



*Certificación ISO 9001:2008 ‡*

---

---

# Telepeaje e Infoviaje en México

**Jorge Artemio Acha Daza**

**Publicación técnica núm. 429  
Sanfandila, Qro., 2014**



**SECRETARÍA DE COMUNICACIONES Y TRANSPORTES**  
**INSTITUTO MEXICANO DEL TRANSPORTE**

**Telepeaje e Infoviaje en México**

**Publicación técnica núm. 429**



Esta investigación fue realizada en la Coordinación de Integración del Transporte del Instituto Mexicano del Transporte por el Dr. Jorge A. Acha Daza. Se agradecen los comentarios del Dr. Carlos D. Martner Peyrelongue, coordinador de Integración del Transporte del Instituto Mexicano del Transporte.



# Contenido

---

<b>Índice de tablas</b>	VII
<b>Índice de figuras</b>	IX
<b>Resumen</b>	XI
<b>Abstract</b>	XIII
<b>Resumen Ejecutivo</b>	XV
<b>1 Introducción</b>	1
1.1 Antecedentes	1
1.2 Alcances	1
1.3 Objetivos del estudio	2
1.4 Metodología	2
1.5 Estructura del reporte	2
<b>2 Tecnologías ITS en el Telepeaje</b>	5
2.1 Introducción	5
2.2. Tecnologías ITS en Telepeaje	5
2.2.1 Peaje convencional	5
2.2.2 Análisis de las distintas tecnologías de peaje electrónico	7
2.2.2.1 DSRC (radiofrecuencia)	7
2.2.2.2 Estándares de referencia	16
2.3 Implantaciones de la tecnología en el mundo	17
2.3.1 Algunas experiencias relevantes	19
2.4 Sistemas de área extensa basados en tecnologías de localización por satélite y comunicaciones basadas en telefonía celular (GSM/GPRS)	20
2.4.1 Descripción general	20
2.4.2 Descripción técnica	21
2.4.2.1 Arquitectura del sistema	21
2.4.2.2 Estándares de referencia	24
2.4.3 Implantaciones de la tecnología en el mundo	24
2.5 Resultados y conclusiones	25
<b>3 Tecnologías ITS en Infoviaje</b>	27
3.1 Introducción	27
3.2 Servicios de información al viajero actualmente disponibles en México	28
3.2.1. Traza tu ruta	28
3.2.2 Servicio de emergencia 074 y 01-800-990-3900	32
3.2.3. Servicio 088 o 01 800 de la Dirección General de Conservación de Carreteras	32
3.3 Sistema Infoviaje	33
3.3.1 Proporcionar un Mejor Servicio a los Viajeros	33
3.3.2 Usar la infraestructura de transporte de manera más efectiva	33
3.3.3 Implicaciones para Infoviaje	33
3.4 Entrega de información al viajero	34
3.4.1 Usuarios finales	36

3.4.2 Tipos de información	37
3.4.3 Formas de entrega de la información	38
3.5 Análisis de los servicios de información al viajero	56
3.6 Fuentes de información	61
<b>Conclusiones</b>	65
<b>Referencias bibliográficas</b>	67
<b>Anexos</b>	69

## Índice de tablas

---

Tabla 2.1	Ventajas y desventajas de un peaje convencional electrónico y uno <i>free-flow</i>	14
Tabla 2.2	Sistemas de peaje DSRC en el mundo	18
Tabla 3.1	Implicación de los objetivos de Infoviaje	34
Tabla 3.2	Tipos de usuarios de un sistema de información al viajero	36
Tabla 3.3	Ventajas y desventajas de los servicios de información al viajero	57
Tabla 3.4	Evaluación de tecnologías típicas para recolectar información	62



# Índice de figuras

---

Figura 2.1	Instalación típica de un carril con cobro electrónico y barrera	11
Figura 2.2	Mapa de los sistemas de peaje DSRC a nivel mundial	19
Figura 2.3	Sistema basado en localización satelital	21
Figura 3.1	Formulario de la página Traza tu Ruta	30
Figura 3.2	Mapa generado en la consulta	31
Figura 3.3	Resumen de tramos recorridos	31
Figura 3.4	Información al Viajero y el Cronograma de Manejo de Incidentes	35
Figura 3.5	Información típica proporcionada al viajero	37
Figura 3.6	Tecnologías típicas de diseminación	38
Figura 3.7	Sitio web de Los Ángeles 511 que muestra velocidades del tráfico, VMS, cámaras e incidentes	39
Figura 3.8	Sitio web del Florida 511	40
Figura 3.9	Aplicación de tráfico para iPhone de Apple	41
Figura 3.10	Aplicación de tráfico para BlackBerry	41
Figura 3.11	Aplicaciones móviles de transporte público de Portland, Oregón	42
Figura 3.12	Ejemplos de varios lectores y aplicaciones RSS	43
Figura 3.13	Fuentes y Alertas de Tráfico de la Agencia de Autopistas de Inglaterra	44
Figura 3.14	Fuentes RSS del Departamento de Transporte de Hong Kong	45
Figura 3.15	Información al viajero de Massachusetts desde la cuenta de Twitter de MassDOT	46
Figura 3.16	Widget de lugares clave de tráfico para el tablero de instrumentos de Apple Mac OS X	47
Figura 3.17	Widget web de información de tráfico de la Agencia de Autopistas de Inglaterra	48
Figura 3.18	Señal en la vía del Sistema Telefónico de Información al Viajero USA 511	49
Figura 3.19	Alerta de tráfico vía SMS	50
Figura 3.20	Informes de tráfico vía radio en ruta o previo al viaje	51
Figura 3.21	Reportes de tráfico por televisión previos al viaje	52
Figura 3.22	Señal de HAR en la carretera	53
Figura 3.23	Sistema de navegación por satélite con RDS-TMC	54
Figura 3.24	Kiosco de información al viajero	55
Figura 3.25	Señal de mensaje variable	56



# RESUMEN

---

Los operadores del transporte en México buscan incrementar la eficacia, efectividad, confiabilidad y seguridad de los servicios de transporte que ofrecen. Para lograrlo, los Sistemas Inteligentes de Transporte (ITS, por sus siglas en inglés) comprenden un buen número de tecnologías que ayudan a los operadores a cumplir con su objetivo. La tecnología de los ITS está ya lista para su aplicación en servicios tales como los de información al viajero, que incluye horarios, tiempos de espera, costos y mejores rutas. Esta información se proporciona en tiempo real y es ya una realidad. Aunque ya se cuenta con servicios como los de cobro electrónico de peajes, la aplicación de estos servicios es todavía limitada. Las barreras financieras e institucionales siguen siendo más importantes que las técnicas.

Este reporte presenta los resultados del análisis realizado para determinar el estado actual de los servicios de Telepeaje e Infoviaje en México.



# ABSTRACT

---

Transport operators seek to increase the efficiency, effectiveness, reliability, and safety of the transport services they offer. To achieve this, Intelligent Transportation Systems (ITS) offer a number of technologies that help operators meet their goal. ITS technologies are now available in Mexico. Services such as passenger information, including schedules, waiting times, costs and best routes, provided in real time are now a reality, as well as services such as electronic toll collection. However, the implementation of these services is still limited. Financial and institutional —rather than technical— barriers prevail.

This report presents the results of the analysis developed in order to determine the current status of the Telepeaje and Infoviaje services in Mexico.



# RESUMEN EJECUTIVO

---

Derivado de la necesidad de brindar un mejor servicio a los usuarios de las carreteras y contar con un transporte carretero cada vez más eficiente en México, la Secretaría de Comunicaciones y Transportes de México (SCT) está llevando a cabo el Programa Nacional SCT – ITS. Dentro de este programa, basándose en trabajos previos en materia de arquitectura ITS, concluidos hacia 2006, se han estado desarrollando los proyectos de un Plan Estratégico ITS para México: Telepeaje, Infoviaje y la formulación de normas para dispositivos ITS. Estos proyectos —desarrollados por compañías consultoras especializadas en el área, que trabajan bajo contrato— han sido supervisados por la SCT.

En cuanto al servicio de Telepeaje, se contempla establecer las bases técnicas, operativas y legales para actualizar el sistema de cobro electrónico de cuotas, de un servicio en el que cada concesionario tiene la oportunidad de utilizar el equipo y tarjetas de lectura que considere más convenientes, a un servicio totalmente interoperable, que permita a los usuarios transitar por toda la red carretera de cuota con una sola tarjeta, además de contar con las ventajas de una cuenta única para administrar su gasto en peajes.

Por otro lado, se busca que el servicio de Infoviaje provea a los usuarios del transporte carretero con información actualizada del estado de operación de caminos, tanto de peaje como libres, por los que pretenda transitar. Este servicio contempla el captar información de los diversos actores que inciden en el transporte carretero y mediante canales de difusión como la Internet, en la modalidad de páginas web y redes sociales, señales de mensajes variables y un centro de servicio telefónico, con el propósito de informar en tiempo real a los viajeros acerca de su viaje antes y durante su trayecto.

## *Telepeaje*

Aun cuando, de acuerdo con cifras de la Dirección General de Planeación de la SCT, el porcentaje de kilómetros en las carreteras de cuota es apenas superior al 4.4% del total de la red carretera pavimentada federal y estatal, el número de operaciones de cobro de cuotas es significativamente alto. En las carreteras que opera Caminos y Puentes Federales de Ingresos y Servicios Conexos (CAPUFE), este número está por encima de los 500 millones de operaciones por año, por lo que aun pequeñas reducciones en el tiempo necesario para el cobro de las cuotas podrían significar ahorros importantes para el conjunto de usuarios de las carreteras o puentes de cuota.

Por otro lado, el retraso que los usuarios de carreteras de cuota enfrentan al tener que detenerse a pagar los peajes y los congestionamientos en las plazas de cobro es una de las principales quejas. Los sistemas de cobro electrónico de cuotas (CEC), una tecnología que puede considerarse ya madura y que es parte de los servicios de los Sistemas Inteligentes de Transporte, han sido identificados como un elemento que ayudaría a reducir el tiempo utilizado en pagar las cuotas.

CAPUFE está cambiando el sistema de pago en efectivo en casetas atendidas por personal y tarjeta IAVE, por un nuevo sistema con opciones múltiples que incorpora el aceptar pagos con tarjeta de crédito y casetas completamente automatizadas para vehículos con tarjetas de acceso. El nuevo sistema de cobro electrónico incorpora tecnología más actual que se espera permita un mejor servicio a los usuarios. A finales de 2006, se habían puesto en operación 124 casetas de cobro electrónico, con un total de 643 carriles, en los doce corredores carreteros más importantes del país. El sistema de cobro electrónico funciona con una calcomanía adherida al parabrisas de los vehículos. La calcomanía cuenta con un chip que contiene los datos del vehículo que la porta. El sistema de calcomanías IAVE cuenta con 40 mil usuarios particulares y cinco mil empresas con 130 mil calcomanías.

Lo anterior describe una situación de un mayor uso del cobro electrónico en las autopistas de nuestro país. Sin embargo, la tecnología utilizada no es todavía la más moderna. Se estima que es conveniente analizar las nuevas opciones que las tecnologías de cobro electrónico ofrecen, buscando identificar las ventajas adicionales que este tipo de sistemas tienen y aquellos servicios que de manera adicional pudieran proporcionarse a los usuarios.

Este trabajo pretende, por medio de una revisión de la literatura más reciente existente en el área, ampliar el conocimiento en México acerca de los sistemas de CEC, sus beneficios y la tecnología asociada a éstos, buscando aportar elementos para una operación más eficiente de la red de carreteras de cuota, y tratando de remarcar las ventajas que un cobro de cuotas sin necesidad de detenerse en las plazas de cobro tendría en la operación de nuestro sistema carretero.

El cobro electrónico de cuotas utiliza tecnologías de identificación automática de vehículos para identificar, de una forma única, a los automóviles cuando pasan por un sensor, sin importar la velocidad de circulación. También permite automatizar el cobro y los procesos de pago sin tener necesidad de detenerse en las casetas de cuota, permitiendo en algunos casos que éstas desaparezcan, y eliminando la necesidad de contar con efectivo para cubrir el monto de la cuota.

Un sistema básico de cobro electrónico de cuotas tiene tres elementos funcionales: un sistema automático de identificación de vehículos, un sistema de clasificación de vehículos y un sistema de apoyo de video. Los sistemas mencionados forman el controlador de línea. Los sistemas de cobro electrónico utilizan equipos de cómputo para transmitir, procesar, analizar y guardar la información de las distintas transacciones de cobro de cuotas.

El uso de un sistema de cobro electrónico de cuotas permite mejorar el servicio a los usuarios, ya que agiliza el paso de los vehículos por las plazas de cuota, eliminando la necesidad de detenerse completamente, buscar efectivo para pagar la cuota, bajar la ventanilla, efectuar el pago, esperar a recibir el cambio y el comprobante de pago, subir la ventanilla, y finalmente, volver a arrancar. Estos sistemas también proporcionan a los propietarios de los automóviles la comodidad

de pagar la cuenta por el uso de carreteras de cuota periódicamente usando efectivo, cheques, tarjetas de crédito o, en la actualidad, por medio de una transferencia electrónica de fondos. Los usuarios que usan tarjetas de crédito tienen la opción de que sus cargos se registren automáticamente en sus estados de cuenta.

A nivel internacional, los sistemas de cobro electrónico de cuotas se utilizan en Europa en Alemania, Austria, Dinamarca, Eslovenia, España, Francia, Inglaterra, Irlanda, Italia, Noruega, Portugal, la República Checa, Suiza y Turquía. En Norteamérica en Canadá y diversos estados de la unión americana. En Sudamérica en Brasil y Chile. En el Caribe en Jamaica. En Asia en Filipinas, Hong Kong, India, Japón, Corea, Malasia, Pakistán, Singapur y Taiwán. En Oceanía solamente en Australia (Smith y Benko, 2007).

#### *Beneficios de un sistema de cobro electrónico de cuotas*

Al utilizar un sistema de cobro electrónico, pueden esperarse los siguientes beneficios potenciales: se incrementa la capacidad de las casetas de cuota; permite retrasar la construcción de nuevas casetas de cobro; reduce el costo de operación del sistema de recolección de cuotas; permite mejorar el manejo de los esquemas de descuento; permite la participación voluntaria; permitirá eliminar programas de suscripción tales como los cupones para viajeros frecuentes, pases mensuales, etc.; reducirá la emisión de contaminantes en las plazas de cuota al reducir tiempos de espera para pagar y movimientos de arranque y frenado. Además, se contarán con ventajas administrativas y de seguridad al no tener que manejar dinero en efectivo y permitirá pagar en efectivo, con cheque, tarjetas de crédito o transferencias electrónicas de fondos, contrario a los esquemas tradicionales que sólo permiten el pago en efectivo.

Entre los beneficios ya estimados y que se reportan en la literatura de los últimos años, se encuentran los siguientes:

Gillen (1999) menciona que los ahorros de tiempo por la instalación del sistema de cobro electrónico de cuotas (CEC) en el puente Carquiñez, California, fue de 2,153 horas por año al compararse el CEC contra el pago con boletos, y de 3,533 al compararse el CEC con los pagos en efectivo. Los ahorros de tiempo por las maniobras en el puente de cuota se estimaron en 19,500 horas. Los ahorros totales fueron de 25,193 horas. El ahorro de combustible se estimó en 55,425 galones por año o 60,968 dólares por año a precios de 1995. Las reducciones de emisiones se estimaron en 9.82 millones de gramos de CO, 1.06 millones de No<sub>x</sub> y 0.46 millones de gramos de HC (por año).

Se esperan reducciones en emisiones del 72% en monóxido de carbono, 83% en hidrocarburos y 45% en óxidos de nitrógeno por kilómetro, mediante el uso del CEC en el Turnpike de Oklahoma.

De acuerdo con Wilbur Smith Associates (2001), se estima que el uso del Sistema de Cobro Electrónico E-ZPass genere los siguientes beneficios:

- Una reducción de aproximadamente el 85% en los retrasos en las plazas de cobro para un ahorro de 2,091,000 horas-vehículo por año.
- Una reducción en el retraso de vehículos de pasajeros de 1.8 millones de horas por año.
- Una reducción en el retraso de camiones de 291,000 horas por año.
- Una reducción en el retraso de los usuarios del E-Zpass de 1,344,000 horas por año.
- Ahorros en los costos a los usuarios por 19 millones de dólares por año para los vehículos de pasajeros y de 6.1 millones de dólares para los camiones, para un total anual ahorrado de 25.1 millones de dólares.
- Los costos del combustible ahorrado se estimaron en 1.5 millones de dólares para automóviles y 400,000 dólares para camiones.
- Una reducción en el consumo de combustibles de 1.2 millones de galones por año.
- Una reducción en las partículas suspendidas de 0.35 toneladas por día correspondiendo el 80% a vehículos ligeros.
- Una reducción en los óxidos de nitrógeno de 0.056 toneladas por día con un 58% correspondiendo a vehículos ligeros.

En Japón, el sistema tradicional de cobro de cuotas toma, en promedio, 14 segundos por vehículo; en contraste, el sistema CEC toma sólo 3 segundos por vehículo (Highway Industry Development Organization, 1997).

En la plaza de cobro del puente Tappan Zee, un carril operado manualmente puede procesar de 400-450 vehículos por hora, mientras que un carril de cobro electrónico puede procesar 1000 vehículos por hora (Lennon, 1995).

#### *Costos de un sistema de cobro electrónico*

Los costos que supone la prestación del servicio de pago electrónico incluyen:

- El costo del sistema de telecomunicaciones al lado del camino.
- El costo de la plaza de cobro.
- El costo del sistema de administración de peajes.

Los costos de un sistema de cobro pueden verse mejor al establecer un costo por transacción. En un sistema de cobro electrónico, el costo por transacción va de 5 a 10 centavos de dólar, dependiendo del tamaño del sistema y el número de usuarios, comparado con los costos para un sistema manual que son de alrededor de 9 centavos de dólar por transacción. Si la mitad de las transacciones de cobro de peajes se procesan en carriles automáticos, el costo promedio por transacción se reduce a alrededor de 6 centavos de dólar.

Otra parte del costo de un sistema de cobro electrónico es el correspondiente a las unidades instaladas en el vehículo, el cual es cubierto normalmente por los usuarios al inscribirse al sistema. Estimaciones del costo de estas unidades varían de acuerdo con el proveedor y las características deseadas en la tarjeta. Por lo general, el costo de las etiquetas electrónicas variaba de 15 a 50 dólares cada una, dependiendo del tipo y cantidad comprada.

#### *Sistema de cobro de cuotas basado en GPS*

El sistema de cobro de cuotas basado en GPS utiliza diversos componentes: unidades a bordo de los vehículos (OBU), junto con terminales manuales de pago y vía Internet. Las OBU trabajan vía GPS, y el odómetro o tacógrafo de la unidad se utilizan como respaldo para determinar la distancia que los camiones han viajado usando como referencia un mapa digital. Un sistema de comunicación GSM se utiliza para autorizar el pago del peaje vía una conexión inalámbrica. Para aquellas unidades que no cuentan con la OBU, se dispone de un sistema de pago manual.

#### *Sistema de reconocimiento óptico de placas*

Los sistemas de reconocimiento de placas se utilizan para capturar imágenes de las placas de los vehículos que circulan por las plazas de las carreteras donde existen sistemas de cobro electrónico de cuotas. Las imágenes que se obtienen por medio de las cámaras se utilizan para determinar los caracteres de la matrícula, y, comparando con los archivos disponibles, de esa forma identificar la cuenta asociada al vehículo, cargando a la cuenta respectiva el monto del peaje.

Una de las principales ventajas de los sistemas de cobro de peajes basados en el reconocimiento de las placas es la eliminación de las barreras de paso. La tecnología conocida como Reconocimiento Óptico de Caracteres tiene ya una precisión que ha permitido la operación de una carretera con este sistema. La carretera 407, en Toronto, Canadá, utiliza esta tecnología para el cobro de cuotas a aquellos vehículos que no cuenten con una etiqueta electrónica para operar en el sistema tradicional de cobro electrónico. Sin embargo, además del alto costo que el sistema representa, los problemas para el reconocimiento de placas han retrasado su aplicación en otras carreteras tanto en Canadá como en otros países.

En países como México, el principal problema para el establecimiento de un sistema de peajes basado en el reconocimiento de placas es la carencia de un padrón vehicular confiable.

### *Conclusiones*

Es ya imperiosa la necesidad de la utilización masiva del cobro electrónico de cuotas en las autopistas de nuestro país. El número de operaciones de cobro que actualmente se realizan, y el cual es de esperarse se incrementa con la construcción de nuevas carreteras de cuota, justifica plenamente la adopción de esta forma de pago. La tecnología del cobro electrónico es ya lo suficientemente madura como para considerar que los riesgos asociados con su implantación son mínimos. Los beneficios que pueden esperarse de su uso son considerablemente mayores que los costos asociados con su implantación.

Si bien el sistema IAVE actualmente en uso supera al que anteriormente se utilizaba, se requiere que los programas de comercialización de la nueva tarjeta sean más agresivos a fin de lograr un mayor número de usuarios, con lo cual se reduciría el costo que para la entidad operadora supone la utilización del sistema, además de lograrse economías de escala en el servicio.

La experiencia lograda con la operación del sistema actual debe considerarse como base para el desarrollo futuro de sistemas de cobro electrónico que permitan la operación sin barreras de las casetas de cobro. Esto sería particularmente útil si se pretende establecer sistemas de carreteras de cuota en medios urbanos. Para lograr lo anterior es imperiosa la necesidad de contar con un padrón vehicular confiable. Sin este padrón, la operación sin barreras en las casetas de peaje seguirá siendo una utopía en México.

No sólo debe buscarse la operación sin barreras en las casetas de cuota, sistemas de cobro electrónico más avanzados permiten la obtención de información como pueden ser aforos por tipo de vehículo, origen y destino de los viajeros o patrones de uso horario, que puede resultar muy útil para los planificadores de infraestructura.

El cobro electrónico de cuotas está ya presente en prácticamente todo el planeta. Todos aquellos países que cuentan con carreteras de cuota han visto como una mejor opción para cobrar las cuotas el uso del cobro electrónico. El cobro electrónico es la opción también para los sistemas de tarificación urbana que se han puesto de moda en Europa, y que desde hace tiempo se emplean en Singapur, primero con sistemas manuales de cobro, pero que ahora están tomando ventaja de la tecnología de cobro electrónico.

Las ventajas del uso del cobro electrónico de cuotas han dejado de ser meramente potenciales. Se cuenta ya con estimaciones de la magnitud de los beneficios que su aplicación ha generado en diversas regiones del mundo. Estos beneficios son tanto en tiempo para los usuarios de las carreteras de cuota, al no tener que detenerse en las casetas de peaje y así reducir sus retrasos, como en el consumo de combustibles y en la consecuente reducción de contaminantes emitidos a la atmósfera por los vehículos que esperan para pagar una cuota en las casetas atendidas manualmente.

El nuevo sistema de cobro basado en sistemas GPS, que se está utilizando en Alemania, permite cobrar por el uso de cualquier tipo de infraestructura carretera, sin necesidad de contar con casetas y plazas de cobro. Esto elimina los costos asociados con la construcción, el terreno y la operación de las casetas de peaje. Este nuevo sistema representa una opción que pudiera ser atractiva para México. Sin embargo, siendo Alemania el primer país en donde se aplica este sistema, resultará conveniente esperar unos años para observar su desempeño.

La tecnología de cobro electrónico basada en el reconocimiento óptico de placas presenta todavía problemas de costo y precisión de la tecnología utilizada. Estos problemas han ocasionado que su uso no se haya extendido más allá de la carretera 407 en Toronto, Canadá. Su aplicación en esa carretera se limita a aquellos vehículos que no cuentan con una etiqueta electrónica para el pago electrónico tradicional.

En el caso de México, la recomendación del uso de sistemas de radiofrecuencia con tarjetas electrónicas, expresada en un trabajo previo, sigue siendo válida. Deberá buscarse ir más allá en cuanto a la tecnología actualmente usada y utilizar tarjetas electrónicas de lectura y escritura, sobre todo por las ventajas que presentan respecto a la privacidad y control de las cuentas de los usuarios.



# 1 INTRODUCCIÓN

---

## 1.1 Antecedentes

Derivado de la necesidad de brindar un mejor servicio a los usuarios de las carreteras y contar con un transporte carretero cada vez más eficiente en México, la Secretaría de Comunicaciones y Transportes federal está llevando a cabo el Programa Nacional SCT – ITS. Dentro de este programa, basándose en trabajos previos en materia de Arquitectura ITS concluidos hacia 2006, se han estado desarrollando los proyectos de un Plan Estratégico ITS para México: Telepeaje, Infoviaje y el de normas para dispositivos ITS. La SCT se ha encargado de supervisar estos proyectos, desarrollados por compañías consultoras especializadas en el área que trabajan bajo contrato.

El servicio de Telepeaje contempla establecer las bases técnicas, operativas y legales para actualizar el sistema de cobro electrónico de cuotas, de un servicio en el que cada concesionario tiene la oportunidad de utilizar el equipo y tarjetas de lectura que considere más convenientes, a un servicio totalmente interoperable, que permita a los usuarios transitar por toda la red carretera de cuota con una sola tarjeta, además de contar con las ventajas de una cuenta única para administrar su gasto en peajes.

Por otro lado, se busca que el servicio de Infoviaje provea a los usuarios del transporte carretero con información actualizada del estado de operación de caminos, tanto de peaje como libres, por los que pretenda transitar. Este servicio contempla captar información de los diversos actores que inciden en el transporte carretero y mediante canales de difusión como la Internet, en la modalidad de páginas web y redes sociales, señales de mensajes variables y un centro de servicio telefónico a fin de informar en tiempo real a los viajeros acerca de su viaje antes y durante su trayecto.

Dada la activa participación del Instituto Mexicano del Transporte (IMT) en la supervisión de ambos trabajos, en este proyecto se propone revisar el desarrollo de los servicios de Telepeaje e Infoviaje en México, identificando las dificultades que presentan su puesta en marcha y los pendientes para culminarlos. También se busca determinar las oportunidades que el sector privado tendrá en la provisión de esos servicios.

## 1.2 Alcances

Para lograr el objetivo principal de este estudio, se revisaron diversas fuentes documentales con información acerca del uso de tecnologías de los ITS en Telepeaje e Infoviaje en el mundo y su aplicación presente y posible en México. En este reporte de investigación se presentan los resultados obtenidos de esa revisión.

### **1.3 Objetivos del estudio**

El objetivo principal de este estudio fue el de determinar el estado actual de desarrollo de los servicios de Telepeaje e Infoviaje a nivel internacional y compararlo con el desarrollo en México, mediante la identificación de los pendientes para lograr que estas nuevas tecnologías se aprovechen plenamente en nuestro país.

Otros objetivos son:

- a) Describir el estado actual de los servicios de Telepeaje e Infoviaje a nivel internacional.
- b) Describir el estado actual de los servicios de Telepeaje e Infoviaje en México.
- c) Identificar los pendientes a resolver para lograr el total aprovechamiento de los servicios de Telepeaje e Infoviaje en México.

### **1.4 Metodología**

El enfoque empleado para este proyecto es cualitativo-inductivo, donde se profundizó en el tema a través del análisis de información bibliográfica descrita arriba para determinar el nivel de desarrollo que han alcanzado los servicios de Telepeaje e Infoviaje en nuestro país. Los pasos a seguir bajo este enfoque de investigación fueron:

- a) Detección de la información bibliográfica.
- b) Obtención de la información bibliográfica.
- c) Consulta de la información bibliográfica.
- d) Análisis de la información recabada.
- e) Elaboración del reporte de investigación.

### **1.5 Estructura del reporte**

Este reporte está organizado de la siguiente forma:

Este primer capítulo presenta la introducción del estudio. Se describen, de manera general, los antecedentes del uso de los Sistemas Inteligentes de Transporte (ITS, por sus siglas en inglés) en servicios de Telepeaje e Infoviaje. En este mismo capítulo, se presentan el alcance, los objetivos y la metodología del estudio.

El segundo capítulo presenta una descripción general de las tecnologías de los Sistemas Inteligentes de Transporte aplicadas a servicios de Telepeaje.

En el tercer capítulo, se describen de forma general las tecnologías de los Sistemas Inteligentes de Transporte aplicadas a servicios de Infoviaje.

El cuarto capítulo presenta las conclusiones de este trabajo.



## **2 TECNOLOGÍAS ITS EN TELEPEAJE**

---

En este capítulo se presenta una descripción de las tecnologías de los ITS que se han aplicado a los servicios de Telepeaje.

### **2.1 Introducción**

Las tecnologías de los ITS aplicadas a los servicios de Telepeaje incluyen tecnologías relacionadas con la identificación automática de vehículos, con la clasificación automática de vehículos para la aplicación de la cuota correspondiente y un sistema de apoyo de vídeo para verificación y auditoría.

### **2.2. Tecnologías ITS en Telepeaje**

#### **2.2.1 Peaje convencional**

En los sistemas de peaje convencional el vehículo debe detenerse para el pago de la cuota por el uso de la autopista. Los métodos de cobro comúnmente usados son de tipo manual. Estos requieren que el conductor detenga su automóvil en la caseta de cobro, baje su ventanilla y entregue al operador de la caseta dinero en efectivo o una tarjeta de crédito para cubrir el importe de la cuota. Por su parte, el operador de la caseta entrega al conductor el cambio, también en efectivo —en caso de que no se haya cubierto el importe exacto o el pago sea con tarjeta de crédito— y un comprobante de pago que identifica la plaza de cuota, la caseta, la hora y fecha del cruce y el monto de la cuota. Una vez terminada la operación de pago, se abre la barrera localizada al final de la caseta y el vehículo puede proseguir su viaje.

Este tipo de sistemas de cobro tradicional requiere de un uso intensivo del suelo en el cual se instalan las plazas de cobro, la contratación del personal encargado de operar las casetas de cuota y el tiempo empleado en realizar las operaciones de cobro.

En función del modo en que se controla el tramo de la autopista empleado se distinguen dos tipos: peaje cerrado y peaje abierto.

El peaje cerrado se caracteriza fundamentalmente por contar con los siguientes elementos:

Casetas de entrada, en las que se registra el acceso a la autopista con una tarjeta de entrada. La tarjeta identifica el punto de acceso a la autopista.

Casetas de salida, en las que se abona el importe correspondiente al tramo recorrido, en función del punto que ha quedado registrado a la entrada.

De este modo el usuario tiene que realizar paradas sólo al entrar en el tramo de peaje (en las casetas de entrada para recibir su tarjeta) y a la salida (para efectuar el pago), sin necesidad de paradas intermedias. A cada vehículo se le cobra teniendo en cuenta el punto de acceso y el punto de salida de la autopista, es decir, por el tramo recorrido y la clase a la que pertenece.

En el peaje abierto se paga conforme se va recorriendo la autopista en casetas de peaje colocadas cada cierta distancia. Existen puntos de entrada y salida pero éstos no necesariamente están equipados con casetas. Las plazas de cobro del peaje abierto son similares a las de salida de peaje cerrado, salvo que en aquel caso no es necesario ningún tipo de identificación del origen del vehículo. A cada vehículo se le cobra, según pasa por cada plaza de cobro, la tarifa establecida de acuerdo con su categoría.

El sistema de peaje convencional abierto es predominante en el país. BANOBRAS – CAPUFE, el principal concesionario en México, cuenta únicamente con una concesión de tipo peaje cerrado, que es la Autopista Chamapa-Lechería. La reciente concesión de la Autopista Arco Norte también es de tipo cerrado y es la más grande de ese tipo en el país. Otras concesiones recientes, como la autopista Morelia-Salamanca, utilizan el sistema de peaje cerrado.

El uso de sistemas de cobro de peajes convencionales muy frecuentemente provoca congestionamientos en las plazas de cobro. Este problema se agrava al término de fines de semana, días feriados y períodos vacacionales, por lo que es frecuente observar largas filas de automóviles esperando pagar aun cuando todas las casetas en la plaza estén abiertas.

Por otra parte, I+D S.A. de C.V. (IAVE) es el principal proveedor de servicios de Telepeaje, al ofrecer medios de pago vinculados a tarjeta de crédito y prepago; el segundo es Cobro Electrónico de Peaje S.A. de C.V. (VIAPASS) y el tercero es Dinformatica 21 S.A., de C.V. (e-pass), que operan únicamente a escala estatal en Chihuahua. Los dos últimos proveedores de servicios ofrecen esquemas de prepago y depósito en garantía.

El esquema actual del servicio de telepeaje, en su mayoría, implica duplicidad de tareas en cuanto a controlador de carril y de estación. Esto ocurre debido a que la información recibida por el periférico de telepeaje (antena) se administra independientemente de la información proporcionada por el equipo de piso.

El equipo de piso establece la tarifa del vehículo de acuerdo con la clasificación que determina y de manera independiente se obtiene una tarifa con base en la información del TAG. Para efectuar los pagos correspondientes a la concesionaria, la prestadora de servicios administra la información del TAG.

Actualmente, se observa una migración a controladores de vía más robustos que soportan la integración del sistema de telepeaje y otros periféricos.

## 2.2.2 Análisis de las distintas tecnologías de peaje electrónico

El objetivo de esta sección es identificar las principales tecnologías utilizadas en los sistemas de peaje electrónicos en el ámbito mundial, prestando especial atención a aquellas experiencias en las que se han implantado esquemas de peaje interoperables abiertos a múltiples fabricantes de sistemas.

Esta sección se ha estructurado en torno a las siguientes tecnologías:

- Sistemas de comunicaciones dedicadas de corto alcance (*Dedicated Short Range Communications*, DSRC).
- Sistemas de área extensa basados en tecnologías de localización por satélite y comunicaciones basadas en telefonía celular (GSM/GPRS, por sus siglas en inglés).
- Sistemas de reconocimiento automático de placas por análisis de imagen (ANPR, por sus siglas en inglés).
- Otras tecnologías (viñeta electrónica e infrarrojos).

En cada una de estas tecnologías:

- Se identifican los estándares de referencia.
- Se analiza su grado de difusión a escala mundial, y se describen en detalle aquellas experiencias que se han considerado más representativas.
- Se analizan sus principales ventajas y desventajas (necesidad de infraestructura terrestre, inversión y costes de instalación y mantenimiento).

### 2.2.2.1 DSRC (radiofrecuencia)

#### *Descripción general*

Los sistemas de comunicaciones de corto alcance (DSRC) están basados en radiocomunicación de microondas. En la actualidad representan la solución más extendida de telepeaje.

Los sistemas DSRC están presentes tanto en peaje convencional canalizado, como en aplicaciones de flujo libre o *free-flow*. El peaje electrónico canalizado implantado en las plazas de cobro tradicionales utiliza generalmente barreras para impedir el cruce de los vehículos no equipados a través de las vías de telepeaje. Esto implica el paso de los vehículos por las casetas de cobro, con la consiguiente disminución de la velocidad del vehículo. En cambio en las soluciones de tipo *free-flow*, no se requiere que los vehículos sean canalizados en carriles de peaje ni que reduzcan su velocidad para efectuar el cobro de las tarifas, tampoco se requieren barreras; basta con equipar la carretera con secciones de registro de paso y pórticos de peaje, capaces de registrar el paso de todos los vehículos que circulan por ella.

En ambas configuraciones se requiere que los usuarios lleven un dispositivo electrónico capaz de establecer comunicación con una antena exterior, el cual recibe diferentes denominaciones: *Transponder*, tarjeta electrónica, TAG, OBU (*On Board Unit*), OBE (*On Board Equipment*), etcétera. En la configuración de peaje convencional, por otro lado, si no se dispone del dispositivo pertinente se tiene la opción de pasar por otro de los carriles, para pago ya sea manual o con tarjeta. La configuración *free-flow* permite identificar a aquellos usuarios ocasionales que no dispongan de TAG son identificados a través de sus placas y el peaje cobrado por otros medios. Por lo general, deben comunicar por adelantado su intención de hacer uso de la autopista de peaje,<sup>1</sup> ya sea registrándose en una página web, mediante el envío de un mensaje SMS, una llamada telefónica o cualquier otro medio puesto a disposición de los usuarios por el operador de la autopista.

Una de las características más deseables en un sistema de cobro electrónico es la interoperabilidad. En lo que respecta a la tecnología DSRC y la interoperabilidad, una de las experiencias más ambiciosas será la próxima puesta en marcha del Servicio Europeo de Telepeaje (SET), tal y como establece la Directiva Europea 2004/52/CE. Con anterioridad a la puesta en marcha del SET han sido numerosos los proyectos centrados en el mismo problema, la mayoría promovidos por la Asociación Europea de Operadores de Infraestructuras de Peaje (ASECAP) y financiada con fondos públicos europeos. Los más significativos son:

- PISTA: “Pilot for Interoperable Systems for Tolling Applications”
- CESARE I, II, III y IV: “Common Electronic Fee Collection System for an ASECAP Road Tolling European Service”.
- ARENA: el objetivo de este proyecto fue dar una respuesta a la pregunta siguiente: *¿Cómo debería estructurarse el mercado del telepeaje con el fin de maximizar la dinámica del mismo y crear fuertes incentivos entre los actores implicados, con el objetivo de solucionar el problema de la interoperabilidad?*
- MISTER: (“Draft Presentation to EC Tolling Regulatory Committee v2.8”) Borrador de requerimientos para la especificación de la Directiva 2004/52/CE relativa a la interoperabilidad de los sistemas de telepeaje de las carreteras de la Comunidad.
- DG-TREN Study: estudio sobre el impacto económico y social de la Directiva 2004/52/CE relativa a la interoperabilidad de los sistemas de telepeaje de las carreteras de la Comunidad.
- VERA2: estudio sobre la base legal del “enforcement” transfronterizo en Europa, en línea con el “Framework Decision on the Application of the Principle of Mutual Recognition to Financial Penalties”, conocido como COPEN 241.

---

<sup>1</sup> Cuando el usuario no paga por adelantado, debe hacer frente al pago de la sanción que se determine, o bien debe pagar la tarifa que corresponda. En ambos casos, para poder ejecutar el cobro la concesionaria debe tener acceso a un registro centralizado de vehículos, donde obtendría los datos de contacto del usuario, algo que en México todavía no es posible.

Finalmente, se debe mencionar que existen diferentes tipos de TAG, en función de los criterios que se exponen a continuación:

- **Activos/pasivos:** los TAG activos están conectados a una fuente de energía, que puede ser una batería, o bien pueden estar conectados directamente al vehículo. Los TAG pasivos captan la energía necesaria para su correcto funcionamiento de la propia señal emitida por las antenas del sistema DSRC instaladas en campo. Otras características que diferencian a ambos tipos de TAG son las siguientes:
- Los TAG pasivos modulan y reflejan la señal recibida de las antenas del sistema DSRC instaladas en campo.
- Los TAG pasivos son de solo lectura, mientras que los TAG activos son de lectura/escritura, siendo más caros y complejos que los primeros.
- En general, los TAG activos ofrecen una zona de comunicación mayor que los TAG pasivos, debido a que las pérdidas en la propagación de la señal actúan en una sola dirección.

### **Frecuencias de operación**

Hoy en día los principales estándares bajo los cuales puede operar un TAG son los siguientes: 915 MHz, 5,8 GHz y 5,9 GHz.

### **Con tarjeta/sin tarjeta**

En ocasiones el TAG puede llevar integrada una tarjeta con microchip incorporado (“*con o sin contacto*”). En el contexto del telepeaje, esta tarjeta puede ser utilizada para vincular el pago del peaje a una tarjeta de crédito o prepago.

### **TAG multifunción**

Existen TAG que, además de la interfaz DSRC, incorporan otras interfaces como GPS (posicionamiento por satélite) o GPRS/GSM (telefonía móvil), vinculadas habitualmente a sistemas de peaje satelital.

### **TAG asociados a un solo vehículo**

Existen sistemas de peaje electrónico en los que se permite intercambiar un mismo TAG entre diferentes vehículos, sin necesidad de notificar este evento a la concesionaria o al organismo correspondiente. Este tipo de sistemas son aquellos asociados más con categorías sencillas de usuarios, como pueden ser sólo automóviles de pasajeros. Tal sería el caso de los segundos pisos en la Ciudad de México.

Por el contrario, hay sistemas de peaje en los que no se permite realizar tal intercambio, existiendo mecanismos físicos que impiden ese intercambio (por ejemplo: hay configuraciones en las que al despegar el TAG del parabrisas, automáticamente se rompe la antena transmisora, con lo cual el TAG queda inutilizado).

### Descripción técnica

Las características técnicas de un sistema de peaje electrónico con DSRC varían dependiendo de la configuración del sistema, pudiendo tratarse de un telepeaje canalizado o uno tipo *free-flow*. En ambos casos, un peaje electrónico con DSRC consta fundamentalmente de tres partes:

- Una antena emisora de ondas de radio, que está ubicada en el techo de la caseta de peaje o pórtico. Esta antena debe ser adecuadamente dirigida, es decir, debe ser capaz de comunicarse únicamente con el vehículo ubicado justo debajo de ésta.
- Un pequeño receptor denominado *transponder* o TAG, ubicado en el parabrisas del vehículo.
- Un sistema informático centralizado o distribuido, que lleva el control de todo el proceso de cargo del peaje.

Cuando un vehículo pasa por el lugar en donde está instalada la antena, un segundo sensor, generalmente ubicado bajo el pavimento y basado en la detección de la masa metálica de los vehículos, confirma que se trata de un vehículo. Inmediatamente después, la antena emite, durante unas décimas de segundo, una señal de radio. Esa onda llega al receptor (TAG), que está adherido al parabrisas y que se ocupa de enviar un mensaje de respuesta hacia la antena receptora. El contenido de este mensaje sirve para identificar de manera unívoca al vehículo o al propietario del TAG (según sea el caso). La información se transfiere entonces al sistema informático, que se encarga de verificar que el dueño del TAG tenga una cuenta activa (en esa autopista o en otra). Finalmente, el costo total del peaje se carga a la cuenta del propietario de la misma, siendo lo más habitual que se emita un estado de cuenta a fin de mes en el que se detallan los trayectos realizados durante este periodo.

Dependiendo del modelo de negocio adoptado:

- El TAG se puede asociar a una cuenta corriente o a un saldo de prepago.
- El TAG puede estar asociado a un solo vehículo, o por el contrario, no tiene por qué estar asociado a vehículo alguno pudiendo ser intercambiado entre diferentes vehículos, incluso de diferente categoría. Esto último puede hacer más complicada la administración del sistema, ya que el estado de cuenta periódico deberá especificar también la categoría del vehículo que usó la autopista de peaje y será necesario respaldar esa información con imágenes del vehículo para solventar posibles reclamaciones de los usuarios.



**Figura 2.1 Instalación típica de un carril con cobro electrónico y barrera**

Si la verificación anterior no es positiva (TAG no identificado, TAG sin crédito suficiente, en una cuenta de prepago), en el caso de peajes canalizados se activará un proceso de señalización y corte del carril para impedir que el vehículo prosiga su marcha. El vehículo será entonces desviado para obligar a que pase por otro carril atendido por personal de la operadora (o alternatively una persona se desplazará al punto donde se encuentra detenido el vehículo) para realizar el cobro manual o recarga de su TAG. En el caso de un peaje de flujo libre, el sistema registrará la placa y número de TAG del vehículo en cuestión —si el vehículo estuviera equipado con éste— con objeto de poder recabar a posteriori los datos de contacto del usuario y tomar las acciones necesarias.

Dependiendo del nivel de seguridad que se desee dar al sistema de peaje, las comunicaciones entre la antena emisora de ondas de radio y el TAG pueden estar codificadas o no.

### **Telepeaje DSRC canalizado**

Actualmente las plazas de cobro continúan siendo la solución que ofrece más garantías para el cobro de peaje al organismo explotador (desde el punto de vista del fraude), de modo que continúan como la arquitectura más ampliamente extendida.

Dentro de las instalaciones tradicionales (casetas de cobro), en función del método utilizado para recaudar el importe del peaje, los peajes se pueden clasificar en varias formas de pago:

- **Peaje manual y semiautomático:** el pago es asistido por un cobrador o bien se realiza de forma autónoma por el conductor mediante máquinas recaudadoras automáticas en las que se deposita el importe del peaje.
- **Peaje electrónico o telepeaje (automático):** las transacciones electrónicas se realizan directamente entre el vehículo (generalmente equipado con un TAG o *transponder*) y el punto de peaje.

### **Peaje free-flow**

El peaje dinámico a flujo libre es una variante del peaje electrónico en la que no se requiere que los vehículos sean canalizados en vías de peaje para efectuar el cobro de las cuotas. El conductor equipa su vehículo con un TAG que lo identifica y se encarga de realizar de modo automático las transacciones, cargando los

importes adeudados directamente en su cuenta (o en el saldo de prepago). De esta forma, usará la infraestructura atravesando los puntos de cobro (pórticos de peaje), sin necesidad de instalar barreras o reducir la velocidad.

Este tipo de sistemas de peaje son apropiados en infraestructuras con una gran densidad de vehículos, donde un peaje convencional requeriría plazas de cobro con un gran número de casetas, con el consiguiente requerimiento de espacio físico, tanto a lo largo como a lo ancho de la autopista, y necesidades de personal para efectuar el cobro.

La problemática de un peaje dinámico surge con aquellos vehículos que por uno u otro motivo no están equipados con un TAG: en primer lugar, existe el problema técnico de la discriminación de estos vehículos frente a los que sí están equipados y, en segundo lugar, el vehículo sin TAG debe ser identificado y el cobro del peaje efectuado a su propietario. Esto último determina la necesidad de un medio adicional de identificación del vehículo, redundando en más procesos de software y más equipos que un sistema de peaje electrónico canalizado.

Para poder facturar todos los tránsitos, tanto de aquellos vehículos equipados con TAG como de los que no, el *free-flow* utiliza una doble tecnología:

- El peaje dinámico con dispositivos DSRC.
- La toma de imágenes del vehículo y su placa, aplicando un sistema de reconocimiento automático de la placa (OCR).

Los distintos elementos necesarios pueden incorporarse en distintas configuraciones en los puntos de cobro, con uno o múltiples pórticos *free-flow*.

Para garantizar la viabilidad de un sistema *free-flow*, es imprescindible cumplir los siguientes requisitos:

- Que exista obligatoriedad de identificar los vehículos con una placa fácilmente visible (razonablemente limpia, no dañada, etc.) y que esta obligatoriedad sea efectiva.
- Que se disponga de una base de datos actualizada, a disposición del concesionario, que posibilite identificar al dueño de un vehículo y su domicilio a través de la información de la placa. Para esto debe contarse con un registro vehicular confiable.
- Que se tenga una legislación en vigor que admita la prueba fotográfica de lectura de la placa de un vehículo como prueba para sancionar o al menos poder facturar al propietario de un vehículo que, sin contar con un TAG, haga uso de la infraestructura de peaje.
- Que existan mecanismos legales que permitan hacer efectivo el pago de los importes adeudados con un costo razonablemente bajo para el concesionario.
- Que sea suficientemente bajo el porcentaje de vehículos con placas del extranjero, correspondientes a países donde no pueda hacerse extensiva la obligatoriedad del pago (bien por falta de normativa legal, o bien porque no resulte económicamente viable).

Además de los requisitos anteriores, existen otras condicionantes que pueden influir en la viabilidad de un peaje *free-flow*. En general se asume que, para que el sistema sea viable, es también condición necesaria que el número de vehículos sin TAG que hagan uso de la infraestructura, sea reducido.

También pueden ser condicionantes importantes en el éxito del sistema, las costumbres sociales de respeto a las normas y a la propiedad, y otras condiciones locales, como las condiciones climatológicas.

### **Principales sistemas de un peaje *free-flow***

Los sistemas principales de los que está formado un pódico de *free-flow* DSRC son los siguientes:

- **Sistema de identificación y clasificación de vehículos:** responsable de la detección, posicionamiento y clasificación del vehículo. Existen varias tecnologías para realizar esta labor, aunque típicamente se utiliza DSRC.
- **Sistema de comunicación (DSRC):** encargado de la comunicación entre el dispositivo TAG en el vehículo de los usuarios y el conjunto de antenas receptoras y emisoras dispuestas en los pórticos de cobro del peaje.
- **Sistema de *enforcement* (aplicación):** para la captura y registro de la imagen del vehículo al paso por el pódico de peaje y el posterior reconocimiento automático de los caracteres de las placas. Por medio de este sistema pueden identificarse a aquellos usuarios que no disponen de un TAG, para el posterior registro y facturación de la transacción correspondiente. Al mismo tiempo, es útil como prueba visual del paso de cada uno de los vehículos por la autopista, para una posible verificación manual o auditorías. Las tomas de placas pueden ser: anterior, posterior o ambas, en función de los usos del país y el objetivo de éxito deseado en el proceso de reconocimiento automático de placas. Deben atenderse en todo momento las leyes en cuanto a privacidad que rijan en el país en donde se pretenda instalar el peaje *free-flow*.
- **Sistema central de gestión** formado por el centro de operaciones y el centro de atención a clientes.

El Centro de Operaciones se ocupa de la administración, supervisión, control y procesamiento de la información relacionada con los puntos de cobro. Las funciones principales que realiza son:

- Comunicaciones con los puntos de cobro (pórticos en la carretera).
- Administración de las transacciones: Sistema encargado de generar la transacción de cada vehículo mediante la correcta combinación de los datos obtenidos en los tres sistemas anteriores.
- Clasificación del vehículo.
- Identificación del TAG.
- Imagen del vehículo a su paso por el pódico e identificación de la placa del mismo.

- En una matriz de correlación espacio-tiempo, al coincidir las coordenadas asignadas al vehículo con las del TAG y el sistema de detección, este sistema realizará la unión de los tres elementos, (dos en el caso de que el vehículo no disponga de TAG) y generará las transacciones de cada uno de los vehículos, permitiendo también la identificación de infractores potenciales.
- Administración de las tarifas.
- Gestión de alarmas en los puntos de cobro.
- Interfaces con sistemas externos.

El Centro de Atención a Clientes se ocupa de la relación del sistema de **peaje** electrónico con los usuarios de la infraestructura. Sus funciones principales son:

- Administración de las cuentas de los clientes.
- Apertura, el mantenimiento y el cierre de cuentas.
- Mercadeo y telemarketing.
- Administración de TAG.
- Administración de estados de cuenta.
- Administración de infracciones.
- Administración de la recaudación.
- Generación de informes.

### Ventajas y desventajas

Comparativamente, en las dos siguientes tablas se muestran las ventajas y desventajas de desplegar a escala nacional una red de peaje convencional frente a una red de peaje tipo *free-flow*.

**Tabla 2.1. Ventajas y desventajas de un peaje convencional electrónico y uno *free-flow***

Telepeaje DSRC canalizado	
Ventajas	Desventajas
Tecnología y gestión del sistema sobradamente conocida.	Puede suponer un ligero incremento del riesgo para seguridad vial debido al paso rápido de vehículos en la plaza de cobro, que se mezclan con vehículos que utilizan las vías manuales y que, por tanto, transitan a una velocidad menor.
No es necesario modificar la legislación vigente, si se utilizan barreras.	Está asociado a un registro vehicular confiable.
No existe riesgo de fraude.	
Fluidez en el paso de vehículos, respecto de otros medios de pago utilizados en peajes canalizados convencionales (efectivo y tarjetas).	
Mejora en la capacidad de las plazas	

<b>Telepeaje DSRC canalizado</b>	
<b>Ventajas</b>	<b>Desventajas</b>
de peaje convencionales, y por tanto, menores requerimientos de espacio (la capacidad –vehículos/hora– de una vía exclusiva de telepeaje –dedicada– es mayor que la capacidad de vías de pago manual).	

<b>Telepeaje DSRC free-flow</b>	
<b>Ventajas</b>	<b>Desventajas</b>
Tecnología sobradamente probada en diversas experiencias internacionales.	Carga de trabajo asociada al procesamiento manual de cruces de vehículos sin OBU, cuya placa no haya sido correctamente procesada por el sistema OCR.
Permite flujo libre de los vehículos; no es necesario detener o modificar la marcha de los vehículos para cobrar el peaje.	Es necesario un marco legal de respaldo debido a: Necesidad de obtener de la Administración de forma ágil y segura los datos de contacto de los propietarios de los vehículos (incluso datos de cobro, llegado el caso). Establecimiento de procedimientos legales que garanticen la aplicación ágil de sanciones a usuarios infractores.
Implantación y puesta en servicio sin interferir en la operación de la red de carreteras; esto proporcionaría una mayor flexibilidad a la hora de extender el peaje a carreteras en las que actualmente éste no se cobra.	Riesgo de elevada ocurrencia de incidencias por mala calidad de las matrículas.
Mejora en la seguridad vial. Al no existir plazas de cobro, <sup>2</sup> los vehículos no deben reducir su marcha, ni realizar maniobra alguna para elegir el carril en el cual abonar el peaje.	Riesgo de elevada acumulación de carga de trabajo en el centro de gestión de las concesionarias y en juzgados debido a un eventual excesivo número de usuarios infractores.
Al no ser necesarias las plazas de cobro, <sup>3</sup> los requerimientos de espacio	En zonas fronterizas, con alto porcentaje de vehículos extranjeros

<sup>2</sup> Salvo en configuraciones mixtas, en las que coexistan las vías típicas de un peaje canalizado para el pago manual y los pódicos de free-flow para los vehículos equipados con TAG.

<sup>3</sup> Salvo en configuraciones mixtas, en las que coexistan las vías típicas de un peaje canalizado para el pago manual y los pódicos de free-flow para los vehículos equipados con TAG.

<b>Telepeaje DSRC <i>free-flow</i></b>	
<b>Ventajas</b>	<b>Desventajas</b>
asociados a una solución de este tipo son menores que en un peaje canalizado.	aumenta el riesgo de fraude.
Los pórticos <i>free-flow</i> , completamente automatizados, sustituyen las vías de cobro en las que es necesaria la presencia permanente de cobradores. Por tanto, se reducen drásticamente las necesidades de personal.	

No obstante, en ambos casos (peaje DSRC canalizado o telepeaje DSRC *free-flow*), en relación con la utilización de otras tecnologías se puede afirmar que la utilización de DSRC en sistemas de pago electrónico es la opción más ampliamente utilizada en el mundo, en comparación con otras tecnologías, a saber: satelital, viñetas o sistemas de reconocimiento automático de matrículas. Se requiere el despliegue de la infraestructura terrestre necesaria (vías y pórticos), más numerosa y cara que la asociada a otro tipo de tecnologías, como puede ser la satelital o viñetas.

## 2.2.2.2 Estándares de referencia

En el mundo existen tres grupos normativos, en función de la frecuencia utilizada por el sistema de peaje electrónico:

- 915 MHz
- 5.8 GHz
- 5.9 GHz

La frecuencia de 915 MHz se ha utilizado en sistemas de peaje electrónico de los Estados Unidos de América, mientras que Europa optó por la frecuencia de 5.8 GHz por ser más directiva, con lo que se obtienen mejores resultados en la asociación de vehículo a TAG cuando hay varios vehículos próximos equipados con este dispositivo. Finalmente, en Estados Unidos se ha optado por cambiar también la frecuencia, aunque se ha elegido la banda de 5.9 GHz.

La normativa de respaldo para la tecnología de 5.8 GHz sería la siguiente (Normas CEN TC 278 MW):

- a. EN 12253 Capa Física para DSRC Microondas a 5,8 Mhz (Capa ISO/OSI 1).
- b. EN 12795 Capa de Enlace de Datos para DSRC: Medio de Acceso y Control del Enlace (Capa ISP/OSI 2).
- c. EN 12834 Capa de Aplicación (Capa ISO/OSI 7).

- d. EN 13372 Perfiles para aplicaciones DSRC en carreteras y transportes.
- e. ENV ISO14904 EFC (Telepeaje) Especificaciones de Compensación entre operadores.
- f. EN ISO14906 EFC (Telepeaje) Interfaz de Aplicación para DSRC.
- g. EN ISO 14907 Procedimientos de Pruebas para OBE.
- h. ENV ISO 17573 Arquitectura de Sistemas para el EFC (Telepeaje) en servicios de transporte por vehículos por carretera.
- i. ENV ISO 17574 Entorno de Seguridad de EFC.
- j. ENV ISO 17575 Definición de la Interfaz de Aplicación para EFC (Telepeaje) basado en GSNM (satélite) y GPS (móvil).

En cuanto a los estándares estadounidenses, la normativa de referencia es la siguiente:

- a. Normativa de respaldo para la tecnología de 915 MHz:  
ASTM PS 111-98: *Specification for Dedicated Short Range Communication (DSRC) Physical Layer using Microwave in the 902-928 MHz.*
- b. Normativa de respaldo para la tecnología de 5.9 GHz (en desarrollo):  
IEEE 802.11p (borrador): relativo a la capa física y capa de control de acceso al medio (MAC, *medium access control layer*). Es una modificación del estándar IEEE 802.11 (*Wireless LAN Standards Series and Designer's Companion Set*), con el objetivo de contemplar aplicaciones ITS en la banda de los 5.9 GHz, incluyendo el intercambio de datos entre vehículos y, entre vehículos y el RSE (equipamiento de campo de la carretera).

Las capas superiores (red y otras) se desarrollan en los estándares IEEE 1609 (*Wave Management, Channel Management, and Resource Manager*) y IEEE 1556 (*DSRC Security*).

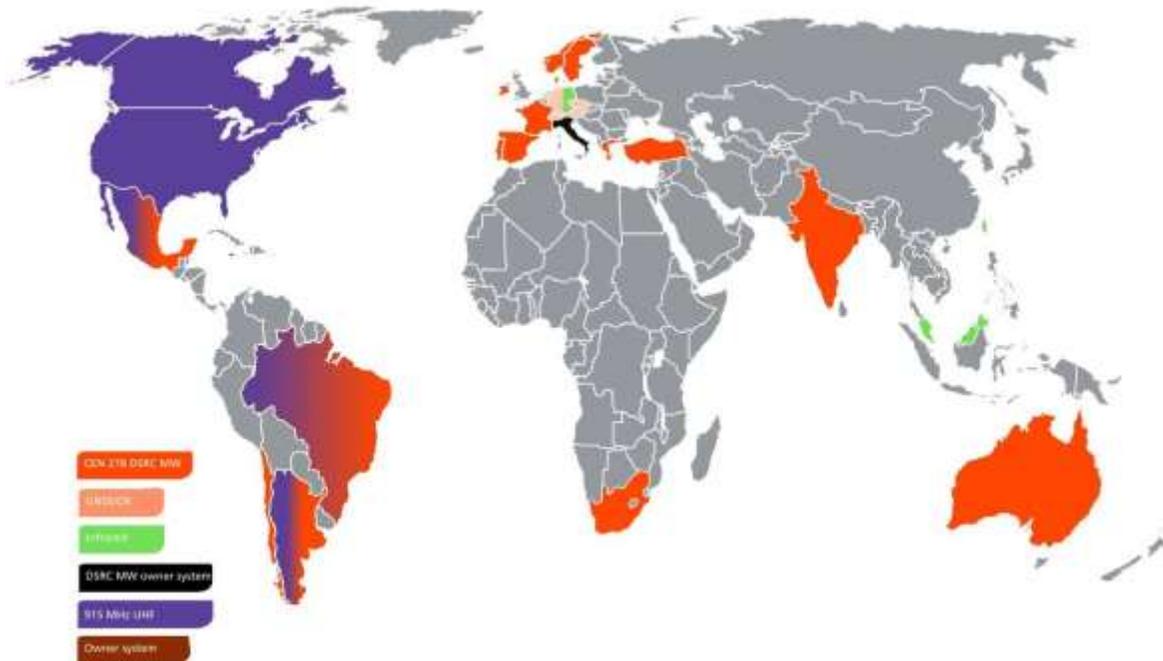
## 2.3 Implantaciones de la tecnología en el mundo

En la tabla siguiente se muestra la utilización de la tecnología DSRC en sistemas de peaje electrónico de distintas partes del mundo, y se indica el número aproximado de TAG distribuidos y el estándar utilizado.

Tabla 2.2. Sistemas de peaje DSRC en el mundo

LOCALIZACIÓN	ESTÁNDAR	Núm. TAG DISTRIBUIDOS	TAG
México IAVE I + D	915 MHz 5.8 GHz	>130,000 >38,000 Kapsch)	(sólo)
Estados Unidos Texas Florida (SunPass) EZ-Pass	915 MHz 915 MHz 915 MHz	>4,200,000 >1,500,000 >16,000,000	
Canadá (Toronto, Autopista 407)	915 MHz	>850,000	
Chile (Santiago de Chile, autopistas <i>free-flow</i> )	5.8 GHz	>1,700,000	
Argentina	915 MHz y 5.8 GHz	>300,000 Kapsch)	(sólo)
España (Vía-T)	5.8 GHz	>600,000	
Francia (Liber-T)	5.8 GHz	no disponible	
Portugal	5.8 GHz	no disponible	
Italia	5.8 GHz	no disponible	
Noruega (Autopass)	5.8 GHz	no disponible	
Austria (peaje vehículos pesados)	5,8 GHz	>900,000	
Sudáfrica	5.8 GHz	>40,000 Kapsch)	(sólo)
Australia (Melbourne Citylink y EastLink)	5.8 GHz	>4,500,000	
Israel (Autopista Ylzhak Rabin)	915 MHz	>500,000	
India	5.8 GHz	>400,000 Kapsch)	(sólo)

De la misma forma, en la figura siguiente se muestra la difusión de las distintas tecnologías DSRC en el mundo:



**Figura 2.2. Mapa de los sistemas de peaje DSRC a nivel mundial**

Según el mapa adjunto la asociación de países con las distintas tecnologías sería la siguiente:

Frecuencia de 5.8 GHz: Argentina, Australia, Austria, Brasil, Chile, Dinamarca, España, Francia, Grecia, India, Irlanda, México, Noruega, Portugal, República Checa, Suecia, Turquía y Sudáfrica.

Frecuencia de 915 MHz: Argentina, Canadá, Estados Unidos, Israel, Jamaica, México y Puerto Rico.

Sistemas DSRC propietarios: Italia y Japón.

Infrarrojos: Alemania, Malasia y Taiwán.

Sistemas satelitales: Alemania, Eslovaquia, República Checa y Suiza.

Sistemas propietarios: Singapur.

### 2.3.1 Algunas experiencias relevantes

La tecnología DSRC es, hasta el momento, la tecnología más empleada en todo el mundo en sistemas de peaje electrónico. Algunas de las instalaciones DSRC llevadas a cabo se encuentran en México, Estados Unidos, Canadá, Chile (Santiago de Chile), Argentina, España (Vía-T), Francia (Liber-T), Portugal (Vía

Verde), Italia, Austria, Noruega (Autopass), Israel y Australia, entre otros. De entre las citadas experiencias, se consideran de especial relevancia las siguientes:

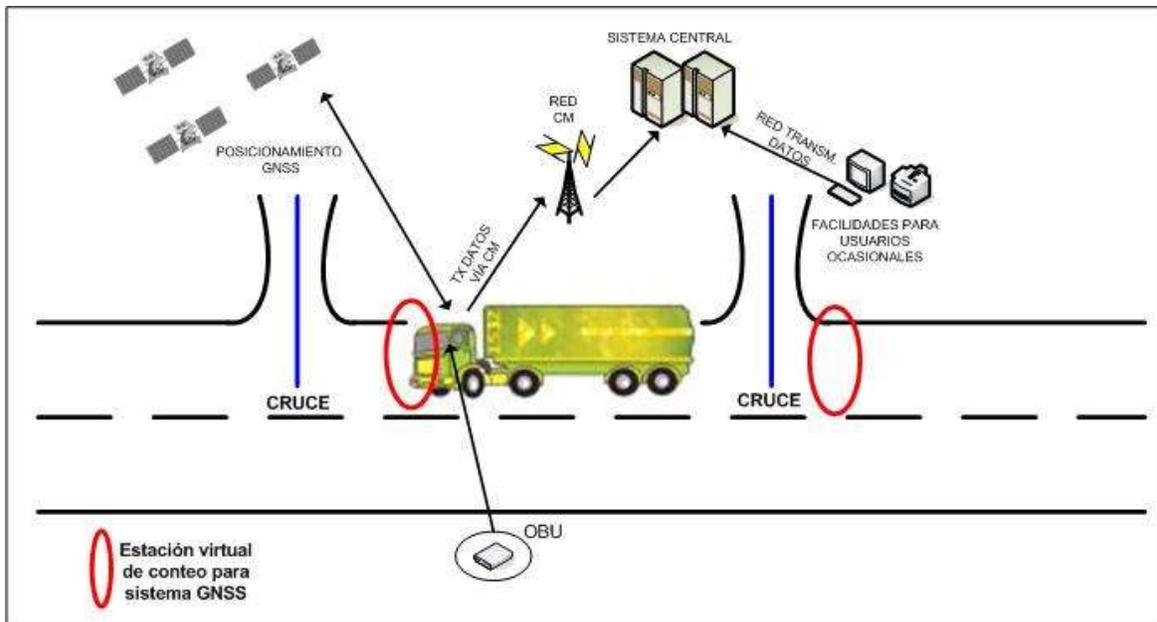
- Implantación del sistema de telepeaje canalizado interoperable a escala nacional en España (sistema Vía-T).
- Implantación de un sistema de telepeaje *free-flow* interoperable multiconcesión en Santiago de Chile (Autopista Central, Vespucio Sur, Vespucio Norte Express y Costanera Norte).
- Estados Unidos.

## **2.4 Sistemas de área extensa basados en tecnologías de localización por satélite y comunicaciones basadas en telefonía celular (GSNN/GSM-GPRS)**

### **2.4.1 Descripción general**

Los sistemas de peaje satelital se basan en un ordenador de a bordo que hace un seguimiento del recorrido de los vehículos, registrando su paso por las infraestructuras objeto de peaje. Esto permite un cobro en función de la distancia recorrida, teniendo en cuenta otras variables como la clase del vehículo, el tipo de motorización, e incluso otros parámetros tales como el tipo de vía, franja horaria, etc.

Estos sistemas requieren un complemento con equipos de auditoría para garantizar que todos los vehículos sujetos de peaje están equipados con el ordenador de a bordo y mantienen el equipo activo durante sus trayectos. Por este motivo, típicamente los sistemas de peaje satelitales se complementan con pórticos del tipo *free-flow* DSRC y con patrullas móviles de inspección que verifican el equipamiento de los vehículos mientras éstos transitan por las vías. Hasta la fecha, este tipo de sistemas sólo han sido implantados para el peaje de vehículos pesados.



**Figura 2.3. Sistema basado en localización satelital**

Las distintas aplicaciones del sistema de peaje por satélite pueden utilizar dos enfoques distintos para identificar la entrada en una infraestructura de peaje:

- Concepto de cordón virtual: Mediante GNSS se detecta si el vehículo entra en la zona y el importe se calcula en función de la distancia recorrida en la zona, bien con GNSS, bien con odómetro. Útil para gravar el tránsito de vehículos por el área de las ciudades en lo que se ha denominado “Tarificación por congestión”.
- Concepto de “Virtual Gantry” (pórtico virtual): Mediante GNSS se detecta si el vehículo entra en la vía sujeta a peaje, de modo que el peaje se calcula en función de la distancia recorrida, la cual puede calcularse acumulando segmentos, con GNSS o con odómetro. Más útil en autopistas.

La introducción de los sistemas de posicionamiento para el cobro electrónico de peaje vino de la mano del sistema suizo para peaje de vehículos pesados. Comenzó a operar el 1 de enero de 2001 y está basado principalmente en tecnología DSRC y ANPR, para controlar las entradas y salidas fronterizas, y tacógrafo para el conteo de kilómetros. Desde entonces, sistemas similares se han implantado en Alemania (*Toll Collect*), República Checa y Eslovaquia.

## 2.4.2 Descripción técnica

### 2.4.2.1 Arquitectura del sistema

Típicamente el ordenador de a bordo está compuesto por los siguientes elementos:

- **OBU (On Board Unit)**: sistema instalado en los vehículos que proporciona la posición del mismo y permite calcular el recorrido realizado y las tarifas de peaje asociadas al mismo. Los datos que contiene son la clase del vehículo y otros parámetros en caso de vehículos pesados, como el número de ejes, carga máxima permitida, tipo de emisión, etc. Este dispositivo consta de:
  - Sistema de posicionamiento por satélite.
  - Sistema de comunicación con los pórticos y vehículos de control.
  - Transmisor DSRC.
- **Pórticos de control**: realizan la transferencia de información del OBU con el centro de control, así como el chequeo del OBU. En ellos se incorporan los siguientes sistemas necesarios:
  - Sistemas de clasificación de vehículos (según la concesionaria)
  - Cámaras de video para reconocimiento de matrículas
  - Sistema de comunicación con el OBU de los vehículos
  - Equipo de comunicación con el centro de control o en su defecto con los vehículos de control para comunicar las incidencias detectadas
- **Centro de control**: encargado de realizar las funciones de:
  - *Back-office*
  - Validación manual de infractores
  - Actualización del sistema
  - Operación y mantenimiento
  - *Call Center*

### ***On Board Unit (OBU)***

Se compone de los siguientes elementos:

- Interfaz de usuario
- Receptor GNSS
- Microordenador de abordo
- Sistema de comunicaciones móviles

Las operaciones realizadas por esta unidad son las siguientes:

- Cálculo del peaje, comparando su posición con una serie de estaciones virtuales de peaje almacenados en una base de datos, y transacciones de pago.
- Registro de las transacciones bajo demanda del sistema central.
- Actualización de datos, geográficos, tarifarios, de software, etc.
- Otras aplicaciones ITS no relacionadas con el peaje, pero muy útiles al usuario, como información de tráfico, recorrido guiado, etc.

Para prevenir posibles errores de precisión del sistema GNSS, el OBU puede tener conexión con otros dispositivos adicionales instalados en el vehículo (tacógrafos, giróscopos, sensores de movimiento, lector de tarjetas inteligentes) o en la carretera (equipo DSRC, ANPR). Los primeros permiten mediciones más precisas de la distancia o más nivel de detalle sobre las características del vehículo (número de ejes, emisiones, por mencionar algunas) para un mayor

desglose tarifario, como es el caso de las tarjetas inteligentes. Por otro lado, las comunicaciones con el equipamiento en vía, además de servir como verificación del sistema GNSS, permiten la interoperabilidad con otras tecnologías aplicadas al cobro electrónico ya en funcionamiento en las autopistas de peaje, como son los sistemas basados en DRSC (comunicaciones dedicadas de corto alcance) y lectura automática de matrícula (ANPR, por sus siglas en inglés).

Para el diseño de los OBU existen dos alternativas:

- OBU inteligente: permite calcular la tarifa de peaje y crear los registros para la posterior facturación al usuario, todo lo cual se transmite al sistema central (ejemplo: modelo alemán, Toll Collect).
- OBU sencillo: transmite las posiciones significativas al sistema central, y es este último sistema el que reconstruye la ruta, calcula la tarifa de peaje y registra los tránsitos (ejemplo: modelo eslovaco, Mytos).

Las ventajas del primero son que se consigue un centro de control con menor carga computacional y una tasa de transferencia baja, ya que sólo se transmiten los registros por cada tránsito. Sin embargo, tiene como inconvenientes el precio de los OBU que, a diferencia de la segunda alternativa, son más baratos, pero se requiere de una aplicación más complicada y una mayor transferencia de datos entre el OBU y el sistema central.

### **Comunicaciones móviles (CM)**

En los sistemas de peaje satelital se utilizan comunicaciones móviles, generalmente GSM/GPRS, para:

- Envío de transacciones al sistema central
- Actualización de los datos del OBU
- Soporte a aplicaciones adicionales del OBU: información del tráfico, autoguiado, etcétera.

### **Ventajas y desventajas**

Las principales **ventajas** que implica la implantación de un sistema de peaje electrónico a escala nacional de tipo satelital son las siguientes:

- Permite el flujo libre de los vehículos: no es necesario detener o modificar la marcha de los vehículos para cobrar el peaje.
- La implantación y puesta en servicio no interfiere en la operación de la red de carreteras.
- Esta solución presenta un alto grado de flexibilidad, debido a lo siguiente:
  - Se puede incrementar la red fácilmente, sin grandes despliegues de infraestructura terrestre.
  - Gran versatilidad en la definición de políticas tarifas (en función del lugar, la distancia recorrida, el tiempo transcurrido, etc.).
  - Aun siendo minoritaria la utilización de la tecnología satelital, el número de experiencias realizadas a escala nacional sigue en aumento (la última puesta en servicio de un sistema de este tipo tuvo lugar en Eslovaquia, el 1 de enero de 2010).

Por el contrario, las principales **desventajas** identificadas han sido las siguientes:

- Costos de inversión elevados: Aunque es cierto que en los sistemas de peaje satelital se reduce significativamente la inversión en infraestructuras terrestres, sigue siendo necesaria cierta inversión en otras infraestructuras: pórticos fijos, patrullas móviles para labores de “enforcement” (aplicación), etc.
- Elevado costo de adquisición o instalación del OBU.
- Costo de las comunicaciones móviles.
- Riesgos de errores en la tarificación por errores de posicionamiento.
- Dependencia del servicio de posicionamiento satelital. El GPS estadounidense no ofrece garantía contractual de servicio y carece de integridad (falta de confianza de los datos de posicionamiento).
- Implantación compleja, debido fundamentalmente a la necesidad de puesta en servicio y explotación de:
  - Red de puntos de venta de OBU.
  - Red de puntos de asistencia técnica para la instalación de OBU y resolución de incidencias.
  - Red de terminales de cobro, para usuarios ocasionales del sistema que no utilizan OBU.
  - Nuevas formas de pago: Internet y red de terminales de cobro.
  - Carga de trabajo asociada al procesamiento manual de tránsitos de vehículos sin OBU, cuya matrícula no ha sido correctamente procesada por el sistema OCR.

### **2.4.2.2 Estándares de referencia**

Aunque está prevista la elaboración de un estándar para esta tecnología, por el momento, ninguno de los sistemas de peaje satelitales implantados son interoperables entre sí. Como única normativa de aplicación relacionada, sin guardar una relación directa, se podría citar la relativa a comunicaciones móviles (GSM/GPRS).

### **2.4.3 Implantaciones de la tecnología en el mundo**

Encontramos implantaciones de sistemas de peaje con tecnología satelital en los siguientes países: Suiza, Alemania, República Checa y Eslovaquia. En todas las implantaciones citadas, por el momento el peaje sólo se aplica a vehículos pesados.

A continuación, se muestra de forma aproximada el número de TAG distribuidos en cada una de las implantaciones citadas:

- Suiza: 55,000 TAG.

- Alemania: 400,000 TAG.
- República Checa: más de 350,000 TAG.
- Eslovaquia: 160,000 TAG.

## 2.5 Resultados y conclusiones

De entre las diversas tecnologías de telepeaje implantadas en el mundo en los últimos años, las tecnologías DRSC son las más ampliamente extendidas. Los sistemas de telepeaje basados en tecnología satelital comienza a extenderse en Europa para la implantación de políticas de “pago por uso de la infraestructura” para vehículos pesados. Existen también algunas experiencias de peaje basadas en lectura automática de matrículas, por el momento orientadas a peajes urbanos.

De entre las implantaciones de sistemas de telepeaje DSRC, de manera simplificada cabría afirmar que:

En Estados Unidos, Canadá y México predomina el uso de OBE operando en la banda de 915 Mhz, con proveedores de tecnología que ofrecen soluciones estandarizadas, pero propietarias. Existen experiencias de interoperabilidad, aunque vinculadas a uno u otro fabricante.

En Estados Unidos y Canadá se está desarrollando un nuevo conjunto de estándares basados en OBE operando en la banda de 5.9 Ghz, con base en los cuales se prevé potenciar la interoperabilidad de los sistemas de telepeaje, en el marco de otra serie de servicios ITS asociados a las comunicaciones de vehículo-vehículo y vehículo-infraestructura.

En Europa predomina el uso de OBE operando en la banda de 5.8 Ghz, en torno a la cual se ha elaborado un cuerpo normativo para la creación de sistemas de telepeaje interoperables con múltiples fabricantes. Son varios los países que cuentan con sistemas interoperables multiconcesión y multifabricante a escala nacional, por ejemplo, España (Vía-T), Francia (Liber-T), Portugal (Vía-Verde), Italia, Noruega (Autopass). También han comenzado las primeras experiencias de interoperabilidad entre distintos países, previéndose para el año 2012 la existencia de un sistema interoperable paneuropeo.

Al igual que en Estados Unidos, en Europa también se prevé la implantación de sistemas de diversos servicios ITS asociados a las comunicaciones vehículo-vehículo y vehículo-infraestructura, basándose en OBE de 5.9 GHz; sin embargo, no es previsible que a corto o medio plazo estos servicios incluyan el telepeaje, donde el predominio de la tecnología de 5.8 Ghz con amplio despliegue de dispositivos en campo y OBE está además respaldado por la Directiva 2004/52/CE, que establece de modo explícito el uso de esta tecnología para el sistema de telepeaje interoperable europeo.

El estándar europeo está sirviendo de base para la implantación de múltiples sistemas en otros países como Sudáfrica, Australia, consiguiéndose por lo general

un mercado abierto de múltiples proveedores, así como la interoperabilidad técnica (y por lo general, también la contractual). Entre ellos destaca el caso de las concesiones de peaje *free-flow* en las autopistas urbanas de Santiago de Chile, donde con el fuerte respaldo de la Administración, se ha conseguido la implantación simultánea de varias concesiones con un sistema interoperable.

En Japón existe también una solución de telepeaje interoperable basada en OBE de 5.8 GHz, pero que no corresponden con el estándar europeo, sino con una norma propia.

En lo que respecta a la interoperabilidad, entendida como la posibilidad de utilización por parte de un usuario de múltiples servicios con un solo OBE y un solo contrato, ésta requiere algo más que una tecnología normalizada: un modelo de negocio compartido. Así, en el marco contractual también es necesario establecer las reglas de juego entre los proveedores de servicios y los emisores de OBE, y resolver aspectos tales como la gestión de la seguridad en el sistema, respeto por las normas de protección de datos, delimitación de riesgos por fraude o impagados, comisiones, etc.

## 3 TECNOLOGÍAS ITS EN INFOVIAJE

---

En este capítulo se presenta una descripción de las tecnologías de los ITS que se han aplicado a los servicios de Infoviaje.

### 3.1 Introducción

De acuerdo con Acha Daza (1999), los Sistemas Avanzados de Información para Viajeros permiten tener como objetivo principal informar a los viajeros acerca de las condiciones de operación de las redes de transporte. Otros objetivos de esos sistemas son optimizar el flujo de vehículos y la operación de las redes de transporte, influenciar a los viajeros para utilizar mejor la red, reducir los congestionamientos y mejorar la calidad del aire. Para lograr esos objetivos es necesario alertar a los conductores y usuarios del transporte público acerca de incidentes, educar a todos los viajeros sobre el uso de los diferentes medios de transporte, promover viajes compartidos y proveer información sobre eventos locales y su posible efecto en el tráfico y en los horarios del transporte público.

Los Sistemas Avanzados de Información para Viajeros forman la base para la transmisión de la información de tráfico entre los sistemas de monitoreo y el viajero común. Con ello pueden ayudar al viajero en su casa, cuando viaja, o en el trabajo. La información obtenida por medio de estos sistemas permite a los viajeros decidir cuándo partir, en qué medio de transporte y usando qué rutas. Entre los elementos que integran estos sistemas se incluyen herramientas para mejorar la información que se le proporciona al usuario tales como:

- modelos de optimización: concebidos para mejorar el uso de las redes, y
- modelos de estimación del comportamiento de los conductores: ello abarca el desarrollo de modelos que simulan el comportamiento de los conductores en su selección de ruta, medio de transporte y reacciones a incidentes o accidentes en las carreteras.

También se incluyen los siguientes productos:

- Sistemas de orientación en los vehículos. Son ayudas audiovisuales tales como mapas electrónicos o transmisiones de estaciones de radio, que permiten al conductor seleccionar la mejor ruta.
- Sistemas personales o portátiles. Estos sistemas son similares en tamaño y apariencia a los juegos electrónicos de bolsillo. Proporcionan información de restaurantes, hoteles, gasolineras, tiendas, estacionamientos e información sobre eventos especiales. Los sistemas pueden también proporcionar información sobre rutas para caminar o circular en bicicleta, transporte público, o rutas para automóviles.
- Sistemas para viajeros para uso en casa, oficina okioscos. Son sistemas ubicados en lugares fijos; proporcionan información a los viajeros antes de su salida.

Algunos ejemplos de los Sistemas Avanzados de Información para Viajeros que ya están disponibles son:

- Sistemas de mapas en pantalla. Estos sistemas muestran un mapa de calles en una pantalla dentro del vehículo, que destaca la ubicación del auto y proporciona información sobre los alrededores. Algunos sistemas están conectados a un centro de información que proporciona al conductor información sobre accidentes y retrasos. Esto permite cambiar de ruta en caso necesario. Además, estos sistemas incluyen todos los tipos de líneas férreas, transbordadores y rutas de autobuses.
- Sistemas de planeación de rutas. Informan al viajero la ruta óptima a su destino. La ruta puede incluir más de un medio de transporte, dependiendo de las preferencias del viajero.
- Sistemas de guía en ruta. Una vez que se escoge la ruta, el sistema describe al viajero cada uno de las maniobras de la ruta seleccionada. Las instrucciones pueden ser escritas en una pantalla, un dibujo de la ruta en general, una pantalla para cada maniobra o comandos de voz sintetizada para cada una de las maniobras.
- Información de la red de transporte en tiempo real. Ésta es la fuente de información sobre el flujo del tráfico, congestionamientos y retrasos en el transporte público o cambios de horario, actualizada minuto a minuto.

## **3.2 Servicios de información al viajero actualmente disponibles en México**

En México, se cuenta ya con los siguientes servicios de información al viajero:

### **3.2.1. Traza tu ruta**

Traza tu ruta es una aplicación desarrollada por la Dirección General de Desarrollo Carretero de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes, con el propósito de informar a la ciudadanía sobre las rutas, tarifas, tiempo estimado de recorrido y kilometraje a recorrer entre los puntos seleccionados, tanto en carreteras libres, como en autopistas de cuota.

Actualmente cuenta con alrededor de 3,000 puntos a nivel nacional, que abarcan las cabeceras municipales que estén sobre carreteras pavimentadas. El sistema no cubre tramos que no estén pavimentados.

El sistema tiene una gran demanda, registrando aproximadamente un millón de visitas cada año. Sin embargo, a pesar de esa gran demanda, el sistema sigue operándose con muy pocos recursos. Sus principales problemas son la carencia de información en tiempo real y la frecuencia con la que la información se actualiza.

En las imágenes siguientes se muestran la página del formulario requerido en la página de Traza tu ruta, el mapa generado en la consulta y los resultados tramo a tramo de la misma.



SECRETARIA DE COMUNICACIONES Y TRANSPORTES  
 SUBSECRETARIA DE INFRAESTRUCTURA  
 DIRECCIÓN GENERAL DE DESARROLLO CARRETERO

**Rutas punto a punto**

[English Version](#)

**SELECCION**

Usted podrá obtener la ruta con el tiempo de recorrido más corto entre dos puntos del país, así como la distancia y el costo por concepto de tarifas de las vías de cuota.

Obtendrá también una representación gráfica de la ruta con los puntos del recorrido y casetas de cobro.

Para ello, seleccione primero el estado y la ciudad de origen, después el estado y ciudad de destino y por último el tipo de vehículo en el que viajará.

Se añaden puntos intermedios (opcional), a la ruta y se procede como en el caso anterior. Para estos casos es necesario que la ciudad intermedia no sea la misma que la de Origen y Destino.

---

Estado origen:  Estado destino:   
 Ciudad origen:  Ciudad destino:

---

Si requiere agregar puntos intermedios en la ruta : [Click aquí](#)

---

Tarifas de:   
 Solución detallada  
 Solución simplificada, (con tramos libres resumidos)

---

Si requiere conocer gasto estimado de combustible : [Click aquí](#)

---

**NOTA :** Los tiempos de recorrido son aproximados y se calculan considerando que el vehículo a utilizar es un automóvil. De igual manera, los costos de combustibles son cálculos aproximados, tomando como base los precios de combustibles en: [Pemex y Profeco](#)

Su consulta es la No. **24745900**

---

¿Quieres saber cuáles fueron y qué sucedió en los caminos que recorrieron nuestros héroes patrios en su lucha por la Independencia y la Revolución? Estás a un click de la respuesta...



Figura 3.1. Formulario de la página Traza tu ruta

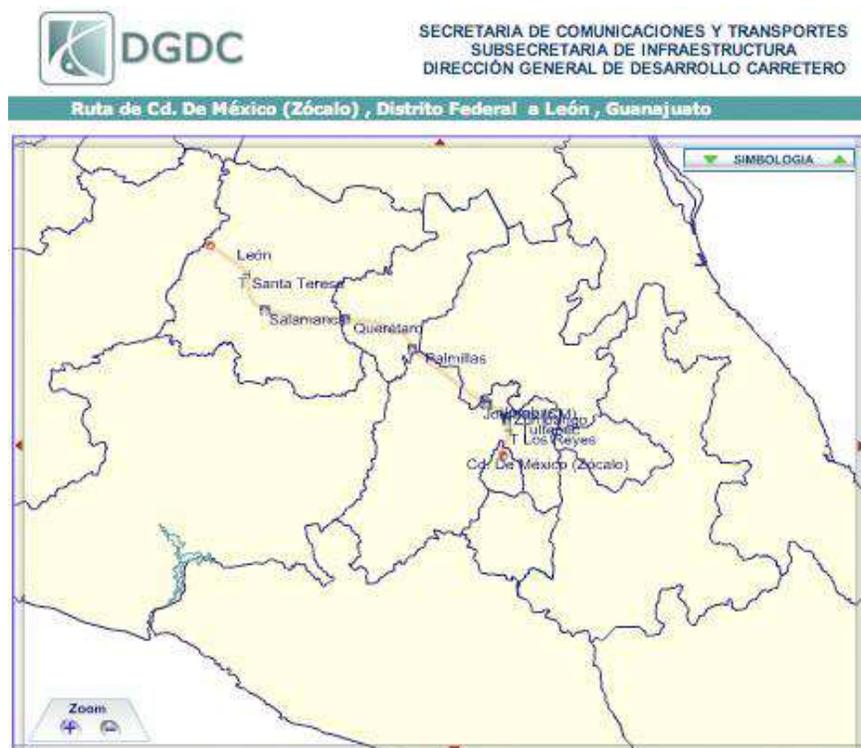


Figura 3.2 Mapa generado en la consulta

Ruta de Cd. De México (Zócalo) , Distrito Federal a León						
Nombre	Edo.	Carretera	Long.(km)	Tiempo(Hrs)	Caseta o puente	
Cd. De México (Zócalo) - Monumento a la Raza	DF	Zona Urbana	3.700	00:11		
Av. Insurgentes (Monumento a la Raza - Xalostoc)	Mex	Zona Urbana	10.700	00:16		
Xalostoc - Entronque San Cristóbal	Mex	Mex 035D	12.000	00:06		
C. Mexiquense (Ent. San Cristóbal - Ent. Los Reyes)	Mex	EMex s/n	1.000	00:00		
C. Mexiquense (Ent. Los Reyes - Ent. Zumpango)	Mex	EMex s/n	18.930	00:10	Tultepec	
C. Mexiquense (Ent. Zumpango - Ent. Jorobas)	Mex	EMex s/n	15.170	00:08	Jorobas (CM)	
Entronque Jorobas - Tepeji del Río	Hgo	Mex 057D	12.000	00:06	Jorobas	
Tepeji del Río - Palmillas	Gro	Mex 057D	81.000	00:44	Palmillas	
Palmillas - San Juan del Río	Gro	Mex 057D	7.000	00:03		
San Juan del Río - La Estancia	Gro	Mex 057D	13.000	00:07		
La Estancia - Pedro Escobedo	Gro	Mex 057D	10.000	00:05		
Pedro Escobedo - Entronque El Colorado	Gro	Mex 057D	10.000	00:05		
Entronque El Colorado - Querétaro (Ent. Blvd. B. Quintana)	Gro	Mex 057D	15.000	00:08		
Gro. (Ent Blvd. B. Quintana) - Oro. (Ent Villa del Pueblito)	Gro	Zona Urbana	5.000	00:03		
Querétaro (Ent. Villa del Pueblito) - Entronque Celaya	Gto	Mex 045D	44.500	00:24	Querétaro	
Entronque Celaya - Entronque Silao	Gto	Mex 045D	50.750	00:27	Salamanca	
Entronque Silao - El Copalillo	Gto	Mex 045	10.000	00:06		
El Copalillo - Entronque Santa Teresa	Gto	Mex 045	20.000	00:12		
Entronque Santa Teresa - Entronque Guanajuato	Gto	Mex 045	11.000	00:06		
Entronque Guanajuato - Entronque León	Gto	Mex 045	27.000	00:16		
Entronque León - León	Gto	Zona Urbana	8.000	00:09		
Totales			385.750	03:59		

Figura 3.3. Resumen de tramos recorridos

### **3.2.2 Servicio de emergencia 074 y 01-800-990-3900**

La SCT, a través de la entidad operadora de autopistas de cuota Caminos y Puentes Federales de Ingresos y Servicios Conexos (Capufe), tiene en servicio el número de emergencia 074, como un medio para que los automovilistas soliciten asistencia gratuita en caso de enfrentar alguna eventualidad durante su trayecto.

Los conductores que presenten algún problema en cualquier punto de la red de autopistas que opera Capufe pueden marcar desde cualquier teléfono el 074. Los radio operadores que reciban la llamada pondrán en acción mecanismos para que la ayuda solicitada llegue con prontitud.

Sin costo alguno, los usuarios pueden recibir atención médica y de ambulancia; apoyo mecánico menor, arrastre de grúa a la plaza de cobro más cercana a su eventualidad y consulta de las condiciones de operación de todos los tramos operados por Capufe.

El sistema 074 se diseñó para que, a partir de que se registre una llamada y se conozca el tipo de incidente, se active la comunicación entre las distintas instancias que intervienen en el auxilio a los usuarios de las autopistas de Capufe, como la Policía Federal, los Ángeles Verdes y, en su caso, autoridades estatales y municipales.

El servicio se alimenta a partir de un sistema de incidencias que nutren los usuarios, personal de mantenimiento y la policía federal que reporta algún incidente.

La demanda que presenta este servicio es de alrededor de 5,000 llamadas diarias recibidas en su *call center*, que atienden 14 operadores telefónicos con turnos de 24 horas. También se generan alertas en la página de Twitter, donde los usuarios de las carreteras reportan los incidentes que van encontrándose.

### **3.2.3. Servicio 088 o 01 800 de la Dirección General de Conservación de Carreteras**

El número 01 800 800 01 07 o 088 fue creado con el propósito de brindar información a los usuarios sobre el estado físico de las carreteras federales libres de peaje, además de proporcionar información sobre rutas punto a punto y pagos de peaje. También se reciben quejas sobre el estado físico de la red carretera. El servicio registra entre 50 y 60 llamadas al día.

## 3.3 Sistema Infoviaje

Los objetivos principales por los que una entidad decide implementar un sistema de información al viajero son:

- Proporcionar un mejor servicio a los viajeros, satisfaciendo las necesidades de los usuarios.
- Usar la infraestructura de transporte de manera más efectiva, satisfaciendo las necesidades de la población en su conjunto.

### 3.3.1 Proporcionar un mejor servicio a los viajeros

Los viajeros pueden utilizar los servicios de información al viajero para obtener información previa a su viaje y también información durante su recorrido. Para proporcionar un mejor servicio a los viajeros, es importante comprender sus necesidades y cómo utilizan la información que se les proporciona. Los usos comunes de la información para los viajeros incluyen:

- Administración del tiempo: Los viajeros pueden cambiar sus horarios (por ejemplo, su hora de salida) para evitar retrasos o eventos.
- Modificaciones durante el viaje: Los viajeros pueden alterar ruta, destino y forma de viaje basándose en las condiciones de las vías y los incidentes que se les informen.
- Reducción del estrés: El estrés de los viajeros puede reducirse si se conocen las causas y los impactos de los retrasos.
- Mayor seguridad: Al saber lo que se puede esperar durante su recorrido, los viajeros pueden planificar tomando en cuenta estas circunstancias.
- Relaciones públicas: Cuando se provee información de viaje, los viajeros perciben que están recibiendo un valor adicional.

### 3.3.2 Usar la infraestructura de transporte de manera más efectiva

Adicionalmente al beneficio de los viajeros, el Estado puede beneficiarse de un sistema de información al viajero, ya que ese tipo de sistema ayuda a que su infraestructura de transporte se utilice más efectivamente. Esto permitirá al Estado cumplir su cometido con un costo menor y mayor eficacia. La forma clave en que el Estado se beneficiará con un sistema de información al viajero es reduciendo los costos de infraestructura, ya que se requerirá menos infraestructura para manejar el tráfico, ahorrando de esa forma dinero por concepto de construcción y mantenimiento de esa infraestructura.

### 3.3.3 Implicaciones para Infoviaje

Un sistema de información al viajero deberá suministrar información puntual, precisa, confiable, conveniente y con una adecuada cobertura. La forma en la que cada una de estas expectativas se cumpla dependerá de los objetivos del sistema.

La tabla 3.1, en la siguiente página, resume las implicaciones de cada objetivo en relación con las expectativas del sistema.

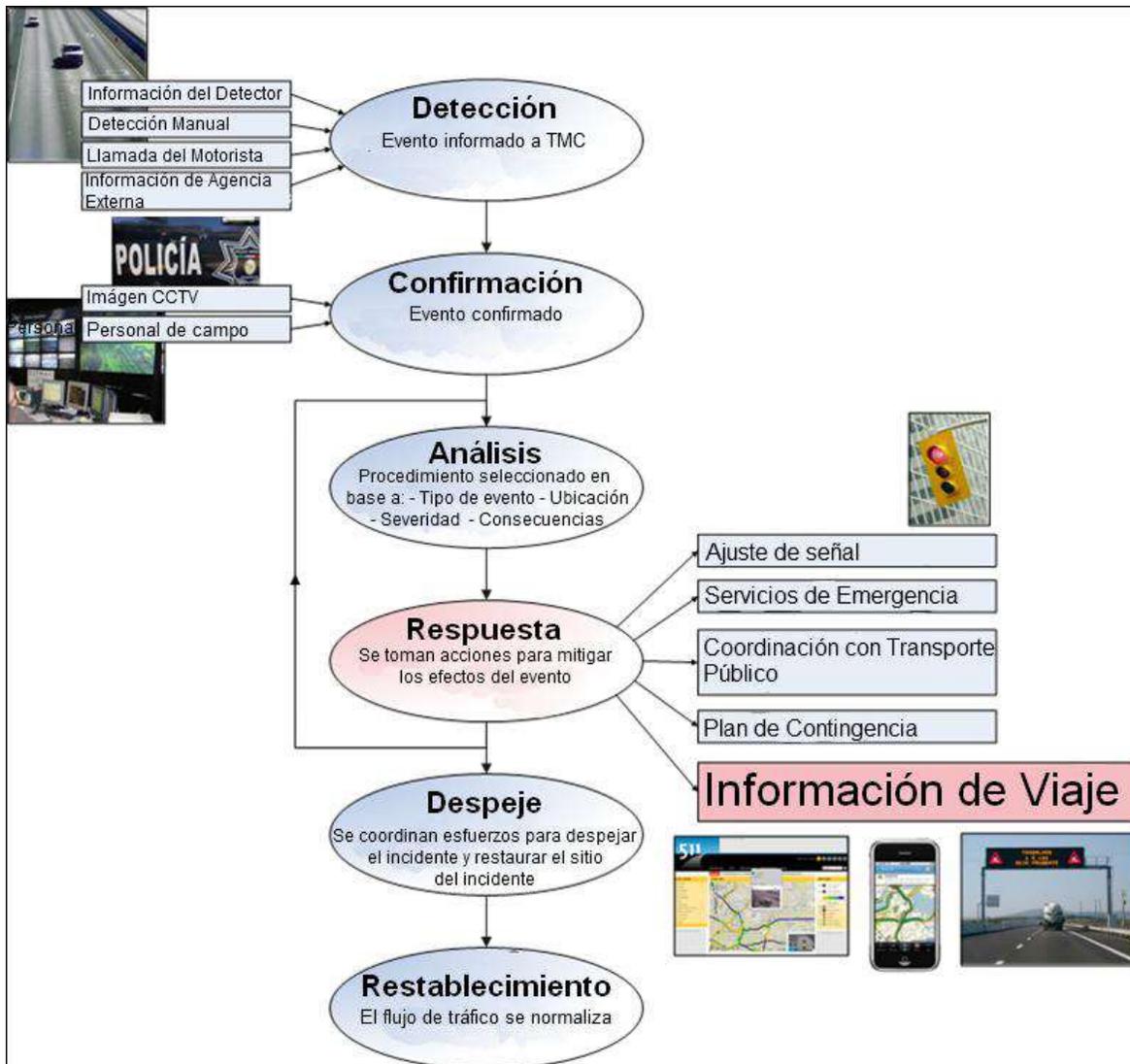
**Tabla 3.1 Implicación de los objetivos de Infoviaje**

<b>Expectativas</b>	<b>Objetivo 1: Proporcionar un mejor servicio a los viajeros</b>	<b>Objetivo 2: Usar la infraestructura de transporte de manera más efectiva</b>
<b>Precisión</b>	Es crítico que la información sea precisa	Es crítico que la información sea precisa
<b>Oportunidad</b>	La información debe estar actualizada	La información debe estar actualizada
<b>Confiabilidad</b>	Infoviaje debe estar siempre disponible	Infoviaje está disponible durante períodos críticos
<b>Conveniencia</b>	Fácil de usar y acceder	Fácil de usar y acceder
<b>Cobertura</b>	Servicio ubicuo, accesible a través de varios métodos	Cubre áreas clave donde la congestión y eventos son más frecuentes

Comúnmente, las expectativas del sistema están más enfocadas a la satisfacción de las necesidades del usuario que en la satisfacción de las necesidades de la población en general, puesto que la mayor parte de las necesidades del público en general pueden satisfacerse al enfocarse en períodos y ubicaciones clave. Siendo los dos objetivos importantes para un sistema de Infoviaje, la implementación deberá esforzarse por alcanzar un sistema generalizado, de fácil acceso y que siempre esté disponible.

### 3.4 Entrega de información al viajero

La diseminación de la información de viaje al público es una de las muchas formas en que se puede mitigar el impacto de los incidentes y minimizar los inconvenientes a los viajeros. La figura 3.4 muestra que la información al viajero es tan sólo una de las varias medidas de respuesta dentro de una línea de tiempo general de manejo de incidentes.



**Figura 3.4 Información al viajero y el cronograma de manejo de incidentes**

El objetivo de un sistema de información al viajero es recopilar información de eventos para ayudar a la toma de decisiones por parte del usuario. Una vez que el evento ha sido identificado e ingresado al sistema de información, la información será compartida automáticamente con todos aquellos autorizados para ingresar información, pero debe ser distribuida también al público que está viajando o está planificando un viaje.

El diseño de un sistema de información al viajero estará determinado por las necesidades que se estén tratando de satisfacer. Estas necesidades pueden entenderse mejor respondiendo las siguientes preguntas:

- ¿Quiénes son los usuarios finales de la información al viajero?
- ¿Qué tipo de información al viajero será difundida?
- ¿Cuáles son las formas en que se difundirá la información al viajero?
- ¿Cuáles son las ventajas y desventajas de cada una?

### 3.4.1 Usuarios finales

Se han identificado diferentes tipos de usuarios que pueden beneficiarse por un sistema de información al viajero: viajeros urbanos, viajeros interregionales, operadores de vehículos comerciales y turistas. Los requerimientos de información de cada tipo de usuario varían significativamente, por lo que es de crucial importancia comprender a qué tipo (o tipos) de usuarios del sistema de información se está intentando beneficiar para que el sistema se diseñe e implemente de una manera efectiva.

La información básica de cada tipo de usuario y sus respectivas necesidades de información se resumen en la tabla 3.2.

**Tabla 3.2 Tipos de usuario de un sistema de información al viajero**

Tipo de usuario	Perfil de usuario	Necesidades de información
<b>Viajeros urbanos</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Realizan viajes similares de forma frecuente.</li> <li>• Conocen rutas y alternativas.</li> <li>• Usan información de tráfico.</li> <li>• Basados en información, pueden modificar hora de salida, ruta o forma de viaje.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Información de ruta específica describiendo tiempo de viaje.</li> <li>• Información acerca de circunstancias específicas que afecten el viaje (ej.: incidentes, cierres, congestiones importantes)</li> </ul>
<b>Viajeros interregionales</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Realizan viajes de distancia más larga cruzando fronteras regionales.</li> <li>• Necesitan conocer las condiciones de viaje en las regiones de origen y destino.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Continuidad de información a lo largo de su ruta (un solo sistema).</li> <li>• Condiciones climáticas y de carretera.</li> <li>• Descripciones uniformes.</li> <li>• Servicios al viajero.</li> <li>• Información de cruces fronterizos.</li> </ul>
<b>Operadores de vehículos comerciales</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Hacen los mismos viajes en una forma frecuente (locales, interregionales, larga distancia).</li> <li>• Conocen rutas y alternativas.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Información sobre corredores logísticos.</li> <li>• Información de incidentes afectando la ruta escogida.</li> <li>• La información climática y de condiciones de las</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Usan información de tráfico.</li> <li>• Basándose en la información, pueden modificar hora de salida, ruta o forma de viaje.</li> </ul>	<p>carreteras es más importante.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Información de terminales, puertos y cruces fronterizos.</li> </ul>
<b>Turistas</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Muy poco conocimiento acerca de rutas, alternativas y servicios.</li> <li>• Interesados en servicios y atracciones.</li> <li>• Pueden no estar conscientes de los sistemas de información al viajero disponibles.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Información de circunstancias específicas que afecten el viaje (ej. incidentes, cierres, congestiones importantes).</li> <li>• La información del clima y de condición de las carreteras es importante.</li> <li>• Servicios y atracciones.</li> <li>• Alternativas de rutas y circuitos turísticos.</li> </ul>

### 3.4.2 Tipos de información

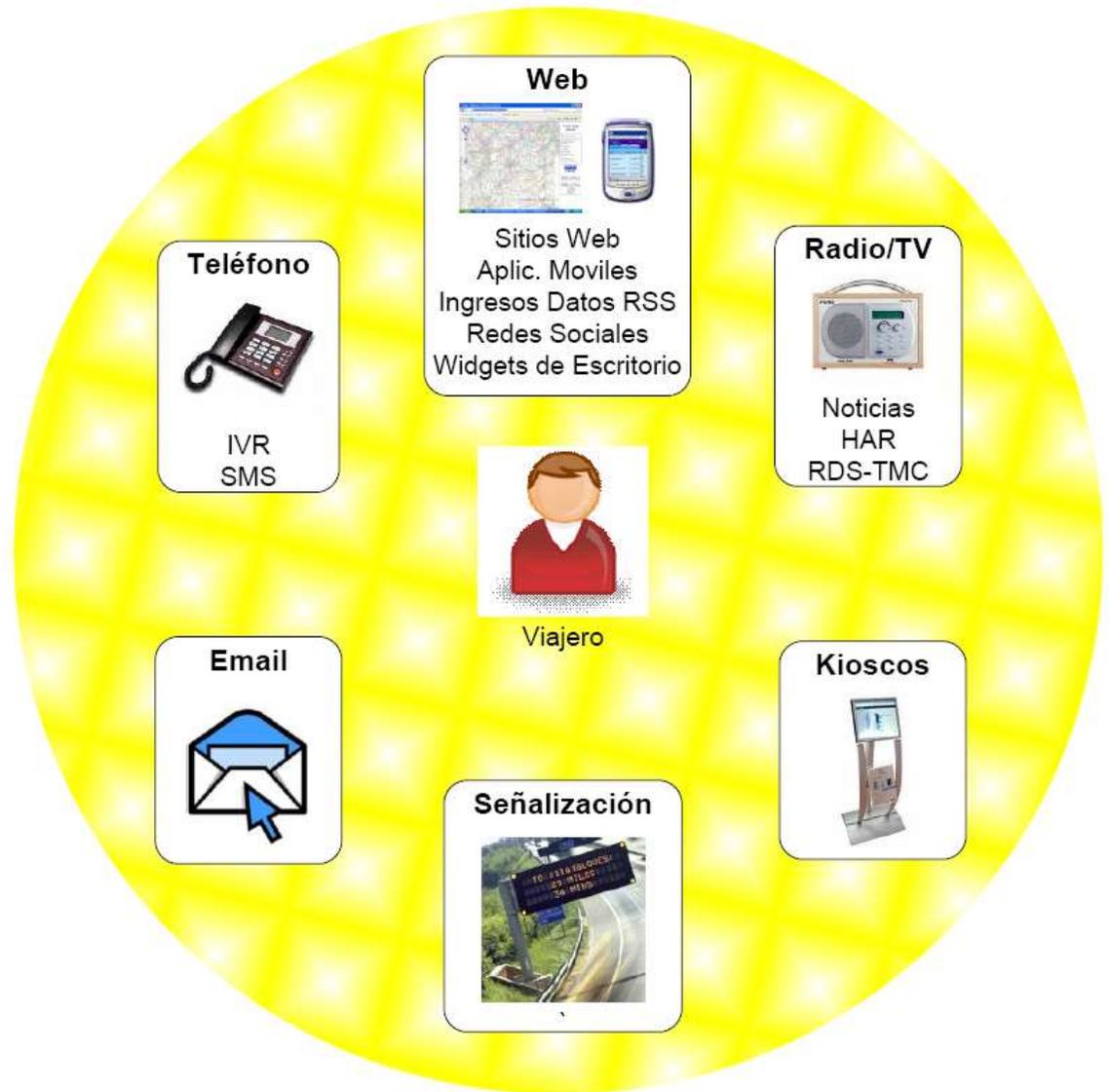
La información típica suministrada por los sistemas de información al viajero se resume en la tabla 3.3.



Figura 3.5: Información típica proporcionada al viajero

### 3.4.3 Formas de entrega de la información

Las formas más comunes para hacer llegar la información al viajero se muestran en la figura 3.4. En los siguientes incisos se presenta la descripción de estos servicios.

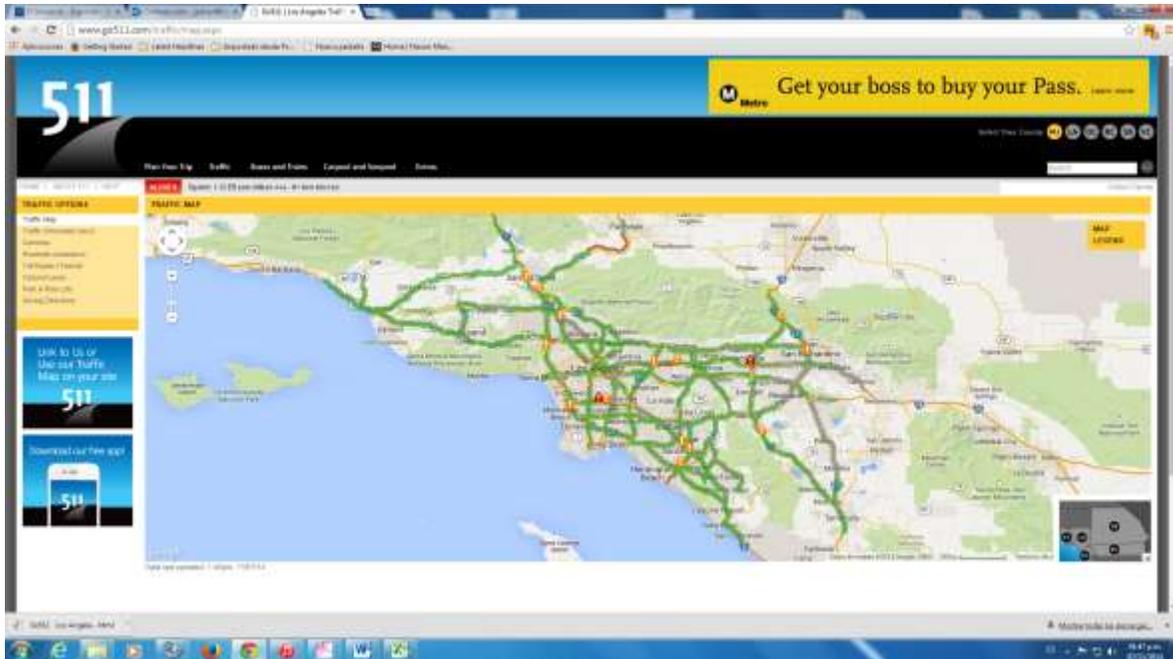


**Figura 3.6 Tecnologías típicas de diseminación**

#### *Servicios de información al viajero basados-en-la-web*

Los sitios web de información al viajero que suministran información a conductores que planean viajar son cada vez más populares. En general, el propósito del sitio web de información al viajero es recopilar información de eventos en tiempo real de diferentes fuentes —entre las que figuran sistemas de información de tráfico y

carretera, sistemas de condiciones de la carretera, sistemas de información climática y sistemas de información del transporte público—, así como recopilar esta información y mostrarla de forma estructurada al público y otras organizaciones relacionadas con el transporte.



**Figura 3.7 Sitio web de Los Ángeles 511 que muestra velocidades del tráfico, VMS, cámaras e incidentes**

Los sitios web de información al viajero típicamente incluyen mapas y una lista de la información del tráfico, y muestran las siguientes características:

- información de velocidad o congestión codificada en colores;
- información de incidentes;
- eventos planificados tales como trabajos en los caminos, eventos de construcción y otros eventos especiales que puedan afectar el tráfico;
- ubicaciones de señales de mensajes variables e información de señalización;
- información de emergencia de otras dependencias gubernamentales;
- condiciones climáticas y de la superficie de la carretera;
- cámaras de tráfico en vivo, y
- planificadores de viajes para ayudar a los viajeros a programar sus rutas desde el origen al destino.

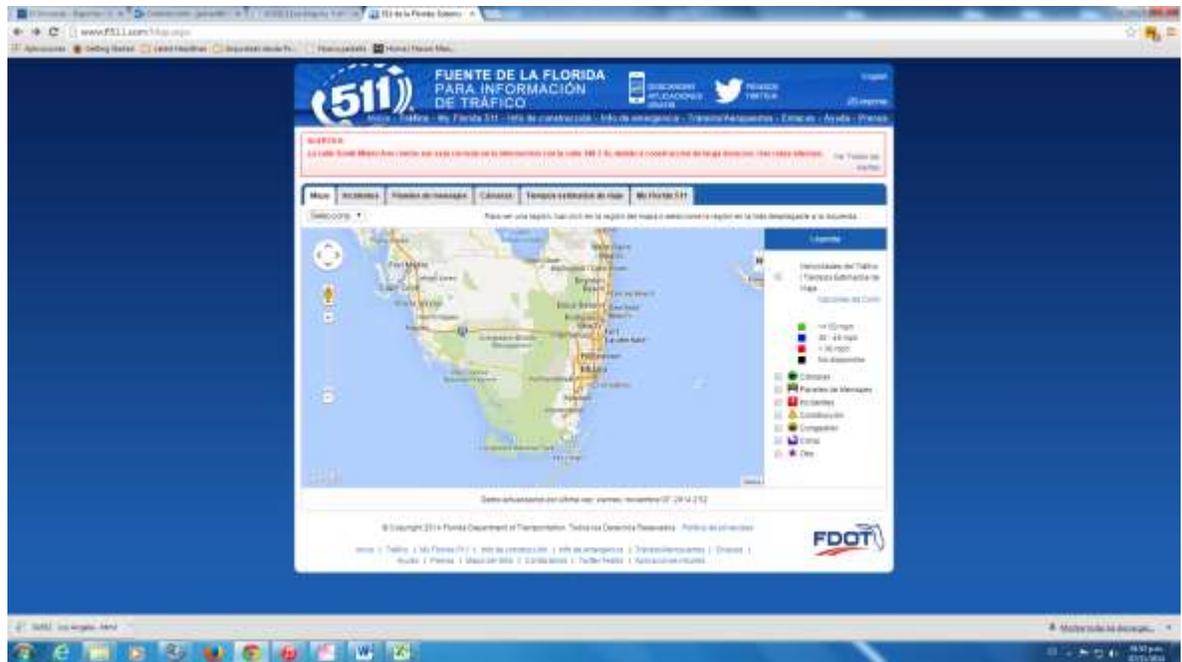


Figura 3.8 Sitio web del Florida 511

### Aplicaciones móviles

Las aplicaciones móviles son programas diseñados para ejecutarse en computadoras portátiles, asistentes digitales personales (PDA, por sus siglas en inglés), teléfonos inteligentes y teléfonos celulares. La popularidad de los teléfonos inteligentes ha crecido considerablemente y las aplicaciones móviles de tráfico para dispositivos BlackBerry, iPhone o Android se están volviendo estándares en la industria para la entrega de información al viajero. Las aplicaciones móviles de información al viajero podrían incluir estas características populares:

- Personalización que permite al usuario ver rutas previamente diseñadas que fueron creadas y guardadas en línea.
- Mapas con movimiento en tiempo real del flujo de tráfico codificado por colores, los cuales pueden verse panorámicamente, en acercamiento para identificar rápidamente áreas de congestión de tráfico o activar la modalidad GPS para que se mueva con el viajero.
- Información completa de incidentes que incluye accidentes, construcciones, eventos, clima y congestiones.
- Capacidad de almacenar las carreteras y segmentos de carretera favoritos para ser accedidos rápidamente.
- Puntos claves de tráfico por ciudad o carreteras seleccionadas.
- Información de transporte público suministrada por departamentos locales de transporte.

- Aplicaciones para reportar y compartir información relacionada con eventos, lo que comprende la opción de cargar imágenes, tiempos de viaje, y más.



**Figura 3.9** Aplicación de tráfico para iPhone de Apple



**Figura 3.10** Aplicación de tráfico para BlackBerry

The screenshot shows the TriMet App Center website. At the top, there is a navigation bar with links for Home, Maps & Schedules, Stops & Stations, Fares, How to Ride, Store, and Contact Us. A search bar is also present. Below the navigation bar is the TriMet logo. The main content area is titled "TriMet App Center" and includes a "Share This" button. The text describes transit tools for the web and mobile devices, mentioning that since TriMet made its schedule and arrival data available, independent programmers have created useful transit tools. It lists several applications: Arrival (for iPhone/iPad), BrailleNote and VoiceNote (for visually impaired users), Buster App (for Android), Dadnab (for text messaging), Google Earth (for PC/Mac, iPhone/iPod Touch/iPad), and Google Maps (for web browsers and mobile devices). On the right side, there is a "RELATED" section listing TriMet Mobile and TransitTracker, a "Get updates by email" section with an email input field, and a "For developers" section with a link to Developer Resources.

**Figura 3.11** Aplicaciones móviles de transporte público de Portland, Oregón

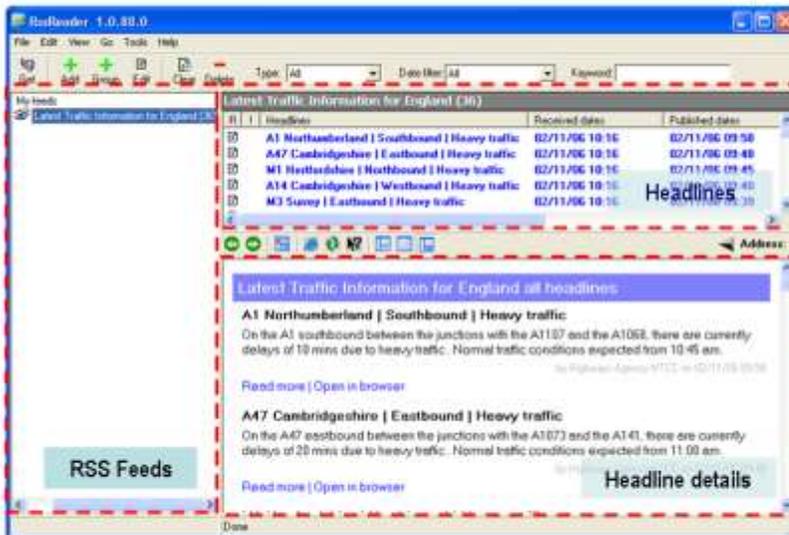
### Sindicaciones Web (RSS)

Las siglas RSS1 se usan para referirse a las Sindicaciones Web. Algunos sitios web ofrecen RSS como una forma alternativa de suministrar a los usuarios información en tiempo real. Las RSS permiten obtener información actualizada de un sitio web sin tener que visitarlo.

Para lograr esto, los usuarios se suscriben a una fuente RSS usando un lector o recolector de noticias. El lector de noticias revisa regularmente si existen actualizaciones y automáticamente las descarga a la computadora del usuario. El usuario tiene la posibilidad de revisar el software lector de noticias en cualquier momento para ver qué hay de nuevo en los sitios web o los temas de información a los que se suscribió el usuario.

Existen fuentes RSS en miles de sitios web diferentes (ej.: CNN, BBC, Traffic England). La mayoría suministran titulares y resúmenes de la nueva información para una vista rápida. Si algún usuario desea información adicional, puede consultar al sitio web de la fuente RSS desde un vínculo en el software lector de noticias.

### RSS Desktop Application



### Customised RSS System for User Homepage



### RSS Desktop News Ticker



**Figura 3.12 Ejemplos de varios lectores y aplicaciones RSS**

Muchas organizaciones de transporte utilizan RSS para distribuir información al viajero en tiempo real. La Agencia de Autopistas del Reino Unido y el Departamento de Transporte de Hong Kong son ejemplos de organizaciones de transporte que han proporcionado fuentes de RSS de tráfico al público en general. La información de tráfico en vivo del Centro Nacional de Control de Tráfico (NTCC) de la Agencia de Autopistas es enviada directamente al sitio web en tiempo real. Los usuarios pueden suscribirse para recibir alertas de titulares de una fuente RSS nacional de tráfico, varias fuentes RSS regionales y fuentes RSS de vías motorizadas individuales.




### Traffic information RSS feeds

Here you can subscribe to traffic information about incidents on the [Highways Agency network](#) via RSS feed.

The feeds listed below contain all current and future planned events for the main regions and roads across our network. A more detailed list of incidents is available from the My Preferences area of the traffic information services page.

#### Regional RSS Feeds

Region	Current Incidents	Planned Roadworks	All Events
All			
South East			
South West			
Eastern			
West Midlands			
East Midlands			
North West			
North East			

#### Key Roads RSS Feeds

Road	Current Incidents	Planned Roadworks	All Events
A1			
A1(M)			
M25			
M1			
M2			
M3			
M4			
M5			
M6			
M40			
M42			
M60			
M62			
M621			

#### Breaking News RSS Feed

- [Breaking News RSS feed](#)

Share this:

#### Breaking News

**A14 | Cambridgeshire | Eastbound | Road closed due to an incident**

The A14 is closed eastbound between J24 and J29 due to an incident.

#### See also...

#### Press release archive

Archives of our press releases can be found on the [National Archive website](#)

#### Press Contacts

How to contact the Highways Agency press office.

#### Connect with us

Keep up-to-date with what the Highways Agency is doing via social media.

#### Press RSS Feed

Keep up-to-date with our latest press releases by subscribing to our RSS feed.

#### Traffic data for developers

All of our live traffic information covering the strategic road network in England is now available in XML, on [data.gov](#)

**Figura 3.13 Fuentes y alertas de tráfico de la Agencia de Autopistas de Inglaterra**

The screenshot shows the Transport Department website with the following elements:

- Header:** Transport Department logo, "The Government of the Hong Kong Special Administrative Region", and "HONG KONG" logo.
- Navigation:** "GovHK 香港政府一站通", "TEXT ONLY", "繁體版", "简体版", "SEARCH", "SITE MAP", and "RSS" link.
- Banner:** "Keep Hong Kong Moving" with a city skyline graphic.
- Menu:** Home, What's New, About Us, Welcome Message, Vision, Mission & Values, Organisation Chart, Performance Pledge, Operating Account, History of Transport Department, Video, Publications and Press Releases, Publications, Legislative Council Business, Consultation Papers, Press Releases, Speeches, Access to Information, Code on Access to Information, List of Records by Category.
- RSS Section:**
  - RSS:** Special Traffic News, What's new, Press Releases, Traffic Notices (each with an RSS icon).
  - Terms of use:** Use of the TD RSS feeds is subject to the terms and conditions outlined in the TD [Important Notices](#). TD reserves the right to discontinue this service at any time.
  - What is RSS?**
- Footer:** 2009 © | [Important notices](#) | [Privacy Policy](#), Last revision date: 23 Jun 2014, and a "Top" link.

**Figura 3.14 Fuentes RSS del Departamento de Transporte de Hong Kong**

### *Redes sociales*

Las redes sociales (entre las que se incluyen sitios web como Twitter, Flickr, Facebook y Waze) proveen una herramienta de rápido crecimiento para recolectar y difundir información. Las redes sociales permiten que las organizaciones transmitan información al viajero rápida y directamente a las partes interesadas por medio de mensajes de texto, fotos, videos y más. Aunque muchas organizaciones utilizan las redes sociales como un medio de una vía para entregar información, una relación de dos vías también es posible; en ella los viajeros pueden preguntar y proveer información a la agencia.

Buscar en Twitter

¿Tienes cuenta? Iniciar sesión

Massachusetts Registry of Motor Vehicles

massDOT Highway Division

massDOT Risk & Safety Division

massDOT Massachusetts Department of Transportation Leading the Nation in Transportation Excellence

TWEETS 15,2K SIGUIENDO 27,1K SEGUIDORES 56,2K FAVORITOS 2 LISTAS 2

Seguir

Mass. Transportation @MassDOT

Official Tweeting from Mass. Dept of Transportation (MassDOT).

Boston, MA

transportation.blog.state.ma.us/blog/

Se unió en marzo de 2009

1.364 fotos y videos

Tweets Tweets y respuestas Fotos y videos

Mass. Transportation @MassDOT · 7 h  
#VeteransDay: #RMV Driver License/ID offers #Veterans designation. @MetroWestDaily News: metrowestdailynews.com/article/201411...

Mass. Transportation @MassDOT · 9 h  
#VeteransDay: #MBTA on regular schedule. #RMV offices are closed. massrmv.com

Mass. Transportation @MassDOT · 10 de nov.  
.@MassGovernor: Governor Dukakis "effective advocate for public #transportation for decades." #SouthStation blog.mass.gov/transportation...

Figura 3.15 Información al viajero de Massachusetts desde la cuenta de Twitter de MassDOT

#### Aplicaciones de escritorio (widgets)

Un widget es una aplicación que corre en la computadora personal del usuario o en una página web. Los usuarios típicamente encuentran que los widgets son más

fáciles de usar que las aplicaciones regulares y usualmente son más fáciles de codificar para los desarrolladores de software.

Existen dos tipos principales de widgets: los widgets de computadora personal y los widgets web. Los widgets de computadora personal son pequeñas aplicaciones que corren en las computadoras personales y usualmente (aunque no siempre) requieren que el usuario baje e instale un archivo ejecutable. Los widgets web son secciones de código que pueden ser insertadas en cualquier página web.



**Figura 3.16** Widget de lugares clave de tráfico para el tablero de instrumentos de Apple Mac OS X

## Traffic information widgets

It is now even easier to access our traffic information with our traffic information widgets.

You can even sign up to receive email alerts on information from us that is important to you directly from the Widget.

Traffic information widgets are currently available for the following regions:

- North East England
- North West England
- East Midlands
- West Midlands
- East of England
- South West England
- South East England

Subscribe to be alerted when we update our widgets

### North West

Traffic Information Widget for North West England

### North East

Traffic Information Widget for North East England

### East Midlands

Traffic Information Widget for the East Midlands

### West Midlands

Traffic Information Widget for the West Midlands

### East of England

Traffic Information Widget for the East of England

### South West England

Traffic Information Widget for South West England

### South East England

Traffic Information Widget for South East England

Share this: 

### Breaking News

#### A14 | Cambridgeshire | Eastbound | Road closed due to an incident

The A14 is closed eastbound between J24 and J29 due to an incident.

See also...

### Traffic England



Traffic England provides a range of traffic information services to help you avoid delays and plan your route.

**Figura 3.17 Widget web de información de tráfico de la Agencia de Autopistas de Inglaterra**

### Servicios telefónicos

En los Estados Unidos, la Comisión Federal de Comunicaciones (FCC, por sus siglas en inglés) asignó un número telefónico de tres dígitos, 511, para facilitar a los usuarios finales el acceso a los servicios de información de viaje. El término “511” se ha vuelto sinónimo de información al viajero. Es importante considerar que la información provista por los servicios 511 varía ampliamente dependiendo del proveedor de información y la información proporcionada. Asimismo, sería importante proporcionar un número telefónico designado o un número telefónico

gratuito y fácil de recordar, para que los conductores puedan acceder a la información de viaje.



**Figura 3.18 Señal en la vía del Sistema Telefónico de Información al Viajero USA 511**

*Reconocimiento interactivo de voz*

En Estados Unidos, los servicios 511 usualmente están vinculados a un sistema de reconocimiento interactivo de voz (*Interactive Voice Recognition, IVR*). El IVR suministra información al viajero a través de un sistema de reconocimiento de voz, permitiendo que los usuarios encuentren lo que necesitan con sólo decirlo y sin necesidad de presionar ningún botón. La información disponible podría incluir tráfico, transporte público, uso compartido de vehículos, ciclismo, etc. La

información proporcionada varía en los distintos sistemas 511 de los EE.UU., de acuerdo con el proveedor del sistema.

#### *Alertas por SMS (Short Message Service)*

La opción de personalización permite al usuario registrar su cuenta, con su perfil y preferencias establecidas. El suscriptor puede recibir alertas antes del tiempo de viaje definido en su perfil. Se pueden personalizar las preferencias de tal forma que se incluyan rutas preferidas de origen o destino para recibir información relevante de condiciones de la vía, tiempos de conducción, información de incidentes, eventos de cierres, información en tiempo real (llegada o salida), etc. Los suscriptores pueden definir cuándo y a dónde enviar las alertas, y cómo serán entregadas (correo electrónico o mensaje escrito). Estas notificaciones dan a los viajeros frecuentes una oportunidad de cambiar su comportamiento de viaje basándose en la información recibida. Los SMS son un método muy popular de disseminación de información al viajero debido a la enorme cantidad de usuarios de teléfonos celulares.



**Figura 3.19 Alerta de tráfico vía SMS**

#### *Radio y televisión*

##### *Informes convencionales de tráfico*

Los informes de tráfico suministrados por estaciones de radio son la forma más común en la que los automovilistas reciben la información al viajero mientras están

en su ruta. Las estaciones de radio que transmiten noticias como parte de su programación incluyen en su contenido principal las condiciones viales, las cuales son monitoreadas al escuchar las frecuencias de radio policiales. Sin embargo, más y más organizaciones de transporte tienen convenios para proveer información de tráfico en tiempo real a estos medios para su distribución.



### Figura 3.20 Informes de tráfico vía radio en ruta o previo al viaje

Los reportes de tráfico entregados por las estaciones de televisión son una forma muy común de recibir información antes de un viaje, especialmente para quienes viajan diariamente a su lugar de trabajo en las mañanas. La información de tráfico típicamente transmitida por televisión incluye:

- Reportes verbales de tráfico entregados por los presentadores de noticias y sus corresponsales
- Videos e imágenes fijas de las condiciones de tráfico
- Mapas mostrando ubicaciones de congestión, construcción, eventos y otros
- Noticias de último minuto o alertas de incidentes importantes

Al igual que las noticias radiales, un número creciente de organizaciones de transporte tienen acuerdos para proveer información de tráfico en tiempo real a los medios de comunicación para su difusión.



**Figura 3.21 Reportes de tráfico por televisión previos al viaje**

La información tal como congestión de tráfico, tiempos de viaje e incidentes en la red de transporte puede transmitirse fácilmente por medio de reportes convencionales de tráfico. Sin embargo, una desventaja es que las transmisiones son periódicas y están vinculadas a los horarios de las estaciones.

#### *Radorrecomendaciones en autopistas*

Las radorrecomendaciones en autopistas (*Highway Advisory Radio*, HAR) son estaciones de radio dedicadas a proporcionar información de tráfico. En Estados Unidos, el uso de HAR a lo largo de las autopistas es un método común de distribución de información vía radio. Las HAR son típicamente estaciones de radio AM de corto alcance que proporcionan boletines de tráfico a automovilistas y viajeros sobre las condiciones en tiempo real del tráfico, retrasos e incidentes. En EE.UU., solamente el gobierno puede otorgar licencias para estaciones HAR específicamente para información de tráfico.



**Figura 3.22 Señal de HAR en la carretera**

Una de las ventajas de las HAR es su menor costo de implementación en relación con otras infraestructuras de distribución de información en campo, tales como las señales de mensajes variables (VMS, por sus siglas en inglés), además de que permiten transmitir mayor información a los automovilistas que otros tipos de dispositivos en las carreteras. Las HAR pueden desempeñar un papel clave para satisfacer las necesidades de manejo de tráfico y de la red operacional.

Los sistemas HAR se han implementado exitosamente en muchas jurisdicciones a escala mundial, en países tales como EE.UU., Canadá, Inglaterra, Francia, India, Australia y Japón.

#### *Servicio de información por radio – Canal de mensajes de tráfico*

El canal de mensajes de tráfico (*Traffic Message Channel, TMC*) es una aplicación específica del sistema de información por radio (*Radio Data System, RDS*) que se utiliza para transmitir información de tráfico y clima en tiempo real. El estándar actual del servicio RDS-TMC usa frecuencias moduladas (FM), y utiliza un canal "silencioso" de FM. Esto significa que los servicios RDS-TMC pueden ser, y típicamente son, operados en plataformas compartidas con una estación de radio convencional que transmite música o voz, beneficiándose de esta forma de la presencia de la infraestructura existente de transmisión. Básicamente, todo lo que se necesita para introducir un servicio de RDS-TMC es la provisión de un codificador en cada transmisor. Uno de los usos más comunes de los servicios de RDS-TMC es el proporcionar información de tráfico en tiempo real a dispositivos portátiles, tales como, sistemas satelitales de navegación en el vehículo.



**Figura 3.23 Sistema de navegación por satélite con RDS-TMC**

#### *Kioscos de información*

Los kioscos pueden ayudar a los viajeros proporcionando una variedad de información cuando tengan acceso limitado o nulo a internet o líneas telefónicas. Algunas organizaciones de transporte público han empezado a usar kioscos de información con pantallas de video que proporcionan horarios de salida de vehículos, similares a las pantallas de información de llegadas y salidas de aeropuertos. A su vez se muestran anuncios de alerta a los viajeros sobre promociones de transporte y otros servicios de viaje.

Los kioscos también pueden utilizarse para comunicar actividades de construcción y horarios de proyectos y de esa forma avisar a los viajeros sobre trabajos actuales o futuros. Estos kioscos pueden estar conectados a los sitios web locales de información al viajero para una cobertura más completa. Los kioscos a menudo están ubicados en estaciones de transporte, aeropuertos, compañías de renta de carros, hoteles, centros comerciales, etc.



**Figura 3.24 Kiosco de información al viajero**

*Señalización electrónica en la vía*

Los señalamientos de mensaje variable (*Variable Message Sign, VMS*) se emplean para asistir a los automovilistas en la vía proveyéndoles información. El tipo de información ofrecida depende de la agencia responsable; puede incluir accidentes, eventos, construcción, tiempos de viaje estimados, cierre de carreteras, campañas de seguridad o alertas AMBER de secuestro de menores.



**Figura 3.25 Señal de mensaje variable**

#### **Correo electrónico**

El correo electrónico es una forma popular de distribuir información internamente, entre las partes interesadas y el público. El usuario puede suscribirse para recibir automáticamente correos personalizados usando cualquiera de las propiedades de información del evento almacenada en el Sistema de Reporte de Eventos (ERS, por sus siglas en inglés), ej.: vías bloqueadas, dirección, severidad, hora del día, etc. Los mensajes están diseñados para ser distribuidos internamente. Las agencias y organizaciones asociadas podrían manejar información más detallada que la información incluida en los informes públicos.

### **3.5 Análisis de los servicios de información al viajero**

Las ventajas y desventajas de cada uno de los servicios de información al viajero se presentan en la tabla 3.3.

**Tabla 3.3 Ventajas y desventajas de los servicios de información al viajero**

Servicio	Ventajas	Desventajas
<b>Servicios basados en la web</b>		
Sitios web de información al viajero	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aporta información previa al viaje.</li> <li>• Es fácil de acceder a través del internet.</li> <li>• Puede proveer información dinámica en tiempo real y estática.</li> <li>• Sus visualizaciones pueden ser en forma de mapa central y de lista.</li> <li>• Comunica efectivamente el tráfico, condiciones viales, información de eventos, interrupciones del tráfico, información climática y otra información de asesoría importante, a lo largo de corredores clave.</li> <li>• Envía más cantidad de información que con cualquier otro servicio.</li> <li>• Permite la generación de ingresos a través de publicidad móvil.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Puede requerir la cooperación con varias organizaciones y operadores de transporte para obtener datos en tiempo real.</li> <li>• Requiere que los usuarios visiten o “soliciten” la información del sitio web.</li> <li>• No todos los teléfonos móviles tienen acceso al sitio web (ej.: los iPhone no pueden acceder a sitios web hechos en Flash).</li> </ul>
Aplicaciones móviles	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Disponible previo al viaje y en la ruta.</li> <li>• “Envía” alertas a los usuarios.</li> <li>• Puede enviar una gran cantidad de información.</li> <li>• Amplia cobertura.</li> <li>• Forma eficiente y rápida de entrega de información.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Puede requerir la cooperación con varias organizaciones y operadores de transporte para obtener datos en tiempo real.</li> <li>• Requiere que los usuarios descarguen la aplicación móvil al dispositivo.</li> <li>• Los usuarios de teléfonos inteligentes son un porcentaje pequeño del total de usuarios de teléfonos celulares, pero la base de usuarios de teléfonos inteligentes está creciendo</li> </ul>

		rápidamente.
Servicio	Ventajas	Desventajas
Widgets y RSS	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Disponible previo al viaje y en la ruta (RSS).</li> <li>• “Envía” alertas a los usuarios.</li> <li>• Entrega rápida y eficiente de información a computadoras personales, sitios web o dispositivos móviles (RSS).</li> <li>• Usualmente permite que el usuario elija la información que le interesa y puede visualizarla en un explorador o aplicación.</li> <li>• Posible generación de ingresos por medio de publicidad.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Puede requerir la cooperación con varias organizaciones y operadores de transporte para obtener datos en tiempo real.</li> <li>• Requiere que los usuarios descarguen el widget o lector RSS (computadora personal o dispositivo móvil), el cual normalmente es gratuito.</li> </ul>
Servicios telefónicos		
Reconocimiento interactivo de voz (IVR)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Suministra alertas de condiciones de tráfico y climatológicas en tiempo real, previo al viaje y en la ruta.</li> <li>• Los teléfonos tienen una tasa de penetración extremadamente alta.</li> <li>• Evita la necesidad de interactuar con botones cuando se está conduciendo un vehículo.</li> <li>• Puede no tener costo para el usuario.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• El sistema completamente automatizado puede frustrar a algunos usuarios, como por ejemplo aquellos con discapacidades o que no saben cómo usar el sistema.</li> <li>• Entrega una cantidad menor de información debido a las restricciones existentes en cuanto a la longitud del mensaje.</li> <li>• La calidad del reconocimiento de voz disminuye con el tamaño de la configuración gramatical.</li> </ul>
SMS	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Permite acceso rápido</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Se debe decidir qué entidad</li> </ul>

	<p>a alertas de viaje a través de un pedido iniciado por el usuario o como resultado de una suscripción previamente establecida.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Alta tasa de penetración de teléfonos móviles.</li> <li>• “Envía” la información a los suscriptores.</li> <li>• Puede tener un costo para el usuario.</li> </ul>	<p>es responsable por el costo operacional (proveedor o usuario).</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• La información de tráfico debe convertirse a formato SMS y conectarse a la red de teléfonos celulares.</li> <li>• Información basada únicamente en texto; limitada a 160 caracteres.</li> <li>• La entrega de SMS puede no ser instantánea y está sujeta a retrasos.</li> <li>• Depende de suscripciones y no puede ser usado para transmisiones.</li> </ul>
Servicio	Ventajas	Desventajas
Servicios de radio y televisión		
Informes tradicionales de noticias	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Información previa al viaje y en la ruta.</li> <li>• Alto porcentaje de usuarios tienen radios dentro del vehículo.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Requiere cooperación con organizaciones mediáticas para distribuir la información.</li> <li>• Las transmisiones de los medios pueden no ser puntuales o precisas.</li> <li>• Las transmisoras sólo pueden enviar información (no tienen la capacidad de recibirla).</li> </ul>
Radiorrecomendaciones en autopistas (HAR)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Suministra información en ruta a través de la radio del vehículo.</li> <li>• Puede transmitir información de congestión del tráfico, ubicación de incidentes, construcciones, avisos climáticos, eventos especiales que afecten alguna sección particular de la vía y rutas alternas.</li> <li>• HAR es transmitida 24 horas al día.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Necesita aprobación regulativa para la designación de frecuencias AM/FM nacional o local.</li> <li>• Existen muchas consideraciones técnicas al implementar servicios AM/FM, especialmente en áreas urbanas.</li> <li>• Las transmisoras sólo pueden enviar información (no tienen la capacidad de recibirla).</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Información de tráfico en la vía personalizada para vías específicas.</li> <li>• El sistema HAR es muy útil para suministrar información local a aquellas personas afectadas por algún incidente.</li> </ul>	
Servicio de información por radio – Canal de mensajes de tránsito (RDS-TMC)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Los automovilistas equipados con receptores RDS-TMC podrán recibir alertas e información de tráfico automáticamente.</li> <li>• RDS-TMC transmiten 24 horas al día.</li> <li>• Información de tráfico en la ruta con mensajes de tráfico personalizados para la vía específica.</li> <li>• Característica que es cada vez más común en sistemas de navegación dentro de los vehículos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Existencia de tarifas de suscripción si el servicio es proporcionado por el sector privado.</li> <li>• Puede tomar tiempo constituir una base de usuarios significativa.</li> <li>• No todos los vehículos están equipados con receptores RDS-TMC.</li> </ul>
<b>Servicio</b>	<b>Ventajas</b>	<b>Desventajas</b>
<b>Kioscos de información</b>		
Kioscos de información de viaje	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Asiste a los viajeros con recomendaciones sobre cómo trasladarse entre nodos.</li> <li>• Proporciona recomendaciones sobre el mejor medio de transporte.</li> <li>• En los kioscos puede estar disponible múltiples tipos de información, por</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• La ubicación de los kioscos debe elegirse cuidadosamente (ej.: usualmente en áreas de alto tráfico peatonal como aeropuertos, estacionamientos, grandes centrales de transporte, centros comerciales). Se debe decidir qué entidad estará a cargo de la operación y el</li> </ul>

	<p>ejemplo: tiempo de viaje, información de incidentes, imágenes CCTV, etc.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Posible generación de ingresos por medio de publicidad.</li> </ul>	<p>mantenimiento.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Requieren mantenimiento regular.</li> </ul>
<b>Señalización electrónica en la vía</b>		
Señalización de mensaje variable (VMS)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Información en la ruta.</li> <li>• Alto impacto en audiencia cautiva.</li> <li>• Puede transmitir incidentes próximos en la vía, avisos climáticos, eventos especiales, rutas alternativas, alertas AMBER, tiempos de viaje, mensajes de seguridad, etc.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• La infraestructura es muy costosa.</li> <li>• Requiere información puntual y precisa del sistema ATMS (<i>Advanced Transportation Management System</i>).</li> </ul>
<b>Servicio de correo electrónico</b>		
Correo electrónico	<ul style="list-style-type: none"> <li>• “Envía” la información a los usuarios.</li> <li>• Información previa al viaje y en la ruta (teléfonos inteligentes – Smartphone).</li> <li>• Puede recibir información casi instantáneamente.</li> <li>• Puede proveer información detallada e imágenes (HTM o texto enriquecido).</li> <li>• No tiene un límite de caracteres.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Se debe decidir qué entidad es responsable por el costo operacional (proveedor o usuario).</li> <li>• Depende de suscripciones y no puede utilizarse para transmisiones.</li> </ul>

### 3.6 Fuentes de información

La información al viajero puede recopilarse de diversas maneras. Existen dos categorías básicas: 1) La información se recolecta automáticamente por medio de equipo de campo de sistemas inteligentes de transporte (ITS, por sus siglas en

inglés); 2) Un operador introduce la información manualmente en un sistema de reporte de eventos.

Una variedad de tecnologías de detección se encuentran disponibles para recolectar automáticamente la información de tráfico en tiempo real. Éstas incluyen, pero no se limitan a:

1. Sistemas de detección en la vía, por ejemplo:
  - a. circuitos inductivos
  - b. detectores activos infrarrojos
  - c. detectores pasivos infrarrojos
  - d. detectores de microondas
  - e. sistemas de procesamiento de imágenes de video (VIP, por sus siglas en inglés)
  - f. cámaras de vigilancia (CCTV)
2. Detección de emergencias usando vehículos, por ejemplo:
  - a. servicios de vigilancia y de policía y
  - b. vehículos de transporte público
3. Detección de ambiente:
  - a. detección de viento
  - b. detección de visibilidad
4. Sistemas de detección de señales vehiculares:
  - a. sistema de posicionamiento global (GPS, por sus siglas en inglés)
  - b. dispositivos de localización automática de vehículos (AVL, por sus siglas en inglés)

No existe tecnología que pueda aplicarse en todas las circunstancias debido a que cada una de ellas tiene sus propias ventajas y desventajas. De hecho, gran cantidad de estas tecnologías a menudo se implementa de forma redundante; a largo plazo, el entorno determinará qué tipo de tecnología debe implementarse. La tabla 3.4 proporciona una evaluación general de las tecnologías típicas de detección para recolectar información de viaje.

**Tabla 3.4: Evaluación de tecnologías típicas para recolectar información**

<b>Tecnología de detección</b>	<b>Ventajas</b>	<b>Desventajas</b>	<b>Costo</b>	<b>Precisión bajo condiciones normales</b>
<b>Circuitos inductivos</b>	Tecnología probada bien establecida.  Instalación relativamente fácil.  Diseño flexible para satisfacer una	La instalación requiere cerrar la vía y trabajar en el carril de tráfico.  Disminuye potencialmente la vida útil del	Sensor de bajo costo.  La instalación y mantenimiento son costosos si requiere cierres de carril.	Conteo ~ 90-98%  Velocidad ~ 98%

	<p>amplia variedad de aplicaciones.</p> <p>Buena detección de presencia.</p> <p>Apropiado para el clima de México.</p> <p>Los modelos de alta frecuencia pueden proveer datos de clasificación.</p>	<p>pavimento.</p> <p>La reubicación implica la instalación de nuevos circuitos.</p> <p>Puede requerir reafinación manual.</p> <p>Se daña con vehículos pesados, reparaciones en la vía y servicios públicos – alta tasa de falla.</p>		
<b>Detectores infrarrojos activos</b>	<p>Transmite múltiples rayos para una medida precisa de la posición del vehículo, velocidad y clasificación.</p> <p>Opera en múltiples carriles.</p>	<p>Su funcionamiento es afectado por condiciones climáticas.</p> <p>La precisión de la velocidad depende de la altura de montaje.</p>	Sensor de costo moderado a alto.	<p>Conteo ~ 97-99%</p> <p>Velocidad~ 94%</p>
<b>Detectores infrarrojos pasivos</b>	<p>Los sensores pasivos multizona miden la velocidad.</p> <p>Bajo consumo eléctrico.</p> <p>Instalación y calibración relativamente fáciles.</p>	<p>Su funcionamiento es afectado por condiciones climáticas.</p> <p>Algunos modelos no son efectivos para la detección de presencia.</p>	Sensor de bajo costo.	<p>Conteo ~ 90-99%</p> <p>Velocidad~ 90%</p>
<b>Tecnología de detección</b>	<b>Ventajas</b>	<b>Desventajas</b>	<b>Costo</b>	<b>Precisión bajo condiciones normales</b>
<b>Detectores de microondas</b>	<p>Pueden instalarse lateralmente (<i>side-firing</i>) para detección en múltiples carriles con una sola cámara.</p> <p>Medidas directas</p>	<p>Calcula velocidad promedio sólo cuando está en modalidad lateral (<i>side-firing</i>).</p> <p>Disminuye la</p>	Sensor de bajo costo. El costo aumenta si se requiere comunicaciones fijas.	<p>Conteo ~ 86-98%</p> <p>Velocidad~ 92-99%</p>

	<p>de velocidad cuando se instala en configuración superior (<i>over-head</i>).</p> <p>Su funcionamiento no se ve afectado por la vibración o el clima.</p>	<p>exactitud en carriles distantes.</p> <p>La instalación superior (<i>over-head</i>) requiere una estructura de montaje apropiada.</p>		
<p><b>Cámaras CCTV con <i>backend</i> automático de detección de incidentes</b></p>	<p>Se puede medir un amplio rango de parámetros.</p> <p>Detección en múltiples carriles con una sola cámara.</p> <p>La instalación y mantenimiento no requieren cierre de carriles.</p> <p>Permite que se modifiquen o se añadan zonas de detección fácilmente. Las ubicaciones pueden ser vinculadas.</p> <p>Posibilidad de actualizar y mejorar ya que continuamente se hacen mejoras en el software.</p>	<p>El mal clima puede disminuir la precisión. Sensible a la vibración.</p> <p>Costos iniciales altos de equipo e instalaciones.</p> <p>Para un funcionamiento óptimo se deben seguir ciertas instrucciones de montaje.</p> <p>Para las cámaras CCTV con <i>backend</i> de detección actualizado, la información no estará disponible cuando las cámaras sean enfocadas o inclinadas.</p> <p>Pueden ser objeto de vandalismo.</p>	<p>Cámara de bajo costo.</p> <p>La obra civil puede ser costosa en vías existentes.</p>	<p>Conteo ~ 90%</p> <p>Velocidad~ 90%</p>

## 4 CONCLUSIONES

---

Del desarrollo de este trabajo se pueden establecer las siguientes conclusiones:

De entre las diversas tecnologías de telepeaje implantadas en el mundo en los últimos años, las tecnologías DSRC son las más ampliamente extendidas. Los sistemas de telepeaje basados en tecnología satelital comienzan a extenderse en Europa para la implantación de políticas de “pago por uso de la infraestructura” para vehículos pesados. Existen también algunas experiencias de peaje basadas en lectura automática de matrículas, por el momento orientadas a peajes urbanos.

De entre las implantaciones de sistemas de telepeaje DSRC, de manera simplificada cabría afirmar que: en Estados Unidos, Canadá y México predomina el uso de OBE operando en la banda de 915 Mhz, con proveedores de tecnología que ofrecen soluciones estandarizadas, pero propietarias. Existen experiencias de interoperabilidad, aunque vinculadas a uno u otro fabricante.

En Estados Unidos y Canadá se está desarrollando un nuevo conjunto de estándares basados en OBE operando en la banda de 5.9 Ghz, con base en los cuales se prevé potenciar la interoperabilidad de los sistemas de telepeaje, en el marco de otra serie de servicios ITS asociados a las comunicaciones de vehículo-vehículo y vehículo-infraestructura.

En Europa predomina el uso de OBE operando en la banda de 5.8 Ghz, en torno a la cual se ha elaborado un cuerpo normativo para la creación de sistemas de telepeaje interoperables con múltiples fabricantes. Son varios los países que cuentan con sistemas interoperables multiconcesión y multifabricante a escala nacional, por ejemplo, España (Vía-T), Francia (Liber-T), Portugal (Vía-Verde), Italia y Noruega (Autopass). También han comenzado las primeras experiencias de interoperabilidad entre distintos países, previéndose para el año 2012 la existencia de un sistema interoperable paneuropeo.

Al igual que en Estados Unidos, en Europa también se prevé la implantación de sistemas de diversos servicios ITS asociados a las comunicaciones vehículo-vehículo y vehículo-infraestructura, basándose en OBE 5.9 GHz; sin embargo, no es previsible que a corto o mediano plazo estos servicios incluyan el telepeaje, donde el predominio de la tecnología de 5.8 Ghz con amplio despliegue de dispositivos en campo y OBE está, además, respaldado por la Directiva 2004/52/CE, que establece de modo explícito el uso de esta tecnología para el sistema de telepeaje interoperable europeo.

El estándar europeo está sirviendo de base para la implantación de múltiples sistemas en otros países como Sudáfrica y Australia, con lo cual se logra, por lo general, un mercado abierto de múltiples proveedores, así como la interoperabilidad técnica (y normalmente también la contractual). Entre ellos destaca el caso de las concesiones de peaje *free-flow* en las autopistas urbanas

de Santiago de Chile, donde con el fuerte respaldo de la Administración, se ha conseguido la implantación simultánea de varias concesiones con un sistema interoperable.

En Japón existe también una solución de telepeaje interoperable basada en OBE de 5.8 GHz, pero que no se corresponde con el estándar europeo, sino con una norma propia.

En lo que respecta a la interoperabilidad, entendida como la posibilidad de utilización por parte de un usuario de múltiples servicios con un solo OBE y un solo contrato, se requiere algo más que una tecnología normalizada: un modelo de negocio compartido. Así, en el marco contractual también es necesario establecer las reglas de juego entre los proveedores de servicios y los emisores de OBE, y resolver aspectos tales como la gestión de la seguridad en el sistema, respeto por las normas de protección de datos, delimitación de riesgos por fraude o impagados y comisiones, entre otros aspectos.

## Referencias bibliográficas

---

Acha Daza, Jorge A., "Sistemas inteligentes de transporte", Notas núm. 46, mayo-junio de 1999, artículo 2.

Acha Daza, Jorge A. (2000), "Tecnologías para el cobro electrónico de cuotas en carreteras y puentes", publicación técnica 159, Instituto Mexicano del Transporte.

Sitio web

[http://aplicaciones4.sct.gob.mx/sibuac\\_internet/ControllerUI?action=cmdEscogeRuta](http://aplicaciones4.sct.gob.mx/sibuac_internet/ControllerUI?action=cmdEscogeRuta).

Sitio web

<http://www.capufe.gob.mx/site/wwwCapufe/menuitem.7feca48aab52c3839a034bd7316d8a0c/index.html>.

Sitio web <http://www.sct.gob.mx/carreteras/direccion-general-de-conservacion-de-carreteras/>.

Cosmen-Shortmann, J. y Halleman, B., "Space saver?: The design of a distance-based system for urban environments", Traffic Technology International, agosto-septiembre de 2007.

Crawford, D., "Peaje de control", TecnoVial Mundial, Route One Publishing, julio de 2001, pp. 7-12.

El Universal (2006). "Lanzarán en 2007 tarjetas de prepago para autopistas", 26 de diciembre de 2006, disponible en: <http://www.el-universal.com.mx/articulos/36624.html> (consultado el 14 de noviembre de 2007).

Gillen, D., *et al.*, (marzo de 1999), "Assessing the Benefits and Costs of ITS Projects: Volume 2 An Application to Electronic Toll Collection", California PATH Program Research Report, informe número: UCB-ITS-PRR-99-10.

Glaskin, Max, "Out of this World: The space-age route to road user charging", Traffic Technology International, agosto-septiembre de 2007.

Highway Industry Development Organization (octubre de 1997), "Intelligent Transport Systems Handbook in Japan", Ministry of Construction [Ministerio de Construcción].

Lennon, L. (1995), "Tappan Zee Bridge E-Z Pass System Traffic and Environmental Studies", artículo presentado en el marco de la 64th ITE Annual Meeting, Institute of Transportation Engineers.

Patchett, N., "The road ahead: Distance-Based charging by 2012", Traffic Technology International, agosto-septiembre de 2007.

Pietrzyk, M. C. y Mierzejewski, E. A. (1993), "Electronic Toll and Traffic Management (ETTM) Systems", NCHRP Synthesis 194, Transportation Research Board.

- Road Traffic Technology (2007), "LKW-MAUT Electronic Toll Collection System for Heavy Goods Vehicles, Germany", disponible en: [http://www.roadtraffic-technology.com/project\\_printable.asp?ProjectID=3227](http://www.roadtraffic-technology.com/project_printable.asp?ProjectID=3227) (consultado el 12 de noviembre de 2007).
- Samuel, P. (enero de 2002), "Argumentos a favor del peaje", TecnoVial Mundial, Route One Publishing, pp. 34-35.
- Samuel, P. (mayo de 2001), "La visión mundial del peaje", TecnoVial Mundial, Route One Publishing, pp. 29-31.
- Samuel, P. (julio de 2005), "Las tecnologías funcionarán en paralelo", TecnoVial Mundial, Route One Publishing, pp. 18-19.
- Smith, L. y Benko, M. (junio de 2007), "Electronic Toll Collection", ITS Decision, Institute of Transportation Studies de la Universidad de California en Berkeley y Caltrans.
- TecnoVial Mundial (1998), "Los protagonistas", Route One Publishing edición núm. 1, pp. 50-52.
- Tecno Vial Mundial (julio de 2000), "Oklahoma: la próxima generación", Route One Publishing, pp. 34-36.
- "Toll Facilities in the United States", publicación núm.: FHWA-PL-05-018, disponible en: <http://www.fhwa.dot.gov/tollpage/cover.htm> (consultado en agosto de 2007).
- Venable, D. L.; Machemehl, R. B. y Euritt, M. (mayo de 1995), "Electronic Toll Collection Systems", Research Report 1322-2, Center for Transportation Research, The University of Texas at Austin.
- Video Enforcement Systems, en: <http://www.ettm.com/ves.html> (consultado en enero de 2007).
- Wilbur Smith Associates (agosto de 2001), "Operational and Traffic Benefits of E-ZPass to the New Jersey Turnpike", New Jersey Turnpike Authority [Autoridad de Peajes de Nueva Jersey].
- Wlazlo, A. (octubre de 2004), "Iniciativas latinoamericanas", TecnoVial Mundial, Route One Publishing, pp. 31-33.



Km 12+000 Carretera Estatal 431 "El colorado-Galindo"  
Parque Tecnológico San Fandila  
Mpio. Pedro Escobedo, Querétaro, México  
CP 76703  
Tel +52 (442) 216 9777 ext. 2610  
Fax +52 (442) 216 9671

[publicaciones@imt.mx](mailto:publicaciones@imt.mx)

<http://www.imt.mx/>