



EXPLOTACIÓN DE LA RED VIAL & SISTEMAS INTELIGENTES DE TRANSPORTE

CONTROL DE LA RED

GESTIÓN DEL TRÁNSITO

Redes Regionales

Medidas de Control del Tránsito

Gestión del Tránsito Urbano

Gestión del Tránsito en Autopistas

Sistemas de Fiscalización

Estrategias de Gestión del Tránsito

Eventos Planeados

Incidentes de Tránsito

Zonas de Obras

Respuesta ante Emergencias

Gestión del Clima

Vehículos Conectados

Autores Charlie Wallace, Greg Speier and John Miles, traducido al Español por Eduardo Salonia

Version 1 - 20/10/2016

GESTIÓN DEL TRÁNSITO

Autores [Charlie Wallace](#), Greg Speier (Courage & Wallace, USA) and [John Miles](#) (Editor),
traducido al Español por **Eduardo Salonia**

Cuando hablamos de Gestión de Tránsito nos referimos a la combinación de medidas que se utilizan para preservar la capacidad de tránsito y mejorar la seguridad, la confiabilidad y rendimiento de todo el sistema de transporte por carretera. Estas medidas apoyadas por el uso de los Sistemas de Transporte Inteligente (ITS), sirven y ayudan al impacto del rendimiento de la red de carreteras en las operaciones del día a día.

La Gestión de Tránsito se refiere a la combinación de medidas que sirven para preservar la capacidad de tránsito y mejorar la seguridad, la confianza y la fiabilidad de todo el sistema de transporte por carretera. Estas medidas hacen uso de sus sistemas, servicios y proyectos en las operaciones del día a día que impactan en el rendimiento de la red de carreteras.

Este enfoque central, es el desarrollo y la integración de un conjunto de medidas de gestión del tránsito adecuadas para las necesidades locales y regionales. Para lograrlo, se realiza a través de un proceso de planificación que hace uso de la Ingeniería de Sistemas, la normalización y la documentación, como así también la gestión del rendimiento.

La aparición de los ITS en el campo del control del tránsito, ha permitido una serie de nuevos conceptos que deben entenderse en el marco de los sistemas innovadores. Algunos ejemplos incluyen el monitoreo de la contaminación, la prioridad del transporte público, etc. Estas características están comenzando a utilizarse en la mayoría de los sistemas de gestión de tránsito.

Cuando los sistemas de control de tránsito llegan a sus límites y donde el aumento de la capacidad o nueva construcción de infraestructura vial, no es factible, entonces pensamos en nuevas medidas. Estas pueden incluir restricciones sobre el libre uso de los vehículos individuales a través de Electronic Road Pricing (ERP) o una tasa de impuesto por congestión. (**Ver [Tasa por Congestión](#)**)

Algunos ejemplos de medidas de gestión de tránsito que puede adoptarse como parte de una estrategia de funcionamiento de la red son:

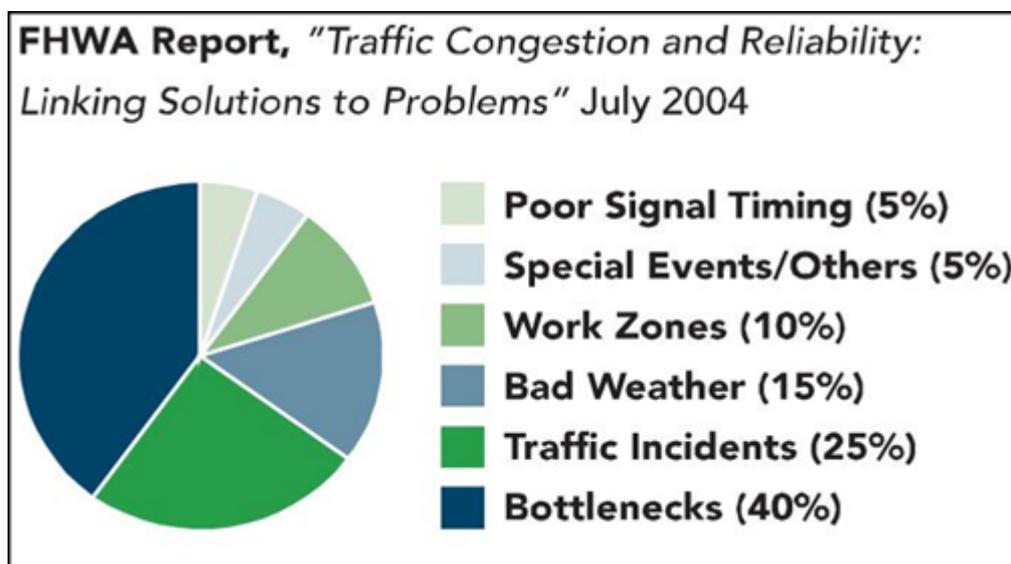
- Gestión de Incidentes (**Ver [Incidentes de Tránsito](#)**)
- Servicio de Información a Viajeros (**Ver [Sistemas de Información al Viajero](#)**)
- Señales de Tránsito y Gestión de Arterias Urbanas (incluye Control de Señales adaptativa) (**Ver [Gestión del Tránsito Urbano](#)**)
- Mediciones en rampas de acceso a Autopistas (**Ver [Gestión del Tránsito en Autopistas](#)**)
- Sistemas prioritarios de Transporte Urbano (**Ver [Señales de Prioridad de Buses/Tranvías](#)**)
- Medidas temporales - por ejemplo de acuerdo al clima o estación del año - ejemplo "Parqué y Pasé"
- Guía de la Ruta (**Ver [Información en Ruta y Previa al Viaje y Servicios](#)**)
- Control de velocidad (**Ver [Gestión de la Velocidad](#)**)
- Flujo del tránsito (Control de carril direccional) (**Ver [Gestión del Tránsito Urbano](#)**)
- Trato preferencial para clases de vehículos específicos - por ejemplo autos compartidos para el transporte de pasajeros (**Ver [Gestión del Tránsito en Autopistas](#)**)
- Gestión de Estacionamiento (**Ver Referencias para esta página**)

- Gestión de Mercancías (**Ver [Operaciones del Transporte de Pasajeros](#)**)
- Gestión del Clima en Ruta (**Ver [Gestión del Clima](#)**)
- Minimización de la Contaminación (**Ver Referencias para esta página**)
- Gestión de las zonas de trabajo (**Ver [Zonas de Obras](#)**)
- Control de las fronteras tanto de pasajeros como de carga (**Ver [Acreditación en Fronteras](#)**)

Hace algunos años, EEUU hizo un estudio, el cual trata de establecer las principales causas de la congestión del tránsito. Los resultados, promediados para todas las carreteras, se muestran en la siguiente figura. Una gran parte se debe a los cuellos de botella de la carretera y la mala sincronización de las señales (40% y 5% del total de la congestión en este ejemplo). Esta congestión se repite sobre una base diaria o semanal y se hace referencia a la **congestión recurrente**.

Multimedia: [The Phantom Traffic Jam - an explanation](#)

A pesar de que los datos que se muestran en la siguiente figura es particular de los EE.UU, la alta incidencia de los cuellos de botella apunta a cuestiones de gestión de la red y la insuficiente infraestructura. Este caso se presenta, especialmente, en las intersecciones de tránsito y cruces, y puede verse en cualquier carretera del mundo. Para hacer frente a estos problemas, se toman medidas de gestión del tránsito. Las proporciones de la figura son estimaciones compuestas por estudios de investigación actuales y pasados como consecuencia de la congestión. Estos estudios pueden ser considerados de proporciones equivalentes a mediciones actuales (año 2015) Publicaciones [FHWA](#).



Origen de las congestiones (EEUU 2005)

Como muestra la figura, la principal causa de la **congestión no recurrente** está basada en incidentes de tránsito. Casi la totalidad de la congestión no recurrente puede ser mitigada por mejores estrategias operativas. Incluso con mal tiempo, los ITS pueden ayudar, mitigándola. Frente a las emergencias más graves que por lo general presentan retos de magnitud, insistimos que una mejor planificación operativa, estar mejor preparados y dar una mejor respuesta, puede ayudar a mitigar muchos de sus impactos..

Los programas que tratan de minimizar la **congestión no recurrente**, incluyen la coordinación de las operaciones de la red de carreteras regionales, incidentes de tránsito y gestión de emergencias, manejo de la zona de trabajo, gestión del estado del tiempo en carreteras y las operaciones de mantenimiento de ITS. Asimismo existen otros métodos para mitigar la congestión del tránsito que incluyen el control y la

gestión de la demanda. (Ver [Medidas de Control del Tránsito](#) y [Gestión de la Demanda](#))

INFORMACION ADICIONAL

La congestión en los Estados Unidos es revisada anualmente por la Agencia Federal de Autopistas y reportada en su publicación llamada 'Urban Congestion Trends - various subtitles'. Disponible a través del 'Focus on Congestion Relief' <http://www.fhwa.dot.gov/congestion/>

Una guía específica de la cantidad de servicios de gestión del tránsito ha sido desarrollado por la autoridad Europea de Caminos y Operadores como parte del proyecto europeo llamado "EasyWay". La guía de ITS de este proyecto EasyWay ITS, está disponible para su descarga en <http://dg.easyway-its.eu/DGs2012>

La institución colegiada de Autopistas y Transporte del Reino Unido, edita el *Network Management Notes*, el cual cubre un número de tópicos de gestión del tráfico y está disponible para su descarga en <http://www.ciht.org.uk/en/knowledge/standards-advice/network-management-notes/index.cfm>

La publicación "*Green and ITS*" posee un capítulo sobre la Gestión del Tránsito (Ver [Green and ITS](#)).

FUENTES DE REFERENCIA

CEDR Conference of European Directors of Road *Comparison of the Congestion Policies of National Road Authorities*. Paris November 2011.

http://www.cedr.fr/home/fileadmin/user_upload/Publications/2012/e_Congestion_Policies.pdf

CEDR Conference of European Directors of Road *Traffic Management to Reduce Congestion*. Paris August 2012. http://www.cedr.fr/home/fileadmin/user_upload/Publications/2013/T12_Traffic_management.pdf

US Federal Highway Administration *Advanced Parking Management Systems: A Cross-cutting Study*. USDOT Washington D.C. January 2007 http://ntl.bts.gov/lib/jpodocs/repts_te/14318_files/14318.pdf

ECMT - *Managing Urban Transport Congestion* OECD 2007

<http://www.internationaltransportforum.org/Pub/pdf/07Congestion.pdf>

Sundvor, I. et al. *Road traffic's contribution to air quality in European cities* ETC/ACM Technical Paper 2012/14 European Topic Centre on Air Pollution and Climate Change Mitigation, Bilthoven The Netherlands 2012 http://acm.eionet.europa.eu/reports/docs/ETCACM_TP_2012_14_traffic_contribution_city_aq.pdf

REDES REGIONALES

Con el fin de controlar el tránsito para hacer frente a la congestión recurrente, pueden aplicarse los ITS y también otras medidas para todas las áreas urbanas y en las redes regionales de autopistas de velocidad, autovías, autopistas urbanas y otras carreteras principales. El objetivo general de estas medidas es hacer un mejor uso de la capacidad disponible a través de estrategias que mejoren el flujo de tránsito, como así también la suma de infraestructura de mayor capacidad de tránsito.

Los sistemas para gestionar el tránsito son muy diversos y pueden considerarse en dos niveles:

- **táctico:** son medidas que están diseñadas para controlar el tránsito local. Este tipo de medidas pueden ser desplegadas en cualquier ruta mediante la instalación de equipamiento ITS, ya sea en las intersecciones aisladas individuales o conectados a través de toda la ruta por medio de una red local.
- **estratégico:** son medidas que buscan equilibrar el tránsito y minimizar la congestión a través de un territorio más amplio e incluso en una red nacional. Este tipo de estrategias requieren un nivel de inversión en ITS a través de una red controlada y combinada con un enfoque global de toda el área de la gestión del tránsito. Esto implica, entre otras cosas, información en tiempo real y el intercambio de datos entre los centros de control local.

MEDIDAS TACTICAS

Los Centros de Control de Tránsito (TCC) son los responsables de las redes regionales y tienen la tarea de coordinar la gestión del tránsito en las rutas de mayor tránsito. (**Ver [Actividades operación](#)**). La gestión del tránsito en este nivel táctico consiste en la aplicación de los sistemas localizados, como rampa de medición, detección automática de incidentes y la utilización de circuito cerrado de televisión, apoyados por el uso generalizado de los VMS (Carteles de Mensajes Variables). Los sistemas de control de sí mismos se pueden agrupar en cuatro categorías:

- monitoreo del tránsito (**Ver [Actividades operación](#)**)
- control de señales dinámicas (planificaciones especiales, prioridad de señales, manejo de colas) (**Ver [Gestión del Tránsito Urbano](#)**)
- controles geométricos dinámicos - tales como carriles reversibles, prohibiciones de giros dinámicos, carriles de giro dinámicos (**Ver [Gestión del Tránsito en Autopistas](#)**)
- información al viajero (**Ver [Sistemas de Información al Viajero](#)**)

Aparte de las consideraciones presupuestarias, la elección de las medidas depende en gran parte del contexto operativo local que cubre diferentes entornos de funcionamiento, por ejemplo autopistas de alta velocidad de varios carriles que experimentan recurrencia en la congestión hasta carreteras de uso rural de dos carriles que sólo experimentan problemas en ciertas temporadas.

Para una carretera particular, el entorno operativo se determina por una combinación de tres factores:

- característica física de la carretera - por ejemplo autopistas a desnivel, carreteras de doble calzada o 2, 3 y 4 carriles y carreteras de una sola calzada
- tipología de la red local - si se trata de un corredor, red, enlace o un punto crítico
- las características del tránsito - principalmente el mixto, el flujo del tránsito y la seguridad vial

ENTORNO OPERATIVO DE LA RED DE CARRETERAS DE TRANS-EUROPEAN

El proyecto europeo llamado "EasyWay" ha desarrollado un sistema de clasificación para los entornos

operativos en la red de carreteras europeas llamada "Trans-european", el cual brinda el nivel de servicio esperado por los usuarios de esta red, por ejemplo la frecuencia de incidentes recurrentes de congestión y tránsito y la viabilidad de las posibles soluciones ITS para hacer frente a estos problemas.

El sistema puede ser utilizado para seleccionar los lugares de la red donde la mejora del uso de la gestión de tránsito sea más beneficioso - y para priorizar donde implementar diferentes medidas. Para el núcleo (en toda la red) los servicios de ITS se utilizan para clasificar el ambiente de operación que debe ser usado priorizando su implementación y si este debe llevarse a cabo en distintas fases.

Información adicional

EasyWay ITS Deployment Guideline ICT-DG01 EasyWay Operating Environments, disponible para su descarga en: <http://dg.easyway-its.eu/DGs2012>

El Control de las señales de tránsito en las carreteras multipropósito ya sean de simple o doble calzada se utiliza con frecuencia en las intersecciones aisladas, a menudo usando una estrategia de control que responde a la demanda. La instalación de señales de tránsito en cualquier carretera de alta velocidad exige una gran cuidado en cuanto a la seguridad del tránsito. La adopción de control en cada tipo de autopista y la señalización de las carreteras y arterias multipropósito, depende, principalmente, de una cuestión de inversión: cuando la necesidad se percibe como significativa normalmente aparecen los recursos para implementarla y el presupuesto de inversión aparece.

A medida que los volúmenes de tránsito sigan aumentando, la necesidad de considerar un tratamiento especial en cuanto a la gestión del tránsito, también aumentará en las áreas que lo requieran. A veces, la única táctica durante un incidente de tránsito es mantener colas de tránsito en la carretera para evitar que la interrupción sea mucho más prolongada. Un ejemplo es cuando las vías interurbanas regionales ingresan en un área urbana, se requiere que los sistemas de control de la autopista que estén estrechamente integrados con el sistema de control de tránsito urbano (**Ver [Estrategias de Gestión del Tránsito](#)**).

MEDIDAS ESTRATEGICAS

La gestión estratégica del tránsito se ocupa de informar a los conductores acerca de los principales incidentes y problemas de tal manera que puedan, en consecuencia, adaptar los planes de viaje. Las medidas estratégicas están pensadas para beneficiar el tránsito de larga distancia y hacer pleno uso de los servicios para viajeros, en particular la planificación dinámica de viaje (sensible al tránsito) y la información en ruta. (**Ver [Servicios al Viajero](#)**). El objetivo del controlador de red es equilibrar los flujos de tránsito en las diferentes rutas hacia la misma área de destino. Una distribución más uniforme del tránsito ayudará a reducir la congestión y, en caso de un incidente importante, la capacidad de responder rápidamente al desvío del tránsito fuera de la zona afectada. Incluso una pequeña reducción en la demanda, resultante de una información anticipada, puede tener un efecto dramático en los tiempos de recuperación si se puede evitar la saturación y la descogestión del flujo de tránsito.

Los avances en la tecnología han logrado hacer más realista el concepto de control de tránsito regional y estratégico. Estos sistemas estratégicos de gestión del tránsito se instalan para monitorear el tránsito estratégicamente a través de una red regional de carreteras en las que existen rutas alternativas. Estas medidas proporcionan advertencias de graves obstrucciones en el tránsito con consejos e instrucciones de las rutas recomendadas para el tránsito de larga distancia.

Los modelos de asignación de tránsito de red (como la Autopista CONTRAM en el Reino Unido), son utilizados a veces para decidir cuándo indicar una ruta alternativa de desvío en forma estratégica. Los

sistemas de tránsito y de información al viajero (Carteles de Mensajes Variables, sistemas de aviso y otra información para el conductor en ruta) se utilizan para aconsejar a los conductores cuando hay congestión y retrasos. (**Ver [Información en Ruta](#)**)

Estos sistemas de control regionales requieren el intercambio de información entre los centros de control táctico locales y los centros regionales estratégicos. En Europa varios proveedores de sistemas los ofrecen modulares, lo cual combina el control de tránsito urbano y la funcionalidad de tránsito de la carretera con el fin de permitir el control de la red local y regional.

La tendencia a la integración de la gestión del tránsito impulsará una mayor integración funcional de monitoreo, sistemas de información y control del tránsito. Este control de la red debería reducir de manera significativa los retrasos, aumentar la seguridad y reducir la contaminación, siempre y cuando haya suficiente capacidad disponible en la red regional que así lo permita.

MEDIDAS DE CONTROL DEL TRANSITO

El control de tránsito abarca todas las medidas destinadas a la distribución y el control de los flujos de tránsito en tiempo y espacio con el fin de evitar la aparición de incidentes o para reducir sus impactos. El control de tránsito es llevado a cabo por los operadores y los controladores de la red, en referencia a las políticas de gestión del tránsito predeterminados y sus planes. En la mayoría de los países, ésta es una actividad realizada coordinadamente con las autoridades encargadas de la vigilancia del tránsito, a menudo bajo su directo control. (**Ver [Planes de Gestión del Tránsito](#)**)

Es posible distinguir entre:

- Medidas de control directo utilizando semáforos, barreras "inteligentes" y Carteles de Mensaje Variable (VMS), con el fin de asignar prioridades de tránsito en tiempo y espacio (**Ver [Utilización de VMS \(Carteles de Mensajes Variables\)](#), [Gestión del Tránsito Urbano](#) y [Gestión del Tránsito en Autopistas](#)**)
- Medidas que se aplican contra violaciones de los sistemas de control y las leyes del tránsito - por ejemplo cámaras de video contra velocidades excesivas o la violación de semáforos con luz roja, vinculados a las cámaras ANPR (sistemas automáticos de reconocimiento de placas identificatorias. (**Ver [Sistemas de Fiscalización y Políticas / Fiscalización](#)**)
- Medidas indirectas de control, sobre todo información y recomendaciones a los conductores que afectarán individualmente a los vehículos, mediante las emisoras de radio FM, el acceso a la información previa al viaje (a través de páginas de Internet y aplicaciones en dispositivos móviles), para vehículos en ruta y en los sistemas de navegación a bordo. (**Ver [Sistemas de Información al Viajero](#)**)

MEDIDAS DE CONTROL INDIRECTO

Las medidas de control indirectas pueden caracterizarse como acciones que sean correctivas o preventivas. Estos métodos indirectos de control son compatibles con los sistemas de información al viajero. (**Ver [Servicios al Viajero](#)**)

ACCIONES PREVENTIVAS

La acción preventiva tiene por objeto advertir a los conductores de los problemas actuales y previsibles para que puedan realizar ajustes en sus planes de viaje. Esto incluye alertar a los conductores de los problemas eventuales previstos para que puedan reprogramar sus tiempos de viaje, elegir diferentes rutas o decidir no hacerlo. Esto requiere:

- Capacidad para predecir el impacto de las perturbaciones del tránsito (ya sean aleatorias, previsibles o recurrentes)
- Evaluación de rutas alternativas que se puedan utilizar en el caso de dificultades
- Difusión de toda la información preventiva a los usuarios

Los datos que son generados por los dispositivos [ITS](#) de campo y los vehículos sonda son recursos valiosos, los cuales proporcionan una base de datos con el fin de ser utilizados en los modelos de simulación, que puedan predecir la congestión y/o densidad de viajes. Esto permite a los administradores de los sistemas de logística y los operadores de los centros de control de tránsito tomar medidas para evitar la congestión, ya sea por prevención o recomendaciones sobre cambios de viaje.

MEDIDAS CORRECTIVAS

Las medidas correctivas están diseñadas para limitar el alcance o el impacto de los retrasos y la congestión que se produce normalmente en rutas estratégicas. Esto se realiza a través de medidas para limitar el acceso y desviar el tránsito hacia las carreteras menos congestionadas, a nivel regional. Los

desvíos deben planificarse en colaboración con las autoridades de tránsito y operadores de las rutas alternativas. Puede suceder que una ruta alternativa de alta capacidad no esté disponible. Asimismo otras opciones de desvío sólo estarán habilitadas para tránsito ligero, no pudiendo circular camiones y vehículos pesados. Algunas autoridades viales establecen un régimen de tránsito en rutas por temporada, por ejemplo en "vacaciones". Otros sólo desvían el tránsito cuando hay un cierre de la carretera o existe una emergencia (excepto en rampas, donde la desviación es indirecta).

Las acciones correctivas requieren:

- Planes de contingencia de gestión del tránsito establecidos en colaboración con las partes interesadas que se verán afectadas por las medidas que se apliquen (tales como los servicios de emergencia u otros operadores de carreteras).
- Una detección temporal o permanente y el sistema de monitoreo de las condiciones del flujo de tránsito a lo largo de la red de carreteras. Asimismo proceder a la recopilación de datos, su centralización y su procesamiento con el fin de diagnosticar la situación, como se puede desarrollar e implementar medidas de gestión del tránsito.
- Instalación de circuitos cerrados de televisión en los lugares de mayores problemas de congestión para apoyar la vigilancia de las condiciones de la red.
- Instalación de equipos específicos para la comunicación hacia los conductores de toda la información necesaria de control de la red en los puntos estratégicos, tales como la radio FM o mensajes de texto a través de VMS.
- Sistemas de información de usuario de la carretera en tiempo real para generar mensajes de atascamientos en el tránsito, con instrucciones para desviar a rutas alternativas.
- Uso de pictogramas limitantes de velocidad en carriles específicos sobre carteles de mensajes variables para carreteras de alto tránsito como parte de un esquema de gestión activa del mismo .
- Uso de los servicios de seguridad por patrullas móviles para cerrar accesos e implementar señales de desviación en ausencia de sistemas automáticos, o cuando se requiere una vigilancia especial de ciertos lugares de la carretera.

CIRCUITO CERRADO DE TELEVISION (CCTV)

Una parte esencial de las modernas operaciones de cobertura de la red de carreteras es el Circuito Cerrado de Televisión (CCTV), especialmente en los "puntos calientes" (hot spot) donde regularmente se producen accidentes o existe alta probabilidad de congestión de la red. Los operadores de los Centros de Control de Tránsito (TCCs) analizan las imágenes de CCTV en busca de pistas que interrumpan o demoren el tránsito, tales como un vehículo humeante que puede haberse averiado, escombros en la carretera, maniobras vehiculares peligrosas o excesivas, o algo que pueda derivar en un incidente de tránsito o congestión. Modernos desarrollos en el área de software utilizan técnicas de reconocimiento inteligente de imágenes que permiten un alto grado de automatización en la detección de incidentes. (**Ver CCTV**)

Muchos Centros de Control, no tienen suficientes operadores para centrarse en las imágenes de la cámara, incluso en el uso de "programas de rotación" o "tours de vídeo" para controlar una secuencia de cámaras. Con mayor frecuencia se utilizan métodos de reconocimiento que dicho sistema realiza, para alertar a los operadores de un incidente.

La imagen siguiente muestra un enfoque innovador utilizado por el DOT de la Florida del Distrito 4 CTP en el condado de Broward (EE.UU.), en el que la sección completa de las carreteras interestatales 95 y 75 puede ser monitoreada totalmente en un Video Wall. Se muestra el perfil de velocidad (velocidad media) del tránsito en las dos carreteras interestatales, de modo que los operadores pueden identificar rápidamente los puntos problemáticos. La adopción de medidas proactivas antes de que ocurra un probable incidente se asemeja mucho a un mantenimiento preventivo, es decir "solucionar el problema antes de que empeore."



Matriz de Pantallas de Visualización del estado del sistema (Foto cortesía del Distrito 4 del Departamento de Transporte del estado de Florida, utilizada con su autorización)

CARTELES DE MENSAJE VARIABLE

Los Carteles de Mensaje Variable (VMS) se denominan también como Señales de Mensaje Dinámico y Señales de Mensaje Cambiante. Una Señal de Mensaje Dinámico (DMS) se refiere a cualquier señal o panel gráfico, donde el mensaje (de texto o pictograma) mostrado al viajero puede cambiar. Un DMS puede ser también un Cartel de Mensaje Variable (VMS) o una Señal de Mensaje Cambiante (CMS), donde:

- VMS es una señal capaz de mostrar mensajes predefinidos o de programación libre que se puede cambiar de forma remota, es decir, con control individual de píxeles
- CMS son símbolos capaz de mostrar mensajes fijos predefinidos que no se puede cambiar de forma remota

A la Señalética de mensajes dinámicos portátiles la llamamos PDMS.

Los equipos de Señales de Mensaje Variable en Carretera son de suma utilidad y es la forma más común de implementación de estrategias de control de la red pudiendo establecer una excelente comunicación de instrucciones a los conductores. Los que son utilizados en carreteras urbanas, autopistas y autovías, son grandes construcciones, montados encima de soportes y situadas sobre la calzada. Algunos están montados en mástiles a un lado de la carretera. Los VMS / CMS requieren una fuente de alimentación y en el caso de los VMS, una muy buena comunicación entre el centro de control y la instalación.

Estos paneles proporcionan la comunicación a los conductores e informan sobre la necesidad de estar al tanto de las condiciones que se aproximan. Los VMS también tienen un papel clave en la gestión del tránsito en el plano estratégico como parte de una herramienta de control regional. En tal caso los VMS

están limitados a la visualización de mensajes cortos que - incluso con la mejora incorporada con los pictogramas - no puede transmitir la misma cantidad de información que otros métodos como radio o sistemas de información al conductor. (**Ver [Utilización de VMS \(Carteles de Mensajes Variables\)](#)**)

Categorías de situaciones de tránsito por carretera y para las que se muestran mensajes:

- congestión
- información de flujo de tránsito
- eventos no planeados (eventuales)
- trabajos sobre la carretera
- gerenciamiento de tránsito dinámico
- información relacionada con el clima
- anuncios previos
- circunstancias especiales y eventuales modalidades de conducción (car pull)
- mensajes de campañas relacionadas con el tránsito

Muchos [VMS](#) se colocan en lugares estratégicos - por ejemplo, poco antes de salidas de las autopistas importantes o cruces de autopistas. Esto es porque, llegado el caso, es posible una desviación del tránsito (dependiendo del mensaje que se muestra). A veces, estos [VMS](#) también se utilizan en intervalos regulares a lo largo de las arterias urbanas y autopistas, para proporcionar un sistema básico de gestión del tránsito - especialmente en carreteras que no tienen sistemas de control de carril.

El uso de [VMS](#) está, en la mayoría de los casos, coordinado desde un centro de control de tránsito (TCC) en el que se utiliza un sistema para controlar la visualización y para supervisar el tránsito. En los lugares donde se utilizan muchos [VMS](#), es muy importante que el operador sea capaz de tener una visión clara de todos los mensajes que se muestran. La interfaz de usuario también debe ayudar al operador en la creación, modificación y cancelación de los mensajes. (**Ver [Utilización de VMS \(Carteles de Mensajes Variables\)](#)**)

Algunos mensajes se mostrarán de forma automática, sin intervención de un operador - para las indicaciones del tiempo de viaje instancia en base a los datos de tránsito obtenidos de forma automática. Otros mensajes se pueden planificar de antemano - por caso, donde hay obras de carretera o pre-avances. En estos casos, los mensajes pueden ser pre-programados "off-line", mucho antes de que se utilicen. En el caso de mensajes, como los relacionados con incidentes repentinos o circunstancias meteorológicas, será necesaria una rápida reacción de un operador de tránsito.

Con el fin de estar preparados para situaciones impredecibles, tales como cierres de carreteras en el caso de accidentes, es aconsejable haber preparado de antemano (o parcialmente preparados) mensajes listos para mostrar de todo tipo de situaciones, con el apoyo de un sistema de control que puede manejar estos escenarios. En el caso de los eventos previstos, el uso de mensajes preparados puede ahorrar mucho tiempo al operador y posible confusión. (**Ver [Utilización de VMS \(Carteles de Mensajes Variables\)](#)**).

ASPECTOS PARA LOS PAISES EN DESARROLLO

Para el mantenimiento de los sistemas de control basados en [ITS](#), se necesita un alto nivel de sofisticación. Por ejemplo, los sistemas de control que requieren información de equipos de detección y/o imágenes de cámaras instalados a los lados de la carretera, dependerán de la habilidad del operador de la red de carreteras al instalar y mantener los sistemas. (**Ver [Vehículos & Carreteras](#)**). La inversión en la infraestructura de [ITS](#) tiene que ir acompañada con medidas adecuadas para la instalación de equipos, comunicaciones y mantenimiento y un presupuesto apropiado. También puede ser necesario poner en marcha algunos sistemas administrativos esenciales, como por ejemplo una base de datos de placas

identificadorias de las matrículas de los vehículos y las características del propietario, para poder hacer un completo uso de los sistemas de control y penalización.

Un problema que experimentan algunos países es el robo de los equipos electrónicos instalados en la carretera y los cables de comunicación relacionados. El cableado eléctrico y equipo electrónico tiene un alto valor y su robo provoca mayores costos de operación e información poco confiable. La condición física de la carretera también puede tener impacto en los sistemas de detección que se pueden utilizar: por ejemplo no se pueden instalar espiras inductivas en pavimentos que están en mal estado (baches y materiales de pavimento de mala calidad). En cierta medida, la tendencia hacia sistemas "inalámbricos" abrirá el camino para el despliegue de infraestructura más segura.

Los potenciales beneficios de un sistema de control de tránsito deben compararse con el potencial costo de su instalación y mantenimiento. Para obtener estos beneficios los países con economías en transición necesitan crear (o licitar bajo contrato) la capacidad organizativa necesaria para instalar su equipamiento y mantener el software,. En lugar de confiar en los sistemas avanzados que pueden ser difíciles de mantener y operar, el uso efectivo de los métodos menos sofisticados que utilizan las instalaciones existentes puede resultar más eficaz. (**Ver [Construcción de la Capacidad de ITS y Proyectos Prioritarios](#)**)

FUENTES DE REFERENCIA

EasyWay Consortium. ITS Deployment Guideline VMS-DG01 *Principles of VMS Design* available for download at: <http://dg.easyway-its.eu/DGs2012>

GESTION DE TRANSITO URBANO

Con los años, una amplia variedad de sistemas de gestión se han desarrollado para el control del tránsito urbano. Algunos de los métodos más comunes se muestran en el cuadro siguiente. Entre ellos, el control de señales de tránsito computarizado, también conocido como control de tránsito urbano (UTC), se ha convertido en una norma común de las grandes ciudades. En las redes urbanas de alta densidad de tránsito, hay claras ventajas de usar ordenadores para armonizar su control a las exigencias de equilibrio y flujo. Otros métodos implican la administración planificada del espacio público de las calles a través de asignaciones de carril, control de aparcamiento, prohibiciones de giro, sistemas de calles de un solo sentido y esquemas de flujo de la masa de vehículos. Asimismo se requiere una atención especial para los peatones, los ciclistas, los ancianos, etc.,. (**Ver [Seguridad de los Usuarios Viales Vulnerables](#)**)

MEDIDAS COMUNES DE GESTION DE TRANSITO URBANO

- Sistemas de calles de un solo sentido
- Rotondas y giros complejos de tránsito
- Cruces con señales controladas (en forma estática y accionada desde el vehículo)
- Control de señales de tránsito coordinadas en tiempo y vinculadas
- Control de señales en áreas computarizadas y vinculadas (tránsito sensible)
- Pasos de peatones y ciclistas señalizados
- Carriles selectivos para buses, taxis y ciclovías
- Prioridad para los buses en las señales de tránsito
- Sistemas de aparcamiento disuasivos
- Circuito cerrado de televisión (CCTV) para vigilancia del tránsito
- “puestras para buses” y otros sistemas de control de acceso
- cargos de tasa de congestión
- carriles de vehículos con alta ocupación y otros métodos de control de carril
- sistemas de información de parking
- Sistemas de información al conductor mediante Paneles de Mensaje Variable [VMS](#)

El diseño y la gestión de las redes de carreteras urbanas es un tema muy amplio. Las medidas que se toman relacionadas a [ITS](#), cumplen un importante papel en este tema.

CONTROL DE TRANSITO URBANO (CTU)

Los sistemas informatizados de CTU, permiten cambiar el plan de señal en respuesta a diferentes condiciones de tránsito. Entre ellos, los sistemas de control dinámicos han aportado beneficios sustanciales de la reducción de tiempo de viaje en el rango de 10% a 20%, principalmente a través de mejoras en la velocidad media. Algunos sistemas son: SCOOT (Reino Unido), SCATS (Australia), MOTION (Alemania), PROLYN (Francia), UTOPIA (Italia), y STREAM (Japón). Con demasiada frecuencia, estos beneficios quedan atrasados rápidamente por el crecimiento del tránsito. A veces el usuario no es consciente de los grandes beneficios que los sistemas actúan para evitar la congestión, hasta que se produce un fallo. **Ver [Control del Tránsito Urbano](#)**

Los Sistemas de Control de tránsito Urbano, están siendo cada vez más "inteligentes" gracias a la adopción de los [ITS](#) en varias maneras, por ejemplo: Retardo de tránsito y monitoreo de la congestión, Detección Automática de Incidentes (DAI), uso de sistemas expertos de control basados en las estadísticas

y la estimación de origen-destino dinámico. También mejora de la detección y el seguimiento del tránsito de red mediante los circuitos cerrados de televisión, con el soporte, en algunos casos el monitoreo en tiempo real de los enlaces y del tiempo de viajes en red, usando seguimientos satelitales de los vehículos y los informes emitidos por vehículos de prueba. (Ver [Monitoreo por Vehículos Sonda](#))

Aparte, existen otras características avanzadas disponibles, a saber:

- El reporte automático de detectores de tránsito, controladores, enlaces de comunicaciones y lámparas de señales que indican la necesidad de un mantenimiento, mejorando el tiempo de respuesta y reduciendo el tiempo de inactividad de cada dispositivo.
- Opciones de temporización de señales, que permiten a los ingenieros de tránsito, desarrollar estrategias de gestión de colas para regular el volumen de tránsito a través de las intersecciones críticas y cruces. Ejemplo de ello es a través de las señales de "prohibido el ingreso" a ciertas zonas sensibles.
- Tiempos de señal que se pueden adaptar en tiempo real para dar prioridad al transporte público activo sobre el resto del tránsito.
- Planes y estrategias de control de señales que se complementan con paneles electrónicos VMS para advertir de la congestión y los cierres de carreteras o proporcionan señales de dirección alternativas.
- Sistemas de aplicación de cámara que controlan la luz roja en los cruces con altos índices de accidentes.
- Métodos inteligentes de detección, los cuales permiten controlar los tiempos de semáforos y estrategias de control con el fin de satisfacer las necesidades de los usuarios vulnerables de la calle, como ciclistas y peatones.
- Estrategias de seguimiento y control de la contaminación del aire que responden a los objetivos medioambientales.

ESTRATEGIAS DE CONTROL DE TRANSITO

Las estrategias de control de tránsito ya no son sólo acerca de maximizar el rendimiento del desplazamiento del vehículo. Pueden ser diseñados para lograr restricción de tránsito obligatoria, por ejemplo a través de la absoluta prioridad para autobuses y transporte público, a expensas del resto del tránsito. Asimismo mediante la aplicación de políticas de gestión de colas y restricción del control de acceso a ciertas áreas críticas. Estos sistemas, ofrecen a los Ingenieros de tránsito y los Controladores de la red, de los medios adecuados para implementar una adaptación circunstancial en la gestión del tránsito urbano - que respondan a las políticas de transporte y las prioridades de gestión y su aceptabilidad por parte del usuario y de las políticas locales.

CARRILES COMPARTIDOS

Esto significa el uso de un carril para diferentes funciones en diferentes momentos del día: uso de vehículos de carga o tránsito normal, carga y descarga, estacionamiento permitido o no, etc. Por ejemplo, Barcelona utiliza el carril izquierdo de una arteria de cinco carriles ocupados alternativamente para tránsito normal, estacionamiento y carga y descarga en diferentes momentos del día.

El uso permitido se muestra por Carteles de Mensaje Variable (VMS) al inicio del carril y Señales de Mensaje Cambiantes a LED (CMS) a ciertos intervalos a lo largo del carril para indicar que está activo en ese momento.

CARRILES DE CONTRAFLUJO

Estos carriles de contra flujo en vías urbanas están reservados generalmente a las bicicletas, autobuses y taxis. En algunas arterias rápidas, un carril de contra flujo puede estar reservado sólo para autobuses o autobuses de tránsito rápido (BRT).

RESTRICCIONES DE GIRO

Esta estrategia se aplica al usuario que debe girar, hacia el lado del tránsito opuesto, en una intersección semaforizada. En el caso de los países que conducen por el lado derecho de la carretera, está prohibido girar a la izquierda en la intersección. Cuando el tránsito se conduce por la izquierda, las restricciones se aplican al giro a la derecha. La medida consiste en guiar al tránsito que debe girar en la intersección, a través de un bucle para que pueda acercarse a la intersección desde una dirección diferente. De esta manera se elimina el cruce en movimiento. Estas restricciones son a veces apoyados con VMS si es que se aplican sólo en ciertos momentos del día.

A veces la restricción de ciertos movimientos específicos puede traer un cambio en los patrones de tránsito y en movimientos individuales que usualmente son una molestia para los residentes locales o negocios. Si bien se producen inconveniente para algunos, ya que a veces son necesarios giros en "U", cambios de ruta u otras acciones, el funcionamiento global de la intersección es mucho más ágil. El inconveniente puede reducirse seleccionando adecuadamente los lugares para los giros en U a lo largo de la avenida o calle de doble mano o mediante el uso de un "bucle de tierra" o bucle de "mango de jarro", aunque esto requiere que los vehículos que giren, lo hagan dos veces en la misma intersección.

OPTIMIZACIÓN DE LAS SEÑALES DE TRÁNSITO (SEMÁFOROS)

La optimización de los semáforos, se ha aplicado a las redes urbanas durante muchos años. La práctica de coordinar los semáforos en las intersecciones sucesivas para dar producir que los grupos de vehículos transiten en una "onda verde" es un excelente método para aumentar el rendimiento del tránsito reduciendo el retardo, las detenciones y el consumo de combustible. Sin embargo, muchos sistemas de control de tránsito no se ejecutian optimamente, ya que en la mayoría de ciudades los semáforos y su control, necesitan ser revisados regularmente para asegurar que el tiempo específico de la intersección, esté optimizado para acomodar los patrones de demanda de vehículos en diferentes momentos.

El objetivo de estas medidas, es adaptar el funcionamiento de las señales de tránsito con el fin de que coincida con los flujos de tránsito o de establecer una política de regulación específica, como el ejemplo de la prioridad para el autobús. Esto puede ser usado en una intersección que se encuentra:

- en una carretera principal importante que está sujeto a variaciones de tránsito (picos vinculados a los viajes de fin de semana de temporada o especialmente)
- en un camino utilizado temporalmente como una ruta alterna
- en un área donde la estrategia de gestión del tránsito cambia con el tiempo

Este procedimiento consiste en:

- analizar los flujos de tránsito que se debe direccionar
- recopilar datos de tránsito específico (particularmente conteos direccionales y los movimientos de giro)
- la elaboración de planes para los semáforos requeridos
- implementación en el controlador de semáforos, que puede requerir la adición de detección o de control de equipos a distancia

El uso de modelos de simulación microscópica, permite probar rápidamente varias estrategias al mismo tiempo, como así también visualizar sus impactos, mientras se verifican cuantitativamente cuales son los criterios más satisfactorios. Esto puede incluir: el tiempo total del vehículo empleado en la red o la demora en tiempo para las diferentes categorías de usuarios.

Los planes de los semáforos, pueden activarse de varias maneras:

- de forma manual
- en un horario programado
- por un dispositivo automático que puede detectar la densidad del tránsito
- por un sistema centralizado que tenga en cuenta no sólo las condiciones locales, sino también a las condiciones del tránsito en una zona o incluso en toda la red

En el control de las señales de tránsito en las zonas urbanas se deben tener en cuenta las necesidades de todos los usuarios de la red, incluidos los peatones, los vehículos de dos ruedas y el transporte público. Esto requiere:

- el monitoreo y el correcto mantenimiento del equipo de vigilancia y control del tránsito, especialmente sus sensores
- el ajuste periódico de los controles al tránsito y/o de la política de gestión del mismo
- ocasionalmente conciliar las cuestiones puramente locales y las relacionadas con el tránsito

El Control de los Semáforos Adaptativo, puede eliminar el problema de reajuste temporal y, resultando a menudo, en una mayor eficiencia, ya que los sistemas de ajuste del ciclo de tiempos entre los distintos semáforos de una arteria o zona en tiempo real, pueden ser llevados a cabo al menos en algunos días y horarios predefinidos, para asegurarse un flujo constante y sin atascos. No obstante las estrategias de los controles tradicionales, seguirán siendo necesarias para cuando el sistema adaptativo falle o se vuelva inestable. Los planes fijos pueden ser útiles para tránsito giratorio como en las rotondas donde los patrones de demanda inesperados pueden causar bloqueos en algunas de las arterias ingresantes y que requiera un plan para "desbloquearla" y liberar el flujo.

CRUCES A NIVEL DE TRENES Y OTROS

A menudo, cuando en los cruces de trenes, puentes u otros tienen prioridad en las señales de tránsito y lo bloquean, los tiempos de señal en las intersecciones cercanas continúan como si no se hubiera producido la obstrucción. Por lo tanto los tiempos de los semáforos en ellas se deben ajustar para dar opciones a cambios de ruta y avisar mediante VMS a los conductores de los retrasos. Las estrategias de control de semáforos adaptativos, pueden ser capaces de reaccionar ante esta situación de forma automática.

CONTROL DE SEÑALES DE TRÁNSITO ADAPTATIVO

El Control de las señales de tránsito adaptativo, se refiere a los sistemas computarizados que se adaptan a las mediciones de tránsito reales y otras situaciones. Pueden hacerlo, ya sea a través de la opción "On Line" de los planes de control predeterminados o mediante el cálculo "On Line" de otros planes de control a medida pero en tiempo real. Es posible las combinaciones de los dos sistemas adaptativos. Asimismo miden las condiciones de tránsito temporales y ajustan dinámicamente el tiempo que se asigna a los diferentes flujos de tránsito de acuerdo con los volúmenes de tránsito medidos y las longitudes de cola. Ellos:

- ajustan el tiempo total del ciclo del semáforo en cada intersección
- varían el tiempo de luz verde dado a las diferentes fases de la señal en cualquier cruce (la temporización de la señal 'divide')
- alteran los tiempos de desplazamiento entre la fase verde en los cruces sucesivos con el fin de minimizar los retrasos generales

En condiciones de saturación, los ciclos de tiempo más cortos generalmente logran un mejor rendimiento del tránsito, debido a que los semáforos procesan las colas en la tasa máxima de servicio (llamada la velocidad de flujo de saturación) para todos los movimientos.

Debido a que los sistemas de control adaptativo en general, se optimizan automáticamente, hay menos necesidad de coordinar los tiempos de las señales de la forma tradicional. Esto se debe a que los algoritmos de control de señal se adaptan automáticamente a los cambios en la demanda (por ejemplo, el tránsito desviado de un incidente de la autopista), lo que elimina la necesidad de ajustes proactivos explícitos en los planes de frecuencia de cada semáforo. Los avances en los últimos años permiten el uso de estrategias de "compuerta" que hacen hincapié en la gestión de colas mediante el control del volumen total de tránsito que ingresa en una zona de alta congestión. Estas estrategias dependen de sistemas expertos y modelos dinámicos.

Debido a que el régimen de flujo de tránsito cambia, los objetivos de la operación y las prioridades pueden cambiar también. Por ejemplo, como la demanda de tránsito se incrementa, el nivel de servicio decae hasta que el flujo de tránsito se satura y se genera la congestión. Durante esa transición, el objetivo de control puede cambiar de flujo libre, para maximizar el rendimiento vehicular y, finalmente, controlar la cola.

Para las redes de arterias urbanas, la estrategia de "compuerta" puede ser aplicada para priorizar las colas de vehículos en los que hacen menor daño al tránsito en general. Estas estrategias proporcionan una forma para determinar donde se debe mantener el tránsito en cola, para causar menos alteración, de tal manera que el tránsito fluya libremente dentro de una zona cerrada. También es necesario reducir al mínimo el impacto que puede tener la cola del tránsito mediante el "bloqueo hacia atrás", que afecta a las intersecciones de anteriores al flujo.

Los sistemas de control de tránsito urbano más sofisticados tendrán en cuenta los parámetros tales como: longitud de las colas en los cruces, los tiempos de viaje de punto a punto y los retrasos en el tránsito. Estos pueden ser medidos usando diferentes técnicas tales como medir la longitud de cola por vídeo inteligente, lecturas de chapa patentes automática y los datos de los vehículos de prueba, espiras virtuales, entre otras.

Es importante comprender que incluso los sistemas completamente adaptativos en general no son totalmente automáticos. Siempre será necesario personal en la sala de control competente con experiencia en la gestión del tránsito, para hacer frente a situaciones complejas cada vez que surgan. A veces se logra mayor progreso utilizando rutinas tradicionales fuera de la línea de optimización, que los sistemas automatizados ofrecen. Por otra parte, no existe un sistema de señales de tránsito que sea capaz de lidiar con total éxito, con las condiciones del tránsito sobresaturados.

Al momento que la eficiencia en el control de tránsito llega a su límite práctico, beneficios adicionales en la gestión de los desplazamientos urbanos, vendrán mayormente del desarrollo de las políticas del control de la demanda induciendo modos, costumbres y tiempos de desplazamientos (por ejemplo, acceso controlado a las zonas urbanas, el teletrabajo y el coche compartido). (**Ver [Gestión de la Demanda](#)**)

PRIORIDAD AL TRANSPORTE PUBLICO

Los sistemas modernos de Control de Tránsito Urbano, generalmente incluyen la gestión de prioridades de los vehículos de transporte público y de emergencia - y cada vez más, los sistemas de información al viajero, tales como direcciones de estacionamiento y bicicletas, la ocupación de parking públicos y privados, la hora de llegada del próximo autobús, etc. (**Ver [Difusión de la Información](#)**)

Este concepto de señal de tránsito prioritario, utiliza sensores y/o "transponders" para detectar vehículos de transporte público (tranvías o autobuses) que se acercan a una intersección, mediante un control especial de software, ocasionando ya sea:

- ampliar el tiempo de la luz verde para permitir que el autobus pase, si las señales ya están en verde, o

- cambiar las señales de tránsito del tránsito contrario para darle paso después de que haya pasado un tiempo mínimo de luz verde.

Esto es también, una estrategia de gestión de la demanda, para fomentar el uso del transporte público, y se ha demostrado que no interfiere con el resto del tránsito irracionalmente, por lo que mejora el rendimiento general. (**Ver** [Gestión de la Demanda del Transporte](#))

FLUJO DE MAREAS

Los carriles centrales en las calles urbanas, se utilizan a veces para permitir el tránsito en una sola dirección por la mañana y en la dirección opuesta por la tarde. Por ejemplo Barcelona en España, utiliza carriles reversibles, que son llamados "control de flujo de mareas", en tres de los siete carriles de una arteria principal, los cuales son acompañados por Carteles de Mensajes Variables (VMS) sobre pórticos fijos. En Birmingham (Reino Unido) tiene una disposición similar en el Aston Expressway. En otras ciudades los carriles centrales han sido reservados para el transporte público expreso durante los períodos de alto tránsito (pico). Giros en las intersecciones están prohibidos, cuando el sistema está activo, y permitidos fuera de horas pico - también controladas por los mensajes de los VMS.

Estos sistemas se ponen en funcionamiento, básicamente, durante los períodos pico donde hay congestión recurrente con la capacidad disponible en la dirección opuesta (un carril mínimo). A veces esto implica el uso de equipo especial para mover una barrera física central de seguridad. Muchos esquemas de flujo de mareas sólo tienen que utilizar sistemas de señalización tales como "señales de asignación de carriles variables" colocadas encima de pórticos o soportes. Por razones prácticas, el cambio de carriles de dirección se hace generalmente básicamente, con un período fijo (cada día a horas predeterminadas), aunque varias ciudades de los Estados Unidos han puesto en práctica un concepto que permite la inversión más dinámica de direcciones de carriles.

FUENTES DE REFERENCIA

European Commission Urban ITS Expert Group (2013) *Guidelines for ITS Deployment in Urban Areas – ITS Action Plan Traffic Management Guidelines* European Commission, Brussels. Download at: http://ec.europa.eu/transport/themes/its/road/action_plan/doc/2013-urban-its-expert_group-guidelines-on-traffic-management.pdf

US Federal Highway Administration *Improving Traffic Signal Management and Operations Program*. See http://ops.fhwa.dot.gov/publications/fhwahop09055/sigopsmgmt_V.htm.

The SCOOT Urban Traffic Control System http://www.scoot-utc.com/documents/1_SCOOT-UTC.pdf

The SCATS Urban Traffic Control System <http://www.tcd.ie/civileng/Staff/Bidisha.Ghosh/Applied%20Transport%20Analysis/scatsbooklet.pdf>

Gardiner, K. et al. (2009) *Review of Bus Priority at Traffic Signals around the World* UITP Working Group Final Report, Brussels, available for download at: <https://www.tfl.gov.uk/cdn/static/cms/documents/interaction-of-buses-and-signals-at-road-crossings.pdf>

Bus Rapid Transit *What is BRT?* Information from the Institute for Transportation and Development Policy,

New York, USA <https://www.itdp.org/library/standards-and-guides/the-bus-rapid-transit-standard/what-is-brt/>

Sundvor, I. et al. (2012) *Road traffic's contribution to air quality in European cities ETC/ACM Technical Paper 2012/14* European Topic Centre on Air Pollution and Climate Change Mitigation, Bilthoven The Netherlands

http://acm.eionet.europa.eu/reports/docs/ETCACM_TP_2012_14_traffic_contribution_city_aq.pdf

GESTION DE TRÁNSITO EN AUTOPISTAS

Existen diferentes métodos de control que se aplican en las redes regionales de autopistas, autovías, autopistas de alta velocidad y otras carreteras principales. Su objetivo es mejorar o aumentar la capacidad y/o estabilizar el flujo de tránsito y prevenir las condiciones de frenado y arranque repentinos. La estabilidad de flujo también tiene un efecto beneficioso sobre el rendimiento del tránsito. Los métodos incluyen:

- el monitoreo de la performance del camino (**Ver [Actividades de Monitoreo](#)**)
- Control dinámico de las señales (planes especiales, prioridad de señales, cola de "by-pass")
- controles geométricos dinámicos (carriles reversibles, prohibición de giros dinámicos)
- control dinámico de la velocidad con aplicativos (**Ver [Gestión de la Velocidad](#)**)
- información al viajero (**Ver [Sistemas de Información al Viajero](#)**)

SEÑALIZACION DE LA CARRETERA

Los sistemas de control y gestión del tránsito regional, se comunican con los conductores, generalmente, a través de VMS. Estos por lo general poseen dos o tres filas de caracteres para formar un mensaje. A menudo, se le agrega a estas, señales de control de carril y, algunos países, pictogramas.

Los carteles de Mensajes Variables (VMS) proporcionan en forma táctica, los medios para informar a los conductores de la necesidad de estar al tanto de las condiciones que se aproximan. Los VMS también tiene un papel clave en el plano estratégico, como parte de una herramienta de control regional. Estos Carteles visualizan siempre mensajes cortos, e incluso con la mejora de la incorporación de pictogramas, no puede transmitir la cantidad de información que es posible con el uso de la radio en Ruta (FM), las redes sociales y todos los sistemas de información al conductor a bordo.

Multimedia: [Smart Motorways - Red X means a lane is closed](#)

MAS INFORMACION

Guía de desarrollos de Sistemas: ***EasyWay ITS Deployment Guideline VMS-DG01 Principles of VMS Design*** disponible para descargar en: <http://dg.easyway-its.eu/DGs2012>

MEDICION DE RAMPAS

La medición de las rampas, es una forma de gestión táctica ampliamente utilizada en Norte América. Se utiliza en menor escala en Europa y en el resto del mundo debido a los problemas prácticos de las rampas, autopistas más cortas y las rampas de acceso con capacidad de cola de vehículos más limitada. Para este método de control, es necesario la detección en la autopista o autovía tanto ascendente como descendente del punto de medición. La medición del tránsito se debe llevar a cabo en la rampa a ser liberada en un rango controlado típicamente por el volumen del tránsito que circula sobre la autopista principal.

Asimismo los medidores de rampa reducen la probabilidad de descomposición de flujo mediante los niveles de tránsito preventivos en la autopista provocando niveles de control inestables. Si esta inestabilidad ocurre y se producen muchas detenciones y arranques, hay una pérdida significativa de la

capacidad y de la formación de largas colas en la autopista debido al volumen de tránsito. El objetivo de medir la rampa es para prevenir o retrasar la generación de una ruptura del flujo, con el fin de maximizar el rendimiento. Uno de los objetivos de la medición es incentivar al tránsito de corta distancia, a desviarse de la autopista. Esto se consigue por:

- regular el flujo de tránsito adicional en la autopista que, si no se controla, ocasiona la demora del flujo y puede dar lugar a choques en cadena
- monitorear y gestionar el flujo de tránsito para lograr una distribución uniforme y evitar grandes pelotones de vehículos, los cuales desean ingresar a la autopista a la vez, lo que aumenta el riesgo de la ruptura del flujo vehicular

La medición de las rampas, se implementa mediante la instalación de señales de tránsito en las rampas de acceso para regular el flujo de tránsito en el ingreso de la autopista, durante el momento de pico de tránsito o períodos de congestión. Las señales, controlan la salida de los vehículos de la rampa, frenando el tránsito para permitir la fusión y la separación en pelotones de vehículos, según sea requerido. Es importante tener la capacidad suficiente para poner en cola a los vehículos de tal manera que las otras autopistas y/o carreteras de acceso adyacentes no se ven afectados por las colas de tránsito en espera.

El tiempo de las señales en la rampa, dependerá, en general, de las condiciones de tránsito tanto en los carriles principales y la rampa de salida. El acceso puede ser regulado independientemente (en cada una de las rampas) o centralizada, con los flujos admitidos en rampas consecutivas y son calculados por un sistema integral de gestión del tránsito. Este sistema requiere:

- señales de control (que pueden ser de dos o tres luces) localizadas al final de la rampa de acceso antes de la calzada principal, que son activadas durante las horas pico
- informando a los usuarios de la activación, o la activación inminente, del medidor de rampa
- un sistema de monitoreo de tránsito (automatizado con varios sensores) para determinar los flujos de tránsito actuales sobre los carriles principales y la demanda de tránsito en la rampa de acceso
- la capacidad de vehículos de la rampa de acceso para garantizar que las colas no interrumpan el tránsito en la red de carreteras arteriales que los rodea

En la práctica, los sistemas de medición de rampas están situados delante de los puntos de congestión de los "cuello de botella" recurrentes, y cumplen un papel de seguridad además de aliviar la congestión de la línea principal. Los medidores de rampa pueden ser instalados de forma individual o en combinación como un sistema dinámico.

La mayoría de los sistemas de medición de rampa que se han desplegado se basan en la demanda / capacidad o algoritmos de rango de ocupación y no se están coordinados en grandes áreas. Los sistemas más sofisticados pueden representar condiciones no sólo en los intercambios individuales, sino a lo largo de un gran tramo de la autopista. Una solución coordinada (tal es el caso de: ALINEA en Francia, por la circunvalación de París y la autopista "Ile-de-France") la cual consiste en imponer tasas de ocupación de la autopista, hacia adelante del destino, para cada uno de los sistemas de medición local. El conjunto de las tasas de ocupación están optimizados a para largas longitudes del camino.

Los sistemas de medición rampa, han demostrado ser una forma muy efectiva de mantener un buen nivel de servicio para el tránsito en la autopista, a expensas de aquellos vehículos que esperan para entrar. Esto puede considerarse como el costo que el usuario debe pagar, con el fin de disfrutar de los beneficios de una autopista relativamente fluida. Mediante el espaciado controlado del tránsito, hay menos cola en el carril de aceleración y el ingreso a la autopista se realiza más suavemente, lo que permite el flujo más estable y aumenta el rendimiento general. Esto produce que las velocidades del carril principal de la autopista, pueda incrementarse hasta en un 50%. Si bien se puede considerar un perjuicio para el tránsito las colas en la rampa, este retardo se traduce en una compensación de flujo en la línea principal de tránsito, tanto ascendente como descendente, donde se incluye el tránsito de unión. Asimismo existen

otros algoritmos de medición de rampa aún mas sofisticados y por lo tanto más eficaces.

La medición en rampa, no está desarrollada para desalentar a los conductores directamente para que hagan viajes cortos, pero puede tener la ventaja añadida de que podría disuadir a los conductores que hacen viajes cortos, cuando existan otras mejores alternativas.

MAS INFORMACION

EasyWay ITS Deployment Guideline TMS-DG03 *Ramp Metering* Available para descarga en :
<http://dg.easyway-its.eu/DGs2012>

Multimedia: [Ramp Metering: Signal for Success](#)

CONTROL DE CARRIL

El propósito aquí es adaptar el uso de los carriles disponibles, de acuerdo a las condiciones del tránsito. Esto a menudo implica el manejo del embotellamiento recurrente en un tramo de carretera vinculada a la insuficiente capacidad de la sección, o que dicho embotellamiento se produzca cuando uno o más carriles no estén disponibles. Esta medida abarca los siguientes campos de aplicación:

- Lugares con una sección transversal restringida que es difícil de ensanchar (pasos elevados, pasos subterráneos, túneles, etc.)
- secciones convergentes o divergentes que son generalmente adecuada, pero no están bien adaptados para algunas configuraciones de tránsito
- zonas de alto riesgo (túneles, secciones sujetas a derrumbes o vientos fuertes);
- areas en construcción

Ejemplos de usos específicos incluyen:

- asignación de dirección contraria del carril central en una carretera de dos vías
- utilización de una zona de detención de emergencia como un carril adicional en horas pico
- asignación en contra de un carril en una autopista dividida (carril utilizado en las horas pico o reservados para el transporte público)
- prohibición de circulación en carriles rápidos e intermedios para vehículos pesados (HGV, Heavy Goods Vehicle)
- carriles reservados para el transporte público, a veces vinculados a los servicios "Park and Ride" o autobuses de tránsito rápido
- carriles para vehículos de alta ocupación (HOV, High Occupation Vehicle)

La implementación del control de carril, requiere recursos tales como: controles automatizados (para verificar la consistencia de las instrucciones proporcionadas por diversas señales de asignación de carril), una barrera modular, o marcación temporal (conos o balizas).

Independientemente del método utilizado, la operación puede ser engorrosa y compleja. Todos los sistemas de control deben ser mantenidos en condiciones de seguridad contra fallos. Por ejemplo:

- las diversas configuraciones de funcionamiento, deben ser compatibles con las señales y disposiciones

- obligatorias existentes, lo cual a menudo requiere el reemplazo de algunas señales estáticas (especialmente indicaciones) con señales variables
- en un carril reversible en una ruta de dos vías o en un carril de contra flujo, en una carretera dividida, y para reducir el riesgo de colisión frontal, deben instalarse dispositivos de separación vertical (balizas u otros separadores).
 - además, muy a menudo, se necesitan métodos de detección automática de incidentes con el fin de reaccionar rápidamente a cualquier situación anormal
 - asimismo también pueden instalarse, sistemas automáticos de aplicación con el fin de reforzar la eficacia y la seguridad de los sistemas de control de carril

CARRILES ADMINISTRADOS ("HOT" LANES)

Los carriles administrados pueden ser aquellos que se construyan específicamente o carriles existentes de vehículos de alta ocupación (HOV) que se convierten en carriles de alta ocupación con pago de peaje (HOT High Occupancy Toll) . Estos funcionan como carriles con peaje utilizando Pago Electrónico de Peaje (ETC Electronic Toll Collection) o Peaje abierto (ORT Open Road Tolling). El pago se aplica a vehículos con un solo ocupante (SOV Single-Occupant Vehicles) y en algunos casos a los vehículos de baja cantidad de ocupantes. Los "Carpools" (automóvil compartido por dos o más ocupantes) generalmente pueden usar los carriles rápidos (Hot), sin cargo para fomentar un mayor uso del HOV. Aquellos vehículos de un sólo ocupante, pagan un peaje variable que depende de la hora del día, el nivel de congestión en los carriles de uso general y de la ocupación de los carriles rápidos (Hot). Los cambios en la demanda de los carriles de uso general a los carriles rápidos, es hacer un mejor uso de la capacidad disponible en éstos al tiempo que mejora el flujo para todos.

ZONAS DE TRABAJO

Carriles estrechos, desvíos, y los sistemas de tránsito en contra, se presentan a menudo durante la construcción, mantenimiento, ampliación y reconstrucción de autopistas. Estos hechos se convierten en algo común en la red de autopistas y, a menudo crean cuellos de botella graves que requieren medidas tácticas para advertir a los conductores de posibles retrasos. Muy a menudo se utilizan móviles con Generadores Propios para carteles de Mensajes Variables, para dar aviso de perturbación y mostrar el tiempo medio de viaje. A veces se utilizan cámaras para el control de velocidad, con el fin de minimizar el riesgo de accidentes y suavizar los flujos de tránsito.

PROHIBIR EL SOBREPASO DE VEHICULOS DE CARGA (HGV)

Prohibir el sobrepaso de un vehículo de carga, que circula generalmente por el carril mas lento. Aplicar esta prohibición de adelantamiento de vehículos pesados es una de las estrategias que permiten a los gestores de tránsito de carreteras, producir una mejora en el buen desplazamiento del tránsito durante las horas pico. Esta medida de control de tránsito puede mejorar la coexistencia de los vehículos pesados de mercancías, camionetas y autos privados en las redes con altos niveles de tránsito.

Sus objetivos son:

- monitorear y gestionar el flujo de tránsito de vehículos pesados en la red de carreteras
- mejorar los tiempos de viaje para los vehículos ligeros
- mejorar la seguridad mediante la reducción de las colas de vehículos causado por los adelantamientos de los camiones lentos
- garantizar una mejor aceptación de los vehículos pesados de mercancías por los demás usuarios.

MAS INFORMACION

EasyWay ITS Deployment Guideline TMS-DG06 *HGV Overtaking Ban* disponible para descarga en:
<http://dg.easyway-its.eu/DGs2012>

GESTION DINAMICA DE CARRIL

La gestión dinámica, permite la asignación flexible de los carriles de circulación, los cuales pueden ser modificados a través de VMS, carteles de orientación del tránsito, señales luminosas permanentes, señales de varias caras, marcadores LED del camino, y de instalaciones de direccionamiento y cierre. Las aplicaciones fundamentales de este servicio son: sistemas de flujo de los pelotones de tránsito, asignación de carriles en las intersecciones, asignación de carriles en los túneles.

El reverso dinámico de carriles de dirección, pueden hacerse con los sistemas que utilizan pórticos, pero siempre deben ser validado por el operador. La implementación del flujo de los pelotones a distancia por el operador, puede ser mejor si se utilizan cámaras de vídeo (cerrar el carril, espere a que ningún coche permanece en él, y luego abrirlo en la dirección opuesta).

CARRILES REVERSIBLES

Tener, flujo o contraflujo de pelotones de vehículos en una autopista, o tener un camino totalmente independiente reversible disponible, nos permite aprovechar la capacidad no utilizada para hacerlo en la dirección del flujo del tránsito en momentos de pico. Los ITS pueden facilitar su implementación y control a través del uso de VMS, señales de control de carril, pórticos controlados remotamente, circuito cerrado de televisión y sensores. Estos carriles reversibles han demostrado ser muy eficaz, en varias ciudades de Estados Unidos y en Barcelona en España . Un sistema de "flujo de pelotones" en la autopista, que conduce a Birmingham, en el Reino Unido ha estado en funcionamiento durante más de 30 años.

BARRERAS CENTRALES MOVILES

Con el fin de añadir capacidad durante los períodos pico de tránsito, pueden implementarse las barreras móviles. Esto funciona en formato similar al contra flujo, pero en lugar de dar paso a la circulación por el carril opuesto, la barrera que divide los carriles literalmente se mueve. Esto añade efectivamente un carril mas a la dirección de pico. Aunque los carriles adicionales suelen estar separados por líneas normales de carriles de pavimento y una barrera móvil, pueden utilizarse señales de control de carril y señales de mensajes dinámicos portátiles (PDMS) los cuales pueden ayudar con esta técnica.

MAS INFORMACION

EasyWay ITS Deployment Guideline TMS-DG01 *Dynamic Lane Management* disponible para descarga en: <http://dg.easyway-its.eu/DGs2012>

USO DE LAS BANQUINAS

También pueden utilizarse temporalmente las banquetas de la autopista con el objetivo de aumentar la capacidad de la vía cuando sea necesario. El nombre proviene de los carriles de la autopista utilizados en situaciones de emergencia, que originalmente tenían un pavimento relativamente débil, pero que actualmente están contruidos de mejor calidad con el fin de canalizar el tránsito en ciertas situaciones. El objetivo de su utilización es para aumentar el flujo de tránsito con el objetivo de evitar la congestión y reducir la probabilidad de incidentes relacionados con la congestión.

La circulación por la banquina, es similar a la creación de un carril adicional, pero tienen problemas específicos de seguridad cuando los vehículos se detienen ante una avería. Se añade la capacidad, y la seguridad se mantiene gracias a los dispositivos tales como circuito cerrado de televisión con procesamiento de imágenes para detectar un vehículo parado, señales de control de carril y de VMS. Se disponen áreas de refugio seguro para aquellos vehículos que necesiten detenerse cuando la banquina

está abierta al tránsito.

La circulación por banquina puede ocurrir en horarios fijos, o ser habilitada automáticamente por la demanda del tránsito, o iniciado por una orden Manual desde un operador de la sala de control. La medida se puede aplicar en los cuellos de botella, las ubicaciones donde es poco probable que se genere inseguridad (puntos negros) y ante recurrente falta de capacidad durante los horarios pico. Algunas autoridades permiten que los autobuses y, en algunos casos, el tránsito (mixto) pueda utilizarse en general dicho carril adicional, en ciertos horarios.

Los ejemplos siguientes muestran el corredor de la banquina en la I-66 en el Condado de Fairfax, Virginia, EE.UU., y un primer plano de la señal y el control de carril.



Habilitación del tránsito por arcén en I-66 - EEUU

MAS INFORMACION

EasyWay ITS Deployment Guideline TMS-DG04 *Hard Shoulder Running* disponible para descarga en: <http://dg.easyway-its.eu/DGs2012>

CONTROL DE VEHICULOS DE CARGA (HGV)

Aunque se diferencia de otros métodos de control de carretera, el control de los vehículos comerciales, especialmente los vehículos de carga, puede ser una parte importante del control de tránsito. Un sistema de control de carga normalmente utilizará GPS y teléfonos móviles para gestionar la ubicación exacta de un vehículo y su carga en un momento dado. Mediante el uso de este sistema, puede contribuir a la organización del tránsito de mercancías a la una ruta menos congestionada.

Las dificultades de la conducción en camiones y vehículos pesados durante la nieve, por ejemplo, puede aumentar la congestión del tránsito en toda la red. Una posible solución podría ser la organización de los vehículos pesados en convoyes. Este tipo de acción requiere:

- el trabajo de preparación para seleccionar las zonas de estacionamiento seguras y adecuadas para camiones y vehículos pesados
- estrecha cooperación con la policía de tránsito para detener los vehículos pesados
- organización de los convoyes y su escolta
- un buen plan de comunicación para proporcionar información para el conductor

MAS INFORMACION

EasyWay ITS Deployment Guideline TMS-DG06 *HGV Overtaking Ban* disponible para descarga en: <http://dg.easyway-its.eu/DGs2012>

CONTROL DE VELOCIDAD

El objetivo mas común de los controles de velocidad es alentatr a los conductores a viajar a una velocidad segura y para mejorar el flujo de tránsito. Son un medio para ayudar a los conductores a viajar a una velocidad constante y apropiada, teniendo en cuenta las condiciones del tránsito y meteorológicas imperantes. Persuadir a los conductores a adoptar velocidades más controlables, tiene necesariamente un efecto tranquilizante y reduce la probabilidad del cambio de carril en forma errática. La fluidez del tránsito permite mayor rendimiento. En algunos casos, estos sistemas también se utilizan para mitigar los efectos ambientales, como la contaminación o el ruido.

Las medidas se aplican generalmente a los tramos de autopista que experimentan congestión recurrente, de detención y arranque en las condiciones del tránsito, incluyendo paradas bruscas que pueden ser causantes de accidentes. Esto funciona:

- en los flujos de tránsito pesado, pero suaves, al imponer o recomendar una velocidad de conducción igual a la velocidad media del tránsito
- durante los períodos de alta congestión, mediante la imposición de velocidades mas lentas progresivamente y a graduar vehículos lentos al aproximarse a un área de atasco de tránsito

Aparte de controlar recurrentemente periodos de congestión, la regulación de la velocidad es una herramienta que puede ser utilizada en todo tipo de condiciones de tránsito, incidentes o áreas de accidentes.

Los sistemas de control de velocidad son más comunes en Europa que en los EE.UU. o Japón. Los principales beneficios se relacionan con la fluidez del tránsito, con un mejor rendimiento y una reducción en el índice de accidentes. Las velocidades indicadas son generalmente obligatorias, en lugar de sugeridas, y controladas por cámaras de velocidad. Están dedicadas a la reducción del rango de velocidades individuales en situaciones de no congestión y favorece a terminar con las colas cuando se

produce congestión. En algunos sistemas que poseen pantallas de límite de velocidad variable, éstos están acoplados con un sistema automatizado que ejecuta una aplicación con cámaras de vídeo con el grabación del números de matrícula. Asimismo emite citaciones a los conductores que exceden el umbral del límite de velocidad predeterminado. (**Ver [Sistemas de Fiscalización](#)**)

Los principales beneficios del control de velocidad radica en mejorar la seguridad vial y mejorar los tiempos de viaje. La fluidez del tránsito produce un ligero aumento de la capacidad, y una reducción en el número de accidentes, especialmente los accidentes por imprudencia. Los efectos en la capacidad son pequeñas y no puede resolver la congestión del cuello de botella pero, en en lugares donde la demanda se enfoca en la capacidad, el control de velocidad consiste en evitar la generación de condiciones de parada y arranque. En algunos casos, dependiendo de las condiciones de la carretera y las limitaciones de capacidad, la ruptura del flujo de tránsito puede ser evitada. Estos beneficios se obtienen mediante la reducción del diferencial de velocidad entre los vehículos y la atención puesta por el conductor.

Esta medida requiere:

- el monitoreo de la densidad del tránsito en forma constante y consistente y la recopilación de datos (rangos de flujo, velocidades de los vehículos y las tasas de ocupación de carril)
- un algoritmo de alto rendimiento para detectar cuando se genere flujos de tránsito inestable
- señales de mensaje variable a ciertos intervalos que permitan una visibilidad continua de los mensajes para los conductores
- iniciativas de información consistentes (campaña de información local para explicar la operación, recordatorios periódicos de instrucciones)

Monitorear de tránsito es indispensable: la operación puede ser completamente automatizada, pero un operador debe ser capaz de recuperar el control en cualquier momento si se produce un evento inesperado, tal como un accidente o cambio repentino de las condiciones meteorológicas. Esta medida es especialmente adecuado para autopistas urbanas y suburbanas, donde la alta proporción de conductores frecuentes, facilita el cumplimiento de las noramativas. Los tramos cortos de las autopistas controladas (por lo general unos 10 kilómetros) también promueven la adhesión a las velocidades máximas.

MAS INFORMACION

EasyWay ITS Deployment Guideline TIS-DG04 *Speed Limit Information* disponible para descarga en: <http://dg.easyway-its.eu/DGs2012>

US Federal Highways Administration *Engineering Speed Limits* disponible para descarga en: http://safety.fhwa.dot.gov/speedmgt/eng_spd_lm/mts/

LIMITE DE VELOCIDAD VARIABLE (VSL)

Los límites de velocidad legalmente exigibles pueden requerir el uso de VMS especiales que se asemeja mucho a la señal de límite de velocidad oficial, el cual se monta sobre soportes fijos. Asimismo son complementados por los sistemas de control de la velocidad que utilizan imágenes de una cámara para identificar vehículos por exceso de velocidad como así también a los conductores. En algunas jurisdicciones se requerirá la homologación de los VMS y de otras partes del sistemas, para que se los considere legales.

El control de velocidad se asocia a menudo con el control de carril debido a que ambas medidas generalmente utilizan el mismo equipo de visualización (pórticos y señalización). También se puede utilizar para la gestión de incidentes o de control de tránsito en zonas de trabajo.

Un efecto similar puede lograrse a través de señales de recomendación de velocidad, las cuales no deben estar necesariamente habilitadas legalmente, aunque tales avisos puedan tener bajo nivel de cumplimiento. Los conductores podrían hacer alusión a confusiones entre las velocidades exigidas (fijas) y las recomendadas (VMS).

El éxito de los sistemas Límite de Velocidad Variable (VSL), requiere que los conductores entiendan, y que razonen sobre los beneficios asociados que conlleva atenerse a la velocidad recomendada. En la mayoría de los casos, el límite de velocidad que aparece debe coincidir con las condiciones que los conductores se encuentran. Habrá algunos casos, cuando las circunstancias lo requieran un límite de velocidad reducida donde la razón es obvia: por ejemplo, cambios ambientales o problemas que se presenten delante, tales como accidentes o zonas de trabajo. Un estudio en el Reino Unido demostró que cuando se visualiza un mensaje en el VMS (Carteles de Información Variable) junto a la restricción de velocidad, se aumentó un 20% el cumplimiento del conductor a la restricción.

MAS INFORMACION

EasyWay ITS Deployment Guideline TMS-DG02 *Variable Speed Limits* disponible para descarga en: <http://dg.easyway-its.eu/DGs2012>

US Federal Highways Administration *Variable Speed Limits* disponible para descarga en: <http://safety.fhwa.dot.gov/speedmgt/vslimits/>

GESTION ACTIVA DEL TRÁNSITO

En el control de las autopistas se incluyen aplicaciones de varias técnicas combinadas de gestión automatizada del tránsito, tales como: límites obligatorios de velocidad variable (VSL), medidas para reducir la frecuencia del cambio de carril a través de mensajes tales como "Manténgase en el carril", controles de velocidad y otras medidas para controlar el tránsito. En algunos sistemas (por ejemplo, en el Reino Unido en la autopista alrededor de Londres y Birmingham), la pantalla de límite de velocidad variable está conectada con un sistema automatizado que incluye cámaras de grabación de vídeo de los números de placas, y que emite citaciones a los conductores que exceden el límite de velocidad predeterminada.

Multimedia: [Smart motorways use technology to manage congestion](#)

MAS INFORMACION

Dowling R.G and Elias A. *Active Traffic Management for Arterials - A Synthesis of Highway Practice* NCHRP Synthesis 447 Transportation Research Board, Washington D.C. USA, 2013 descarga en http://onlinepubs.trb.org/onlinepubs/nchrp/nchrp_syn_447.pdf

Federal Highways Administration *Active Traffic Management* disponible para descarga en: <http://ops.fhwa.dot.gov/atdm/approaches/atm.htm>

EasyWay ITS Deployment Guideline TMS-DG04 *Hard Shoulder Running* disponible para descarga en: <http://dg.easyway-its.eu/DGs2012>

UK Government gateway to information on *Managed Motorways / Smart Motorways* disponible para descarga en: <https://www.gov.uk/government/collections/smart-motorways>

FUENTES DE REFERENCIA

Dowling R.G and Elias A. **Active Traffic Management for Arterials** - A Synthesis of Highway Practice NCHRP Synthesis 447 Transportation Research Board , Washington D.C. USA, 2013 download at http://onlinepubs.trb.org/onlinepubs/nchrp/nchrp_syn_447.pdf

EasyWay Consortium (2012) ITS Deployment Guideline VMS-DG01 **Principles of VMS Design** disponible para descarga en: <http://dg.easyway-its.eu/DGs2012>

EasyWay Consortium (2012) ITS Deployment Guideline TMS-DG03 **Ramp Metering** disponible para descarga en: <http://dg.easyway-its.eu/DGs2012>

EasyWay Consortium (2012) ITS Deployment Guideline TMS-DG06 **HGV Overtaking Ban** disponible para descarga en: <http://dg.easyway-its.eu/DGs2012>

EasyWay Consortium (2012) ITS Deployment Guideline TMS-DG01 **Dynamic Lane Management** disponible para descarga en: <http://dg.easyway-its.eu/DGs2012>

EasyWay Consortium (2012) ITS Deployment Guideline TMS-DG04 **Hard Shoulder Running** disponible para descarga en: <http://dg.easyway-its.eu/DGs2012>

EasyWay Consortium (2012) ITS Deployment Guideline TMS-DG06 **HGV Overtaking Ban** disponible para descarga en: <http://dg.easyway-its.eu/DGs2012>

EasyWay Consortium (2012) ITS Deployment Guideline TIS-DG04 **Speed Limit Information** disponible para descarga en: <http://dg.easyway-its.eu/DGs2012>

EasyWay Consortium (2012) ITS Deployment Guideline TMS-DG02 **Variable Speed Limits** disponible para descarga en: <http://dg.easyway-its.eu/DGs2012>

US Federal Highways Administration **Active Traffic Management** disponible para descarga en: <http://ops.fhwa.dot.gov/atdm/approaches/atm.htm>

US Federal Highways Administration **Engineering Speed Limits** disponible para descarga en: http://safety.fhwa.dot.gov/speedmgt/eng_spd_lmts/

US Federal Highways Administration **Variable Speed Limits** disponible para descarga en: <http://safety.fhwa.dot.gov/speedmgt/vslimits/>

SISTEMAS DE FISCALIZACIÓN

A pesar de que la situación puede variar entre las distintas jurisdicciones, la aplicación de las normas de tránsito a menudo se convierte en relevante para las operaciones de la red. Para garantizar un flujo de red sin problemas, se espera que los usuarios de la carretera a cumplir con las regulaciones. A menos que esas regulaciones son auto-cumplir (por ejemplo, control de velocidad a través de medidas de templado de tránsito) es necesario que haya una manera de que se cumplan los reglamentos.

La obligación que se cumplan las leyes de tránsito, no es nueva. Los recientes avances tecnológicos han permitido novedosos métodos de aplicación automática. El uso de la imagen digital y procesamiento de imágenes, tales como el reconocimiento automático de matrículas, ha tenido un enorme impacto.

Los métodos de aplicación que utilizan las nuevas tecnologías, implican algún tipo de detección automática. Sensores y cámaras digitales hacen posible detectar mejor los excesos de velocidad, violaciones de luz roja y otras evasiones reglamentarias. La función de aplicación de sanciones, generalmente la lleva a cabo una organización responsable de la aplicación (por lo general la autoridad policial). El mayor beneficio de estos sistemas de supervisión se observa que es su efecto disuasorio. Si bien los sistemas que se aplican son impopulares, generalmente causan que la mayoría de los usuarios se vuelvan más cautos, con el consiguiente aumento de la seguridad y mejora en el rendimiento general de la red. (**Ver [Políticas / Fiscalización y Cumplimiento de la Ley](#)**)

CAMARAS DE CONTROL DE VELOCIDAD

Uno de los usos más frecuentes de aplicación automática, es el cumplimiento de los límites de velocidad que utilizan cámaras de video y fotos. Esto requiere una cámara especial que medirá la velocidad de cada vehículo. En muchos casos, el sistema simplemente detecta la velocidad del vehículo y se la muestra al conductor en carteles de lectura rápida, que a menudo es suficiente para que reduzcan su velocidad. En otras situaciones, el sistema tomará una foto del vehículo infractor acompañado por el seguimiento. Esto por lo general incluyen la captura de la placa de matrícula del coche. En algunos casos, es necesario incluir la imagen del conductor, ya que en muchos países, el propietario del vehículo no puede ser responsable por las acciones de otra persona que lo conduzca.

El sistema de control de la velocidad puede ser fijo o en una unidad móvil. La información adquirida por el sistema, será utilizada por el organismo de aplicación para aplicar las sanciones o, si es necesario, perseguir al infractor. Los tiempos de viaje "punto a punto" pueden ser controlados mediante la instalación de dos cámaras que están vinculados. También es común la utilización de la monitorización de la velocidad media, la cual se usa para regular la velocidad del tránsito sobre las secciones determinadas, como zonas de trabajo. **Ver [Gestión de la Velocidad](#)**

EVASION DE LA LUZ ROJA

La evasión de luz roja en los semáforos, puede conducir a accidentes graves ya que es extremadamente importante que se respeten los semáforos. Existen dos opciones para el control: que esté presente personal policial o que las cámaras actúen en su reemplazo. Existen sistemas automáticos que utilizan un sensor de velocidad (bucle inductivo) incorporado en la calle y una cámara instalada coordinada con las señales de tránsito. La luz roja del semáforo y el sensor del vehículo, en conjunto, activarán la cámara y se tomará una imagen del vehículo infractor. Los sistemas más avanzados (espiras virtuales) utilizan tanto la cámara para detectar violaciones como para fotografiar la infracción.

PASOS A NIVEL DE FERROCARRIL

Donde un ferrocarril cruza una carretera o autopista en un paso a nivel, siempre hay un posible problema de seguridad. El nivel de protección varía considerablemente entre los diferentes países y regiones, los cuales están protegidos por pórticos, luces o barreras intermitente. También aquí existen los sistemas de aplicación de infracción, destinados a mejorar la seguridad. Son sistemas tales como la evasión de luz roja del semáforo que vimos anteriormente, ya que si un vehículo de carretera ingresa en un paso a nivel durante un período de advertencia, el mismo va a ser fotografiado y multado.

La tecnología ITS está desarrollando sistemas que pueden detectar potenciales conflictos de vehículos en ruta ante un cruce ferroviario y ayudar a prevenir las colisiones. Por ejemplo, un equipo australiano está probando un sistema de alerta de colisión en los vehículos que utiliza el GPS y Comunicaciones de Corto Alcance Dedicados (DSRC) para advertir a los vehículos si un tren se acerca a un cruce.

Multimedia: <https://www.youtube.com/watch?v=BJ65SSz6zaA>

SEGUIMIENTO DE VEHICULOS PESADOS (CAMIONES)

Los vehículos pesados (en particular camiones) son conducidos a menudo por el mismo conductor. Por lo tanto la fatiga puede provocar accidentes. En muchos países, existen regulaciones que indican la cantidad de tiempo máximo que un conductor puede conducir un camión. Con el fin de controlar su cumplimiento se instalan "cajas negras" o tacómetros electrónicos los cuales detectan cualquier movimiento brusco como así también la localización del mismo en todo su recorrido. (**Ver [Seguridad del Conductor](#)**)

PESAJE DINAMICO

Desde que existen regulaciones mediante las cuales en la carretera sólo se puede circular con una cierta cantidad de peso por eje, es importante asegurarse de que los vehículos pesados, no están sobrecargados y estén dentro de los límites legales permitidos. De lo contrario, habrá un deterioro significativo de la estructura de la carretera. Sistemas de pesaje en movimiento (WIM), también llamado Pesaje Dinámico, utilizan sensores en el camino para medir el peso por eje de cada vehículo. Cuando se detecta un vehículo sobrecargado, se debe notificar a la autoridad de aplicación para tomar las medidas adecuadas.

Ver [Detección de Peso](#))

PROBLEMAS LEGALES

Dado que la mayoría de violaciones pueden ser impugnadas en los tribunales, los sistemas deben adaptarse para cumplir los requisitos legales de cada país. En algunos casos, sólo es necesario el número de matrícula del vehículo para registrar al vehículo infractor, mientras que en otros lugares, el conductor debe ser identificado. Para que estos sistemas puedan ser eficaces y tengan el efecto disuasorio deseado, es necesario recopilar toda la información que se pueda para ponerla a disposición del tribunal. El equipo debe estar homologado y certificado que el mismo funciona con el nivel requerido de precisión y fiabilidad. La homologación es importante ya que evita una impugnación legal basada en equipos y

procedimientos inadecuados. (**Ver** [Certificación del Equipamiento](#))

PROBLEMAS DE PRIVACIDAD

La privacidad es otra cuestión importante. Es extremadamente necesario mantener un registro confidencial. En el caso de la identificación y notificación de delincuentes, puede que sea necesario capturar fotografías de los mismos, que a veces conduce a problemas de privacidad. (**Ver** [Privacidad](#))

ASESORAMIENTO A PROFESIONALES

Una de las cuestiones más difíciles en la aplicación es la adecuada coordinación entre la agencia de la aplicación y el operador de la red de carreteras. En muchos países, los operadores de carreteras no tienen el poder de hacer cumplir las regulaciones (esto es por lo general trabajo de la policía). Es importante establecer buenas relaciones de trabajo con la policía de tránsito, para asegurar que las actividades de aplicación faciliten un mejor funcionamiento de la red.

ESTRATEGIAS DE GESTIÓN DE TRÁNSITO INTEGRADAS

Hasta hace una década, los sistemas de control de tránsito urbano y en las autopistas se consideraban por separado, tanto desde el punto de vista técnico como institucional. A medida que la demanda de tránsito aumenta la necesidad de un intercambio sin problemas entre los sistemas, se hace más importante. Es particularmente importante la necesidad de integración, en situaciones en las que hay gran cantidad de rutas, autopistas, autovías y carreteras cercanas. La demanda de sistemas confiables de información al conductor en tiempo real, sigue en aumento. Cada vez más el control del tránsito en las vías urbanas ya no puede ser tratado separadamente al control de tránsito en carretera.

El concepto de Gestión Integrada del Corredor (ICM) es uno de los avances más significativos en la integración de funciones y recursos entre las diferentes organizaciones. Las operaciones entre las autopistas y las carreteras arteriales están estrechamente coordinadas desde un único centro de control de tránsito (TCC) o comunicados con otros centros de control cercanos. El objetivo es lograr un equilibrio general de tránsito entre rutas que se disponen para destinos en común. Esto implica equilibrar la demanda a través del control de semáforos y el uso proactivo de información para el conductor, junto, en algunos casos, con los desvíos de tránsito inteligentes.

La Gestión Integrada del Corredor está diseñada para operar las autopistas y la red vial arterial y para optimizar el uso de ambos. Se aplica especialmente a un conjunto de rutas de viaje, similares, que ensten en paralelo, y que lleven a destinos similares. Lo ideal sería que un solo TCC administrara el tránsito en todas las autopistas y las carreteras principales, de modo que los operadores pueden cambiar los recursos, y la demanda de una calzada a la otra cuando las condiciones, así lo requieran.

Una alternativa a un solo TCC, es la integración de varios centros de control mediante el intercambio de datos, imágenes, información y toma de decisiones. Sus directivos necesitarán Planes de Gestión de Tránsito (PGT) y Procedimientos Normalizados de Trabajo (PNT) que dirijan el tránsito a lo largo del corredor y gestionarlo cuando se produce un incidente. (**Ver [Administración del TCC \(Centro de Control del Tránsito\) y Planes de Gestión del Tránsito](#)**) Las operaciones integradas fuertemente son especialmente beneficiosas en la gestión de eventos especiales planificados, cuando la circulación por carretera utiliza tanto las calles urbanas como las autopistas.

La gestión del transporte público es, a menudo, un elemento importante de control de la red. Por ejemplo, donde uno o más autobuses y/o estaciones de tránsito rápido multimodales se encuentra dentro del corredor gestionado. Pero sin embargo, las operaciones del transporte público (por ejemplo, el envío y el tiempo entre vehículos) se gestionan desde un centro de operaciones de transporte específico y por separado. (**Ver [Operaciones del Transporte de Pasajeros](#)**)

El despacho aduanero de mercancías demuestra el uso de los ITS en ciertos corredores. Esto podría ser un corredor de mercancías por carretera o de carga o un corredor trans-continental o de país a país como México a Canadá (a través de los EE.UU.) o Nicaragua a Panamá (a través de Costa Rica). (**Ver [Aplicación de la Ley](#)**)

FUENTES DE REFERENCIA

US Federal Highway Administration **Corridor Traffic Management** Office of Operations webpage at: http://ops.fhwa.dot.gov/aboutus/one_pagers/corridor_trafficmgmt.htm

EasyWay Consortium (2012) **Traffic Management Plan Service for Corridors and Networks** ITS
Deployment Guideline TMS-DG07 Available for download at: <http://dg.easyway-its.eu/DGs2012>

EVENTOS ESPECIALES PROGRAMADOS

Los actos programados tienen un impacto significativo sobre las operaciones de la red de carreteras. Ellos incluyen eventos deportivos, conciertos, festivales, convenciones multitudinarias, que se realizan en lugares permanentes de usos múltiples (por ejemplo las arenas, estadios, hipódromos, parques de atracciones, anfiteatros y centros de convenciones). También se incluyen eventos públicos no tan frecuentes como desfiles, show de fuegos artificiales, carreras de bicicletas, juegos deportivos, carreras de motocicletas, festivales de temporada y otras celebraciones en lugares temporales.

En los EE.UU., estos eventos especiales son conocidos como "Actividades Planificadas" y se definen como: "Actividad pública programada a determinada fecha y hora, en una ubicación y con una duración que puede afectar el normal funcionamiento de la red de transporte de superficie, debido al aumento de la demanda de viajes y/o reducción de la capacidad de la red atribuida a dicho evento".

Se pueden identificar cinco categorías de eventos especiales, de acuerdo a sus características:

- evento único o recurrente en un lugar permanente, tal como eventos deportivos
- evento continuo, que atrae a un gran volumen de tránsito a lo largo de un cantidad de días, tal como un gran parque temático
- eventos que usan la calle, como un desfile o manifestación que requiere su uso y por consiguiente ocupación y cierre
- evento regional con lugares múltiples, como Juegos Olímpicos, fútbol Copa del Mundo
- eventos rurales, tales como ferias del país, reuniones y fiestas religiosas (por ejemplo - el Festival de Woodstock en Nueva York Estado de EE.UU. y Glastonbury en el Reino Unido)

Estas son todas las diferentes maneras que inciden sobre tránsito y con frecuencia requieren de una mayor planificación para su gestión, su preparación previa y la respuesta que se debe brindar. Difieren de otros tipos de eventos, en varios aspectos importantes, a la vez que incluyen a un nuevo conjunto de actores que no participan en otros momentos de incidentes y emergencias, a saber:

- sponsors de eventos
- organizadores del evento
- delegaciones visitantes
- directores de espacios y personal de operaciones
- planificadores de eventos y consultores
- equipo de construcción
- catering
- autobuses, con pañías de coches y limusinas
- medios de comunicación social (distinto a medios de seguridad ciudadana)
- compañías de seguridad
- compañías de transporte de pasajeros de corta y larga distancia
- personas electas e importantes a cuidar

ASESORAMIENTO PROFESIONAL

Estos eventos especiales pueden llegar a tener un impacto significativo en la seguridad del transporte, la movilidad y la confiabilidad en el tiempo de viaje e incidir en todos los medios de transporte y las infraestructura vial de la ciudad. Manejar la movilidad en estos eventos, incluye:

- funciones avanzadas de planificación, coordinación y colaboración de las partes interesadas
- el desarrollo de un plan de gestión del transporte de varias agencias
- comunicar a la población de los problemas que pueden ocasionar los eventos públicos y de los posibles impactos en los tiempos de viaje
- la coordinación de los servicios de agencia y distribución de los recursos.

Los eventos como los Juegos Olímpicos de Londres requieren una planificación considerable. Se introdujeron los carriles de tránsito dedicados a los vehículos que transportan los competidores a sus eventos, se estableció un centro de mando y control y se construyó otra carretera adicional (controladas principalmente por equipos de [VMS](#) y de detección de vehículos) (**Ver Caso de Estudio [London 2012 Olympics](#)**)

Los objetivos en la práctica de la gestión de viajes para eventos especiales programados deberían ser los siguientes:

- establecer entre todos los actores un procedimiento para no perder de vista las 4-Cs: Comunicación, Cooperación, Coordinación y Consenso), y compartir los recursos de equipos y personal, incluyendo las operaciones del tránsito, el Centro de Gestión de Tránsito y las patrullas móviles Servicio de Seguridad. (**Ver [Centros de Control del Tránsito](#) and [Patrullas Móviles](#)**)
- adoptar procedimientos y protocolos para mejorar la planificación anticipada y las operaciones el día del evento, incluyendo un Plan de Gestión de Tránsito, con diferentes escenarios de respuesta a incidentes. (**Ver [Planes de Gestión del Tránsito](#)**).
- mitigar los impactos potenciales en los viajes a otros usuarios de la carretera y a la comunidad en general, en particular utilizando los sistemas de información al viajero (**Ver [Sistemas de Información al Viajero](#)**)
- aplicar tecnologías, tales como Señales Portátiles de Mensajes Dinámicos, para reducir al mínimo las necesidades de personal de campo y mejorar la supervisión en las condiciones de viaje y reducir la congestión (**Ver [Utilización de VMS \(Carteles de Mensajes Variables\)](#)**)
- influenciar en la elección de los viajes, incitando al uso de los transportes público y en las iniciativas de la Gestión de la Demanda de Viajes y en la difusión de la información del viajero (**Ver [Gestión de la Demanda del Transporte](#)**)
- facilitar al equipo organizativo y de comunicación de equipamiento de sonido para el día del evento (**Ver [Operaciones Integradas](#)**)
- integrar los resultados de la experiencia obtenida en la evaluación de control de eventos, para futuros eventos especiales - incluyendo la actualización de los Centros de Control del Tránsito, en la Gestión de Incidencias del Tránsito y en los Planes Operativos de Emergencia (**Ver [Planificación de la Respuesta ante Incidentes](#)**)

Los objetivos de la gestión del tránsito y viajes de este tipo de eventos, son los siguientes:

- previsibilidad: la aplicación de procesos integrados de trabajo en equipo entre las diferentes organizaciones involucradas
- seguridad: a través la activación de los equipos de Gestión de Incidentes de Tránsito y las patrullas del Servicio de Seguridad
- eficiencia: el uso todos los recursos [ITS](#) para el seguimiento del tránsito, información de viajes, operaciones de la red y su control
- cumplir con las expectativas en los patrones de eventos públicos: mediante la maximización de la eficiencia de las operaciones de tránsito

FUENTES DE REFERENCIA

Latoski, S.P., W.M. Dunn, B. Wagenblast, J. Randall, M.D. Walker (2003) **Managing Travel for Planned Special Events** Report No. FHWA-OP-04-010, US Federal Highways Administration, available at <http://ops.fhwa.dot.gov/publications/fhwaop04010/handbook.pdf>.

US Federal Highway Administration. **Managing Travel for Planned Special Events** (Fact Sheet) at http://ops.fhwa.dot.gov/publications/fhwaop04034/fact_sheet.htm

EasyWay Consortium (2012) **Forecast and Real Time Event Information** ITS Deployment Guideline TIS-DG02 available for download at: <http://dg.easyway-its.eu/DGs2012>

INCIDENTES DE TRÁNSITO Y EVENTOS INESPERADOS

La Gestión Integral de Incidentes de Tránsito, (TIM) es la respuesta a los accidentes de tránsito, incidentes y otros eventos no planificados que se producen en la red de carreteras, a menudo en situaciones potencialmente peligrosas. El objetivo es manejar incidentes con seguridad y rapidez, para evitar nuevos accidentes y restaurar las condiciones del tránsito a la normalidad lo antes posible. Se requiere el despliegue de un conjunto respuestas sistemático, planificado y coordinado de acciones y recursos.

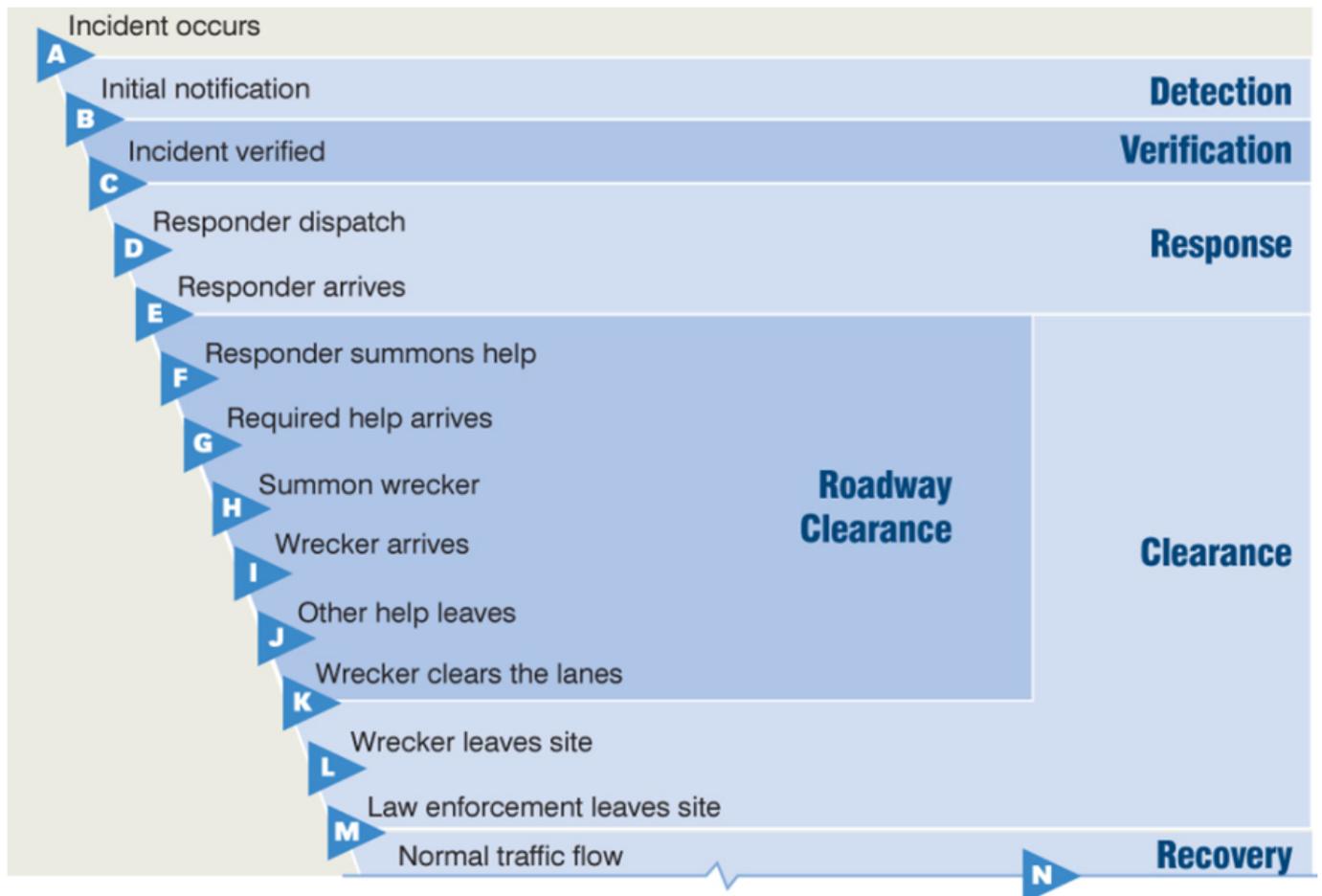
Esta gestión de incidentes se produce a través de un ciclo de fases que empieza con la notificación inmediata de posibles peligros o problemas por venir, en cuanto se produce un incidente, con el fin de advertir a los conductores y prevenir problemas de accidentes.

La advertencia del incidente y su gestión, tiene dos objetivos principales, que son:

- prevenir o reducir al mínimo el riesgo de incidentes y las consecuencias de los mismos
- gestionar y resolver los incidentes de una manera segura, eficaz y rápida

La gestión de incidentes requiere: planificación, una respuesta que sea la correcta, la seguridad en el lugar de los hechos y la recuperación. Es necesario prestar atención a tres aspectos principales que son, en orden de prioridad: la seguridad, la movilidad del flujo de tránsito y verificación y reparación de los daños.

Para entender cómo las estrategias de control y operaciones de red pueden reducir el impacto negativo de incidentes, es importante comprender los períodos de tiempo y las diferentes etapas de los incidentes, como se muestra en el siguiente diagrama.



Línea de tiempo típica de un incidente de tránsito - Fuente: Wallace, et al., 2007/2009 - Nota: "wrecker" es un término americano utilizado para referirse a un "vehículo o equipo de recuperación" o "proveedor de camión de asistencia o remolque".

El diagrama podría estar representando una colisión en una autopista, un derrame de materiales o un vehículo de discapacitado, lo cual requiere la necesidad de cerrar la circulación de uno o más carriles. No todos los procedimientos se realizan en todos los incidentes, y podría haber relaciones cruzadas de acciones. No obstante el diagrama representa la secuencia típica de incidentes desde la más moderada a la más grave. Los pasos se muestran en una forma escalonada simplemente para ilustrar que la línea de tiempo de los incidentes, no es uniforme (en relación a los incrementos de tiempo y no a una escala arbitraria).

La duración particular de cada etapas en el incidente está representada por los pares de letras en el diagrama y se enumeran a continuación. Por ejemplo, la duración del propio incidente sería desde el **punto A** en la línea de tiempo al **punto M**, mientras que el tiempo total que el incidente está teniendo un efecto sobre el tránsito es de la **A a la N**, con el tiempo transcurrido al **punto N** a menudo proporcionalmente mucho más prolongado que el que se muestra en el diagrama.

Las fases comunes de un incidente son:

- **detección** de que el incidente ha ocurrido: de **A a B**
- **verificación** de que se ha producido el incidente, determinando su ubicación y que se tiene información suficiente para permitir una respuesta apropiada: **B a C**
- **respuesta** mediante el envío de servicios adecuados para resolver el incidente: **C a E**
- **limpieza del lugar**, o la remoción de los vehículos, los elementos dañados y las víctimas de la escena y la posterior reapertura completa de los carriles bloqueados: **E a M**, con la liberación de la calzada como un subconjunto: **E a K**

- **recuperación** del flujo de tránsito normal: **M a N**

Aunque no es evidente en el diagrama, el **período de recuperación** es a menudo mayor que la duración del propio incidente. El tiempo de recuperación puede ser de cuatro a cinco veces más. Esto significa que por cada minuto que se gana en detectar, verificar y terminar con los incidentes, pueden ganarse hasta 5 minutos de tiempo de recuperación para que tránsito vuelva a la normalidad.

INCIDENTES SECUNDARIOS

Es sumamente importante evitar incidentes secundarios ya que ocasiona un nuevo ciclo de respuesta. La fotografía aérea mostrada a continuación, ilustra este punto. El incidente original de múltiple choque, lo ocasionó un vehículo estacionario debido al sobrecalentamiento de su motor, el cual bloqueó un carril de circulación en el sentido descendente. El vehículo detenido ocasionó una o dos colisiones, pero se produjeron muchas más en ambos sentidos la carretera ya que un vehículo trató de pasar por alto la cola del tránsito alcanzando al incidente, circulando en sentido contrario por el lado opuesto. El ejemplo muestra que los incidentes secundarios pueden ser, de hecho, más grave que el incidente original.



Colisión secundaria resultante de una respuesta a un incidente en la calzada de circulación contraria - Fuente: Wallace, et al., 2007/2009, originalmente del archivo de John O'Laughlin.

FUNCIONES Y RESPONSABILIDADES

Todas las agencias deben trabajar estrechamente para detectar en forma inmediata un incidente, y para verificar, responder y liberar el tránsito de la manera mas oportuna y eficiente posible. Los sistemas ITS en general y de los Centros de Control de Tránsito (TCC) en particular, jugarán un importante papel en cada etapa. (Ver [Operaciones Urbanas](#) y [Operaciones en Autopistas](#)) El énfasis debe estar en la aplicación rigurosa de la 4-C de la gestión de incidencias (Comunicación, cooperación, coordinación y consenso) y cerca interinstitucional de trabajo, a través del tránsito de Gestión de Incidentes (TIM) equipos. Incidente de tránsito y los equipos de gestión de servicios Seguridad patrullas son elementos vitales de un programa de gestión de incidencias de tránsito buena. (Ver [Planificación de la Respuesta ante Incidentes](#))

Lo que no puede ser subestimada, es la perfecta asignación de funciones y responsabilidades entre el Equipo de Gestión del Tránsito de Incidentes (TIM), las Patrullas de servicio de seguridad móvil y proveedores de grúas durante los incidentes de tránsito. A pesar de que el equipo TIM puede no ser un participante activo en la respuesta a un incidente en particular, tiene un papel clave que desempeñar en la formulación de las políticas, las prácticas y de entrenamiento que deban llevarse a cabo. Los miembros del TIM deben ser los primeros en brindar una rápida respuesta junto a los órganos que proporcionan apoyo directo. También participan activamente, las patrullas de servicio de seguridad móvil y proveedores de remolque. (Ver [Patrullas Móviles](#))

El uso de equipamiento típico de ITS, y las funciones y responsabilidades de las patrullas del Servicio de Seguridad Móvil, de los TCC, se resumen en los dos cuadros siguientes a través de las diferentes etapas de un incidente. En estas tablas no existe una secuencia rígida de acciones que deben llevarse a cabo, sino que son resoluciones típicas que podrían adoptarse.

DETECCION, VERIFICACION Y RESPUESTA			
	Funciones y Responsabilidades		
Estado del Incidente	Uso de los ITS	Centro de Control de Tránsito	Patrulla de Servicio de Seguridad Móvil
Detección	<ul style="list-style-type: none"> • Sensores que detectan perturbaciones en el Tránsito • CCTV que capture imágenes • Vehículos de Servicios de Emergencias, tales como OnStar® y e-Call 	<ul style="list-style-type: none"> • Algunos softwares de TCC utilizan algoritmos de detección de incidentes • Operadores observadores de incidentes • Operadores que recepan los reportes telefónicos del Público • Operadores que interactuen con otras fuentes notificando los cambios que se produzcan (tales como, ECC, policía y otros) 	<ul style="list-style-type: none"> • Patrullas móviles viendo incidentes y verificandolos en forma inmediata
Verificación	<ul style="list-style-type: none"> • Los CCTV capturan imágenes (cuando estén disponibles) • Sensores de Tránsito que muestren inconsistencias 	<ul style="list-style-type: none"> • Operadores observadores de incidentes • Operadores que notifiquen los cambios con otros despachadores • Operadores que despachen las patrullas y notifiquen a otros despachadores oficiales 	<ul style="list-style-type: none"> • Unidades de Respuesta despachados a la escena del incidente y verificación a través del TCC

Respuesta	<ul style="list-style-type: none"> Alertas a través de prefijados Mensajes mediante VMS, Radio y alertas a través de las redes sociales Establecer cordones de seguridad y diferentes estrategias de mediciones a través de rampas cuando existan 	<ul style="list-style-type: none"> Operadores y especialista en TIM manejando las incidencias Desplegar todo el potencial de ATIS Disponibilidad completa de la red, y desarrollo de todas sus alternativas 	<ul style="list-style-type: none"> Quien responda primero, envía la ayuda inmediata Ayuda en la protección de la escena Proteger la parte final de la cola
------------------	---	--	---

RECUPERACION Y DESPEJE

	Roles y Responsabilidades		
Estado del Incidente	Uso de los ITS	Centro de Control del Tránsito	Patrulla de Servicio de Seguridad Móvil
Despeje de la Carretera	<ul style="list-style-type: none"> Actividades de respuesta constante Cámara de video focalizadas a supervisar el lugar 	<ul style="list-style-type: none"> Continuar Gestionando el incidente, llamando los recursos que se necesiten. Continuar con ATIS (Advanced Traffic Information Systems) 	<ul style="list-style-type: none"> Si es el primero en llegar, tratar de limpiar la calzada De lo contrario, ayudar a otros que hayan llegado antes Proteger a la parte posterior de la cola de vehículos
Despeje de la escena del Incidente	<ul style="list-style-type: none"> Continuar con las actividades de despeje de la zona 	<ul style="list-style-type: none"> Continuar gestionando el incidente haciendo las llamadas a los recursos de acuerdo a las necesidades 	<ul style="list-style-type: none"> Estar atento para evitar accidentes secundarios Proteger la parte posterior de la cola hasta que el problema se disipe
Recuperación	<ul style="list-style-type: none"> Continuar con las actividades de despeje de la zona Las Cámaras de vigilancia, enfocadas para observar la cola de vehículos 	<ul style="list-style-type: none"> Continuar gestionando el incidente, cuidando los accidentes secundarios Extender alertas aguas arriba (llegando al incidente) de ser necesario medidas de derivación de la red por los desvíos que existan Enviar mensajes sobre el incidente por los medios tradicionales y redes sociales 	<ul style="list-style-type: none"> Estar atento para evitar accidentes secundarios Proteger la parte posterior de la cola hasta que el problema se disipe
Acciones posteriores	<ul style="list-style-type: none"> Uso de los datos e imágenes grabadas, para el posterior análisis 	<ul style="list-style-type: none"> Participar en la revisión luego de los acontecimientos Mejorar el plan de respuestas si fuera necesario 	<ul style="list-style-type: none"> Si el incidente lo amerita, participar de las revisiones posteriores al mismo

GESTIÓN DE LA SEGURIDAD Y PROTECCIÓN CONTRA COLISIONES

Es de vital importancia, durante cualquier incidente de tránsito en carretera o de emergencia, la protección del personal y equipo de campo cuando se produce el impacto de un vehículo. El uso de chalecos de alta visibilidad o uniformes utilizados por los equipos de respuesta a incidentes como así también de los trabajadores de mantenimiento, debe ser obligatorio. Las colisiones pueden ser evitadas si se utilizan señales de alta visibilidad tanto en vehículos de emergencia como de mantenimiento. Cuando se realizan trabajos de mantenimiento o declarar una zona de incidente, se crea una zona de seguridad, aunque también se debe asegurar el paso libre del tránsito cerca de la zona en forma segura. La estandarización de estas prácticas difieren de un país a otro como así también prácticas locales que deben ser respetadas.

Para proporcionar información oportuna, se pueden utilizar todos los medios de comunicación y de información del tránsito en forma precisa para que los viajeros posean correcta información acerca de la naturaleza y la ubicación de los incidentes y las actividades de mantenimiento que se estén realizando. (Ver [Sistemas de Información al Viajero](#)). La Detección Automática de Incidentes, puede gestionar las advertencias de protección de la cola, para los vehículos que se aproximan aguas arriba de la ruta. (Ver [Detección Automática de Incidentes](#)).

Existen varias innovadoras iniciativas que se han utilizado en Europa y América del Sur, como las siguientes:

- utilizando un sistema de alta iluminación para destacar una escena de incidente o mantenimiento y al tiempo reduce el resplandor para los vehículos que se aproximan
- el uso de escudos portátiles para bloquear la vista del público y reducir el "curioso" de los conductores en la calzada opuesta y evitar que reduzcan la velocidad para observar el incidente
- usar motocicletas con pequeños remolques (estrechos) para responder a los incidentes, sobre todo en instalaciones restringidas como un túnel o paso bajo nivel. Esto puede reducir la exposición tanto para los automovilistas como para los sistemas de ayuda, e incluso se utilizan para evacuar a las personas heridas en un incidente.

SEGURIDAD DEL EQUIPO DE AYUDA

Lo primero que debe cuidar el equipo de ayuda, es su propia seguridad y las personas involucradas en un incidente. La gestión de la escena del incidente, sobre todo en carreteras de alta velocidad, a menudo implica el cierre de carriles y decisiones acerca de cuándo volverlos a abrir para permitir que el tránsito sobrepase una escena de incidente.



Creando una zona segura alrededor del incidente. Cortesía del Departamento de Transporte de Georgia.

Estas decisiones serán tomadas por el gestor del incidente (comandante), que tiene poderes para controlar y dirigir el tránsito (por lo general la policía, patrulla de caminos o policía de tránsito). Los ITS pueden ayudar en el proceso de la toma de decisiones. Las imágenes de las cámaras de CCTV, o la transferencia de información entre ellas, pueden ser entregada al comandante ya sea verbal o visualmente a través de una tablet o un dispositivo móvil. Esto puede darle una visión "de alto nivel" de las condiciones del entorno que se encuentra la zona. La información del tránsito y turística se ofrece para informar a los conductores sobre el estado de cierre de los carriles. Esta información, les permite tomar decisiones acerca de que desvío tomar, el posible retraso o el cambio de ruta de un viaje. Menor tránsito redundará en una ayuda al personal, para garantizar la seguridad de todos. (Ver [Sistemas de Información al Viajero](#))

Las patrullas de servicio de seguridad móvil, juegan un papel vital en la seguridad. Ellos ayudan a gestionar la escena y alertar a los conductores que se acercan a la parte posterior de la cola, ayudando a evitar incidentes secundarios, así como alertar a los conductores que circulan. Ellos mejoran la seguridad de todos en la escena. Los VMS portátiles (Carteles de Mensajes Variables), en particular los situados en las patrullas del Servicio de Seguridad, y otros sistemas de información que se brindan al conductor, puede ayudar a proporcionar una escena segura del incidente y de protección de los que participan directamente en la recuperación del mismo. (Ver [Utilización de VMS \(Carteles de Mensajes Variables\)](#))

Muchas autopistas de alta velocidad urbanas en América del Sur, tienen una cobertura casi total por circuito cerrado de televisión (CCTV). Esto le permite al personal del Centro de Control de Tránsito, supervisar y registrar todo lo que suceda en la respuesta. Estos videos pueden ser posteriormente utilizados como una herramienta valiosa para la formación de nuevos agentes. El CCTV también permite al personal de la TCC, monitorear el tránsito para advertir de cualquier situación que se esté desarrollando adelante del camino o para informar acerca de otras situaciones que se desarrollan. (Ver [CCTV](#))

ASESORAMIENTO PROFESIONAL

A veces es difícil determinar si una situación en la carretera se convertirá en una grave incidente de tránsito o incluso una emergencia complicada. Algunas de las tareas operativas para la gestión de incidencias descritas aquí, pueden aparecer desproporcionada en relación con el número de incidencias que se producen. El listado de las actividades en la gestión de la crisis, que desarrollen los equipos de planificación, ayudarán a optimizar el servicio, el tiempo y la eficiencia cuando se produce una emergencia. Si el impacto del incidente se extiende, pueden involucrarse en la respuesta, varios centros de control lo que será necesario llevar a cabo acciones coordinadas. (Ver [Planificación de la Respuesta ante Incidentes y Planes de Emergencia](#))

FUENTES DE REFERENCIA

American Trade Initiatives (2006) **Traffic Incident Response Practices in Europe**. Report No. FHWA-PL-06-002, US Federal Highways Administration. Washington D.C. available for download at: http://international.fhwa.dot.gov/tir_eu06/06002.pdf

Conference of European Directors of Roads (2009) **Traffic Incident Management CEDR**, Paris available for download at: http://www.cedr.fr/home/fileadmin/user_upload/Publications/2009/e_Traffic_Incident_Management.pdf

EasyWay Consortium **Forecast and Real Time Event Information** ITS Deployment Guideline TIS-DG02 available for download at: <http://dg.easyway-its.eu/DGs2012>

EasyWay Consortium **Incident Warning and Management** ITS Deployment Guideline TMS-DG05 available for download at: <http://dg.easyway-its.eu/DGs2012>

ZONAS DE OBRAS

Las zonas de trabajo, tales como reparación de rutas, la construcción de puentes y túneles y trabajos de mantenimiento, tienen un impacto negativo sobre las operaciones de la red de carreteras. Los ITS y otras técnicas se utilizan para minimizar los impactos negativos y mantener el tránsito en movimiento a través de las zonas afectadas, eficaz y segura como sea posible, tanto para los viajeros como para los trabajadores. Es especialmente importante para el trabajo nocturno, que es cada vez más frecuente en las carreteras.

Multimedia: [Colisiones que demuestran porque los conductores deben estar más atentos en las zonas de trabajo](#)

A continuación se describen una serie de medidas para reducir al mínimo la exposición del trabajador al tránsito motorizado y para salvaguardar a los usuarios de la vía, de los trabajos de construcción y mantenimiento. Ellos son:

- cierre total de la carretera
- cierre de rampa en las autopistas
- protección de las zonas de trabajo con conos de tránsito y barreras de seguridad
- un amplio uso de señales incluyendo los Carteles de Mensajes Variables fijos y Móviles (VMS o PDMS)
- división media vinculados a los sistemas de contra-flujo
- control de carril y carriles de desplazamiento estrecho
- desvíos totales o parciales o caminos alternativos
- protección de las zonas de trabajo y operaciones de remoción utilizando los bloques de carriles rodantes
- trabajos nocturno o fuera del horario pico cuando los volúmenes de tránsito son más bajos
- técnicas de construcción y mantenimiento aceleradas

MEDIDAS REACTIVAS

La seguridad no puede lograrse sólo con mediante medidas preventivas. Es importante vigilar constantemente la situación del tránsito, las condiciones climáticas y las actividades de construcción o de mantenimiento específicos que se realicen, y responder cuando sea necesario. Esto puede lograrse mediante el establecimiento de una gestión de tránsito integrada y la construcción de un centro de operaciones. A menudo, se establece un centro de de operaciones móviles dentro de un remolque para determinados incidentes.

RESTRICCIONES DE LOS CARRILES

En el flujo de tránsito seguro y estable, carriles de circulación deben observarse para que se mantenga la separación adecuada entre los vehículos de diferente velocidad. Esto se puede hacer mediante el uso de "tachas reflectivas" clavadas en la ruta, o algunos otros marcadores físicos para la separación de los carriles, lo cual hace que el conductor detecte si el vehículo se desvía a un carril vecino. Esto puede producir una advertencia o, en vehículos con el equipamiento más moderno, una advertencia que podría derivar en una acción correctiva automática por parte del propio vehículo. Se pueden utilizar cámaras de video o láser, para detectar la intrusión de vehículos en carriles cerrados, lo que de tal modo podría poner en peligro a los trabajadores. (**Ver [Sistemas de Control & Advertencia](#)**)

RECURSOS Y DATOS TECNOLOGICOS

La tecnología ITS, ofrece muchas oportunidades para el seguimiento y la gestión de operaciones de la zona de trabajo, pero no representa el reemplazo de las señales fijas ni los conos. ITS suma beneficios a las señales y conos al momento de preparación de la zona de obras, y cuando las obras viales se están ejecutando y se produce un incidente. Siempre será requerida una fuente confiable de energía, como por ejemplo un generador portátil.

Las aplicaciones ITS se utilizan para medir las velocidades puntuales en las zonas de trabajo. Las cámaras de reconocimiento de placas (APNR), más recientemente, están siendo ampliamente utilizados para apoyar la aplicación de la velocidad media con excelente desempeño. Otras tecnologías ITS se utilizan para recopilar datos que reflejan con precisión las condiciones de viaje a través de las zonas de trabajo y, más recientemente, la monitorización en tiempo real de las condiciones del tránsito.

El uso de los ITS en las zonas de trabajo no se limita a las zonas urbanas. En una zona de trabajo rural, donde no existe equipamiento permanente, pueden desplegarse fácilmente distintos dispositivos ITS, Signos Portátiles Dinámicos Variables (PDMS), aviso por radio en ruta (HAR), cámaras y sensores montados en remolques, etc. Varias compañías lo ofrecen como un servicio comercial y que pueden incluir estos dispositivos. Sus datos e imágenes se comunican a una ubicación remota donde son monitoreados (junto con imágenes de otras ubicaciones). Si surgen problemas, los observadores de las cámaras pueden ponerse en contacto con las fuerzas del orden y con funcionarios de tránsito locales que sean capaces de responder.

En resumen, la tecnología ITS puede aplicarse en las zonas de trabajo con el propósito de:

- monitorear el tránsito (**Ver [Vehículos & Carreteras](#)**)
- gestionar el tránsito (**Ver [Gestión del Tránsito en Autopistas](#)**)
- proveer información al viajero (**Ver [Sistemas de Información al Viajero](#)**)
- gestión de incidentes (**Ver [Incidentes de Tránsito](#)**)
- control de velocidad (**Ver [Gestión de la Velocidad](#)**)
- suavizar el flujo de tránsito y redistribuirlo para aumentar su rendimiento (**Ver [Gestión del Tránsito en Autopistas](#)**)
- Aplicaciones determinadas (**Ver [Sistemas de Fiscalización](#)**)
- seguimiento y evaluación de incentivos y efectos disuasivos (contrato basado en el rendimiento) (**Ver [Medidas de Performance](#)**)
- planificación de las zonas de trabajo (**Ver [Planificación de la Respuesta ante Incidentes](#)**)

Muchas aplicaciones se sirven de una combinación de estos propósitos para:

- detectar cuando se forman colas y alertar de un tránsito hacia adelante, lento o detenido a los conductores, con el fin de darles tiempo para tomar una ruta alternativa
- advertir a los automovilistas que existen camiones entrando o saliendo del área de trabajo hacia o desde los carriles que funcionan a velocidades mucho más lento que el flujo de tránsito
- ayudar a la fusión dinámica en el tránsito pesado para reducir la longitud de la cola y permitir el máximo aprovechamiento de los carriles rápidos hasta el punto en que comienzan las restricciones de carril
- alentar a los conductores a unirse rápidamente al tránsito más liviano para reducir los conflictos
- alertar a los conductores que los viajes por zonas de trabajo puede demorar su viaje de tal manera que puedan elegir rutas alternativas, o habilitar un sistema que pueda recomendar desviaciones cuando los retrasos y/o las condiciones sean significativas.

Algunas regiones tienen sistemas automáticos en las zonas de trabajo. Los datos y la información necesaria para apoyar las acciones, pueden ser recolectadas con el uso de Bluetooth, cámaras de CCTV, con la compra de datos de terceros y la coordinación con el Centro de Control de Tránsito (TCC).

La mayoría de las zonas de trabajo son de relativo corto plazo en su esencia, pero algunas son de largo plazo. Un despliegue inmediato de sistemas ITS, puede ser siempre eficaz apoyando los desvíos, la gestión de incidencias y mitigar las reducciones de capacidad de los carriles.

Las denominadas zonas de trabajo "inteligentes" emplean una combinación de fuentes de datos para medir los tiempos de viaje a través de las zonas de trabajo y se están convirtiendo en algo común en muchos países. Los ITS en tiempo real son compatibles con una amplia gama de aplicaciones innovadoras que incluyen la gestión activa de las zonas de trabajo en base a las condiciones del tránsito observadas. Estas capacidades se utilizan para extender las horas de trabajo y mantener los tiempos de viaje aceptables. Los trabajos se acortan cuando los tiempos de viaje exceden ciertos umbrales. Los gestores de Zonas de Trabajo, pueden ser advertidos cuando son peligrosamente altas las velocidades de desplazamiento y podrían ser necesarias intervenciones policiales.

ZONAS DE TRABAJO "INTELIGENTES" EN EL REINO UNIDO

En las zonas de trabajo en el Reino Unido, los contratistas tienen que limitar su posesión de la calzada para trabajos de mantenimiento durante las horas pico. Una solución innovadora a este tema es el uso de los signos de mensajes dinámicos portátiles (PDMS), con una función de detección de tránsito para controlar su demanda. El equipo de ITS le permite al contratista mantener las restricciones de carril más tiempo, hasta que el volumen de tránsito sea tal que necesite retirarla. El aumento del tiempo de ocupación del lugar, permite períodos más largos de trabajo, y mejora la productividad para que las obras terminen antes. Los conductores se benefician con un período más corto de interrupción.

FUENTES DE REFERENCIA

Vithen, C. *Use of ITS during Major Roadworks*, Office for Traffic Management and ITS, Danish Road Directorate, Copenhagen 2007 (See <http://i2tern.plan.aau.dk/doks/paper/paper78.pdf>)

Federal Highways Administration *Mitigating Work Zone Safety and Mobility Challenges through Intelligent Transportation Systems - Case studies* (available for download at: <http://www.internationaltransportforum.org/Pub/pdf/07Congestion.pdf>)

RESPUESTA ANTE EMERGENCIAS

La mayoría de las emergencias se caracterizan como "de corto tiempo" o "repentinos", tales como tormentas repentinas importantes u otros eventos meteorológicos severos, accidentes de tren o avión, terremotos, inundaciones o amenazas terroristas. Los eventos menos frecuentes, pero usualmente más devastadores, son emergencias "con alerta", tales como un huracán, tsunami, maremoto, inundación repentina, gran inundación de los ríos o la propagación de incendios forestales. La respuesta a estos diferentes niveles de emergencia puede ser muy diferente.

Tener días para prepararse para un huracán o una inundación, permite a las agencias alertar al público de una manera oportuna, para el acopio o la reposición de recursos, para reunir otros recursos adicionales y, en última instancia, prepararse para la evacuación. Los gestores de las emergencias y el personal de asistencia pueden estar más preparados para dar las respuestas.

Cuando la advertencia es corta o inexistente, la respuesta es casi en su totalidad reactiva. Esta es la razón por lo cual los "protocolos de administración de emergencia" requieren de una extensa planificación, preparación y entrenamiento. Las agencias de transporte son avisadas para estar más involucradas en el desarrollo de los planes operativos de emergencia. (**Ver [Planes de Emergencia](#)**)

Existen dos aspectos de importancia primaria:

- el efecto de la emergencia en la red de transporte y
- el rol del sistema de transporte en la respuesta

CUANDO EL TRANSPORTE NO ESTÁ DIRECTAMENTE COMPROMETIDO

Cuando el sistema de transporte no está afectado directamente, mediante una epidemia por ejemplo, la red de transporte se convierte en el foco de las agencias de ayuda. Las carreteras, el transporte público, trenes, lanchas, barcos y aviones se convierten en el principal medio de ayuda de la emergencia.

Para las operaciones del tránsito, los gestores de transporte pueden realizar las siguientes medidas para ayudar a los administradores de emergencias:

- **tsistema de información al viajero**, usando los [VMS](#), [PDMS](#), [HAR](#), redes sociales y otros sistemas de información a los conductores con el fin de informar al público de las rutas, localización de los carriles de emergencias y rutas de evacuación. En situaciones de emergencia, los canales de comunicación (incluidas las redes sociales) se emitirán desde el puesto de mando del incidente, los Centros de Control de Tránsito debería continuar proporcionando información de tránsito a los medios de comunicación si los administradores de emergencias no lo hacen.
- **imágenes de video por CCTV**, alimentar con imágenes de vídeo de circuito cerrado de televisión para el EOC y el Centro de Fusión (FC) de inteligencia, si es que existe
- **Patrullas de Servicio de Seguridad Móvil**, el uso de patrullas para ayudar al control del tránsito y atender a la seguridad pública tanto como se necesite

CUANDO EL TRANSPORTE ESTA COMPROMETIDO EN LA EMERGENCIA

Cuando la red de transporte está directamente afectada, será menos efectiva en el servicio de la emergencia. Aquí es donde el planeamiento y la preparación con la agencia del transporte es tan importante.

Respuesta a la Emergencia - EEUU

En los EE.UU., el Departamento de Transporte de Florida y de varias zonas urbanas costeras de este estado propenso a los huracanes, almacenan las señales de tránsito y los generadores con el fin de poder reemplazar las señales dañadas y para controlar las señales restauradas en ausencia de energía eléctrica. Señales Móviles de Mensajes Dinámicos (PDMS) pueden reemplazar los VMS dañados temporalmente. Además pueden ser utilizadas unidades de aviso por radio para un propósito similar, pero que necesitan ser complementados con señalización fija que informen a los viajeros por medio de frecuencias de Radio (HAR).

Una comunicación eficaz es esencial entre los Centros de Control de Tránsito, Centros de Operaciones de Emergencia y otros lugares donde los datos y la información sobre la emergencia está interrelacionada, "Centros de Fusión", pero no siempre se consigue plenamente. Esto se debe a diferencias entre las jurisdicciones de las diferentes agencias de transporte, gestores de emergencia y personal de seguridad. Los Centros de Despacho y Centros de Llamadas de Emergencias (Tipo 911) y los sistemas Aplicación de la Ley, pueden incluirse en este mix. En algunas regiones este problema se ve agravado por la falta de apertura en los protocolos de comunicación propietarios.

Todo se puede conectar por teléfono e Internet, pero las comunicaciones por enlaces electrónicos directos para los datos, imágenes de cámaras de CCTV e intercambio de información, siempre es más eficaz.

EVACUACION

Algunas emergencias extremas, a veces, pueden requerir la evacuación de los residentes y eventuales visitantes en grandes áreas. Debido a su naturaleza extrema, una región nunca puede estar plenamente preparada para cumplir con todos los desafíos que surjan, tanto física e institucionalmente. Desde el punto de vista del tránsito, la evacuación va a poner en gran peligro, a la capacidad de la red de transporte para controlarla. La mayor parte de las acciones que las agencias pueden tomar para mitigar el impacto negativo de una evacuación y ayudar a mantener el tránsito que circula, requiere cambios en la infraestructura física o el uso de transporte en masa de pasajeros.

TRANSPORTE PUBLICO

El transporte público, como los autobuses escolares y los trenes, pueden ser utilizados para transportar a los evacuados, particularmente las de la movilidad reducida, o sin posibilidad de moverse por sí mismos, tales como los pacientes en los hospitales y otros centros de atención de la salud, estudiantes, personas sin hogar, presos, etc. Estos procedimientos deben tener el suficiente tiempo para organizarse y llevar a cabo cualquier operación, lo que requiere una buena cooperación entre organismos. Los ITS pueden ayudar en un cierto punto al dar la misma información a los conductores del transporte público que la que reciben los viajeros de otros vehículos.

CARRILES DE SENTIDO CONTRARIO

En las zonas urbanas, la totalidad de calles de la ciudad se pueden convertir en calles de una sola mano para dar cabida a un gran número de vehículos que escapan del peligro. Estos requieren un gran número de policías o funcionarios militares para controlar el tránsito. Los ITS no tienen aquí un papel preponderante, aparte de reducir al mínimo las confusiones de las posibles señales de tránsito, tales como

poniendo todos los semáforos en amarillo intermitente, o pantallas que indiquen dirección "equivocada".

CARRILES CONTRA SENTIDO

Estos se pueden implementar de manera efectiva utilizando los carriles entrante como de salida para evacuación. Los carriles de contra-flujo de emergencia están a menudo en zonas rurales. Los ITS pueden contribuir a través de VMS para reforzar la orientación del contra-flujo, y el circuito cerrado de televisión para monitorear el tránsito, y el Sistema de Información al Viajero para a los mismos. La mayoría de la información pública será generado por el centro de comando de incidentes. El incremento en el uso de vehículos de prueba, pueden ofrecer a los Gerente de Emergencia y Transporte, datos ciertos sobre los tiempos de viaje.

En algunos casos, los dispositivos tales cerramientos automáticos de rampas en las autopistas, pueden ser implementados para el uso en operaciones de contra-flujo. Normalmente las rampas de entrada de la autopista, deben ser cerradas al tránsito.

Huracán Rita, Texas 2005

La fotografía muestra una operación de contra flujo en Houston, Texas, antes del huracán Rita en 2005. El sistema de Contra Flujo requiere una muy importante planificación previa, una preparación física (como los carriles de cruce), grandes equipos de profesionales para su ejecución y el tiempo de implementación y luego para retornar a la normalidad. Un número de estados de EE.UU. en las costas del Golfo del Sudeste Atlantico, al norte de Baltimore, tienen prefijados planes de contra-flujo, pero la mayoría considera a la medida, como último recurso.



Cortesía del Departamento de Transporte de Texas

SEGURIDAD

Las amenazas de seguridad no se diferencian demasiado, de las emergencias naturales, excepto que pueden tener un impacto quizás mayor, como los ciberataques en la red internet (IT), Químicos, Biológicos, Radiológicos, Nucleares y Explosivos (CBRNE) y también otras acciones terroristas. **(Ver [Protección de la Red](#))**

Muchos de los avisos de pedidos de emergencia son relacionados a las problemas de seguridad, particularmente respecto de las amenazas a la red de transporte (por ejemplo, el ataque con gas sarín en 1995 en el metro de Tokio en Japón y el bombardeo del tren en 2004 en Madrid, España). El papel de la red de transporte para responder a cualquier amenaza es relevante, por ejemplo el cierre del acceso a la isla de Manhattan en Nueva York, ante el ataque del 9/11 en las torres gemelas del World Trade Center o

cuando terroristas suicidas atacaron el centro de Londres en 2005 .

Esto apoya la propuesta para vincular entre sí los centros de control de tránsito, Centros de Operaciones de Emergencia y Centros de Coordinación de Información. Los equipos de emergencia y seguridad necesitan conocer el estado de las rutas hacia y desde la zona amenazada, tanto para el personal como los equipos de rescate.

ASESORAMIENTO PROFESIONAL

Un reto para los gestores de emergencias es evitar evacuaciones innecesarias. Después del huracán Rita en Texas, (TranStar) la portavoz, Dina Martínez de la TCC regional, dijo en una reunión en el ayuntamiento "Durante el desastroso éxodo del huracán Rita, parte del problema era que por cada cinco personas que evacuaron, cuatro de ellos probablemente no deberían haberlo hecho o no tenían necesidad de hacerlo". Los sistemas de sistemas de Tránsito y Viajes pueden utilizarse como una herramienta para disuadir a la gente de escaparse sin necesidad.

Lo contrario de las evacuaciones es el confinamiento de las personas dentro de un área, por ejemplo, para contener una posible pandemia. En este caso, el circuito cerrado de televisión puede mostrar que los vehículos están viajando cuando no deberían tanto como la información al viajero aumentar los avisos de seguridad pública.

FUENTES DE REFERENCIA

Wallace, C.E., A. Boyd, Jason Sergent, A. Singleton and S. Lockwood. *A Guide to Emergency Response Planning at State Transportation Agencies* NCHRP Report 525 Surface Transportation Security, Volume 16, Transportation Research Board, Washington D.C. 2010. (Available for download at: http://onlinepubs.trb.org/onlinepubs/nchrp/nchrp_rpt_525v16.pdf)

GESTION INTEGRAL DEL CLIMA

La conducción de vehículos, puede ser muy afectada por las condiciones meteorológicas adversas, tales como fuertes lluvias, vientos fuertes, tormentas de polvo, nieve, niebla y hielo en las carreteras. Es importante informar a los conductores de las condiciones climáticas extremas con antelación para que puedan cambiar sus planes de viaje o proceder con cautela. Será de suma utilidad las advertencias sobre las condiciones que pueden ser peligrosas para la conducción.

Multimedia: [Control de manejo de camiones con vientos fuertes](#)

Las estrategias de Gestion del Clima en la Carretera (RWM) proporciona:

- advertencias y otra información a los viajeros sobre las condiciones meteorológicas en la carretera y la ubicación de tales situaciones
- estrategias de control para regular u optimizar el sistema de transporte
- estrategias de trabajo para asegurar que las carreteras estén libres de obstrucciones.

Para este propósito, las tecnologías de soporte incluyen:

- vigilancia meteorológica, pronóstico y monitoreo
- propagación de la información
- las decisiones de apoyo, control y tratamiento para mejorar la seguridad, la movilidad y la productividad del sistema de transporte

En condiciones meteorológicas adversas, cualquier intervención por parte del operador de carreteras debe ser implementada y coordinada de manera eficiente para mantener la viabilidad de la red de carreteras. En una situación de inundaciones, por ejemplo, es necesario determinar las soluciones de respaldo para el suministro de información al conductor en caso de fallas en el suministro eléctrico o de comunicaciones. Los procedimientos deben incluir, la identificación de las zonas de riesgo de inundación, la implementación de sistemas de monitoreo en tiempo real que incorporan alarmas de límites y la especificación de las operaciones de recepción de alarmas.

Las fases luego de pasada la emergencia, son igualmente importantes e incluyen:

- evaluar e informar los daños y llevar a cabo las reparaciones urgentes
- establecer los archivos sobre el evento y la respuesta realizada (tanto durante como después del evento) para futuras referencias

Un programa de RWM exitosa requiere tanto prevalece y predominante y toda la información del tránsito. Los datos necesarios para obtener esta información necesitan ser relevadas de varias fuentes. Muchas autoridades de tránsito (así como otras industrias) son suscriptores de las empresas de servicios de predicción meteorológica comerciales, las cuales proporcionan oportuna, oportuna y específicamente las predicciones en cada lugar. Esto pueden hacerlo porque sus datos están recogidos de múltiples fuentes, incluyendo los servicios meteorológicos, integrando los resultados. Algunos tienen sus propios pronósticos disponibles en para sus clientes y para su consulta.

Una guía de auto-evaluación y planificación fue desarrollada como parte de un estudio de la Administración Federal de Carreteras en los EE.UU. sobre la integración del clima en las operaciones del Centro de Control del Tránsito (TCC). El objetivo era ayudar a los TCCs, a evaluar sus necesidades de

integración del clima y desarrollar estrategias de aplicación apropiadas. La guía ayuda a los Centros de Control, a identificar condiciones climáticas, sus impactos y los niveles actuales de su integración con el clima y sus posibles necesidades.

SERVICIOS INVERNALES

En los países propensos a clima invernal severo, la respuesta a las crisis y a las acciones preventivas, consiste en gestionar las interrupciones importantes en el tránsito, a menudo largas, como en las frecuentes, condiciones del clima tales como lluvia helada, hielo o nieve. Los objetivos de la gestión de la red son los siguientes:

- prevenir o limitar la formación de condiciones de hielo o acumulación de nieve a través de llevar a cabo previsiones que sean requeridas tanto como realizar adecuados tratamientos preventivos
- mantener o restablecer las condiciones de tránsito aceptables dentro de ciertos límites establecidos, en función del tipo de carretera y el alcance de las dificultades (de acuerdo con un nivel de tiempo de respuesta preseleccionado)
- alentar a los usuarios en cuanto a las recomendaciones de manejo en la carretera (tales como precaución al conducir, uso de rutas alternativas, demoras de la partida o cancelación de los planes de viaje)

Estos servicios invernales, se basan en la recopilación de datos (desarrollo del clima y en tiempo real), la coordinación, la respuesta y la difusión de información. Se requiere un gran conocimiento de la red y sus puntos críticos, tener una información meteorológica específica, una buena coordinación con todos los interesados (como los servicios de predicción meteorológica, proveedores de material de deshielo), personal capacitado, equipos y materiales (como la sal) - y buenas herramientas de comunicación.

Multimedia: [Mantenimiento en época invernal](#)

RECURSOS TECNOLOGICOS Y DATOS

Las operaciones del tránsito, normalmente, se deterioran cuando hay inclemencias del tiempo. El relevamiento de datos en forma automática de este tipo de condiciones, permite a los administradores de instalaciones responder oportuna y eficazmente a las condiciones adversas que se producen.



Fuente: http://ops.fhwa.dot.gov/weather/mitigating_impacts/technology.htm

Un Sistema de Gestión de Clima en Carretera (Road Weather Management RWM) también conocido como Sistemas de Información Meteorológica de Carreteras (Road Weather Information Systems RWIS) y Sistemas de Gestión de Transporte de acuerdo al Clima (Weather Responsive Transport Management Systems WRTM)), consiste en un conjunto de sensores o estaciones de sensores ambientales (ESS) (**Ver Monitoreo del Clima**). Estas estaciones meteorológicas pueden detectar e informar sobre una serie de hechos ambientales que afectan las operaciones normales de la carretera, tales como:

- temperatura del aire y de la superficie del camino
- dirección y velocidad del viento
- presencia de partículas atmosféricas en suspensión o caídas
- emisión de combustible

Quizás el uso más común de RWM esté en los climas fríos y/o regiones montañosas donde la nieve y el hielo son comunes. Los operadores de mantenimiento, utilizan los datos de las estaciones meteorológicas colocadas estratégicamente para determinar el momento propicio para enviar que los camiones de distribución de sal y arena y arados de nieve, y para determinar la mejor estrategia, como por ejemplo elegir de arrojar, sal, arena u otro material. Esto ayuda a evitar despliegues prematuros o incorrectos, el ahorro de materiales valiosos y reducir al mínimo los tiempos de funcionamiento del vehículo, así como la reducción del impacto ambiental.

El personal de mantenimiento utiliza, con frecuencia, sistemas de gestión de flota para localizar sus vehículos, incluidos los casos en que han o no tratado el pavimento. En muchas regiones, las condiciones meteorológicas pueden variar considerablemente de un lugar a otro. RWM puede ser utilizado para ayudar a priorizar dónde y cuándo enviar equipos.

Las tecnologías RWM, son utilizadas también, para detectar situaciones que pueden ser peligrosos (tales como fuertes vientos o inundaciones). Asimismo situaciones que puedan afectar las operaciones de la calzada. Los sistemas de sensores se utilizan para detectar otras condiciones que causen reducción en la visibilidad, tales como presencia en las carreteras de: niebla, humo, polvo, tierra o arena y tormenta de nieve.

Los sensores de velocidad del viento colocados en las carreteras y puentes, alerta al TCC, sobre cuándo deben considerarse avisos a los viajeros de camiones y otros grandes vehículos. Cuando la velocidad del viento son particularmente altos, puede ser necesario imponer una velocidad máxima y en algunos casos cerrar ciertos puentes a todo el tránsito.

Los sensores de nivel de agua pueden alertar a los administradores cuando inundaciones están amenazando, en particular para las zonas de climas áridos o urbanizadas, y cuando los arroyos y ríos pueden desbordarse.

ASESORAMIENTO PROFESIONAL

Los operadores de las carreteras deben garantizar que los conductores, viajeros y otras partes interesadas (tales como operadores de transporte público, autobuses escolares, servicios de ambulancias y centros de control para operaciones de despacho y transporte) tengan acceso a una información a tiempo, precisa y pertinente sobre las condiciones y previsiones del clima en las carreteras. Todos los medios de difundir los servicios de mensajes a los viajeros, pueden ser utilizados. De esa manera estarán enterados sobre las condiciones de nieve, hielo, lluvia, visibilidad, velocidad y dirección de los vientos, y todo fenómeno meteorológicos extremos, pudiendo utilizarse VMS, HAR, sitios web, sistemas de información al viajero 511 (u otro número de fácil memorización) u otros métodos. (**Ver [Servicios al Viajero](#)**)

La integración de la información del clima en las operaciones del TCC, permite la evaluación y el uso de los medios de ayuda necesarios y mejora las decisiones para una mejor gestión del tránsito en condiciones adversas. Asimismo pueden tomarse mejores decisiones al enviar personal de mantenimiento y responder apropiadamente y de manera oportuna, ante los problemas climáticos repentinos. Tomar mejores decisiones sobre el clima y, teniendo información del tránsito con herramientas para su análisis, permite que las operaciones del TCC sean proactivas ante que reactivas y por consiguiente mejore la gestión. (**Ver [Planificación e Informes](#)**)

Esto añade valor a las operaciones de la carretera, ya que se producen mas eficiencia en las acciones necesarias para mitigar las condiciones meteorológicas adversas, asi como mantener el flujo de tránsito de la manera más ordenada posible, de acuerdo a las circunstancias.

FUENTES DE REFERENCIA

Cluett, C., D. Gopalakrishna, K. Balke, F. Kitchener, and L. Osborne, *Integrating Weather in TMC Operations*. Report No. FHWA-JPO-08-058, Produced for FHWA by Battelle Seattle Research Center, June 2008. Available for download at:

http://ntl.bts.gov/lib/30000/30900/30940/tmc_wx_integration_report_11_17_08.pdf

Standing International Road Weather Commission: the SIRWEC website contains information about road weather related activities including ITS applications and services at: <http://www.sirwec.org/>

EasyWay ITS Deployment Guideline TIS-DG06 *Weather Information Service*. (Available for download at: <http://dg.easyway-its.eu/DGs2012>)

VEHÍCULOS CONECTADOS

El desarrollo tecnológico más importante desde la aparición de los ITS en la década de 1990 es, probablemente, sea el enorme avance en el mundo de la coordinación, o como también son llamados, a los "vehículos conectados" e "infraestructura conectada". Los vehículos en comunicación inalámbrica entre ellos e intercambiando información con el equipamiento instalado en la calzada, ayudan a evitar choques entre vehículos, accidentes en cruces con luz roja, y muchos otros beneficios. **(Ver [Sistemas de Control & Advertencia](#))**

En la medida que esto suceda, la contribución de los ITS para el control del tránsito incrementará el uso del equipamiento a bordo de los vehículos, con el fin de mejorar tanto la tarea de conducir (para reducir congestión y aumentar la capacidad de los carriles) como de la elección de la mejor ruta (para optimizar la capacidad de la red). Políticas que tienen como objetivo reducir la demanda de viajes, influenciar en su modalidad, elección de hora de salida y la ruta adecuada, también jugará un papel cada vez mayor.

Los vehículos conectados serán, en el futuro, capaz de alertar a los conductores de peligros poco visibles en la carretera, tales como posibles heladas o incidentes varios. Estas capacidades de comunicación aplicadas a ITS, reciben el nombre de vehículo a vehículo (V2V), vehículo a infraestructura (V2I), o genéricamente, V2X. Estas tecnologías emergentes tienen un papel clave que desarrollar los sistemas de transporte inteligentes y tienen el potencial de mejorar en gran medida su funcionalidad. Mientras tanto, las agencias de transporte y los proveedores sólo pueden seguir haciendo el mejor uso de ellos, y aprovechar los beneficios de lo que las tecnologías ITS están teniendo lugar.

Estos avances hacen posible el funcionamiento autónomo de vehículos, donde las computadoras los controlan y permitirán, a corto plazo, operaciones de tránsito de alta velocidad libres de colisiones, lo cual duplicará la capacidad de las carreteras. **(Ver [Visión de Vehículos Inteligentes](#))**

En la medida que los vehículos puedan comunicarse entre sí, también podrá hacerlo un Centro de Control del Tránsito TCC. Esto hace posible el establecimiento de una estrategia de gestión del tránsito conocida como "Asignación Dinámica de Tránsito" (DTA), donde un ordenador central con casi un "conocimiento perfecto" del tránsito y condiciones meteorológicas a lo largo de la red, pueda determinar dinámicamente la ruta óptima (o en modo pre-viaje, elegir lo mejor) para un conductor. Se pretende que sea capaz de dirigir a los vehículos equipados, para seguir la ruta óptima. Los servicios de emergencia también pueden priorizarse en tiempo real, para llegar a un lugar de incidente con rapidez y eficacia. Los vehículos en rutas conflictivas, podrían ser ordenados para ceder el paso a vehículos de emergencia.



Diagrama representativo de la Comunicación entre Vehículos - Fuente:
http://www.its.dot.gov/connected_vehicle/connected_vehicle.htm

La mayoría de las tecnologías necesarias para lograr esta visión ya existen. Ya se ha destinado en investigación y desarrollo (R&D), una considerable inversión en todo el mundo. Ya en 1997, se llevó a cabo en San Diego, (California EEUU) una demostración de carreteras automatizadas. Los vehículos conectados han demostrado ser exitosos en muchos otros lugares en todo el mundo, como se ilustra en el video [TMC of the Future](#) **Video:** [TMC of the Future](#)

*"Cualquier tecnología suficientemente avanzada no se distingue de la magia "-
Arthur C. Clarke*

FUENTES DE REFERENCIA

ITS Joint Program Office *Connected Vehicle Research*. USDOT Research and Innovative Technology Administration http://www.its.dot.gov/connected_vehicle/connected_vehicle.htm

US Connected Vehicle Reference Implementation Architecture (CVRIA) (**See** <http://www.iteris.com/cvria/>)