacional de productos industriales para facilitar la actividad intelectual y económica y el desarrollo tecnológico.

A nivel europeo, esta tarea es realizada por el Comité Europeo de Normalización, CEN.

En lo que se refiere a España, la entidad de normalización es AENOR. En este caso, la normalización en materia de ITS se circunscribe hasta la fecha al ámbito modal de la carretera y a los servicios de transporte comercial.

En relación con los ITS, los trabajos normativos europeos se iniciaron en 1991 con el establecimiento de un Comité Técnico CEN TC 278, que posteriormente se denominó ITS. Por su parte, la organización de normalización global, ISO, estableció un Comité Técnico TC 204 aproximadamente un año después. En el año 1994 se estableció un acuerdo entre ambas organizaciones y, aunque los dos Comités no son exactamente iguales, se decidió en qué casos el liderazgo de una aplicación iba a ser cubierto por uno u otro Comité, aunque la mayor parte de los grupos de trabajo tienen estatus dual en una y otra organización.

A continuación, se repasan los esfuerzos desarrollados por los diferentes organismos de estandarización, cuyo proceso de normalización se basa en una estructura piramidal, que cubre desde el ámbito global hasta el nacional.

Como se ha indicado, las normas internacionales se establecen en el marco de la Organización Internacional de Estandarización (ISO), destacando el Comité Técnico ISO/TC 204, encargado de los sistemas inteligentes de transporte, así como el Comité Técnico ISO/TC 022, responsable en exclusiva de todas las cuestiones de normalización relativas a la compatibilidad, interoperabilidad y seguridad propias de los vehículos.

El trabajo en el Comité ISO/TC 204 se articula a través de 16 grupos de trabajo. El grupo WG1 (Architecture) ha realizado el proceso de

definición de un modelo de arquitectura ITS con validez internacional que se concreta hasta el momento presente en el estándar ISO 14813: Intelligent transport systems - Reference model architecture for the ITS sector.

Hasta ahora se han publicado 47 normas ISO en las que han participado directamente 24 países y otros 26 países han sido observadores. Otras 34 normas se encuentran actualmente en fase de desarrollo por los diferentes grupos de trabajo.

A nivel europeo, destacan las normas elaboradas por los Comités Europeos de Normalización (CEN con carácter general, CENELEC en materia de electrotecnia y ETSI en el ámbito de las telecomunicaciones).

La Dirección General de Energía y Transportes de la UE, DG TREN, ha venido desarrollando múltiples esfuerzos en la elaboración de principios rectores para la aplicación de los sistemas y tecnologías ITS a redes trans-europeas de transporte, en coherencia con las directrices de la política sectorial de la Unión Europea. Los trabajos en favor de una arquitectura ITS con un rango geográfico de aplicabilidad que excede los límites nacionales comprenden aspectos regulatorios (directivas y mandatos) y aspectos de estandarización, esencialmente a través de CEN TC278 y ETSI.

El Comité Europeo de Normalización CEN TC278, o como se denomina oficialmente Technical Committee 278 (Road Transport and Traffic Telematics), es responsable de elaborar y adoptar los estándares sobre ITS de carreteras con validez europea y de hecho, el servicio EETS, European Electronic Toll Service, auspiciado por la Comisión, se basa en varios estándares establecidos por el Comité.

Este Comité ha sido el responsable de 79 normas, actualmente está trabajando sobre 121 cuestiones, y de momento tiene 39 normas bajo desarrollo.

En el seno de CEN TC278 ha venido funcionando desde el año 1991 un Grupo de Trabajo específico sobre arquitectura ITS (WG 13). Este grupo, por convenio con el Comité ISO TC204, se ha centrado en la serie de estándares ISO 1481x. Se trata de un conjunto relativamente heterogéneo de normas, algunas de las cuales hacen referencia a aspectos muy particulares y de interés limitado, mientras que otros poseen una intencionalidad más estructurante aunque con un escaso grado de definición.

Además de este grupo de trabajo, hay otros 14 que tratan de desarrollar y unificar normas de utilización estandarizada:

- Control automático de accesos y peajes.
- Sistemas de gestión de mercancías.
- Transporte público.
- Información del tráfico y del viajero.
- Sistemas de control de tráfico.
- Gestión de aparcamientos.
- Base de datos geográfica.
- Bases de datos de tráfico.
- Comunicaciones dedicadas de corto alcance.



Red trans-europea de transporte.

- Interacción hombre-máquina.
- Interfaces subsistemas – intersistemas.
- Identificación automática de vehículos y equipos.
- Recuperación de vehículos robados.
- Aplicaciones de seguridad, eSafety.

Los Comités Europeos de Normalización, con capacidad legal en la materia, tienen un organismo homólogo en cada uno de los países de la Unión, debiendo regirse la compatibilidad entre los mismos por el principio de subsidiariedad, cuidando la transparencia y las condiciones de competencia en el mercado.



Jornada de trabajo del proyecto eSafety.

Por su parte, en España, la normalización de sistemas telemáticos aplicados al transporte por carretera es responsabilidad del Comité Técnico de Normalización 159 dependiente de AENOR y representante nacional en los Comités de nivel superior.

El CTN 159 está estructurado a su vez en dos Subcomités Técnicos:

1. Subcomité Técnico 1. Se divide en 2 Grupos de Trabajo:
 - GT 1: Peaje y comunicaciones.
 - GT 2: Transportes.
2. Subcomité Técnico 2. Se divide también en 2 Grupos de Trabajo:
 - GT 1: Información de tráfico y datos geográficos.
 - GT 2: Arquitectura y terminología, HMI (Human Machine Interface) y sistemas de recuperación de vehículos robados.

Debe destacarse también el CTN 133 relacionado con las Telecomunicaciones, el CTN 135 que trata sobre los equipamientos para la seguridad vial y el CTN 152 relacionado con la logística.

7

Situación de los ITS en Europa



Portada del Libro Blanco de Políticas de Transporte de la Unión Europea.

Sin duda, el ámbito principal de desarrollo de los ITS en los últimos años ha sido el de la Unión Europea, tras unos comienzos dominados por las Industrias automovilísticas de EEUU y Japón.

El Libro Blanco de Políticas de Transporte en Europa supuso un punto de inflexión en el ámbito del transporte y de los ITS en particular, aunque desde varios años antes se venían haciendo esfuerzos desde las instituciones europeas y la iniciativa privada para avanzar en el uso de la telemática en el transporte.

Por último, destacar que la definición de una arquitectura global multimodal de ITS es, posiblemente, el gran reto al que se enfrenta Europa para su desarrollo y aplicación.

7.1. Etapa inicial: 1984-1994

Analizando someramente los primeros pasos se observa un especial interés en el desarrollo de la telemática para la mejora de la seguridad vial. Así, los primeros esfuerzos se enfocan hacia ese segmento de aplicación, tal es el caso del Programa DRIVE, Dedicated Road Infrastructure for Vehicle safety in Europe.

En Europa, uno de los primeros esfuerzos importantes en ITS fue el desarrollo de ALI (Autofahrer Leit und Informations System) entre 1979 y 1982, donde Alemania jugó un papel central. Desde mediados de los 80, los principales programas de ITS de Europa han sido patrocinados y/o coordinados por una progresión de organizaciones supranacionales. A finales de los 80, quedó establecido que las actividades de investigación estuvieran dirigidas por el sector público orientadas a la infraestructura de Telemática para Transporte.

Entre las organizaciones supranacionales, destacan las siguientes:

EUREKA. Establecida en 1985 como una iniciativa de coordinación de investigación de 19 naciones europeas. Su objetivo fue estimular la investigación y desarrollo cooperativos entre industrias y gobiernos en Europa.

En 1988, la Comunidad Europea adoptó DRIVE. Sus metas fueron identificar las mejoras potenciales de la seguridad en la carretera y reducir la congestión en la red de carreteras europeas mediante el apoyo y explotación de la investigación y desarrollo de tecnologías de información y telecomunicaciones. Entre 1989-1991, DRIVE financió 72 proyectos de investigación de transporte por carretera. Sus gastos totales sumaron aproximadamente 120 millones de ECUs. El trabajo bajo el programa DRIVE reunió a alrededor de 1.000 investigadores y técnicos especialistas de 300 organizaciones diferentes, representando a todos los principales involucrados en la seguridad de la carretera y control de tránsito en Europa. El Programa ATT (DRIVE II), entre 1992 y 1994 invirtió 140 millones de ECUs para financiar 64 actividades de investigación y desarrollo y proyectos piloto, que no sólo se concentraron en transporte por carretera, sino también en la interfaz entre carretera, ferrocarril y transporte marítimo. En 1994 se adoptó el Programa de Aplicaciones de Telemática, que cubrió actividades de investigación y desarrollo para aplicaciones de tecnologías de información y comunicaciones.

ERTICO, European Road Transport Telematics Implementation Coordination Organization, establecida en 1991, es una asociación público-privada cuyo objetivo principal es la implantación de los sistemas ITS

en el ámbito europeo, representando los intereses de la industria manufacturera, operadores de carretera, proveedores de servicio, operadores de telecomunicaciones y administradores públicos. ERTICO es la contraparte europea de organizaciones tales como ITS América y VERTIS, Vehicle Road and Traffic Intelligence Society.

7.2. Etapa de consolidación: 1994-2001

Consecuencia del creciente interés de Europa en el desarrollo de los ITS, el Consejo Europeo, en diciembre de 1993, impulsó la creación de dos grupos de trabajo de Alto Nivel.

Estos grupos tuvieron como sectores de análisis las redes de información por un lado y las redes de energía y transportes por otro.

La presentación de sus propuestas se produjo en Junio de 2004 en el Consejo Europeo de Corfu, en las que se instaba a avanzar urgentemente en la Sociedad de la Información y a desarrollar acciones en telemática asociada al transporte, especialmente en los sectores de la carretera y el tráfico aéreo.

En Octubre de 1994, mediante la “Resolución del Consejo sobre Telemática en el Sector del Transporte”, se apuntó en la dirección fundamental de homogeneizar y normalizar los diferentes sistemas y procesos en el marco europeo como condición sine qua non para lograr la compatibilidad, interoperabilidad y eficiencia del sistema.

Finalmente, fruto de la comunicación sobre Aplicaciones Telemáticas del Transporte en Europa de la Comisión al Parlamento y al Consejo Europeos (noviembre 1994), surge un nuevo Grupo de Alto Nivel en septiembre de 1995. Este grupo recibió las directrices de:

- Concentrarse en desarrollar los sistemas transeuropeos de servicio telemáticos: gestión del tráfico, información al usuario, servicios de valor añadido, etc.
- Garantizar la interoperabilidad del sistema en todo el ámbito europeo, asegurando la creación de un mercado común para los productos y servicios telemáticos.
- Definir y desarrollar los estándares necesarios.
- Desarrollar estas iniciativas en medidas sobre todos los modos del sistema de transportes.

En el informe del Grupo de Alto Nivel se presentó una lista de iniciativas que se consideraban prioritarias para trabajar inmediatamente en ellas y una segunda lista para trabajar en el futuro.

- RDS-TMC o servicio de información del estado del tráfico, con interoperabilidad e intercambio de datos entre países.
- Campo del peaje electrónico (pórticos de peaje).
- Gestión de datos en tiempo real, especialmente asociado a mercancías.
- Mejorar la interfaz hombre-máquina.
- Avanzar en la arquitectura de los sistemas telemáticos.

- Servicios de información general y asistencia durante el viaje (estado del tráfico, incidencias, existencia de peajes, meteorología, tramos de concentración de accidentes, áreas de alto nivel de contaminación o polen, etc.).
- Oficinas de operación y control del tráfico urbano.
- Mejorar el resto de servicios de los otros modos de transporte urbano.
- Sistemas de mejora, potenciación y priorización de los servicios de transporte colectivo.
- Sistemas de control y seguridad activa en los vehículos.

Estas iniciativas y estrategias se desarrollaron bajo el soporte de los dos Programas Marco de I+D desarrollados durante este periodo: IV y V Programa Marco, entre 1994-1998 y 1998-2002 respectivamente.

Desde 1995, la DGT está trabajando en el intercambio de información de manera homogénea entre los países europeos. Para ello, en España se está utilizando la frecuencia de Radio 3 para ofertar todo tipo de información al usuario.

Mientras que los proyectos del IV Programa Marco presentaban aspectos más generales referidos a la gestión, la viabilidad técnica, la normalización, la capacidad operativa de los sistemas o el grado de aceptación de los mismos, en los últimos se ha avanzado en la vertiente más práctica y de implantación de estos sistemas, con especial atención a las redes transeuropeas. Entre otros destacaron los proyectos TEMPO, Trans-European intelligent transport SystemS Projects:

- SERTI: sistema de información del tráfico y duración prevista del desplazamiento (en tiempo real) de las autopistas del arco mediterráneo en el entorno del Golfo de León.
- ARTS: proyecto que supuso el primer intento entre España, Francia y Portugal de eliminar las fronteras telemáticas, logrando una continuidad en servicios e interoperabilidad al pasar de uno a otro país.
- CENTRICO: servicios de información en el Canal de la Mancha, que ofrece a los usuarios (especialmente a los de larga distancia) los parámetros principales de las diferentes alternativas en los extremos, mejorando así la eficiencia del desplazamiento.
- VIKING: servicio de información al viajero vía Internet en los países del Norte de Europa, avanzando al usuario los principales parámetros del desplazamiento definido y sus alternativas en otros modos de transporte.
- CORVETTE: sistema de cooperación entre los operadores de carreteras en la zona alpina. Ofrece ayuda para elegir el mejor itinerario para cruzar los Alpes, especialmente interesante con los desvíos y obras que se han ejecutado en esta zona tan transitada.
- STREETWISE: servicio de integración de información sobre viajes, especialmente dirigido a mercancías para aunar los esfuerzos realizados en diferentes países y mejorar la transferencia intermodal, evitar zonas de congestión o meteorología adversa, etc.



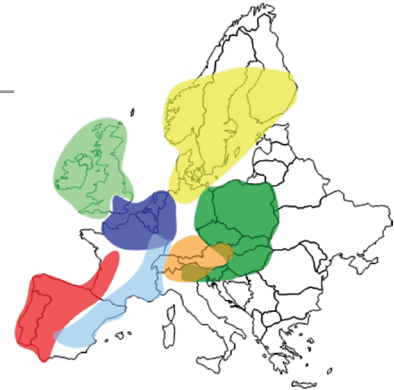
Panel informativo en una parada de autobús.

7.3. Etapa posterior al Libro Blanco del Transporte: 2001-2009

La publicación del Libro Blanco de Políticas del Transporte en Europa, 2001, y su posterior revisión, 2006, han supuesto el apoyo definitivo de la Unión Europea al sector del transporte desde nuevos puntos de vista: seguridad, sostenibilidad, medioambiente, internalización de costes, intermodalidad y eficiencia, principalmente.

En este mismo documento se recogen muchos de los esfuerzos realizados en las etapas anteriores referentes a la investigación y aplicación de la telemática como una de las medidas fundamentales para:

- Reducir la siniestralidad en el sector del transporte, especialmente en la carretera.
- Reducir las externalidades ambientales negativas del sector del transporte, especialmente carretera y marítimo.
- Minimizar las situaciones de congestión en los accesos a los centros urbanos.
- Aumentar la información entre el usuario/conductor/infraestructura/gestor.
- Optimizar la cadena de transporte, minimizando su coste sobre la producción y mejorando la competitividad.
- Mejorar el control en las fronteras y puntos de ruptura modal, especialmente en el transporte de mercancías.



Zonas de aplicación de los proyectos: ARTS (rojo), SERTI (azul), CORVETTE (naranja), VIKING (amarillo), CENTRICO (violeta) y STREETWISE (verde).



Camión embarcando en un Ferry. Foto: Claudio A. Mufarrege

El plan de acción eEuope (2001-2005) ha demostrado igualmente ser un medio de aportación muy importante: facilitando la aplicación de nuevas soluciones, acelerando su desarrollo y apostando por la necesidad de contar con la iniciativa privada. Entre otros, en estos planes de acción se han definido como objetivos:

- Al menos un 50% de las grandes ciudades europeas deberían disponer de un servicio de información y gestión del tráfico.
- Igualmente, al menos un 50% de las principales autopistas europeas tendrían que contar con sistemas de detección de

incidentes y de congestión, además de sistemas de gestión de tráfico.

- Todos los vehículos puestos a la venta en Europa tendrían que contar con sistemas de seguridad activos.
- Se debería avanzar, mediante acciones legislativas, en la consecución del cielo único europeo, las comunicaciones móviles ferroviarias, los sistemas marítimos de información y el proyecto de navegación civil europeo Galileo.

La continuación, i2010 strategy, sigue en estos momentos aportando iniciativas desde el sector de las tecnologías de la información y la comunicación al desarrollo de nuevos procesos y herramientas en el campo particular del transporte.

Las actuaciones propuestas se vertebraron principalmente mediante el VI Programa Marco de I+D (2002-2006) en una primera fase y el VII Programa Marco en la fase actual (2007-2013).

En el año 2007 los Estados Miembros prepararon una propuesta conjunta denominada Easyway que comprendía la continuación de los proyectos euro-regionales SERI y ARTS. El principal objetivo de EasyWay es asegurar la continuidad y calidad de los servicios ofrecidos gracias a una completa difusión de los ITS en Europa, de manera que sean compatibles y armonizados. Las principales áreas de trabajo desarrolladas comprenden los sistemas de intercambio y difusión de información de tráfico y los sistemas de gestión y control de tráfico.

7.4. Plan de acción para el despliegue de ITS en Europa

En diciembre de 2008, la Comisión de la Unión Europea adoptó un acuerdo para la puesta en marcha de un plan de acción encaminado al despliegue de los ITS en Europa, en coordinación con otros planes que se están desarrollando a escala nacional. A través de esta unión de pro-



Ciudad congestionada por el tráfico.

yectos de diferentes países se espera que el plan de acción europeo contribuya de una manera efectiva a cumplir los objetivos establecidos en la política común de transportes, en relación con tres conceptos clave:

- Mejora ambiental. Reducción de efectos ambientales especialmente en lo que se refiere a la emisión de CO₂ y otros GHG.
- Seguridad. Reducción de la accidentalidad y mortalidad que aún permanecen en tasas muy elevadas.
- Eficiencia. En términos tanto de atenuación de los problemas patológicos de congestión como en cuanto al consumo energético específico de este tipo de actividad.

Dicho Plan de Acción ITS establece una serie de áreas prioritarias de actuación sobre las cuales se irán desarrollando medidas de varios tipos. Estas áreas y medidas corresponden a:

1. Óptima utilización de datos de la vía, del tráfico y desplazamientos.
2. Continuidad de los servicios del tráfico y de la gestión de flotas.
3. Seguridad vial y protección del transporte.
4. Integración del vehículo e infraestructuras de transporte.
5. Seguridad y protección de datos y responsabilidades.
6. Cooperación y coordinación ITS en Europa.



8

ITS en otros países

Todos los organismos ITS creados en diferentes países tienen en común una finalidad principal, la de promover la investigación, el desarrollo y la creación de nuevas tecnologías aplicadas al transporte, así como la implantación de dichos sistemas en sus respectivos países.

8.1. EE.UU.



Logotipo ITS América.

En 1988, un equipo de estudio no oficial, “Mobility 2000”, comenzó a centrarse en cómo la tecnología podría ayudar a resolver las terribles congestiones de tránsito. En 1990, estas actividades se reforzaron con el establecimiento de la IVHS America (Intelligent Vehicle Highway Society of America). IVHS America se convirtió en marzo de 1991 en un comité de asesoría federal utilizado por el Departamento de Transporte de los Estados Unidos de América (USDOT) y cambió de nombre a ITS America en 1994.

ITS América es una sociedad científica y educativa con fines no lucrativos cuya meta es coordinar y acelerar el desarrollo, difusión, integración y aceptación de tecnologías de transporte avanzadas en los EE.UU. Es una asociación público/privada con más de mil organizaciones miembro de todos los niveles del gobierno, el sector privado, el sector académico y la comunidad internacional de ITS.

En 1995, ITS América y el USDOT desarrollaron el Plan del Programa Nacional de ITS para cumplir con la seguridad, movilidad, comodidad y otras necesidades de transporte de los usuarios y proveedores.

8.2. Canadá



Logotipo ITS Canadá.

ITS Canadá fue creada en junio de 1997 como una sociedad de profesionales sin fines de lucro con el apoyo institucional del gobierno, desde nivel federal hasta niveles municipales. Actualmente, la asociación está formada por miembros individuales, organizaciones públicas, instituciones académicas y compañías privadas.

La sociedad tiene la responsabilidad de promover ITS y coordinar los intereses de los distintos promotores. Como principales funciones destacan la investigación, desarrollo, pruebas e implementación de nuevas tecnologías aplicables a ITS dentro de Canadá junto a proyectos de asesoría en los mismos ámbitos.

Los papeles de las entidades federales y/o provinciales en Canadá son muy distintos a los de EE.UU. Las provincias canadienses son mucho más autónomas, en términos financieros y operacionales, en sus instalaciones de transporte que los estados individuales de EE.UU. El papel del Transporte en Canadá está orientado más a la investigación que a los aspectos operativos.

8.3. Japón

La Agencia Nacional de Política (NPA), responsable de la administración de tránsito en las carreteras, ha invertido en difusión de ATMS (sistemas de control centralizados de señales de tránsito) desde los 60. En 1970, la NPA instaló el primer sistema de control centralizado de señales de tránsito en el Departamento de Policía Metropolitana.

Entre 1973 y 1978, el Ministerio de Comercio Internacional e Industria (MITI), ejecutó el proyecto japonés CACS, que marcó la primera vez que se instrumentaron dispositivos de información sofisticados para vehículos e instalaciones a un lado del camino y la primera prueba de la función de sistema de guiado en ruta centralmente determinada en áreas urbanas reales en Tokio.

El Ministerio de Construcción, MOC, responsable de la construcción, mantenimiento y administración de carreteras, ha trabajado en ATIS, sistemas de administración de autopistas, desde los años 60.

El Ministerio de Transporte (MOT) es responsable de la seguridad de vehículos y ha promovido el proyecto de Seguridad Avanzada del Vehículo desde 1991.

En 1993, diversos ministerios y agencias formaron el Consejo Interministerial para acelerar y promover la investigación, el desarrollo y la difusión de los ITS. En 1994, en respuesta a una solicitud de ITS América, el sector privado e instituciones académicas establecieron VERTIS (Vehicle, Road and Traffic Intelligence Society) para promover los ITS. VERTIS atrajo a más de 200 organizaciones y miembros individuales.

Como resultado, las actividades de difusión de la arquitectura nacional ITS son compartidas por ministerios y entidades de cualquier índole relacionados con ITS.

9

Arquitectura ITS

El principal reto tecnológico y organizativo al que se enfrentan las Administraciones Públicas en España en relación a los ITS es la creación de una Arquitectura común que sirva por una parte de soporte a todas las aplicaciones actualmente existentes y por otra de referencia para los nuevos desarrollos.

Sin embargo, la complejidad del mundo de las nuevas tecnologías aplicadas al transporte, y especialmente el sector de los ITS, en el que cada día nuevos agentes participan creando y diseñando productos y servicios, puede dar lugar a un entorno extraordinariamente difícil para la creación de una arquitectura.

Así, es más que probable que, lo que en un momento determinado se considere una alternativa tecnológica básica, muy poco tiempo después quede arrinconada gracias a la imparable evolución tecnológica y comercial. Las aplicaciones sobre WAP, Wireless Applications Protocol, pueden ser un buen ejemplo de este fenómeno, en el que en un corto tiempo han pasado de ser una tecnología imprescindible a ser una tecnología caduca.

Por otra parte, la evolución de las prioridades públicas no resulta menos dinámica. Puede resultar paradigmático el cambio de prioridades realizado desde los sistemas de información de tráfico, que pretenden la eficiencia, hacia los sistemas de e-safety, centrados en la seguridad.

9.1. Concepto y marco de la Arquitectura ITS

Es importante que la planificación de las actuaciones de los agentes públicos y privados involucrados en el despliegue nacional de los sistemas ITS sea coherente con un marco común de referencia, que se denomina Arquitectura ITS y que además, debe ser suficientemente flexible para acomodar los cambios que inevitablemente se irán produciendo tanto en las infraestructuras y servicios de transporte, como en el campo de las tecnologías de la información y de la comunicación durante los próximos años.

Una arquitectura ITS adecuada al sistema español de transporte, se debe entender esencialmente como un marco normalizador y de integración de los proyectos de este tipo que se vayan a abordar en los próximos años. La definición de una arquitectura normalizada para los ITS en España tendrá como finalidad esencial facilitar el cumplimiento de los objetivos que se enumeran a continuación:

- Compatibilidad y conectividad de los dispositivos, sistemas y redes que vayan a formar parte del entramado ITS en el sistema de transporte a escala nacional (infraestructuras y servicios) sea cual sea el órgano responsable o titular de los mismos.
- Interoperabilidad de las tecnologías ITS utilizadas, en un marco basado en los principios de estandarización, sistemas abiertos y concurrencia de proveedores, tanto a nivel nacional como a escala paneuropea en aquellos casos en que la normativa así lo exija (por ej. Directivas sobre el Servicio Europeo de Telepeaje).
- Optimización de las características técnicas, el rendimiento y el coste de los sistemas ITS desplegados.
- Cooperación entre los distintos agentes, públicos y privados, que intervengan en la problemática de los ITS a desplegar dentro del sistema nacional de transporte.



Servicio Europeo de Telepeaje.

Aunque el término «Arquitectura ITS» posee unas ciertas connotaciones abstractas, en términos prácticos tal arquitectura se puede definir básicamente a partir de cuatro elementos fundamentales:

- Definición de los servicios o aplicaciones ITS, orientados esencialmente hacia los distintos tipos de usuarios del sistema de transporte.
- Identificación de las funciones y procesos básicos que los sistemas ITS deben ser capaces de llevar a cabo en las infraestructuras.
- Indicación sobre qué tecnologías serían más apropiadas según el estado del arte para que los equipos y sistemas ITS desplegados en la red puedan cumplir su misión.
- Especificación de las normas y estándares que los citados equipos y sistemas deben cumplir por razones de compatibilidad, interoperabilidad y conformidad con la reglamentación nacional, Europea o internacional, así como con otras recomendaciones de las asociaciones profesionales y/o industriales comúnmente aceptadas para cada una de las tecnologías que se consideren.

9.2. Necesidades de una arquitectura nacional ITS

La arquitectura del sistema surge ante la necesidad de intercambio de información entre numerosos organismos o entidades que desarrollan ITS. Se define como el marco necesario para asegurar la interoperabilidad e integración óptima entre todas las funciones del ITS, independientemente de las tecnologías específicas a desarrollarse.

ITS ofrece a los actores involucrados una variedad de opciones para atender sus necesidades de transporte. Sin una guía adecuada, los actores involucrados fácilmente podrían desarrollar sistemas para atender sus necesidades que serían incompatibles con sus regiones vecinas. Esto significaría que un usuario que adquirió equipo y servicios ITS de la ciudad “A” no podrá usarlos en la ciudad “B” porque son incompatibles. Para maximizar el potencial de las tecnologías ITS, el diseño de sistemas debe ser compatible a nivel de interfaz de los sistemas para poder compartir datos, proveer operaciones integradas en áreas amplias de manera coordinada y dar soporte a equipamiento y servicios interoperables. La Arquitectura Nacional ITS provee esta guía general para asegurar compatibilidad/interoperabilidad de sistemas, productos y servicios, sin limitar las opciones de diseño de los actores involucrados.

La principal finalidad de una Arquitectura Nacional ITS es la de poder interactuar con otras arquitecturas, ya sea a nivel local, nacional o internacional. Se trata de un recurso para cualquier región y deberá ser mantenida a lo largo del tiempo, independientemente de cualquier diseño de sistema específico o región en el país. La Arquitectura Nacional ITS debe contener material que será de utilidad para las dependencias en cada etapa de desarrollo de algún proyecto y en pensar cómo un proyecto individual encaja en un contexto regional de gestión del transporte más amplio.

Una Arquitectura Nacional ITS no es un producto estático, se trata de un proceso dinámico en el que se debe incorporar cualquier ajuste de manera periódica para mantenerla vigente.

Es un marco de referencia alrededor del cual se pueden desarrollar diversos enfoques de diseño, cada uno diseñado a la medida de las necesidades del usuario, y al mismo tiempo, manteniendo los beneficios de una arquitectura común.

9.3. Visión general de las arquitecturas ITS

Aunque cada arquitectura ITS es diferente, ya que se adapta a las necesidades del entorno para el cual se crea, todas ellas deben mantener un mismo patrón.

9.3.1. *Arquitectura lógica*

Provee información sobre cómo se comportará el sistema y el flujo de datos dentro del sistema.

Consideramos la infraestructura lógica a todas las aplicaciones software encargadas de los diferentes servicios y que se ejecutan sobre las CPUs instaladas en emplazamientos fijos y móviles.

Dentro de este tipo de infraestructura podemos considerar el empleo de Sistemas de Información Geográfica (GIS) que nos permiten ubicar geográficamente una serie de recursos de interés.

9.3.2. *Arquitectura física*

Esta arquitectura representa el sistema físico y se diseña directamente sobre la arquitectura lógica.

Consideramos la infraestructura física necesaria para implantar los ITS al conjunto de dispositivos electrónicos y de comunicaciones, así como a las instalaciones necesarias para dar soporte a los diferentes servicios ITS.

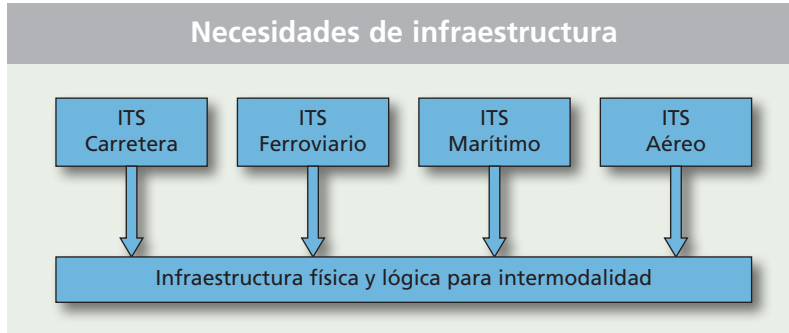
Dentro de la parte física, se definen las especificaciones de funciones o procesos requeridos para llevar a cabo servicios ITS al usuario y la información o flujo de datos que requieren ser intercambiados entre estas funciones. El proceso de descomposición funcional se inicia con la definición de aquellos elementos que se encuentran dentro de la arquitectura y aquellos que no. Por ejemplo, los viajeros son externos a la arquitectura pero el equipo que utilizan para obtener o aportar información está dentro.

9.4. Intermodalidad

Cada modo de transporte, e incluso cada tipo de servicio ITS, dispone de una serie de necesidades en infraestructura que por lo general tendrá carácter específico y por tanto habrá que desarrollar un plan de despliegue para cada uno y un plan global que permita extraer los datos necesarios para permitir los servicios de intermodalidad.

A su vez, la arquitectura debe ser modular y fácilmente ampliable tanto en el ámbito geográfico como en número de usuarios y operadores implicados.

A continuación, se describen las necesidades y los modelos de arquitecturas ITS que se deben ir definiendo para cada uno de los modos de transporte:



9.4.1. *Arquitecturas para la comunicación en ITS por carretera*

El objetivo final es la total eliminación de fronteras a nivel de tráfico. Un usuario no debe verse afectado ni detectar ninguna diferencia entre las gestiones de tráfico que realizan las Administraciones de un mismo área, asegurando en todo momento la continuidad de servicios, calidad e interoperabilidad.

9.4.2. *Arquitecturas para la comunicación en ITS ferroviario*

Las necesidades de comunicaciones por ferrocarril presentan algunos problemas que no aparecen en la carretera. Uno de éstos es la gran velocidad que pueden alcanzar determinado tipo de trenes (más de 300 km/h), por lo que se requieren sistemas específicamente diseñados para este tipo de eventualidad.



Tren de Alta Velocidad. Foto: Mikel Ortega

Los servicios que demandan este tipo de transporte son los de seguridad, señalización, infomovilidad a los viajeros e información intermodal. Según el despliegue geográfico de este tipo de redes, se podrán abordar servicios ITS de carácter regional, nacional o continental.

El transporte metropolitano mediante las redes subterráneas de metro presenta también dificultades de comunicación entre los trenes y el exterior. En este aspecto, se están llevando a cabo en determinados proyectos experiencias mediante redes WIFI, Wireless Fidelity, y WIMAX, Worldwide Interoperability for Microwave Access.

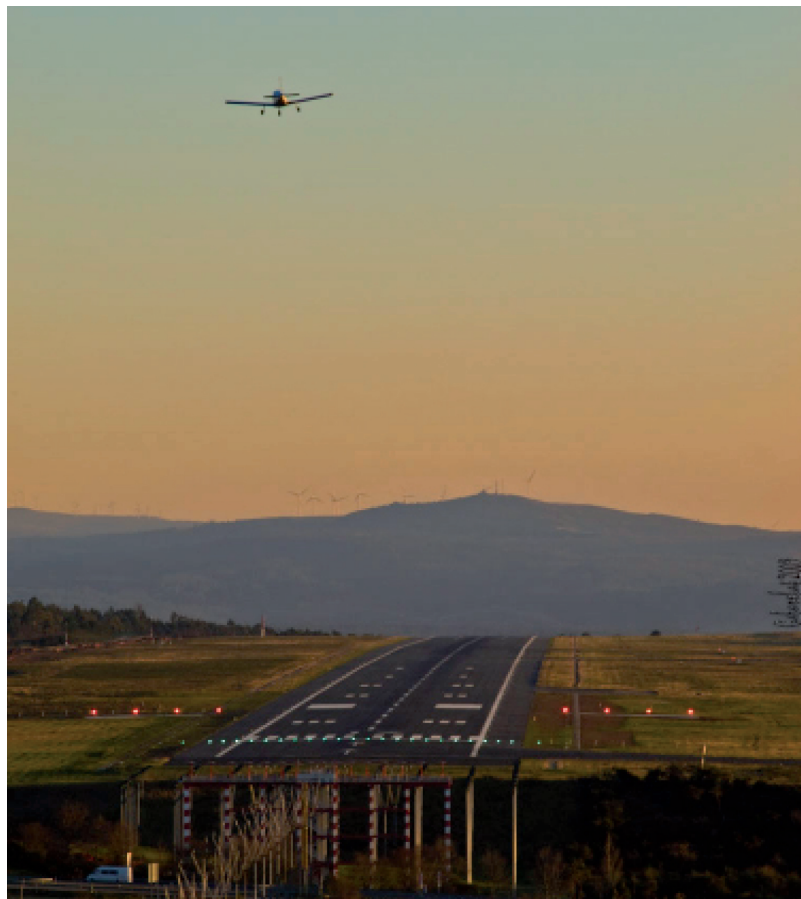
9.4.3. *Arquitecturas para la comunicación en ITS marítimo*

El transporte marítimo presenta también especificidades que lo hacen diferente. Por un lado, la velocidad de las plataformas no es un problema, pero sí lo es la cobertura de las redes de comunicación celulares, por lo que se recurre a las comunicaciones por satélite, tipo VSAT, Very Small Aperture Terminal. Los problemas se plantean por lo general, en la gestión y el poco ancho de banda disponible.

El tráfico portuario, por el contrario, sí puede aprovecharse de los sistemas de comunicación terrestres, con lo que es posible pensar en servicios de infomovilidad, de seguimiento preciso de trayectorias, etc. basados en empleo de los GNSS.

9.4.4. *Arquitecturas para la comunicación en ITS aéreo*

En el caso de navegación a larga distancia, las aeronaves disponen de los sensores GNSS como principal soporte de datos de posición. También disponen de sistemas alternativos tipo Loran C que pueden actuar como backup.



Pista de aterrizaje con radiobalizas. Foto: Isidro Cea Cabanales

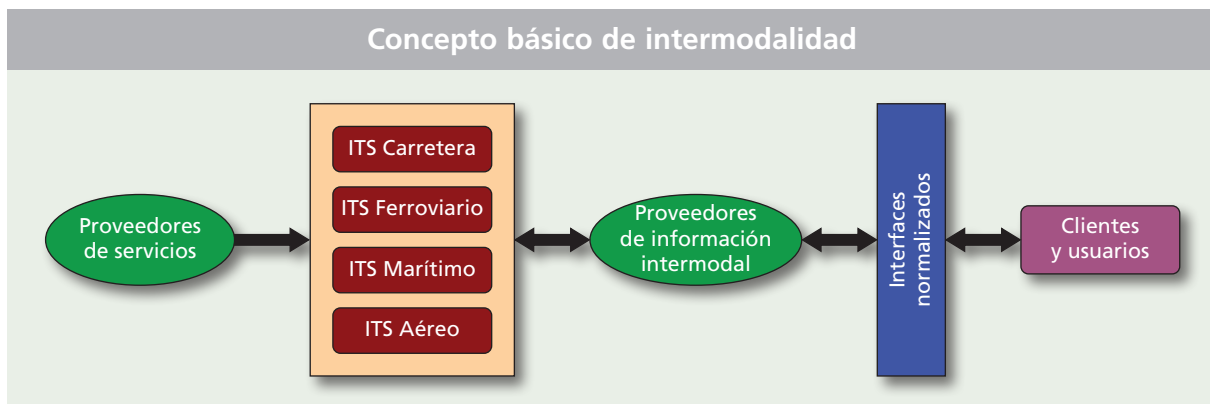
En el caso de la navegación doméstica o continental, el sistema VOR es el principal instrumento de navegación, que junto con el GNSS proporciona una navegación bastante fiable.

En el caso de las maniobras de aterrizaje y despegue de los aeropuertos se dispone de sistemas de radiofrecuencia ILS, Instrument Landing System, y MLS, Microwave Landing System, y radiobalizas para determinar la altitud de forma precisa.

Ante esta realidad, es posible visualizar a medio plazo una sustitución de un gran número de estos costosos sistemas a favor de los sensores GNSS.

En lo que respecta a la infomovilidad, la única alternativa para lograr la interconexión de las aeronaves, es mediante redes de satélites de comunicaciones.

9.4.5. *Arquitectura para la intermodalidad*



9.5. Primera arquitectura ITS en la Unión Europea

La Comisión Europea ha sido muy activa en materia de arquitectura ITS, desde las fases iniciales de los programas de investigación en telemática aplicada hasta el transporte a principios de los años 90.

Así, los proyectos DRIVE I, TARDIS y SECFO, englobados dentro del II Programa Marco Europeo de I+D, sentaron las bases para un Marco de Transporte Integrado, Integrated Transport Environment - ITE, que posteriormente fue desarrollado durante el III Programa Marco Europeo de I+D. En ambos casos, el contenido de los proyectos estaba orientado hacia el transporte por carretera.

En el desarrollo del proyecto DRIVE II, el 31 de enero de 1994 se creó el grupo de trabajo SATIN (System Architecture and Traffic Control Interation) para acometer las siguientes tareas:

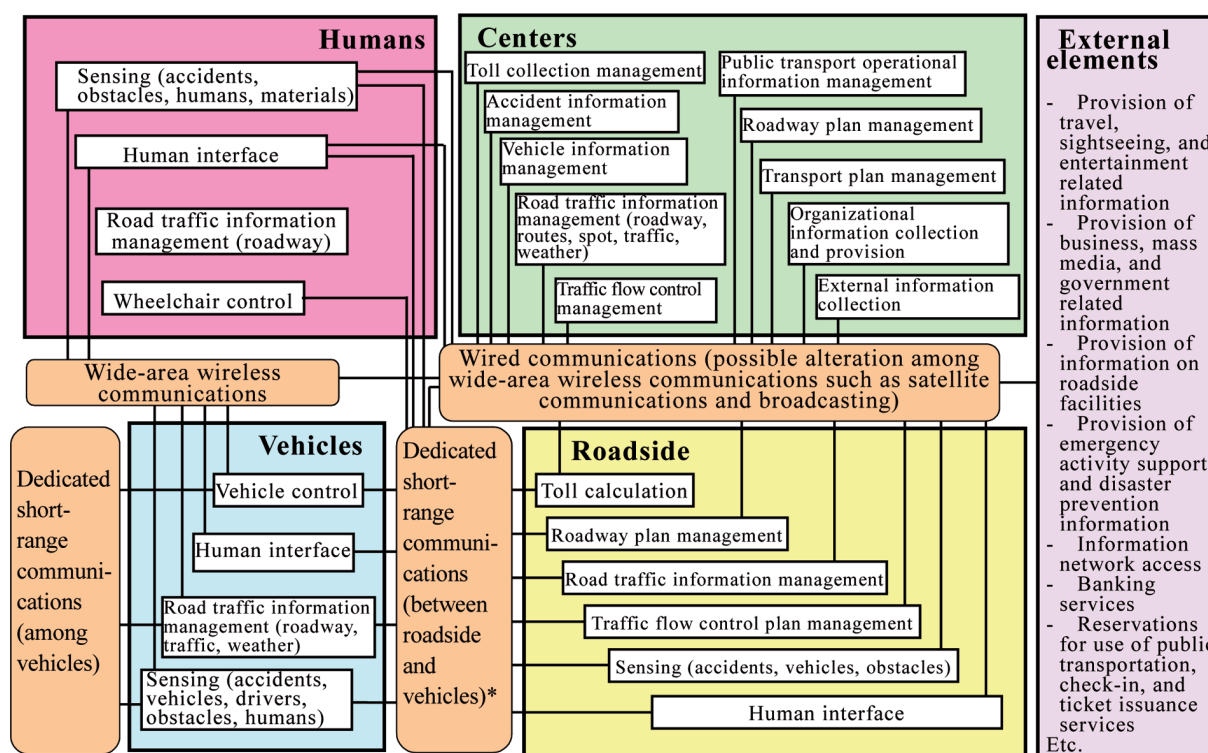
- Recomendaciones para diseñar una metodología adecuada para el desarrollo de una arquitectura de la telemática aplicada al transporte.
- Propuesta de una arquitectura específica para el transporte por carretera, que contemple todos los servicios posibles en el Marco de Transporte Integrado.

La primera versión de la Arquitectura ITS Marco en Europa, elaborada dentro de los trabajos del proyecto KAREN, Keystone Architecture Required for European Networks, se publicó en septiembre de 2000, de acuerdo a los siguientes 8 grupos funcionales:

Arquitectura ITS en Europa	
N°	Grupos
1	Medios para pago electrónico
2	Medios para seguridad y emergencia
3	Gestión de tráfico
4	Gestión de transporte público
5	Sistema de conducción asistida avanzada
6	Sistema de información al viajero
7	Cumplimiento de la ley
8	Gestión de flota para transporte de mercancías

Esta versión definía un marco mínimo estable necesario para la implantación de los ITS en marcha y los sistemas futuros en la Unión Europea hasta 2010.

El proyecto KAREN inició los trabajos en esta línea, partiendo de la experiencia y de las investigaciones desarrolladas con anterioridad en Europa. Así, la primera versión de la Arquitectura ITS Marco en Europa se está empleando como punto de referencia de los Planes nacionales de muchos Estados Miembros.



Arquitectura física. Diagrama de interconexión de sistemas.

Éste es el caso de la arquitectura francesa denominada ACTIF. El Ministerio de Transporte Francés lanzó el proyecto ACTIF con el objetivo fundamental de definir los flujos de datos e interfaces, describir los ITS como un conjunto de sistemas independientes y elaborar un plan de ejecución para varios años.

Esta primera etapa garantiza una estructura sólida sobre la que ir asentando los diferentes pasos, permitiendo el avance en la definición más concreta de los elementos que componen esta arquitectura común, de manera que los avances desde el sector público y privado de cada uno de los Estados Miembros se desarrollen a partir de unos criterios comunes que garanticen la coherencia en sus particularizaciones respectivas.

La Arquitectura ITS Marco en Europa parte de los resultados y las experiencias disponibles en la Comunidad. El trabajo desarrollado por diferentes iniciativas europeas y los sistemas actualmente en funcionamiento proporcionan un marco de referencia, una terminología común y un conjunto de recomendaciones. Se mantiene un nivel de abstracción tal que se evita imponer limitaciones a cualquier diseño o plan de implantación, que deberán ser desarrollados por cada país, región o fabricante a partir de la Arquitectura ITS Marco.

9.6. Arquitectura ITS. Un posible modelo para España

Inicialmente se ha optado por un modelo conceptual de la arquitectura ITS, considerado como el más adecuado para el sistema de transporte español. Este modelo se articulará a partir de una definición de los aspectos básicos estructurados en diferentes niveles relacionados entre sí que se refieren a los aspectos funcionales y tecnológicos; siempre en conformidad con lo que establecen las normas y estándares sobre ITS promulgados a nivel nacional y europeo.

El Plan Nacional de Despliegue de los Sistemas Inteligentes de Transporte, del que se ha hablado previamente en el capítulo 3, Los ITS en el PEIT, debe basarse en una arquitectura nacional, también sujeta a la normativa europea, en elaboración actualmente.

10

Catálogo de términos ITS

ADAS	Advanced Driver Assistance Systems. Sistemas avanzados de ayuda a la conducción.
AENOR	Asociación Española de Normalización y Certificación.
AIS	Automatic Identification System. Sistema de Identificación Automática.
ATM	Air Traffic Management. Gestión de Tráfico Aéreo.
ATO	Automatic Train Operation. Sistema Automático de Funcionamiento de Trenes.
ATP	Automatic Train Protection. Sistema de Protección Automática de Trenes.
CEN	European Committee for Normalisation (standards). Comité Europeo de Normalización.
CENELEC	European Committee for Electronics Normalisation (standards). Comité Europeo de Normalización Electrotécnica.
CNS	Communication, Navigation and Surveillance. Comunicación, Navegación y Vigilancia.
DAI	Detección Automática de Incidencias.
DRIVE	Dedicated Road Infrastructure for Vehicle safety in Europe. Infraestructura en Carretera para la Seguridad del Vehículo.
EETS	European Electronic Toll Service. Servicio Europeo Interoperable de Peaje Electrónico.
ERTMS	European Rail Traffic Management System Project. Sistema para la Gestión del Tráfico Ferroviario.
ERTICO	European Road transport Telematics Implementation Coordination Organisation (ITS Europe) Organización para la Coordinación e Implementación de Sistemas Telemáticos en el Transporte por Carretera.
ERTRAC	European Road Transport Research Advisory Council. Consejo Asesor para la Investigación del Transporte Europeo por Carretera.
ETCS	European Rail Traffic Management System Project. Sistema para la Gestión del Tráfico Ferroviario.
ETSI	European Train Control System. Sistema de Control Ferroviario Europeo.
GIS	Geographic Information System. Sistema de Información Geográfica.
GNSS	Global Navigation Satellite Systems. Sistemas de Navegación Global por Satélite.
GPRS	Global Packet Radio Service (GSM system). Servicio General de Paquetes vía Radio.
GPS	Global Positioning System (American GNSS). Sistema de Posicionamiento Global.
GSM	Global System for Mobile communications. Sistema Global para Comunicaciones Móviles.

GSM-R	Global System for Mobile communications – Railways. Sistema Global para Comunicaciones Móviles Ferroviarias.
HMI	Human-Machine Interface. Interfaz Hombre-Máquina.
I+D+i	Investigación + Desarrollo + innovación.
ILS	Instrument Landing System. Sistema de Aterrizaje Instrumental.
ISO	International Organization for Standardization. Organización de Normalización Internacional.
ITS	Intelligent Transport Systems. Sistemas Inteligentes de Transporte.
IVIS	In Vehicle Information Systems. Sistemas de información en el vehículo.
KAREN	Keystone Architecture Required for European Networks. Arquitectura ITS para la Red de Carreteras Europeas
LORAN C	Long Range Aid to Navigation. Sistema de Ayuda a la Navegación de Largo Alcance (Versión C: de 90 a 100 KHz).
MLS	Microwave Landing System. Sistema de Aterrizaje por Microondas.
OBU	On Board Unit. Equipo de a bordo.
OMI	Organización Marítima Internacional.
RADAR	Radio Detection And Ranging. Detección y Medición de Distancias por radio.
RDS-TMC	Radio Data System – Traffic Message Channel. Sistema de Datos por Radiofrecuencia - Radiocanal de Mensajes de Tráfico.
SAE	Sistema de Ayuda a la Explotación.
SMS	Short Message Service. Servicio de Mensajes Cortos.
TEMPO	Trans-European intelligent transport systems PrOjects. Proyectos de ITS en Carreteras Trans-Europeas.
TICs	Tecnologías de la Información y las Comunicaciones.
V2I	Vehicle to Infrastructure communications. Comunicaciones de vehículo a infraestructura.
V2V	Vehicle to Vehicle communications. Comunicaciones de vehículo a vehículo.
VERTIS	Vehicle, Road and Traffic Intelligent Society. Asociación ITS para Vehículo, Carretera y Tráfico.
VOR	VHF Omnidirectional Range. Radiofaro Omnidireccional VHF
VSAT	Very Small Aperture Terminal. Antena de comunicación de datos vía Satélite de Apertura Muy Pequeña.

WAP	Wireless Applications Protocol (GSM system). Protocolo de Aplicaciones Inalámbricas.
WIFI	Wireless Fidelity. Certificación de Sistema Inalámbrico de envío de datos.
WIMAX	Worldwide Interoperability for Microwave Access. Interoperabilidad Mundial para el Acceso por Microondas.
ADAS	Advanced Driver Assistance Systems. Sistemas avanzados de ayuda a la conducción.
AENOR	Asociación Española de Normalización y Certificación.
AIS	Automatic Identification System. Sistema de Identificación Automática.
ATM	Air Traffic Management. Gestión de Tráfico Aéreo.
ATO	Automatic Train Operation. Sistema Automático de Funcionamiento de Trenes.
ATP	Automatic Train Protection. Sistema de Protección Automática de Trenes.
CEN	European Committee for Normalisation (standards). Comité Europeo de Normalización.
CENELEC	European Committee for Electronics Normalisation (standards). Comité Europeo de Normalización Electrotécnica.
CNS	Communication, Navigation and Surveillance. Comunicación, Navegación y Vigilancia
DAI	Detección Automática de Incidencias.
DRIVE	Dedicated Road Infrastructure for Vehicle safety in Europe. Infraestructura en Carretera para la Seguridad del Vehículo.
EETS	European Electronic Toll Service. Servicio Europeo Interoperable de Peaje Electrónico.
ERTMS	European Rail Traffic Management System Project. Sistema para la Gestión del Tráfico Ferroviario.
ERTICO	European Road transport Telematics Implementation Coordination Organisation (ITS Europe) Organización para la Coordinación e Implementación de Sistemas Telemáticos en el Transporte por Carretera.
ERTRAC	European Road Transport Research Advisory Council. Consejo Asesor para la Investigación del Transporte Europeo por Carretera.
ETCS	European Rail Traffic Management System Project. Sistema para la Gestión del Tráfico Ferroviario.
ETSI	European Train Control System. Sistema de Control Ferroviario Europeo.
GIS	Geographic Information System. Sistema de Información Geográfica.

Centro virtual de publicaciones del Ministerio de Fomento:

www.fomento.gob.es

Catálogo de publicaciones de la Administración General del Estado:

<http://publicacionesoficiales.boe.es>

Título de la obra: **Los Sistemas Inteligentes de Transporte. Su aplicación a los modos terrestre, marítimo y aéreo. 2. TRABAJOS DE PROSPECTIVA Y TECNOLOGÍA DEL T...**

Año de edición: **Marzo 2010**

Edición digital:

1ª edición electrónica: **Septiembre 2013**

Formato: **PDF**

Tamaño: **112 MB**

NIPO: 161-13-122-7

I.S.B.N.: 978-84-498-0941-5

P.V.P. (IVA incluido): 5,25 €

Edita:

Centro de Publicaciones
Secretaría General Técnica
Ministerio de Fomento©

Aviso Legal: Todos los derechos reservados. Esta publicación no podrá ser reproducida ni en todo, ni en parte, ni transmitida por sistema de recuperación de información en ninguna forma ni en ningún medio, sea mecánico, fotoquímico, electrónico o cualquier otro.

