

# **B2 SESIÓN TÉCNICA**

Jueves 29 de septiembre de 2011, am

## **OPERACIÓN DE REDES DE CARRETERAS**

### **INFORME INTRODUCTORIO**

## CONTENIDO

RESUMEN EJECUTIVO	3
MIEMBROS DEL COMITÉ QUE CONTRIBUYERON AL INFORME	4
1. Gestión de zonas congestionadas y de corredores viales	5
1.1. Enfoque	5
1.2. Congestión casual	7
1.3. Congestión recurrente	9
1.4. Trabajo interinstitucional	10
1.5. El usuario y la relación con el cliente	11
2. El vehículo conectado	11
2.1. Cuestiones de políticas	12
2.2. Normas	13
2.3. Caso de negocio	13
2.4. La conexión inalámbrica – ¿comunicación dedicada de corto alcance o red celular comercial?	14
2.5. Temas en países en transición	15
2.6. Seguridad pública	15
2.7. Privacidad	15
2.8. Carreteras y mapas	16
2.9. Conclusiones	16
3. Aprovechamiento de los ITS	17
BIBLIOGRAFÍA	19
PROYECTO DE CONCLUSIONES	19

## RESUMEN EJECUTIVO

El trabajo del Comité Técnico de Operación de Redes de Carreteras (TC B2) se ubica en el Tema Estratégico B: Mejorar la prestación de servicios. El objetivo general de este tema es el de fomentar la mejora de los servicios de transporte a través del mejor funcionamiento de la red vial, de la integración con otros modos de transporte, de la buena gestión gubernamental y de un enfoque orientado al cliente.

En este contexto, "la operación de la red de carreteras" se refiere a la operación en el más amplio sentido, incluyendo la integración de estas actividades:

- a través de fronteras geográficas entre operadores y administradores de carreteras
- permite a viajeros y transportistas el uso óptimo de todos los modos de transporte
- facilitar la transferencia inter-modal y un acceso fácil a las terminales de transbordadores, puertos, aeropuertos, puntos de transferencia ferrocarril-carretera, etc.

Los problemas institucionales de funcionamiento de la red son significativos debido a la cantidad de actores involucrados. El suministro de información precisa y oportuna a todas las partes interesadas tienen un papel central.

### Parámetros de la red

El comité de la AIPCR sobre la Gestión de Operaciones de Redes de Carreteras recomienda que se aplique la siguiente prueba, cuando se trata de determinar el alcance de las operaciones de red "integradas" para una gran área:

- Una red de transporte que tiene definidos sus límites geográficos de acuerdo a las necesidades de los usuarios de las carreteras...
- que puede ser multi-modal, multi-jurisdiccional y multi-nacional (autoridades locales, regionales o nacionales y los titulares de concesiones)...
- que posiblemente usan diferentes niveles de la infraestructura (rural, local o de la jerarquía carreteras nacionales)...
- que implica la interacción y la cooperación interinstitucional en la gestión del tránsito y la información de tránsito

Como parte de esto, el Comité Técnico de Operación de Redes de Carreteras TC-B2 aborda estrategias para reducir la congestión y / o mitigar sus efectos, el uso de sistemas de transporte inteligentes (ITS) y la gestión global de corredores viales. Dado que la congestión en sus diversas formas es el reto principal que enfrentan los gerentes de corredores viales, muchas de las herramientas relacionadas con la gestión de los corredores son las mismas que se emplean para la gestión de zonas congestionadas. Por lo que el TC-B2 decidió combinar el análisis de la gestión de áreas congestionadas y la gestión de corredores. Se estudió el uso creciente de la tecnología por parte de las jurisdicciones gubernamentales para prestar servicios eficaces, dirigidos a usuarios de la

carretera en cuanto a la entrega de información y funcionamiento de la red para hacer el mejor uso del espacio vial disponible.

El grupo multinacional reunió los estudios de caso, examinó los esfuerzos en curso en todo el mundo y desarrolló referencias y herramientas. Esto fue difundido a través de un seminario, la compilación y la indexación de los estudios de casos, la exploración de la evolución futura de los servicios de comunicación vehículo-infraestructura y la revisión del Manual ITS de la Asociación Mundial de Carreteras.

Este informe, en consecuencia, está organizado en tres partes:

- Las herramientas y estrategias para la gestión de áreas congestionadas y corredores
- La exploración de las nuevas oportunidades ofrecidas por el "vehículo conectado" futuro
- La capitalización del "saber cómo" en ITS con la actualización y la aplicación en línea del Manual ITS

El comité B2 planea dedicar la mayor parte de la sesión del Comité Técnico en el Congreso Mundial de México a la primera parte de este informe.

## **MIEMBROS DEL COMITÉ QUE CONTRIBUYERON AL INFORME**

Robert Arnold, EE.UU.

Valerie Briggs, EE.UU.

Robert Cone, Reino Unido

Illaria Coppa, Italia

Lise Fillon, Canadá-Quebec

Richard Harris, Reino Unido

Phil Lawes, Australia

John Miles, Reino Unido

Susan Spencer, con el apoyo de Eric Nicholls, Canadá

Alexis Bacelar, Francia

Juan Othon Moreno Navarette, México

Marcial Chevreuil, Francia

## **1. MANEJO DE ZONAS CONGESTIONADAS Y CORREDORES DE CARRETERAS**

### **1.1. Enfoque**

La primera dificultad es definir qué es un área congestionada y lo que se entiende por los corredores viales.

Por lo general, se entiende la congestión como una situación donde la demanda de espacio vial supera la oferta. Pero este exceso puede variar en el tiempo, en duración y pueden ser percibidas de manera diferente según el nivel de servicio ofrecido y las expectativas de los usuarios. Podemos decir al final que las zonas congestionadas son

partes de la red de carreteras donde se encuentra este desequilibrio entre el desempeño esperado por los usuarios de la red vial y la forma en que la red de carreteras realmente funciona.

La AIPCR define el "corredor de tránsito" como: ". Esencialmente un conjunto de caminos paralelos que conecta dos puntos". Para los efectos de este informe, sin embargo, vamos a puntualizar esta definición de varias maneras. En primer lugar, en muchos corredores de carreteras, especialmente en las zonas rurales, sólo puede haber un camino único para la totalidad o parte de su longitud. Segundo lugar, muchos corredores conectan más de dos puntos. En tercer lugar, mientras que los corredores tienden a ser lineales, algunos de ellos no, pues se ramifican para conectar varios puntos. Teniendo en cuenta tantas distintas configuraciones posibles, una definición de trabajo simple de *corredor vial* podría ser "un(os) camino(s) de cierta importancia que conectan dos o más puntos." Más allá de esto, es difícil generalizar, ya que cada corredor tiene características y condiciones únicas.

Los corredores también presentan diversidad en términos de volumen y composición de tránsito. Una complicación para la gestión de corredor vial es su grado de interconexión con otros modos de transporte. Entre más puntos de cruce tenga un corredor vial con otros modos de transporte de pasajeros y carga y haya más variedad de esos modos, más difícil se vuelve esta tarea. Una complicación adicional es que los corredores suelen pasar a través de distintas jurisdicciones, incluso de fronteras internacionales.

La congestión es en todo caso un problema para los corredores. La Administración Federal de Carreteras de los EE.UU. describe y clasifica las fuentes de la congestión<sup>1</sup> de la siguiente manera:

- **Cuellos de botella** - son puntos donde la carretera se estrecha o en los que la demanda normal de tránsito causa asentamientos del tránsito; son la mayor fuente de congestión.
- **Incidentes de tránsito** - accidentes, vehículos averiados, escombros sobre el camino - causan aproximadamente 1 / 4 de los problemas de congestión.
- **Zonas de obras** - para la construcción de carreteras nuevas y las actividades de mantenimiento (como bacheo)- son causados por actividades necesarias, pero la cantidad de congestión causada por estas acciones puede reducirse con varias estrategias.
- **El mal tiempo** no se puede controlar, pero los viajeros pueden ser notificados de la posibilidad de aumento de la congestión.
- **El tránsito por mala sincronización** -el funcionamiento deficiente de las señales de tránsito o luces verde/rojo, donde la asignación de tiempo para un camino no

---

<sup>1</sup> [http://www.fhwa.dot.gov/congestion/describing\\_problem.htm](http://www.fhwa.dot.gov/congestion/describing_problem.htm)

coincide con el volumen de tránsito en ese camino- es una fuente de congestión en calles principales y secundarias.

- **Eventos especiales** causan "picos" en los volúmenes de tránsito y cambios en los patrones de tránsito. Estas irregularidades pueden causar demoras en días, horas o lugares donde normalmente no se producen, o añadirse a los problemas regulares de congestión.

Todas estas fuentes también interactúan entre sí. Otros elementos que ayudan a dimensionar la congestión son: el nivel de servicio, la velocidad, el tiempo de viaje y la demora. Sin embargo, para los viajeros, el criterio más importante es la confiabilidad de la red de carreteras, sobre todo del tiempo de viaje esperado. La gente puede aceptar un tiempo de recorrido más largo para un viaje durante períodos pico, siempre y cuando este tiempo de viaje previsto sea confiable.

De todos modos, todos están de acuerdo en el hecho de que la congestión tiene un impacto significativo sobre el medio ambiente, el consumo de energía, el bienestar público y la economía en general. En la mayoría de los países, la construcción de nueva infraestructura es insostenible, imposible, inasequible financieramente e incluso ineficiente.

Para hacer un mejor uso de la infraestructura existente, sobre todo en un corredor, se necesita y requiere un enfoque sistémico que incorpore estrategias de transporte de alto nivel y que incluya los modos de transporte alternativos.

Muchos países se han dado cuenta que este enfoque, en combinación con las nuevas tecnologías y sus potencialidades, pueden ofrecer soluciones efectivas al problema de la creciente congestión. Aunque gran parte se encuentra todavía en las etapas piloto o experimental, hay muchos ejemplos en todo el mundo de buenas prácticas que han madurado.

Gracias a una amplia encuesta entre los países miembros de la AIPCR, el CT-B2 ha identificado estudios de caso de cuyas lecciones se han elaborado estrategias y herramientas de gestión para su futura aplicación en zonas congestionadas y corredores viales.

Cabe señalar que si bien una de las estrategias puede tener importancia clave dentro de un estudio de caso, otras estrategias también desempeñan un papel de apoyo. Por ejemplo, una estrategia de administrar un carril en los acotamientos existentes a tiempo parcial como si fuera otro carril, podría emplear la tarificación vial en esta nueva capacidad adicional, mejorar el servicio de tránsito con los ingresos generados, usar la información en tiempo real de los viajeros para determinar el tiempo de viaje y usar técnicas de gestión de incidentes de tránsito para mitigar la pérdida del acotamiento de seguridad. Los autores realizaron una búsqueda bibliográfica y entrevistas con funcionarios de transporte para proporcionar una imagen completa de las posibles estrategias para combatir la congestión, donde se identificaron vacíos de información. Se

ha hecho una distinción entre las estrategias y herramientas de gestión de la congestión casual y de la recurrente.

## 1.2. Congestión casual:

La gestión de la congestión no casual incluye el desarrollo e implementación de estrategias destinadas a mitigar la congestión del tránsito por causas irregulares o casuales, tales como accidentes, vehículos averiados, zonas de obras, eventos climáticos adversos y eventos especiales planificados. Alrededor de la mitad de la congestión es causada por las interrupciones temporales que deshabilitan parte de la calzada.

Un aspecto importante de la congestión casual es la capacidad para anticiparse a la situación (eventos planificados) o para detectar lo antes posible los eventos no planificados. La información sobre el tránsito juega un papel importante en este caso, ya sea porque advierte a los usuarios de los eventos planeados o bien para informarles, lo más rápidamente posible, en caso de eventos no planeados. Por lo tanto, las estrategias de gestión incluyen lo siguiente:

- gestión de incidentes de tránsito,
- gestión de eventos especiales de tránsito planificados,
- gestión de zonas de obras,
- además de los anteriores, información en tiempo real del tránsito.

Se han propuesto las siguientes recomendaciones como estrategias de gestión de la congestión casual:

### Gestión de incidentes de tránsito

- Desarrollar y adoptar un objetivo común en la respuesta a incidentes.
- Desarrollar una guía completa sobre las medidas de desempeño para la respuesta a incidentes, que los actores locales y/o regionales puedan utilizar para evaluar sus programas de respuesta a incidentes.
- Proporcionar una capacitación integral de "primera respuesta" que incluya prácticas de respuesta a incidentes de tránsito que tomen en cuenta el entorno único de la carretera. Esto incluye los procedimientos para garantizar la seguridad de los usuarios de la carretera y la de los equipos de respuesta, que limite los impactos sobre el flujo de tránsito asociados a la respuesta y que despeje rápidamente el escenario del incidente.

### Planificación de Eventos Especiales

- Desarrollar plan de gestión del tránsito entre jurisdicciones/agencias.
- Gestión de viaje para un evento especial de tal manera que los beneficios económicos y del turismo sean captados por la comunidad anfitriona.
- Mostrar o publicitar un evento especial que haya resultado exitoso podría dar lugar a un aumento del turismo en el futuro.

### Manejo de la zona de obras

- Reducir el tiempo del contrato, en especial las fases que inciden en el tránsito.

- Mejorar la comunicación con los conductores.
- Adoptar una política coordinada, con un enfoque de planificación y programación, para la planificación y operación en las zonas de obras.
- Diseño para el mantenimiento futuro.

#### Información en tiempo real

- Incorporar el principio de brindar información al viajero en la misión de las agencias y de las empresas.
- Aumentar la comunicación al usuario del tiempo de viaje a través de sistemas de información. Podría ser necesario hacer el despliegue por etapas, en función de la investigación y las tecnologías disponibles.

### 1.3. Congestión recurrente

La congestión recurrente se produce durante períodos pico, cuando el número de vehículos que tratan de utilizar el sistema de carreteras supera la capacidad disponible. Los períodos pico de viaje pueden ser todos los días (ida y vuelta al trabajo), semanal (picos de fines de semana) o estacional (vacaciones o días festivos durante el año). La congestión diaria afecta fundamentalmente a zonas urbanas, mientras que la congestión estacional puede afectar a grandes redes que conducen a centros turísticos. La congestión semanal puede afectar a ambos.

La gestión eficaz de la demanda durante los períodos pico implica en primer lugar convencer a los viajeros para que realicen su viaje en un horario con menor congestión, en un modo diferente de transporte (transporte masivo), en una ruta menos congestionada o por un medio distinto en lugar de la red de carreteras (a distancia). Para las zonas congestionadas más localizadas y específicas, puede requerirse la gestión eficaz de la conducta del conductor (homologación de velocidad), la gestión activa de la infraestructura existente (uso de acotamientos); los incentivos para modificar el comportamiento de los conductores también pueden basarse en los precios.

Las siguientes recomendaciones han sido adoptadas como estrategias de gestión de la congestión recurrente:

#### La tarifa de congestión

- Las tarifas variables son mejores para la reducción de la congestión, las tarifas fijas se perciben como peaje puro o una mera generación de ingresos.
- Ligar los ingresos a la mejora de carreteras o de modos de transporte alternativos.
- Proporcionar una amplia difusión entre el público antes de implantar.
- Usar la tecnología para reducir al mínimo los gastos generales de oficina, de cobro y de vigilancia del cumplimiento de la ley.

#### Gestión de arterias y sincronización de señales de tránsito

- Ofrecer una gestión inter-jurisdiccional de coordinación de señales.
- Investigar el uso de sistemas adaptables de control.
- Establecer un proceso bien definido de contratación pública para el equipamiento.



#### Información en tiempo real al viajero

- Establecer estándares de datos.
- Diseñar un servicio útil y duradero (*serviceability*) con símbolos de pantalla.
- El espaciamiento de señales es esencial para dar tiempo de reacción suficiente a los usuarios y puede ser implementado a bajo costo.
- La información de tiempo de viaje es especialmente útil cuando existen varias rutas/opciones de traslado a disposición de los usuarios.

#### Planificación e implementación de la expansión de la capacidad física

- Vincular el presupuesto y los procesos de selección de proyectos a los indicadores de desempeño vial.
- Implementar un programa de reducción de cuello de botella.
- Explorar estrategias de ampliación de capacidad no física (operativa) al mismo tiempo que opciones de expansión de la capacidad física.
- Diseño para el mantenimiento futuro

Las recomendaciones anteriores para reducir la congestión recurrente y casual son aplicables a la gestión de corredores viales. Sin embargo, el desafío particular que enfrentan los administradores de corredor viales es coordinar y llevar a cabo las recomendaciones que estime adecuadas a lo largo de un corredor, mismo que puede tener diversos segmentos y distintas jurisdicciones.

#### 1.4. Trabajo Interinstitucional

Según lo revelado en la encuesta, las herramientas tecnológicas están cada vez más disponibles para gestionar de mejor forma la congestión y los corredores viales. El mayor reto es sin duda la manera de animar a los interesados para trabajar en conjunto para optimizar sus redes.

Los sistemas de transporte son generalmente administrados por múltiples agencias centradas en, por ejemplo, modos específicos de transporte, dependiendo de la opción preferida por cada país. Con las redes de carreteras que cruzan fronteras internacionales, las autoridades locales gestionan las redes de carreteras locales, pero cada vez es más frecuente que haya empresas privadas en la implementación y la gestión de secciones específicas de la redes de autopistas en todo el mundo (por ejemplo, esquemas *BOOT*, poseer-construir-operar-transferir, por sus siglas en inglés), el logro de resultados sistémicos de reducción de la congestión urbana de toda la red vial requiere cooperación efectiva entre las agencias y los operadores privados.

De la misma manera que las medidas de cortesía pueden aumentar el éxito al enfrentar la congestión urbana, la cooperación entre agencias puede asegurar que se alcancen resultados más globales a lo largo de los corredores de carreteras, a pesar de los límites jurisdiccionales.

#### 1.5. El usuario y la relación con el cliente

Un tema recurrente que ha sido identificado en los estudios de caso es la necesidad de llegar al público ya sea para informarle de por qué un determinado sistema o estrategia se está estudiando o por qué es necesario que los conductores proporcionen información sobre las condiciones del camino o de su desempeño para permitirles tomar mejores decisiones de viaje. E incluso, cuando no pueden hacer otra elección viaje, informar a los conductores alivia su percepción de la congestión. Este elemento es esencial en el cambio de la gestión vial del uso de una actitud pasiva a un paradigma de operación activa que maximiza la eficiencia y la eficacia de la infraestructura. El desarrollo futuro de la comunicación entre vehículos e infraestructura reforzará este enfoque: el conductor se convierte en un actor en el sistema vial.

Exactamente cuándo, cómo y dónde los servicios basados en la comunicación entre vehículo e infraestructura estén ampliamente desarrollados es un tema para el que las diversas partes interesadas no han encontrado todavía una respuesta. Por esa razón, el CT-B2 ha estado explorando los retos y obstáculos para su implementación.

## **2. EL VEHÍCULO CONECTADO**

Mucha de la tecnología de los Sistemas Inteligentes de Transporte (ITS) se desarrolló originalmente para el control de las señales de tránsito en las zonas urbanas. A través de un desarrollo continuo, las aplicaciones ITS cubren ahora toda la red vial, así como toda la gama de sistemas de transporte, incluido el transporte público, sistemas peaje y de cargos a usuarios (ETC-*Electronic toll collection*). Hoy en día los ITS proporcionan un conjunto de herramientas a los administradores de redes de transporte que se utilizará para aumentar la eficiencia, mejorar la seguridad, fomentar los modos alternativos y asistir en la gestión de mantenimiento vial y la construcción.

La introducción de los vehículos conectados más inteligentes y la relación entre estos vehículos y una infraestructura inteligente abre nuevas oportunidades para la mejora de la gestión de la red de carreteras. Al trabajar con FISITA (La Federación Internacional de Asociaciones de Ingenieros del Automóvil), el CT-B2 estableció un grupo de trabajo conjunta (JTF) para impulsar esta iniciativa. Se identificó una demanda de orientación para aconsejar a los operadores de carreteras en todo el mundo sobre la forma de planificar sus inversiones y aprovechar al máximo las oportunidades para lograr una mayor seguridad y eficiencia. También se identificó una demanda de la industria automotriz para comprender el papel del operador de carretera y los beneficios de trabajar más estrechamente con ellos. Las secciones siguientes destacan las principales cuestiones relativas al "vehículo conectado". Los resultados de este trabajo serán presentados en la Sesión Especial Número 12 en el Congreso Mundial de Carreteras.

### **2.1. Cuestiones de políticas**

Si bien todos coinciden en que las redes comerciales de telecomunicaciones inalámbricas proporcionan una plataforma para el desarrollo y despliegue de aplicaciones basadas en información e *info-ocio* (información relativa al entretenimiento), las opiniones están divididas en si los próximos servicios 4G pueden proporcionar el rendimiento necesario

para permitir que las aplicaciones de seguridad operen de la mejor manera. Si 4G no puede ofrecer un rendimiento adecuado, se requerirán servicios para los vehículos basados en DSRC (*Dedicated short range communications*) con el apoyo de la infraestructura.

Independientemente de la tecnología hay un consenso general de que las autoridades públicas tienen que desempeñar un papel importante en el desarrollo de sistemas conectados. Sin embargo, en función del entorno legal y económico vigente en cada país, este papel podría limitarse a uno de liderazgo, investigación y de creación del marco legal, a fin de que las industrias automotriz y de telecomunicaciones sean capaces de desarrollar los servicios. Por el contrario, podría haber la necesidad de la inversión pública en la infraestructura básica en el caso de que no sea convincente como negocio proveer la infraestructura DSRC.

En cualquier caso, la industria automotriz está pidiendo unas reglas y normas comunes entre los países: los automóviles, básicamente, son los mismos que se venden en todo el mundo y los autos viajan a través de las fronteras. Por otra parte, los aspectos de seguridad son fundamentales y es claro que el papel de las autoridades públicas es establecer las normas en esta materia.

## 2.2. Normas

Sería ideal un enfoque uniforme en las normas mundiales para comunicaciones y las aplicaciones relativas a los vehículos conectados en el sector del automóvil, pero debe aceptarse que las diferencias regionales hacen esto improbable, por lo que se deduce que los fabricantes de automóviles tendrán que adaptar sus productos a cada región. Los estándares de la arquitectura y la interfaz son muy importantes para lograr economías de escala y para hacer servicios rentables. Lo más probable es que surjan de la industria, con la participación del gobierno quienes provean la estructura y la orientación para las normas observando como requisitos únicos la seguridad pública y la similitud entre servicios.

En general, hay una suposición de que las aplicaciones de seguridad requieren comunicaciones dedicadas de corto alcance (DSRC), mientras que la información e info-ocio pueden utilizar las redes 3G/4G comerciales. Pero la aparición de 4G y las futuras comunicaciones aéreas de banda ancha pueden ser lo suficientemente robustas como para soportar las aplicaciones de seguridad. Esto necesita ser explorado.

Se ha observado que la industria del automóvil eléctrico tiene necesidades importantes y específicas de normas y que el desarrollo de interfaces eléctricas puede forzar nuevos acuerdos y abrir nuevas oportunidades para la normalización.

## 2.3. Caso de Negocio

En general se admite que la infraestructura DSCR para las carreteras debe ser proporcionada por el gobierno, la autoridad vial o el operador de la infraestructura vial, en

el caso de concesiones. Hasta el momento, no se ha identificado ningún modelo de negocio que fomente el que una empresa privada ofrezca una red dedicada. Ninguno de los proyectos de investigación o experimentales ha abordado seriamente los problemas de negocio relacionados con el vehículo conectado.

Sin embargo, el modelo de negocio es una cuestión fundamental. Los gobiernos requieren un caso fuerte, basado en evidencia antes de que deseen invertir en una infraestructura de comunicación. Las empresas requieren clientes, pero los consumidores se han mostrado renuentes a invertir en sistemas que tienen un costo general o de suscripción, incluso si esto mejora la seguridad. La gente espera comprar un vehículo que sea seguro y que pueda ser operado con seguridad y sin la necesidad de comprar equipo adicional o pagar cargos por servicio. Es necesario añadir algo extraordinario en términos de servicios para hacer que las características adicionales de seguridad resulten atractivas. La seguridad debe venir empaquetada con otras aplicaciones atractivas.

#### 2.4. La conexión inalámbrica – la comunicación dedicada de corto alcance o la red celular comercial?

La DSRC presenta grandes ventajas para aplicaciones de seguridad: cuenta con un modo de difusión, proporciona una localización precisa del vehículo. El equipamiento para la carretera y el vehículo no resulta caro si se benefician de la producción para el mercado masivo. Además, las balizas para DSRC se están desplegando para el peaje de flujo libre y aplicaciones de cargos a usuarios. La DSRC es preferida por muchos en la industria automotriz, ya que es una tecnología conocida, desarrollada y comprendida.

A pesar de estas ventajas, aún quedan algunas cuestiones:

- Las frecuencias de operación DSRC no son universales en todo el mundo.
- Hay cuestiones por abordar sobre seguridad y vulnerabilidad.
- Hay una falta de comprensión del comportamiento de DSRC bajo situaciones de gran uso por congestión y en zonas geográficas estrechas.
- La coexistencia de DSRC para peaje y DSRC para otras aplicaciones puede causar algunos problemas.

De cara al futuro, parece que la próxima generación de sistemas de datos 4G/LTE será lo suficientemente sensible y confiable para que incluso se activen aplicaciones de seguridad, lo que nunca será aplicable al caso de los servicios 3G existentes.

La próxima generación de sistemas celulares 4G:

- promete latencia y confiabilidad que compite con DSRC,
- tiene un fuerte caso de negocios y entorno competitivo basado en otras aplicaciones comerciales,
- son objeto de desarrollos en curso que, año tras año, serán más rápidos, con un mayor ancho de banda y costos más bajos, más apropiados para aplicaciones máquina a máquina

Independientemente del gobierno o de la política de la industria automotriz, la red 3G/4G se ampliará y desplegará. Es probable que las aplicaciones sean desarrolladas por el libre mercado y basadas en accesorios postventa para el automóvil o en equipo tipo *Smartphone*.

## 2.5. Cuestiones para los países en transición

En cada país tenemos que considerar el enfoque cultural de los individuos para conducir y para el comportamiento de los peatones y en qué se diferencian de los de otros países. Fuera de las grandes ciudades, algunos países tendrán que invertir en la infraestructura básica y en el mejoramiento de los hábitos de seguridad vial antes de invertir en sistemas cooperativos.

Algunos países pueden tener una fuerte inversión en comunicaciones 3G/4G y en dispositivos inteligentes con bajo costo de telecomunicaciones. Esto proporciona una base sólida para el desarrollo de servicios; cuando la recolección de datos básicos y los sistemas de monitoreo de tránsito aún no están en campo, los vehículos equipados pueden proporcionar datos sobre la velocidad, el clima, los incidentes y los tiempos de viaje, mismos que tienen un gran valor para la planificación del viaje y la vigilancia de la red.

## 2.6. Seguridad

Los sistemas que se basan en la información espacial y temporal dependen de una alta integridad de los datos. El desarrollo de sistemas de corto alcance debe proceder bajo el supuesto de que el sistema estará sujeto a ataques malintencionados.

Para asegurar la calidad de los sistemas cooperativos, se sugiere que se instale un sistema de certificación.

La confianza es fundamental: la interferencia y la falta de seguridad, ya sea durante los ensayos, experiencias piloto o durante las primeras fases de despliegue dañaría seriamente las perspectivas comerciales. Las soluciones de seguridad tienen que estar integradas en la arquitectura del sistema, requieren bloqueadores de accesos no autorizados en el vehículo y en los dispositivos al borde del camino.

## 2.7. Privacidad

Las cuestiones de privacidad no se consideran de la misma manera en cada país. También hay una diferencia en las opiniones de los diferentes sectores de la población. La generación más joven ha desarrollado una actitud relajada a la privacidad (*Facebook*, etc.), pero esto es una tendencia que podría cambiar. La mayoría de los usuarios de teléfonos móviles y los usuarios de tarjetas de crédito ya han entregado la mayor parte de su vida privada con el fin de aprovechar los servicios de teléfono. Los usuarios de los vehículos conectados podrían seguir su ejemplo si se perciben ventajas.

## 2.8. Carreteras y mapas

Las generaciones actuales de mapas son lo suficientemente precisos para la generación actual de sistemas de navegación, pero no disponen de datos o exactitud suficientes para las aplicaciones más avanzadas que involucren la seguridad, la eficiencia o el control del vehículo. Se requiere trabajo adicional para determinar los requisitos de la cartografía, métodos estandarizados para la actualización de los mapas y para desarrollar protocolos.

La propiedad de los mapas es otro tema. A menudo el operador de carreteras es quien cambia el detalle de la red y lo hace con poca anticipación. Tiene que haber un sistema eficaz para la actualización de este detalle en los mapas. Sin embargo, es poco probable que los mapas de propiedad del sector público sean una respuesta. No es probable que el sector público esté motivado y sea capaz de mantener mapas lo suficientemente actualizados o exactos. ¿Puede haber la necesidad de un mapa y de una organización proveedora de datos independientes?

Uno puede imaginar que los caminos deben ser diseñados para ser amigables con los sensores. Los sistemas de asistencia al conductor, tales como los sistemas de seguimiento de carril o los algoritmos de lectura de señales pueden tomar ventaja de un diseño estandarizado. El agregar una señal baliza a las señales simplificaría el proceso.

## 2.9. Conclusiones

Existe un acuerdo universal de que las normas para los sistemas cooperativos, en particular en la capa de aplicación, son fundamentales. La industria del automóvil prefiere un enfoque estandarizado en todo el mundo, pero acepta la realidad de que tendrá que gestionar diferentes enfoques en diferentes regiones. La normalización en el nivel de las aplicaciones sería un bono extra.

Se ve que la DSRC es importante para las aplicaciones relacionadas con la seguridad vial. A pesar de su rápida maduración, ninguna tecnología puede ofrecer una vía práctica para la implantación generalizada de DSRC. Hay un grupo creciente que comparte la opinión que sugiere que las generaciones futuras de telefonía móvil serán capaces de brindar un buen servicio para mantener a la mayoría de aplicaciones, incluyendo la seguridad. Podrían dirigir el mercado las aplicaciones postventa de accesorios para los teléfonos inteligentes y los sistemas de navegación.

La industria se muestra cauta para introducir múltiples tecnologías de comunicaciones en el vehículo, aumentando su costo y complejidad. Sin embargo, la industria proveerá equipos para adaptarse a cualquier requisito legal o a la demanda de los clientes. Ellos creen que el gobierno o el operador de la carretera son las únicas organizaciones apropiadas para la gestión de una red que provea aplicaciones de seguridad, pero necesitan evidencias firmes o garantías de que existe una infraestructura de gobierno antes de que ellos entren a producción.

Cualquier implementación tiene que ser segura y robusta. Una falla de seguridad al principio sería un desastre.

### **3. APROVECHAMIENTO DE LOS ITS**

El TC-B2 también fue el encargado de preparar el camino para la explotación y difusión de los trabajos del Comité actual y de sus antecesores. Esto se ha logrado al poner disponible en línea el Manual de Sistemas Inteligentes de Transporte de la AIPCR, a partir de las experiencias de los miembros del Comité Técnico en el despliegue de ITS en todo el mundo.

El Manual ITS investiga cómo son evaluadas las inversiones en ITS para la operación de redes de carreteras y los indicadores de desempeño de las políticas relacionadas, con el fin de evaluar el éxito de las estrategias ITS de los diferentes países. Se identifican los factores de éxito para estrategias ITS y las precauciones a considerar para evitar el fracaso. Se elaboraron recomendaciones sobre cómo las autoridades de tránsito deben analizar y evaluar los planes ITS.

El Manual ITS ahora se utiliza como texto de referencia por algunas universidades y como base para seminarios de capacitación y desarrollo profesional en varios países, incluyendo estudiantes y profesionales en países con economías en transición. Se presenta en el Manual un catálogo de soluciones, con ejemplos prácticos que ilustran a través de estudio de casos cómo pueden ser implementados los ITS. Sin embargo, con el Manual, el Comité B2 se ha dado cuenta de dos cuestiones importantes:

1. Es necesario mantener vigente y actualizado el Manual recurriendo a la experiencia continua de nuevas implantaciones de ITS, por ejemplo, algunos de los estudios de caso presentados en este informe.
2. El alto costo de la compra de copias impresas de este manual o la suscripción a la versión on-line es una barrera para su uso con fines de formación, especialmente para los cursos de pregrado y profesionales de los países en desarrollo.

El Comité B2 ha respondido aprovechando que ha expirado el acuerdo de comercialización con los editores de la versión en idioma inglés hecho en 2004. El Comité decidió asumir la tarea de hacer que se tenga libre acceso en línea al Manual ITS, a través de Internet, sin costo de suscripción para que se pueda acceder al material y que cualquier persona pueda descargarlo en cualquier lugar.

A través de un contrato dado por el Departamento de Transporte de los EE.UU., en nombre del Comité B2, el texto completo del Manual ITS se importó al sitio web de CT-B2 de Operación de Redes de Carreteras y fue organizado de tal manera que permite una fácil impresión y descarga local por el usuario. El contenido en línea se ha organizado alrededor de varias cuestiones prácticas:

- ¿Qué son los Sistemas Inteligentes de Transporte?
- ¿Cómo funcionan los Sistemas Inteligentes de Transporte?

- ¿Qué hay sobre la arquitectura y los estándares de los ITS?
- ¿Cuáles son los beneficios de los ITS?
- ¿Cómo planificar y financiar ITS?
- ¿Cómo puedo lanzar ITS?
- ¿Qué hay de ITS en países en transición y en desarrollo?
- ¿Qué hay de ITS en el largo plazo?

Cada capítulo tiene una tabla de contenido en línea que muestra los temas tratados en ese capítulo, con opciones para ver y descargar el capítulo completo o seleccionar una parte del capítulo. El Manual ITS se ubicará junto al *Manual de Operación de Redes de Carreteras* publicado por la AIPCR en 2003, que también está disponible en línea para su descarga gratuita desde el sitio web de Operación de Redes de Carreteras. Juntos proporcionan recursos materiales relacionados con la gestión del tránsito, la gestión de incidentes, las operaciones de tránsito y para proporcionar servicios seguros y eficientes a todos los usuarios de la carretera. Los manuales también proporcionan directrices sobre la aplicación de tecnologías y servicios ITS, para la gestión de la congestión y la gestión de corredores en un sistema integrado de transporte.

El resultado de este proyecto será un sitio web actualizado y ampliado del CT-B2 Operaciones de Red de Carreteras de la AIPCR, en inglés y francés, que permitirá a los interesados acceder, descargar o imprimir el Manual de ITS y el Manual de Operación de Redes de Carreteras, por sección individual o por sub-secciones. Por favor visite el sitio web de Operaciones de Redes de carreteras en:

<http://road-network-operations.piarc.org/>

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Manual de Sistemas Inteligentes de Transporte (ITS) de la AIPCR, 2000  
Edición impresa (inglés solamente): ISBN 1-58053-103-2
- Manual de Operación de Redes de Carreteras de la AIPCR, 2003  
Disponible para su descarga en: <http://road-network-operations.piarc.org/>
- Manual de Sistemas Inteligentes de Transporte de la AIPCR, 2ª edición, 2004  
Disponible para su descarga en: <http://road-network-operations.piarc.org/>  
Las ediciones impresas:  
Inglés: ISBN 2-84060-174-5  
Francés: ISBN 2-84060-188-5

## PROYECTO DE CONCLUSIONES

La operación de las redes de carreteras no puede ser considerada hoy como un servicio limitado a las carreteras. Las estrategias para la operación de la red de carreteras deben tener en cuenta la movilidad global de personas y mercancías a través de los distintos modos. Por supuesto, las autoridades de tránsito o los operadores de carreteras no están en condiciones de determinar la política de transporte. Entre los socios que operan debe



desarrollarse una visión compartida y coherente de las operaciones de la red, a fin de proponer a los gobiernos un enfoque global. La cooperación incluye el intercambio de información con el fin de que los viajeros pueden acceder a datos coherentes que les permitan hacer su elección. Más que eso, los diferentes operadores deben cooperar en la operación diaria para ser capaces de aplicar sus propias estrategias de manera coherente. De la encuesta realizada por el Comité Técnico B2, la mayoría de los estudios de caso identificados tienen una dimensión multimodal. El trabajo futuro del Comité siguiente debe hacer hincapié en esta dimensión.

La cooperación en el futuro se extenderá al vehículo mismo: el conductor contribuirá cada vez más al sistema de transporte, gracias a la comunicación en tiempo real entre el vehículo y la infraestructura. Pero esto va a suceder realmente si se cumplen algunas condiciones básicas. Las comunicaciones vehículo-infraestructura requieren inversiones. Que se sepa, no se ha encontrado un modelo de negocio satisfactorio que le permita al sector privado invertir por cuenta propia. Además, es probable que haya importantes beneficios sociales en términos de seguridad y ahorro de energía que requieran inversión pública, pero hasta ahora no hay evidencia convincente de tales beneficios, y las autoridades se muestran reticentes a dar el primer paso. Debe llevarse a cabo la cooperación entre las autoridades de tránsito y la industria automotriz, desde luego debe hacerse extensiva a la industria vial (diseño de carreteras y equipos), a la industria OEM y a los operadores de telecomunicaciones.

AIPCR ha dado un importante paso adelante en el aprovechamiento y la difusión de conocimientos sobre ITS y la operación de la red, mediante la publicación en línea tanto del Manual ITS como del Manual de Operación de Redes de Carreteras. El Comité B2 expresa el deseo de que este servicio se mantenga y que el contenido se actualice regularmente en el futuro. Esto no será posible si se depende sólo de un grupo técnico de trabajo voluntario, debe encontrarse una manera para proveer un recurso editorial permanente para llevarlo a cabo.