



ORGANIZACIÓN PARA LA
COOPERACIÓN
Y EL DESARROLLO ECONÓMICO

Centro de Investigación del Transporte



CONFERENCIA EUROPEA
DE MINISTROS DE
TRANSPORTE



GESTIÓN DE VELOCIDAD



OCDE

ORGANIZACIÓN PARA LA COOPERACIÓN Y
EL DESARROLLO ECONÓMICO



CONFERENCIA EUROPEA DE
MINISTROS DE TRANSPORTE

GESTIÓN DE VELOCIDAD

Centro de Investigación del Transporte

ORGANIZACIÓN PARA LA COOPERACIÓN Y EL DESARROLLO ECONÓMICO

La OCDE es un foro único en el que los gobiernos de 30 países democráticos colaboran para afrontar los desafíos económicos, sociales y medioambientales derivados de la globalización. La OCDE está también al frente de los esfuerzos por comprender y ayudar a los gobiernos a responder a las nuevas tendencias de desarrollo y a cuestiones tales como el gobierno corporativo, la economía de la información y a los problemas vinculados al envejecimiento de la población. La Organización ofrece un escenario en el que los gobiernos pueden comparar experiencias políticas, buscar respuestas a problemas comunes, identificar buenas prácticas y trabajar para coordinar sus políticas domésticas e internacionales.

Los países miembros de la OCDE son: Alemania, Australia, Austria, Bélgica, Canadá, Corea, Dinamarca, España, Estados Unidos, Finlandia, Francia, Grecia, Hungría, Islandia, Irlanda, Italia, Japón, Luxemburgo, México, Noruega, Nueva Zelanda, Países Bajos, Polonia, Portugal, Reino Unido, República Checa, República Eslovaca, Suecia, Suiza y Turquía. La Comisión de las Comunidades Europeas participa en el trabajo de la OCDE.

El trabajo editorial de la OCDE difunde los resultados de los trabajos estadísticos y de investigación de la Organización en materias económicas, sociales y medioambientales, así como las convenciones, pautas y estándares acordados por sus miembros.

Este libro se publica bajo la responsabilidad del Secretario General de la OCDE. Las opiniones y argumentos expresados en él no reflejan necesariamente la opinión oficial de la Organización ni de los gobiernos de sus países miembros.

*También disponible en francés con
el título: LA GESTION DE LA VITESSE*

© OCDE 2006

No está permitida la reproducción, copia, transmisión o traducción de esta publicación sin permiso previo por escrito. Envíe su solicitud a los servicios editoriales de la OCDE (OECD Publishing): rights@oecd.org o por fax al número (33 1) 45 24 13 91. Puede solicitar permiso para fotocopiar fragmentos de esta obra dirigiéndose al Centre français d'exploitation du droit de copie, 20, rue des Grands-Augustins, 75006 París, Francia (contact@cfcopies.com).

CONFERENCIA EUROPEA DE MINISTROS DE TRANSPORTE (CEMT)

La **Conferencia Europea de Ministros de Transporte** (CEMT) es una organización intergubernamental fundada por un Protocolo firmado en Bruselas el 17 de octubre de 1953. Reúne a los ministros de transporte de 43 países miembros de pleno derecho: Albania, Alemania, Armenia, Austria, Azerbaiyán, Bielorrusia, Bélgica, Bosnia-Herzegovina, Bulgaria, Croacia, Dinamarca, Eslovaquia, España, Estonia, Finlandia, Francia, Georgia, Grecia, Hungría, Islandia, Irlanda, Italia, Letonia, Liechtenstein, Lituania, Luxemburgo, Macedonia (Antigua república federada de Yugoslavia), Malta, Moldavia, Noruega, Países Bajos, Polonia, Portugal, Reino Unido, República Checa, Rumania, Rusia, Serbia-Montenegro, Suecia, Suiza, Turquía y Ucrania. Hay siete países miembros asociados (Australia, Canadá, Corea, Japón, México, Nueva Zelanda y Estados Unidos) y un país observador (Marruecos).

La CEMT es un foro en el que los ministros responsables de transporte, y más concretamente, transporte interno, pueden cooperar en materia de políticas. En este foro, los ministros pueden discutir abiertamente sobre problemas actuales y acordar medidas conjuntas para mejorar el uso y garantizar el desarrollo racional de los sistemas de transporte europeos.

En el presente, la CEMT tiene un doble papel. Por un lado, ayuda a crear un sistema de transporte integrado a través de la Europa ampliada que sea eficaz desde el punto de vista económico y que cumpla con los estándares de seguridad y medioambientales. Con este fin, la CEMT ayuda a construir puentes entre la Unión Europea y el resto del continente europeo a nivel político. Por otro lado, la CEMT también analiza las tendencias a largo plazo en el sector del transporte y, más concretamente, estudia las implicaciones para el transporte de la globalización.

En enero de 2004, la CEMT y la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE) unieron sus capacidades de investigación en materia de transporte para fundar el **Centro de Investigación del Transporte**. El Centro lleva a cabo programas de investigación conjuntos dirigidos a todos los medios de transporte interno y a sus vínculos intermodales con el fin de apoyar la toma de decisiones políticas de sus países miembros.

También disponible en francés con
el título: **La gestion de la vitesse**

Encontrará más información sobre la CEMT en Internet, en la dirección:

www.cemt.org

© ECMT 2006 - Las publicaciones de la CEMT son distribuidas por OECD Publishing, 2, rue André-Pascal, 75775 PARÍS CEDEX 16, Francia

PRÓLOGO

El exceso de velocidad en carretera es un grave problema social y de salud pública en todos los países.

Este proyecto evalúa la extensión y el impacto del exceso de velocidad en los países miembros basándose en los resultados y experiencia más actuales. Además toma en cuenta las respuestas de 23 países de la OCDE y de la CEMT a una encuesta llevada a cabo como parte del estudio.

El informe se centra en los problemas clave relacionados con el exceso de velocidad, incluyendo accidentes mortales y con heridos e impactos negativos en el medioambiente. Subraya también las mejoras políticas y operativas necesarias y perfila un marco de actuación política para reducir el alcance del exceso de velocidad en carretera. El informe presenta recomendaciones basadas en la investigación y orientadas al desarrollo de políticas para afrontar los problemas derivados del exceso de velocidad y sus efectos adversos, en accidentes mortales y con heridos y sobre el medioambiente, y la calidad general de vida en las áreas desarrolladas.

El informe *Gestión de velocidad* es el resultado de dos años de trabajo de un grupo de investigadores expertos en el campo de la seguridad vial de distintos países miembros de la OCDE (Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico) y la CEMT (Conferencia Europea de Ministros de Transporte). Los miembros del grupo de trabajo procedían de Alemania, Australia, Canadá, Estados Unidos, Finlandia, Francia, Grecia, Hungría, Islandia, Corea, Países Bajos, Noruega, Portugal, Reino Unido, República Checa y Suecia. Encontrará una lista completa de los participantes en el Apéndice.

El Centro de Investigación del Transporte OCDE/CEMT fue fundado en enero de 2004. Tiene 50 países miembros de pleno derecho e informa directamente a los Ministros y al Consejo de la OCDE. Así reza el mandato del Centro:

“El centro deberá promover el desarrollo económico y contribuir a las mejoras estructurales de las economías de la OCDE y de la CEMT a través de programas conjuntos de investigación del transporte dirigidos a todos los medios de transporte interno y a sus conexiones intermodales en un contexto institucional, medioambiental, social y económico amplio”.

Este informe es uno de los tres informes de seguridad vial preparados simultáneamente por el Centro, junto con *Obtención de objetivos de seguridad vial ambiciosos* y *Jóvenes conductores: el camino hacia la seguridad*.

Es de esperar que este informe ayude a los autores de políticas, a los profesionales de la seguridad vial y a los investigadores a afrontar el problema del exceso de velocidad, reduciendo así el impacto global de los accidentes de tráfico en individuos, familias, comunidades y sociedades.

TERMINOLOGÍA UTILIZADA EN ESTE INFORME

A lo largo del informe se utilizará esta terminología:

- *Velocidad excesiva* es una velocidad por encima del límite de velocidad recomendado.
- *Velocidad inadecuada* es una velocidad demasiado alta para las condiciones imperantes, pero dentro del límite de velocidad.
- *Exceso de velocidad* engloba velocidad excesiva e inadecuada.

Accidente / Choque

El grupo de trabajo decidió utilizar el término "accidente" a lo largo del informe pues refleja la terminología utilizada en la mayoría de los países participantes. En este informe es sinónimo de "choque" (*crash*), muy utilizado en Norteamérica y otras regiones.

RESUMEN ITRD*
NÚMERO E130442

El exceso de velocidad, concepto que engloba *velocidad excesiva* (esto es, la conducción por encima de los límites de velocidad) y *velocidad inadecuada* (conducir demasiado rápido para las condiciones concretas, pero dentro de los límites permitidos), es peligroso. Además de ser un factor causal en prácticamente un tercio de los accidentes mortales, la velocidad es un factor agravante de las consecuencias de todos los accidentes. También tiene graves consecuencias en el medioambiente y en el consumo de energía. La gestión de velocidad puede definirse como un conjunto de medidas destinadas a limitar los efectos de la velocidad excesiva e inadecuada.

Este informe es el resultado de dos años de dedicación de un experto Grupo de trabajo, durante los que llevó a cabo una encuesta en profundidad sobre las prácticas de gestión de la velocidad en los países OCDE/CEMT. El informe analiza los efectos de la velocidad en la seguridad, el medioambiente y la calidad de vida, y evalúa el alcance del exceso de velocidad en los países OCDE/CEMT. Revisa medidas de gestión de velocidad, entre ellas: infraestructura, señalización, tecnologías de vehículos, educación y formación, cumplimiento de la ley y nuevas tecnologías como la Adaptación Inteligente de la Velocidad. Por último, describe cómo pueden combinarse las distintas medidas en el marco de una política de gestión de la velocidad y subraya las necesidades específicas de los países en vías de desarrollo en materia de gestión de la velocidad.

Clasificación temática: Accidentes y el factor humano; Medioambiente

Códigos temáticos: 83; 15

Palabras clave: accidente, comportamiento, causa, países en vías de desarrollo, conductor, cumplimiento (ley), medioambiente, accidente mortal, política, proyecto de investigación, gravedad (accidente, herido), coste social, velocidad, límites de velocidad, limitador de velocidad, tecnología, limitación del tráfico, señal de tráfico

* La base de datos de la ITRD (International Transport Research Documentation) de información publicada sobre transporte e investigación del transporte está administrada por el TRL en nombre del Centro de Investigación del Transporte OCDE/CEMT. La ITRD contiene más de 350.000 referencias bibliográficas, y se añaden unas 10.000 nuevas cada año. Las entradas a la base de datos de la ITRD proceden de más de 30 renombrados institutos y organizaciones de todo el mundo. Si desea más información sobre la ITRD, póngase en contacto a través del correo electrónico itrd@TRL.co.uk o consulte la página Web: www.itrd.org.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

PRÓLOGO	5
RESUMEN EJECUTIVO.....	13
<i>CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN.....</i>	23
Referencias	30
PARTE I: EL PROBLEMA DE LA VELOCIDAD.....	31
<i>CAPÍTULO 2. EFECTOS DE LA VELOCIDAD</i>	33
2.1. Introducción.....	34
2.2. Ventajas de la velocidad.....	34
2.3. Impactos negativos de la velocidad	34
2.4. Efectos a nivel de redes.....	48
2.5. Consideraciones en materia de política.....	49
Referencias	50
<i>CAPÍTULO 3. ALCANCE DE LA VELOCIDAD EXCESIVA Y OPINIONES SOBRE LA VELOCIDAD</i>	53
3.1. Alcance de la velocidad excesiva.....	54
3.2. Algunas consideraciones psicológicas relacionadas con la velocidad	57
3.3. Encuestas de opinión elaboradas en Europa y Norteamérica	60
3.4. Consideraciones en materia de política.....	64
Referencias	65
PARTE II: ¿CÓMO ABORDAR EL PROBLEMA DEL EXCESO DE VELOCIDAD?	67
<i>CAPÍTULO 4. CATEGORIZACIÓN DE LAS VÍAS E INGENIERÍA VIAL.....</i>	69
4.1 Introducción	70
4.2 Historia de la gestión de velocidad mediante infraestructuras	70
4.3. Función y categoría de las vías como base para las vías "autoexplicativas"	71
4.4. Áreas no urbanizadas.....	73
4.5. Zonas de transición	74
4.6. Áreas urbanizadas	74
4.7. Medidas de ingeniería.....	76
4.8. El futuro de las medidas de infraestructura	82
4.9. Problemas de implementación	83
4.10. Consideraciones en materia de política	83
Referencias	84
<i>CAPÍTULO 5. FIJAR LOS LÍMITES DE VELOCIDAD</i>	85
5.1. Introducción	86
5.2. Cómo definir la velocidad adecuada.....	86
5.3. Regímenes nacionales de límites de velocidad.....	87
5.4. Principios subyacentes para la definición de límites generales de velocidad	89
5.5. Principios subyacentes para la definición de límites locales de velocidad	93

ÍNDICE DE CONTENIDOS

5.6.	Límites de velocidad variables y dinámicos	96
5.7.	El impacto de los cambios en los límites de velocidad en la velocidad y en los accidentes.....	100
5.8.	Problemas administrativos.....	102
5.9.	Consideraciones en materia de política	103
	Referencias	105
	CAPÍTULO 6. SÍMBOLOS, SEÑALES Y MARCAS.....	107
6.1.	Símbolos.....	108
6.2.	Marcas viales	111
6.3.	Señalización urbana	113
6.4.	Señalización: olas verdes y otros usos.....	113
6.5.	Otras herramientas relacionadas con las señales para comunicarse con los conductores.....	115
6.6.	Otros medios de comunicación.....	116
6.7.	Otros aspectos	117
6.8.	Consideraciones en materia de política	118
	Referencias.....	119
	CAPÍTULO 7. INFLUENCIA DE LAS TECNOLOGÍAS ACTUALES EN LA VELOCIDAD	121
7.1.	La influencia de las características del vehículo en la velocidad y seguridad	122
7.2.	Tipos de sistemas de gestión de velocidad	124
7.3.	Otros aspectos	132
7.4.	Influencia de las normativas de seguridad de los vehículos y esquemas de valoración de la seguridad.....	133
7.5.	Consideraciones en materia de política	133
	Referencias	135
	CAPÍTULO 8. EDUCACIÓN, FORMACIÓN, INFORMACIÓN E INCENTIVOS.....	137
8.1.	Introducción	138
8.2.	Educación infantil	138
8.3.	Conductores en periodo de formación y formación de conductores	139
8.4.	Conductores con licencia	142
8.5.	Consideraciones en materia de política	148
	Referencias	149
	CAPÍTULO 9. CUMPLIMIENTO DE LAS LEYES	153
9.1.	Introducción.....	154
9.2.	Cumplimiento de la ley, ¿cómo funciona?.....	154
9.3.	Selección de vías para el cumplimiento de la ley en materia de velocidad	155
9.4.	Principios generales para lograr un cumplimiento eficaz de las leyes de velocidad.....	156
9.5.	Instrumentos y sistemas para el cumplimiento de la ley en materia de velocidad.....	159
9.6.	Sancionar las violaciones de ley por exceso de velocidad	168
9.7.	Ventajas en términos de costes de las medidas de cumplimiento de la ley	171
9.8.	Consideraciones en materia de política	171
	Referencias	173
	CAPÍTULO 10. MEDIOS FUTUROS DE AYUDA AL CONDUCTOR EN MATERIA DE VELOCIDAD Y CONTROL DEL VEHÍCULO.....	175
10.1.	Introducción.....	176
10.2.	Adaptación Inteligente de la Velocidad (ISA)	177
10.3.	Otras nuevas tecnologías	196
10.4.	Consideraciones en materia de política	198
	Referencias.....	198
	PARTE III: MARCO DE EVALUACIÓN Y TRANSFERENCIA TECNOLÓGICA.....	199

ÍNDICE DE CONTENIDOS

CAPÍTULO 11. GESTIÓN DE VELOCIDAD INTEGRADA Y PRINCIPALES ACTORES	201
11.1. Objetivos de la gestión de velocidad.....	202
11.2. Gestión de velocidad dentro de un sistema de movilidad seguro	202
11.3. Evaluación de ventajas colectivas	203
11.4. Componentes de un programa de gestión de velocidad	205
11.5. Papeles de los distintos actores	208
11.6. Supervisión.....	210
11.7. Consideraciones en materia de política.....	211
Referencias.....	212
CAPÍTULO 12. TRANSFERENCIA DE CONOCIMIENTO A LOS PAÍSES EN VÍAS DE DESARROLLO	213
12.1. La situación de la seguridad vial en los países menos desarrollados y en vías de desarrollo	214
12.2. Problemas relacionados con el exceso de velocidad en los países en vías de desarrollo.....	
12.3. Diseñar medidas de gestión de velocidad a medida de las necesidades de los países en vías de desarrollo	216
12.4. Transferencia de conocimientos.....	218
12.5. Conclusiones y recomendaciones	219
Referencias.....	220
CAPÍTULO 13. RESUMEN DE RECOMENDACIONES	221
ANEXO A. EJEMPLOS DE FILOSOFÍAS Y ESTRATEGIAS NACIONALES DE SEGURIDAD VIAL.....	227
A.1. Seguridad sostenible en los Países Bajos.....	228
A.2. Vision Zero en Suecia y otros países nórdicos.....	231
A.3. Sistema seguro en Australia	233
A.4. Seguridad vial como una de las 3 prioridades básicas de Francia	235
A.5. Estrategia de seguridad vial en Gran Bretaña	237
A.6. Política de seguridad vial de la UE	240
ANEXO B. RESUMEN DE RESPUESTAS AL CUESTIONARIO	243
B.1. Límites de velocidad actuales	244
B.2. Proporción de conductores que superan los límites	254
B0.3. Actitudes públicas hacia la velocidad, límites de velocidad y control de velocidad	260
B0.4. Cumplimiento de los límites de velocidad: multas, reducción de puntos, retirada del carné	263
LECTURAS RECOMENDADAS.....	275
APÉNDICE. MIEMBROS DEL GRUPO DE TRABAJO	281

RESUMEN EJECUTIVO

En las cinco últimas décadas, la sociedad y los individuos se han beneficiado de la rápida mejora de los sistemas viales. Durante el mismo periodo, la industria ha fabricado y vendido vehículos motorizados capaces de alcanzar unas velocidades cada vez más altas. El transporte en vehículos a alta velocidad ha contribuido al desarrollo económico de los países OCDE/CEMT, y ha ayudado a mejorar la calidad general de vida. Por otro lado, estas altas velocidades tienen efectos muy adversos, fundamentalmente en términos de accidentes de carretera (con sus consecuencias mortales, de heridos y daños materiales) pero también en términos medioambientales, incluyendo el ruido y las emisiones de gases de combustión, y en términos de habitabilidad de las zonas urbanas y residenciales.

Recientemente, ha aumentado la demanda (especialmente en las zonas urbanas) de estrategias que contribuyan a reducir estos efectos. Una parte creciente de la población ha solicitado mejoras en la seguridad vial y en la calidad de vida, así como la reducción de los efectos negativos en el medioambiente. En las zonas urbanas, en particular, los residentes están cada vez más a favor de reducir la velocidad de los vehículos para proteger el medioambiente, mejorar las condiciones de la población, proteger a quienes viven cerca de las vías y garantizar la seguridad de peatones, ciclistas, niños y gente con problemas de movilidad.

Las políticas de gestión de velocidad que pueden ofrecer estos resultados se han convertido en materia de alta prioridad en muchos países.

Los efectos de la velocidad

La velocidad tiene muchos impactos positivos, el más obvio es que permite reducir el tiempo de viaje, mejorando, en consecuencia, la movilidad. Los avances del último siglo en materia de carreteras, vehículos motorizados y transporte vial han reducido significativamente el tiempo de viaje, contribuyendo así al desarrollo de las economías nacionales y facilitando el acceso al empleo, bienes, servicios e instalaciones como hospitales, centros comerciales y de ocio, ampliando a su vez las oportunidades de empleo, vivienda, etc. Estas ventajas han contribuido claramente a mejorar la calidad de vida.

Pero la velocidad también tiene consecuencias muy negativas (p. ej. en términos medioambientales y de seguridad vial) y puede acarrear efectos negativos en la habitabilidad de zonas urbanas y residenciales.

El problema de la velocidad

La velocidad excesiva e inadecuada es el principal problema de seguridad vial en muchos países. Además de contribuir a un tercio de los accidentes mortales, la velocidad es un factor agravante de todos los accidentes.

El exceso de velocidad, concepto que engloba *velocidad excesiva* (esto es, la conducción por encima de los límites de velocidad) y *velocidad inadecuada* (conducir demasiado rápido para las condiciones concretas, pero dentro de los límites), es peligroso. Además de ser un factor causal en prácticamente un tercio de los accidentes mortales, la velocidad es un factor agravante de las consecuencias de todos los accidentes.

Al aumentar la velocidad del impacto, las fuerzas que deben absorber los ocupantes del vehículo en caso de accidente aumentan drásticamente, de acuerdo a los principios de la energía cinética. Los sistemas de protección de los ocupantes son muy eficaces a velocidades bajas o moderadas. Sin embargo, no pueden proteger adecuadamente a los ocupantes de un vehículo frente a esas fuerzas cinéticas a velocidades de impacto elevadas.

Los usuarios vulnerables están especialmente expuestos a los impactos (especialmente en zonas urbanas) a velocidades por encima de los límites de la tolerancia humana.

El exceso de velocidad es un problema social muy extendido, que afecta a toda la red vial (autopistas, autovías, carreteras locales, vías urbanas). Normalmente, en cualquier momento, el 50% de los conductores supera los límites de velocidad. A menudo, los conductores superan los límites por menos de 20 km/h, pero un porcentaje viaja a velocidades superiores a los 20 km/h por encima del límite permitido. El exceso de velocidad es un problema que afecta a todo tipo de vehículos motorizados y a todos los grupos de usuarios de las vías de transporte. Sin embargo, este comportamiento es más recurrente entre el grupo de jóvenes conductores.

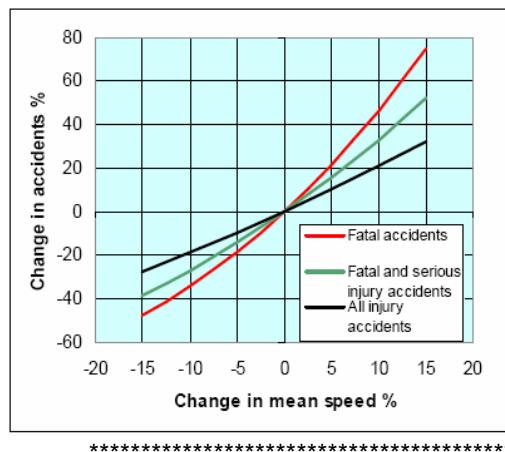
Los estudios y la investigación confirman los efectos contrarios a la seguridad vial de las altas velocidades. Son muchos los investigadores que han demostrado la relación existente entre accidentes con heridas graves, accidentes mortales y velocidad. El conocido modelo "Power Model"¹ de Nilsson es la base de las relaciones ilustradas en el gráfico y de las siguientes estimaciones sobre los efectos de los cambios sobre los efectos de los cambios de velocidad en los accidentes mortales, con resultados graves y en todo tipo de accidentes con heridos:

- Un aumento del 5% en la velocidad media supone un aumento aproximado del 10% de los accidentes con heridos y del 20% de los accidentes mortales.

La misma investigación muestra los efectos positivos de la reducción de la velocidad del vehículo:

- Una reducción del 5% en la velocidad media supone una reducción aproximada del 10% de los accidentes con heridos y del 20% de los accidentes mortales.

Fuente: Nilsson (2004)



Change in accidents % = Cambio en los accidentes (%)

Change in mean speed % = Cambio en la velocidad media (%)

Fatal accidents = Accidentes mortales

Fatal and serious injury accidents = Accidentes mortales y con heridos graves

All injury accidents = Accidentes con heridos

Como indica el modelo, si la velocidad se reduce unos pocos km/h se puede reducir enormemente el riesgo de accidentes y mitigar las consecuencias de un accidente².

Haciéndose eco de las preocupaciones relativas al exceso de velocidad, el Secretario General de las Naciones Unidas, en su informe³ a la Asamblea General sobre *Mejora de la seguridad vial en el*

¹ Cualquier modelo es una representación simplificada de la realidad. El modelo Nilsson de relación entre velocidad del vehículo y muertes y heridos, aunque tiene una sólida base científica, no puede tomar en cuenta todas las características del entorno vial. Las consecuencias reales dependen del tráfico rodado y de las características específicas. Por ejemplo, las consecuencias son considerablemente mayores en vías urbanas frente a las autopistas.

² Por ejemplo, en Melbourne (Australia), cuando el límite de velocidad de la red de carreteras rurales aumentó de 100 a 110 km/h en 1987, los accidentes con heridos aumentaron en un 24,6%. Cuando el límite de velocidad volvió a los 100 km/h, en 1989, el número de accidentes con heridos se redujo en un 19%.

mundos, ha invitado a los Estados miembros a "emprender acciones sobre la velocidad excesiva e inadecuada".

Las altas velocidades también contribuyen a un aumento en la emisión de gases de efecto invernadero, del consumo de combustible y del ruido, y son causa de otros efectos adversos a la calidad de vida, especialmente para los habitantes de zonas urbanas.

La velocidad tiene importantes consecuencias sobre el medioambiente, al estar directamente relacionada con la emisión de gases de efecto invernadero (fundamentalmente CO₂) y de contaminantes locales (CO, NO_x, HC), y con el aumento del consumo de combustible. El ozono (que resulta de reacciones químicas que implican hidrocarbonos, óxidos de nitrógeno y luz solar) también se ve afectado por las emisiones de los vehículos y, por tanto, por la velocidad de los mismos.

La velocidad también tiene un impacto considerable sobre el ruido externo emitido por el vehículo y, por tanto, en los niveles globales de ruido por tráfico, otro de los grandes temas de interés, especialmente en las zonas urbanas y en horario nocturno.

La velocidad de viaje, real y percibida, también afecta (positiva y negativamente) a las estimaciones de la población respecto a su nivel de bienestar.

Una movilidad mayor, unos viajes más rápidos y un mejor acceso a instalaciones y servicios son factores que mejoran las estimaciones generales sobre calidad de vida, mientras que los efectos adversos (por ejemplo sobre el medioambiente) restan calidad de vida. Algunos de estos efectos (por ejemplo heridos o ruido) pueden medirse, pero otros son más difíciles de evaluar. El trastorno ocasionado a las comunidades locales o el miedo a los vehículos (que puede disuadir a la población de dar paseos a pie o en bicicleta o limitar su capacidad para llegar fácilmente a su destino) no son fácilmente cuantificables, pero pueden tener un gran impacto sobre la población. En tales casos, los costes sociales de la velocidad son asumidos, fundamentalmente, por aquellos que no son los usuarios de los vehículos.

La gestión de la velocidad no es incompatible con la movilidad y las necesidades económicas

Matemáticamente, un aumento en la velocidad ayuda a reducir el tiempo de viaje. Sin embargo, los usuarios de carretera suelen sobreestimar los efectos de la velocidad en la reducción del tiempo de viaje y, al menos en las zonas urbanas, el ahorro de tiempo suele ser pequeño o insignificante debido a los cruces y al tiempo que se pierde en los semáforos.

En términos de uso de infraestructuras, la reducción de la velocidad media de la circulación rodada no reduce de forma necesaria la capacidad de la vía. Por ejemplo, la capacidad máxima de una vía urbana suele calcularse a una velocidad de unos 60-70 km/h.

Cómo afrontar el problema del exceso de velocidad

Casi todos los gobiernos han reconocido la necesidad de realizar acciones que afronten el exceso de velocidad. La *gestión de velocidad*, que debería ser un elemento central de cualquier estrategia de seguridad vial, pretende conseguir velocidades adecuadas en todas las partes de la red vial.

Las estrategias y políticas de gestión de la velocidad suelen estar ligadas a objetivos políticos de otras áreas (p. ej. protección del medioambiente) y pueden insertarse en estrategias de transporte más amplias. Es necesario dar más importancia a estos objetivos para alentar una mayor colaboración y cooperación, y para aumentar la aceptación pública y la disposición política para emprender acciones.

³ Asamblea General de las Naciones Unidas, Documento A/60/121, 1 de agosto de 2005.

Con el apoyo político adecuado, las estrategias de gestión de la velocidad pueden suponer una contribución real en la consecución de un triple objetivo definido por la mejora de la seguridad vial, la reducción de los impactos sobre el medioambiente y la moderación del consumo de energía.

Un avance muy importante, y relativamente reciente, para afrontar el problema del exceso de velocidad ha sido reconocer y actuar sobre los umbrales de la resistencia física del cuerpo humano a la energía liberada durante un choque (relacionada con la velocidad de impacto). Estos umbrales deben convertirse en un dato fundamental para el desarrollo de leyes, normativas e infraestructuras. Por ejemplo, de acuerdo a la Organización Mundial de la Salud, los peatones incurren en un riesgo de en torno al 80% de morir atropellados a una velocidad de impacto de 50 km/h, mientras que el riesgo se reduce a un 10% con una velocidad de 30 km/h (véase también la figura 5). Para los ocupantes del automóvil, el llevar puestos los cinturones de seguridad en coches bien diseñados, puede proporcionarles protección para una velocidad máxima de 70 km/h en impactos frontales y de 50 km/h en aquéllos laterales.

Las autoridades responsables deberían emprender acciones coordinadas para dar forma a una respuesta inmediata y duradera al problema del exceso de velocidad

La reducción de la velocidad disminuiría de forma inmediata el número de muertes y heridos en las carreteras y es una medida eficaz para hacer avances reales hacia los objetivos de seguridad vial definidos por algunos de los países OCDE/CEMT (p. ej. la reducción del 50% de las muertes adoptada como objetivo por los Ministros de la CEMT en 2002 para el periodo comprendido entre 2000 y 2012, y otros objetivos similares fijados a nivel nacional).

Recientemente, ha habido varios ejemplos positivos de acciones decisivas conjuntas para la reducción del exceso de velocidad por parte de distintas autoridades. Dos de estos ejemplos serían:

- **Francia.** El 14 de julio de 2002 (fiesta nacional francesa), el Presidente de Francia anunció que la "lucha contra la inseguridad vial" sería uno de los tres objetivos principales del gobierno durante los cinco años siguientes. Un año después, se adoptó un plan de acción para la seguridad vial que implicaba a varios ministerios y que se centraba fundamentalmente en el cumplimiento de los límites de velocidad, con la introducción de medios automáticos. A partir de 2002, y durante tres años, la velocidad media de las carreteras francesas se redujo en 5 km/h y las muertes se redujeron en más del 30%, un resultado sin precedentes.
- **Australia.** En el año 2002, el Estado de Victoria lanzó su estrategia *Arrive Alive!* (¡Llega con vida!) centrada también en la reducción de la velocidad vial. El refuerzo de las medidas para el cumplimiento de la normativa vigente y la reducción del margen de tolerancia del exceso de los límites de velocidad ayudaron a disminuir notablemente la velocidad media, especialmente en las zonas de 60, 70 y 80 km/h. Durante los primeros cuatro años de la estrategia (2002-2005), hubo una reducción de un 16% de los accidentes mortales. La reducción del 43% de las muertes en el área metropolitana de Melbourne, entre 2001 y 2003, se extendió a todas las categorías de usuarios de las vías. Aunque es difícil concluir que la reducción de los accidentes se debiera exclusivamente a un mayor cumplimiento de los límites de velocidad, los patrones de la reducción de muertos y heridos sugerían que fue un factor fundamental de dicha reducción.

Además de conseguir rápidas mejoras en la seguridad vial, el afrontar los problemas de exceso de velocidad en estos términos supone una contribución muy significativa al objetivo de reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero.

La reducción de la velocidad también ayudará a reducir otros efectos adversos que afectan a las percepciones de la población sobre su bienestar y calidad de vida, entre ellos el ruido, el trastorno de las comunidades locales y efectos menos visibles como el que el tráfico rodado a gran velocidad desalienta a

la hora de dar paseos a pie o en bicicleta o reduce la capacidad de la población para llegar fácilmente a sus destinos.

Desarrollo de un paquete de gestión de la velocidad que logre el equilibrio perfecto entre las distintas medidas de gestión de la velocidad

El paquete de gestión de la velocidad deberá tomar en consideración estos elementos: mejora de las infraestructuras, límites de velocidad, señalización adecuada, ingeniería de vehículos, educación, formación e incentivos, medidas de cumplimiento de las leyes y tecnologías de asistencia a la conducción. Además, un elemento clave para el éxito de la política de gestión de la velocidad es la medición de la velocidad. Se recomienda a todos los países supervisar regularmente la velocidad de su red vial, por ser éste un indicador clave respecto a los objetivos en materia de seguridad y de medioambiente.

- *Educación e información para el público y para los autores de las políticas sobre el problema del exceso de velocidad*

Es un requisito previo para garantizar el éxito del desarrollo de cualquier acción de gestión de la velocidad. Los programas educativos e informativos más eficaces aúnan la base lógica del sistema de límite de velocidad y las razones para las medidas de gestión de la velocidad, subrayando los resultados positivos en términos de seguridad de dichas medidas así como las ventajas medioambientales (contaminación atmosférica y ruido) de una velocidad moderada.

Los programas educativos, formativos e informativos son asuntos de interés para toda la población. Sin embargo, son necesarias acciones adaptadas según sean niños, adolescentes, jóvenes conductores o conductores en general. La educación y la formación de los conductores deben centrarse en los riesgos y en otras desventajas derivadas del exceso de velocidad, que deberán convertirse en una materia explícita de dicha formación. Es importante que los profesores reciban también formación sobre este tema y sus efectos.

Los conductores con licencia forman el mayor grupo de interés, pero también es muy difícil llegar a ellos. Los países suelen confiar en campañas informativas, por ejemplo vallas publicitarias por las carreteras o anuncios televisivos. Las campañas de información son indispensables si se utilizan como refuerzo para otras medidas, pero tendrán un efecto muy limitado si se aplican como medida autónoma.

La producción y difusión de información debería ser una actividad continua.

Al mismo tiempo, los anuncios de automóviles no deberían hacer atractiva la velocidad, como suele ser el caso. La representación de la velocidad en la publicidad de automóviles, motocicletas y vehículos deportivos utilitarios o SUV (acrónimo en inglés de *Sport Utility Vehicle*), en medios impresos y en televisión, es amplia, pero debería ser frenada de forma activa. Podrían lograrse rápidos avances a través de acuerdos voluntarios sobre nuevos estándares de publicidad. Los gobiernos han de animar a los fabricantes a reemplazar el énfasis dado a la velocidad por mensajes positivos como las ventajas de las prestaciones y tecnologías del vehículo destinadas a mejorar la seguridad al tiempo que a reducir el tiempo de viaje y la tensión ligada a la conducción. Los programas de ensayos de seguridad de la organización NCAP son ejemplos de esquemas de información estructurados de los que podrían valerse los gobiernos para alentar a los fabricantes a ofrecer sistemas de gestión de la velocidad relacionados con la seguridad en sus nuevos vehículos y para informar al público sobre sus ventajas potenciales.

- *Velocidad adecuada para todos los tipos de vías de la red y revisión de los límites de velocidad existentes*

La adecuación de la velocidad para los distintos tipos de vías debería reflejar la importancia fundamental de proteger la vida humana y evitar los accidentes en las carreteras. Hay que relacionar las estimaciones con la tolerancia humana a las velocidades de impacto en distintas circunstancias de choque

y con los riesgos de tales choques. Las estimaciones de lo que constituiría una velocidad adecuada también exigen un compromiso entre otros objetivos como movilidad sostenible, protección medioambiental y mejora de la calidad de vida. Es necesario determinar la velocidad adecuada para todo tipo de vías de la red. Luego será necesario revisar los límites de velocidad existentes para estimar si reflejan la velocidad adecuada en relación con los riesgos de accidente y el abanico de los demás factores relevantes como la función de la vía, la composición del tráfico, la presencia de usuarios vulnerables, el diseño de la vía y las características de los arcenes.

Los límites de velocidad son una forma de conseguir velocidades adecuadas. Los límites elegidos deben ser aceptables y creíbles tomando en consideración la vía y las características de su entorno, y las autoridades públicas serán responsables de garantizar este hecho. Debería haber una diferencia clara entre los límites de velocidad en las autopistas y en otras vías para mantener el atractivo de las primeras, que reside en su categoría de vía más segura.

En las zonas urbanas, los límites de velocidad no deberían superar los 50 km/h⁴ con zonas de 30 km/h en aquellas áreas donde los usuarios vulnerables (incluidos los niños) corran especial riesgo. La investigación demuestra que estos límites más bajos, si están acompañados por medidas de la denominada "pacificación del tráfico" (*traffic calming*), son muy eficaces a la hora de reducir accidentes y heridos, habiéndose demostrado reducciones de hasta dos tercios. En la última década, varios países han reducido sus límites de velocidad en las zonas urbanas, con importantes resultados en la disminución de accidentes mortales. Por ejemplo:

- **Hungría.** El límite de velocidad vigente en las zonas urbanizadas se redujo de los 60 a los 50 km/h en 1993, resultando una reducción de un 18,2% en las muertes por accidente en el siguiente año.

La armonización de los límites de velocidad entre regiones (p. ej. Europa, Norteamérica) puede contribuir a mejorar su credibilidad y a promover un aumento en el nivel de aceptación entre el público general.

El uso de límites de velocidad variables en circunstancias adecuadas puede ayudar a mejorar los niveles de seguridad y a mejorar también la aceptación pública.

- *Conductores informados en todo momento del límite de velocidad*

Es necesario informar, en todo momento, a los conductores de cuál es el límite de velocidad. Un modo tradicional y muy rentable es utilizar señales verticales y líneas de señalización vial, cuyo uso y aplicación pueden mejorarse todavía en gran medida.

Además, hay aplicaciones tecnológicas emergentes que podrían ayudar a confirmar los límites de velocidad por otros medios. Por ejemplo, las señales variables pueden ofrecer mensajes adecuados a las condiciones concretas de la vía y, además, son más creíbles que las señales fijas. Los límites de velocidad también pueden mostrarse en el vehículo, a través de una comunicación vehículo-infraestructura o a través de sistemas GPS.

- *Mejoras de infraestructura que apunten a vías seguras y "autoexplicativas"*

Todas las vías deberían tener una función clara: acceso, distribución o circulación. Hay una velocidad adecuada para cada una de estas funciones. Dicha velocidad debería derivar de aspectos del diseño de la infraestructura, tales como las distancias de visibilidad, separación de las intersecciones y anchura de la preferencia de paso. Esto ayuda a dar forma a vías seguras y "autoexplicativas", en las que los conductores son capaces de reconocer el tipo de vía y son orientados para adaptar su velocidad a las condiciones locales.

⁴ En 1996, los ministros del CMET recomendaron un límite de velocidad máximo de 50 km/h en las zonas urbanas. Sin embargo, este límite sigue sin aplicarse en algunos países CMET.

Las mejoras en términos de infraestructuras suelen ser más fáciles y baratas de implementar en áreas urbanizadas, donde pueden lograrse ventajas inmediatas en materia de seguridad. La investigación ha demostrado que medidas como badenes y estrechamientos de calzada son muy rentables y ayudan a proteger a usuarios vulnerables y al entorno general, especialmente en zonas habitadas, en la cercanía de escuelas, pasos de peatones, etc.

En las carreteras rurales, las medidas de gestión de la velocidad de naturaleza estructural son más difíciles de llevar a cabo, debido a la extensión de la red y a los gastos implícitos. Pueden hacerse mejoras eliminando obstáculos de los arcenes para mejorar la seguridad de la carretera. Aunque la solución ideal sería dividir el tráfico en las carreteras rurales (usando medianas, por ejemplo), la limitación de recursos suele impedir hacerlo de forma amplia y consistente. Por tanto, también deberían fomentarse soluciones alternativas, como el posible uso de nuevas tecnologías.

Si la infraestructura no puede actualizarse, a costes razonables, de acuerdo al estándar exigido por el límite de velocidad existente, la acción adecuada es *reducir el límite de velocidad*.

- *Nivel adecuado de medidas tradicionales de cumplimiento de la ley policiales y de control automático de velocidad*

Las medidas policiales de imposición de la ley tradicionales y el control de velocidad automatizado (incluido el uso de cámaras móviles) reforzados ambos por multas eficaces, son estrategias necesarias para complementar el resto de medidas de gestión de velocidad y conseguir su máxima eficacia.

Las medidas de imposición deberían extenderse a todos los usuarios de las carreteras (incluyendo a conductores extranjeros) y a todo tipo de vehículos (p. ej. ciclomotores y camiones). En el caso de las medidas automáticas de imposición de la ley, la experiencia ha demostrado que los mejores resultados se obtienen cuando el propietario del vehículo, más fácil de identificar que el conductor, puede ser el responsable legal de la violación⁵.

El control de secciones (es decir, el control de la velocidad media de una sección de carretera) ha demostrado ser una forma muy rentable de obligar al cumplimiento de los límites de velocidad. Esta experiencia demuestra que debería seguir fomentándose su uso.

Deberían definirse también unos niveles de tolerancia mínimos (p. ej. del 5%) para el exceso de velocidad, permitiendo, eso sí, posibles imprecisiones del dispositivo de medida y de los velocímetros. Esto es así porque la definición de unos niveles de tolerancia altos, transmite a los conductores una señal confusa y reduce la credibilidad del sistema de límites de velocidad.

La aleatoriedad de las medidas de imposición de la ley es un factor determinante de la evaluación subjetiva de los conductores del riesgo de detención. Por tanto, es de esperar que un programa de imposición de la ley "en cualquier lado y en todo momento" tuviera efectos más amplios, especialmente si va unido a una publicidad amplia.

La experiencia con el control automático ha probado ser un enfoque eficaz en términos de coste y con un claro efecto en materia de seguridad a nivel general y no sólo en el lugar de ubicación de las cámaras⁶. Sin embargo, para garantizar la implementación a gran escala de cámaras automáticas de velocidad, es necesario ofrecer información adecuada a los medios, grupos de interés y al público. La reinversión de los ingresos obtenidos de multas en el esfuerzo de imposición de la ley (incluyendo el funcionamiento de las cámaras) reforzará la idea de que el propósito del control automático por cámaras es la mejora de la seguridad vial y aumentará el apoyo público.

- *Desarrollo de ingeniería de vehículos*

⁵ En algunos países (p. ej. Alemania), es necesario identificar a los conductores que cometieron la infracción.

⁶ Por ejemplo, en Francia, la introducción de un sistema de sanción por control automático en 2003 contribuyó a una reducción del 22% de las víctimas mortales en carretera en 2004.

Las velocidades máximas de los coches de pasajeros, camiones ligeros, vehículos deportivos utilitarios y ciclomotores han aumentado muchísimo en los últimos 30 años. Casi todos los coches de pasajeros vendidos en 2006 pueden superar los 150 km/h, una velocidad por encima del límite de velocidad máximo legal de casi todos los países. En algún momento puede ser necesario plantearse límites a la velocidad máxima de los vehículos. Sin embargo, esas limitaciones no servirían para resolver todos los problemas relacionados con la velocidad, especialmente en las zonas urbanas, donde los posibles límites impuestos a la velocidad del vehículo serían de poca ayuda a la hora de garantizar el cumplimiento de los límites de velocidad de 50 y 30 km/h.

En los países sin tal sistema obligatorio, debería plantearse la obligatoriedad de limitadores de velocidad para camiones y autocares.

El CCC (Control de crucero convencional) y el ACC (Control de crucero adaptativo) pueden ayudar a los conductores a controlar la velocidad del vehículo. El control de crucero adaptativo (que permite controlar el intervalo de tiempo entre el individuo y el que le precede) es una tecnología muy prometedora que puede ayudar a mejorar la seguridad.

El Control de estabilidad electrónico (ESC o ESP) ha demostrado ser muy eficaz en la reducción del riesgo de accidentes (especialmente en los accidentes de un solo vehículo). Debería promoverse la difusión del control de estabilidad en los vehículos de pasajeros.

Los registradores de datos (EDR, a partir del inglés *Event data recorders*) pueden ofrecer enormes ventajas a la seguridad vial. Los EDR pueden registrar datos antes, durante y después de un accidente, entre ellos la velocidad del vehículo, la aceleración, despliegue del airbag y algunas otras variables basadas en los ocupantes. Los sistemas EDR más sofisticados, que transmiten datos sobre el funcionamiento del vehículo, incluyendo la velocidad a los centros de administración de flotas, son muy usados en las flotas comerciales, especialmente en Norteamérica. Es de esperar que los EDR promuevan un cierto grado de "autoimposición" de la ley. También es necesario fomentar su difusión.

- *Desarrollo e implementación progresiva de tecnologías de asistencia al conductor y control de velocidad del vehículo*

A medida que aumenta el acceso a las *nuevas tecnologías*, aparecen nuevas aplicaciones que representan un paso adelante en la gestión de velocidad. En este momento, son muchos los países dedicados a la investigación y prueba activa de aplicaciones ISA (siglas en inglés de Adaptación Inteligente de la Velocidad). Con la tecnología ISA, el vehículo "conoce" el límite de velocidad local y es capaz de utilizar esa información de cara al conductor o para limitar la velocidad del vehículo.

Son dos las categorías ISA evaluadas para su posible difusión:

- . ISA *informativo (asesor)*, que muestra, fundamentalmente, el límite de velocidad y advierte (a través de un sonido o elemento visual) al conductor cuando supera el límite de velocidad; e
- . ISA *de apoyo (de intervención)*, que advierte al conductor pero también interviene al vincular directamente la información sobre el límite de velocidad al sistema de control de velocidad del vehículo.

Los dos sistemas pueden ajustarse de forma voluntaria (el conductor elige si activarlos) o ser definidos como obligatorios (el sistema está activado todo el tiempo). Sea cual sea el sistema elegido, el conductor siempre podrá ignorarlo en situaciones de emergencia.

Dadas las enormes ventajas potenciales que pueden aportar tales tecnologías, se recomienda su implementación progresiva sobre una base de eficacia de costes. Las acciones adecuadas podrían incluir:

- Todos los nuevos vehículos equipados con limitadores de velocidad ajustables de forma manual (en los que el conductor puede elegir la velocidad máxima)⁷, y en cuanto fuera practicable con sistemas ISA informativos o de apoyo voluntarios, para apoyar a los conductores a cumplir con los límites de velocidad (estáticos y, finalmente, variables).
- Como reflejo de las sustanciales ventajas potenciales en materia de seguridad, se da más importancia a las aplicaciones ISA obligatorias a largo plazo, reconociendo y tomando en cuenta los cambios que implicarían en términos de filosofía general ante la conducción y responsabilidades (para los sistemas de apoyo⁸).
- Para ayudar a garantizar las ventajas potenciales de las tecnologías ISA, se recomienda también a los gobiernos, en colaboración con los socios relevantes, desarrollar las bases de datos de límites de velocidad digitales necesarias. Estas bases de datos podrían tener otros muchos usos (p. ej. gestión del tráfico).

Otras nuevas tecnologías

La visión a largo plazo es la de una autovía inteligente en la que la comunicación entre los distintos vehículos y la infraestructura de los laterales de la vía ayudará a los conductores e incluso llegará a controlar activamente a los vehículos (puede ser especialmente ventajoso en las redes viales estratégicas). Otros sistemas estarán basados en la comunicación entre vehículos y satélites. A largo plazo, hay otras ventajas tecnologías de las que se espera puedan ofrecer oportunidades reales para reducir considerablemente el número de colisiones y, en última instancia, el número y gravedad de las víctimas.

Es importante que los distintos países, y los foros paneuropeos y mundiales, sigan investigando estas oportunidades emergentes, para poder así tomar decisiones bien fundadas. Es necesario desarrollar una investigación adecuada, garantizando así que el aumento en el uso de la tecnología no ponga en compromiso la seguridad. Además, antes de la implementación completa, es necesario resolver una serie de problemas, entre ellos una evaluación en profundidad de potenciales efectos adversos. Será fundamental el apoyo político y estratégico.

La situación en los países en vías de desarrollo

El exceso de velocidad es también un problema creciente para los países en vías de desarrollo. No hay suficientes datos ni investigaciones que permitan cuantificar, de forma concluyente, la situación relativa al exceso de velocidad en muchos países a distintos estadios de desarrollo. Sin embargo, es de esperar que los niveles crecientes de motorización sin un enfoque adecuado de este problema se traduzcan en consecuencias graves para la seguridad vial. Aunque las circunstancias locales varían (véase la figura 10), la experiencia de los países OCDE/CEMT podría ser muy útiles para ofrecer a estos países el aprendizaje derivado de años de experiencia en políticas de gestión de velocidad. Aunque los gobiernos de los países industrializados pueden ayudar a transferir el conocimiento necesario, son los países en vías de desarrollo los que tendrán que adaptar las medidas a la cultura, nivel de desarrollo y nivel de seguridad vial de su país.

Conclusiones

La reducción de la velocidad disminuiría de forma inmediata el número de accidentes mortales y heridos, y es una forma probada de hacer progresos reales hacia los objetivos de seguridad vial definidos por los países OCDE/CEMT. Las acciones coordinadas emprendidas por las autoridades responsables pueden dar forma a una respuesta inmediata y duradera al problema del exceso de velocidad.

⁷ Los limitadores de velocidad ajustables están cada vez más presentes en los nuevos coches de pasajeros de Europa y Asia. En otras regiones, especialmente Norteamérica, esos dispositivos aún no son bien conocidos.

⁸ Por razones operativas, de responsabilidad y legales, un país (Alemania) ha advertido que no apoya el desarrollo e implementación de sistemas ISA de apoyo, voluntarios ni obligatorios.

RESUMEN EJECUTIVO

El mejor enfoque es desarrollar un paquete amplio de medidas de gestión de velocidad. Este paquete variará de un país a otro y deberá tener en cuenta los niveles actuales de seguridad vial de cada país.

La mayoría de las medidas perfiladas en el estudio pueden aplicarse en todos los países, y deberían ser consideradas tanto para zonas urbanas como rurales.

Sin embargo, es recomendable que los países sin una larga tradición en materia de gestión de velocidad comiencen desarrollando sus estrategias en las zonas urbanas, donde pueden obtenerse más rápidamente las mayores mejoras en términos de seguridad, especialmente de cara a los usuarios vulnerables.

CAPÍTULO 1.

INTRODUCCIÓN

Este capítulo define el marco que condujo a la constitución del grupo de trabajo de la OCDE/CEMT sobre gestión de velocidad. Presenta el mandato del Grupo de Trabajo, las razones que hacían necesaria la elaboración de un nuevo informe sobre gestión de velocidad y la necesidad de un enfoque integrado orientado hacia la cuestión de la velocidad. Por último, se describen también la estructura y contenidos del informe.

El dilema de la velocidad

En las cinco últimas décadas, la sociedad y los individuos se han beneficiado de la rápida mejora de los sistemas viales. Durante el mismo periodo, la industria automovilística ha fabricado y vendido vehículos motorizados capaces de alcanzar unas velocidades cada vez mayores. Por un lado, el viaje a alta velocidad puede aumentar la movilidad y reducir el tiempo de viaje. Por otro, sin embargo, las altas velocidades de los vehículos tienen efectos adversos. Estos efectos se traducen, principalmente, en accidentes de carretera y sus consecuentes muertes, heridos y daños materiales, pero también se dan en términos medioambientales (p. ej. ruidos y emisiones de gases contaminantes). Además, el aumento en el uso de vehículos de motor puede tener efectos negativos en el estilo de vida y en la salud (p. ej. la salud cardiovascular de la comunidad) si va asociado a una reducción en la práctica de ejercicio físico. Al mismo tiempo, los habitantes de las zonas urbanas comienzan a demandar velocidades más bajas, y también aumenta la demanda general de protección del medioambiente, de mejora de la calidad de vida para la población y de garantías de seguridad para los que viven en las cercanías de las vías: peatones, ciclistas, niños y personas con movilidad reducida.

Hay un claro dilema entre velocidad como signo de mejora de la eficacia y herramienta de progreso, y las consecuencias negativas del exceso de velocidad, concepto que engloba *velocidad excesiva* (esto es, altas velocidades por encima del límite de velocidad legal) y velocidad *inadecuada* (demasiado alta para las condiciones reinantes, pero dentro de los límites). No es un problema nuevo, pero su protagonismo ha crecido en un mundo en el que la seguridad y el desarrollo sostenible han ganado también protagonismo e importancia. El desarrollo económico necesita de crecimiento del sistema de transportes y de mejoras en sus servicios, y una respuesta natural a estas necesidades es reducir las barreras impuestas a la velocidad en los sistemas de transporte. Sin embargo, en términos generales, la seguridad necesita de velocidades más bajas o, al menos, de la eliminación de las velocidades *excesivas*. Al mismo tiempo, son muchas las jurisdicciones tendentes a la limitación del consumo de energía y de las emisiones de gases invernadero, y las bajas velocidades pueden contribuir directamente a conseguir estos objetivos.

Las ventajas y desventajas de las altas velocidades no son percibidas del mismo modo por individuos y por la comunidad en conjunto. Las consecuencias sociales de los accidentes de carretera son bien conocidas, y la velocidad excesiva es uno de sus principales factores. Sin embargo, para un conductor individual, el peligro de verse envuelto en un accidente es relativamente pequeño, por lo que rara vez experimentará las peores consecuencias de la velocidad excesiva en materia de seguridad. Además, cuantos más viajes realice con éxito un conductor, a altas velocidades, más se reforzará su idea de la seguridad de tales prácticas. De igual forma, los efectos medioambientales del exceso de velocidad sólo son observables a nivel global (mala calidad del aire), pero no resultan tan obvios a nivel individual (tal vez con la excepción del consumo de combustible). El problema de los niveles aceptables de velocidad para los usuarios vulnerables y para los residentes, sólo se hace patente allí donde el tráfico automovilístico comparte la vía con dichos usuarios, o atraviesa zonas residenciales. Esta contradicción entre consecuencias sociales e individuales dificulta la tarea de gestión de velocidad.

El Grupo de Trabajo

En 2004, el Centro de Investigación del Transporte OCDE/CEMT fundó un Grupo de Trabajo sobre gestión de velocidad en el que participaron expertos en seguridad vial de 16 países⁹.

En sus mandatos, los objetivos del Grupo de Trabajo se definen de esta forma:

- Evaluar el impacto de la velocidad en la seguridad vial, así como en la circulación de tráfico, en el medioambiente y en la calidad de vida.

⁹ Alemania, Australia, Canadá, Estados Unidos, Finlandia, Francia, Grecia, Hungría, Islandia, Corea, Países Bajos, Noruega, Portugal, Reino Unido, República Checa y Suecia.

- Comprender mejor el comportamiento de los conductores.
- Analizar y evaluar las medidas implementadas para reducir la velocidad: límites de velocidad, infraestructuras, señalización, tecnologías de vehículos, Adaptación Inteligente de la Velocidad, educación y formación y medidas de cumplimiento de las leyes.
- Definir un marco con el que evaluar los impactos globales de un conjunto de medidas sobre velocidad.

Este informe es el resultado de un esfuerzo de dos años, durante los cuales el Grupo ha celebrado varias reuniones y numerosos intercambios. Algunos de los elementos presentados en este informe están extraídos de una encuesta llevada a cabo por el grupo en 2004/2005. Dicha encuesta recogió información sobre distintas prácticas de gestión de velocidad en países de la OCDE y de la CEMT.

¿Por qué un nuevo informe sobre velocidad?

Como reflejo de la importancia de la reducción de la velocidad para la seguridad vial, se han publicado numerosos estudios internacionales y nacionales centrados en cómo gestionar la velocidad de los vehículos en distintos escenarios.

En 2002, la OCDE publicó su *Safety on Roads: What's the Vision* (OECD, 2002) que identificaba el alcance del exceso de velocidad, sus causas y consecuencias generales, para concluir: "El mayor problema de la velocidad es que la mayoría de los conductores no consideran al exceso de velocidad como un problema grave de seguridad vial". En 2003, la OCDE publicaba un informe sobre el impacto de las tecnologías en la seguridad (OCDE, 2003), en el que se revisaban los impactos positivos y negativos de las nuevas tecnologías en la seguridad, incluyendo su impacto sobre la velocidad. La CEMT se centró hace años en los problemas relacionados con la velocidad, y los ministros han adoptado numerosas resoluciones, comenzando por las dedicadas a los aspectos normativos de la velocidad y basadas en el análisis de límites y controles de velocidad (CEMT, Resoluciones Nº 29 y 30, de 1974). Sin embargo, ya desde entonces, la velocidad parecía ser un problema mucho más amplio y que se extendía a otras áreas, entre ellas los aspectos económicos y sociales que demandaban el desarrollo de políticas de moderación de la velocidad en el marco de programas de seguridad vial. Un informe de la CEMT sobre "*moderación de la velocidad*", publicado en 1996, presentaba un abanico de medidas recomendadas para moderar la seguridad y lograr un tráfico más seguro y la "pacificación del tráfico".

La Comisión europea también ha dirigido dos proyectos muy interesantes y relacionados con este tema: el proyecto MASTER, que ofrece recomendaciones para estrategias y políticas de gestión de velocidad y directrices para el desarrollo de herramientas de gestión de velocidad innovadoras; y el proyecto GADGET, que evalúa los cambios en el comportamiento de los conductores resultado de la introducción de dispositivos de seguridad integrados en los vehículos, de modificaciones visuales en el entorno vial, de medidas educativas, formativas y legales, y de las campañas de seguridad.

Por supuesto, muchas administraciones nacionales de transporte y distintas organizaciones de seguridad vial también han emprendido estudios en esta área con el propósito de resolver el aumento del exceso de velocidad en sus países y comunidades.

¿Por qué, pues, publicar un nuevo informe sobre velocidad?

Hay varias razones. En los últimos años, ha crecido, en términos generales, la preocupación social y política por el exceso de velocidad en muchos países. De forma clara, el exceso de velocidad es cada vez más identificado como uno de los problemas clave en materia de seguridad vial. Además, se ha hecho mucho más evidente que estas preocupaciones no están ligadas exclusivamente a la seguridad vial, sino que también son el resultado de la preocupación general por el medioambiente (ruido, emisión de gases y contaminación), por el consumo excesivo de energía y por tratarse en otros casos de objetivos sociales y de estilo de vida.

INTRODUCCIÓN

Gobiernos y administraciones, por tanto, están recibiendo presiones para centrarse en todo el espectro de efectos adversos, para identificar medidas que puedan reducir eficazmente el exceso de velocidad y para resolver las consecuencias negativas. Los líderes políticos de algunos países desean implementar programas que incluyan las medidas más eficaces que puedan tomarse. De esta forma, la velocidad y sus consecuencias siguen estando en el centro de cualquier política de medios de transporte y continúan siendo tema de gran interés.

Este nuevo informe responde a estas inquietudes generales y a las prioridades específicas definidas por el Comité de Investigación del Transporte OCDE/CEMT, que acordó la necesidad de que un Grupo de Trabajo formado por países OCDE/CEMT presentara un estudio sobre gestión de velocidad. Al afrontar el proyecto de esta forma se pretendía aprovechar la experiencia y la investigación disponible en muchos de los países miembros para perfilar enfoques de gestión de velocidad recomendables y medidas eficaces que pudieran ser tomadas en consideración a la hora de afrontar los problemas del exceso de velocidad.

La actitud y demandas públicas relativas a los problemas relacionados con la velocidad evolucionan y, a veces, son contradictorias. Aunque hay una creciente demanda de sistemas de transporte más seguros, también se desea, en algunas partes, una mayor diversidad de los límites de seguridad, con unos límites más bajos en las zonas urbanas y más altos en vías rurales principales. También son frecuentes las peticiones de límites de velocidad más elevados para las autopistas en algunas regiones o países.

Asimismo, hay nuevos desarrollos en las medidas disponibles para gestionar la velocidad, y en la actualidad se están desarrollando nuevas tecnologías que podrían tener un gran impacto en la misma. Algunas de ellas ya están operativas en las nuevas flotas (p. ej. limitadores de velocidad, control de crucero convencional y control de crucero avanzado). Otras, como la Adaptación Inteligente de la Velocidad, están siendo puestas a prueba, pero podrían implementarse en un futuro muy cercano.

Evidentemente, el enfoque de la gestión de velocidad también está evolucionando. En varios países, la gestión de velocidad es un componente central de políticas de seguridad vial integradas, tales como Seguridad sostenible (Países Bajos) o Vision Zero –“Visión Cero” (Suecia).

En resumen, hay una clara necesidad de mejoras en los resultados. Además, en los últimos años se han dado cambios significativos en distintos campos relacionados con la velocidad y que pueden contribuir a obtener tales resultados. La experiencia obtenida por los países OCDE y CEMT, y los resultados de la nueva investigación fueron, por tanto, factores fundamentales para la elaboración de este nuevo informe.

Público del informe

El informe está pensado para un público amplio, y está orientado, especialmente, a ayudar a los autores de políticas, a los profesionales de la seguridad vial y a los investigadores para afrontar, de forma global, los problemas relacionados con el exceso de velocidad.

Una aproximación integrada a la gestión de la velocidad

La gestión de velocidad puede definirse como un conjunto de medidas destinadas a limitar los efectos del exceso de velocidad y de la velocidad inadecuada dentro del sistema de transportes.

Tomando en consideración el alcance del exceso de velocidad en la mayoría de los países, y su impacto, no hay duda de la necesidad de una gestión eficaz de la velocidad. En general, se reconoce que una aproximación integrada y global a la gestión de la velocidad es, con toda probabilidad, una de las mejores formas de mejorar la situación actual.

Muchos países ya están desarrollando su política de transportes con enfoques integrados y una amplia mayoría de países aplica medidas, en una u otra forma, para gestionar la velocidad del tráfico

INTRODUCCIÓN

motorizado. Estas medidas van desde límites de velocidad generales hasta medidas de cumplimiento de la ley policiales y con objetivos definidos, publicidad, medidas de infraestructuras, y el uso de nuevas tecnologías en carreteras o vehículos.

Filosofía de seguridad vial y gestión de la velocidad

Lo ideal sería que las medidas adoptadas para tratar el exceso de velocidad estuvieran basadas en una filosofía de seguridad vial con una visión de futuro deseable.

Las filosofías de seguridad vial suelen expresar una visión a largo plazo de un sistema ideal de tráfico rodado en el que se eliminan, prácticamente, los accidentes y heridas personales graves. Los "accidentes" de carretera no se consideran acontecimientos accidentales, que son la consecuencia inevitable de nuestra demanda de movilidad. Por el contrario, son vistos como acontecimientos que se pueden evitar. Los elementos principales de las filosofías de seguridad vial reflejan, por lo general, principios de seguridad vial bien conocidos: la gente es falible y comete errores. Además, las personas son vulnerables físicamente y sólo pueden hacer frente a una cantidad limitada de agentes externos. Por tanto, las medidas de seguridad vial basadas en estas filosofías y principios toman en cuenta estas limitaciones y apuntan al desarrollo de un sistema vial que:

- minimice las opciones de error humano,
- sea capaz de tolerar errores si suceden,
- evite conflictos entre usuarios con grandes diferencias de velocidad, masa y dirección.

Una estrategia de seguridad vial basada en estos principios de seguridad identificará, de forma casi automática, la velocidad como un elemento principal del problema de la seguridad y a la gestión de la velocidad como un área de interés central.

El reciente informe de la OMS sobre la prevención de traumatismos causados por el tránsito (OMS, 2004), define un número de principios guía para el trabajo en materia de seguridad vial basados en esta línea de pensamiento. El informe señala, entre otras cosas, que:

"Los traumatismos causados por el tránsito se pueden evitar y predecir en gran medida; se trata de un problema causado por el ser humano que cabe someter a un análisis racional. Los errores corrientes de conducción y el comportamiento común de los peatones no deberían ocasionar traumatismos graves ni decesos – los sistemas de tránsito deberían ayudar a los usuarios a enfrentar airosamente situaciones cada vez más difíciles. La vulnerabilidad del cuerpo humano debería ser un parámetro determinante del diseño de los sistemas de tránsito, y en éstos el control de la velocidad es esencial".

Además, la Asamblea General de las Naciones Unidas, en su Resolución sobre la mejora de la seguridad vial global, ha invitado a sus Estados miembros a emprender acciones sobre la velocidad excesiva e inadecuada¹⁰.

Por supuesto, una filosofía de seguridad vial sólo será útil si las ideas generales se "traducen" en medidas de seguridad vial eficaces. Por ello, son esenciales la implicación, entusiasmo y compromiso de los partícipes en su desarrollo. Esto se hace especialmente patente cuando muchas de las responsabilidades en materia de la seguridad vial se transfieren a las regiones y municipios, algo que sucede en muchos países. Una filosofía de seguridad vial ayuda a dar más prioridad a la seguridad vial en la agenda política y define un eficaz marco financiero y organizativo para el trabajo en materia de seguridad vial. También ayuda a estimular el debate racional sobre el problema y a definir y establecer prioridades en las áreas de acción en la materia. Pretende motivar a los partícipes de todos los niveles a emprender la acción. Una buena supervisión del progreso y creación de informes sobre los resultados

¹⁰ Asamblea General de las Naciones Unidas, Documento A/60/121, 1 de agosto de 2005.

para las partes implicadas y que deberían contribuir a crear una atmósfera estimulante y motivadora. Por último, también es importante, cuando se adopta una filosofía, mantenerla viva entre los autores de políticas y sus partícipes.

Una filosofía de seguridad vial puede ayudar a definir una estrategia de seguridad vial a plazo medio, preferiblemente estructurada a través de objetivos de seguridad vial cuantificados (consúltense OCDE, 2002). Una vez hecho esto, podrá desarrollarse un plan de acción de corto a medio plazo. Dado que la velocidad afecta tanto al riesgo de accidentes como a su severidad, es de esperar que la gestión de la velocidad se convierta en una de las áreas prioritarias de toda estrategia de seguridad vial y del correspondiente plan de acción de seguridad. Un sistema de transporte seguro necesita de una política de velocidad muy estricta, con velocidades (muy) bajas en determinadas partes de la red vial, especialmente en las zonas urbanas. Son muchos los países que están desarrollando este tipo de vías, por ejemplo los Países Bajos y Suecia. Se espera que otros se unan pronto.

Estructura del informe

El informe se compone de tres partes principales: La Parte I describe los problemas causados por la velocidad y el alcance del exceso de velocidad. La Parte II explica "cómo afrontar el problema del exceso de velocidad". Por último, la Parte III presenta un marco general para una política de gestión de la velocidad. El informe principal se complementa con dos anexos: uno de ellos presenta las principales filosofías de seguridad. El otro expone las respuestas a la encuesta realizada en países OCDE/CEMT en el año 2004 (y actualizada en 2006).

Parte I: El problema de la velocidad (capítulos 2 a 3)

Al tiempo que reconoce los impactos positivos sobre la movilidad, el *Capítulo 2*, dedicado a los *Efectos de la velocidad*, subraya los impactos que las velocidades excesivas o inadecuadas tienen sobre la seguridad vial, el medioambiente, la calidad de vida y otras áreas, y demanda una evaluación exhaustiva del impacto global de la velocidad en la comunidad en su conjunto.

El *Capítulo 3*, sobre el *Alcance de la velocidad excesiva y opiniones sobre la velocidad*, presenta el contexto general del exceso de velocidad. La velocidad excesiva es un fenómeno muy extendido. Preocupa a la gran mayoría de los conductores, sucede en toda la red de carreteras y es un problema común a todos los países. El capítulo ilustra el alcance del exceso de velocidad y presenta información sobre los cambios recientes en las opiniones de los conductores sobre la velocidad.

Parte II: Cómo abordar el problema de la velocidad (capítulos 4 a 10)

El *Capítulo 4*, sobre *Categorización de las vías e ingeniería vial*, describe las medidas de infraestructuras que pueden ayudar a gestionar la velocidad formando así parte importante de cualquier política de gestión de la velocidad. Subraya la necesidad de disponer de clasificaciones firmes y acertadas de la red vial, y la importancia de que todas las vías sean "autoexplicativas", esto es, que la vía y el entorno guíen al conductor a la hora de elegir la velocidad adecuada. Revisa las medidas de mejores prácticas para áreas urbanizadas y no urbanizadas y zonas de transición, y un abanico de medidas técnicas de probada eficacia. El capítulo concluye centrándose en algunos problemas clave de implementación que necesitan ser abordados.

El *Capítulo 5*, dedicado a *Fijar los límites de velocidad*, perfila la base para la estimación de unos límites de velocidad adecuados. Revisa los regímenes nacionales de límites de velocidad, incluyendo los principios subyacentes para la definición de límites de velocidad locales y generales, e identifica los límites de velocidad en vigor en los países OCDE/CEMT. El capítulo también identifica enfoques innovadores para la implementación de límites de velocidad (p. ej. límites variables y dinámicos) y bosqueja consideraciones políticas para la definición de límites de velocidad.

El *Capítulo 6*, sobre *Símbolos, señales y marcas*, describe los distintos métodos disponibles para informar a los conductores sobre los límites de velocidad (sean éstos fijos o variables) y el papel de las

INTRODUCCIÓN

líneas y señales de señalización vial, incluyendo las olas verdes moderadas. El capítulo se cierra con reflexiones sobre la implementación de una política coherente para símbolos, señales y marcas.

El *Capítulo 7*, sobre la *Influencia de las tecnologías actuales en la velocidad* revisa los sistemas de gestión de velocidad disponibles, de forma estándar u opcional, en los vehículos motorizados actuales. Pueden considerarse convencionales porque, en contraste a los sistemas de transporte inteligentes (STI), no implican ningún intercambio de información con otros vehículos, infraestructuras o redes de comunicación ni con otras nuevas tecnologías. Este capítulo estudia las distintas características de un vehículo que influyen en la velocidad como, por ejemplo, la potencia del motor, y componentes de equipamiento como velocímetros. Revisa las tecnologías actuales que ayudan al conductor a elegir la velocidad adecuada, incluyendo limitadores de velocidad, control de crucero convencional, control de crucero adaptativo y sistemas de control de la velocidad.

Reconociendo la importancia de la educación, la formación y la información en cualquier política de gestión de la velocidad y como prerrequisitos para el éxito de otros elementos, el *Capítulo 8*, dedicado a la *Educación, formación, información e incentivos*, estudia las posibilidades y limitaciones de la educación, la formación y la información como medios para influir en el comportamiento de los conductores en general, y del comportamiento respecto a la velocidad en particular. Revisa la educación de los niños, de los jóvenes usuarios de carreteras y de los conductores, junto con la formación de conductores y el uso de la información y educación orientadas a los conductores con licencia.

El *Capítulo 9* sobre *Cumplimiento de las leyes*, describe la importancia general del cumplimiento de las leyes, los mecanismos disponibles para garantizar ese cumplimiento y los principios generales. A continuación, pasa a centrarse con mayor detalle en las distintas estrategias de imposición de las leyes y reflexiona acerca de los distintos instrumentos disponibles en este momento y su eficacia. Destaca también las nuevas dimensiones abiertas a este respecto con la introducción del control automático.

El *Capítulo 10*, sobre *Medios futuros de ayuda al conductor en materia de velocidad y control del vehículo*, subraya dos de las principales áreas relacionadas con la velocidad de la investigación y desarrollo actuales en los distintos países miembros. Comienza centrándose en los distintos tipos de sistemas ISA (Adaptación Inteligente de la Velocidad) y pasa después a revisar otros desarrollos tecnológicos de los países miembros, incluyendo la investigación y desarrollo actuales sobre aplicaciones a largo plazo.

Parte III: Marco para una política de gestión de la velocidad (capítulos 11 y 12) y Resumen de recomendaciones (capítulo 13)

Las medidas descritas en los capítulos 4 a 10 son los componentes de una política de gestión de la velocidad. Para lograr el mejor resultado global es fundamental dar forma a una política de gestión de la velocidad coherente, establecer un marco de acción general, implementar las medidas adecuadas y llevar a cabo las evaluaciones de eficacia necesarias.

El *Capítulo 11*, sobre *Gestión de velocidad integrada y principales actores*, describe los objetivos de la gestión de la velocidad, su papel en la movilidad de sistemas con seguridad, los componentes de una política de gestión de la velocidad y el modo en el que pueden combinarse las medidas individuales en el marco de una política de gestión de la velocidad. El capítulo concluye describiendo las funciones de los distintos actores implicados y las acciones que pueden llevar a cabo para lograr los resultados deseados.

El *Capítulo 12*, dedicado a la *Transferencia de conocimiento a los países en vías de desarrollo*, subraya las necesidades específicas de los países en vías de desarrollo en términos de gestión de velocidad y revisa aquellas áreas en las que podría transferirse con éxito la experiencia de los países OCDE/CEMT.

INTRODUCCIÓN

Por último, el *Capítulo 13* presenta un resumen de las recomendaciones del informe.

Anexos y apéndice

El informe lo completan dos anexos y un apéndice:

- El *Anexo A* presenta algunos ejemplos de filosofías y estrategias nacionales de seguridad vial, y el papel de la gestión de velocidad.
- El *Anexo B* presenta las respuestas a la encuesta llevada a cabo por el Grupo de Trabajo sobre experiencias de los países OCDE/CEMT con la gestión de la velocidad.
- El *Apéndice* incluye un listado de los expertos que contribuyeron a la elaboración del informe.

Referencias y bibliografía

Al final de cada capítulo, el lector podrá encontrar la lista de referencias citadas en sus páginas. Encontrará también una lista de otras lecturas al final del informe.

REFERENCIAS

CEMT (1974). *Resolución N.º 29 sobre los Primeros pasos hacia una armonización a nivel europeo de los límites de velocidad generales fuera de las zonas urbanizadas (First steps towards European-wide harmonization of general speed limits outside built-up areas)*; CM (74)13, <http://www.cemt.org/resol/safety/safe29e.pdf>

CEMT (1974). *Resolución N.º 30 sobre los Primeros pasos hacia una armonización a nivel europeo de los límites de velocidad generales en autopista fuera de zonas urbanizadas (First steps towards European wide harmonization of general speed limits on motorways outside built-up areas)*. CM (74)22, <http://www.cemt.org/resol/safety/safe30e.pdf>.

CEMT (1996). *Speed moderation*. OECD, París.

OCDE (2002). *Safety on Roads: What's the Vision*. OCDE, París.

OCDE (2003). *Road safety: impact of new technologies*. OCDE, París.

Organización Mundial de la Salud (2004). *Informe mundial sobre la prevención de traumatismos causados por el tránsito*. OMS, Ginebra.

PARTE I: EL PROBLEMA DE LA VELOCIDAD

La primera parte de este informe describe y explica por qué la velocidad es un problema tan importante en nuestra sociedad.

El *Capítulo 2* describe los efectos de la velocidad. Al tiempo que reconoce los impactos positivos de la velocidad, al reducir, por ejemplo, significativamente los tiempos de viaje en los recorridos interurbanos, subraya también los efectos adversos de la velocidad en la seguridad vial, el medioambiente y otras áreas. A este respecto:

- La velocidad es el principal problema de seguridad vial en muchos países miembros y suele ser uno de los tres problemas principales en la mayoría de esos países. La velocidad excesiva (por encima del límite permitido) o la velocidad inadecuada (dadas las condiciones dominantes) son factores determinantes en aproximadamente un tercio de los accidentes y factores agravantes en todos ellos.
- La velocidad tiene impactos muy significativos sobre el medioambiente dado que el nivel de emisión de gases nocivos (fundamentalmente monóxido de carbono, óxidos de nitrógeno, hidrocarbonos y material particulado), el consumo de combustible y el ruido emitido por los vehículos están directamente relacionados con la velocidad.
- La velocidad tiene un impacto muy importante en la calidad de vida de las zonas urbanas, donde los vehículos pueden interferir en la calidad de vida de los residentes y tener un impacto muy negativo sobre la seguridad de peatones, ciclistas y otros usuarios vulnerables de las vías.

El *Capítulo 3* ilustra el alcance del problema. Subraya el hecho de que el exceso de velocidad es un fenómeno muy extendido que implica a todo tipo de conductores y vehículos y en todo tipo de vías. Identifica algunos de los factores que explican este comportamiento por parte de los usuarios de las carreteras, basándose en encuestas recientes llevadas a cabo en Europa y Estados Unidos, fundamentalmente.

La segunda parte del informe describe los distintos medios disponibles para cambiar el comportamiento de los conductores y reducir la velocidad de los vehículos.

CAPÍTULO 2.

EFFECTOS DE LA VELOCIDAD

Este capítulo se centra en los efectos de la velocidad y los problemas derivados de ella. Al tiempo que reconoce los impactos positivos de la velocidad en términos de movilidad, subraya también los efectos que las velocidades excesivas o inadecuadas tienen sobre la seguridad vial, el medioambiente, la calidad de vida y otras áreas, y demanda una estimación exhaustiva del impacto global de la velocidad en la comunidad en su conjunto.

2.1. Introducción

Los efectos de la velocidad (positivos y negativos) la convierten en uno de los objetivos prioritarios de la acción política. Las políticas de gestión de la velocidad pueden tener distintos objetivos pero, si la prevención de accidentes y la reducción del número de víctimas son sus objetivos prioritarios, suelen estar en conflicto con otros objetivos valorados por los individuos y por la sociedad, como los tiempos cortos de viaje y un uso óptimo de la capacidad de tráfico disponible. Otros objetivos son sinérgicos, como la reducción de los niveles de velocidad para minimizar el consumo de combustible, las emisiones de gases contaminantes y el ruido. En cualquier caso, los autores de políticas deben tomar en cuenta la admisibilidad de determinados niveles de velocidad para todo tipo de usuarios. Por tanto, a la hora de desarrollar unas políticas adecuadas de gestión de velocidad sería necesario evaluar exhaustivamente todos estos efectos, positivos y negativos.

Este capítulo presenta las ventajas e identifica los distintos efectos adversos de la velocidad en distintas áreas de interés.

2.2. Ventajas de la velocidad

La velocidad suele ser percibida por la sociedad como algo valioso. La celeridad es una propiedad altamente valorada en términos generales, y se espera poder hacer todo más rápidamente: producción, tratamiento, intercambios, etc. En el campo del transporte, la velocidad también suele ser vista como algo "positivo". Los avances tecnológicos han permitido viajar más rápido en coche, tren (p. ej. el tren de alta velocidad) y avión, reduciendo significativamente los tiempos de desplazamiento para el transporte de pasajeros y mercancías.

El aumento en la velocidad del viaje suele identificarse con un aumento en la movilidad, muy valorada por individuos y compañías. Permite por ejemplo, a los individuos, visitar con más frecuencia a amigos y familiares, ir a destinos más lejanos en sus vacaciones, vivir más lejos del puesto de trabajo (donde la vivienda puede ser más económica y agradable) y vivir en lugares donde la velocidad del viaje permite acceder a más ofertas de trabajo. Para las empresas, el transporte más rápido permite y soporta la producción Justo a tiempo (*Just in time*), el aumento del comercio con clientes de otras regiones o países y una mayor eficacia.

El aumento de la velocidad y la reducción del tiempo de viaje suelen ser un aspecto vital para muchos servicios como, por ejemplo, los vehículos de emergencias. Así, las ambulancias y coches de bomberos pueden llegar más rápido al lugar de un accidente. También es una ventaja importante para los vehículos de transporte público, como autocares interurbanos y servicios de autobús urbanos.

La velocidad también puede ser una fuente de placer para el conductor. Muchos conductores disfrutan conduciendo, y la velocidad les ofrece una sensación de libertad e incluso, excitación.

Por tanto, la velocidad en el transporte por carretera está unida a muchos avances en la sociedad y a la percepción de mejoras en el bienestar individual y comunitario. Sin embargo, estas percepciones pueden ser distintas a la realidad. Aunque la velocidad permite reducir el tiempo de viaje, y esta reducción suele ser percibida como un importante ahorro de tiempo, en el tráfico rodado este ahorro sólo es significativo en el caso de grandes distancias (p. ej. el tráfico interurbano) y no en las distancias cortas en ciudad, donde el tráfico sufre retrasos a causa de las intersecciones y atascos.

2.3. Impactos negativos de la velocidad

La velocidad excesiva o inadecuada en las carreteras tiene varios impactos importantes que hay que tener en cuenta. Las velocidades demasiado altas pueden tener efectos muy negativos que se traducen, principalmente, en accidentes de carretera y sus consecuentes muertes, heridos y daños materiales, y que también contribuyen a un aumento importante en la emisión de gases contaminantes y ruido.

Los efectos negativos de la velocidad (y en concreto de la velocidad excesiva o inadecuada) deben ser bien comprendidos para identificar e introducir medidas óptimas. Las estimaciones deben tener en cuenta las ventajas y desventajas para la sociedad en conjunto y para los intereses de los usuarios individuales. Es importante evaluar cuidadosamente los impactos para garantizar unos niveles adecuados de protección y poder fundar los compromisos necesarios entre objetivos, permitiendo así el desarrollo de una política de gestión de la velocidad que ofrezca los mejores resultados posibles para el conjunto de la población.

2.3.1. Efectos de la velocidad en la seguridad vial

La velocidad como factor contribuyente en los accidentes

De acuerdo con una encuesta sobre Rendimiento de seguridad vial elaborada en muchos países miembros y llevada a cabo por el Centro de Investigación del Transporte OCDE/CEMT en 2005 (OCDE, 2006), la velocidad excesiva e inadecuada es el primer problema de seguridad vial en muchos países, contribuyendo a menudo a un tercio de los accidentes mortales y siendo un factor agravante en la mayoría de los accidentes.

En general, el número y gravedad de los accidentes de tráfico aumenta con la velocidad. Son muchos los factores que contribuyen a ello.

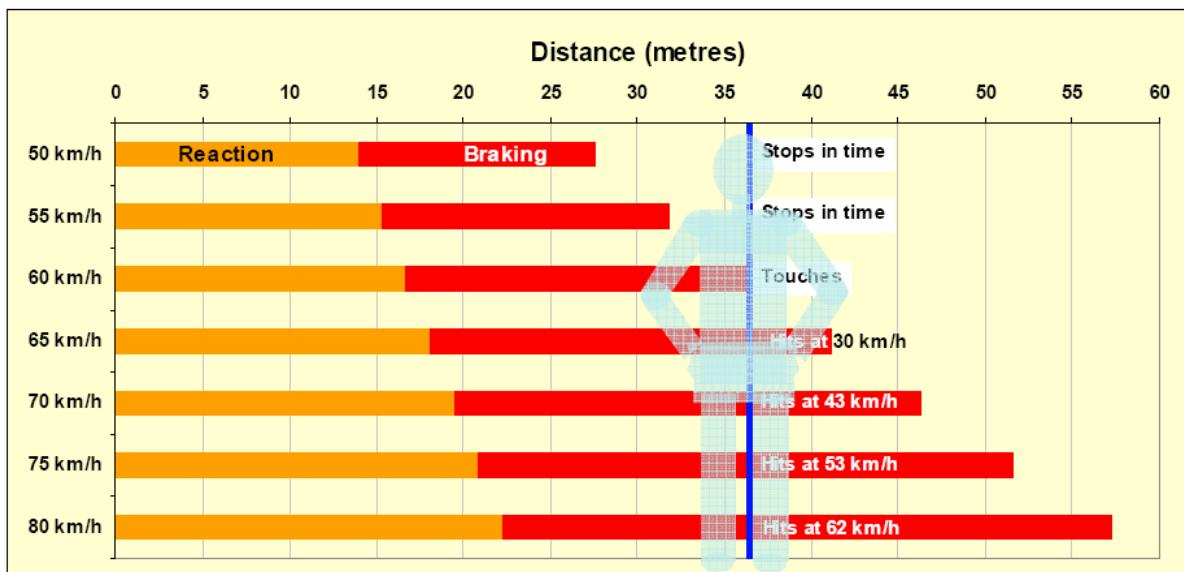
En primer lugar, las velocidades elevadas reducen el tiempo disponible para procesar la información, decidir si reaccionar o no y, finalmente, ejecutar una acción. Esto significa que la distancia recorrida durante un tiempo de reacción normal aumenta cuando aumenta la velocidad.

En segundo lugar, como la distancia de frenado es proporcional al cuadrado de la velocidad (v^2), la distancia entre el inicio del frenado y la parada aumenta también al aumentar la velocidad. El tiempo necesario se compone de dos elementos: el tiempo de reacción del conductor (aproximadamente 1 segundo en condiciones normales)¹¹ y el tiempo de frenado.

En tercer lugar, la posibilidad de evitar colisiones se reduce cuando la velocidad aumenta. Por ejemplo, y tal y como muestra la figura 2.1, a una velocidad de 80 km/h en una calzada seca, se necesitan unos 22 metros (la distancia recorrida durante un tiempo de reacción de aproximadamente 1 segundo) para reaccionar ante un hecho inesperado, y un total de 57 metros para frenar. Si un niño salta a la calzada unos 36 metros por delante, lo más probable es que el conductor mate al niño si conduce a una velocidad de 70km/h o más, que lo hiera si conduce a 60km/h y que logre evitar la colisión si conduce a 50 km/h. Sin embargo, si el niño salta a la calzada a unos 15 metros del conductor, la probabilidad de herir al niño con consecuencias mortales pasa a los 50 km/h.

Figura 2.1. Distancia de frenado a distintas velocidades (incluyendo un tiempo de reacción de aproximadamente 1 segundo)

¹¹ El tiempo de reacción es distinto para cada persona. 1 segundo es el tiempo de reacción mínimo. En algunos estudios, se estima que el tiempo de reacción es de 1,5 segundos aproximadamente.



Fuente: Adaptado de la ATSB (Oficina Australiana de Seguridad en el Transporte).

Distance (meters) = Distancia (en metros)

Reaction=Reacción

Braking=Frenado

Hits at: Impacta a

Touches=Toca

Stops in time=Logra frenar a tiempo

Por último, la distancia de frenado también depende del tipo de pavimento (coeficiente de fricción) y del estado de la calzada. Las distancias de frenado son mucho más grandes en vías mojadas que cuando la calzada está seca. Por ejemplo, a 60 km/h un conductor necesita unos 46 metros para detenerse si la calzada está mojada, 10 metros por encima de la distancia necesaria para detenerse a la misma velocidad cuando la calzada está seca. En otras palabras, a una velocidad de 60 km/h, la distancia de frenado necesaria en una calzada húmeda es un 25% mayor que en una calzada seca. Dicho de otro modo, la distancia de frenado al conducir a 60 km/h en una calzada húmeda es similar a la distancia de frenado conduciendo a 70 km/h en una calzada seca.

Efectos de la velocidad en la frecuencia de accidentes

En términos generales, cada reducción de 1 km/h en la velocidad media supone una reducción de entre el 2 y el 3% del número de accidentes con heridos (ETSC 1995, a partir de Finch *et al.*, 1994, véase también la figura 2.4 sobre el Modelo Power). Esto es tan solo una estimación de ejemplo, no aplicable a todas las vías. En la vida real, los efectos son muy diversos, dándose las mayores reducciones en las vías urbanas y las menores en las autopistas.

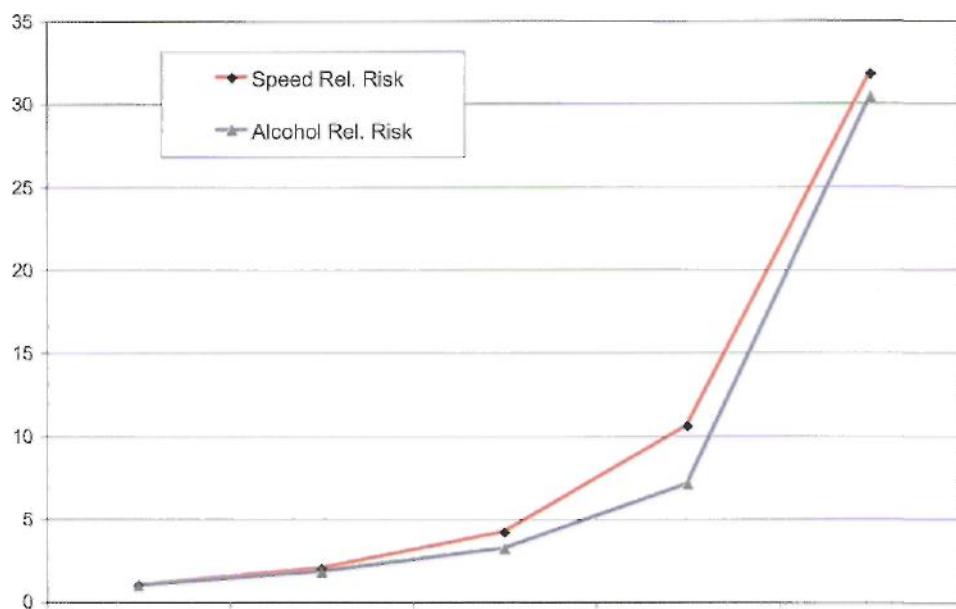
El diseño y características funcionales de la vía afectan muchísimo a la relación concreta entre velocidad y frecuencia de los accidentes (consulte también la sección dedicada más adelante al impacto de la velocidad en la gravedad de los accidentes). Depende, por ejemplo, del número y tipo de cruces o de la presencia de peatones, ciclistas o vehículos agrícolas. En las situaciones de tráfico más complejas, el riesgo de accidente es más alto y también es mayor el efecto de la velocidad. Las autopistas, por ejemplo, son vías de baja complejidad, con unas tasas de accidentes relativamente bajas, mientras que una vía principal urbana es una vía mucho más compleja.

El riesgo de accidente depende del país y del tipo de vía del país. En los países más industrializados, aproximadamente el 60% de los accidentes mortales tienen lugar en vías rurales. Los accidentes en los que sólo se ve envuelto un vehículo, con salida de la calzada, son una preocupación creciente, y la velocidad inadecuada suele estar en su origen. Las principales víctimas de la velocidad inadecuada en las áreas urbanas son los usuarios vulnerables (peatones, ciclistas o motoristas). Las diferencias de velocidad y peso son los principales factores.

En el Sur de Australia, Kloeden *et al.* (1997) comparó el riesgo que suponía el aumento de velocidad en la incidencia de accidentes en las vías urbanas con un límite de velocidad de 60 km/h con el riesgo asociado a tasas de alcohol en sangre (TAS) elevadas. La figura 2.2 muestra que el riesgo relativo de accidente aumenta radicalmente a velocidades por encima de los 70 km/h (esto es, 10 km/h por encima del límite de velocidad) y es similar al asociado a conducir con niveles de alcohol en sangre de 0,8 g/l. Además, el gráfico muestra un aumento en el riesgo de accidentes al aumentar la velocidad sorprendentemente parecido al aumento en el riesgo de accidentes asociado con la conducción a niveles crecientes de alcohol en sangre.

Figura 2.2. Riesgo relativo de sufrir accidentes asociado con la velocidad y con la tasa de alcohol en sangre (TAS) en vías urbanas con un límite de velocidad de 60 km/h

Riesgo = 1 para TAS = 0,0 g/l y velocidad = 60 km/h



Velocidad (km/h)	60	65	70	75	80
TAS (g/l)	0	0,5	0,8	1,2	2,1

Fuente: Adaptado de Patterson *et al.*, 2000, a partir de Kloeden *et al.*, 1997.

Speed Rel. Risk=Riesgo relacionado con la velocidad

Alcohol Rel. Risk=Riesgo relacionado con el alcohol

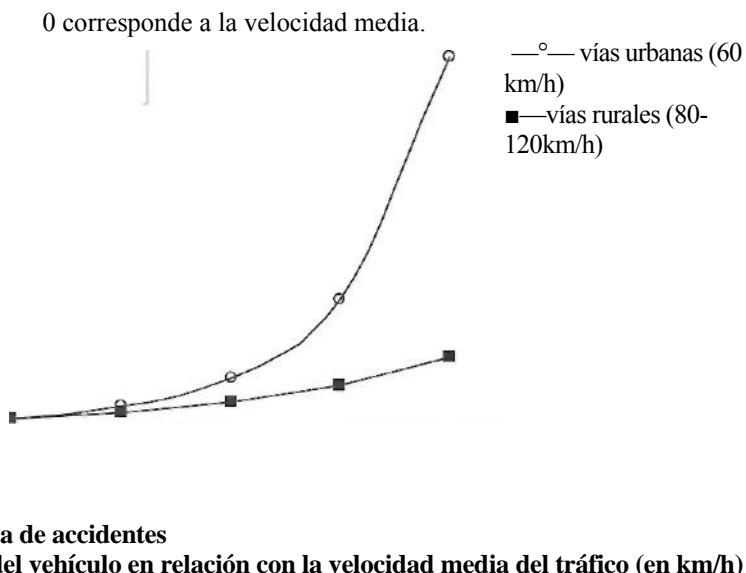
Impacto de la heterogeneidad y dispersión de la velocidad en los accidentes

Las diferencias de velocidad entre los distintos usuarios de la vía tienen un gran impacto en la tasa de accidentes. Es especialmente importante en las zonas urbanas, donde siempre hay una amalgama de usuarios motorizados, algunos de los cuales conducen rápido, que se mezcla con otros usuarios vulnerables como ciclistas y peatones, que se mueven más despacio. En las autopistas, las diferencias de velocidad también son importantes en las cuestas (arriba y abajo) entre los coches de pasajeros y los camiones.

Las velocidades heterogéneas entre vehículos conducen, de manera lógica, a un aumento de los adelantamientos y a un mayor nivel del riesgo de accidentes. La dispersión de velocidad (esto es, la variación de las velocidades en la circulación del tráfico) está estrechamente relacionada con las tasas de accidentes, especialmente en las autovías interestatales, las vías rurales y las arterias urbanas. En la mayoría de los casos, un aumento de la velocidad de conducción hace aumentar también la tasa de dispersión. Sin embargo, en algunos casos, se ha demostrado que un aumento en la velocidad media reduce también la dispersión de la velocidad (TRB, 1998).

La investigación llevada a cabo sobre vías urbanas indica que cuanto más alto es el porcentaje de conductores que rebasan el límite de velocidad, más accidentes tienen lugar. Los individuos que conducen a más del 10 ó 15% por encima de la velocidad media del tráfico que los rodea, tienen una probabilidad mucho más alta de verse envueltos en un accidente (Maycock *et al.*, 1998; Quimby *et al.*, 1999a, 1999b). La frecuencia de los accidentes aumenta en un 10-15% si la velocidad media de estos conductores aumenta en 1 km/h (Taylor *et al.*, 2000). Kloeden *et al.* (2002), también mostraron el mayor riesgo de accidente para los conductores más veloces, especialmente en las zonas urbanas (véase la figura 2.3).

Figura 2.3. Tasa relativa de accidentes con heridos en vías urbanas y rurales para los vehículos que van por encima y por debajo de la velocidad media



Fuente: Kloeden *et al.*, 1997, 2001 y 2002.

Nota: En los estudios llevados a cabo por Kloeden se tomó en cuenta la exposición al basarse en estudios de control de casos.

La figura 2.3 muestra que, en comparación con la conducción a la velocidad media, conducir a una velocidad más baja no aumenta el riesgo de accidente. Sin embargo, otros estudios han llegado a la conclusión de que para accidentes sin heridos, el riesgo de accidente es similar para los "conductores más lentos" que para los "conductores más rápidos" (West y Dunn, 1971).

En este punto, es interesante centrarse en el riesgo global de accidente para conductores de edad avanzada, que tienden a conducir más despacio que el resto de conductores. Ajustando su conducción a sus capacidades, suelen mantener, o minimizar, su nivel de riesgo. Con una capacidad más lenta para procesar la información, no sería aconsejable recomendar a estos conductores que condujeran más rápido y redujeran la diferencia de su velocidad con la del resto del tráfico. Además, dejar a los conductores de edad avanzada fuera de las vías de alta velocidad podría ir en detrimento de la seguridad. Suelen restringir su conducción a vías más seguras, y su implicación en accidentes podría aumentar en otras vías con un mayor riesgo de accidentes (TRB, 1998). Asimismo, es importante conservar la seguridad de la movilidad para los mayores (OCDE, 2003).

En resumen, es importante reducir el nivel de velocidad y las diferencias de velocidad entre vehículos. Reducir la velocidad de todos los conductores y, en especial, la velocidad de los conductores más rápidos podría traducirse en una importante reducción del número de accidentes. Allí donde la diferencia de velocidad entre los vehículos más lentos y los más rápidos es muy grande (cuestas de una autopista), se recomienda la creación de carriles reservados (en ambas direcciones) para los vehículos lentos.

Efectos de la velocidad en la gravedad de los accidentes

Aunque el exceso de velocidad no es la causa decisiva de un accidente, la gravedad de las lesiones está estrechamente relacionada con la velocidad del vehículo en el momento del impacto. Los efectos siguen las reglas de la física relativas al cambio en la energía cinética liberada en un accidente. La energía liberada y absorbida en un accidente depende de la velocidad del impacto en un accidente, y casi toda la energía cinética es absorbida por el "oponente" de menor peso (a menudo el usuario vulnerable).

La probabilidad de resultar herido de gravedad en una colisión aumenta significativamente aun cuando los cambios en la velocidad de impacto sean pequeños.

Nilsson estudió la relación entre accidentes con heridos graves, accidentes mortales y velocidad, y la ilustró en el denominado Modelo Power (véase la figura 2.4). Según este modelo (que puede aplicarse al rango común de velocidades) los accidentes con heridos graves están relacionados con la tercera potencia de la velocidad. Los accidentes mortales con la cuarta (Andersson *et al.*, 1997; Nilsson, 2004; Elvik *et al.*, 2004), tal y como muestra la figura 2.4.

Según el modelo Power, un aumento del 5% en la velocidad media supone un aumento aproximado del 10% en los accidentes con heridos y del 20% en los accidentes mortales. De igual modo, si la velocidad media se reduce en un 5%, hay una reducción de en torno al 10% en accidentes con heridos y de un 20% en los accidentes mortales¹².

El efecto en el número de heridos es mayor que en el número de accidentes mortales y equivale, por término medio, a la potencia de 4,5 (tal y como se expone en Elvik *et al.*, 2004).

Figura 2.4. Modelo Power: relación entre cambio en la velocidad y accidentes

¹² Estas son cifras aproximadas, fáciles de recordar. Las cifras exactas, presentadas por Nilsson, son las siguientes: un aumento del 10% en la velocidad media se traduce en un aumento del 21% en todos los accidentes con heridos, del 33% en los accidentes mortales y con heridos graves, y del 46% en los accidentes mortales. Con una reducción del 10% en la velocidad media, hay un 19% menos de accidentes con heridos, un 27% menos de accidentes mortales y graves, y un 34% menos de accidentes mortales. Sin embargo, debería recordarse que cualquier modelo es una representación simplificada de la realidad. El modelo de Nilsson, aunque cuenta con una sólida base científica, no puede tomar en cuenta todas las características del entorno vial. Las consecuencias reales dependen del tráfico rodado y de las características específicas. Por ejemplo, las consecuencias son considerablemente mayores en vías urbanas frente a las autopistas.



Change in accidents % = Cambio en los accidentes (%)

Change in mean speed % = Cambio en la velocidad media (%)

Fatal accidents = Accidentes mortales

Fatal and serious injury accidents = Accidentes mortales y con heridos graves

All injury accidents = Accidentes con heridos

Fuente: Nilsson (2004).

La situación es muy diferente según tipo de vía y las velocidades de referencia de la misma¹³. Basándose en el modelo Power, Aarts y van Schagen (2006) han desarrollado la tabla 2.1 que muestra el impacto de un cambio de 1 km/h en la gravedad de los accidentes para vías con distintas velocidades de referencia. Por lógica, es de esperar que el mayor impacto de la reducción de velocidad se produzca en las vías más lentas.

Tabla 2.1. Aplicación del modelo Power para distintas velocidades de referencia

Gravedad del accidente	Velocidad de referencia (en km/h)					
	50	70	80	90	100	120
Accidentes con heridos (%)	4,0	2,9	2,5	2,2	2,0	1,7
Accidentes con muertos y heridos (%)	6,1	4,3	3,8	3,4	3,0	2,5
Accidentes mortales (%)	8,2	5,9	5,1	4,5	4,1	3,3

Fuente: Aarts y van Schagen (2006).

Las consecuencias de los accidentes también dependen del tipo de accidentes y del tipo de usuarios implicados. Mackay (1997), llevó a cabo una exhaustiva revisión de los principios biomecánicos de los

¹³ La velocidad de referencia es la "velocidad original" practicada en una vía antes de un cambio.

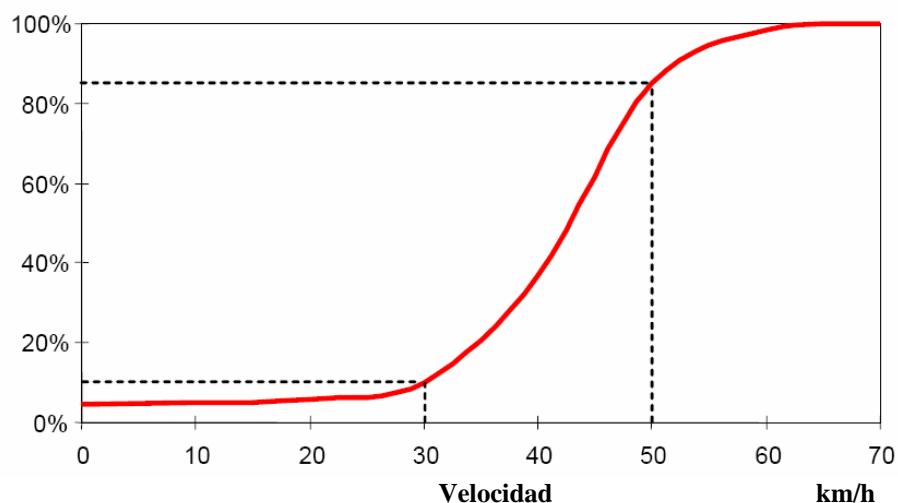
impactos en los accidentes viales. Su revisión indica que no hay una relación simple entre la gravedad del impacto y la gravedad de las heridas sufridas por los usuarios de la vía.

Peatones, ciclistas y motoristas, por ejemplo, tienen un alto riesgo de heridas graves al colisionar con vehículos motorizados, al carecer de cualquier tipo de protección: no tienen chasis de acero, cinturones de seguridad ni airbags que absorban parte de la energía.

La probabilidad de que un peatón muera en un accidente de coche aumenta con la velocidad de impacto. Distintas investigaciones sobre el terreno, dedicadas al estudio de colisiones entre peatones y coches, demuestran que un 90% de los peatones sobreviven al ser atropellados por un coche a una velocidad de 30 km/h, mientras que sólo un 20% sobrevive a una velocidad de 50 km/h (véase la figura 2.5). Esta figura también muestra que la velocidad de impacto a la que un peatón tiene un 50% de probabilidades de sobrevivir a una colisión es de en torno a los 40 ó 45 km/h. Otros estudios¹⁴ han dado con cifras ligeramente más elevadas (explicadas, en parte, por el hecho de que no se suele informar de accidentes con heridas leves, creando así un margen estadístico con los datos disponibles), sin embargo, hay una indicación clara de que una velocidad de impacto menor se traduce en resultados menos graves (INRETS, 2005). Además, los peatones de más edad tienen más probabilidades de sufrir heridas no leves y mortales que las personas más jóvenes bajo las mismas condiciones de impacto debido a su mayor debilidad física.

Un ocupante bien protegido de un automóvil moderno no debería, en casi todos los casos, recibir ningún daño a una velocidad semejante en un accidente frontal. Según la OMS (2004), llevar puestos los cinturones de seguridad en un coche bien diseñado, puede proteger a una velocidad máxima de 70 km/h en los impactos frontales y de 50 km/h en los impactos laterales (excluyendo impactos con obstáculos como árboles o postes, para los que la protección sólo resulta efectiva a velocidades máximas más bajas). Si, por otro lado, el automóvil es golpeado desde atrás, pueden darse traumatismos cervicales y daños a largo plazo a velocidades de impacto de tan solo 15-20 km/h (Elvik *et al.*, 2004).

Figura 2.5. Probabilidad de heridas mortales para un peatón atropellado por un vehículo



Fuente: Grupo de Trabajo Interdisciplinario sobre Accidentes Mecánicos (1986); Walz *et al.* (1983) y Ministerio Sueco de Transporte (2002).

Además del aumento del riesgo para los usuarios vulnerables, también aumenta el riesgo de heridas graves para los ocupantes de vehículos ligeros en las colisiones con un vehículo más pesado (Broughton,

¹⁴ (Davies, 2001) concluyó que la velocidad de impacto a la que el 50% de los peatones podría sobrevivir a la colisión era de 70-75 km/h (para las personas entre 15 y 59 años) y de 50 km/h para las personas mayores de 60 años y menores de 15. (Pasanen, 1992) dio con una velocidad de impacto de 55 km/h.

2005). Esto es así porque la energía liberada en la colisión es absorbida, principalmente, por el vehículo más ligero y aun las más pequeñas diferencias en masa pueden suponer grandes diferencias. Las tendencias actuales en el diseño de vehículos se orientan hacia coches más grandes y pesados, mientras se siguen fabricando vehículos ligeros, aumentando así la diferencia de masa de los nuevos vehículos fabricados. Una diferencia de masa de factor 3 no es nada extraña para los vehículos que recorren cualquier vía, especialmente entre coches antiguos y nuevos. La diferencia de masa entre un coche y un vehículo de transporte pesado es aún mayor y puede ser, fácilmente, de factor 20.

Efectos de la velocidad en el campo visual

Tal y como muestra la figura 2.6, el campo visual del conductor se reduce al aumentar la velocidad. A 40 km/h, el conductor tiene un campo de visión de 100°, lo que le permite ver obstáculos situados en los laterales de la vía y otros peligros potenciales. A 130 km/h, su campo de visión cubre unos 30°, lo que reduce considerablemente su capacidad de valorar cualquier peligro potencial.

Figura 2.6. **Impacto de la velocidad en el campo de visión**



Fuente: Ministerio Francés de Transporte.

Impacto de la congestión en la frecuencia de los accidentes

Se han elaborado pocos estudios sobre la relación entre congestión y riesgo de accidentes. La congestión reduce la velocidad y por tanto tiene un efecto positivo en la gravedad de los accidentes. No obstante, algunos estudios han revelado que la congestión de tráfico aumenta el número de accidentes (Brownfield *et al.*, 2003).

2.3.2. Efectos en el medioambiente

Efecto de la velocidad en la emisión de gases contaminantes

Las emisiones derivadas de la combustión contienen distintos elementos contaminantes que se producen en distintas cantidades dependiendo de la velocidad. Los principales contaminantes son:

- monóxido de carbono (CO);
- hidrocarbonos (HC);
- óxidos de nitrógeno (NO_x) y
- material particulado (MP).

Los procesos de producción de los contaminantes son complejos y varían según el tipo y categoría del vehículo y las tecnologías del motor. Los óxidos de nitrógeno (NO_x) se producen sobre todo a elevadas temperaturas de funcionamiento del motor (p. ej., conducción estable a alta velocidad) y una reducción de la velocidad suele traducirse en una importante reducción de estas emisiones. Los efectos de las estrategias de reducción de la velocidad en la emisión de monóxido de carbono e hidrocarbonos, sin embargo, no están tan claros. Las emisiones de hidrocarbonos (HC) se reducen a velocidad más baja, mientras que el monóxido de carbono (CO) y el material particulado (MP) presentan niveles de emisión más bajos a velocidades medias.

El dióxido de carbono (CO_2) es un gas invernadero asociado con el calentamiento global, pero su impacto todavía es objeto de acalorado debate. El dióxido de carbono se produce en proporción al consumo de combustible.

La velocidad óptima, es decir, la velocidad a la cual se minimizan las emisiones, varía en función del tipo de emisión. Normalmente, las emisiones contaminantes se optimizan a una velocidad constante de 40-90 km/h (véase la figura 2.7). De acuerdo con estudios japoneses, la velocidad óptima bajaría para un pequeño grupo de camiones y autobuses a los 50-70 km/h (ITS Handbook, 2005-2006; Highway Industry Development Organisation, 2005). También hay que tener en cuenta que en condiciones de conducción constantes, las emisiones de CO y CO_2 en términos de g/km recorrido son más altas a velocidades de viaje muy bajas (15 km/h o menos).

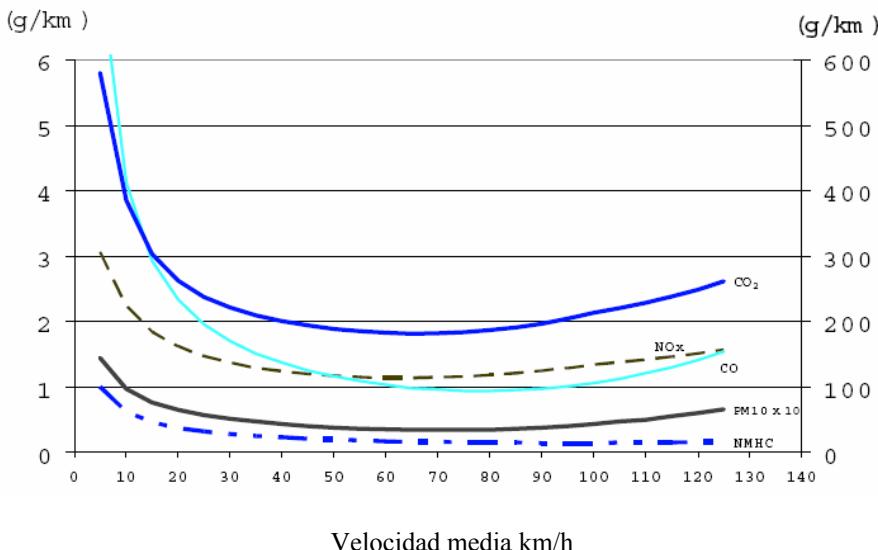
Hay que destacar que los vehículos más modernos y con las últimas tecnologías tienen niveles mucho más bajos de contaminantes locales que los vehículos más antiguos, y que las emisiones de estos vehículos más modernos son, de hecho, mucho más sensibles a la aceleración que a la velocidad media.

Figura 2.7. Emisiones gaseosas como una función de la velocidad
Reino Unido (2005)

Emisión RU: Emisiones contaminantes (10% vehículos pesados)

Emisión CO_2

EFFECTOS DE LA VELOCIDAD



Fuente: Departamento Británico de Transporte.

El estilo de conducción, por tanto, es un factor muy importante dado que la aceleración rápida aumenta el consumo de combustible y, con ello, las emisiones de modo muy significativo. Los arranques y acelerones en frío también pueden aumentar las emisiones de gases contaminantes de forma desproporcionada porque el motor y el catalizador están fríos. De Vlieger (1997) puso a prueba las emisiones de siete coches en Bélgica bajo condiciones de conducción normal y agresiva. La conducción agresiva se describe como un uso súbito de la aceleración y el frenado brusco. La conducción normal usa con moderación el acelerador y el freno. La tabla 2.2 muestra que las emisiones resultantes de la conducción agresiva suelen ser mayores que las de la conducción normal.

Tabla 2.2. Factores de emisión medios en g/km de coches con sistemas de catalización triple en condiciones de conducción normal y agresiva

	Emisión (g/km)	Tipo de vía	Conducción normal	Conducción agresiva
CO	Arranque en frío, ciudad	Arranque en frío, ciudad	$15,1 \pm 4,5$	$27,9 \pm 8,6$
		Arranque en caliente, ciudad	$7,2 \pm 5,0$	$14,8 \pm 6,8$
	Vía rural	Vía rural	$4,5 \pm 3,4$	$11,8 \pm 6,9$
		Arranque en frío, ciudad	$2,2 \pm 1,1$	$3,7 \pm 1,2$
HC	Arranque en caliente, ciudad	Arranque en caliente, ciudad	$1,1 \pm 1,0$	$0,93 \pm 0,65$
		Vía rural	$0,54 \pm 0,50$	$0,63 \pm 0,38$
	NO _x	Arranque en frío, ciudad	$0,32 \pm 0,20$	$0,54 \pm 0,21$
		Arranque en caliente, ciudad	$0,25 \pm 0,20$	$0,34 \pm 0,18$
		Vía rural	$0,18 \pm 0,15$	$0,21 \pm 0,13$

Fuente: de Vlieger, 1997.

Efecto de la velocidad en el consumo de combustible

Si el tráfico es fluido, el consumo de combustible (y, como consecuencia, el coste en materia de recursos) aumenta acorde con la velocidad. En esas condiciones, la reducción de la velocidad, a niveles altos, se traduce en una reducción del consumo de combustible y de los costes en términos de recursos,

contribuyendo así a un agotamiento más lento de las reservas de los recursos no renovables. Por ejemplo, a velocidad constante, conducir a 90 km/h, frente a hacerlo a 110 km/h permite ahorrar un 23% del consumo de combustible. Sin embargo, a niveles de velocidad más bajos, una reducción de la velocidad no supone, necesariamente, una reducción en el consumo de combustible. A velocidades por debajo de los 20 km/h, por ejemplo, el consumo de combustible aumenta notablemente.

La forma de conducción también tiene un gran impacto en el consumo de combustible. Una conducción agresiva suele aumentar aproximadamente en un 30% el consumo de combustible.

Impactos de la velocidad del vehículo en el ozono

Los vehículos motores no emiten directamente ozono. Éste se forma en la atmósfera a través de un complejo conjunto de reacciones químicas en las que participan hidrocarbonos, óxidos de nitrógeno y luz solar. Los vehículos emiten un alto porcentaje de los hidrocarbonos y óxidos de nitrógeno totales, especialmente en las zonas urbanas. En los períodos cálidos, las emisiones asociadas con la luz del sol y el calor causan un marcado aumento en los niveles de ozono.

El ozono tiene efectos graves en la salud, y los niños y ancianos son los más sensibles a los altos niveles de ozono, que pueden traducirse en graves problemas respiratorios. Los niveles de ozono no son necesariamente más elevados en los lugares en los que se forma, pues el viento lo desplaza. La contaminación por ozono de las zonas urbanas suele ser llevada a las áreas circundantes y puede afectar a las regiones rurales.

Para reducir los niveles de ozono durante los meses estivales, varios gobiernos nacionales y locales establecieron límites de velocidad más bajos allí donde se esperaban picos de contaminación.

Efecto de la velocidad en el ruido

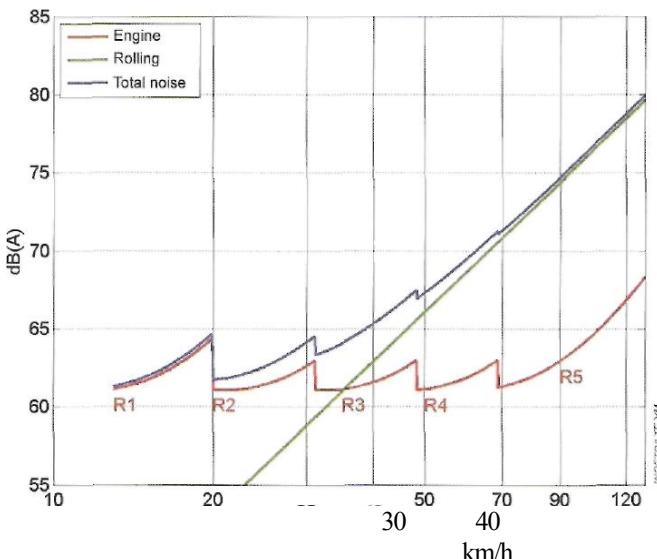
La velocidad tiene un efecto considerable en el ruido externo que emite un vehículo. La correlación es siempre aritmética, y una velocidad más baja siempre se traduce en un nivel de ruido menor. No obstante, hay otros factores, como la frecuencia de las aceleraciones, que pueden llegar a ser más importantes que la velocidad media.

El ruido del tráfico resulta de dos fuentes principales: las unidades de potencia de los vehículos y la interacción calzada-neumático (véase la figura 2.8). El ruido resultante de esta última fuente domina a velocidades elevadas (por encima de los 20-40 km/h para los nuevos coches y por encima de los 30-60 km/h para los nuevos camiones) porque el ruido calzada-neumático aumenta considerablemente con la velocidad, normalmente en 12 dB(A) cuando se dobla la velocidad. Para los vehículos más antiguos, la velocidad por encima de la cual el ruido calzada-neumático pasa a ser el dominante es unos 10 km/h más alta ya que el ruido por unidad de potencia se ha reducido progresivamente gracias al desarrollo tecnológico de los nuevos vehículos.

Los efectos de la aceleración y desaceleración en el ruido suelen ser limitados a velocidades por encima de los 50 km/h, pero más importantes a velocidades inferiores. Esto tiene numerosas implicaciones para el uso de dispositivos de reducción de la velocidad intermitentes, como badenes o chicaneas. Las superficies con texturas especiales o húmedas también pueden afectar al nivel de ruido.

Figura 2.8. Ruido por motor y ruido de tráfico rodado como función de la velocidad

Velocidad estable / cambio de marcha a 1800 rpm



Fuente: INRETS.

2.3.3. Los efectos de la velocidad en la calidad de vida

La velocidad del tráfico, real y percibida, afecta a la estimación que la población tiene de su calidad de vida. Los efectos son difíciles de cuantificar, pero los costes sociales adversos recaen, fundamentalmente, sobre los que no utilizan los vehículos. Difieren según el tipo de zona, las circunstancias y el entorno local. Los heridos y el ruido son los efectos más fáciles de identificar y medir, pero es más difícil cuantificar otros efectos como el miedo ante la rápida circulación, que puede desanimar a la población a la hora de dar un paseo en pie o en bici o limitar su disfrute, o su capacidad para llegar a instalaciones y servicios de su entorno.

El tráfico rápido ayuda a la disolución de comunidades y afecta, desproporcionadamente, a los que tienen problemas para atravesar vías concurridas, especialmente niños y ancianos. En los peores casos, esa disolución puede aumentar las desigualdades y conducir a la exclusión social en el seno de esas comunidades, dificultando la formación de redes de apoyo y, para los que no tienen coches, acceder a las instalaciones necesarias como tiendas, escuelas y servicios médicos (UK Department of Health 1998, UK Health Education Authority 1998). Los niveles de contaminación y la salud pública general son peores en los centros urbanos y las tasas de víctimas infantiles por accidente en las vecindades más empobrecidas son más elevadas que la media (Christie, 1995).

La actividad física es importante para reducir los problemas cardíacos y los infartos (UK Department of Health, 1999), y el peligro percibido por la rápida circulación disuade a muchas personas a la hora de dar un paseo a pie o en bicicleta, lo que podría afectar a su salud y bienestar general. El miedo a los peligros ligados al tráfico es una de las principales razones para acompañar a los niños a su destino, normalmente en coche. Lo ideal sería estimular el ir andando a la escuela, para que se convierta en una opción más atractiva y factible, con ventajas potenciales para la salud del niño en el presente y a largo plazo.

Los beneficios unidos al cambio en la velocidad para un grupo de población suelen traducirse en pérdidas para otro grupo. Un aumento en la velocidad supone grandes pérdidas para las comunidades e individuos que no utilizan el automóvil, mientras que la reducción de la velocidad media acarrea una mayor duración de los tiempos de desplazamiento. Desde el punto de vista social, tales impactos de distribución y equidad pueden ser tan importantes como la eficacia global de la red, a veces incluso más. Es la distribución de los impactos negativos y positivos de la velocidad la que afecta a la calidad de vida de la población.

2.3.4. *Impactos de la velocidad en los tiempos de desplazamiento*

El tiempo necesario para realizar un viaje está claramente relacionado con la velocidad. Las velocidades más altas ofrecen, en potencia, ahorros en el tiempo de desplazamiento, lo que podría permitir a los usuarios individuales, disfrutar más de su tiempo y aumentar la productividad de las operaciones comerciales. Sin embargo, mientras que en los desplazamientos interurbanos la velocidad tiene un notable impacto en términos de tiempo, los ahorros de tiempo reales asociados con las velocidades altas son menos importantes en las áreas urbanas.

En distintas ciudades se han llevado a cabo estudios que ilustran el impacto de la velocidad de viaje en el tiempo de desplazamiento. Entre estas ciudades está Toulouse (Francia). En Toulouse, se midieron los tiempos de desplazamiento a distintas horas del día a lo largo de una ruta de 7,6 km con 28 semáforos. Se pusieron a prueba dos velocidades de viaje:

- Un vehículo "rápido" que respetaba el límite de velocidad de 50 km/h
- Un vehículo "lento" que no superaba los 30 km/h.

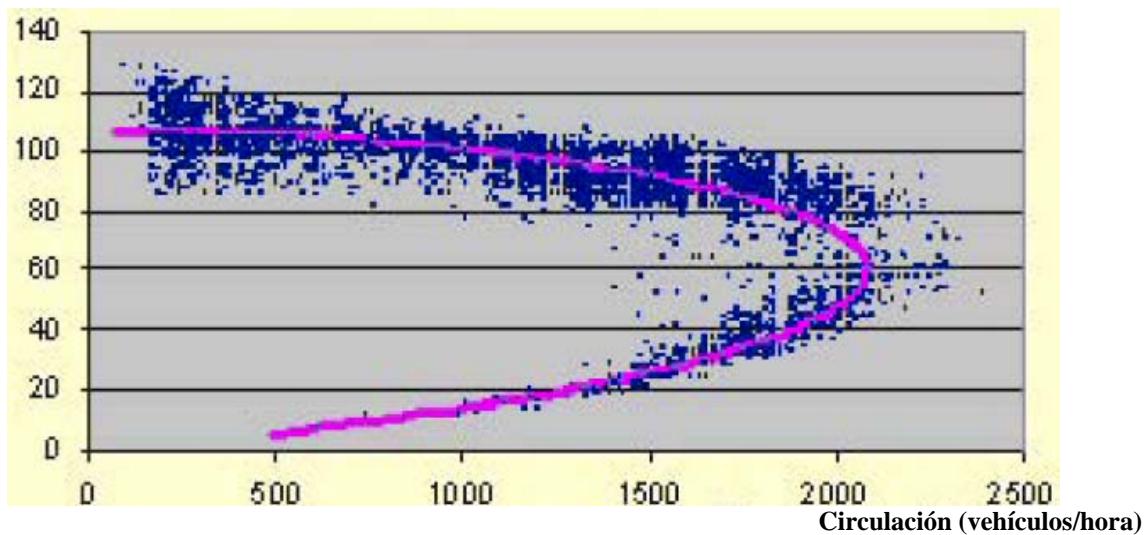
La velocidad de viaje media del vehículo rápido fue de 19,1 km/h, y la del vehículo lento fue de 15,9 km/h. El estudio concluía que una reducción del 40% respecto a la velocidad máxima autorizada, sólo conducía a un aumento del 20% en el tiempo de desplazamiento debido además, en parte, al mayor número de veces que el vehículo lento se detuvo en los semáforos. En este estudio, los tiempos medios de desplazamiento resultantes eran de unos 24 minutos para los vehículos rápidos y de unos 29 minutos para los vehículos lentos (ZELT, 2004).

En todos los estudios económicos del transporte, se da gran importancia a los tiempos de desplazamiento y se suelen tomar en cuenta los ahorros en dichos tiempos. Sin embargo, un área de controversia es el ahorro de pequeños tiempos de desplazamiento. Es un debate no resuelto sobre lo útil y realista que resulta sumar costes o ahorros de tiempo muy pequeños (que suelen ser de unos pocos segundos por vehículo en un trayecto) de miles o millones de viajes, una operación que podría dar como resultado grandes estimaciones sobre los costes o ahorros de tiempo de desplazamiento. En otras palabras, ¿cómo de grande ha de ser el coste o ahorro de tiempo antes de ser percibido por los vehículos de ocupantes y antes de ser realmente útil y valioso? La práctica de la valoración de esos cambios difiere entre jurisdicciones. Algunas suman todos los cambios de tiempo, aun los más pequeños, y valoran el total. Otras, por el contrario, rechazan los cambios que se encuentren por debajo de un determinado umbral (p. ej. 5 minutos).

Se argumenta, en ocasiones, que reducir la velocidad del vehículo reduciría también el flujo de tráfico de una vía. Sin embargo, hay que destacar que en las vías urbanas, el flujo se maximiza a velocidades de entre 50 y 80 km/h. La figura 2.9 ilustra la relación entre circulación y velocidad para una vía urbana de 2x2 carriles en Francia. La figura muestra que la velocidad se reduce a medida que aumenta el tráfico, hasta que éste alcanza niveles con los que la circulación se hace inestable. El flujo máximo de tráfico se da a velocidades de viaje de entre 60 y 70 km/h.

Figura 2.9. Circulación rodada por carril como una función de la velocidad rodada en una vía urbana (2x2 carriles)

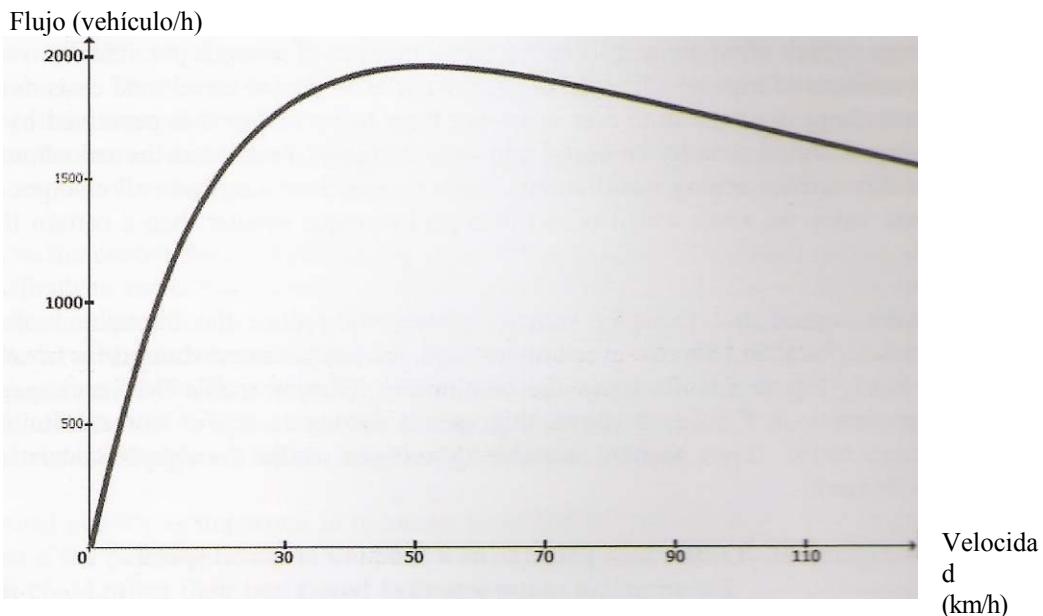
Velocidad km/h



Fuente: NSC (Francia).

Otros estudios han demostrado que, en las zonas urbanizadas, la reducción de la velocidad media de 50 a 30 km/h no supone una reducción muy significativa en la capacidad de circulación (véase la figura 2.10).

Figura 2.10. Circulación como una función de la velocidad en una vía urbana



Fuente: Sehier.

El tiempo de desplazamiento total de un viaje es un elemento importante para casi todos los usuarios. Sin embargo, la predictibilidad y fiabilidad del viaje pueden ser a menudo aún más importantes. Una distribución más homogénea de la velocidad mejora la circulación y permite así unos tiempos de desplazamiento más predecibles.

Aunque esta sección se ha centrado en aspectos muy concretos, las pruebas disponibles sugieren que la gestión de la velocidad no es necesariamente incompatible con la movilidad y necesidades económicas. Además, es necesario tomar en cuenta esos factores en el contexto de otros objetivos políticos, incluyendo la reducción de las muertes por tráfico y la mejora de los impactos

medioambientales. Es importante subrayar que los efectos de la velocidad en la reducción de los tiempos de desplazamiento globales suelen sobreestimarse, especialmente en las zonas urbanas.

2.4. Efectos a nivel de redes: velocidad y crecimiento urbano descontrolado

Los cambios nacionales o regionales en las políticas de gestión de la velocidad pueden cambiar, de forma permanente, la accesibilidad de determinadas ubicaciones entre sí, lo que a su vez puede tener efectos socioeconómicos de naturaleza espacial a largo plazo. Por ejemplo, una velocidad mayor de desplazamiento permite reubicar la vivienda, alejándola del puesto de trabajo para desplazarla a zonas en las que puede ser más grande y atractiva al mismo precio. Aunque puede conllevar costes sustanciales, las pruebas también demuestran que hay quien hace cambios en dirección contraria, por ejemplo, acercándose a su puesto de trabajo. Otra tendencia muy común entre las compañías con sedes centralizadas es reubicarse a zonas más cercanas a las zonas residenciales de sus fuerzas de trabajo.

Según los supuestos de Zahavi (Zahavi *et al.*, 1980), el tiempo de desplazamiento por término medio permanece constante: entre 60 y 90 minutos por día, dependiendo del tamaño de la zona urbana. Esto significa que si la velocidad de viaje aumenta (permitiendo, por ejemplo, la creación de nuevas infraestructuras), no hay una reducción en el tiempo de viaje (o tan sólo en el periodo que sigue inmediatamente a la apertura de las nuevas infraestructuras y siendo además, tan sólo, algo marginal). El efecto es, más bien, el contrario a largo plazo, esto es, una ampliación del área cubierta en los desplazamientos diarios. Aunque esta ampliación tiene ventajas económicas a través de la producción de riqueza con el aumento de la actividad (Poulit, 2005), contribuye al crecimiento urbano descontrolado con todas sus desventajas asociadas (CEMT, 2005). La decisión de alejarse del puesto de trabajo tiene un efecto directo sobre la cantidad de kilómetros viajados. Las compañías, naturalmente, también pueden tomar decisiones similares.

Algunos se preguntan si reduciendo las velocidades autorizadas (especialmente en infraestructuras de "alta" velocidad) sería posible limitar el crecimiento urbano descontrolado. Sin embargo, los efectos de una reducción de este tipo y la posibilidad de un cambio tan inverso no están demostrados y, todo al contrario, nada puede indicar que el proceso sea reversible.

A largo plazo, la gestión de la velocidad puede afectar al volumen del tráfico en las carreteras. Los estudios sobre los impactos del cambio en la velocidad suelen tomar en consideración, exclusivamente, los impactos a nivel de enlaces, lo que normalmente significa dar por supuesto que el volumen de tráfico no se ve afectado. Los estudios a nivel de redes que también toman en cuenta los impactos (indirectos) sobre el volumen del tráfico son más laboriosos y poco frecuentes. Un problema concreto de la estimación de los impactos a nivel de redes es la falta de conocimiento sobre la flexibilidad entre velocidad y volumen de tráfico (Kallberg y Toivanen, 1998).

2.5. Consideraciones en materia de política

Sin duda, el progreso tecnológico hace posible viajar más rápido por carretera. Sin embargo, la velocidad excesiva o inadecuada tiene importantes impactos adversos que las autoridades políticas han de evaluar cuidadosamente para la sociedad en su conjunto.

El exceso de velocidad, concepto que engloba *velocidad excesiva* (esto es, la conducción por encima de los límites de velocidad) y *velocidad inadecuada* (conducir demasiado rápido para las condiciones concretas, pero dentro de los límites), es peligroso. Además de ser un factor causal en prácticamente un tercio de los accidentes mortales, la velocidad es un factor agravante de las consecuencias de todos los accidentes.

El impacto de la velocidad en los accidentes es una preocupación especial en las zonas urbanas, donde distintos tipos de usuarios comparten las vías: conductores de automóviles, ciclistas, peatones, etc. Hay una velocidad umbral por encima de la cual el cuerpo humano no puede sobrevivir físicamente a un accidente. Por encima de una velocidad de impacto de unos 45 km/h, el 50% de los peatones atropellados

por un automóvil no sobrevive. Hay, por tanto, una necesidad humana de peso de garantizar unas velocidades que no sean excesivas. Es algo fundamental que exige una revisión en profundidad de las velocidades, especialmente en las zonas urbanas.

Las autoridades públicas son responsables de la movilidad sostenible de sus ciudadanos, pero no sería responsable promover la movilidad a costa de la vida humana. Para reducir las lesiones en carretera (esto es, víctimas mortales y heridos), los gobiernos han de emprender acciones destinadas a reducir la velocidad y también la dispersión de la misma.

Además de reducir considerablemente el número de accidentes y víctimas mortales, y la gravedad de los heridos, la reducción de la velocidad de los vehículos ayudará a reducir también otros efectos negativos como las emisiones de gases invernadero, el consumo de combustible y el ruido, y a reducir los efectos adversos sobre la calidad de vida, especialmente para los que viven en zonas urbanas.

Las estrategias y políticas de gestión de la velocidad suelen estar de acuerdo con objetivos políticos de otras áreas (p. ej. protección del medioambiente) y pueden insertarse en estrategias de transporte más amplias destinadas a mejorar la seguridad vial y el medioambiente. Es necesario dar más preeminencia a estos objetivos para alentar una mayor colaboración y cooperación, y para aumentar la aceptación pública y la disposición política para emprender acciones contra el exceso de velocidad. Con el apoyo político adecuado, las estrategias de gestión de la velocidad pueden suponer una contribución real en la consecución de un triple objetivo definido por la mejora de la seguridad vial, las ventajas medioambientales y la moderación del consumo de energía.

REFERENCIAS

- Aarts, L y Schagen, I. Van (2006), "Driving speed and the risk of road accidents: A review of recent studies", en *Accident Analysis and Prevention*, 38, 215-224.
- Andersson, G. y G. Nilsson (1997), *Speed management in Sweden*, VTI, Sweden.
- Australian Transport Safety Bureau (sin fecha), *Impact Speed* (recurso educativo sobre seguridad vial)
Disponible en línea, en la dirección http://www.atsb.gov.au/pdfs/impact_speed.pdf
- Broughton, J. (2005), *Car Occupant and Motorcyclists Deaths 1994-2002*, TRL Report TRL629, Transport Research Laboratory, Crowthorne.
- Brownfield J, Graham A, et al (2003), *Congestion and accident risk*, Centre for Transport Studies, UCL, Road Safety Research Report No. 44, Department for Transport, Londres.
- Christie (1995), *The high risk child pedestrian: socio-economic and environmental factors in their accident*. TRL project report N° PR 117, TRL, Crowthorne.
- Davies G. (2001), *Relating Severity of Pedestrians Injury to Impact Speed in Vehicle-Pedestrian Crashes - Simple threshold model*, Transportation Research Record 1773, Paper N°01-0495. TRB, Washington DC.
- De Vlieger I. (1997), "On-board emission and fuel consumption measurement campaign on petrol-driven passenger cars", en *Atmospheric Environment*. Vol. 31. No. 22, pp. 3753-3761.
- Department of Health (1998), *Independent inquiry into inequalities in health*, Informe Acheson. (<http://www.official-documents.co.uk/document/don/ih/synopsis.htm>).

Department of Health (1999), *Saving Lives: Our Healthier Nation*, HMSO (<http://www.official-documents.co.uk/document/cm43/>).

CEMT (2005), *Time and Transport*, Round Table 127, OECD, París.

Centro de Investigación del Transporte OCDE/CEMT (2006), *Country reports on Safety Performance*, Resultados de la encuesta llevada a cabo por el Grupo de Trabajo OCDE/CEMT sobre objetivos de seguridad vial ambiciosos. Disponible en Internet en: <http://www.cemt.org/JTRC/index.htm>

Elvik R., Christensen P y A. Amundsen (2004), *Speed and road accidents: an evaluation of the Power Model*, TOI, Oslo.

ETSC (1995), *Reducing traffic injuries resulting from excess and inappropriate speeds*, European Transport Safety Council, Bruselas.

Finch D, Kompfner P., Lockwood C. y G. Maycock (1994), *Speed, speed limits and accidents*, TRL project report N°PR 58, TRL, Crowthorne.

Health Education Authority (1998), *Transport and Health: A briefing for health professionals and Local Authorities*, Health Education Authority, Londres.

Highway Industry Development Organisation (2005), *ITS Handbook 2005-2006*, Tokyo.

INRETS (2005), *Effet de la vitesse de circulation sur la gravité des blessures des piétons*, Rapport N°256, INRETS. Arcueil.

Grupo de Trabajo Interdisciplinario sobre Accidentes Mecánicos (1986) *The Car-Pedestrian Collision. Injury Reduction, Accident Reconstruction, Mathematical and Experimental Simulation. Head Injuries in Two Wheeler Collisions*, Universidad de Zurich e Instituto Federal de Suiza de Tecnología, Zurich.

Kallberg V y S. Toivanen (1998), *Framework for assessing the impacts of speed*, Actas de la Conferencia sobre Seguridad vial en Europa de Bergisch Gladbach, Alemania, 21-23 de Septiembre de 1998 (VTI Conference) (1998), No. 10a: 10. P. 23-39. 20 Refs., publicado por Statens Vaeg- Och Transportforskningsinstitut

Kloeden C N, AJ. McLean, y G. Glonek (2002), *Reanalysis of Traveling Speed and the Risk of Crash Involvement in Adelaide South Australia*, CR207, Australian Transport Safety Bureau, Canberra. http://www.atsb.gov.au/publications/2002/Speed_Risk_3.aspx

Kloeden C N, Ponte G y McLean A J (2001). *Travelling Speed and the Risk of Crash Involvement on Rural Roads*, CR204, Australian Transport Safety Bureau, Canberra. http://www.atsb.gov.au/publications/2001/Rural_Speed_1.aspx.

Kloeden C. N, McLean A J, Moore V M y Ponte G (1997). *Travelling speed and the risk of crash involvement*. Federal Office of Road Safety, CR172. Canberra, http://www.atsb.gov.au/publications/1997/Speed_Risk_1.aspx [www.atsb.gov.au/road/pdf/crl72.zip]

Mackay, G M (1997), *A review of the biomechanics of impacts in road accidents*, *Crashworthiness of Transportation Systems: Structural Impact and Occupant Protection*, editado por Ambrosio, J C et al, Kluwer Academic Publishers, Netherlands, 1997, pp. 115-138.

Maycock, G. y G. Garyson (1998), *Speed, speed limits and accidents*, TRL, Crowthorne, Reino Unido.

- Xilsson, G (2004), *Traffic Safety Dimension and the Power Model to describe the Effect of Speed on Safety*, Lund Institute of Technology, Suecia.
- OCDE (2001), *Ageing and Transport: Mobility Needs and Safety Issues*, OECD, París.
- Organización Mundial de la Salud (2004), *Informe mundial sobre la prevención de traumatismos causados por el tránsito*, OMS, Ginebra. http://www.who.int/violence_injury_prevention/road_traffic/en/
- Pasanen (1992), *Driving speed and pedestrian safety: a mathematical model*, Helsinki University of Technology.
- Poulit, J (2005), *Le territoire des hommes*, Bourin, Paris.
- Quimby, A, Maycock G, Palmer C y S. Buttress (1999), *The factors that influence a driver's choice of speed - a questionnaire study*, TRL report 325, Transport Research Laboratory, Crowthorne.
- Quimby, A., G. Maycock, C. Palmer y G. Grayson (1999), *Driver's speed choice: an in-depth study*. TRL Report 326, Transport Research Laboratory, Crowthorne.
- Swedish Road Administration (2002), *Vision Zero on the Move*, Swedish Road Administration, Borlange.
- Taylor M. (2000), *The effects of drivers' speed on the frequency of road accidents*, TRL report 421, Transport Research Laboratory, Crowthorne.
- Transportation Research Board (TRB) (1998), *Managing speed: A review of current practice for setting and enforcing speed limits* (Special Report 254), Washington, D.C., National Academy Press, <http://trb.org/publications/sr/sr254.pdf>.
- Walz F., M. Hoeflinger y W. Fehlmann (1983), *Speed limit reduction from 60 to 50 km/h and pedestrians injuries*, Actas de la XXVII Conferencia "Stapp Car Crash", 17-19 de octubre de 1983, San Diego, California.
- West, L.B. y J.W. Dunn (1971), "Accidents, Speed Deviation and Speed Limits", en *Traffic Engineering* 41 (10), pp. 52-55.
- Zahavi Y y A. Talvitie (1980), *Stability of travel components over time*, Transportation Research Record N° 750, Washington, DC.
- Zone Expérimentale et Laboratoire du Trafic - ZELT (2004), *Influence du mode de conduite sur le temps de parcours en milieu urbain*. Centre d'Etudes Techniques de l'Equipement du Sud-Ouest.

CAPÍTULO 3.

ALCANCE DE LA VELOCIDAD EXCESIVA Y OPINIONES SOBRE LA VELOCIDAD

Este capítulo se centra en la velocidad excesiva (conducción por encima del límite de velocidad). La conducción a velocidad excesiva es un fenómeno de masas que implica a la amplia mayoría de conductores y que ha sido relacionado con las tendencias de mejora del rendimiento de los vehículos motorizados y de la infraestructura de transportes. La velocidad excesiva es evidente por toda la red vial y es un problema común a todos los países. Este capítulo ilustra el alcance del exceso de velocidad (por encima de los límites legales) tomando en cuenta las respuestas dadas a la encuesta realizada en países miembro de la OCDE y de la CEMT. También presenta información sobre cambios recientes en la opinión de los conductores sobre la velocidad, basándose en el proyecto europeo SARTRE, que reunió a 23 países, y a encuestas norteamericanas sobre el exceso de velocidad.

3.1. Alcance de la velocidad excesiva

La velocidad excesiva (esto es, conducir por encima del límite de velocidad) es un fenómeno social muy extendido en muchos países. Un gran número de los usuarios conducen por encima de los límites definidos por las autoridades locales o nacionales en todo tipo de vías, urbanas e interurbanas. La tabla 3.1 muestra el porcentaje de conductores de automóvil que superan el límite de velocidad en distintos tipos de vías y dentro de una selección de países OCDE/CEMT. Esta tabla se basa en las respuestas a la encuesta elaborada por el Grupo de trabajo en 2004.

Aunque la situación es muy diferente para cada país, la tabla muestra, no obstante, que la velocidad excesiva es un problema que afecta a toda la red vial en todos los países. Normalmente, entre un 40 y 50 % y hasta un 80% de los conductores conducen por encima de los límites de velocidad fijados. Encontrará más detalles en el Anexo B.

Tabla 3.1. Porcentaje de conductores de coches de pasajeros que superan los límites de velocidad en distintos tipos de vías en una selección de países OCDE/CEMT en 2003

	Autowías		Vías rurales		Vías urbanas	
	Límite de velocidad	% por encima del límite	Límite de velocidad	% por encima del límite	Límite de velocidad	% por encima del límite
Austria (2004)	130 km/h	23%	100 km/h	18%	50 km/h 30 km/h	51% 78%
Canadá	110 km/h 110 km/h	15 a 53% 15 a 81%	80 km/h	15 a 45%		
Corea	100-110 km/h	50%	60 km/h	No disponible		
Dinamarca	110 km/h	72%	80 km/h	61%	50 km/h	60%
Estados Unidos	55-65 mph, dependiendo del Estado	40-70%	55 mph	47%	40 mph (vía ppal.) 30 mph (vía local)	73% 74%
Holanda	100 km/h 120 km/h	45% 40%	80 km/h	Aprox. 45%	50 km/h (vía ppal.) 50 km/h (vía local)	73% aprox. 45%
Irlanda	70 mph	23%	60 mph	8%	40 mph (vía ppal.) 30 mph (vía ppal.) 30 mph (vía local)	75% 86% 36%
Islandia	90 km/h	80%	90 km/h	77%		
Portugal	120 km/h	46%	90 km/h	55%	80 km/h (vía ppal.) 50 km/h (vía distribuidora)	50% 70%
Reino Unido	70 mph	57%	60 mph	9%	40 mph (vía ppal.) 30 mph (vía local)	58%
Suecia	110 km/h	68%	30 a 110 km/h	58% (todas las vías estatales)		
Suiza	120 km/h	38%	80 km/h	24%	50 km/h (vía ppal.)	21%

Fuente: Encuesta de la OCDE/CEMT (2004). Consulte el Anexo B para más información.

Debe hacerse una distinción entre aquellos que conducen unos pocos km/h por encima de los límites de velocidad (la mayoría de los conductores) y quienes superan excesivamente los límites, que suele suponer un porcentaje pequeño de conductores.

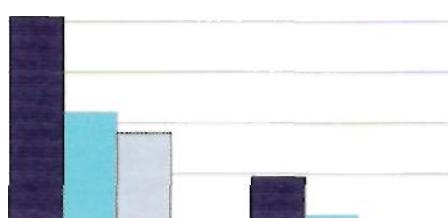
La figura 3.1 muestra el porcentaje de conductores que en Francia supera el límite de velocidad, y un desglose del porcentaje de los que superaban los límites por 10 km/h o más, y por 30 km/h o más. En el caso de los conductores de automóviles, la figura muestra cómo el 48% de los conductores superaba el límite y cómo un 3% superaba por 30 km/h o más el límite establecido. Los motoristas representan la categoría de usuarios con las tasas más elevadas de exceso de velocidad, con más de un 60% conduciendo por encima de los límites establecidos (véase también la sección dedicada a los *distintos tipos de usuarios viales*).

En el Reino Unido, el 55% de los vehículos de pasajeros superan el límite de 70 millas por hora y un 19% conducen por encima de las 80 millas por hora (OCDE, 2002). En los Estados Unidos, una encuesta sobre exceso de velocidad (NHTSA, 2003) indica que mientras al menos tres cuartas partes de los conductores admiten conducir superando el límite de velocidad, la mayoría parecen seguir sus propios límites en función de los distintos tipos de vía. Muchos conductores admiten conducir a 10 millas por hora por encima del límite de velocidad en las autopistas interestatales (51%) y conducir 10 millas por hora más rápido que la mayoría del resto de vehículos (34%). Sin embargo, una parte relativamente más pequeña admite comportamientos similares a velocidades más altas, incluyendo el conducir a 20 millas por hora por encima del límite de velocidad en autopistas interestatales (12%) y conducir 20 millas por hora más rápido que la mayoría del resto de vehículos (10%). Como ejemplo del abanico de comportamientos respecto al exceso de velocidad en un contexto nacional, la tabla 3.2 ilustra el porcentaje de conductores que viajan por encima del límite de velocidad en Portugal en relación a distintas magnitudes de velocidad excesiva. Muestra que el 80% de los casos, el exceso de velocidad se sitúa entre 0 y 30 km/h por encima del límite de velocidad.

Sin embargo, como se señala en el capítulo 2 de este libro, aun cuando el porcentaje de exceso de velocidad grave sea relativamente pequeño, estos comportamientos son los más peligrosos y causa de accidentes muy graves.

Figura 3.1. Porcentaje de conductores que superan el límite de velocidad en Francia en las autopistas, por categorías de usuarios viales

Exceso de velocidad sobre los límites establecidos en Francia en 2004 (todas las vías)



Exceso de velocidad (todos) Exceso de velocidad (10km/h o más por encima del límite) Exceso de velocidad (30 km/h+)*

■ Motocicletas □ Coches de pasajeros □ Camiones * = *no aplicable a camiones*

Fuente: ONISR Francia (2005).

Tabla 3.2. Porcentaje de conductores que viaja en Portugal por encima del límite de velocidad

Categoría de la vía	Límite de velocidad	Porcentaje de conductores que superan los límites establecidos
Autovías / Autopistas	120km/h	46% por encima del límite 37% conduce hasta 150 km/h 9% conduce por encima de 150 km/h 1% por encima de los 180 km/h
Vías principales (calzadas sin dividir)	90 km/h	65% por encima del límite 52% conduce hasta 120 km/h 13% conduce por encima de 120 km/h 2% por encima de los 150 km/h

Fuente: Encuesta de la OCDE/CEMT (2004)

Rendimiento del vehículo

El alcance de la velocidad excesiva, al menos para la red de autopistas, está vinculado, sin duda alguna, con el aumento del rendimiento de los vehículos. En 2004, el 99% de los nuevos vehículos vendidos alcanzaba los 150 km/h o más, una velocidad por encima de la máxima autorizada en las autopistas de la mayoría de los países.

Diseño de carreteras

El diseño de carreteras tiene un impacto directo en las velocidades. La ampliación de calzadas, práctica muy habitual en los años 1970 y 1980 para aumentar la capacidad de las vías que resultaba insuficiente en determinados períodos del día o del año, puede estimular la velocidad excesiva, especialmente cuando el volumen del tráfico es bajo y en ausencia de medidas de moderación de la velocidad como "pacificación del tráfico".

Diferentes tipos de usuario

Tal y como muestra la figura 3.1 en relación a Francia, los usuarios viales con más probabilidad de superar los límites de velocidad son los motoristas, seguidos por los conductores de coches de pasajeros. Sin embargo, un gran número de conductores de vehículos pesados también superan los límites establecidos. En Francia, en las autovías nacionales en las que el límite de velocidad es de 90 km/h, el estudio del ONISR Francés (2005) concluyó que la velocidad media era de 96 km/h para motocicletas, 84 km/h para los vehículos de pasajeros y 77 km/h para los vehículos pesados. Sin embargo, en las vías que atraviesan las zonas urbanizadas, en las que el límite de velocidad es de 50 km/h, los vehículos pesados tenían una velocidad media de 54 km/h, lo que significa que una gran parte de estos conductores infringían la ley (véase también la tabla 3.3).

A partir de un estudio reciente llevado a cabo en Virginia (EE.UU.) por el Instituto de Aseguradoras Estadounidenses para la Seguridad en Autopistas, los conductores con exceso de velocidad (entendido como aquéllos que conducen a 15 millas por hora por encima del límite) son más jóvenes que el resto de conductores, conducen vehículos más modernos y tienen más infracciones por exceso de velocidad y de otro tipo en sus expedientes. También tienen un 60% más de "choques" (*crash*, véase el glosario adjunto al comienzo de este libro) (William *et al.*, 2005).

Hora del día

La velocidad excesiva es proporcionalmente más alta cuando el tráfico es más fluido.

La tabla 3.3. muestra los niveles de velocidad excesiva en Francia para coches de pasajeros, incluyendo el porcentaje de conductores por encima del 10% o más del límite de velocidad durante el día y a horario nocturno. La tabla muestra que, exceptuando las autopistas, el alcance de la velocidad excesiva es mayor por la noche. En las autovías nacionales francesas (donde el límite de velocidad es de 90 km/h), las tasas de exceso de velocidad que superan en 10 km/h el límite establecido se elevan al 17% durante el día y al 23% durante la noche, mientras que las velocidades medias durante día y noche son muy parecidas (ONISR, 2005).

**Tabla 3.3. Niveles de velocidad excesiva en Francia, para coches de pasajeros
2003**

		Autopistas (130 km/h)	Ciudad, vía de tamaño medio (50km/h)	Autovías principales (90km/h)	Grandes vías a través de ciudades (50km/h)
• Velocidad media • Porcentaje de conductores por encima del límite • Porcentaje de conductores que supera en un 10% o más el límite de velocidad	Día	124 km/h	50 km/h	85 km/h	57 km/h
		42%	47%	38%	72%
		22%	17%	17%	35%
	Noche	114 km/h	54 km/h	88 km/h	63 km/h
		37%	62%	44%	85%
		26%	27%	23%	55%

Fuente: Observatoire National Interministériel de la Sécurité Routière (2004).

También se da una gran variación en la tasa de exceso de velocidad según la hora del día. Normalmente, las velocidades excesivas son más frecuentes a primera hora de la mañana y menos a mediodía (Nouvier, 1990).

3.2. Algunas consideraciones psicológicas relacionadas con la velocidad

Influencia de los límites de velocidad

Los estudios dedicados al examen del papel de los límites de velocidad en los comportamientos ligados al exceso de velocidad muestran que los conductores no suelen cumplir estrictamente los límites de velocidad. El alcance del exceso de velocidad varía en función de lo razonable que resulte el límite de velocidad, de su credibilidad, del contexto de conducción y de las características peculiares del conductor. La diversidad de comportamientos observada en respuesta a la misma situación vial ilustra, claramente, este hecho. También conviene apuntar que se ha observado una diversidad similar respecto a distintas configuraciones viales (Haglund y Aberg, 2000). Las actitudes de los conductores hacia los límites de velocidad, la importancia que otorgan a las condiciones de tráfico locales y sus percepciones de la velocidad de los demás usuarios también influyen en la diversidad de las decisiones en materia de velocidad.

El grado de adecuación al límite de velocidad resulta de la valoración que hacen los conductores de la utilidad y no utilidad de dicha adecuación. La utilidad percibida de la no adecuación está relacionada, básicamente, con el deseo de reducir el tiempo de viaje y con la búsqueda de emociones fuertes. Este último deseo sería el que afecte, probablemente, a los casos de no adecuación más extremos (velocidades muy altas). La no utilidad de la no adecuación se relaciona con el miedo a ser sancionado, el consumo de combustible, el riesgo de accidente, el deterioro del vehículo y la contaminación.

El alto porcentaje de conductores que superan el límite de velocidad en exceso puede explicarse, en algunos casos, por la "contradicción" entre el diseño vial y el límite de velocidad en la vía. Es decir, los límites de velocidad no siempre resultan creíbles para los usuarios. A menudo, el límite de velocidad está justificado (por ejemplo, por la presencia de usuarios vulnerables), pero el diseño de la vía no va acorde con la velocidad adecuada y requiere otras medidas estructurales (badenes, por ejemplo).

Diferencias entre conductores en distintas situaciones

El comportamiento individual de los conductores tiene, obviamente, un efecto muy importante en la velocidad de conducción. La velocidad de conducción puede superar el límite legal en distintos grados de acuerdo al contexto y a las tendencias personales del conductor. Las diferencias entre conductores pueden ser muy importantes. Biecheler y Peytavin (1997) han mostrado, en un estudio reciente, el alcance del comportamiento tendente al exceso de velocidad. Su estudio examinó 19 vías principales a través de ciudades en las que estaban vigentes límites de velocidad de 50 km/h. Los resultados revelan mayores disparidades en la velocidad media de vehículos y en el porcentaje de conductores que superan el límite de velocidad en función de los lugares y de la hora del día (las velocidades medias observadas en distintos lugares variaban de los 52 a los 81 km/h y el porcentaje de conductores con exceso de velocidad del 54 al 100%). Estos descubrimientos son un buen ejemplo de cómo el límite legal de velocidad puede no ser suficiente a la hora de garantizar un comportamiento adecuado por parte de los conductores.

Muchos conductores dan por supuesto que pueden controlar sus vehículos aun cuando conduzcan a alta velocidad. Estos conductores tienden a verse a sí mismos como conductores seguros que nunca provocarán un accidente. Para ellos, la probabilidad de ser castigados por la ley es la razón principal para evitar conducir a altas velocidades.

Velocidad y normas sociales locales

Los límites de velocidad (fijados o no, generales o locales) no son el único factor tomado en cuenta por los conductores al elegir su velocidad. El comportamiento de los demás conductores tiene una influencia que puede considerarse como norma social.

Biecheler y Peytavin (1997) examinaron la tendencia de los conductores a respetar los límites de velocidad o una "norma social local". Para medir el grado de cumplimiento de la "norma social local", los autores observaron la diferencia entre la velocidad de cada conductor individual y la velocidad media del tráfico existente en el lugar. Luego clasificaron a los conductores de acuerdo a dos dimensiones distintas, una dimensión de "legalidad", que reflejaba una tendencia a respetar el límite de velocidad, y una dimensión de "conformidad social", que reflejaba una tendencia a adecuarse a la velocidad del resto de usuarios de la vía. Esto les permitió distinguir tres categorías principales de conductores, con distintas tendencias básicas.

- Conductores que conducen más despacio que la velocidad media del tráfico y suelen conducir a velocidades por debajo del límite legal.
- Conductores que conducen, más o menos, a la velocidad media.
- Conductores que conducen a altas velocidades, normalmente por encima del límite legal. Se observó que el 70% de los conductores conducía por encima del límite de velocidad legal. Este porcentaje se integraba de un 40% que conducía a la velocidad media del tráfico y de un 30% que conducía por encima de la velocidad media y, por tanto, por encima del límite legal y de la "norma social local".

Aberg *et al.* (1997) estudió el mismo fenómeno analizando las velocidades de once vías principales que atravesaban zonas urbanizadas con un límite de velocidad de 50 km/h. A continuación se hacían preguntas a los conductores *in situ* y por cuestionario. El estudio mostró que más del 50% de los conductores no respetaba los límites de velocidad a pesar de que la mayoría afirmaba estar a favor del

cumplimiento de tales límites. Se concluyó por tanto que debe de haber más variables, además de la disposición a obedecer la ley, que influyen en la velocidad. Los autores observaron que la mayoría de los conductores sobreestimaba las velocidades del resto de conductores, algo que sugería que la percepción de un conductor de la velocidad del resto de los vehículos no es precisa. Muchos conductores también declararon que querían viajar a la misma velocidad que el resto de usuarios de la vía, por lo que la estimación inadecuada de la velocidad de los demás usuarios puede ser uno de los factores clave del exceso de velocidad. Los resultados revelaron que los conductores menos reacios al exceso de velocidad conducían más rápido que el resto de conductores. Los conductores que pensaban que los demás usuarios conducían rápido o aquellos que querían conducir como los demás mantenían una velocidad más alta que otros conductores.

Un estudio de observación llevado a cabo por Lerner *et al.* (2005) investigó la conducción por parte de los adolescentes como una función de la presencia de pasajeros y del sexo de los pasajeros. Se analizaron los vehículos que abandonaban los aparcamientos de distintos institutos de enseñanza secundaria a la hora de la salida del centro, teniendo en cuenta la edad, sexo y pasajeros de los vehículos. A continuación, se registraron las velocidades de los vehículos en sitios cercanos al centro. Los resultados mostraron que aunque los adolescentes, en conjunto, conducen ligeramente más rápido que la media, y que los adolescentes varones conducen más rápido que las mujeres, la principal influencia en la velocidad del vehículo era la presencia de un pasajero varón. Para el grupo de conductores masculino, la diferencia en la velocidad entre vehículos con pasajeros masculinos y femeninos era de casi 8 km/h.

Percepción de la velocidad por parte de los conductores

Las distorsiones en la estimación de la velocidad también pueden observarse cuando un conductor tiene que cambiar de velocidad (acelerar o frenar). Por ejemplo, cuanto mayor es la desaceleración, mayor es el error en la estimación de la velocidad posterior (Denton, 1967). De forma parecida, Salvatore (1967) mostró que cuanto mayor es la tasa de cambio, mayor es también la distorsión en la estimación de la velocidad. Por norma general, los resultados demuestran que los conductores suelen producir un cambio en la velocidad menor que la necesaria. Recarte *et al.* (2002) observó las mismas tendencias en situaciones de conducción reales y observó que el error absoluto es mayor al desacelerar que al acelerar. Este fenómeno subraya los problemas a los que pueden tener que hacer frente los conductores al resolver "situaciones de transición", es decir, situaciones en las que tienen que ajustar su velocidad de forma notable (Saad, 1983).

También se ha averiguado que un conductor que ha estado conduciendo mucho tiempo en autopistas tiende a conducir notablemente más rápido que el resto de conductores una vez fuera de la autopista (Nouvier, 1987).

La percepción de la velocidad puede verse afectada por el fenómeno de la adaptación, que reduce la sensación de velocidad cuanto más tiempo lleve un conductor al volante. Schmidt y Tiffin (1969) estudiaron el impacto de una exposición a una velocidad inicial alta en la estimación de una velocidad más baja resultante de la desaceleración. Observaron que cuanto mayor fuera el periodo de exposición a la velocidad inicial, mayor era también el error en la percepción del conductor de la velocidad resultante (subestimación de la velocidad real). Denton (1972) observó el mismo fenómeno al pedir a conductores que mantuvieran una velocidad constante durante distintos períodos de tiempo. Debido al fenómeno de adaptación, los conductores aumentaban gradualmente su velocidad con el tiempo. Lo hacían, además, para mantener una sensación de velocidad constante. Matthews (1978) observó la adaptación a la velocidad en situaciones de conducción reales. Más adelante, Casey y Lund (1987) ratificaron sus conclusiones.

La carretera y su entorno se perciben a través de la visión central y periférica. Estudios pioneros de los años 60 revelaron el papel primordial jugado por la visión periférica en la estimación de la velocidad de conducción (Salvatore, 1967). Las velocidades se estiman de forma más precisa con la visión

periférica, pero se subestiman en visión central. Estos estudios mostraron así la influencia del tamaño del campo de visión en la percepción de la velocidad y explicaron por qué, por ejemplo, los conductores subestiman la velocidad en carreteras anchas sin puntos de referencia.

En resumen, identificando las variables que afectan a la percepción de la velocidad, se pueden determinar algunas situaciones "vitales" en la percepción que los conductores tienen de la velocidad:

- Situaciones de conducción en las que se mantiene una determinada velocidad en un largo periodo de tiempo (viajes a larga distancia en autopistas);
- Situaciones "de transición" en las que los conductores deben ajustar notablemente la velocidad de sus vehículos para cumplir con las nuevas normas y/o requisitos funcionales (p. ej., conducir por vías principales que atraviesan pequeños núcleos urbanos o tomar una curva al final de una recta larga);
- Situaciones en las que la información visual periférica es reducida (p. ej., carreteras anchas sin puntos de referencia, conducción nocturna o con niebla).

Actitud popular hacia el exceso de velocidad

Otro factor interesante es el cambio en la actitud popular hacia el exceso de velocidad. En varios países ha podido observarse una creciente concienciación de los problemas de seguridad vial y de la necesidad de gestionar la velocidad, tal y como muestran las respuestas a una encuesta llevada a cabo por el grupo de trabajo (véase el Anexo B). En general, hay una mayor aceptación de los límites de velocidad y de las medidas de imposición de la ley que en el pasado.

La encuesta también mostró que en varios países se está "presionando" desde la opinión pública para aumentar los límites de velocidad en autopistas (especialmente en los países con límites más bajos) y para reducir los límites de velocidad en las vías urbanas. Casi todos los países que respondieron indicaron que hay una presión pública creciente para reducir a 30 km/h los límites de velocidad de las zonas residenciales.

3.3. Encuestas de opinión elaboradas en Europa y Norteamérica

Esta sección perfila algunas de las conclusiones de proyectos recientes sobre opiniones en torno a la velocidad en Europa (proyecto SARTRE 3), en los Estados Unidos (encuesta de velocidad NHTSA) y Canadá. El Anexo B incluye más información sobre la evolución en las actitudes populares hacia el exceso de velocidad a partir de las respuestas dadas al cuestionario.

Aunque estos tres estudios ofrecen indicaciones muy útiles sobre las opiniones de los conductores acerca de la velocidad, debería señalarse que los estudios se basan exclusivamente en opiniones declaradas que, a menudo, no coinciden con el comportamiento real. Europa: proyecto SARTRE 3

El proyecto SARTRE es un proyecto de investigación subvencionado por la Comisión Europea y orientado al estudio de las opiniones y comportamientos de los conductores de automóviles por toda Europa. SARTRE es el acrónico de *Social Attitudes to Road Traffic Risk in Europe*, esto es, "Actitudes Sociales frente al Riesgo Vial en Europa".

SARTRE 3 es la tercera de una serie de encuestas, y fue elaborada en 2002. Cubrió numerosas dimensiones de la seguridad vial, entre ellas, la velocidad. Estas son las conclusiones clave sobre la actitud declarada de los conductores europeos con respecto a la velocidad (Comisión Europea, 2004):

- La mayoría de los conductores (más del 70%) cree que los conductores superan frecuentemente los límites de velocidad.

- El 84% de los conductores cree que los demás usuarios de la vía superan el límite de velocidad.
- Un porcentaje importante de conductores disfruta conduciendo rápido (36%). En este caso, son más los varones que las mujeres. Junto a ellos destacan los jóvenes conductores, las personas con empleo, aquéllos con mayores ingresos, los solteros, las personas de entornos urbanos y los conductores frecuentes.
- Casi el 20% de los conductores europeos (el 34% de los conductores daneses y el 13% de los austriacos), dicen conducir más deprisa que el conductor medio.
- El hecho de conducir demasiado deprisa se considera como uno de los factores contribuyentes de los accidentes (82%).
- Uno de cada cinco conductores europeos ha sido multado por velocidad excesiva en los últimos tres años.
- Hay un apoyo generalizado a la instalación de dispositivos de control de velocidad y "cajas negras" en los vehículos (62%). Además, parece aumentar con el tiempo el apoyo a medidas de seguridad vial como limitadores de velocidad y otras restricciones, pero con diferencias importantes de unos países a otros.

Las principales recomendaciones del proyecto SARTRE 3 relacionadas con la velocidad pueden resumirse de esta forma:

- La intensificación de las medidas de imposición de los límites de velocidad se ve como una medida prioritaria en varios países europeos.
- En países con un bajo grado de aceptación de las medidas de imposición de los límites de velocidad, las campañas informativas deberían preceder y acompañar a la intensificación de dichas medidas.
- Por último, se recomienda que las campañas de seguridad vial centradas en el exceso de velocidad inadecuado se diseñen específicamente para cada país (o región), puesto que los comportamientos ligados al exceso de velocidad muestran importantes diferencias entre los países europeos.

Estados Unidos: encuesta de la NHTSA sobre exceso de velocidad y conducción insegura

El NHTSA llevó a cabo un primer estudio sobre las actitudes y comportamiento de los conductores acerca del exceso de velocidad y conductas no seguras en 1997. En 2002, elaboró una segunda encuesta para recoger datos actualizados sobre la naturaleza y alcance del exceso de velocidad y del problema de la conducción no segura con el fin de medir la gravedad del problema a ojos de la opinión pública y estimar qué medidas tendrían amplia aceptación.

Afinidad hacia el exceso de velocidad

El exceso de velocidad es un comportamiento muy extendido: unas tres cuartas partes de los conductores admiten haber superados los límites de velocidad en todo tipo de vía en el último mes y una cuarta parte o más admite haber superado los límites de velocidad el mismo día de la entrevista (indicado abajo como "hoy"). Las conductas admitidas por los propios encuestados, en el último mes y en ese mismo día, incluyen exceso de velocidad en:

- Autovías interestatales de varios carriles (78% en el último mes y 25% hoy).
- Vías de dos carriles (78% y 31%).
- Vías ciudadanas o de zonas habitadas (73% y 33%).

- Vías de varios carriles no interestatales (83% y 31%).

La mayoría de conductores de todas las edades admiten haber conducido con exceso de velocidad.
Sin embargo:

- Los conductores más jóvenes son los más tendentes a admitir el exceso de velocidad en el último mes. Ocho de entre cada diez conductores admiten haber cometido exceso de velocidad en todo tipo de vías.
- Los varones tienen un 50% más de probabilidades de admitir que superaron el límite de velocidad establecido.
- Seis de cada diez conductores de 65 años o más admite el exceso de velocidad en todo tipo de vías.

Opiniones sobre los límites de velocidad

Tolerancia de las medidas de imposición de la ley:

Los conductores creen que pueden viajar, como media, a 7-8 millas (10-12 kilómetros) por hora por encima de límite establecido sin que la policía les ponga una multa.

Adecuación de los límites de velocidad existentes:

Aunque tres cuartas partes o más de los conductores admiten superar el límite en todo tipo de vía, la mayoría de los conductores (desde un 61% en el caso de autovías interestatales de varios carriles a un 83% para vías urbanas) consideran que los límites de velocidad existentes son adecuados.

Factores que influyen en la selección de la velocidad por parte de los conductores:

Se pidió a los conductores que evaluaran la importancia de distintos factores a la hora de seleccionar su velocidad de conducción. A partir de sus respuestas, los cinco factores más importantes al seleccionar la velocidad, en los distintos tipos de vía, son:

- Condiciones climatológicas.
- Evaluación personal de una velocidad "segura".
- Límites establecidos.
- Cantidad de tráfico de la vía.
- Experiencia personal del conductor en esa vía.

Estos factores son muy importantes para el 50% o menos de los conductores al seleccionar la velocidad de conducción:

- Velocidad de los demás conductores (50%).
- Posibilidad de ser detenido por la policía (50%).
- Tiempo que resta para alcanzar su destino (33%).

Canadá: encuesta y pruebas de grupo sobre las actitudes de los conductores hacia el exceso de velocidad y la gestión de velocidad

Un estudio telefónico reciente llevado a cabo en Canadá (2005), con sesiones de grupo previas, concluyó que aproximadamente el 10% de los conductores canadienses habían sufrido una colisión que tuvo como resultado lesiones que requirieron hospitalización. El resultado no parece estar relacionado con los excesos de velocidad admitidos o la antigüedad al volante. La mayoría de los conductores (62%) admitió haber sido multado al menos una vez por exceso de velocidad, mientras que la media era de 3,7 multas. Sin embargo, el 10% de los conductores admitió haber sido multado más de seis veces por exceso de velocidad.

El 47% de los encuestados escogió el exceso de velocidad como una de las causas principales de las colisiones. Cuando se les pidió que definieran el exceso de velocidad, se identificaron tres temas:

- Una definición técnica, asociada normalmente con el gobierno y la policía, y considerada a menudo poco realista.
- Una definición relativa considerada más realista, relacionada con el tráfico, las condiciones climatológicas y la circulación.
- Un valor absoluto, que variaba dependiendo del tipo de vía o límite de velocidad establecido. A límites de velocidad más altos, le correspondían variaciones más pronunciadas.

El lugar donde se superan los límites de velocidad establecidos, y en cuánto se exceden dichos límites, depende de la vía. Muchos conductores admitieron la práctica del exceso de velocidad en autopistas principales (58%), autopistas de dos carriles y vías rurales (39%) y vías residenciales (13%).

Suele percibirse el exceso de velocidad ajeno con más frecuencia que el propio. Mientras que sólo el 1% de los encuestados señaló no advertir nunca exceso de velocidad por parte de los demás conductores, el 29% adujo no haberlo cometido nunca. Por otro lado, el 50% de los conductores admitió conducir frecuentemente con exceso de velocidad, mientras que un 88% afirmó advertir exceso de velocidad en los demás conductores.

Muchos conductores indicaron tener un límite de velocidad por encima del establecido. Por ejemplo, de los conductores que admitieron conducir con exceso de velocidad, el 81% no superaría nunca los 120 km/h en una zona de 100 km/h. Sólo 1 de cada 50 conductores admitiría superar los 130 km/h en la misma zona. Sin embargo, los conductores que admiten cometer exceso de velocidad frecuentemente admiten también conducir a velocidades más altas por encima del límite.

Los encuestados indicaron que el tiempo era un factor común en su comportamiento (35%), al igual que la impresión de que el límite establecido era demasiado bajo (32%) y no prestar atención a su velocidad (28%). Los conductores del último grupo indicaron que solían superar el límite por menos del 10 por ciento. Cuando se les pidió que evaluaran su conformidad con determinadas afirmaciones relativas al exceso de velocidad, el 52% estuvo de acuerdo con la afirmación según la cual los conductores deberían mantener el ritmo de la circulación independientemente del límite de velocidad establecido. Además, un 41% estaba de acuerdo con la afirmación por la cual la policía no imponía lo bastante el límite y con que los límites de velocidad eran demasiado bajos. Resulta interesante que sólo un 31% de los conductores creyera sin lugar a dudas que el exceso de velocidad ahorra tiempo. La mayoría señaló que los factores situacionales juegan un papel muy importante, por ejemplo, conducción en ciudad frente a conducción en autopista y a largas distancias.

Cuando se les preguntó por las desventajas del exceso de velocidad, el 54% indicó un riesgo más elevado de colisión, el 35% indicó el riesgo de ser multado y el 31% indicó un mayor riesgo de resultar herido en caso de colisión. Por otro lado, sólo el 18% indicó el impacto negativo del consumo de combustible y el 6% identificó el aumento de emisiones de gases contaminantes como desventaja.

Se pidió a los encuestados que evaluaran distintas medidas preventivas. Los resultados fueron:

Señales electrónicas que indiquen el exceso de velocidad	72%
Aumento de medidas policiales	67%
Sistemas de información al conductor integrados en el vehículo	63%
Caja negra que informe del exceso de velocidad	62%
Campañas informativas y de publicidad	58%

Radares	56%
Doblar las multas por exceso de velocidad	52%
Modificación de las vías	47%
Tecnología integrada en el vehículo que informe a la aseguradora	38%
Reducción de los límites de velocidad en vías residenciales	35%
Control de velocidad integrada en el vehículo, p. ej. ISA	35%
Reducción de los límites de velocidad en vías de 2 carriles	21%

En general, los encuestados confesaron que debería difundirse más información sobre los impactos medioambientales del exceso de velocidad.

3.4. Consideraciones en materia de política

El exceso de velocidad es un problema social muy extendido que afecta a toda la red vial (autopistas, autovías, carreteras locales y vías urbanas). Normalmente, en cualquier momento, el 50% de los conductores supera los límites de velocidad. La velocidad excesiva implica a todo tipo de vehículos motorizados (coches, ciclomotores y camiones).

La mayor parte de la población reconoce la velocidad como un problema de seguridad básico pero, al mismo tiempo, considera que es un problema que afecta a "otros" conductores.

En la mayoría de los casos el exceso de los límites de velocidad supone conducir a menos de 10 km/h por encima del límite. Las medidas de moderación de la velocidad deberían orientarse tanto a "grandes" infracciones como a infracciones "menores", dado que un gran número de usuarios considera que un exceso de velocidad leve tiene un impacto muy importante en el riesgo de accidentes (véase el capítulo 2).

En muchos países OCDE/CEMT ha habido, en los últimos años, un cambio positivo en la opinión pública con una conciencia creciente del problema de la velocidad. Sin embargo, también puede observarse un aumento gradual de las velocidades medias en esos mismos países.

Para tener un impacto eficaz en el comportamiento de los conductores, las contramedidas de velocidad deben tomar en cuenta los aspectos psicológicos de la percepción de la velocidad. Este último aspecto resulta especialmente importante al afrontar el problema de las reducciones de velocidad necesarias en las situaciones de transición (por ejemplo al entrar en zonas urbanas).

Para afrontar el problema de la velocidad excesiva en las carreteras, las medidas de gestión de la velocidad deben desarrollarse en gran escala: para todo tipo de vehículos y en todo tipo de vías. Esto exige la implicación de numerosos actores del campo del transporte, especialmente de las autoridades responsables de los sistemas de transporte vial, junto con otros partícipes y la comunidad, en general.

REFERENCIAS

- Aberg, L., L. Larsen, A. Glad y L. Beilinson (1997), "Observed vehicle speed and drivers' perceived speed of others", en *Applied Psychology: An International Review*, 46 (3), 287-302.
- Biecheler, M.B. y J. Peytavin (1997), *Drivers' speeding behaviour and attitudes to law enforcement: a multisite roadside survey in France*. Actas de la Conferencia sobre Seguridad del tráfico en dos continentes, Lisboa, 24-27 de septiembre de 1997.
- Casey S. y A. Lund (1987), "Three field studies of driver speed adaptation" en *Human Factors*, 29-5.
- Dentón G. (1967), *The effect of speed and speed change on drivers' speed judgement*, RRL report LR97.
- Dentón G. (1972), *The art of illusion in road safety*, Redlands Record, 32.
- Comisión Europea (2004), *European Drivers and Road Risk, SARTRE 3 Report*, INRETS, Arcueil, Francia.
- Haglund, M. y L. Aberg (2000), "Speed choice in relation to speed limit and influences from other drivers" en *Transportation Research Part F3*, 39-51.
- Lerner, N., J. Singer y B. Simons-Morton (2005), *The Effects of Teen Passengers on Teen Driver Speeds and Headway*, Actas de la 49^a reunión anual de la Human Factors and Ergonomics Society.
- Matthews M. (1978), "A field study of the effects of driver's adaptation to automobile velocity", en *Human Factors*, 20, 6, 709-716
- National Highway Traffic Safety Administration (NHTSA) (2003), *National Survey of Speeding and Unsafe Driving Attitudes and Behaviors: 2002, Volumen 2: Findings Report*. NHTSA, Washington D.C.
- Nouvier J. (1990), *Vitesses pratiquées sur autoroutes de liaison*, CETE de Lyon.
- Nouvier J. (1987), *Influence de la conduite sur autoroutes sur les vitesses pratiquées*, CETE de Lyon.
- Observatoire National Interministériel de la Sécurité Routière (ONISR) (2005), *Bilan de l'année 2004*, Ministère des Transports, París.
- OCDE (2002), *Road Safety: What's the Vision*. OCDE, París.
- Recarte M. y L. Nunes (2002), "Mental load and loss of control over speed in real driving. Towards a theory of attentional speed control", en *Transportation Research, Part F*, 5, 111-122
- Salvatore S. (1967), "Vehicle speed estimation from visual stimuli" en *Public Roads*, 34, 6, 128-131.
- Schmidt F y J Tiffin (1969), "Distortion of drivers' estimates of automobile speed as a function of speed adaptation", en *Journal of Applied Psychology*, 53, 6, 536-539.

Saad F (1983), *Perception et contrôle de la vitesse en conduite automobile*. Cahier d'étude ONSER N° 59.

Transport Canada and Natural Resources Canada (2005), *Driver Altitudes to Speeding and Speed Management: A Quantitative and Qualitative Study*, Mayo 2005.

Williams, A., S. Kyrychenko y R. Retting (2005), *Characteristics of speeders*, Insurance Institute for Highway Safety, Arlington, Virginia.

PARTE II: ¿CÓMO ABORDAR EL PROBLEMA DEL EXCESO DE VELOCIDAD?

La Parte I del informe explicó por qué la velocidad es un problema. Al tiempo que reconoce que la mayor velocidad de viaje ha generado muchas ventajas, destaca también el impacto de la velocidad no sólo en la seguridad vial, sino también en el medioambiente, la calidad de vida y, hasta cierto punto, en la planificación de la utilización del territorio. También muestra que el exceso de velocidad, esto es, la conducción a velocidad excesiva o inadecuada, es un fenómeno común que afecta a todo tipo de conductores, a toda la red y a todos los países. El resultado es que la velocidad elegida por los conductores basándose en sus percepciones y preferencias individuales, rara vez coincide con la velocidad adecuada (desde el punto de vista de la sociedad como conjunto) tomando en cuenta los impactos en materia de seguridad, ruido y contaminación.

La Parte I, por tanto, reclama la implementación de medidas que influyan en el comportamiento de los conductores y que reduzcan la velocidad de los vehículos y que, al mismo tiempo, reduzcan la variación de las velocidades en la circulación.

La Parte II se centra en cómo afrontar el problema del exceso de velocidad y perfila las respuestas propuestas al problema de la velocidad excesiva.

Ya existen numerosas medidas que han probado su eficacia en algunos países. Sin embargo, en muchos otros, todavía no se han implementado totalmente. Estas medidas incluyen: medidas de infraestructuras; límites de velocidad; señalización vertical y horizontal; tecnologías de vehículos; educación, formación e incentivos; imposición de la ley y nuevas tecnologías. La Parte II describe estas medidas, subraya las mejores prácticas en los países OCDE/CEMT y hace hincapié en la necesidad de combinar estas medidas en una política de gestión de la velocidad para conseguir unos resultados satisfactorios.

Si tuviéramos que desarrollar un sistema de transporte vial totalmente nuevo (lo que sería, para la mayoría de países, un ejercicio puramente teórico) esta sería la secuencia de acontecimientos: construiríamos nuevas carreteras, con funciones claras y bien definidas reflejadas en su diseño. Gracias a su diseño y construcción, las vías guiarían a los conductores para elegir las velocidades adecuadas. Para orientarles aún más, se mostrarían señales con límites de velocidad totalmente creíbles y compatibles con la velocidad adecuada. Se utilizarían límites de velocidad dinámicos siempre que fuera posible, tomando en cuenta las condiciones locales concretas. Para ayudar aún más al conductor, se diseñaría una señalización clara de la vía y se crearían señales claras que ofrecieran al conductor información importante sobre la velocidad a adoptar. Al mismo tiempo, los vehículos se diseñarían de forma que no animaran a los conductores a ir rápido. Para que los conductores tomen conciencia del peligro de las altas velocidades, se desarrollarían campañas informativas, se educaría a la población desde la infancia sobre los peligros de la alta velocidad y durante los cursos formativos se instruiría a los conductores sobre los impactos negativos de la conducción a altas velocidades. A pesar de todo esto, algunos conductores podrían conducir demasiado rápido para las condiciones imperantes (voluntariamente o por descuido). Para evitarlo, se desarrollaría una estrategia de imposición de la ley implementando medidas manuales y automáticas. A largo plazo, y para evitar el exceso de velocidad "por descuido", los coches estarían equipados con tecnologías que advirtiesen a los conductores cuando condujeran demasiado rápido y que incluso asumieran el control de la velocidad del vehículo. Continuarían desarrollándose nuevas tecnologías. Todas estas medidas serían implementadas en armonía, estando todos los partícipes de la cadena bien informados de las acciones del resto. A su vez, la velocidad excesiva e inadecuada sería sólo un hecho excepcional.

¿CÓMO ABORDAR EL PROBLEMA DEL EXCESO DE VELOCIDAD?

Pero volvamos a la realidad, donde las carreteras ya están construidas, los vehículos ya están diseñados y los conductores no siempre están bien informados ni son responsables de los peligros del exceso de velocidad. Aun así, el enfoque debería seguir los mismos principios generales.

La primera idea es, en la medida de lo posible, conseguir que las vías existentes sean "autoexplicativas", esto es, construir y modificar infraestructuras que animen al conductor a elegir la velocidad adecuada. El Capítulo 4 describe las distintas medidas estructurales que pueden implementarse en zonas rurales y urbanas, así como en zonas de transición.

A continuación, el Capítulo 5 presenta la base para los regímenes de límites de velocidad nacionales, y para los límites de velocidad locales. Se presentan las bases para la estimación de las velocidades adecuadas y, con ello, de los límites de velocidad. Se subraya que un límite de velocidad (basado en la protección de la vida humana y en el propósito de evitar heridos graves y que tomara en cuenta la movilidad, las consideraciones medioambientales y la calidad de vida) es sólo un aspecto a la hora de lograr la velocidad adecuada. Las medidas de ingeniería de vías y la información, educación e imposición de la ley deberían acompañar también el uso de los límites de velocidad.

Una vez decididos y establecidos los límites de velocidad, los usuarios deben conocer dichos límites. El Capítulo 6 describe las opciones para informar a los conductores de los límites de velocidad en vigor e identifica también sus medios de comunicación. Incluye señalización vertical tradicional y señalización horizontal de vías. Además, las señales de mensajes variables son una herramienta cada vez más extendida.

El vehículo en sí es, por supuesto, un factor importante en los problemas relacionados con la velocidad. La potencia del motor y el rendimiento del vehículo son factores clave, pero es el diseño global del vehículo y otras tecnologías como el control de crucero, los limitadores de velocidad o los registros de datos lo que pueden tener un impacto determinante en la velocidad. El Capítulo 7 se encarga de analizar esta interacción.

El conductor es, naturalmente, el protagonista en la elección de la velocidad de viaje. Por tanto, los conductores deberían estar bien formados e informados. El Capítulo 8 revisa la experiencia actual en educación desde la infancia, en formación de conductores (incluyendo simulación de conducción) y en campañas informativas.

Si se implementaran todas las medidas arriba mencionadas, puede que las relativas a la imposición de la ley llegaran a ser optativas. Por desgracia, el sistema no es perfecto, y tampoco los conductores. Por tanto, las medidas de imposición de la ley son muy importantes y, de hecho, imprescindibles. El Capítulo 9 se ocupa de describir las prácticas actuales en este terreno.

En el futuro, la tecnología y herramientas telemáticas ofrecerán más opciones para la asistencia a la conducción y el control de velocidad de los vehículos. El desarrollo de tecnologías ISA (Adaptación Inteligente de la Velocidad) lleva muy buen curso y ofrece unas perspectivas muy prometedoras para ayudar a la reducción de la velocidad. Otras nuevas tecnologías, como los EDR (Grabadora de datos de evento) también prometen este tipo de perspectivas. Es el Capítulo 10 el encargado de describir estas nuevas tecnologías.

Por último, la Parte III se ocupa del Marco de Evaluación. Subraya la necesidad de considerar todas las medidas arriba indicadas en un marco de gestión de la velocidad integrado para encontrar sinergias entre ellas y alcanzar los mejores resultados posibles del modo más rentable. Muestra la implicación deseable de los distintos actores y las consecuencias de la gestión de velocidad en los distintos grupos de la sociedad y para la flora y la fauna. También subraya que cada conjunto de medidas debería adaptarse a cada país, y que los países con una buena seguridad vial necesitan un conjunto de medidas distinto que los países con niveles de seguridad vial más bajos.

CAPÍTULO 4.

CATEGORIZACIÓN DE LAS VÍAS E INGENIERÍA VIAL

Este capítulo describe las medidas estructurales que pueden ayudar a la gestión de la velocidad y que, por tanto, constituyen una parte esencial de cualquier política de gestión de la velocidad. El capítulo subraya la necesidad de disponer de clasificaciones funcionales firmes y precisas de la red vial, y la importancia de que todas las vías sean "autoexplicativas", esto es, que la vía y su entorno guíen al conductor a la hora de elegir la velocidad de conducción adecuada. Revisa también las medidas de mejores prácticas para áreas urbanizadas, no urbanizadas y zonas de transición, y un abanico de medidas estructurales técnicas de comprobada eficacia. Por último, el capítulo se centra en algunos problemas clave de implementación a los que hay que hacer frente.

4.1 Introducción

Las medidas en materia de infraestructuras, o de ingeniería vial, pueden contribuir de forma muy eficaz a la gestión de la velocidad en carretera. En general, los resultados muestran la necesidad de un cambio en el aspecto de la vía a través de cambios estructurales, para influir en el comportamiento de los conductores en términos de exceso de velocidad, a corto y largo plazo. La investigación indica que en aquellos lugares en los que se han cambiado los límites de velocidad sin introducir otro tipo de medidas adicionales, el cambio en la velocidad media sólo ha sido de una cuarta parte respecto al cambio en el límite de velocidad (DET, 2000; Parker, 1997; Transpon Canada, 1997).

Los cambios en la infraestructura vial que den lugar a una infraestructura más consistente y que reflejen las necesidades de todos los usuarios son fundamentales. Son, en primer lugar técnicas de gestión de la velocidad a disposición de las administraciones de transporte y, además, pueden aumentar la seguridad de calles y ciudades para peatones y otros usuarios vulnerables al tiempo que garantizan una movilidad más segura para los conductores.

Este capítulo se centra en las medidas estructurales que se extienden desde la estandarización de las clasificaciones de las vías hasta mejoras físicas a través de la construcción y mejora de las infraestructuras. El Capítulo 6 se ocupará de la señalización vertical y horizontal, incluyendo sistemas operativos.

4.2 Historia de la gestión de velocidad mediante infraestructuras

Cambiar la apariencia de la vía para influir en las velocidades utilizando elementos de ingeniería vial es una medida bien asentada en las zonas urbanizadas, pero menos habitual en las zonas no urbanizadas. En la Edad Media, las puertas de las ciudades fortificadas definían la necesidad de cambiar el comportamiento. Esta idea se ha utilizado en el moderno diseño de muchas ciudades y pueblos como una de las medidas de gestión de la velocidad fundamentales para forzar un cambio en el comportamiento de los conductores en las zonas de transición entre vías urbanas y no urbanas, donde es necesario reducir la velocidad y proteger a los usuarios vulnerables.

La pacificación del tráfico, una designación general de los métodos "físicos" utilizados para imponer velocidades más bajas y reducir el volumen del tráfico, también tiene una larga historia. Los primeros esfuerzos en este sentido se llevaron a cabo en Radburn (Estados Unidos) a finales de la década de 1920, rediseñando las calles y plazas urbanas para reducir el volumen del tráfico. En los años 60, este enfoque tuvo un mayor desarrollo en Europa. En Suecia se publicaron unas primeras directrices que promovían el desarrollo de zonas residenciales a las que se accedia a través de un sistema de cinturones (Consejo Nacional Sueco de Planificación Urbana, 1968). Estas ideas se expandieron rápidamente a otros países. Casi de forma simultánea, surgió el concepto "Woonerf" ("calle viva") en Delft, Holanda. Desde entonces, la gestión de la velocidad a través de medidas estructurales en las zonas urbanas ha ganado en popularidad y ha contribuido a salvar vidas en muchas ciudades del mundo.

Desde los años 90, las medidas de pacificación del tráfico y otras técnicas de gestión de la velocidad no sólo se han extendido por las zonas urbanas sino que también han comenzado a implementarse en las vías rurales, por ejemplo, en Dinamarca, Holanda y Gran Bretaña. Hoy en día, la gestión de la velocidad a través de cambios en las infraestructuras es una parte fundamental de las decisiones políticas y operativas relativas a vías y tráfico rodado.

Los cambios estructurales orientados a gestionar la velocidad se han extendido mucho más allá de la pacificación del tráfico en las calles residenciales, y se aplican versiones de esas medidas en todo tipo de vías, incluyendo autovías y vías principales urbanas necesitadas de gestión de velocidad para afrontar con mayor seguridad el aumento de circulación rápida.

4.3 Función y categoría de las vías como base para las vías "autoexplicativas"

Cada vez son más los países que tienen en cuenta la función de las vías como base para la creación de vías estandarizadas y autoexplicativas. El proceso comenzó hace muchos años, cuando unos estudios

pioneros en los años 60 revelaron el protagonismo de la *visión periférica* en la estimación de la velocidad de conducción (Salvatore, 1967 y 1968). Como ya vimos en el Capítulo 3, la velocidad se estima con mayor precisión con visión periférica y se subestima con visión central. Estos estudios mostraron la influencia del alcance del campo de visión en la percepción de la velocidad y explicaron, por ejemplo, por qué los conductores subestiman la velocidad en las vías anchas sin puntos de referencia.

En los años 60 y 70, un grupo de investigación sueco desarrolló una serie de pautas para la planificación urbana respecto a la seguridad vial, conocidas como Directriz SCAFT. Estas directrices recomendaban un entorno de tráfico con un diseño sencillo y fácil de interpretar (Consejo Nacional Sueco de Planificación Urbana, 1968).

En los años ochenta se desarrollaron nuevos conceptos, como *Guía positiva* (Alexander y Lunenfeld, 1986), *Legibilidad de la vía* (Mazet, Dubois y Fleury, 1987) y *Vías autoexplicativas* (Theeuwes y Godthelp, 1995). Todos ellos subrayaban la importancia del diseño vial al ayudar a los conductores a elegir una velocidad adecuada. El enfoque propuesto hace hincapié en la necesidad de estructurar la red vial adoptando principios de diseño homogéneos y consistentes, que ayuden a reducir la variabilidad de diseños en el conjunto vial.

Todos estos conceptos defienden una infraestructura vial que consiga un comportamiento de conducción seguro "por el diseño". Podría lograrse identificando y tomando en cuenta el conocimiento y procesamiento de la información por parte de los conductores, aspectos estos que juegan un papel clave en la identificación e interpretación de las situaciones viales. Desde esta perspectiva, se han desarrollado distintas investigaciones dedicadas a descubrir el contenido y organización del conocimiento de los conductores sobre los distintos tipos de infraestructuras viales (vías urbanas o rurales, intersecciones y curvas, por ejemplo). El supuesto subyacente de esta investigación, que participa de la teoría cognitiva del conocimiento organizado por categorías de la memoria (Rosch, 1978), es que los conductores adquieren nuevos conocimientos sobre el entorno vial a partir de la experiencia, y los organizan en categorías de vías.

Muchos países clasifican sus vías de acuerdo a tres funciones básicas.

Funciones básicas de las vías

Circulación

Las vías con función de circulación permiten un caudal eficaz de tráfico a larga distancia. Las autovías y vías rápidas, y algunas arterias urbanas, cumplen con este tipo de función. Otros medios de transporte y los usuarios vulnerables deben separarse de forma estricta. El número de puntos de acceso y de salida está limitado y hay una distancia mínima significativa entre cruces.

Distribución

Las vías con esta función permiten a los conductores entrar y salir de todo tipo de zonas urbanas o rurales a intervalos a lo largo de la vía. Los cruces son mucho más frecuentes y permiten un intercambio del tráfico al mismo nivel (cambios de dirección, etc.). Este tipo de vías es muy utilizado por distintos medios de transporte público.

Acceso

Las vías con función de acceso permiten acceder a propiedades a lo largo de la vía o carretera. Las intersecciones y enlaces garantizan el intercambio de tráfico. En este tipo de ubicaciones, pueden necesitarse medidas de ingeniería vial para ayudar a imponer las bajas velocidades exigidas.

Categorías de vías

Además de por sus funciones, las vías suelen clasificarse de acuerdo a su localización (zonas urbanizadas/no urbanizadas) y tipos (p. ej. autovías). La tabla 4.1 resume las distintas categorías y funciones de las vías.

Tabla 4.1. Categorías y funciones viales

Entorno	Categoría de vía	Funciones
Zonas no urbanizadas	Autovía (interurbana)	Circulación
	Vías principales (principales vías interurbanas)	Circulación
	Carretera rural principal	Circulación / Distribución
	Carretera rural secundaria	Acceso
Zonas urbanizadas	Autovía (urbana)	Circulación
	Arterias urbanas y vías principales	Circulación / Distribución
	Vías residenciales urbanas	Acceso

El objetivo es que las vías lleguen a ser autoexplicativas de acuerdo a su función. Por tanto, las secciones cruzadas y las intersecciones básicas, así como el modo operativo y un límite de velocidad adecuado, deben determinarse por los tipos de funciones viales descritos arriba. Además, los elementos de alineación vertical y horizontal deben elegirse según la función principal de la vía y, así, según la velocidad deseada para ella.

Velocidad de diseño

En algunos países, se ha extendido el uso de un nuevo enfoque en la velocidad de diseño, manifiesto en las definiciones más recientes de velocidad de diseño. La velocidad de diseño de una vía puede definirse como "la velocidad más alta que puede mantenerse con seguridad y comodidad cuando el tráfico no es denso" (p. ej. ETSC, 1995). Esta definición es muy diferente a la definición previa, donde la velocidad de diseño solía definirse como la velocidad que puede mantener con seguridad el conductor medio, con un vehículo medio con buenas condiciones climatológicas.

En principio, la velocidad de diseño necesaria depende de la función de la vía y, por tanto, del nivel de velocidad deseado. Si la función de la vía requiere altas velocidades, la calidad de vía y la protección de los arcenes deben tener unos estándares adecuados. La alternativa a la mejora en el estándar de la vía es reducir el límite de velocidad y las velocidades reales, de acuerdo con el estándar y riesgo de la vía.

Es evidente que la velocidad de diseño nunca debe ser más baja que el límite de velocidad. Por otro lado, no es muy inteligente tener un límite de velocidad mucho más bajo que la velocidad de diseño de una vía. Podría dañar la credibilidad del límite.

Además, es importante que la velocidad de diseño de las zonas no urbanizadas sea consistente en tramos largos de la vía. Una reducción sustancial de la velocidad de diseño en un determinado punto debe apoyarse con un cambio en las características de diseño de la vía y una señalización adecuada de la vía (véase el capítulo 6).

4.4. Áreas no urbanizadas

Autovías

Las autovías son el entorno vial más seguro para el tráfico rápido y, exceptuando medidas para aliviar la congestión como medición de rampas y límites de velocidad variables, no suelen ser objeto de medidas adicionales de carácter infraestructural con fines de gestión de la velocidad. La única excepción se da durante los trabajos en la calzada, que exigen reducir la velocidad para proteger a los trabajadores y

a los ocupantes de los vehículos. Las velocidades de estas zonas en obras suelen gestionarse estrechando los carriles y con zonas de reducción de velocidad (chicanes) reforzadas con cámaras en aquellos países donde está permitido su uso.

Vías rurales

Las vías rurales llevan consigo el mayor riesgo de muerte y heridos. En la mayoría de países industrializados, el 60% de todas las muertes por accidentes suelen darse en este tipo de vías. Recientemente han recibido una gran atención política y operativa. Por ejemplo, las inspecciones de seguridad de la red rural y los cambios en el límite de velocidad para reflejar velocidades más adecuadas y seguras comenzaron hace unos años en varios países (por ejemplo Gran Bretaña, Holanda y Noruega).

Uno de los principales problemas de la red rural en muchos países lo representan las salidas de la calzada y la colisión con objetos del arcén, siempre en accidentes en los que se ve implicado un solo vehículo. Resulta caro y poco práctico aplicar medidas de gestión de la velocidad a nivel de infraestructuras a toda la red para evitar este tipo de accidentes. Sin embargo, pueden hacerse mejoras locales en las vías rurales retirando obstáculos de los arcenes, tales como árboles, utilizando postes de señalización y aumentando la seguridad y fiabilidad de la vía en las ubicaciones más peligrosas. Una solución altamente eficaz para las vías rurales (que exige una planificación a largo plazo) sería separar el tráfico que discurre en direcciones contrarias, utilizando, por ejemplo, medianas. Algunos países como Suecia están actualizando de forma progresiva sus vías rurales más peligrosas a este estándar. Sin embargo, es evidente que los recursos limitados de la mayoría de los países impiden extender esta medida a gran escala. En tales circunstancias deberían plantearse otras alternativas. Allí donde sea factible y rentable, debería plantearse el control de secciones. Asimismo, se espera que el uso de nuevas tecnologías, como la Adaptación Inteligente de la Velocidad, abra nuevas perspectivas para la gestión de la velocidad en las vías rurales (véase el capítulo 10).

Las diferencias de masa y velocidad de los vehículos pueden crear tramos de alto riesgo, especialmente allí donde los vehículos ligeros adelantan a los más lentos y pesados. Para resolver este tipo de problemas, las políticas de transporte de varios países necesitarían de carriles independientes para los vehículos lentos, pesados y agrícolas. En algunos países (por ejemplo Holanda y Austria) los carriles independientes (e incluso vías independientes) de las zonas rurales están dedicados a vehículos agrícolas como tractores (los peatones, ciclistas o jinetes también pueden utilizar estos carriles). En la práctica es difícil lograr este tipo de medidas a corto plazo. Las denominadas vías "de servicio" son caras de construir, especialmente en terreno montañoso e irregular, y no suele disponerse de espacio libre suficiente.

Los ciclistas son especialmente vulnerables en las vías rurales, y algunos países han introducido también carriles especiales para mejorar su seguridad. Los carriles para bicicletas (frente a las rutas especiales) no están separados físicamente del carril normal, tan sólo lo están visualmente por marcas longitudinales (líneas continuas o discontinuas, a veces de un color distinto). En Holanda, por ejemplo, suelen utilizarse en las vías urbanas de 50 km/h y en las vías rurales de 60 km/h. Los carriles están separados por una línea discontinua y no tienen el estado legal de una ruta ciclista. Un estudio comparativo "antes y después" en vías de 60 y 80 km/h de este tipo con carriles para bicicletas no obligatorios mostró un ligero descenso (unos cuantos km/h) en la velocidad media (Kooi, Dijkstra, 2003).

Pendientes en las vías rurales y autovías

En las vías rurales y en las autopistas hay que prestar especial atención a los descensos o subidas largas. En muchos países, al acercarse a una pendiente, un cartel indica el grado de inclinación y recomienda al conductor adoptar una marcha más baja. En este tipo de pendientes, los principales problemas resultan de las diferencias de velocidad entre vehículos ligeros y pesados. Algunos países montañosos también ofrecen pistas de frenado para el caso de fallo en los frenos de los camiones pesados.

En el caso de las pendientes en vías rurales de un sólo carril, puede plantearse el uso de carriles de adelantamiento. Estos carriles deben estar bien diseñados para evitar colisiones en las zonas de transición, donde termina dicho carril. También se utilizan carriles reservados para vehículos lentos.

4.5. Zonas de transición

Al entrar en una zona de velocidad más lenta, especialmente después de un tiempo conduciendo a altas velocidades, los conductores suelen subestimar su velocidad y no reducen adecuadamente la velocidad para cumplir con el límite de velocidad. Para estos casos, existen medidas infraestructurales que indican la transición entre entornos, ayudando así a ajustar mejor la velocidad.

Especialmente importante es la entrada a una población desde una vía transversal principal. El ETSC (1995) describe dos principios para tales zonas de transición. El primer principio es que son necesarias medidas complementarias a lo largo de la ruta transversal dentro del área urbana. El segundo principio es que las medidas de la zona de transición deberían conseguir un efecto acumulativo, terminando en la entrada de la población. Lo último puede lograrse, como explica el informe del ETSC, combinando estrechamiento de calzada e introduciendo árboles y otros elementos verticales, culminando todo ello en la entrada. Este es un ejemplo de medida física que descansa en la percepción del conductor de la velocidad adecuada: las velocidades elegidas son más bajas allí donde la altura de los elementos verticales es mayor que la anchura de la vía. Sin embargo, hay que elegir con cuidado los elementos verticales, para que no se conviertan en obstáculos del arcén con un efecto negativo en la seguridad vial.

4.6. Áreas urbanizadas

Ya pueden encontrarse en muchos países medidas de gestión de la velocidad en las áreas urbanizadas. Estas medidas generalmente se han implementado en respuesta a conflictos entre las necesidades de distintos grupos de usuarios viales traducidas en un aumento en el número de accidentes. Este fue el caso, por ejemplo, de populares áreas comerciales de zonas urbanas convertidas en lugares de alto riesgo de accidentes, especialmente para los peatones. El aumento de tales riesgos ha inspirado a muchos diseñadores y encargados de la toma de decisiones para rediseñar calles y espacios urbanos para reducir el espacio dedicado al tráfico y gestionar así la velocidad de ese tráfico en una escala mucho más cercana a los deseos y necesidades de peatones, ciclistas y otros usuarios vulnerables. Además, suelen adoptarse medidas para desviar zonas problemáticas creando, por ejemplo, nuevas rutas en torno a la ciudad, o redirigiendo el tráfico para evitar zonas de peatones.

Las velocidades bajas son esenciales para la seguridad vial (percibida o real) en las zonas especialmente delicadas. Algunos ejemplos serían: zonas residenciales, zonas cercanas a escuelas o residencias de ancianos, pasos de peatones y/o cruces. En tales ubicaciones, las medidas físicas como badenes, bandas, estrechamientos de calzadas y rotundas pueden ayudar a que los vehículos mantengan velocidades seguras.

Si se aplican de forma consistente, esas medidas de tipo estructural también pueden ayudar a los conductores a reconocer la situación del tráfico y cumplir con el límite de velocidad correspondiente. Sin embargo, la gestión de la velocidad que implique cambios en la ingeniería vial siempre tiene que ir acompañada por medidas educativas, de información y de imposición de la ley, para concienciar a los usuarios de la velocidad y del problema del exceso de velocidad, del "por qué" y del "cómo" de las contramedidas. También deberían recibir incentivos por su cumplimiento.

Zonas residenciales, zonas de 30 km/h y otras zonas de velocidad reducida

Como se dijo antes, el nombre "Woonerf" apareció por primera vez en Delft, Holanda, a finales de los años 60 por iniciativa de los ciudadanos de dicha localidad. El nombre pronto se hizo muy popular en otros países europeos. Muchas asociaciones ciudadanas y gobiernos locales adoptaron las mismas medidas en su entorno. El concepto "Woonerf" es muy eficaz para condiciones concretas de una zona

pequeña (una calle o unos bloques). La necesidad de reducir la velocidad en zonas más amplias condujo a la definición del enfoque "Zona 30" (véase la figura 4.1) o, su equivalente, zonas de 20 mph.

Figura 4.1. Diseño típico de una zona de 30 km/h

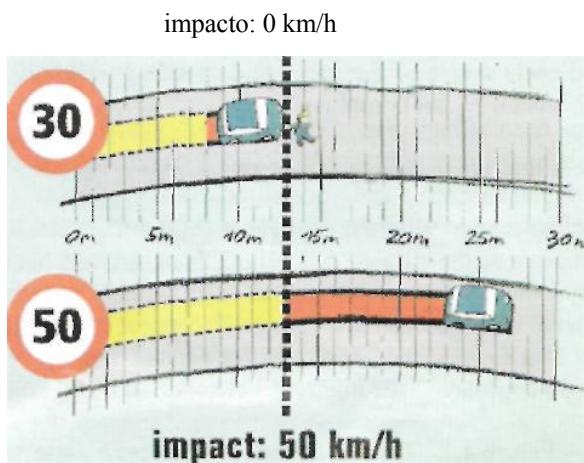


Fuente: CERTU.

Las primeras zonas de 30 km/h se desarrollaron en los años 80. Este enfoque influyó sobre la seguridad vial de un modo muy parecido al "Woonerf", pero con menos necesidad de inversión en infraestructuras. Estas zonas daban acceso a vehículos motorizados a una zona, pero sólo se permitían y fomentaban velocidades bajas, impuestas por distintas combinaciones de medidas de ingeniería. La implementación de estas medidas es un aspecto clave. Los intentos de lograr los mismos resultados utilizando exclusivamente señales no tuvieron ningún éxito. Las zonas de 30 km/h siguen aumentando constantemente su popularidad. Hay muchas ciudades en las que las zonas de 30 km/h suponen ya una parte fundamental de toda la red vial urbana. Graz, en Austria, fue la primera ciudad en introducir estas zonas como el límite de velocidad general de toda la zona urbana, con límites más altos en determinadas arterias convenientemente señalizadas. Otras grandes ciudades han intentado implementar este enfoque pero han encontrado problemas para aplicarlo a grandes calles con un gran volumen de tráfico.

Desde el punto de vista de la seguridad, las zonas de 30 km/h han demostrado ser muy eficaces para reducir los niveles de accidentes en las zonas urbanas. Según Webster y Mackie (1996), las zonas de 20 mph conseguían una reducción de en torno al 60% de los accidentes con heridos y del 70% en los accidentes mortales. Por supuesto, estos buenos resultados suponen el respeto de los límites de velocidad (lo que implica su imposición estricta).

Figura 4.2. Distancia de frenado en zonas urbanas e impacto



Fuente: Ministerio Francés de Transporte.

Una de las razones de la mejora en los resultados es que la significativa reducción de las distancias de frenado. La figura 4.2 muestra las distancias de frenado a velocidades de 30 y 50 km/h. Es muy recomendable fomentar la aparición de zonas de 30 km/h allí donde pueden darse conflictos con peatones y otros usuarios vulnerables de las zonas urbanas.

Con el desarrollo de las políticas y medidas de pacificación del tráfico y de gestión del tráfico en las ciudades se ha desarrollado un nuevo enfoque que implica las denominadas zonas "de encuentro" o "Step-tempo", donde toda la zona de calles está compartida por todo tipo de usuarios, sin regulación de prioridades y con una velocidad máxima muy baja (unos 20 km/h). Se han llevado a cabo experimentos muy positivos en distintos centros urbanos y zonas residenciales.

4.7. Medidas de ingeniería

Puertas

Las construcciones similares a las puertas medievales ayudan a indicar el cambio de un entorno de tráfico a otro. Durante siglos, las puertas definían el límite entre campo y ciudad. Hoy en día, la frontera entre la ciudad (población) y el campo es menos clara y es una de las razones por las que muchos conductores ignoran los límites de velocidad locales. Las puertas actuales tienen que indicar el comienzo de una zona en la que se necesita un nuevo comportamiento de conducción, especialmente una nueva velocidad. La figura 4.3 muestra una de estas puertas en Alemania. Las puertas pueden utilizarse en muchas vías distintas, sobre todo en el límite de una ciudad, pero también se encuentran dentro de la ciudad, dividiendo distintas zonas urbanas, normalmente el centro urbano. Las puertas pueden ser estructuras edificadas, como en la antigüedad, pero también pueden estar construidas con distintas formas vegetales, iluminación, etc.

Figura 4.3. Efecto "puerta" en una ciudad alemana



Fuente: CDV.

Las puertas mejoran la comprensión de los conductores de la necesidad de un cambio en su conducción, por ejemplo, a lo largo de las secciones de vía mostradas arriba. Las puertas deberían indicar el comienzo de distintos diseños de vía en el mismo tramo. Si hay una vía ciclista que atraviesa la ciudad, también debería comenzar en la puerta. El cambio de dos carriles a un solo carril, o el estrechamiento de la vía también deberían comenzar, preferiblemente, en la puerta.

La reducción de la velocidad en estas puertas depende de su diseño y de los cambios en el diseño vial entre secciones, así como del entorno. El efecto de reducción de la velocidad es mayor si el alineamiento hace necesaria una maniobra de dirección clara y si se utilizan elementos visuales combinados con otras medidas de planificación del tráfico como un cambio en el perfil o en la superficie de la vía, etc.

Isletas y refugios

Las isletas centrales suelen utilizarse a la entrada de las zonas urbanas, especialmente en aquellas vías que atraviesan pequeñas ciudades y pueblos. Las diferencias de función y forma son evidentes entre las isletas centrales con un solo lado, dedicadas a reducir la velocidad de entrada exclusivamente, y las isletas de dos lados, pensadas para evitar que los vehículos aumenten de velocidad al salir del área urbana o dentro de ella. La investigación desarrollada por el Centro de Investigación del Transporte en la República Checa mostró una clara preferencia por las isletas de dos lados o la necesidad de otras medidas de pacificación del tráfico en el carril de dirección contraria (Heinrich *et al.*, 2004). En parte, esto se debía al gran número de conductores que utilizaban el carril opuesto, no interrumpido, para evitar reducir su velocidad a un lado de la isleta.

Figura 4.4. Refugio de Napajedla (República Checa)



Fuente: Doprava, 21.

Las isletas centrales separan el tráfico en dos sentidos, e impiden los adelantamientos y cambios de sentido. Sin embargo, su uso más favorable es evitar cualquier "efecto valla" de las vías para los usuarios vulnerables. Permiten a los peatones cruzar la vía en dos fases, quedando expuestos a la circulación en un solo sentido cada vez.

Los refugios laterales pueden formar una extensión de la acera. También acortan la distancia entre las aceras a ambos lados de la calle y reducen el tiempo que necesitan los peatones para cruzar la calzada (véase la figura 4.4).

Estrechamiento de calzadas

Estrechar la anchura de una vía de dos carriles es otro cambio en las infraestructuras que puede reducir la velocidad del tráfico. Puede hacerse desde el centro de la vía o desde los lados y también con la introducción de isletas centrales o medianas. Otras vías podrían rediseñarse, incluyendo estrechamientos

de los carriles originales o estableciendo refugios laterales. Su influencia en la velocidad sólo es moderada, pero también permiten crear un espacio urbano nuevo y más atractivo dividiendo el antiguo perfil de la calle o calzada.

Figura 4.5. Estrechamiento de una calzada en Loughborough (Reino Unido)



Fuente: CDV.

Estrechar las calzadas es una de las medidas estructurales más utilizadas con fines de gestión de la velocidad.

Si el estrechamiento se consigue reconstruyendo la vía, el alcance dependerá del perfil inicial de la vía y de los estándares técnicos utilizados en el momento de diseñar y (re)construir la vía.

Muchas vías de los años 60 y 70 fueron diseñadas para dar prioridad a la circulación rodada y a la prioridad de los vehículos motorizados. Estas y otras vías más recientes pero con características similares se prestan a la reconstrucción y estrechamiento, y suelen tratarse así para fines de gestión de la velocidad.

Rotondas y glorietas

La reducción de la velocidad también es especialmente adecuada en intersecciones "al mismo nivel" en vías urbanas y rurales. La aplicación de rotondas es una medida de reducción de la velocidad muy eficaz para este tipo de ubicaciones. Además, como los vehículos viajan prácticamente en la misma dirección en una rotonda, el ángulo de impacto no supera los 90 grados, reduciendo las consecuencias en caso de colisión. Basándose en un meta-análisis, Elvik y Vaa (2004) presentan una reducción de los accidentes con heridos de entre un 10 y un 40%, en función del número de ramales y de la forma anterior del control del tráfico. La mayor reducción se encontró en los cruces de cuatro ramales que antes utilizaban señales. Hubo una mayor reducción de accidentes mortales y graves que en accidentes leves. El efecto para los accidentes de peatones es parecido al de los demás tipos de accidente. Los efectos para ciclistas son menores (entre el 10 y el 20%). El meta-análisis mostró un aumento en el número de accidentes con daños exclusivamente materiales en las rotundas.

Figura 4.6. Rotonda de Chrudim (República Checa)



Fuente: CDV.

Las rotondas con un diámetro externo de entre 30 y 50 metros, con un carril en el círculo y en las entradas y salidas, son una medida muy prometedora para aumentar la seguridad vial, tanto en términos de eficacia en la seguridad vial como en el cambio deseado de la velocidad. En las últimas décadas, este tipo de rotonda se ha hecho más habitual en los cruces rurales.

Las glorietas (rotondas con un diámetro de entre 24 y 30 metros) se han hecho muy populares en algunos países para aquellos cruces en los que no se pueden construir rotondas mayores, normalmente en las vías de acceso urbano. El efecto deseado en la velocidad de los vehículos depende de la precisión del diseño y en la construcción de los distintos parámetros de la glorieta, así como de la cantidad de tráfico y del espacio disponible.

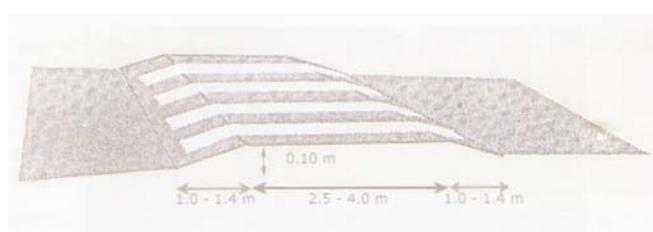
Las "minirrotundas" (con un diámetro inferior a los 24 metros) no tienen tanto uso como las glorietas. No hay bastantes datos sobre su influencia en la velocidad, pero parecen ser un tipo adecuado de tratamiento de las intersecciones en zonas residenciales.

Badenes

Los badenes son la forma más extendida de pacificación el tráfico, especialmente en aquellos países donde este tipo de medidas se extendió muy rápidamente, por ejemplo Gran Bretaña y Holanda. Sin embargo, no cuentan con tanto favor en países donde las medidas de pacificación del tráfico se implementaron más tarde, como Austria o la República Checa. Hay distintos tipos de badén en función de su diseño, desde las versiones termoplásticas hasta los cruces elevados.

La eficacia en términos de velocidad está más que probada. Sin embargo, debería señalarse que los badenes generan altos niveles de ruido, una molestia evidente para la población cercana. El efecto en términos de reducción de la velocidad (normalmente observable 50 metros antes y después de los badenes) depende en gran parte de la altura y pendiente de los badenes.

Figura 4.7. Badén en un paso de peatones¹⁵



Fuente: CERTU.

¹⁵ Las dimensiones de la figura son las recomendadas en Francia, pero pueden variar de un país a otro.

Frente a los badenes "sencillos", los pasos de peatones elevados y los cruces elevados son cada vez más populares, especialmente combinados con una zona con medidas de pacificación del tráfico o de 30 km/h (véanse las figuras 4.7 y 4.8). En los últimos años pueden verse secciones de calzada totalmente elevadas, como parte del nuevo diseño de espacio urbano (con o sin separación física de los distintos modos de tráfico).

Figura 4.8. **Cruce elevado en Grenoble (Francia)**



Fuente: CERTU.

Bandas

Otra solución alternativa para reducir la velocidad es utilizar bandas, que no afectan a autobuses (en especial a los autobuses de transporte público) ni a camiones (véase la figura 4.9) puesto que la distancia entre las ruedas traseras y delanteras de estos vehículos es mayor que el ancho de la banda.

Figure 4. 9. **Banda**



Fuente: CERTU

Medidas temporales

Por distintas razones, incluyendo los límites presupuestarios, la implementación de un diseño vial mejorado puede llevar tiempo. Por tanto, en ocasiones conviene implementar medidas temporales. Puede hacerse con bolardos y con marcas en la calzada (véase la figura 4.10).

Figura 4.10. Diseño temporal en Belfort (Francia)



Fuente: CETE, Lyon.

4.8. El futuro de las medidas de infraestructura

La gestión de la velocidad a través de cambios en las infraestructuras ha ayudado a salvar muchas vidas. Con el conocimiento acumulado sobre mejores prácticas y con las lecciones aprendidas de errores, la pacificación del tráfico seguirá siendo una medida de gestión de la velocidad muy importante en las zonas urbanas. Al mismo tiempo, será importante desarrollar límites de velocidad dinámicos en todo tipo de vías, con diferentes tráficos y distintas condiciones climatológicas.

4.9. Problemas de implementación

Hay distintos problemas de implementación asociados a las medidas en infraestructuras. Uno de ellos es, normalmente, la financiación.

A medida que aumenta el número de partes interesadas en los cambios en infraestructuras que puedan ayudar a gestionar la velocidad, más fácil es garantizar la financiación. Los expertos en seguridad vial cuentan ya con un buen conocimiento de las mejores prácticas sobre este tema. Una falta general de financiación a cualquier nivel no significa que no se deba emprender ningún tipo de acción.

La difusión de información a los distintos niveles de encargados de la toma de decisiones y entre grupos de partes interesadas (incluyendo planificadores y diseñadores, empresas de construcción, funcionarios y policía de carreteras) es un paso crucial. La mejor práctica puede identificarse como parte un "catálogo de ideas" (Herrsted *et al.*, 1993), pero también deberían incluirse medidas con resultados menos eficaces para incluir todas las opciones. Todos los profesionales del campo de la ingeniería vial deben estar bien instruidos y mantener actualizado su conocimiento de las mejoras estructurales con fines de gestión de la velocidad. Cualquier medida puede tener efectos imprevistos y la implementación necesita de estudios adecuados sobre las necesidades reales.

Con la formación adecuada y un mayor conocimiento de las mejores prácticas conseguidas a través de estos canales será más fácil garantizar apoyo para la implementación de las mejoras y cambios estructurales rentables. Por supuesto, las perspectivas mejorarán con la ayuda de otros ministerios y partes de distintos sectores (salud, asuntos sociales, medio ambiente, desarrollo regional o espacial, etc.).

4.10. Consideraciones en materia de política

El objetivo debería ser dar forma a vías seguras y "autoexplicativas", en las que los conductores son capaces de reconocer el tipo de vía y son orientados para adaptar su velocidad a las condiciones locales.

Para lograr estos resultados, todas las vías deberían tener una función clara: acceso, distribución o circulación. Para cada una de estas funciones hay una velocidad adecuada, que el propio diseño de las infraestructuras debería sugerir.

Las mejoras infraestructurales suelen ser más rentables y más fáciles de implementar en áreas urbanizadas, donde pueden lograrse ventajas inmediatas en materia de seguridad. En las zonas habitadas, cercanas a escuelas, con pasos de peatones, etc., deberían emplearse medidas como badenes y estrechamientos de la calzada allí donde es necesaria una reducción de la velocidad.

En las carreteras rurales, es más difícil llevar a cabo cambios estructurales debido a la extensión de la red y a los gastos implícitos. Pueden hacerse mejoras eliminando obstáculos de la calzada haciendo así que las vías sean más seguras y fiables. Aunque la solución ideal sería dividir el tráfico en las carreteras rurales (usando medianas, por ejemplo), la limitación de recursos suele impedir hacerlo de forma amplia y consistente pero esta medida podría ser considerada en localizaciones de alto riesgo. También deberían plantearse soluciones alternativas para lograr una reducción de la velocidad, como el uso de nuevas tecnologías (p. ej. ISA).

Si la infraestructura no puede actualizarse, a costes razonables, de acuerdo al estándar exigido por el límite de velocidad existente, la acción adecuada es *reducir el límite de velocidad*.

REFERENCIAS

- Alexander, G.J. y H. Lunenfeld, (1986), *Driver expectancy in highway design and traffic operations*. Report N° FHWA-TO-86-1, US Department of transportation, Federal Highway Administration, Office of Traffic Operations, Washington, D.C. 20590, p. 39.
- Department of the Environment, Transport and the Regions (DETR) (2000), *New Directions in Speed Management - A Review of the Policy*, DETR, Londres.
- Elvik, R. y T. Vaa (2004), *The Handbook of Road Safety Measures*, Elsevier.
- ETSC (1995), *Reducing traffic injuries resulting from excess and inappropriate speeds*, European Transport Safety Council, Bruselas.
- Heinrich J., E. Simonova y Z. Hruba (2004), *New approach to better design of selected road safety measures*, 1st European Road Congress, Lisboa.
- Herrstedt, L., K. Kjemtrup, P. Borges y P. Andersen (1993), *An improved traffic environment - a catalogue of ideas*, Danish Road Directorate, Ministry of Transport, Herlev (Dinamarca).
- Kooi, R.M. van der y A. Dijkstra (2003), *Entele gedragseffecten van suggestiestroken op smalle rural wegen* (Some behavioural effects of non-compulsory bicycle lanes on narrow rural roads), Report R-2003-17, SWOV Institute for Road Safety Research, Leidschendam (The Netherlands) [en holandés con resumen en inglés].
- Mazet, C, D. Dubois y D. Fleury (1987), «*Catégorisation et interprétation de scènes visuelles: le cas de l'environnement urbain et routier*», en *Psychologie Française*, número especial sobre el medioambiente, 85-96.
- Parker, M. (1997), *Effects of raising and lowering speed limits on selected roadway sections*. Publication N° FHWA-RD-92-084, Federal Highway Administration, enero de 1997.
- Rosch, E. (1978), "Human categorization", en *Advances in cross cultural psychology*, vol. 1., N. Warren (Ed), Londres, Academic Press.
- Salvatore S. (1967), "Vehicle speed estimation from visual stimuli" en *Public Roads*, 34, 6, 128-131.
- Swedish National Board of Urban Planning (1968), *The Scaft Guidelines 1968: Principles for Urban Planning with Respect to Road Safety*. Stockholmo.
- Theeuwes, J. y H. Godthelp, (1995), "Self explaining roads: how people categorize roads outside the built-up area", en *Road Safety in Europe and Strategic Highway Research Program*, 26-28 de septiembre, Lille, Francia.
- Transport Canada (1997), *Safety, Speed and Speed Management: a Canadian Review*, Final report, Transport Canada, marzo 1997.
- Webster, D. y A. Mackie (1996), *Review of Traffic Calming Schemes in 20 mph Zones*, Transport Research Laboratory Report 215, Crowthorne, Reino Unido, 1996

CAPÍTULO 5.

FIJAR LOS LÍMITES DE VELOCIDAD

Este capítulo resume la base para la estimación de unos límites de velocidad adecuados. Revisa los regímenes nacionales de límites de velocidad, incluyendo los principios subyacentes para la definición de límites locales y generales, e identifica los límites de velocidad en vigor en los países OCDE/CEMT. El capítulo también identifica enfoques innovadores para la implementación de límites de velocidad (p. ej. límites variables y dinámicos) y bosqueja consideraciones políticas para la definición de límites de velocidad.

5.1. Introducción

Una vez determinada la velocidad adecuada para una vía o sección de vía (tomando en cuenta los requisitos de seguridad vial, consideraciones medioambientales y de movilidad, y calidad de vida para las personas que viven junto a dicha vía) hay que dar los pasos necesarios para que los conductores adopten una velocidad adecuada. Una de las medidas clave para lograrlo es la implementación de límites de velocidad. Aunque los límites de velocidad adecuados son tan sólo un elemento más, en un futuro inmediato seguirán constituyendo la base de las estrategias y políticas de gestión de la velocidad.

Los límites de velocidad son una fuente de información clave para los usuarios de la vía. Si se definen correctamente ayudan a los conductores a estimar una velocidad segura y actúan como indicadores de la naturaleza de la vía y del nivel de riesgo asociado, tanto para los conductores como para los usuarios vulnerables. Los límites de velocidad son, por tanto, una parte importante del conjunto de herramientas para lograr velocidades de conducción adecuadas y grandes ventajas en términos de seguridad vial.

Lo más habitual es que los límites de velocidad especifiquen la velocidad máxima de viaje permitida para los vehículos ligeros en una vía en condiciones ideales. Los límites no pretenden, sin embargo, que los conductores los consideren como definitorios de una velocidad ideal ni como adecuados para todas las condiciones. Se debería alentar a los conductores a adoptar velocidades más bajas cuando las condiciones imperantes lo exijan. Además, los límites de velocidad locales no deberían fijarse de forma aislada, sino acompañados de otros métodos de gestión de la velocidad tales como medidas de ingeniería, educativas, formativas, divulgativas y de imposición de las leyes.

Los límites de velocidad son los medios que permiten imponer sanciones legales a quienes conducen a una velocidad mayor que la adecuada para una vía. A ser posible, el entorno vial y el límite de velocidad deberían ser coherentes y consistentes, maximizando así el número de vehículos que cumplen con los límites establecidos (consulte aquí las secciones dedicadas a las vías “autoexplicativas” en el capítulo 4).

5.2. Cómo definir la velocidad adecuada

La red vial está integrada por tipos de vías variados, desde autovías para viajes interurbanos de larga distancia, hasta arterias urbanas o pequeñas carreteras locales de zonas residenciales y centros urbanos. Las políticas de gestión de la velocidad deben basarse en una evaluación de las velocidades adecuadas en las distintas partes de la red vial.

La velocidad adecuada para una sección de la vía se define teniendo en cuenta consideraciones en materia de seguridad, movilidad y medioambientales, y el impacto de la velocidad adecuada en la calidad de vida para la gente que vive junto a la vía. La velocidad adecuada varía de un tipo de vía a otro y reconoce el distinto peso que deberían tener los elementos de las distintas partes de la red vial.

Desde la perspectiva de la seguridad, el umbral de la resistencia física del cuerpo humano a la energía liberada durante un accidente (relacionada con la velocidad de impacto) es un factor clave en la estimación de la velocidad adecuada. Por ejemplo, de acuerdo a la Organización Mundial de la Salud (OMS, 2004), los peatones incurren en un riesgo de morir atropellados a una velocidad de impacto de 50 km/h, mientras que el riesgo se reduce a un 10% con una velocidad de 30 km/h. Este factor de impacto humano sugiere que en las zonas urbanas con una alta concentración de peatones, la velocidad adecuada debería estar por debajo de los 30 km/h.

El proceso de definición del límite de velocidad debería tomar en cuenta elementos como el trazado de la vía y la calidad de la superficie, así como el número y ubicación de la población cercana y la

presencia de peatones y otros usuarios vulnerables. Los límites de velocidad adecuados también deberían tomar en consideración los niveles de ruido generados por la circulación.

No hay una fórmula mágica para definir la velocidad adecuada para una determinada sección de la vía, pues hay que considerar numerosos factores. La tabla 5.1 presenta un resumen de esas consideraciones para los distintos tipos de vía.

5.3. Regímenes nacionales de límites de velocidad

Un límite de velocidad nacional (o estatal) constará, normalmente, de un número limitado de límites generales y distintos límites locales. Si se establecen de acuerdo a las definidas como velocidades adecuadas, los límites de velocidad reflejarán los requisitos en materia de seguridad, consideraciones de movilidad y, cada vez más, consideraciones medioambientales. El marco general de límites de velocidad (que incluye los límites generales para los distintos tipos de vía) suele estar definido por los gobiernos nacionales dentro del marco legislativo general, mientras que suelen ser los gobiernos locales los encargados de definir las excepciones a esos límites generales (esto es, los límites de velocidad locales).

Los límites de velocidad generales no se corresponden con la velocidad adecuada para todas las vías debido al constante cambio del entorno vial (por ejemplo, curvas). Por esta razón son necesarios los límites locales. En la mayoría de los países, las autoridades viales regionales y locales son las responsables de definir los límites de velocidad en sus vías para cumplir con las necesidades y factores locales. En ocasiones permiten límites de velocidad variables, donde el límite varía de acuerdo a la hora del día (diurno, nocturno) o a la estación del año (invierno, verano). Otro paso es introducir límites de velocidad dinámicos que tengan en cuenta la circulación real y/o las condiciones climatológicas de la vía (véase también la sección 5.8).

Aunque la mayoría de los límites de velocidad se refieren a las velocidades máximas, también existen límites de velocidad mínima (sobre todo en autovías) para reducir la variabilidad de velocidades (véase también la sección 5.10). Algunos países utilizan también velocidades "aconsejadas" o "recomendadas", por ejemplo para advertir de curvas peligrosas. Sin embargo, estos límites son, por naturaleza, difíciles de imponer.

Aun en el caso de las vías autoexplicativas (véase el capítulo 4), habrá ocasiones en las que será adecuado tener un límite de velocidad más bajo en un determinado tramo debido a su historial de accidentes. En estos casos, el riesgo podría enfatizarse a través de señales de advertencia.

Tabla 5.1. Gestión de velocidad: Cómo definir la velocidad adecuada para los distintos tipos de vía

Rango de velocidad adecuado para cumplir con los objetivos definidos

Categoría y función de la vía	Seguridad	Entorno	Economía y movilidad	Calidad de la vida residencial
Autovías y vías interurbanas Red de alta calidad diseñada para un alto tráfico de larga distancia de personas, bienes y servicios	90 a 130 km/h¹⁶ La velocidad adecuada para el transporte a malas condiciones climatológicas	70 - 90 km/h La velocidad más alta puede aumentar la emisión de gases contaminantes y ruido. Pueden necesitarse velocidades más bajas donde es	Extremo superior del rango de velocidades Es de gran importancia para desplazamientos comerciales y privados	Extremo infoerior del rango de velocidades Poco desarrollo urbano colindante pero, si lo hay, la velocidad debería reflejar este hecho para mejorar las condiciones de ruido y la calidad del aire.
Arterias urbanas y vías principales Red urbana de alta calidad diseñada para el tráfico de paso.	50-60-70 km/h Reducida a 30 km/h allí donde hay muchos usuarios vulnerables.	30 - 60 km/h Dentro del rango óptimo de emisión de gases contaminantes.	Extremo superior del rango de velocidades Tráfico local y de paso. Suele haber desarrollo urbano comercial y residencial. Debe lograrse un equilibrio entre seguridad y movilidad.	Extremo infoerior del rango de velocidades Importante si el uso del terreno colindante es residencial. La velocidad debe gestionarse para garantizar la calidad del aire, niveles de ruido y gravedad del impacto.
Vías urbanas Red diseñada para zonas residenciales y para el acceso. Exclusivamente tráfico local.	30 km/h Pacificación del tráfico donde sea necesario para obtener velocidades más bajas.	¿?¹⁷ Por debajo del rango óptimo de emisiones contaminantes, los elementos de pacificación del	Segundo puesto para la seguridad y calidad de vida.	Muy importante en todas las vías residenciales.
Vías rurales principales (no principales interurbanas) Diseñadas para tráfico de paso local.	70 a 90 km/h Depende de la calidad ¹⁸ . Reducir para curvas y cruces.	60 a 90 km/h Velocidades más bajas dentro del rango óptimo de emisiones contaminantes, pero velocidades más altas aumentan las	Importante	
Vías rurales secundarias Diseñadas para el tráfico de acceso local con presencia de usuarios vulnerables.	40 a 60 km/h Depende de la calidad y presencia de usuarios vulnerables.		Dentro del rango de velocidades óptimas.	Segundo puesto para la calidad de vida.

¹⁶ Algunas jurisdicciones tienen límites de velocidad más elevados en parte de esta red.

¹⁷ No hay bastante información derivada de investigaciones para decidir sobre este punto.

¹⁸ Cuantas más curvas y cruces tenga una vía, menor será la velocidad.

Cuadro 5.1. Experiencia noruega para evaluar las velocidades adecuadas

En 2000, Noruega intentó evaluar las velocidades adecuadas en distintos tipos de vías dentro de zonas urbanizadas para ayudar a la Administración de Vías Públicas a definir una nueva política de establecimiento de los límites de velocidad en las zonas urbanas. Las velocidades adecuadas para los distintos tipos de vía se estimaron a partir de los siguientes factores de "coste":

- Costes de tiempo para todos los usuarios de la vía
- Costes operativos para los vehículos
- Costes en términos de accidentes
- Costes relacionados con la sensación de peligro
- Costes relacionados con el ruido derivado del tráfico motorizado
- Costes relacionados con la contaminación global y local

A partir de estos elementos se definieron estas velocidades adecuadas:

- Vías principales regionales: 60 km/h
- Vías principales locales: 50 km/h
- Vías de distribución: 50 km/h
- Vías de acceso: 30 km/h
- Vías de centros urbanos: 30 km/h

Estas cifras se calcularon a partir de una base científica. A partir de ellas corresponde a las autoridades políticas (o, en el caso noruego, a la Administración de Vías Públicas) definir los límites de velocidad.

Fuente: Administración Noruega de Vías Públicas

5.4. Principios subyacentes para la definición de límites generales de velocidad

En los distintos países suelen utilizarse criterios diferentes para definir los límites de velocidad generales. Este es un listado de esos criterios, que se explicarán con más detalle en este mismo capítulo:

- Tipo (categoría) de la vía/calle/entorno (por ejemplo 110-130 km/h en autovías, 70-90 km/h en vías rurales y 50 km/h en zonas urbanas).
- Tipo de vehículo o tipo de carga (límites de velocidad específicos para vehículos pesados, de transporte público, agrícolas o de transporte de cargas peligrosas, etc.).
- Tipo de neumáticos (límites de velocidad específicos para neumáticos con tacos).
- Tipo de conductores (límites de velocidad específicos para conductores jóvenes o noveles).
- Condiciones climatológicas (límites de velocidad específicos en caso de lluvia, niebla, etc.).

En este momento hay una gran diversidad de límites de velocidad en los países OCDE/CEMT para las vías con funciones específicas. La tabla 5.2 muestra los límites de velocidad generales para los países que respondieron a la encuesta de la OCDE/CEMT (encontrará más detalles en el Anexo B). Los límites de velocidad general actuales varían, pero la mayoría de los países siguen un criterio jerárquico para fijar los límites de velocidad dentro de estos niveles:

- Vías urbanas: 30-50 km/h
- Vías públicas principales o vías rurales: 70-100 km/h

- Autovías: 90-130 km/h

Tabla 5.2. Límites de velocidad generales para coches de pasajeros en una selección de países OCDE/CEMT en 2005

	Autovías	Vías principales y rurales	Vías urbanas (vías locales y distribuidoras) (arterias urbanas no incluidas en esta tabla, véase el Anexo B)
Alemania	Ninguno 130 km/h recomendado	100 km/h	50 km/h
Australia (Victoria)	100-110 km/h	100 km/h	50 km/h 50 km/h Zonas de 30 km/h 40 km/h en calles de zonas residenciales
Austria	130km/h	100 km/h	
Canadá	100-110 km/h	80 a 100 km/h (ppal.) 70 a 100 km/h (vías rurales pavimentadas)	40-50 km/h
Corea	90-100-110 km/h	60 km/h (2x1 carriles) 80 km/h (2x2 carriles o más)	60 km/h (2x1 carriles) 80 km/h (2x2 carriles)
Dinamarca	130 km/h	80 km/h	50 km/h
Estados Unidos (varía por Estado)	Urbana: 55-70 mph (88-113 km/h) Rural: 65-75 mph (104-120km/h)	55-70 mph (88 -113 km/h)	25-35 mph (40 -56 km/h)
Finlandia	120 km/h	100 km/h (ppal.) 80 km/h (rural)	30-40-50 km/h
Francia	130 km/h	90 km/h	30 ó 50 km/h
Grecia	120 km/h	110 km/h (ppal.) 70-100 km/h (rural)	30 km/h (calles locales) 40-50 km/h (vías distribuidoras)
Holanda	100 ó 120 km/h	100 km/h (ppal.) 80 km/h (rural)	50 km/h
Irlanda	120 km/h	100 km/h (carreteras nacionales) 80 km/h vías regionales no urbanas	50 km/h
Islandia	90 km/h	80 km/h / 90 km/h (gravilla/pavimentado)	30 km/h (calles locales) 50 km/h (vías distribuidoras)
Japón	100 km/h (autopistas nacionales)	40-50-60 km/h (vías nacionales principales)	
Méjico	130 km/h	110 km/h (ppal.) 100 km/h (rural)	20-60 km/h
Noruega	90 ó 100 km/h	80 km/h	30-50 km/h
Polonia	130 km/h	100 km/h (ppal.) 80 km/h (rural)	50 km/h
Portugal	120 km/h	90-100 km/h	50 km/h
Reino Unido	70 mph (113 km/h)	60 mph (97 km/h)	20-30 mph (32-48 km/h)
República Checa	130 km/h	90 km/h	50 km/h
Rusia	110 km/h	90 km/h	60 km/h
Suecia	110 km/h	90 km/h (ppal.) 70 km/h (rural)	50 km/h
Suiza	120 km/h	80 km/h	50 km/h

Nota: Las cifras de esta tabla presentan los límites de velocidad *generales*. Consulte el Anexo B para ver las condiciones y comentarios específicos.

Límites de velocidad para los distintos tipos de vía

Un régimen de límites de velocidad eficaz necesita ser consistente a nivel nacional. Algunas administraciones ayudan a conseguirlo definiendo jerarquías en los límites de velocidad basadas en la función de la vía (Wegman *et al.*, 2006). El principio subyacente es que se esperan unos límites de velocidad más altos en las vías principales (autovías y otras vías interurbanas) para los viajes a larga distancia que en las vías de distribución. Se esperan, a su vez, límites de velocidad más bajos en las calles residenciales o en las vías de acceso local, donde el riesgo para los usuarios vulnerables es mucho más elevado y frecuente.

Vision Zero en Suecia y Seguridad Sostenible en Holanda son ejemplos de estrategias de gestión de la velocidad basadas en el desarrollo de una jerarquía de carreteras para la gestión de la velocidad y con fines de seguridad vial. Tal y como se desarrolló en Suecia, Vision Zero se centra en el impacto humano para determinar los límites de velocidad en las redes viales. Su enfoque refleja los datos que muestran la baja probabilidad de que peatones y otros usuarios vulnerables sobrevivan a un impacto con un vehículo que viaje a una velocidad superior a los 30 km/h (véase la figura 2.6 del capítulo 2). Esto condujo a la conclusión de que en aquellas vías donde conviven coches y peatones, el límite de velocidad debería ser de 30 km/h. Otros datos muestran que el ocupante de un vehículo moderno sobrevivirá a un impacto lateral a una velocidad no superior a los 50 km/h. Este dato condujo a la conclusión de que los límites de velocidad en cruces (donde hay riesgo de impactos laterales) no deberían superar los 50 km/h. Además, un ocupante de un vehículo moderno no sobrevivirá a un golpe frontal con un coche similar si la velocidad de ambos vehículos supera los 70 km/h. Por tanto, lo ideal sería que la velocidad no excediese esos 70 km/h en las vías con riesgo de colisiones frontales. Donde se requieran velocidades más elevadas deberían colocarse barreras medianas. Encontrará más detalles sobre Vision Zero, Seguridad Sostenible y otras estrategias de seguridad vial nacionales en el Anexo A.

Estos enfoques jerárquicos pueden integrarse en procesos de planificación más amplios para reducir el crecimiento urbano descontrolado y crear entornos urbanos y rurales más seguros. El objetivo global es garantizar viajes "adecuados" en vías "adecuadas" y a la velocidad "adecuada".

Por último, debería señalarse que armonizar los límites de velocidad por Europa (u otras regiones) en el caso de vías con una misma función jerárquica aumentaría su credibilidad de cara a la opinión pública. Además, la decisión de cualquier país de cambiar sus límites de velocidad (aumentarlos o reducirlos) puede influir notablemente en sus países vecinos. Unas grandes divergencias en los límites cuestionan la credibilidad de los mismos a nivel regional. Por tanto, toda decisión de adoptar límites de velocidad divergentes debería dar la atención oportuna a los principales impactos potenciales.

Vías urbanas

Las vías urbanas son, por su propia naturaleza, complejas dada su necesidad de ofrecer circulación segura a pie, en bicicleta o en vehículos motorizados. Reducir la velocidad contribuye a la seguridad de todos los usuarios de la vía y, por tanto, la reducción de las velocidades inadecuadas es un factor fundamental en la mejora de la seguridad urbana. Muchos de los accidentes con heridos mortales tienen lugar en calles residenciales e implican a un alto porcentaje de peatones, ciclistas y niños. Por tanto, una práctica habitual es poner freno al uso de zonas residenciales por parte del tráfico de paso y gestionar la velocidad del tráfico que accede a tales vías a través de técnicas de pacificación del tráfico y asociadas, tal y como se explicó en el capítulo 4. También es una práctica habitual fijar un límite de 30 km/h en las vías residenciales o en zonas donde hay riesgo para niños. La investigación demuestra que estos límites más bajos, si están acompañados por medidas de la denominada "pacificación del tráfico" (*traffic calming*), son muy eficaces a la hora de reducir accidentes y heridos, habiéndose demostrado reducciones de hasta dos tercios (por ejemplo, por el TRL).

Las vías de los centros urbanos suelen caracterizarse por un alto riesgo de accidente por kilómetro conducido, debido en parte a la amalgama de usuarios que conviven en la vía. En consecuencia, cada vez es más común utilizar límites de velocidad de 30 km/h en tales vías (por ejemplo en Graz, Austria). Esta medida también está de acuerdo con la evaluación noruega de la velocidad adecuada, tal y como veímos arriba (Cuadro 5.1).

En resumen, en las áreas urbanas (y tomando en cuenta la tolerancia al impacto del cuerpo humano), el límite de velocidad no debería superar los 50km/h. Aquellas zonas donde los usuarios vulnerables corren un riesgo especial deberían ser zonas con un límite de 30 km/h, que ha demostrado su eficacia para reducir el riesgo de accidentes y su gravedad, y para la protección de dichos usuarios.

Vías rurales

Muchos de los accidentes mortales tienen lugar en vías rurales, donde la velocidad inadecuada puede ser especialmente peligrosa debido a las características geométricas de vías estrechas, colinas, curvas e intersecciones. Algunos países utilizan límites de velocidad para compensar esos peligros en la red vial, mientras que otros utilizan señales de advertencia a veces combinadas con una velocidad recomendada.

En las vías rurales, los límites de velocidad suelen oscilar entre los 70 y los 100 km/h en los países OCDE/CEMT. Dada la diversidad de vías no se puede recomendar un límite ideal. Lo importante es que el límite se defina de acuerdo al estándar de diseño de las vías. Si la infraestructura no puede actualizarse, a costes razonables, de acuerdo al estándar exigido por el límite de velocidad existente, la acción adecuada es reducir el límite de velocidad.

Autorutas

A pesar de que las velocidades son más elevadas, las autorutas suelen ser las vías más seguras gracias a sus mejores estándares de diseño. En la mayoría de los países, las autorutas interurbanas tienen un límite de velocidad de 120-130 km/h. Aunque no hay un límite de velocidad impuesto legalmente en casi un tercio de la red de autorutas alemana, la velocidad máxima recomendada es de 130 km/h. Además, en caso de accidente, el conductor se hace automáticamente responsable si se demuestra que viajaba por encima de esa velocidad máxima recomendada.

Los límites de velocidad deben ser creíbles de acuerdo a las características de la vía y del entorno. Por ejemplo, debería haber una diferencia clara entre límites de velocidad en autorutas y otras vías para mantener el atractivo de las primeras, que es su categoría de vía más segura.

La especificidad de las zonas de transición

Los estudios sobre el efecto de las características estructurales en la selección de la velocidad demuestran que los conductores hacen mayores ajustes de velocidad allí donde la situación de transición es claramente funcional (donde la necesidad de ajustar la velocidad del vehículo les es lo suficientemente "obvia"). No basta con notificar de manera formal una situación de transición (sólo a través de señales) para inducir una velocidad adecuada. Debe haber una correspondencia con la forma en la que el conductor percibe y clasifica la situación. Las diferencias claras entre los elementos estructurales del entorno de la vía y los límites de velocidad establecidos estimulan una conducción inadecuada. Estas conclusiones concuerdan con las observadas en otras situaciones de transición, como en los cruces de carreteras (Mounseur y Marchadier, 1971; Saad *et al.*, 1990). Es importante que los diseñadores de vías realcen visualmente la situación de transición (por ejemplo con puertas, como vimos en el capítulo 4) o incorporen restricciones estructurales que la identifiquen claramente como un cambio de función. En las zonas de transición una práctica habitual en muchos países es reducir (o aumentar) los límites de velocidad en intervalos de 20 km/h. Por ejemplo, cuando los conductores abandonan una autoruta donde el

límite de velocidad es de 120 km/h para entrar en una gasolinera o en una vía de clase inferior, el límite de velocidad debería reducirse gradualmente (100, 80, 60, etc.).

Distintos tipos de velocidad para distintos tipos de vehículos

La mezcla de categorías de vehículos y las diferencias de velocidad tienen un gran impacto en la seguridad. Además de alentar a los vehículos pesados a que utilicen las vías designadas (como autovías o carriles diseñados), los países europeos suelen aplicar un límite de velocidad más bajo para este tipo de vehículos y para autocares en la mayoría de las vías rurales.

Casi todos los países aplican un límite de velocidad global máximo para los vehículos pesados (a menudo 80 km/h) y autocares (entre 80 y 100 km/h). Por la directiva 92/24/EEC de la Unión Europea y su adaptación reciente (2004/11/EEC), los limitadores de velocidad son obligatorios para vehículos pesados de más de 3,5 toneladas y para los vehículos con más de 9 asientos. Algunos países, sin embargo, han dado más pasos para aplicar unos límites de velocidad más bajos para vehículos pesados y autocares en distintos tipos de vía. Este es el caso, por ejemplo, de Dinamarca, Irlanda y el Reino Unido (véase tabla 5.3). En Norteamérica (Canadá y los Estados Unidos) no suele haber velocidades diferenciadas para camiones. Algunos países tienen también límites de velocidad diferenciados para caravanas.

Tabla 5.3. **Límites de velocidad en Reino Unido para distintos tipos de vehículos**

	Área urbanizada	Una calzada	Dos calzadas	Autovías
Coches y motocicletas	30 mph (48 km/h)	60 mph (96 km/h)	70 mph (112 km/h)	70 mph (112 km/h)
Coches con caravanas o tráilers	30 mph (48 km/h)	50 mph (80 km/h)	60 mph (96 km/h)	60 mph (96 km/h)
Autocares (de menos de 12 m de longitud total)	30 mph (48 km/h)	50 mph (80 km/h)	60 mph (96 km/h)	70 mph (112 km/h)
Vehículos de transporte (de menos de 7,5 TM de carga máxima)	30 mph (48 km/h)	50 mph (80 km/h)	60 mph (96 km/h)	* 60 si está articulado o arrastra un tráiler (112 km/h)
Vehículos de transporte (de más de 7,5 TM de carga)	30 mph (48 km/h)	40 mph (64 km/h)	50 mph (80 km/h)	60 mph (96 km/h)

Algunos países (como Italia) tienen experiencia con límites de velocidad diferenciados basados en el desplazamiento (o potencia) del motor. Este tipo de práctica sólo puede conducir a un aumento en la heterogeneidad de las velocidades y, por tanto, no es recomendable.

5.5. Principios subyacentes para la definición de límites locales de velocidad

Si las vías se presentaran de tal forma que los conductores seleccionasen inmediatamente una velocidad cercana a la adecuada no serían necesarios los límites de velocidad locales. Sin embargo, para el futuro inmediato siempre habrá situaciones con discrepancias entre las percepciones de los conductores de la velocidad segura (a partir de mensajes del entorno vial) y la velocidad adecuada establecida por análisis. Los límites de velocidad locales pueden ocuparse de este tipo de excepciones a los límites de velocidad generales. Las respuestas de los conductores a un determinado nivel de riesgo varían como lo hace el riesgo de accidente a lo largo de cualquier sección de las vías. Los estudios han mostrado, de forma consecuente, que muchos conductores tienden a subestimar el riesgo real derivado de la conducción a una determinada velocidad. Por tanto, es altamente improbable que confiando exclusivamente en las respuestas de los conductores al entorno se produzcan velocidades de conducción aceptables en términos de riesgo.

Los accidentes y heridos deberían ser un factor clave a la hora de determinar el riesgo de accidentes y, por tanto, la necesidad de un límite de velocidad local. Los límites de velocidad local serán especialmente necesarios si hay un largo historial de accidentes u otros factores de riesgo sustancial, aunque no se traduzcan en accidentes.

Una opción utilizada durante varias décadas es partir de la velocidad predominante de circulación como primera aproximación para definir el límite de velocidad y utilizar, luego, modificaciones adecuadas de dicho valor. Históricamente, la velocidad por debajo de la cual viaja el 85% de los conductores en condiciones de circulación fluida (también denominada velocidad V85 o velocidad percentil 85) se ha utilizado como el primer paso para determinar la velocidad máxima segura y razonable. Este método se aplicó al introducir los primeros límites de velocidad partiendo de la premisa de que la amplia mayoría de los conductores viajaría a velocidades adecuadas. Este enfoque ha dejado de ser considerado adecuado para el entorno vial actual ahora que se comprende mejor el aumento sustancial del riesgo asociado a los incrementos menores en la velocidad de viaje.

Los nuevos enfoques para definir el límite de velocidad incluyen:

- Estimación del riesgo combinado de interacción de la infraestructura, velocidades de viaje (basadas en posibles límites de velocidad) y el volumen y mezcla de circulación y peatones (utilizando el historial de accidentes como criterio clave). Junto a ello, adopción de un límite de velocidad para lograr un riesgo combinado por debajo de los niveles medios de riesgo para secciones comparables de la red.
- O bien, utilizar un enfoque de sistema seguro que exija inversiones de seguridad orientados a las infraestructuras y límites de velocidad que, combinados, eviten una liberación de energía fatal en los accidentes.

Numerosos países que no han adoptado este tipo de enfoques utilizan la velocidad media en condiciones de circulación fluida a lo largo de un tramo de vía como base para fijar los límites de velocidad. Por ejemplo, la práctica recomendada en los Estados Unidos es que los límites de velocidad no se fijen por debajo de la velocidad percentil 50. Gran Bretaña, en su nueva directriz de definición de límites de velocidad locales publicada en agosto de 2006 (DfT, 2006), propuso las velocidades medias como uno de los factores definitivos a la hora de fijar límites de velocidad. Aunque están ideadas para lograr un mejor equilibrio entre la velocidad a la que viajan la mayoría de los conductores y las necesidades de otros usuarios o comunidades locales (sin dejar de ser una velocidad adecuada para la mayoría de los conductores), no se definen sobre una base de riesgo y también suponen que los conductores conocen bien el riesgo a determinadas velocidades, lo que no es necesariamente cierto.

Como se indicó antes, es poco realista esperar que los conductores tomen en cuenta todos estos elementos. El límite de velocidad, por tanto, no debería ser una velocidad deseada tal y como la conciben

los conductores. Al contrario, se recomienda que los límites de velocidad locales se ajusten a una velocidad adecuada orientada a lograr una reducción en el riesgo medio de accidente (una definición de viaje seguro).

Los límites de velocidad adoptados deberían maximizar el acceso y facilitar la movilidad sostenible de forma compatible con la seguridad, la calidad de vida y los costes medioambientales. Aunque el compromiso entre estos factores puede evaluarse desde un punto de vista cuantitativo, es inaceptable utilizar el valor positivo resultante de la suma de miles de ahorros de tiempo menores en viajes pequeños como compensación para el impacto humano y los traumatismos por accidente. Los ahorros de tiempo no son una ventaja transferible y este tipo de compensación ha sido considerado durante mucho tiempo como inaceptable, por ejemplo, en prácticas de seguridad laboral.

Los distintos países tienen formas distintas de definir la velocidad adecuada (y por tanto los límites de velocidad) en sus redes viales. Sea cual sea el método elegido, es recomendable utilizar un número "redondo" para el límite de velocidad, como 40, 50, 60 km/h (al menos para aquellos países que utilizan el sistema métrico). Algunos países utilizan límites "impares" (30, 50, 70 km/h, etc.). Dada la gran variedad de redes viales sería recomendable utilizar todo el abanico de límites de velocidad (30, 40, 50, 60 km/h, etc.) para ajustar con más exactitud la velocidad a la seguridad vial. La mayoría de los países fijan una distancia mínima a partir de la cual se aplican los límites de velocidad locales (por ejemplo, no menos de 600 metros) y alientan la consistencia de límites a lo largo de una ruta. Una señalización adecuada y consistente del límite de velocidad tiene una importancia fundamental para mantener la conciencia del límite y el apoyo público de su aplicación y cumplimiento (véase también el capítulo 6 dedicado a la señalización).

Es importante revisar los límites de velocidad existentes para garantizar su adecuación con los entornos locales y aumentar su credibilidad. Esta revisión debería tomar en consideración factores tales como la función de la vía, su geometría, el nivel de urbanización adyacente y la presencia de usuarios vulnerables.

Uso de modelos (Programas LIMITS)

Se han desarrollado varios modelos para estimar los límites de velocidad más adecuados (desde el punto de vista de la seguridad vial) a partir de distintos factores. Los modelos más extendidos son los programas LIMITS.

El programa LIMITS es un programa informático que calcula los límites de velocidad. Está integrado por varios árboles de decisiones utilizados en la evaluación de una serie de parámetros relacionados con la vía, el vehículo y el conductor. Una vez aplicados, estos parámetros contribuyen a la creación y puesta en marcha de un sistema vial seguro que toma en cuenta la movilidad de la comunidad. No incluye, sin embargo, factores como el medioambiente, la calidad de vida, etc.

A partir del programa LIMITS se han desarrollado varios modelos para su aplicación en Nueva Zelanda (NZLIMITS), Estados Unidos (USLIMITS) y Australia (QLIMITS, NLIMITS, VLIMITS...). Todos ellos toman en cuenta estos factores:

- La vía y su entorno vial (función de la vía, número de carriles, trazado, etc.).
- Desarrollo urbano colindante (escuelas, zonas residenciales, etc.).
- Naturaleza y nivel de actividad de usuarios (peatones, ciclistas, vehículos pesados, etc.).
- Registro de accidentes.
- Límite de velocidad de las secciones contiguas.

Los usuarios del programa introducen información descriptiva de la vía (objetiva y subjetiva) y el programa despliega un árbol de decisiones para calcular el límite de velocidad recomendado. Un objetivo y resultado clave del sistema experto, XLIMITS, es que reduce la subjetividad de las decisiones tomadas sobre la definición de zonas de velocidad y aumenta el nivel de consistencia en la creación de zonas de vías similares por parte de personas de distintos puntos de un Estado.

Los modelos que como LIMITS ayudan a definir límites de velocidad son útiles ya que garantizan una aplicación más consistente de los límites de velocidad en una jurisdicción y aseguran que se dé un peso similar a los distintos factores que influyen en los límites de velocidad.

Sin embargo, estos modelos también tienen sus límites. El límite de velocidad recomendado por el modelo es un punto de partida que puede tener que ajustarse de acuerdo a las condiciones específicas de la combinación de factores o de otros factores que no pueden modelarse. Así, por ejemplo, la versión actual de VLIMITS (utilizada en Victoria, Australia) no toma en cuenta la tasa de accidentes de la vía para determinar el límite de velocidad. Lo que hace es destacar aquellas vías con una alta tasa de accidentes, permitiendo al usuario plantearse si desea seguir ajustando el límite de velocidad a partir de los valores recomendados por el modelo (es un defecto evidente). Además, cualquier modelo debe ser actualizado si se modifica la política de límites de velocidad. De otro modo, quedaría obsoleto. Actualmente, la mayoría de los modelos se basan en una evaluación detallada del riesgo. Algunos aspectos de este enfoque (como el uso de "zonas escolares" y la consideración de las tasas de accidentes) pueden incorporarse a los modelos existentes. Sin embargo, cuando se desarrolle y aumente la aceptación de una investigación más detallada sobre la relación entre velocidad, funciones viales y riesgo de accidentes, es probable que se desarrollen también principios de gestión y modelos de definición de la velocidad destinados a reflejar este enfoque más complejo y sensible al riesgo. Además, los límites de velocidad recomendados por el modelo sólo toman en cuenta aspectos de seguridad vial y no todos los elementos descritos en el capítulo 2.

5.6. Límites de velocidad variables y dinámicos

Cada vez son más los países que implementan límites de velocidad variables y dinámicos, que varían de acuerdo a la hora del día (diurno, nocturno), la estación del año (invierno/verano) o las condiciones actuales (por ejemplo, climatológicas) de la vía.

Hay dos categorías de límite de velocidad que varían de acuerdo a determinados criterios:

- **Los límites de velocidad variables** se activan a través de criterios generales como la hora del día, la estación o determinadas condiciones climatológicas (lluvia/humedad). Estos límites suelen definirse por cada país a nivel nacional. Suelen comunicarse por señalización fija o través del código de circulación.

- Algunos países aplican límites generales más bajos cuando las condiciones climatológicas son adversas. Por ejemplo, en Francia, en caso de lluvia o nieve el límite de velocidad para autopistas pasa de 130 a 110 km/h y en las vías rurales de 90 a 80 km/h. En caso de niebla (con visibilidad a menos de 50 metros), la visión delantera se reduce, por lo que es fundamental reducir también los límites de velocidad. El límite de velocidad en todo tipo de vía es de 50 km/h (véase la figura 5.1) en caso de niebla.
- Finlandia y Suecia aplican distintos límites de velocidad generales en invierno. En Finlandia, el límite de velocidad en autopistas pasa de 120 a 100 km/h y, en las vías principales, de 100 a 80 km/h. Estos cambios fueron evaluados de forma muy positiva por Peltola (2000). De igual forma, en Suecia los límites de velocidad cambian respectivamente de 110 a 90 km/h y de 90 a 70 km/h.
- En Estados Unidos, Noruega, Australia y otros países, se aplican límites de velocidad

variables en zonas escolares, durante las horas de entrada y salida.

Figura 5.1. Límites de velocidad nacionales (generales) en Francia (en km/h)

	Áreas urbanizadas	Carreteras	2x2 carriles	Autovías
Límites generales	50	90	110	130
Lluvia	50	80	100	110
Conductores noveles (<2 años)	50	80	100	110
Mala visibilidad (<50 m)	50	50	50	50

Fuente: Ministerio Francés de Transporte

- **Límites de velocidad dinámicos** suelen activarse a una determinada hora en función del volumen de tráfico u otros criterios.
 - En Francia, es habitual reducir el límite de velocidad en 20 km/h de manera provisional para mejorar la calidad del aire. Esto sucede cuando el nivel de polución es elevado debido a las altas temperaturas. El límite de velocidad se muestra a través de señales de mensajes variables o se anuncian a través de los medios de comunicación. En estos casos, no obstante, no es fácil imponer el límite de velocidad porque los límites de velocidad fijos permanecen visibles.
 - También se utilizan estos límites de velocidad dinámicos para el control o regulación de la velocidad. Si el flujo de tráfico y la densidad de vehículos aumenta, se reduce el tiempo y la distancia entre vehículos. En tal caso, es necesario reducir la velocidad propuesta (el límite de velocidad o la velocidad recomendada) para que sea compatible con la detención segura del vehículo (esto es, la distancia razonable de frenado).
 - En algunos países (por ejemplo Alemania y Reino Unido) las señales variables de las autovías comunican límites de velocidad reducidos obligatorios o aconsejados cuando las condiciones climatológicas son malas.
 - Las observaciones del flujo de tráfico muestran que al aumentar el tráfico y acercarse a su capacidad máxima, la circulación se entorpece y aumenta el riesgo de accidente. Normalmente, en estas circunstancias, una reducción de la velocidad de circulación puede aumentar la estabilidad de la circulación y ganancias en términos de capacidad (al menos de un tanto por ciento) y de seguridad.
 - Si se reduce el límite de velocidad también se reducen las diferencias de velocidad entre los vehículos del mismo carril, lo que a su vez ayuda a reducir el riesgo de colisión trasera. También se reduce la velocidad de circulación en el carril rápido y, así, el interés en cambiar de uno a otro carril, lo que conlleva riesgos potenciales.
 - Aplicar el mismo límite de velocidad a todos los carriles pone de relieve esta ventaja. Esta opción se utiliza en muchos países. Sin embargo, en algunos países (Italia, Luxemburgo, etc.) se pueden aplicar distintos límites de velocidad a distintos carriles.

Figura 5.2. Límite de velocidad dinámico en Suiza



Fuente: ARG Lausana

También se han introducido límites de velocidad *recomendada* dinámicos en y cerca de algunas ciudades (por ejemplo en las proximidades de Estrasburgo, Francia) (véase la figura 5.3).

Figura 5.3. Señal de velocidad recomendada



Fuente: SANEF

Cuadro 5.2. Experimento sobre "gestión de la velocidad" con límites de velocidad variables en la autopista A7 de Francia

La ASF (Autoroute du Sud de France, la compañía gestora de una red de autopistas francesa) realizó experimentos, en el verano de 2004, con un innovador sistema de control de tráfico en la autopista A7, una de las rutas interurbanas más frecuentadas de Europa.

En este corredor norte-sur, que une el norte de Francia con España, Portugal y la Riviera, la circulación aumenta notablemente durante el periodo vacacional, pasando de una media de 75.000 vehículos diarios a los 110.000. En el verano de 2004, la ASF puso a prueba un nuevo sistema destinado a controlar la velocidad del tráfico basado en distintas tecnologías ITS.

Se diseñó un algoritmo para ofrecer avisos previos de atasco a partir de datos históricos de circulación obtenidos a partir de bucles inductivos de la calzada. Cuando el algoritmo detecta un riesgo anticipado de "desestabilización del tráfico", se transfiere una señal de alarma en tiempo real a los centros de control, donde el personal de tráfico comprueba la validez de la señal y activa el sistema para informar a los usuarios de la vía de las condiciones del tráfico.

Se informa a los usuarios en tiempo real del límite de velocidad actual por radio (en estaciones diseñadas con fines de información de tráfico), pictogramas de límites de velocidad obligatorios (70, 90 ó 110 km/h) montados en puentes de señales elevados y mediante señales de mensajes variables localizadas cada 10 km (véase la figura 5.4).

Al mismo tiempo, se calcula la velocidad media de los vehículos. Si esta velocidad es más alta que el límite de velocidad obligatorio de la sección, una señal de mensaje variable muestra el número de matrícula del vehículo y advierte al conductor para que reduzca la velocidad.

Las primeras evaluaciones mostraron que el 75% de los conductores superaba el límite de velocidad. Las encuestas elaboradas a pie de carretera revelaron que el sistema contaba con el apoyo de los conductores, que sufrían menos atascos y accidentes durante el viaje. Los estudios estadísticos en curso parecen indicar tendencias favorables en términos de capacidad del tráfico y dilación en la aparición de atascos.

Fuente: Schwab (2005), Autoroutes du Sud de la France.

Figura 5.4. Límites de velocidad variables en la autovía A7 (Francia)



(*Fort trafic, vitesse limitée = Tráfico pesado. Límite de velocidad reducido*)

Fuente: ASF

Hasta ahora, el coste de las infraestructuras ha entorpecido la implementación de límites de velocidad dinámicos y variables más allá de las autovías. En Suecia¹⁹, está en marcha una "prueba de límite de velocidad variable" a tres años para analizar las velocidades más altas en algunos cruces o vías. El objetivo global del proyecto es comprobar si hay una mayor aceptación de los límites de velocidad dinámicos. Este proyecto implica variar el límite de velocidad, utilizando un control manual o automático, entre 30 y 120 km/h para reflejar las condiciones climatológicas, las condiciones o congestión de la circulación y la presencia de peatones, autobuses y vehículos en los cruces.

5.7. El impacto de los cambios en los límites de velocidad en la velocidad y en los accidentes

¹⁹ Véase también http://www.vv.se/vag_traf/variabla_hast/variable_speed_limit.pdf.

Como vimos en el capítulo 3, un gran porcentaje de vehículos viajan a velocidad excesiva, esto es, por encima del límite. De esta forma, podría concluirse que el límite de velocidad sólo influye en la velocidad de forma limitada. Sin embargo, se han llevado a cabo numerosas investigaciones para evaluar el efecto de los cambios en los límites de velocidad. Estas investigaciones demostraron que un límite de velocidad tiene una clara influencia en la velocidad real. Los meta-análisis muestran que una reducción del límite en 10 km/h se traduce en una reducción de 3 ó 4 km/h en la velocidad. Puede esperarse un efecto semejante del aumento del límite de velocidad. Estas conclusiones vienen reforzadas por un trabajo de investigación sobre los cambios recientes de los límites de velocidad en Estados Unidos (Cohen *et al.*, 1998) y también en Suiza, Hungría y Noruega (Le Breton, 2005; Hollo, 1999 y 2005).

Si, por ejemplo, el límite de velocidad se reduce de 80 a 70 km/h, sin cambiar la infraestructura vial, la velocidad se reduce en un 5% (3-4 km/h) (Ragnoy, 2004). También hay una relación clara entre la velocidad y el número de accidentes, tal y como indica el Modelo Power (véase el capítulo 2). A partir de este modelo es de esperar que si el nivel de velocidad medio de una determinada vía se reduce en un 5%, el número de heridos se reducirá en un 10% y el número de víctimas mortales en un 20%. El cuadro 5.3 ilustra la experiencia de Hungría con la reducción del límite de velocidad (dentro de las zonas urbanizadas) y aumentando dicho límite (en zonas no urbanizadas). En ambos casos, los datos sugieren un cambio en el número de víctimas mortales de acuerdo con el Modelo Power.

Sin embargo, debería subrayarse que un cambio en el límite de velocidad tiene, por sí solo, muy poco efecto. En aquellos lugares donde se han cambiado los límites de velocidad y no se emprende ninguna otra acción, el cambio en la velocidad media sólo es de una cuarta parte del cambio en el límite de velocidad (DET, 2000). Cualquier cambio en el límite de velocidad debe ir acompañado de medidas adecuadas de imposición, infraestructuras e información. Una reducción del límite de velocidad sin modificar el diseño de la vía o sin esfuerzos permanentes de imposición de la ley, no reduce en igual medida la velocidad del tráfico.

Cuadro 5.3. Experiencia en Hungría con los cambios en los límites de velocidad

1. Reducción del límite de velocidad de 60 a 50 km/h en zonas urbanizadas en 1993

La reducción de 60 a 50 km/h del límite de velocidad en las zonas urbanizadas (de acuerdo con experiencias a nivel internacional) probó también su eficacia en Hungría.

La reducción del límite de velocidad obligatorio dentro de estas áreas se tradujo en una reducción del 18,2% de las víctimas mortales por accidente. Sin embargo, en 1995 los datos de accidentes y los resultados de las mediciones de velocidad mostraron que el efecto inicial de la limitación de la velocidad a 50 km/h se estaba "desvaneciendo" gradualmente y que la velocidad, así como el número de víctimas mortales de las zonas urbanas, volvía a aumentar. Esto implicó esfuerzos continuos en el cumplimiento de la ley dentro de las zonas urbanizadas. La figura 5.5 muestra un marcado descenso en las víctimas mortales en carretera durante el año 1993, un cambio en el que el límite de velocidad fue el factor principal. Los buenos resultados de las cifras también responden a una campaña intensiva de información, a la intensificación de las medidas policiales y a otra serie de medidas.

2. Aumento de los límites de velocidad en 10 km/h fuera de las zonas urbanizadas. Mayo de 2001

Los límites de velocidad de todas las categorías viales fuera de zonas urbanizadas se aumentaron en 10 km/h desde el 1 de mayo de 2001. En concreto:

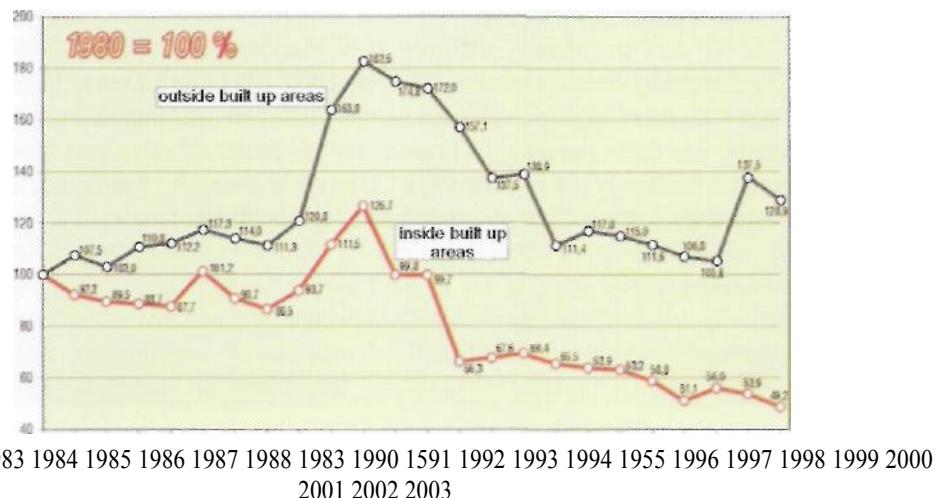
- El límite general de velocidad fuera de las zonas urbanizadas pasó de 80 a 90 km/h.
- El límite de velocidad de las vías principales pasó de 100 a 110 km/h.

- El límite de velocidad en las autopistas pasó de 120 a 130 km/h.

El nivel de seguridad de las carreteras fuera de las zonas urbanizadas (especialmente en las vías principales) se deterioró espectacularmente como resultado de estos aumentos. El número de víctimas mortales aumentó considerablemente.

El uso del modelo ARIMA muestra una clara desviación de la tendencia desde mayo de 2001, cuando entraron en vigor los nuevos límites de velocidad fuera de las zonas urbanas (véase la figura 5.6).

Figura 5.5. Número de víctimas mortales por accidentes dentro y fuera de las zonas urbanizadas en Hungría entre 1980 y 2003

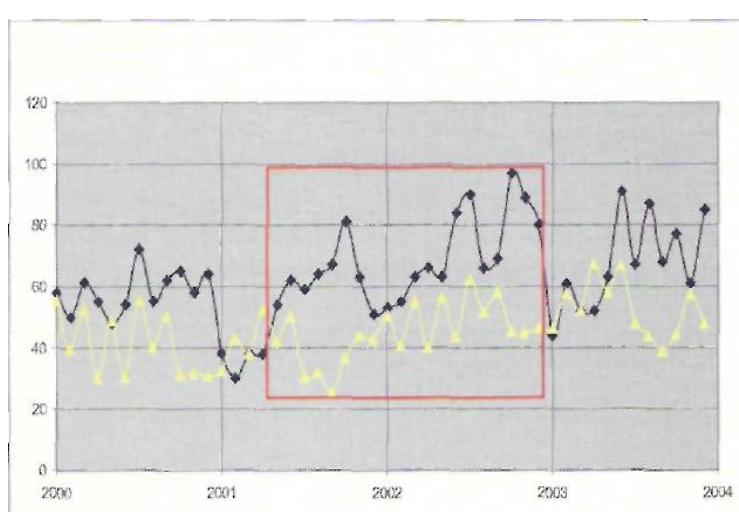


Fuente: Hollo

Outside built up areas = Dentro de zonas urbanizadas

Inside built up areas = Fuera de zonas urbanizadas

Figura 5.6. Modelo ARIMA - Giro ascendente en las tendencias - Número de accidentes mortales en Hungría



Fuente: Hollo y Zsigmond (2004)

5.8. Problemas administrativos

La definición y señalización de límites de velocidad plantean varios problemas administrativos a los que los países deben hacer frente. Entre ellos:

- ¿Qué autoridad decide los límites en función de la categoría de la vía?
- ¿Se pueden imponer los límites cuando vienen indicados por señales de mensajes variables y, si es así, en qué condiciones?
- ¿Cómo se define un vehículo lento? Algunos países tienen definiciones precisas, pero otros (como Suiza) tienen una definición mucho más flexible.
- ¿Cuál debería ser el límite de velocidad en un carril de tráfico lento?
- ¿Hay velocidades mínimas?

En relación a este último punto, varios estudios (Hauer, 1971; West y Dunn, 1971) mostraron que la presencia de un gran número de vehículos lentos en la circulación aumenta la variabilidad de las velocidades y el número de accidentes. Por estas razones, en Francia, por ejemplo, los vehículos que no pueden alcanzar los 40 km/h de forma constante, no pueden circular por autovía. También en Francia, la velocidad mínima para el carril rápido de una autovía de 2x3 carriles (si no hay congestión) es de 80 km/h.

5.9. Consideraciones en materia de política

Los límites de velocidad son una fuente de información clave para los usuarios de la vía y la base para las medidas de imposición legal. Por tanto, tienen un papel fundamental en las políticas globales de gestión de la velocidad.

La estimación de la velocidad adecuada y del límite de velocidad debería basarse en consideraciones de seguridad, medioambientales y de movilidad. Debería tener en cuenta (especialmente en zonas urbanas) la resistencia física de un cuerpo humano. La investigación ha mostrado que es improbable que un peatón u otro usuario vulnerable sobreviva en caso de impacto con un vehículo a una velocidad superior a los 50 km/h. Así, en las zonas urbanas, los límites de velocidad no deberían superar los 50 km/h (promoviendo zonas de 30 km/h en aquellas zonas donde hay un riesgo especial para los usuarios vulnerables, como niños).

Se recomienda estimar velocidades adecuadas para todo tipo de vías y revisar los límites de velocidad existentes tomando en cuenta estos factores clave: función y geometría de la vía, nivel de urbanización colindante y presencia de usuarios vulnerables, emisiones nocivas para el medioambiente, ruido y calidad de vida.

Los límites de velocidad deberían también tomar en cuenta las necesidades de todos los usuarios de la vía. Esta es una cuestión en parte política y, así, su evaluación puede variar de un país a otro. Por ejemplo, el valor dado a la calidad de vida y a la movilidad, tiene distinto peso en distintos países lo que conduce a la presencia de distintos límites de velocidad para el mismo tipo de vía. Estas variaciones no son bien comprendidas por la opinión pública y pueden conducir a una pérdida de credibilidad de los distintos límites de velocidad. Por tanto, armonizar los límites de velocidad entre regiones (por ejemplo, en Europa) es una práctica recomendada para aumentar su credibilidad general.

Varios países han reducido los límites de velocidad para vehículos pesados, una medida justificada por su mayor masa (y riesgo asociado de causar heridas graves) y por las mayores distancias de frenado exigidas. Dado el alcance del movimiento internacional de los vehículos de transporte por carretera en

algunas regiones, lo recomendable sería que los límites de velocidad para camiones fueran los mismos a nivel internacional (regional). Un límite de velocidad unitario de 80 km/h para vehículos pesados sería especialmente imaginable en Europa.

Los límites de velocidad locales suelen ajustarse con el enfoque percentil 85. Este enfoque ha dejado de ser considerado adecuado para el entorno vial actual ahora que se comprende mejor el aumento sustancial del riesgo asociado a los incrementos menores en la velocidad de viaje. Algunos países utilizan la velocidad media de circulación como la base de definición de los límites de velocidad locales. Sin embargo, aunque este enfoque logra un mejor equilibrio entre la velocidad a la que viajan la mayoría de los conductores y las necesidades de otros usuarios, no toma en cuenta el nivel real de riesgo. Entre los nuevos enfoques para definir los límites de velocidad se encuentra la estimación del riesgo combinado de la interacción de la infraestructura, las velocidades de viaje y el volumen y mezcla de circulación y peatones. Se recomienda que los límites de velocidad locales se definan con el objetivo de conseguir un riesgo de accidentes por debajo de la media.

A ser posible no debería haber ninguna discrepancia entre el entorno vial y el límite de velocidad. Si la hay, debería reducirse al mínimo, modificando el entorno vial o cambiando el límite de velocidad. Casi siempre, y por buenas razones, las autoridades querrán aplicar un límite relativamente bajo en una vía que a los conductores puede parecer capaz de soportar una velocidad más alta. Si los motivos para el límite de velocidad bajo son sólidos (por ejemplo, la presencia de usuarios vulnerables), el entorno vial también debería modificarse. Si no es posible hacerlo a corto plazo deberían introducirse elementos de reducción de la velocidad.

Los límites de velocidad deberían ser creíbles en vista de la vía y de las características del entorno vial. Por ejemplo, debería haber una diferencia clara entre límites de velocidad en autopistas y otras vías para mantener el atractivo de las primeras, que es su categoría de vía más segura. Al mismo tiempo, no es recomendable definir un límite de velocidad demasiado alto en autopistas pues podría aumentar los accidentes y los impactos negativos en el medioambiente y en el consumo de energía. Por otro lado, hay muchos ejemplos de límites de velocidad innecesariamente bajos (por ejemplo 50 km/h) en distintas vías, como por ejemplo carreteras de doble calzada con medianas.

A ser posible, todos los límites de velocidad deberían ser variables para tomar en cuenta las condiciones reales de la vía, del tráfico y del tiempo. Aún no es posible conseguirlo (por distintas razones, entre ellas, económicas), pero debería fomentarse allí donde fuera posible. Por ejemplo, los límites de velocidad variables son una solución excelente junto a escuelas y ya se aplican en algunos países. Es necesario, no obstante, definir claramente las responsabilidades antes de pasar a la implementación. Es necesario, por tanto, afrontar el problema de la imposición de límites de velocidad variables.

Mientras que el marco general de límites de velocidad ha de ser definido por el gobierno es importante que, dentro de ese marco, las autoridades locales tengan la flexibilidad necesaria para definir límites locales que cumplan con las necesidades y consideraciones locales. Sin embargo, los límites de velocidad locales no deberían ser definidos de forma aislada sino como parte de un conjunto de otras medidas de gestión de la velocidad.

Por último, debería recordarse que los límites de velocidad, aunque importantes, sólo son una herramienta más que puede contribuir a gestionar el problema del exceso de velocidad. Los límites de velocidad no pueden considerarse como una medida autónoma que pueda, por sí sola, resolver el problema de la velocidad excesiva. Es improbable que una reducción de los límites de velocidad sin modificar el diseño de las vías o sin unos esfuerzos permanentes en el ámbito de imposición de la ley, consiga reducir la velocidad del tráfico al nuevo límite.

REFERENCIAS

- Cohen S., H. Duval, S. Lassarre y J.P. Orfeuil (1998), *Limitations de vitesse: les décisions publiques et leurs effets*. Hermes, París.
- Department of the Environment, Transport and the Regions (DETR) (2000), *New Directions in Speed Management - A Review of the Policy*. DETR, Londres.
- Department for Transport (2006), DfT Circular 01/2006, *Setting local speed limits*, Department for Transport, agosto 2006.
- Hauer, E. (1971), "Accidents, Overtaking and Speed Control", in *Accident analysis and Prevention* 3, pp. 1-13.
- Hollo, P. (1999), *Impact analysis of road safety measures with special emphasis on the methodology of International comparison*. Academia Húngara de Ciencias, Budapest.
- Hollo, P. y O. Zsigmond (2004), *Practical forecast example concerning the road safety impact analysis of increased speed limits*. Actas de la III Conferencia sobre vías seguras en el siglo XXI, Meeting Budapest Ltd, Budapest, 25-27 de octubre de 2004.
- Le Breton P. (2005), *Time series methodology applied to speed limit change*. SETRA, Bagneux, Francia.
- Monseur, M. y B. Marchadier, (1971), Franchissement des intersections et prise de risque. Une méthode d'analyse de la situation de conduite aux carrefours. En *Le Travail Humain*, 34, 1, 81-98.
- Organización Mundial de la Salud (2004), *Informe mundial sobre la prevención de traumatismos causados por el tránsito*, OMS, Ginebra.
- Ragnoy, A. (2004), *Changes of Speed Limits: Effects on Speed and Accidents*. TOI report 729/2004. Oslo.
- Saad, F., P. Delhomme y P. Van Elslande (1990), *Driver's speed regulation when negotiating intersections*, in *Transportation and Traffic Theory* (M. Koshi, Ed.), pp 193-212, Elsevier.
- Wegman F, A. Dijkstra, G. Schermers y P. van Vliet (2006), *Sustainable Safety in the Netherlands: the Vision, the Implementation and the Safety Effects*. Aportación a la 85 Reunión anual del Consejo de Investigación del Transporte, 22-26 de enero de 2006, TRB, Washington.
- West, L.B. y J.W. Dunn (1971), "Accidents, Speed Deviation and Speed Limits", en *Traffic Engineering* 41 (10), pp. 52-55.

CAPÍTULO 6.

SÍMBOLOS, SEÑALES Y MARCAS

Este capítulo describe los distintos métodos disponibles para informar a los conductores de los límites de velocidad, ya sean fijos o variables. Estos métodos incluyen los distintos símbolos utilizados para informar a los conductores sobre límites de velocidad, las marcas de calzada (señalización horizontal) y las señales, incluyendo también las olas verdes. También se incluyen otras herramientas que permiten comunicarse con los conductores. El capítulo se cierra con reflexiones sobre la implementación de una política consistente de símbolos, señales y marcas.

6.1. Símbolos

Generalidades

Los límites de velocidad de ámbito nacional y carácter general se comunican a los conductores durante la fase de formación y obtención del carné de conducir y se refuerzan con campañas informativas y señales viales. También se informa de dichos límites a los visitantes del país con señales ubicadas en los puntos de entrada al mismo (por ejemplo en fronteras, puertos y aeropuertos). Sin embargo, hay excepciones y circunstancias que obligan a consultar las normativas vigentes para saber los detalles de los límites.

Algunos países han introducido reglas específicas sobre límites de velocidad relacionados con las condiciones climatológicas o el nivel de contaminación. Estas reglas pueden comunicarse al público general por medios diferentes a las señales viales (véase la sección 6.6).

Los límites de velocidad específicos en el tiempo o en el espacio se indican mediante señales localizadas en las inmediaciones de los puntos donde comienza el límite. También pueden colocarse para dar aviso previo con paneles adicionales.

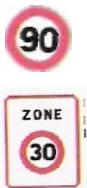
Las señales de tráfico deben cumplir con los estándares definidos en la Convención de Viena, al menos en aquellos países que firmaron el documento (Naciones Unidas, 1968 y 2004).

La figura 6.1 muestra señales relacionadas con los límites de velocidad aprobadas por la Convención de Viena.

Normalmente, los límites de velocidad se aplican a todos los vehículos. Sin embargo, en determinadas circunstancias, es útil que los límites de velocidad dependan de la categoría del vehículo. En este último caso es importante que todos los usuarios de la vía comprendan correctamente los límites que les conciernen (por ejemplo si los límites varían en función del tipo de vehículo, como para los vehículos pesados).

Figura 6.1. Señales de límites de velocidad de la Convención de Viena

- Señales restrictivas o prohibitorias fijas (incluyendo señales de zona de entrada).



- Señales informativas (utilizadas excepcionalmente, señales fijas para velocidad recomendada).



- Señales obligatorias para velocidades mínimas (utilizadas muy excepcionalmente en autopistas).



- Señales de mensaje variable (localizadas en puntos fijos o en vehículos de señalización especiales).

- Señales de final del límite.

La Convención de Viena de las Naciones Unidas para Tráfico vial, ratificada en 1968 y revisada en 1995, estandariza las normativas de conducción entre los 35 países contrayentes.

Recomendaciones para la implementación de señales

Frente a la opinión general, desarrollar una práctica de señalización vial sólida no es una tarea fácil ya que implica respetar determinados principios:

- Principios generales (para todas las señales): uniformidad, consistencia, sencillez, importancia, concentración/legibilidad.

En el caso de los paneles de límite de velocidad, se debería utilizar el tipo de panel adecuado, colocarlo siempre de la misma forma y limitar tanto como sea posible el número de señales.

Además, si es necesario ver simultáneamente varias señales (por ejemplo, límite de velocidad y curva), deberían instalarse de forma que el usuario pueda verlas de un vistazo, de día y de noche.

- Estos serían otros principios a cumplir:
 - Consistencia entre diseño y señalización de la vía: la señalización debería estar de acuerdo con la propia vía y con el entorno de la misma.
 - Consistencia entre distintos tipos de señalización: se incluyen aquí distintos aspectos, tales como consistencia de los sucesivos límites, consistencia en la laminación reflectante de las señales (para garantizar la duración del servicio y la seguridad por la noche), consistencia entre las señales viales colocadas en la misma ubicación, consistencia entre las señales verticales y la señalización horizontal de la calzada (en casos concretos se pueden pintar los límites sobre la calzada), consistencia entre señales fijas y variables, etc. No siempre es fácil cumplir todas estas condiciones, tal y como muestra la figura 6.2.

Figura 6.2. **Ejemplo de inconsistencia entre señales de mensaje fija y variable**



Fuente: CERTU

Un problema muy significativo de las señales de mensaje variable, es la imposibilidad de establecer una jerarquía entre señales fijas y variables cercanas para informar al conductor de cuál de las dos prevalece. Esto es así porque, hasta ahora, las señales variables son iguales a las fijas (en los países que firmaron la Convención de Viena). Con el tiempo puede ser necesario eliminar las señales de límite de velocidad fijo de aquellas ubicaciones en los que se consideran necesarios los límites variables.

- **Espacio entre señales de límite de velocidad:** Es un aspecto especialmente importante para los límites de velocidad locales. Es importante ayudar al conductor a recordar cuál es el límite de velocidad en todo momento. Los países suelen utilizar un espacio de entre 500 y 1500 metros de distancia entre señales consecutivas.
- **Problemas de implementación:** Tiene que considerarse cuidadosamente la ubicación y tipo de soportes, la selección del tipo de señal para garantizar una buena visibilidad (clara y con buen contraste) y un emplazamiento preciso (para mejorar la visibilidad de los paneles).

A pesar de las distintas reglas relativas a la implementación local de la señalización, puede ser valioso adoptar un enfoque consistente para toda una sección de la vía. Por ejemplo, si hay una serie de puntos críticos que exigen un límite de velocidad distinto, puede ser útil adoptar un límite de velocidad común para toda la sección. Por tanto, debería emprenderse una revisión general para encontrar la solución más eficaz y creíble.

Además, debería tenerse gran cuidado con los cambios en el límite de velocidad. Se puede utilizar un panel de "final de límite" u otro límite de velocidad (en función de las prácticas propias de cada país).

Por último, se debe prestar especial atención a las zonas de transición entre secciones con grandes diferencias de límites de velocidad. En algunos países, por ejemplo, dos límites de velocidad consecutivos no pueden tener una diferencia de más de 20 km/h (en este caso, la distancia entre dos paneles sucesivos puede ir de 100 a 200 metros). Otros países se limitan a utilizar una señal de aviso previo que informa a los conductores de la futura velocidad, una práctica muy lógica si no hay cambios en el entorno vial. Esta transición puede aplicarse a todos los carriles o solo a un carril. En este último caso se necesita un panel adicional.

Límites de velocidad variables y dinámicos

En el caso de los límites de velocidad dinámicos (por ejemplo, los aplicados a autovías rurales o urbanas para regular el tráfico), debería prestarse atención a la credibilidad del sistema. Por esta razón, los límites de velocidad no deberían mostrarse (o deberían definirse a un nivel muy bajo) cuando el tráfico está bloqueado.

Además, el límite de velocidad de una determinada señal de mensaje variable no debería cambiarse demasiado a menudo.

Por ejemplo, en el caso de la regulación de velocidad en autovías (Aron *et al.*, 2001), es recomendable que las señales de mensaje variable se separen de forma tal que cuando un conductor atravesie un puente de señales pueda ver ya el siguiente (un espacio equivalente, aproximadamente, a 500 metros). Suele hacerse dentro del marco del denominado FTMS (Freeway Traffic Management System), un sistema en el que los límites de velocidad dependen de las condiciones climatológicas (lluvia, viento, niebla...), del volumen de tráfico, de futuras congestiones, etc. (Nouvier, 2001 y PIARC).

Un problema es si resulta o no recomendable indicar, a través de señales variables, los distintos límites de velocidad para los distintos carriles de la misma sección de la vía. Aunque esta opción es viable en algunos países (por ejemplo Holanda e Italia), está prohibida en otros (como Francia) (SETRA, 1994) e incluso es obligatoria en otros (Luxemburgo). Por desgracia no hay ningún estudio validado del que extraer conclusiones. Es de imaginar, sin embargo, que mostrar distintos límites de velocidad en la misma sección cruzada de vía puede provocar un aumento en los cambios de carril y, por tanto, del riesgo.

Percepción de señales y limitación de las mismas

En las vías anchas (por ejemplo autovías de 2x3 carriles) se recomienda colocar paneles de límite de velocidad en la cuneta y en las medianas para aumentar la percepción del límite y para garantizar que los conductores pueden ver el límite (de otra forma, un camión o una serie de camiones, por ejemplo, podrían impedir que un conductor viera un panel colocado solo a un lado). Los paneles también podrían colocarse en un puente sobre la vía.

Además, y como se dijo anteriormente, es necesario que la señalización sea coherente con la infraestructura y su uso. Por ejemplo, debería indicarse el límite de velocidad al entrar en un área urbanizada, un límite que no necesariamente coincidirá con el administrativo.

También es importante que el conductor sepa en todo momento cuáles son los límites de velocidad, un aspecto este especialmente importante en las secciones con muchos cambios en los límites. Además, en los países con un gran número de cámaras de velocidad automáticas los conductores quieren conocer, en todo momento, los límites de velocidad locales. Algunos países utilizan señales muy pequeñas, además de las ordinarias, que replican la ilustración de la señal recomendada y que están localizadas en las vallas de seguridad, a intervalos relativamente cortos. La figura 6.3 muestra un ejemplo (el diámetro es de 150 mm) de una red de autovías holandesa con un límite de velocidad de 100 km/h. Suecia adoptó este tipo de señales en un momento dado, pero decidió eliminarlos de acuerdo a una estrategia general orientada a reducir el número de señales.

Figura 6.3. Señal utilizada en autovías de Holanda para recordar a los conductores el límite de velocidad



Fuente: CERTU

Las señales existentes deben estar visibles todo el tiempo (por ejemplo, es necesario limpiar la vegetación, si es necesario). Es muy recomendable realizar inspecciones periódicas, diurnas y nocturnas, por parte de conductores profesionales que no conozcan bien la vía.

Debería apuntarse también que durante la noche el conductor tiene menos pistas visuales sobre el diseño de la vía que durante el día. Por tanto, la importancia de la señalización vial, incluyendo las señales horizontales o de calzada, es más alta durante la noche (SETRA-CERTU, 1990).

6.2. Marcas viales

Las marcas viales (señalización horizontal) también juegan un papel fundamental en la elección de la velocidad. Es importante recordar que este tipo de marcas tienen cuatro funciones:

- En primer lugar, y la más evidente, guían a los conductores, por ejemplo para permitirle conducir con facilidad en uno de varios carriles.
- En segundo lugar, sirven para informar a los conductores de normas tales como la prohibición

de adelantar, de aparcar, etc. Esta función influye en la conducción. Por ejemplo, las distancias de "adelantamiento" suelen calcularse en función del tipo de vía y de la velocidad de los vehículos. Sin embargo, si la velocidad real es demasiado alta, hay riesgo de entrar en un círculo vicioso: las distancias de "adelantamiento" largas favorecen la alta velocidad y esto, a su vez, puede alentar a los gestores de la infraestructura a aumentar aún más esas distancias. Por tanto, es importante basar el diseño de la señalización horizontal en el límite de velocidad y no en la velocidad de los vehículos.

- En tercer lugar (y este es el punto más relacionado con la gestión de la velocidad): algunas marcas de señalización horizontal, como "zonas dentadas", las bandas transversales con una distancia muy específica entre ellas, etc., pueden tener un efecto distinto en la percepción de la velocidad (ver abajo). Por supuesto, su uso depende de las normas en vigor de cada país.
- Por último, las marcas viales pueden dar un aviso previo del futuro trazado de la vía.

Se han elaborado numerosos estudios sobre la influencia de las marcas viales.

Denton (1971) investigó la hipótesis según la cual modificando la estructura espacial del entorno vial se deberían poder compensar los mecanismos de adaptación de la velocidad, especialmente al acercarse a situaciones de transición. Para su estudio, utilizó patrones de marcas transversales consistentes en una serie de líneas blancas cuya distancia se iba reduciendo gradual y exponencialmente. Frente a una vía sin marcas, los conductores que encontraron marcas transversales redujeron mucho más su velocidad.

Este tipo de intervención se introdujo después bajo condiciones reales para acercarse a situaciones de conducción en las que los conductores tenían que reducir la velocidad (por ejemplo al acercarse a rotundas, curvas o rampas de salida de autovía) (véase, por ejemplo, Denton, 1973; Helliar-Symons, 1981; Malaterre, 1977; Shinar *et al.*, 1980, Taylor *et al.*, 1995). Este tipo de estudios suelen mostrar que los conductores reducen su velocidad, aunque no está tan clara la duración del efecto (Martens *et al.*, 1997).

Goodley *et al.* (1999) llevó a cabo una investigación más sistemática de distintas marcas viales y sus combinaciones dentro de un programa dedicado a la eficacia de las "Contramedidas perceptivas en el exceso de velocidad" (PCM). Las contramedidas perceptivas se definieron como "manipulaciones del escenario vial presentado al conductor y que pueden influir en su posterior comportamiento". En una serie de estudios con simulador, examinaron que la reducción de velocidad asociada con una muestra representativa de contramedidas perceptivas (utilizando marcas transversales, de línea central o lateral) instaladas en la cercanía de zonas de transición o a lo largo de vías que implican una conducción continua. Por último, los autores demostraron que el estrechamiento de carril perceptivo es eficaz al reducir la velocidad de los conductores a lo largo de vías durante una conducción ininterrumpida.

Bandas sonoras

Las bandas sonoras son una medida de control de la velocidad en la zona fronteriza entre el marcado y la ingeniería vial. El ruido aumenta al conducir o atravesar las bandas. Si se separan a intervalos progresivamente menores, las bandas sonoras pueden dar al conductor la sensación de estar acelerando y, así, le alientan a reducir la velocidad. Sin embargo, deben aplicarse con cautela: no deberían implementarse cerca de zonas habitadas (por el ruido que generan) y, en principio, no deberían utilizarse en vías de 2 carriles, a no ser que estén separados (para evitar efectos negativos).

6.3. Señalización urbana

Dado que la señalización vial actual se inició en las vías rurales y está mejor adaptada a este tipo de vías que a las urbanas, sería imaginable reinventar la señalización de las zonas urbanas para hacerla más coherente con las necesidades y el entorno urbano (Nouvier, 2000). Sin embargo, la realidad obliga a usar lo que está disponible y a prestar atención a los siguientes puntos:

- La colocación de los paneles.
- El papel de determinadas marcas viales (p. ej. para espacios de aparcamiento) que a veces pueden utilizarse en lugar de paneles.
- La existencia de "paneles zonales" que muestran la información que se aplica a toda una zona, y no sólo en un tramo vial. Puede aplicarse, por ejemplo, a las zonas de 30 km/h.

6.4. Señalización: olas verdes y otros usos

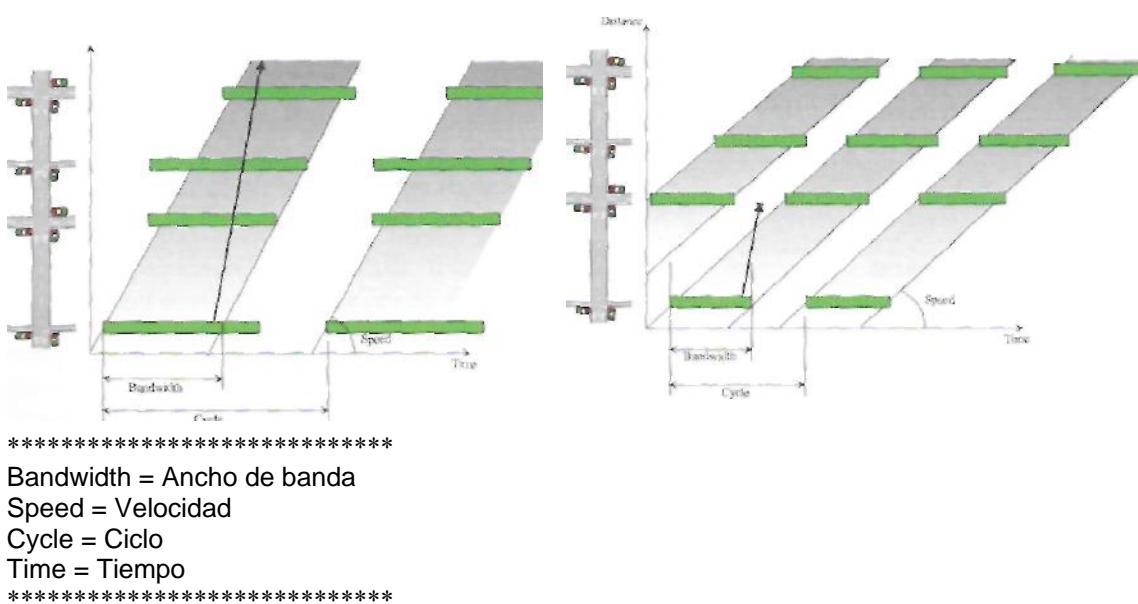
En los entornos viales, los semáforos también pueden utilizarse con fines de gestión de la velocidad.

"Olas verdes" es el término utilizado para describir la estrategia de regulación de la circulación a través de semáforos. Este enfoque se diseña para minimizar el tiempo de viaje y las paradas en vías principales ajustando tres parámetros: tiempo cíclico, tiempos verdes ("ancho de banda") y velocidad de coordinación. Con una ola verde, los operarios pueden mejorar la fluidez de la red sin aumentar el número de vehículos.

Recientemente se ha diseñado un nuevo tipo de ola verde. Es la denominada ola verde de "moderación" que utiliza bajas velocidades de coordinación y anchos de banda reducidos. De esta forma se puede reducir y homogeneizar la velocidad de los vehículos pues, en un escenario de este tipo, los conductores sólo ven enfrente de ellos una o dos luces en color "verde".

La figura 6.4 compara una ola verde normal con una de moderación. Muestra, a la izquierda, el principio de una ola verde normal. El eje horizontal representa el tiempo, con la sucesión de "periodos verdes" y el eje vertical representa la distancia entre los cruces y sus semáforos. A la derecha muestra el principio de una ola verde de moderación: se reduce el ancho de banda y también se reduce la velocidad de coordinación (normalmente de 50 a 40 km/h o incluso menos). Con una ola verde de moderación, los conductores no pueden ir muy por encima de la velocidad programada y normalmente no pueden "alcanzar" la ola siguiente. Las olas verdes de moderación son muy útiles para reducir la velocidad, especialmente en aquellos períodos en los que las velocidades pueden ser altas (por ejemplo, durante la noche).

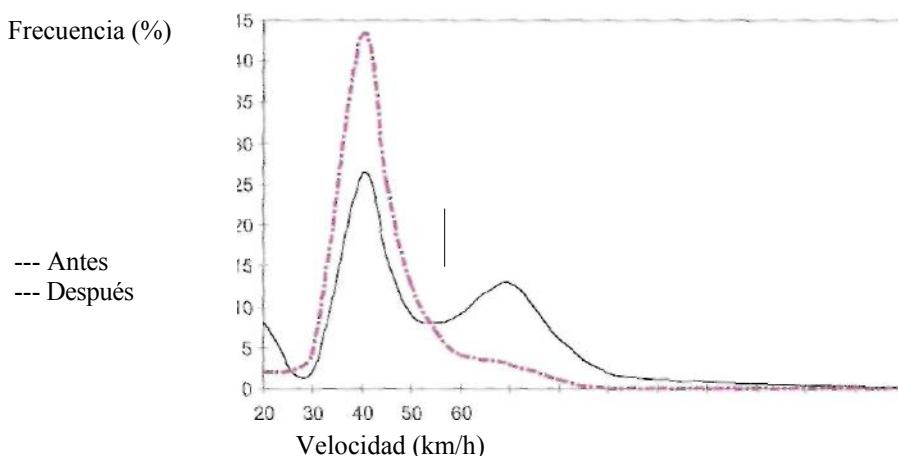
Figura 6.4. El principio de una ola verde de moderación



Los programas experimentales con olas verdes llevados a cabo en ciudades francesas también muestran unos resultados muy prometedores (véase la figura 6.5). Estos experimentos se llevaron a cabo, en su mayoría, con unas condiciones de tráfico fluido (especialmente de noche) y en sistemas de un sentido. Las reducciones de velocidad obtenidas son de entre el 10 y el 20% en las velocidades medias y del 15 al 25% en la velocidad excedida por el 15% de los vehículos (velocidad percentil 85) (Chauvin, 1999). Sin embargo, algunas ciudades también han aplicado el mismo principio en horas punta, sin haber observado ninguna disfunción seria.

Es más fácil implementar las olas verdes de moderación en vías de un sentido. El uso de olas verdes en calles de doble sentido conlleva más dificultades, especialmente para el tráfico que va en dirección cruzada. Además, como con otras olas verdes, algunos conductores pueden sentirse tentados a "coger" una ola verde de moderación conduciendo a una velocidad muy alta. A pesar de estas limitaciones, sin embargo, las olas verdes de moderación constituyen una solución excelente a los problemas de circulación y de gestión de la velocidad en zonas de alta concentración urbana.

Figura 6.5. Cambio en la distribución de la velocidad antes y después de la implementación de una ola verde de moderación en Rennes (Francia)



Fuente: CETE, Centro de Normandía (Francia)

En lo relativo a las alertas por contaminación y restricciones en la circulación, debería señalarse que las estrategias de coordinación en materia de moderación pueden contribuir a limitar el nivel de contaminación y a pacificar el tráfico, lo que a su vez tiene un impacto positivo en la seguridad vial.

6.5. Otras herramientas relacionadas con las señales para comunicarse con los conductores

"Olas rojas"

En una aplicación alternativa del principio de ola verde, podría aplicarse la programación inversa de los semáforos para conseguir así que los conductores se encuentren con una luz roja en todos los cruces. Esto desalentaría a los conductores a conducir por esas vías, practicando una especie de "anti-coordinación" con largos períodos "rojos" y muchas paradas.

Esta "anti-coordinación" no debería considerarse como una solución a largo plazo de los problemas locales. Los semáforos son, de hecho, dispositivos de gestión del tráfico y de la seguridad y es cada vez más difícil conseguir que los conductores los respeten. Por tanto, es importante que mantengan su credibilidad.

Semáforos "españoles"

Varios países, entre ellos España y Portugal, utilizan los semáforos para "penalizar" a los conductores que van demasiado rápido. El sistema detecta los vehículos que se acercan demasiado rápido a una determinada ubicación (normalmente la entrada a una población) y los semáforos se ponen rojos para que el vehículo se detenga. Los semáforos suelen colocarse en un cruce o cerca de un paso de peatones. Pueden colocarse señales informativas antes de los semáforos.

Este tipo de sistemas está muy extendido en algunos países, pues constituyen una propuesta muy sencilla al problema del exceso de velocidad a la entrada de las zonas urbanas. Sin embargo también tienen muchas desventajas. Por ejemplo:

- Si los semáforos están situados en un cruce, o en un paso de peatones, es más probable que un vehículo que se acerque demasiado rápido no pueda detenerse, surgiendo así el riesgo de colisión con otro vehículo o de atropello de peatones. La ubicación del sensor de velocidad, por tanto, debe seleccionarse con sumo cuidado.
- Si el semáforo está aislado, puede cuestionarse su credibilidad. En tal caso, podría considerarse estos semáforos como perjudiciales para la seguridad vial en general (aunque estén pensados para mejorar la seguridad de una ubicación dada).

A partir del grado de conocimiento actual, estos sistemas son muy controvertidos y deberían utilizarse con mucho cuidado. Hay, sin embargo, una variante (véase la siguiente sección) que parece ofrecer mejores perspectivas.

Una posible alternativa

Hay otras opciones al concepto de los semáforos mencionado arriba. Por ejemplo, a la entrada de una población puede ponerse un semáforo en rojo por defecto. Este semáforo sólo se pondrá en verde cuando los vehículos que se aproximen a él respeten el límite de velocidad local. Si no es así, los conductores deberán detenerse durante un determinado tiempo. Esta medida puede aplicarse en lugares con poco tráfico.

Este sistema alternativo se utiliza en algunos países y constituye una clara mejora del sistema antes mencionado. También exige, sin embargo, una implementación muy cuidada.

Atención a la velocidad real de los vehículos que se acercan a los semáforos

En algunos países, cuando se detecta un coche que se acerca demasiado rápido a un semáforo (aumentando el riesgo de que el conductor infrinja la luz roja y pueda causar un accidente) se puede cambiar el funcionamiento del semáforo:

- Aumentando el tiempo "verde", opción nada recomendable pues tiene un efecto nocivo al alentar al conductor a ir más rápido;
- Aumentando el "rojo de despeje" que aplaza el verde de los demás vehículos para su protección.

Sistemas como estos (que ofrecen un periodo verde para el paso de autobuses, tranvías o vehículos de emergencia) pueden mejorar la seguridad y reducir las emisiones de esos vehículos, pero no tienen un objetivo concreto relativo a la velocidad del tráfico general.

6.6. Otros medios de comunicación

Otra opción para comunicar información específica a los conductores es a través de los medios de comunicación. Esta alternativa se utiliza en algunos países (en Francia, por ejemplo) en caso de un pico de contaminación inesperado. En teoría, este tipo de información sobre velocidades máximas difundida

por los medios puede tener validez legal e imponerse a la señalización vial. Aunque en la práctica es difícil imponerlo, ha habido algunos resultados muy positivos, por ejemplo en Grenoble.

Además, es interesante destacar una reciente iniciativa francesa por la que los usuarios pueden comunicarse directamente con el Ministro francés de transporte a través de un sitio Web (dirección: www.ditesleauministre.com - "díselo al ministro") para alertar a los servicios ministeriales de fallos en la señalización y, especialmente, de ubicaciones en las que los límites de velocidad no parecen ser los adecuados. El éxito de un programa como éste exige un buen sistema de seguimiento para dar forma y mantener un diálogo real con la opinión popular.

Puede darse al conductor información *in situ* a través de un mensaje variable. Por ejemplo, si un conductor llega demasiado rápido a una curva peligrosa, una señal de mensaje variable puede mostrar el límite de velocidad en el lugar, a ser posible alternándose con una señal de "curva".

Normalmente, este tipo de mensaje no diferencia entre distintas categorías de vehículos. Sin embargo, en algunos países como Canadá pueden mostrarse mensajes especiales para camiones, sobre todo en curvas cerradas, ya que los sistemas pueden reconocer a los vehículos.

Algunos países miden la velocidad real de los vehículos y muestran un mensaje en distintas señales de mensaje variable (la velocidad en sí o un mensaje del tipo "demasiado rápido"). Este tipo de sistemas pueden, sin embargo, inducir un efecto nocivo, por ejemplo si algunos usuarios intentan "batir récords" al saber que no hay medidas punitivas asociadas a esos sistemas informativos. Sin embargo, este efecto es limitado si el mensaje sólo indica "demasiado rápido" y no la velocidad real de los que exceden el límite. La figura 6.6 muestra una señal con la velocidad de los vehículos en tiempo real.

Un sistema cada vez más extendido calcula la velocidad media de los vehículos durante varios kilómetros de autovía y, después de leer automáticamente las matrículas, muestra los detalles de matrícula de los vehículos con exceso de velocidad en señales de mensaje variable (con el mensaje: "demasiado rápido", si es el caso) (Schwab, 2005). Este tipo de sistemas también puede utilizarse como medio de imposición automatizado, tal y como se hace en Holanda. Hay otros sistemas parecidos de tipo móvil y que pueden utilizarse, por ejemplo, para medir velocidades en zonas con obras. Estos sistemas muestran las matrículas de los vehículos que condujeron demasiado rápido en dichas zonas.

Figura 6.6. Señal de mensaje variable que muestra el límite de velocidad y la velocidad de los vehículos

(Estados Unidos)



Fuente: CERTU

Por último, merece la pena señalar que es posible, desde un punto de vista técnico, mostrar la información suministrada por señales externas a bordo del vehículo. Un sistema de este tipo está siendo puesto a prueba en una pequeña zona de Alemania donde los límites de velocidad, las prohibiciones de adelantamiento y otro tipo de mensajes se muestran en el salpicadero.

6.7. Otros aspectos

El caso de los túneles

En los túneles, el cumplimiento de los límites de velocidad y de las distancias mínimas entre vehículos son elementos básicos de seguridad. Para garantizar su cumplimiento, podría darse forma a un sistema obligatorio (por ejemplo, limitar el número de vehículos en una determinada sección de la vía) o, alternativamente, a un sistema exclusivamente informativo. Consulte también el capítulo 10 sobre nuevas tecnologías.

Pendientes muy pronunciadas

Debería prestarse especial atención a este punto para evitar la velocidad excesiva de los camiones en este tipo de circunstancias. Podrían instalarse señales informativas especiales para recomendar una reducción de marcha o el freno motor (véase la figura 6.7). En algunos casos, también deberían utilizarse señales de mensaje variable.

Figura 6.7. Señales para camiones antes de una pendiente (República Checa)



Fuente: CDV

El papel de los medios de comunicación

Los medios de comunicación tienen un papel muy importante en la difusión y conocimiento de las señales. Trabajando en estrecha cooperación con los medios de comunicación, las autoridades viales pueden reforzar la importancia de la señalización a la hora de conseguir unos resultados en términos medioambientales y de seguridad vial, y a la hora de mejorar la comprensión pública de las señales. Cuando se introducen nuevas señales importantes deberían ser "promovidas" de forma adecuada. Asimismo, las campañas sobre las ventajas de las señales variables, por ejemplo, y sobre el uso de señales, podrían tener unos efectos muy positivos.

6.8. Consideraciones en materia de política

En muchos países, las señales y los sistemas de señalización se diseñan de acuerdo a los estándares definidos en la Convención de Viena. Las directrices nacionales relativas a su implementación e instalación general pretenden garantizar la fácil comprensión y eficacia de esos sistemas en distintos escenarios. La experiencia ha mostrado que aún pueden hacerse notables progresos en la instalación y eficacia de la señalización. Para garantizar su mejora, es muy recomendable realizar inspecciones periódicas, diurnas y nocturnas, por parte de conductores profesionales que no conozcan bien la vía.

La señalización variable ofrece nuevas perspectivas y posibilidades (especialmente, la regulación del tráfico en autovías) en el campo de la limitación de la velocidad. Las señales variables pueden comunicar mensajes adaptados a las condiciones imperantes de una vía y, por tanto, son más creíbles que las señales fijas. Sin embargo, son también mucho más caras y deben organizarse y gestionarse con eficacia. No obstante, no es descabellado pensar que algún día las señales fijas se hayan quedado "obsoletas".

La señalización horizontal es un factor muy importante en las decisiones de los conductores, también en materia de velocidad. Las marcas en la carretera guían e informan a los conductores y pueden tener un impacto directo (por ejemplo, en el caso de las bandas transversales).

También pueden utilizarse semáforos para gestionar la velocidad. Sin embargo, su uso debe estudiarse con sumo cuidado. Asimismo, este despliegue debería supervisarse regularmente ya que, en determinadas circunstancias, puede resultar peligroso.

Hablando en términos más generales, la eficacia de la señalización no puede evaluarse exclusivamente a nivel de ubicación. Hay que hacer una reflexión más amplia, que tome en consideración los efectos a nivel de zona y de sistema. La mejora de la consistencia y la credibilidad general son objetivos fundamentales en este contexto más amplio.

Por último, es importante que los medios de comunicación reconozcan la importancia de la señalización y le brinden apoyo.

Cuando aparezcan nuevas señales en la lista de paneles utilizados en un país, los medios de comunicación deberían ayudar a difundir la información.

REFERENCIAS

- Aron, M., M. Marchi y J. Nouvier (2001), *La télématic au service de la maîtrise des vitesses*. RGRA.
- Chauvin, J.M., P. Aubrée y J.F. Bedaux (1999), *Repenser la régulation du trafic : l'onde verte modérant*. Revue Générale des Routes (RGRA), junio 1999.
- Denton, G.G. (1973), *The influence of visual pattern on perceived speed at Newbridge M8 Midlothian*. TRRL Report LR 531, TRL, Crowthorne.
- Direction des Journaux officiels, *Instruction Interministérielle sur la Signalisation Routière. (8 parties.)* Direction des Journaux officiels, Francia.
- Godley, S., B. Fildes, T. Triggs y L. Brown, (1999), *Perceptual countermeasures: experimental research*. ATSB, Road Safety Research Report, CR182.
- Helliar-Symons, R.D. (1981), "Yellow bar experiment carriageway markings", *Accident study*, TRRL LR 1010.
- Malaterre, G. (1977), *Régulation de vitesse à l'approche de points singuliers dangereux*. Rapport ONSER.
- Naciones Unidas, Comisión Económica de Europa (1968), *Conventions on Road Traffic Rules and on Road Signs and Signals*, UN ECE, Comité de transporte interno.
- Naciones Unidas, Comisión Económica de Europa (2004), *Proposals for amendments to the Vienna Convention on Road Traffic*, UN ECE, Comité de transporte interno, TRANSPORT/WP1/10003/1/REV4.
- Nouvier, J. (2000), *VMS: some possibilities of use in urban areas*. Congreso mundial ITS de Toronto.
- Nouvier, J. (2001), *Transport intelligent*, CD ROM (en inglés y francés), Folleto (en francés, inglés, alemán, español y portugués). CERTU, Lyon, Francia.
- PIARC. *ITS Handbook*, 2^a edición. PIARC, París.
- SETRA (1994), *Panneaux de signalisation à Messages Variables*, Guide technique, rédigé sous la direction de Jacques Nouvier, SETRA, Francia.
- SETRA-CERTU (1990), *Sécurité des routes et des rues (SRR)*, SETRA-CERTU.
- Schwab, N. (2005), *Experiment of "speed management" on the A7 motorway in France*, Autoroutes du Sud de la France, Le Pontet.

CAPÍTULO 7.

INFLUENCIA DE LAS TECNOLOGÍAS ACTUALES EN LA VELOCIDAD

Este capítulo estudia sistemas de gestión de la velocidad de serie o disponibles de forma opcional en los vehículos actuales. Pueden considerarse convencionales porque, en contraste a los sistemas de transporte inteligentes (STI), no implican ningún intercambio de información con otros vehículos, infraestructuras o redes de comunicación.

El capítulo explica el impacto de las distintas características del vehículo que influyen en la velocidad, como el motor y el velocímetro. Revisa las tecnologías actuales que ayudan al conductor a elegir la velocidad adecuada, entre ellas, limitadores de velocidad, control de crucero convencional, control de crucero adaptativo y sistemas de control de la velocidad. Por último, incluye unas reflexiones para los encargados de la toma de decisiones.

El capítulo 10 se dedicará al estudio de los sistemas de gestión de la velocidad inteligente.

En los últimos 50 años, ha habido un gran avance en la industria automovilística. El desarrollo ha sido espectacular en lo referente a tecnologías dedicadas a mejorar la seguridad pasiva de los vehículos. En concreto, estas tecnologías han hecho posible una mejora en la protección de los ocupantes del vehículo en caso de colisión. Al mismo tiempo, ha aumentado también velocidad máxima media y el rendimiento de la aceleración de los vehículos de pasajeros y se ha manifestado una clara tendencia hacia el aumento del rendimiento entre los vehículos deportivos utilitarios (SUV) y los camiones ligeros. Se han desarrollado tecnologías con un impacto directo o indirecto en la velocidad y en el comportamiento de los usuarios de la vía.

7.1. La influencia de las características del vehículo en la velocidad y seguridad

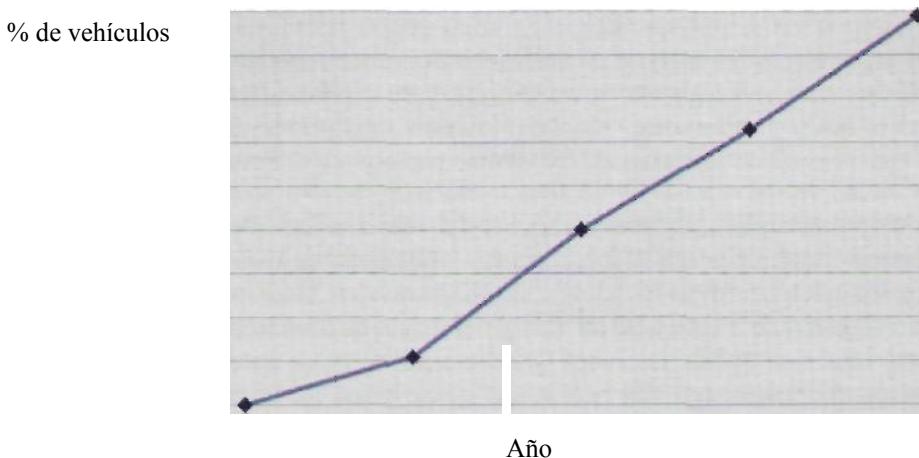
Velocidad máxima y potencia del motor

En ausencia de un sistema de gestión de la velocidad, la velocidad máxima de un vehículo viene dictada, principalmente, por la potencia del motor y por la resistencia al aire y a la rodadura. A la hora de definir la potencia máxima para un determinado vehículo de pasajeros, por ejemplo, el fabricante debe tener en cuenta requisitos operativos (como la aceleración o el mantenimiento de la velocidad en los ascensos y vientos frontales con pasajeros, carga y arrastrando un remolque). En tales circunstancias (y sus posibles combinaciones), el conductor puede necesitar una potencia máxima que conseguirá a través del acelerador. Por contraste, se necesita una potencia relativamente baja para mantener las velocidades legales o para viajar por una carretera llana y sin viento, normalmente unos 20 kW (25 caballos) a 100 km/h. De esta forma, en los vehículos de pasajeros, la potencia adicional disponible puede acelerar el vehículo hasta alcanzar unas velocidades muy por encima de los límites vigentes en los países con límites de velocidad. La misma conclusión puede extraerse para los vehículos deportivos utilitarios, para los camiones ligeros (especialmente en EE.UU.) y para las motocicletas. Sin embargo, limitar la potencia de los vehículos no resolvería el problema del exceso de velocidad, especialmente en las zonas urbanas, donde los vehículos seguirían pudiendo exceder los límites vigentes aun teniendo reducida la potencia del motor.

Frecuentemente, distintos grupos de presión han exigido a las autoridades en materia de transporte una restricción de la velocidad máxima, de la potencia del motor o de la relación potencia-peso para reducir el número de víctimas mortales y heridos en los choques, así como el consumo energético y el ruido generado por el tráfico. Sin embargo, históricamente las velocidades máximas de los turismos no han estado reguladas debido a la ausencia de demanda popular y de incentivos políticos. El rendimiento es uno de los principales reclamos de venta y en los anuncios automovilísticos se suele exaltar la velocidad (Shin *et al.*, 2005). Las velocidades máximas de los coches de pasajeros, camiones ligeros, vehículos deportivos utilitarios y ciclomotores han aumentado muchísimo en los últimos 30 años. En Alemania, donde la velocidad no está restringida en determinadas zonas de la red de autovías, los fabricantes de vehículos mantuvieron durante años un acuerdo informal de no producir velocidades máximas que superaran los 250 km/h. Sin embargo, un informe reciente (just-auto.com, 12 de julio de 2005), indica que los fabricantes desoyen este acuerdo para satisfacer las demandas de los clientes.

La mayoría de los vehículos de pasajeros vendidos en 2005 pueden alcanzar unas velocidades que superan, ostensiblemente, los límites de velocidad normativos de los países en los que se conducen. Esto es, precisamente, lo que ilustra la figura 7.1.

Figura 7.1. Porcentaje de vehículos vendidos en Francia y que pueden viajar a más de 150 km/h



Fuente: Nouvier y LAB

A día de hoy, en casi todos los países hay restricciones de velocidad que requieren limitaciones del motor para dos categorías de vehículos: camiones y ciclomotores. La opinión pública se ha mostrado más dispuesta a aceptar restricciones de velocidad rudimentarias en ciclomotores y motocicletas ante el elevado riesgo que corren sus conductores de sufrir daños en el caso de una colisión, sobre todo los conductores con menos experiencia.

En muchos países es una práctica común limitar la potencia del motor de los ciclomotores y motocicletas pequeñas y permitir a los conductores llevar vehículos más potentes cuando han adquirido práctica con este tipo de vehículos, más sencillos de manejar y con velocidades más bajas. Por ejemplo, los conductores noveles de Gran Bretaña y del Estado de Victoria (Australia) tienen restringido el uso de motocicletas con una potencia mayor a los 125 cc y 260 cc respectivamente. Las evaluaciones hechas sobre este tipo de normativas han mostrado distintos resultados:

- En Victoria, el número de heridos por motorista en el año posterior a la obtención del permiso de conducir disminuyó en torno a un 33%, frente a un aumento del 8% para los motoristas experimentados (Troup *et al.*, 1984).
- La experiencia británica no mostró tanto éxito. El número total de accidentes con heridos en los que se vieron envueltos conductores noveles no disminuyó, tan sólo cambió el tipo de vehículo implicado en el accidente. Durante el mismo periodo, los accidentes con heridos protagonizados por motoristas experimentados se redujo en un 10%.

Una revisión de 13 estimaciones de la relación entre capacidad del motor de las motocicletas y tasas de accidentes (Elvik y Vaa, 2004), reveló una notable variación, y concluyó que apenas se gana en seguridad ya sea prohibiendo la presencia de motocicletas con motores grandes o por medio de leyes más estrictas. El estudio mejor controlado (Ingebrigtsen, 1989) mostró un aumento de tan sólo el 5% en la tasa de accidentes para motocicletas con motores de más de 825 cc frente a aquellas con motores de 425 cc.

Estudios elaborados en Noruega y Alemania (Fosser *et al.*, 1992; Löffelholz *et al.*, 1997, citado por Elvik y Vaa, 2004) han mostrado que los ciclomotores con motores modificados ilegalmente para generar más potencia de la permitida presentaban una tasa de accidentes de entre 1,48 y 2,8 veces la de los ciclomotores sin modificaciones. La simple modificación de los estranguladores de admisión de aire de los motores es un ejemplo de causa del riesgo. Por tanto, es importante que haya unos esfuerzos claros contra este tipo de modificaciones.

Con relación a los coches de pasajeros, un análisis de las colisiones en Francia ha mostrado que los conductores varones menores de 30 años y con vehículos con relaciones potencia-peso elevadas, se ven envueltos en colisiones más graves que los conductores varones jóvenes de vehículos de baja potencia.

Sin embargo, el porcentaje de mujeres o de conductores varones por encima de los treinta años se ve mucho menos afectado por el rendimiento del vehículo (Fontaine, 1994).

En comparación con los coches de pasajeros, los vehículos comerciales pesados suelen ser más potentes, pero sus capacidades de aceleración y velocidad son mucho menores debido, fundamentalmente, a su mayor peso y al mayor tamaño de las áreas frontales (mayor resistencia aerodinámica). En las autovías, la presencia de un elevado porcentaje de camiones pesados con velocidad limitada (con velocímetros) por debajo de la velocidad general deseada por el resto de conductores, puede ralentizar el tráfico. En los últimos años una nueva tendencia hacia motores más potentes en los vehículos ha permitido una mayor aceleración (aunque por debajo de la de los coches) y ha reducido el efecto negativo del terreno montañoso en las velocidades medias.

Influencia del diseño de los vehículos

Estudios de simulación (Rudin-Brown, 2004; Rudin-Brown y McCurdie, 2004; Lee, 1995) y la evidencia experimental sugieren que los conductores de vehículos deportivos utilitarios, furgonetas y camionetas tienen menos capacidad para calcular la velocidad con precisión porque se sientan a una altura superior a la de los conductores de coches de pasajeros. La explicación está en el movimiento visual: la velocidad angular de los puntos del margen externo de la fijación de los ojos del conductor se reduce cuando la altura del ojo aumenta respecto al suelo. Lo preocupante es que aunque tres cuartas partes de los sujetos notaron la diferencia en la altura del ojo producida por la visión simulada, sólo un tercio creía que conducía más rápido al subir dicha altura. Algunos incluso pensaban que conducían más despacio. Esta percepción puede hacer que los conductores de los vehículos deportivos utilitarios y de camiones ligeros conduzcan demasiado rápido en determinadas condiciones, agravando así la alta propensión al vuelco de sus vehículos frente a la de los coches de pasajeros (Rudin-Brown, 2004).

En resumen, todos estos datos sugieren la posibilidad de gestionar la velocidad y la seguridad controlando las características de rendimiento del vehículo, especialmente la potencia del motor y la relación peso-potencia, en circunstancias seleccionadas cuidadosamente.

7.2. Tipos de sistemas de gestión de velocidad

Las siguientes secciones presentan distintos sistemas basados en el vehículo en un orden cronológico de desarrollo aproximado que se equipara con una dependencia decreciente en el control del conductor y con un aumento de la complejidad.

7.2.1. Velocímetro

La incapacidad de los seres humanos para estimar con precisión la velocidad se tradujo en la introducción del velocímetro en la primera década del siglo XX. El velocímetro es esencial para que el conductor mantenga una velocidad deseada, especialmente para cumplir con los límites de velocidad.

Velocímetros analógicos y digitales

Los velocímetros suelen ser objeto de normativas de aprobación regionales o nacionales (por ejemplo, Comisión Europea, 1975). Muchas de estas normativas incorporan una regulación internacional (NU/ECE, 2003). En Estados Unidos y Canadá, las leyes de tráfico en autopistas provinciales y estatales exigen el uso de velocímetros en todos los vehículos que circulen por las vías públicas. Las normativas suelen especificar que el velocímetro nunca debe indicar un valor por debajo de la velocidad real, ofreciendo así un margen de error en aras de la seguridad. El error instrumental máximo permitido va del 6% (SAE, 1983) al 10% (NU/ECE, 2003). El margen de velocidad indicado suele superar la velocidad máxima del vehículo (véase la figura 7.2). En los velocímetros analógicos (aguja giratoria) típicos, con unas indicaciones muy altas de velocidad máxima (como en los coches y motocicletas de alto rendimiento), la escasa distancia entre las marcas del disco no deja claros los cambios en la velocidad.

Normalmente, las velocidades constantes pueden leerse de forma más rápida y precisa en las pantallas digitales, pero los punteros de las pantallas analógicas son mejores para presentar los cambios en la velocidad, típicos de la circulación. Frente a las pantallas digitales, las analógicas tienen una ventaja, menor pero consistente, a la hora de mantener una velocidad fija, a la hora de detectar acontecimientos en la vía, en el número de miradas necesarias y en el tiempo acumulativo dedicado a comprobar la velocidad (Kiefer y Angell, 1993). Las pantallas analógicas podrían mejorarse indicando con claridad los límites de velocidad más habituales (especialmente los límites urbanos). En teoría podrían diseñarse de forma que las velocidades de conducción más frecuentes (30-90 km/h) fueran las más visibles. Además, los velocímetros no deberían mostrar velocidades muy por encima de la velocidad máxima real del vehículo. La mayoría de los velocímetros actuales tienen el mismo espacio para indicar velocidades entre 0 y 120 km/h y velocidades entre 120 y más de 220 km/h. Uno puede preguntarse si esto sirve para dar un mensaje adecuado a los conductores (véase la figura 7.2). Algunos fabricantes utilizan una escala variable, esto es, una escala mayor para las velocidades más bajas (véase la figura 7.3), dando mayor visibilidad a las velocidades más frecuentes.

Figura 7.2. Velocímetros analógicos típicos



Fuente: www.321auto.com

Figura 7.3. Velocímetro con escala variable



Fuente: Derechos reservados.

Figura 7.4. Velocímetro digital



Source: www.dnaspeedometers.com

Fuente: www.dnaspeedometers.com

Figura 7.5. HUD



Source: www.uk.news.dupont.com

Fuente: www.uk.news.dupont.com

Los velocímetros digitales ofrecen varias ventajas: son más legibles y más "neutrales" (no se ve la alta velocidad). Pero también tienen claras desventajas, como la inercia (para evitar que la velocidad mostrada cambie todo el tiempo).

Sistemas de proyección de información en la pantalla del parabrisas

En los últimos años, se han introducido en distintos vehículos de pasajeros sistemas de proyección de información e imagen en la pantalla del parabrisas, son los denominados *head-up displays* (HUD) o pantallas de visualización frontal. Los HUD para automóvil proyectan la velocidad y otro tipo de información sobre el parabrisas, donde se sobreimpresa en la visión que el conductor tiene de la calzada (véase la figura 7.5). Muestran funciones seleccionadas que pueden desactivarse. Los estudios llevados a

cabo hasta la fecha no son suficientes para evaluar adecuadamente las ventajas operativas o los riesgos relacionados con la velocidad asociados a este tipo de pantalla. Todavía no se han tratado lo suficiente dos áreas: la distancia óptima a la que las imágenes deberían centrarse y el efecto de dichas imágenes en la atención visual prestada a los objetos externos (Tufano, 1997). Aun así, este tipo de tecnología se está desarrollando rápidamente y las versiones más recientes han mejorado notablemente. Debería continuarse la investigación y evaluación del papel que jugará en la selección de la velocidad por parte de los conductores.

Ubicación del velocímetro

En algunos vehículos, los velocímetros ocupan una posición central, en lugar de estar colocados directamente enfrente del conductor. Es interesante plantearse si un velocímetro central podría hacer que los pasajeros tuvieran más influencia en la selección de la velocidad. Aunque se han llevado a cabo investigaciones sobre el efecto de los pasajeros en la velocidad, no hemos podido dar con ningún estudio dedicado a sus interacciones con la pantalla del velocímetro.

7.2.2. Limitadores del régimen del motor

Los limitadores del régimen del motor operan, indirectamente, limitando la velocidad en carretera. La velocidad vial máxima alcanzable por un vehículo equipado con un limitador del régimen del motor corresponde con la tasa máxima o "regulada" de rotación del eje de salida del motor. Los reguladores se desarrollaron para impedir un fallo del motor por un desgaste mecánico extremo resultante, por ejemplo, del descenso de una pendiente o por el exceso de velocidad intencionado. Todos los motores diesel actuales están equipados con limitadores de velocidad, así como la mayoría de los motores de gasolina. Como los limitadores electrónicos han sustituido a los mecánicos, la capacidad de velocidad máxima puede modificarse reemplazando o reprogramando un microchip sin necesidad de recurrir a una modificación mecánica del motor. Este desarrollo ha permitido ajustar la velocidad vial máxima en fábrica o en el propio concesionario, una práctica común en los vehículos comerciales de EE.UU. y en los vehículos de pasajeros vendidos a las agencias de alquiler. No ocurre lo mismo con los compradores privados.

7.2.3 Limitadores de velocidad en carretera para camiones y autocares

El exceso de velocidad de los vehículos comerciales ha aumentado recientemente en los países miembros. Esto se debe, en parte, al hecho de que los camiones están equipados con motores más potentes para manejar cargas más pesadas y para mantener los tiempos de ruta. La exigencia de la industria de mantener la "puntualidad" en las entregas aumenta también la presión sufrida por las empresas de transportes para aumentar la velocidad de viaje de sus camiones y poder compensar así retrasos potenciales. Las autoridades de transporte europeas y australianas han respondido al exceso de velocidad resultante legislando el uso de los limitadores de velocidad vial. Este tipo de limitadores (los denominados RSL) actúan de forma independiente al regulador del motor, aunque las dos funciones están cada vez más integradas en los denominados ordenadores de "tren de potencia".

Una directiva de la CE (92/24/ECE) exige la presencia de RSL en camiones y autobuses que superan las 12 toneladas a partir del 1 de enero de 1988, los límites especificados son de 90 y 100 km/h respectivamente. Desde entonces la directiva se ha ampliado a los vehículos comerciales por encima de las 3,5 toneladas y vehículos de pasajeros de más de nueve asientos (ECE 2004/11). La investigación dedicada a esta normativa mostró efectos muy positivos en las emisiones de gases contaminantes y en el consumo de combustible a través de la prevención del exceso de velocidad.

La Directiva de la CE exige que los RSL sean resistentes a cualquier tipo de manipulación y que no puedan ajustarse mientras el vehículo está en movimiento. Sin embargo, la modificación ilegal de los mismos para permitir velocidades más altas sigue siendo un problema.

Los RSL ajustados a 100 km/h son obligatorios en Australia desde 1991. La normativa permite una tolerancia de 5 km/h por variaciones técnicas. El límite efectivo, por tanto, es de 105 km/h. El uso de

estos limitadores puede tener, además, algunos efectos secundarios. En algunos casos, los resultados de las mediciones de la circulación en vías principales para camiones mostraron que la capacidad de la vía (vehículos por hora) podían deteriorarse con el tiempo al aumentar la proporción de los camiones con velocidad limitada. Los RSL aumentan el tiempo necesario para que los vehículos equipados con ellos adelanten a otros vehículos. El adelantamiento de los camiones con velocidad limitada por parte de otros vehículos tiende a aumentar en las vías de 2 carriles, lo que podría aumentar las colisiones con presencia de camiones (Tan, 1995).

Las empresas de transporte suelen preferir el uso de RSL por sus efectos positivos en el consumo de combustible. Sin embargo, no resultan útiles para reducir el exceso de velocidad en vías con límites de velocidad por debajo de los ajustes del limitador y tampoco impiden la aceleración por rodamiento en las pendientes. En algunos casos, los conductores de camiones pueden sentirse tentados a alcanzar siempre la velocidad máxima fijada por los limitadores. Además, el adelantamiento entre dos vehículos pesados puede llevar mucho tiempo.

Sin embargo, en general, los RSL han ayudado notablemente a reducir los accidentes con presencia de camiones. En muchos países los limitadores de velocidad no se utilizan y debería plantearse el uso obligatorio en camiones y autocares de los mismos.

7.2.4 *Control de crucero convencional*

El control de la velocidad de crucero convencional (CCC) se introdujo en los automóviles fabricados en cadena hace más de 50 años. El CCC responde a los cambios en la velocidad causados por el viento, la resistencia a la rodadura o el nivel de pendiente ajustando continuamente el suministro de combustible para mantener la velocidad definida. El conductor activa el sistema de forma manual cuando el vehículo alcanza la velocidad deseada. El sistema mantiene la velocidad ajustada sin que el conductor tenga que hacer nada más hasta que vuelve a desactivarse de forma manual o usando los frenos. El CCC reduce el esfuerzo del conductor, exigiéndole menos concentración para supervisar la velocidad y mantenerla dentro de los márgenes deseados.

El control de la velocidad de crucero no es obligatorio en ningún país. Sin embargo, sus características de rendimiento están especificadas en los estándares técnicos (por ejemplo, SAE, 1998).

El CCC ha tenido una evolución distinta en Europa y Norteamérica por la diferencia en los comportamientos y en el diseño de la red vial (por ejemplo, la red de autovías tiene un porcentaje mucho mayor del tráfico total en Norteamérica que en Europa).

7.2.5 *Control de Crucero Adaptativo*

El control de la velocidad de crucero adaptativo (ACC) es una mejora de los sistemas de control de crucero convencionales que permite a los vehículos equipados con él seguir a un vehículo delantero a un tiempo o distancia predefinidos (véanse los principios del ACC en la figura 7.6) controlando el motor, el tren de potencia y los frenos (SAE, 2003). El conductor elige la velocidad de crucero al igual que en el control convencional, pero también puede ajustar la distancia o separación temporal (normalmente entre 1 y 3 segundos).

El ACC utiliza sensores láser o radar para detectar y rastrear los vehículos que van por delante en la vía. Si se detecta un vehículo más lento en el carril de circulación, el ACC reduce el suministro de combustible del motor y, si es necesario, aplica los frenos hasta que la velocidad coincide con la del vehículo o hasta que se alcanza un nivel máximo establecido. Como ocurre con el control de crucero convencional, el conductor puede desactivar el ACC accionando los frenos o desactivando el sistema.

El ACC ha sido objeto de un intenso estudio científico. El modelado matemático sugiere que, con un despliegue adecuado, el ACC puede reducir las variaciones de velocidad en la circulación. Se ha demostrado que la presencia de velocidades más uniformes reduce el riesgo de colisión. Los análisis de

datos de colisiones también sugieren que el ACC podría ser una buena medida en el 7,5% de las colisiones (5% de las colisiones mortales, 4,4% de las colisiones con heridos y 8% de las colisiones con daños exclusivamente materiales) (Chira-Chavala y Yoo, 1994). Sin embargo, la investigación también sugiere que los conductores pueden acabar siendo dependientes del ACC cuando se acostumbran a su uso, aumentando así el riesgo de choque (Rudin-Brown y Parker, 2004).

Figura 7.6. Principios del ACC



Fuente: www.motorsportcenter.com

Se espera que la penetración del ACC en el mercado aumente rápidamente en los próximos diez años, sustituyendo al control de crucero convencional. El ACC, combinado con los sistemas de alerta, mitigación y evitación de las colisiones está disponible ya en vehículos de gama alta. Los sistemas ACC *stop and go* ("frenar y en marcha"), que permiten controlar la velocidad del tráfico lento (entre 0 y 49 km/h) se introdujeron en algunos vehículos prototípico en el año 2006.

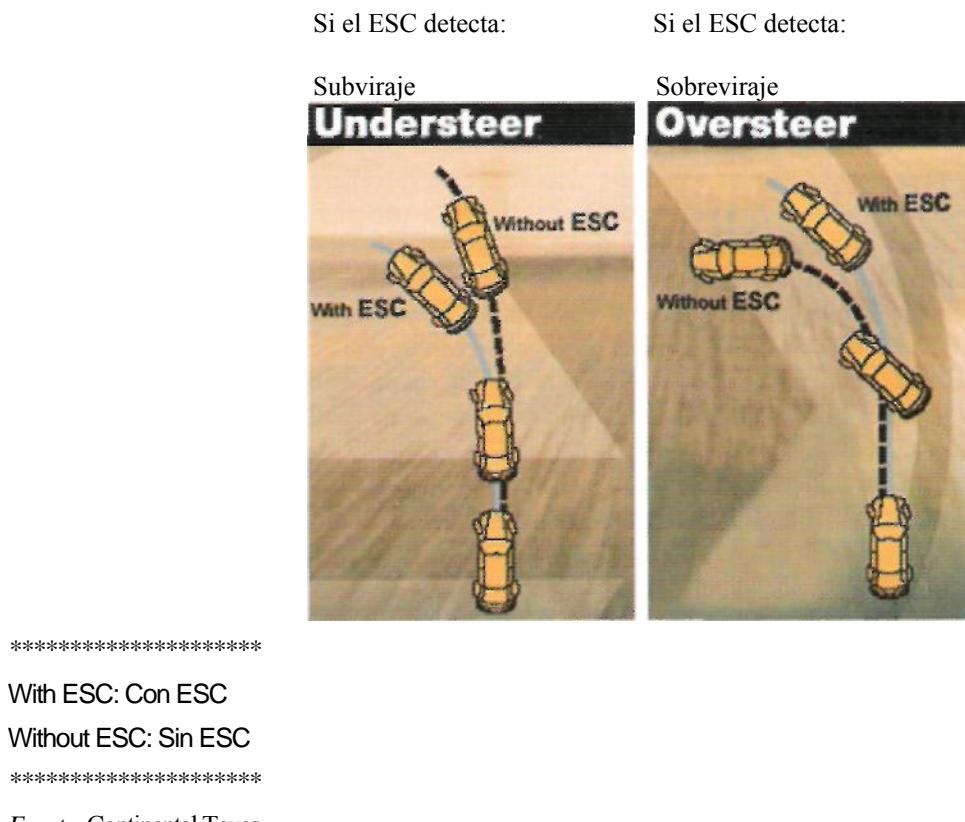
El ACC es un sistema de gestión de la velocidad que se presenta como un precursor esencial de un sistema de seguridad más amplio que integre control de distancia entre vehículos y funciones de evitación, mitigación y alerta de colisiones.

7.2.6 Sistemas de control electrónico de la estabilidad

El Control de estabilidad electrónico (ESC, también denominado ESP o "Programas de estabilidad electrónicos") utiliza sensores para medir la velocidad de cada rueda, el ángulo del volante, la tasa de derrape (la tasa a la que cambia la dirección) y la aceleración lateral. Cuando el sistema detecta que el movimiento real del vehículo es diferente a la ruta deseada por el conductor (medida por el sensor del volante), aplica automáticamente los frenos y/o reduce la potencia del motor sobre cada rueda para devolver el control del vehículo al conductor. Ayuda a los conductores a mantener el control del vehículo evitando un subviraje excesivo y el sobreviraje transitorio. El ESC también reduce la velocidad del vehículo en situaciones de pérdida del control (especialmente en curvas o en superficies con distintos coeficientes de fricción).

Las investigaciones de campo llevadas a cabo en Europa, Norteamérica y Japón muestran que el ESC es eficaz a la hora de reducir los accidentes por pérdida de control de un solo vehículo con heridos graves o muertos en más de un 30%. Por ejemplo, el análisis de datos de colisiones en Suecia revela que podría evitarse entre un 16 y un 20% de las víctimas mortales si todos los vehículos tuvieran este sistema (Lie *et al.*, 2004).

Figura 7.7. Principio del Control de estabilidad electrónico (ESC)



El alto potencial del ESC para reducir los accidentes hizo que la Administración Nacional de Seguridad del Tráfico en Autopistas de EE.UU. diera alta prioridad a su investigación. Además, la Comisión Europea recomienda ya que todos los nuevos coches vayan equipados con este sistema.

La reducción de la velocidad es un efecto secundario de los esfuerzos de este sistema por mantener el control en aquellos lugares en los que se activa el ESC de un determinado vehículo. Por tanto, no se espera que el ESC tenga un efecto sistemático en la circulación.

7.2.7 Sistemas de control de la velocidad

Grabadoras de datos de eventos

Los vehículos pueden equiparse con dispositivos que registran distintos parámetros para mejorar la seguridad. Hay tres tipos de grabadoras de datos:

- *Grabadoras*, instaladas por los fabricantes del vehículo y sólo accesibles a ellos, que registran de forma continua distintos parámetros centrados, fundamentalmente, en el funcionamiento del motor. Los departamentos de investigación del fabricante utilizan estos parámetros para mejorar la fabricación del motor. Los talleres también utilizan sus datos para el diagnóstico de averías.
- *EDR (Grabadoras de datos de eventos)*, estas grabadoras, a veces denominadas "cajas negras", registran determinados parámetros segundos antes, durante y después de un accidente. Estos datos incluyen la velocidad del vehículo, la aceleración, el despliegue del airbag y otras variables relacionadas con el ocupante. Los sistemas EDR registran datos de forma continua, pero sólo los conservan un breve periodo de tiempo (unos 30 segundos) antes, durante y después de una colisión. La velocidad almacenada es muy útil para reconstruir accidentes y, de forma global, puede utilizarse también en los análisis de factores causales en series de accidentes para mejorar

la seguridad de los vehículos. La privacidad de los datos y el derecho de acceso son uno de los principales problemas de su uso. Si pueden resolverse estos problemas, es de esperar que los EDR tengan un efecto muy positivo en el comportamiento de los conductores (incluyendo la selección de la velocidad), tal y como veremos más abajo.

- *Grabadoras de datos de eventos avanzadas* que pueden supervisar el comportamiento del conductor de forma continua y pueden utilizarse para la supervisión de datos y para controlar el comportamiento de velocidad de los conductores.

En el ámbito del Programa de trabajo para la promoción de la seguridad vial de la Unión Europea, 1997-2001, la Comisión Europea declaró que "las grabadoras de datos de accidentes registran datos importantes sobre la colisión y, por tanto, facilitan notablemente el análisis de los accidentes. El uso de los EDR (US HHTSA, 2001) se traduce en una reducción de las colisiones porque los conductores viajan con más cuidado". La NHTSA publicó una regla final en agosto de 2006 para estandarizar los datos de los EDR. De esta forma se pretendía garantizar que los EDR registraran, de forma legible y utilizable, los datos necesarios para la notificación automática del accidente, para la investigación eficaz y para el análisis del rendimiento del equipo de seguridad. Debido a la expansión relativamente alta de los EDR en las nuevas flotas de EE.UU. (estimada en un 64% para el año 2005 y que se espera aumente hasta el 85% en 2010), la NHTSA no consideró necesario obligar a la instalación de los EDR en todos los vehículos nuevos sino limitarse a estandarizar los datos registrados. Además, el análisis de los datos de los EDR puede ayudar a aumentar la seguridad de los diseños de los vehículos y a comprender mejor las circunstancias y causas de los accidentes. La regla exige que los fabricantes garanticen la disponibilidad comercial de las herramientas necesarias para que los investigadores puedan extraer los datos de los EDR. Para garantizar la conciencia y el conocimiento general de estos sistemas, la normativa también exige a los fabricantes incluir una frase en el manual que indique que el vehículo viene equipado con un EDR y que describa sus funciones y capacidades. Los vehículos ligeros fabricados en o después del 1 de septiembre de 2010 y que estén equipados con un EDR deberán cumplir con esta norma.

La Comisión Europea está subvencionando el proyecto VERONICA (*Vehicle Event Recording based ON Intelligent Crash Assesment* o Grabación de eventos de vehículo basada en una evaluación inteligente de la colisión). Los objetivos de este proyecto son obtener datos reales que ayuden a mejorar la infraestructura vial, el diseño de los vehículos, el comportamiento del conductor (en las fases previa y posterior al accidente, y durante el mismo) y las necesidades médicas. En Francia, se espera terminar un estudio dedicado al comportamiento del conductor con un EDR instalado para el año 2008.

Tacógrafos

Los tacógrafos mecánicos (instrumentos que registran en un gráfico en papel la velocidad, distancia recorrida entre paradas y los períodos de descanso de un camión) son muy utilizados por los profesionales de la conducción y son obligatorios en casi todos los países. Los agentes de policía y las empresas de transporte los utilizan para controlar el número de horas conducidas y las pausas, así como la velocidad máxima y media de un recorrido. En la práctica no son fáciles de manipular, pero pueden desconectarse fácilmente, dificultando la fiabilidad de su control.

Cada vez se instalan más tacógrafos electrónicos en los vehículos comerciales, como equipamiento de serie o añadido posterior, para permitir una supervisión en tiempo real de la velocidad, para registrar las horas de servicio de los conductores (u otros parámetros) y para rastrear la carga. Los tacógrafos electrónicos han sustituido rápidamente a los mecánicos por su capacidad para registrar otros datos aparte de la velocidad y el tiempo. Estos datos pueden descargarse al final del viaje o durante un determinado tiempo para su análisis computerizado. La eficacia de los tacógrafos electrónicos depende de la participación activa y continua de la administración de flotas (US DOT, 1991). Aun así, el uso de los tacógrafos electrónicos en los vehículos comerciales ha ayudado notablemente a mejorar la seguridad vial. Estudios llevados a cabo en flotas europeas concluyeron que la conciencia del conductor y de los empleados de la presencia de un tacógrafo electrónico de a bordo redujo el número de accidentes entre un 20 y un 30%, así como también la gravedad de los accidentes y los costes asociados. Estos estudios se

basaron generalmente en muestras muy restringidas y se centraron en las aplicaciones comerciales de los tacógrafos electrónicos (Lehmann *et al.*, 1998).

Los tacógrafos electrónicos ya son obligatorios en la Unión Europea en los nuevos vehículos de transporte pesados ($> 3,5$ toneladas) y en los nuevos vehículos de pasajeros con más de 9 personas.

Los tacógrafos electrónicos siguen una continua evolución y se espera que en unos años sea posible controlar un camión en movimiento sin detenerlo.

Dispositivos de control de la velocidad accesorios

También existen dispositivos accesorios que permiten a los propietarios de vehículos privados recopilar y analizar datos de viaje. Algunas compañías de seguros han comenzado a ofrecer primas y descuentos a los conductores que aceptan instalar uno de estos dispositivos de supervisión. Los dispositivos reúnen información ligada estadísticamente al riesgo asegurado, incluyendo la distancia conducida, la velocidad y la distribución de viajes durante el día o la semana. Los conductores pueden descargar la información en su ordenador doméstico y revisar en cualquier momento sus patrones de conducción. Pueden decidir si enviar o no sus datos a la compañía aseguradora por Internet para recibir descuentos. Este método se ha implementado con éxito en Irlanda. En otros países (por ejemplo en Francia), la práctica no se ha autorizado por motivos de privacidad.

Sistemas de control de la velocidad avanzados

Hay muchos desarrollos en los sistemas de supervisión que pueden permitir el seguimiento dinámico de los vehículos por GPS. Las grabadoras de datos avanzadas pueden registrar la velocidad de forma continua (por GPS) y comparar esos datos con las bases de datos de límite de velocidad, controlando así la velocidad en todo momento. Las administraciones de flotas pueden utilizar estos sistemas y pueden conducir a la formación de un sistema de "imposición propia de la ley" (véase, por ejemplo, la experiencia en Islandia con la aplicación de grabadoras de datos de eventos dinámicos del Cuadro 7.1). Sin embargo, esto aumenta el problema del fantasma del "Gran hermano" para los grupos de defensa de las libertades civiles, que se muestran reacios a aceptar este tipo de tendencias.

Cuadro 7.1. Aplicación de Grabadoras de datos de eventos dinámicos en Islandia

El sistema SAGA, desarrollado por una compañía islandesa, es un sistema completo de información para supervisar e informar sobre:

- Localización y utilización de vehículos.
- Velocidad comparada con los límites de velocidad.
- Conducción de acuerdo a una serie de criterios predefinidos.

SAGA se utiliza en las flotas de 70 compañías. Después de procesar y analizar los datos, los resultados se descargan en una base de datos SQL. Se envían informes sobre los análisis de datos al propietario por correo electrónico. Correos de Islandia es una de las compañías que utiliza este sistema. Desde su introducción se han observado notables mejoras en el comportamiento de los conductores, incluyendo un descenso del exceso de velocidad y de los accidentes. El sistema también produce ahorros en los costes operativos de las flotas, especialmente en el consumo de combustible. Una comparación de las estadísticas entre enero y junio de 2005 con los datos recogidos para el mismo periodo en 2004, muestran estos resultados:

- Reducción del 56% en el coste de los accidentes.
- Reducción del 43% en el número total de accidentes.
- Reducción del 51% en el número de accidentes responsabilidad de los empleados.

Algunas versiones del sistema pueden enviar automáticamente mensajes y multas en caso de infracción (auto-imposición). Sin embargo, el sistema tiene claros problemas de aceptación.

Fuente: Jonsson R, (2005)

Cuadro 7.2. Aplicación de los EDR en Arabia Saudí

De acuerdo a IBM, los Emiratos Árabes Unidos implementarán un sistema de gestión del tráfico integrado que permitirá a las autoridades supervisar la conducción peligrosa y responder a las emergencias. Si un coche supera el límite de velocidad, el dispositivo advierte al conductor y envía a las autoridades datos sobre la ruta que está siguiendo el vehículo. De acuerdo a los informes, el sistema se instalará en diez mil vehículos, y comenzará a aplicarse durante 2006.

Fuente: IBM

7.2.8 Indicadores de consumo de combustible

Los ordenadores de a bordo de muchos vehículos pueden mostrar la tasa de consumo de combustible. Las grandes subidas recientes de los precios del combustible despiertan el interés de los conductores por esta prestación. Pronto podría haber indicadores de a bordo que integraran el precio del combustible con los tiempos y distancias de viaje. De esta forma el conductor tendría información directa y actualizada sobre el precio del viaje, incluyendo los efectos de la velocidad en el consumo de combustible.

En Francia, un proyecto común de la industria y las autoridades viales está desarrollando un sistema de ayuda a la conducción (llamado GERICO) para favorecer la conducción económica (y ecológica). El sistema informa a los conductores del consumo de combustible y de su precio, y ofrece consejos dinámicos sobre las acciones necesarias para reducirlo (cambiar de marcha, reducir la velocidad, etc.).

7.3. Otros aspectos

7.3.1. Propiedades de confort

Una serie de estudios pioneros mostraron el papel de la información sonora en la percepción de la velocidad por parte de los conductores. El conductor suele subestimar la velocidad si carece de ese tipo de información (Evans, 1970; MacLane y Wierville, 1975). Matthews y Cousins (1980) estudiaron el papel del nivel de ruido en relación con el tamaño del vehículo y descubrieron que, en comparación con los conductores de vehículos grandes, los conductores de vehículos "pequeños" podían calcular mejor la velocidad. Además, privar a estos últimos de la información sonora tenía un efecto negativo mucho mayor en el cálculo de la velocidad que en el caso de los conductores de vehículos grandes. En resumen, la investigación sobre factores humanos indica que una reducción del nivel de ruido en los vehículos puede hacer que los conductores aumenten la velocidad en ausencia de otros factores limitadores como la circulación o la consulta del velocímetro.

Las mejoras en el diseño y fabricación de los vehículos (junto con el aumento en la aplicación de aire acondicionado, ventanas de cristal doble y otras técnicas de reducción del ruido) han reducido los niveles de ruido interno en los vehículos comerciales y de pasajeros. La investigación sugiere que los bajos niveles de ruido de los vehículos modernos y la mejora en el manejo y en la comodidad pueden ayudar a que el conductor pierda conciencia de la velocidad real del vehículo. Por otro lado, estas aplicaciones también tienen un efecto positivo en la seguridad vial pues reducen el cansancio y otros factores de estrés ligados a la conducción.

7.3.2. Cajas de cambios

El montaje de las cajas de cambio y el porcentaje de vehículos con cajas automáticas también tienen efecto en el estilo de conducción. Además, el diseño actual de las cajas de cambio no está optimizado para las zonas urbanas y, en ocasiones, puede ser difícil respetar el límite de velocidad. La selección de marcha, especialmente en las zonas de 30 km/h puede provocar un mal funcionamiento del motor y, con ello, un aumento del consumo de combustible y de la contaminación emitida por el vehículo.

7.4. Influencia de las normativas de seguridad de los vehículos y esquemas de valoración de la seguridad

En los sistemas oficiales de clasificación de vehículos, como el NCAP de EE.UU. y el EuroNCAP, se hacen pruebas a velocidades representativas de un gran número de accidentes (en torno a los 60 km/h²⁰), mientras que en la vida real, los impactos suelen darse a velocidades más altas.

Además, los criterios de las normativas de seguridad suelen basarse en velocidades representativas de la gran mayoría de condiciones de tráfico y colisiones. La práctica de velocidades razonables debería, por tanto, mejorar el rendimiento de todos los dispositivos de seguridad.

7.5. Consideraciones en materia de política

Las capacidades de velocidad máxima de la mayoría de los vehículos superan ampliamente los límites de velocidad en vigor y los requisitos de una situación de conducción normal en vías abiertas. Por esta razón, algunos grupos de presión piden que se limite la potencia de los motores o la relación potencia-peso, así como que se apliquen las capacidades de limitación de la velocidad de los sistemas de control electrónico del motor. Aunque limitar la potencia del motor o la relación potencia-peso podría ser beneficioso en determinadas circunstancias (por ejemplo, para vehículos pesados que viajan en vías rurales), esto no resolvería todos los problemas relacionados con la velocidad, especialmente en zonas urbanas.

Los gobiernos deberán plantearse la restricción de las velocidades máximas de los vehículos a niveles más coherentes con los límites de velocidad de autovías y autopistas.

Es un tema claramente polémico, con no muy buena aceptación en todos los países, y que afecta a los "derechos" de movilidad percibidos y a las reservas públicas para la cesión de control sobre la conducción a las autoridades. Por tanto, debería examinarse con mucho cuidado y consultar a todas las partes interesadas.

En relación con los velocímetros, debería plantearse la promoción de diseños que proporcionaran más notoriedad a los márgenes de velocidad legales en la pantalla del velocímetro y menos preeminencia a las velocidades por encima de los 120 km/h.

La simple modificación de los estranguladores de admisión de aire en los motores es un ejemplo de causa del riesgo. Hoy en día, pueden adquirirse como accesorios microchips informáticos de motor para algunos coches de pasajeros. Estos microchips permiten a los conductores conseguir una velocidad de aceleración y máxima mucho mayores, lo que antes requería unas complicadas y caras modificaciones mecánicas. Se recomienda pues a los gobiernos aumentar sus esfuerzos para combatir las modificaciones ilegales del motor y las manipulaciones de los limitadores de velocidad, y elaborar pruebas de control periódicas de emisiones de los vehículos.

Se están desarrollando numerosas tecnologías de asistencia a la conducción. El control de crucero adaptativo (ACC) puede ayudar a los conductores a respetar los límites de velocidad y a mejorar su seguridad. Por eso, debería alejarse su introducción en todos los vehículos nuevos. De igual forma, el control de estabilidad electrónico (ESC o ESP) ha demostrado ser muy eficaz a la hora de reducir el riesgo de accidente. También debería fomentarse la difusión de estas tecnologías en los vehículos de pasajeros.

Los sistemas de supervisión de a bordo (como las grabadoras de datos de eventos) ofrecen incentivos para la conducción responsable. Los fabricantes están instalando EDR en un porcentaje significativo de vehículos nuevos y debería seguir alejándose esta tendencia. Se necesitan normas que obliguen a que los EDR reúnan información estandarizada (como en el caso de Estados Unidos). Una

²⁰ Impacto frontal a 60 km/h; impacto lateral a 50 km/h y colisión contra un poste a 29 km/h.

serie de programas piloto con sistemas de supervisión de la velocidad y que ofrecen descuentos en las aseguradoras para aquellos conductores que cumplen los límites de velocidad están mostrando resultados muy prometedores (aunque no están aceptados en todos los países) y deben ser evaluados públicamente. Los gobiernos deben alentar a las aseguradoras a emprender más iniciativas de este tipo para frenar el exceso de velocidad, reducir el riesgo de accidentes y evaluar su eficacia.

Los limitadores de velocidad vial son obligatorios en Europa y Australia para camiones y autocares y su uso debería ser fomentado en las demás regiones. Normalmente, las tecnologías utilizadas para moderar la velocidad también tienen un efecto positivo en el consumo de combustible del vehículo y en las emisiones contaminantes. La difusión de estos datos podría contribuir a la introducción de estas nuevas tecnologías. El control de velocidad efectivo entre los distintos límites de velocidad implica que las tecnologías respeten el límite de velocidad real. El capítulo 10 se dedica al estudio de este tipo de sistemas de Adaptación Inteligente de la Velocidad (ISA).

REFERENCIAS

- Briziarelli, G. y R.W. Allan, (1989), "The effect of a head-up speedometer on speeding behaviour", en *Perceptual and Motor Skills*, 1989, 69, 1171-1176.
- Chira-Chavala, T. y S. Yoo, (1994), Potential Safety Benefits of Intelligent Cruise Control Systems, en *Accident Analysis and Prevention* 26, 2, 135-146.
- Comisión Europea (1975), Directiva 75/443/EEC del Consejo de 26 de junio de 1975 sobre *La aproximación de las leyes de los Estados miembros concernientes al equipamiento inverso y de velocímetro de los vehículos motorizados*. CE, Bruselas.
- Elvik, R. y T. Vaa (2004), *The Handbook of Road Safety Measures*, Elsevier.
- Evans, L. (1970), "Speed estimation from a moving automobile", *Ergonomics*, 13, 2, 219-230.
- Evans, L. (1991), *Traffic Safety and the Driver*. Van Nostrand Reinhold, New York.
- Fontaine, H. (1994), "High performance cars, age and sex of the drivers: Effects on Risk and Safety". Paper no. 94-S5-W-19. Vol. I, *Actas de la XIV Conferencia Internacional sobre la seguridad mejorada de los vehículos*, 23-26 de Mayo, 1994, Munich.
- Goodrich, M.A. y E.R. Boer, (2003), *Model-based Human-centered Task Automation: A case study in A CC system design*.
- Ingebrigtsen (1989), *Motorsykler, mopeder och ulykker* (resumen en inglés: *Motorcycles, mopeds and accidents*), T01-rapport 30, Oslo, Transportokonomisk institutt.
- Jonsson, R. (2005), *Application of EDR in Iceland: SAGA System*.
- Kiefer, R. y L.S. Angell, (1993), "A Comparison of the Effects on Driver Performance in a Task Environment Similar to Driving", en *Vision in Vehicles - IV*, A.G. Gale et al. (Editores). Elsevier.
- Lehmann, G. et al (1998), *The Contribution of On-board Recording Systems to Road Safety and Accident Analysis*. Paper no. 98-S2-0-34, XVI Conferencia técnica sobre la seguridad mejora de los vehículos (ESV).
- Lie, A., C. Tingvall, M. Krafft, y A. Kullgren, (2004), "The Effectiveness of ESP (Electronic Stability Program) in Reducing Real Life Accidents", *Traffic Injury Prevention*, 5, 37-41.
- MacLane, R.C. y W.W. Wierville, (1975). "The influence of motion and audio cues on driver performance in an automobile simulator", en *Human Factors*, 17, 5, 488-501.
- Naciones Unidas, Comisión Económica para Europa (2003) *Uniform provisions concerning the approval of vehicles with regard to the speedometer equipment including its installation*. Regla No. 39, Anexo 38, Revisión 1 al acuerdo relativo a la adopción de prescripciones técnicas uniformes para

vehículos con ruedas y piezas que puedan ajustarse y/o utilizarse en vehículos con ruedas y las condiciones para el reconocimiento recíproco de aprobaciones otorgadas en base a estas prescripciones. Referencia E/ECE/324/Rev. 1/Add.38/Rev. 1. Naciones Unidas, Ginebra, <http://www.unece.org/trans/main/wp29/wp29regs/39rve.pdf>

NHTSA (2001). *Event Data Recorders: summary of findings by the NHTSA EDR working group.* NHTSA, Washington, DC.

Rudin-Brown, CM. (2004) *Vehicle Height Affects Drivers' Speed Perception - Implications for Rollover Risk.* Transport Research Record No. 1899. TRB, National Research Council, Washington.

Rudin-Brown, CM. y H. Parker, (2004), "Behavioural Adaptation to Adaptive Cruise Control (ACC): implications for preventive strategies". En *Transportation Research Part F*, 7, 59-76.

Rudin-Brown, CM. y Tara MuCurdie, (2004), *Don't drive high! Vehicle height affects speed choice and lane-keeping performance.* Proceedings CMRSC-XIV, Ottawa.

Smith, F., M. Ashby y S. Fairclough (1994), "Cruise Control Use: Driver Attitudes and Behaviour". Actas, 1994, Congreso de la Asociación Internacional de Ergonomía, Vol. 4: *Ergonomics and Design*.

Shin, Phillip C *et al*, (2005), "Unsafe driving in North American automobile commercials", en *Journal of Public Health*, Vol. 27, No. 4.

Society of Automotive Engineers (1983), *SAE standard J1226 - Electric Speedometer Specification -On Road.* 2005 SAE Handbook. SAE, Warrendale, EE.UU.

Society of Automotive Engineers (1988). *SAE standard J195 - Automatic Vehicle Speed Control.* 2005 SAE Handbook SAE, Warrendale, EE.UU.

Society of Automotive Engineers (2003/ *SAE standard J2399 - Adaptive Cruise Control (ACC) Operating Characteristics and User Interface.* 2005 SAE Handbook. SAE, Warrendale, EE.UU.

Sprenger, A. (1993). *In-vehicle Displays: Head-up Display Field Tests.* En *Vision in Vehicles - IV*, A.G. Gale *et al.* (Editores). Elsevier.

Tan, H.-W. (1995). *The Impact of Speed Limiters on Truck Speed and Travel.* Actas de la XVI Conferencia de la AARB, Part 4.

Troup, G.A., S.E. Torpey y H.T. Wood (1984), *Engine Capacity Restrictions for Novice Motorcyclists: the Victorian Experience,* Australian Road Research Board Proceedings Vol. 12, Part 7, 1984.

Tufano, Daniel R. (1997), "Automotive HUDs: The Overlooked Safety Issues", en *Journal of Human Factors*, Volume 39, Number 2.

CAPÍTULO 8.

EDUCACIÓN, FORMACIÓN, INFORMACIÓN E INCENTIVOS

La educación, la formación y la información son elementos esenciales de cualquier política global de gestión de la velocidad. Pretenden, fundamentalmente, lograr una conducción segura y mejorar en términos de seguridad vial. Contribuyen a dar forma a un enfoque amplio de gestión de la velocidad y complementan las medidas específicas tomadas (incluyendo aquellas relacionadas con la mayor seguridad de las infraestructuras, con una señalización más clara y consistente, con la seguridad de los vehículos y de imposición de la ley).

Este capítulo estudia las posibilidades y limitaciones de la educación, formación e instrucción como medios potenciales para influir en la conducción vial, en términos generales, y en el comportamiento relacionado con la velocidad, en concreto. Revisa, por un lado, los enfoques adoptados en materia educativa orientados a niños, jóvenes usuarios de carreteras y conductores. Junto a ello, estudia también la formación de conductores y el uso de la información y educación orientadas a los conductores con permiso de conducir.

8.1. Introducción

La educación, la formación y la información son elementos esenciales de cualquier política global de gestión de la velocidad. Son un requisito previo para el éxito de otros elementos de cualquier conjunto de medidas, como medidas en infraestructuras y de imposición de la ley, límites de velocidad, señales de tráfico e ingeniería de vehículos. Las normativas y las medidas orientadas a la seguridad serán más eficaces y tendrán más aceptación si la población se familiariza con ellas, sabe cómo aplicarlas y comprende los motivos para adoptarlas. El objetivo de la educación, formación e información es conseguir un cambio sostenible en la práctica de la conducción influenciando la opinión y actitud de la gente, y estableciendo así una motivación intrínseca para comportarse de forma segura y adecuada.

Este capítulo estudia las posibilidades y limitaciones de la educación, formación e instrucción como medios potenciales para influir en la conducción vial de los (futuros) conductores, en términos generales, y en su comportamiento de velocidad, en concreto. La primera sección se ocupa de los niños de escuelas infantiles y de educación secundaria, con los que la educación es el principal instrumento. La segunda sección se centra en los conductores en periodo de formación y la función de la misma. La tercera sección se ocupa de los conductores con permiso de circulación. Es, con mucho, el grupo más numeroso pero es también, por desgracia, el más difícil de alcanzar. Las campañas de información general son el instrumento de comunicación más frecuente con este grupo.

Muchos países ofrecen cursos de perfeccionamiento para conductores, pero suelen estar restringidos a aquellos conductores que han cometido infracciones graves o reincidentes. Aunque la mayoría de estos cursos se centran en las infracciones por conducción bajo los efectos del alcohol, hay algunos cursos dedicados a infracciones por exceso de velocidad. Recientemente, han aparecido nuevas tecnologías que permiten una supervisión continua de todo tipo de conductas al volante, incluyendo el exceso de velocidad. Esta innovación técnica ha tenido como resultado distintos experimentos con incentivos para los buenos conductores que también se presentan en este capítulo.

8.2. Educación infantil

Gran parte de la educación y formación en seguridad vial tiene un carácter informal, a cargo de la familia y fuera de la escuela. Son los padres y otros adultos del círculo del niño los responsables de ofrecer buen ejemplo. Tienen que ser conscientes de que su comportamiento, opiniones y comentarios juegan un papel fundamental en la visión que el niño tendrá del mundo en el futuro.

En el marco de gestión de la velocidad, la educación de los niños de las *escuelas infantiles* desempeña un papel muy limitado ya que no están en posición de influir en la velocidad de los vehículos motorizados. Esto no significa que la velocidad y la gestión de la velocidad no sean importantes para este grupo de población, todo al contrario. Los niños pequeños se ven afectados directamente por los riesgos que suponen para ellos los vehículos con exceso de velocidad. Pero las deliberaciones en materia de política se centran en la importancia de que los niños no se conviertan en víctimas. No pueden ser los sujetos activos. Evidentemente, el riesgo es muy elevado para los niños, especialmente cuando los vehículos con exceso de velocidad circulan por lugares cercanos a zonas con alta concentración de peatones y de juego. Hay también otros factores a tener en cuenta. El exceso de velocidad no sólo supone un claro riesgo de seguridad para ellos, por el peligro de impacto, también les trae otras desventajas en términos de movilidad independiente y de juegos al aire libre.

Educar a los niños en materia de circulación exige, por tanto, atender a los riesgos y centrarse en estrategias de comportamiento destinadas a evitar posibles encuentros con automóviles. Aunque algunos enfoques son mejores que otros, conseguir un efecto fiable y duradero en el comportamiento vial de los niños ha demostrado ser muy complicado (Bjorklid, 1998). Aunque los niños pueden aprender a comportarse de forma perfectamente segura en condiciones sencillas y controladas, no siempre son

capaces de aplicar ese aprendizaje a situaciones más complejas (y desde luego, no pueden hacerlo si están distraídos). La explicación para esto es que los niños no pueden dividir su atención. Se entregan por completo a una sola actividad por lo que, en su conjunto, son siempre usuarios viales totalmente impredecibles (OCDE, 2004).

Estas ideas permiten comprender por qué es importante la gestión de la velocidad, especialmente en aquellas ubicaciones frecuentadas por niños (por ejemplo, en zonas residenciales y cerca de escuelas y zonas de recreo). Es muy importante que el entorno de circulación esté diseñado (y que se adapten las velocidades de conducción) conforme a las capacidades de los niños, y no esperar que sean los niños los que se adapten a la velocidad de la circulación.

Sin embargo, y aun en este contexto, la educación de los niños sigue teniendo un valor añadido. Un ejemplo que ilustra a la perfección este punto es el programa australiano *Safe Route to School* (Camino seguro hacia la escuela). Se trata de un enfoque de acción múltiple que combinaba educación, ingeniería y, donde procedía, medidas de imposición de la ley. Se descubrió que las tasas de accidentes eran sustancialmente menores entre los niños en edad escolar que asistían a las escuelas que enseñaban el programa que entre aquellos niños que no asistieron al mismo (Delaney *et al.*, 2004).

En las *escuelas de educación secundaria*, los niños se acercan a la edad en la que empiezan a participar del tráfico (primero en bicicleta y después en un vehículo motorizado, ciclomotor, escúter, motocicleta y coches). La escuela puede desempeñar un papel fundamental para preparar esta transición a la alta velocidad y a los medios de transporte de riesgo, incluyendo un programa de educación vial en las clases o actividades escolares.

La educación en seguridad vial en la escuela puede incluirse en un programa más amplio dedicado al tráfico y al transporte. En Suecia, por ejemplo, se han desarrollado proyectos en los que los temas dedicados al transporte y al tráfico se estudiaban desde una perspectiva social, centrada en distintas áreas: medioambiente, salud y supervivencia, temas económicos y necesidad social del transporte. El objetivo es conseguir que los jóvenes se interesen en el tráfico y ayudarles a comprender que el uso de vehículos motorizados es algo más complejo que una mera cuestión de satisfacción de las necesidades de transporte individuales. Un estudio evaluador de uno de estos proyectos mostró efectos pequeños pero importantes en las actitudes y el comportamiento (Gregersen y Linderoth, 1997).

El estudio de los efectos de la velocidad también podría integrarse en materias del expediente escolar como la física (por ejemplo, distancia de frenado, velocidad de impacto, fuerzas gravitatorias), la química (emisiones contaminantes) y el estudio del cuerpo humano (tiempo de reacción, resistencia del cuerpo humano a los impactos). Sin embargo, hay que evitar un enfoque demasiado teórico, es decir, deberán mostrar los efectos de la velocidad en los accidentes, en su gravedad, en la calidad del aire en las zonas residenciales, etc., para no olvidar la realidad de la seguridad vial. La formación práctica, por tanto, sigue siendo un elemento fundamental para conseguir una educación eficaz, no sólo para los jóvenes antes de convertirse en conductores de automóviles, sino antes incluso de que lleguen a estar al volante de un ciclomotor o una motocicleta.

Los padres pueden contribuir a la educación en seguridad vial de sus hijos no superando los límites de velocidad y no "exaltando" la conducción a alta velocidad en presencia de un niño. Los padres y la sociedad en general, pueden ayudar protegiendo a los niños de las publicaciones y de la televisión que exalta las "virtudes" del exceso de velocidad. También debería apuntarse que aunque los niños no tienen un papel directo en el tráfico son capaces de influir (enormemente) en el comportamiento de sus padres. Por ejemplo, si los ocupantes del vehículo pueden ver el velocímetro y esos ocupantes son, por ejemplo, niños que han aprendido en la escuela los problemas relacionados con el exceso de velocidad, podrían avisar a sus padres cada vez que superen los límites legales (véase el capítulo 7).

8.3. Conductores en periodo de formación y formación de conductores

8.3. 1. *Conductores jóvenes y noveles*

Aprender a conducir es un proceso complejo y a largo plazo. Implica adquirir conocimientos, desarrollar habilidades y aprender a evaluar los riesgos y la propia habilidad. No es algo fácil, como puede deducirse del hecho de que los conductores noveles tienen una presencia desproporcionada en las estadísticas de accidentes (OCDE/CEMT, 2006). La gran mayoría de los conductores en periodo de formación son jóvenes. Por tanto, un buen programa de formación debería basarse en una comprensión exhaustiva de las características de este grupo de población.

Según Gregersen (1998), los tres principales problemas de los jóvenes conductores que explican su alto riesgo de accidente son:

- La tendencia a sobreestimar sus capacidades y subestimar los riesgos.
- La falta de motivación para adoptar unos márgenes de seguridad lo bastante amplios.
- La falta de experiencia.

Estudios recientes sobre el proceso de madurez del cerebro han demostrado que aun a la edad de 18 años el cerebro humano sigue desarrollándose, especialmente aquellas zonas cerebrales dedicadas al control de impulsos y a la integración de la información ("pensar antes de actuar"). Estos descubrimientos pueden ser la explicación biológica de la tendencia de los jóvenes conductores a asumir altos riesgos, de su incapacidad para advertir peligros, etc. (Gogtay *et al.*, 2004; Giedd, 2004).

Además, los jóvenes suelen ser muy susceptibles a la presión. Muchos estudios han mostrado que hay una clara correlación entre la presencia de pasajeros y el comportamiento del conductor (Engstrom *et al.*, 2003). Está demostrado que los jóvenes conductores conducen más rápido y a distancias de seguridad más cortas cuando hay jóvenes pasajeros en el coche. Aunque esto ocurre con conductores de ambos性, el efecto es mayor en los conductores varones con pasajeros del mismo sexo (OCDE/CEMT, 2006).

8.3.2. *Velocidad como tema de la formación de conductores*

Conducir demasiado rápido para las condiciones imperantes puede ser una de las consecuencias de la tendencia a sobreestimar las propias habilidades, a subestimar los riesgos y a sucumbir a la presión. Por tanto, el tema de la velocidad y del exceso de velocidad debería ser fundamental en la educación y formación de los jóvenes conductores. Las bases, sin embargo, pueden asentarse en fases anteriores, en concreto, cuando los más jóvenes comienzan a conducir ciclomotores, especialmente a la edad de 15 ó 16 años. Esa es la primera vez que los jóvenes entran en contacto, como conductores, con el tráfico motorizado y una de sus características más importantes: la velocidad. El tema podría tratarse como parte del currículo escolar, en formación teórica o, aún mejor, durante la formación práctica destinada a la obtención del permiso de conducción de este tipo de vehículos.

El mensaje que el instructor debe inculcar, sin embargo, no es fácil de transmitir. Durante la formación práctica, por ejemplo, los profesores dirán a los alumnos que cumplen el límite establecido. Pero si lo hacen los adelantarán muchos coches, y ellos no verán ninguna prueba que les demuestre que superar ese límite tiene consecuencias negativas (un accidente o una multa). Otro ejemplo es que los profesores explican (casi en contradicción con lo precedente) que es importante adaptarse a la velocidad de la circulación. A menudo, sin embargo, esa velocidad es más alta que el límite de velocidad impuesto. Por tanto, es importante formar bien a los profesores, no sólo en materia de velocidad y sus efectos sino también, y sobre todo, en la forma de transmitir el mensaje a sus alumnos.

8.3.3. *Conducción supervisada y permiso de conducción progresivo*

La falta de experiencia de los jóvenes conductores es un problema porque, para ganar experiencia, deben conducir y exponerse a ellos mismos y a otros a los riesgos asociados a su inexperiencia. Este se consideraba antes un problema irresoluble, pero muchos países han desarrollado sistemas educativos en los que los conductores adquieren experiencia con prácticas en la carretera antes de conseguir un permiso para conducir en solitario. Lo hacen, por ejemplo, conduciendo bajo la supervisión de un familiar (conducción supervisada). Se ha demostrado que los conductores entrenados en un sistema de este tipo tienen menos accidentes durante las fases iniciales de conducción con licencia (Engstrom *et al.*, 2003). Un factor importante es, por supuesto, la actitud del supervisor respecto al exceso de velocidad. Si la persona encargada de la supervisión no reconoce la importancia de una velocidad adecuada, hay riesgos de que la formación informal del conductor pueda alentarlo a conducir más deprisa.

En un sistema de obtención del permiso progresivo (el tipo vigente en países como Australia, Canadá, Estados Unidos y Nueva Zelanda), la fase de conducción supervisada va seguida de un periodo durante el cual los conductores noveles pueden conducir en solitario, pero con distintas restricciones destinadas a protegerlos de situaciones de alto riesgo. Suelen ser límites en los niveles de alcohol en sangre (y por tanto del consumo de alcohol) y pueden incluir también restricciones para la conducción nocturna y con pasajeros de la misma edad. Las restricciones también pueden estar relacionadas con los límites de velocidad (velocidades diferenciadas para los conductores noveles). Las experiencias han sido muy positivas y se han traducido en reducciones sustanciales de los accidentes relacionados con jóvenes conductores (SWOV, 2004).

8.3.4. *Cursos de técnicas de conducción*

Se puede asistir a cursos dedicados a mejorar determinadas técnicas. Estos cursos suelen centrarse en determinadas situaciones que pueden surgir durante la conducción, como vías resbaladizas.

Los cursos centrados en las técnicas de control del vehículo (por ejemplo técnicas antiderrape) pueden tener efectos negativos si despiertan en el conductor una confianza excesiva al volante. Por ejemplo, Glad (1988) apuntó un aumento en los accidentes en vías resbaladizas después de imponer este tipo de formación en los programas educativos de los conductores noruegos. En Finlandia (Keskinen *et al.*, 1992) también se dio este tipo de resultados. Tras la introducción de la formación antiderrape, se produjo un aumento en el porcentaje de accidentes con jóvenes conductores de ambos性os en vías resbaladizas. En Suecia, un programa de formación voluntario para motoristas con permiso de conducción también pareció aumentar el riesgo de accidente (Ulleberg, 2003). Debería señalarse, sin embargo, que estas experiencias proceden de países donde la conducción en este tipo de condiciones es habitual debido a las nevadas.

Una explicación de los resultados obtenidos es que el tipo de formación suele centrarse en el ejercicio de técnicas de maniobra, lo que puede traducirse en un exceso de confianza en la capacidad de controlar el vehículo. En lugar de utilizar sus nuevas habilidades exclusivamente en situaciones críticas, los estudiantes pueden haberlas utilizado en condiciones de conducción normal y, por ejemplo, haberse decidido a utilizar una velocidad más alta a la adecuada. Otra posible explicación es que los conductores se sientan más competentes después de terminar el curso sin haber mejorado, sin embargo, sus habilidades. Un motivo adicional podría ser que hayan mejorado unas técnicas que no les ayuden a evitar accidentes, porque su presencia en el número de accidentes puede reflejar el comportamiento y no ser necesariamente el resultado de unas malas habilidades de conducción.

Esto no significa que los conductores y motoristas deban dejar de practicar sus técnicas de maniobra. Sin embargo, los cursos deberían prestar más atención a reconocer las situaciones peligrosas, a evitarlas y por último, aunque no menos importante, a conocer las limitaciones de sus habilidades de conducción.

La formación por ordenador con simuladores de conducción es una de las nuevas alternativas. La investigación ha demostrado que este tipo de instrucción puede ser eficaz para practicar ese tipo de habilidades sin inducir a un exceso de confianza en las propias capacidades (Regan *et al.*, 2000).

Actualmente, se están llevando a cabo numerosas investigaciones para examinar y desarrollar las posibilidades de este tipo de formación con simuladores, (por ejemplo en el marco de proyectos de formación a distancia de la Red Europea de Excelencia HUMANIST, www.noehumanist.org), que podría resultar especialmente útil para los conductores de camiones. Sin embargo, los investigadores dedicados al estudio de la seguridad vial suelen estar de acuerdo en que los simuladores no sustituyen los niveles necesarios de experiencia de conducción en carretera.

8.3.5. *Optimizar los efectos potenciales de la formación y educación de conductores*

Suele haber desacuerdo acerca de la utilidad general de la formación de los conductores y (entre quienes la defienden) sobre los temas que debería incluir y los métodos a utilizar. Se han hecho distintas recomendaciones y conclusiones comunes para una mejora de la educación (por ejemplo, Engstrom *et al.*, 2003) y la mayoría se relacionan con la velocidad de forma indirecta:

- Los programas de formación deben incluir la reflexión sobre la experiencia personal en el tráfico y una autoevaluación, así como la participación activa.
- Los programas deben incluir temas de responsabilidad, percepción, toma de decisiones y la tendencia de los jóvenes a asumir riesgos.
- Un elemento imprescindible de los programas de formación para jóvenes conductores debe ser la interacción entre emociones, actitudes, objetivos y motivos.
- Ganar experiencia supervisada es un factor de protección muy importante frente a los accidentes. Para maximizar este efecto, el conductor novel debe enfrentarse a condiciones muy diferentes y numerosas, y los supervisores deben contar con material educativo de apoyo.
- Los métodos de formación de conductores que no sólo identifican riesgos, sino que también permiten a los jóvenes conductores experimentar el riesgo, las emociones y respuestas personales, son más eficaces.
- Los programas formativos profesionales, combinados con una práctica supervisada estructurada y con la protección frente a situaciones de alto riesgo en el primer periodo de conducción, tienen un gran potencial para reducir la presencia en accidentes durante las fases formativas y en los primeros años de conducción sin supervisión.

Evidentemente, los aspectos de seguridad relacionados con la velocidad deben ser una parte esencial de la formación del conductor y éste debería tener claro que la velocidad es uno de los factores principales de los accidentes viales. La educación y la formación afectan a los conductores de todo tipo de vehículos (incluyendo a los de motocicletas y vehículos de transporte pesados). Debería estimularse el uso de simuladores para conductores de camiones, pues permiten familiarizarse con situaciones muy variadas. También es crucial que los profesores tengan una sólida formación y que sean conscientes de los problemas relacionados con la velocidad. Deben ser capaces de explicar a sus alumnos los efectos de la velocidad en la frecuencia, incidencia y gravedad de los accidentes. También deben ser capaces de inculcar una actitud al volante adecuada. En enero de 2006, el Ministerio de Transportes francés organizó un coloquio para los profesores que incluía varias sesiones dedicadas a la velocidad y a la distancia de frenado, percepción visual, fuerza de impacto, etc. (Ministerio de Transporte, 2006). Hasta ahora, los resultados de esta iniciativa parecen ser muy positivos.

8.4. *Conductores con licencia*

8.4.1. *Campañas informativas*

Los conductores con permiso de conducir son, con mucho, el mayor grupo de interés de los objetivos en materia de gestión de la velocidad, pero también son el grupo más difícil de alcanzar a través de medidas educativas y formativas. La mayoría de países utiliza campañas informativas para este fin. Estas campañas se centran normalmente en la velocidad o pretenden dar a conocer a los conductores medidas concretas (como el lanzamiento de una campaña de imposición de la ley).

A pesar de su popularidad, los efectos de estas campañas informativas como medio para cambiar la actitud al volante son difíciles de comprobar, especialmente si se aplican como medida autónoma. Esto no significa que las campañas informativas sean una pérdida de dinero y esfuerzo. De hecho, son cruciales para concienciar a la población sobre un determinado problema de seguridad, y un requisito imprescindible para introducir, explicar y apoyar nuevas normativas (por ejemplo, la introducción de zonas de velocidad lenta) y medidas concretas (por ejemplo, medidas policiales concretas). Hay pruebas empíricas que demuestran que las campañas de seguridad vial, que normalmente se componen de información y otras medidas (policiales, recompensas, legislación y educación), ayudan a mejorar la seguridad vial. Por ejemplo, un meta-análisis de estudios de evaluación de campañas de seguridad vial mostró una reducción del 8,5% en los accidentes durante los períodos de las campañas (Delhomme *et al.*, 1999). Sin embargo no se puede juzgar el efecto de la información *per se*, puesto que los resultados deben atribuirse a los componentes combinados de la campaña.

En el caso de la velocidad, es muy complicado hacer entender el mensaje de la campaña informativa ya que es difícil convencer a los individuos de que cambien su comportamiento en este terreno. A nivel individual, se suelen sentir las consecuencias positivas de la velocidad (el placer, conseguir pasar un semáforo en verde, llegar antes al destino, o creer que se ha ahorrado mucho tiempo). Por otro lado, no suelen sentirse en primera persona las consecuencias negativas (más víctimas mortales, más contaminación), que sólo son visibles en conjunto. Por tanto, los efectos de las campañas informativas en las conductas, sin otras medidas de apoyo, pueden ser muy pequeños e incluso inexistentes. Las conclusiones de un estudio islandés (Jonsson, 2004) también apuntaban al escaso efecto de las campañas informativas si éstas no van acompañadas de otro tipo de acciones y medidas. En este país, una campaña intensiva dedicada a reducir la velocidad no tuvo ningún efecto significativo en las distribuciones de la velocidad en las principales autovías.

Un problema concreto es que los conductores suelen creer que son mejores conductores y más seguros que el resto (Evans, 1991). Por tanto, pueden considerar adecuados los mensajes para otros, pero no para sí mismos. Este mecanismo fue el observado, por ejemplo, por Walton y McKeown (2001) en un estudio dedicado a evaluar si los mensajes de seguridad pública relativos a la velocidad habían llegado al público. Su conclusión fue que los conductores que creían que conducían a velocidades por encima de la media consideraban que el mensaje de reducción de la velocidad iba destinado a ellos. La mayoría de los conductores, sin embargo, creía conducir a velocidades inferiores a la media y, por tanto, tendían a ignorar este mensaje.

Delhomme *et al.* (1999) mostraron que las campañas de seguridad vial son más eficaces si se desarrollan a nivel local. Lourens *et al.* (1991) evaluaron tres campañas de información locales orientadas a reducir la velocidad de conducción en zonas residenciales, a mejorar el cumplimiento de las normativas y a aumentar la percepción subjetiva de riesgo de los conductores de atropellar a un niño. Atendiendo a la velocidad real y a la comunicada, encontraron indicios de que las campañas informativas habían tenido un efecto positivo, aunque sería algo difícil de demostrar estadísticamente.

Los mensajes de las campañas de seguridad vial deberían centrarse en las consecuencias del exceso de velocidad, estar bien diseñados y basarse en un marco teórico. Un ejemplo sería la campaña escocesa "Foolspeed²¹", basado en la teoría psicológica del comportamiento planificado (véase el cuadro 8.1). Un estudio de valoración demostró que la campaña es eficaz a la hora de activar los resultados de

²¹ Se basa en el juego de palabras entre "full speed" (a toda velocidad) y "fool speed", que vendría a significar "velocidad estúpida". (N.T.).

comunicación deseados y que está asociada con cambios significativos en las actitudes y creencias sobre el exceso de velocidad (Read *et al.*, 2005). Hasta la fecha no se ha hecho ninguna evaluación en términos del comportamiento de velocidad real. Aunque el requisito de un buen diseño y de una base teórica parece ser bastante lógico, muchas de las campañas actuales carecen de base teórica.

Cuadro 8.1. FOOLSPEED: Una campaña de seguridad vial escocesa sobre el exceso de velocidad

Foolspeed (véase N.T.) es una gran iniciativa publicitaria orientada a reducir la práctica de la velocidad excesiva e inadecuada en las vías escocesas. Su objetivo es cambiar la forma en la que pensamos sobre el exceso de velocidad en las zonas urbanas, desafiar nuestras creencias sobre la capacidad de conducción y destacar las ventajas de conducir a velocidades adecuadas a las condiciones imperantes. Demuestra el esfuerzo y desgaste innecesario al que se exponen los conductores al ignorar los límites de velocidad en las vías escocesas y destaca las ventajas cotidianas de la velocidad adecuada al reducir los niveles de estrés y dejarnos comenzar el día con la "cabeza despejada".

La campaña se lanzó en noviembre de 1998 y se basó en la teoría psicológica conductista del comportamiento planificado. Esta teoría es un modelo estructurado con una combinación interactiva de tres conceptos: creencias destacadas, normas subjetivas y control percibido del comportamiento. Utilizar esta teoría como base para la iniciativa garantiza un enfoque centrado y bien estructurado de la actividad publicitaria. La campaña siguió distintas fases clave. La fase inicial supuso la construcción de una identidad para la campaña, esta identidad será la piedra angular de las siguientes fases.



Para lanzar el logotipo se utilizó una serie de anuncios televisivos breves (10 segundos). Estos anuncios desafiaban las creencias de los conductores acerca del exceso de velocidad, con lemas como "Soy un buen conductor así que puedo superar el límite" o "Siempre puedo parar a tiempo". Un anuncio de duración normal (40 segundos) llamado "Mirror" (Espejo) pretendía seguir desafiando esas creencias. El segundo anuncio de duración normal, titulado "Friends & Family" (Amigos y familiares) se centraba en el efecto que tiene conducir a velocidades inadecuadas en los pasajeros del vehículo. El tercero de los anuncios, "Simon Says" (Simon dice) apuntaba al elemento de control percibido del comportamiento del modelo psicológico. Mostraba cómo los conductores permiten la "presión" de los demás conductores de la vía. El anuncio retaba a los conductores a tomar el control y no dejar que los demás controlaran su velocidad. Foolspeed lanzó su cuarto anuncio consecutivo el lunes 8 de noviembre de 2004, que se centraba en el impacto de la actitud y el comportamiento hacia el exceso de velocidad sobre el bienestar propio y el de los demás conductores.

Fuente: Road Safety Scotland (<http://www.roadsafetyscotland.org.uk>)

Durante años se ha debatido sobre los mensajes que inducen miedo y sobre las ventajas de la "amenaza" sobre otros enfoques (véase la figura 8.1). Aunque la investigación todavía no ha sacado ninguna conclusión definitiva, la mayoría de estudios muestra una relación positiva entre el despertar del miedo y el poder de convencimiento de un mensaje (Hasting y Kennie, 1999). Este tipo de mensaje es más eficaz si va acompañado por soluciones bien fundadas. Es especialmente persuasivo para los que hasta el momento no se habían preocupado por ningún tema en concreto y si la fuente es creíble (Rensburg, 1996). Todavía deben identificarse los niveles óptimos de inducción del miedo, ya que un nivel demasiado elevado podría tener efectos negativos. (Delaney *et al.*, 2003).

Figura 8.1. Campañas del Reino Unido



Fuente: Departamento Británico de Transporte.

La publicidad también puede entrar en conflicto con los objetivos de seguridad vial. Las campañas publicitarias de los fabricantes de coches suelen presentar el alto rendimiento y la alta velocidad como un valor positivo, es decir, como una forma de disfrutar de la conducción. Según *Automotive News* (2003), los fabricantes de automóviles dedican grandes cantidades de dinero (9.000 millones de dólares anuales en EE.UU.) a la publicidad, alentando (de forma indirecta) prácticas de conducción no seguras. En comparación, la NHTSA estadounidense dedicó un presupuesto de 56,3 millones de dólares en 2005 para todos sus programas de seguridad en autopistas destinados a modificar el comportamiento de los conductores. Según un estudio, el 45% de los anuncios de EE.UU. fomentan la conducción no segura (unos 4.000 millones de dólares, a partir de la cifra anterior). De ellos, el 56% mostraba infracciones de velocidad. Esto se traduce en más de 2.000 millones de dólares dedicados anualmente a promocionar el exceso de velocidad, mientras que la agencia del gobierno gasta menos del 1 por ciento de esa cantidad para fomentar la conducción segura. (Shin *et al.*, 2005).

La CEMT emitió una resolución sobre este tema, ya en 1989, que obligaba a los fabricantes e importadores de vehículos (así como a las agencias publicitarias y periodistas) a prescindir de aquella publicidad que ignorase los requisitos de seguridad vial (CEMT, 1989). Algunos países (por ejemplo, Reino Unido, Francia y Nueva Zelanda) desarrollaron un código por el que los fabricantes de vehículos acordaban no basar sus campañas publicitarias en las capacidades de velocidad del vehículo.

En un contexto en el que los precios del combustible suben de manera imparable y constante, hay un gran interés en diseñar campañas que transmitan varios mensajes tales como reducir la velocidad por motivos de seguridad, medioambientales y económicas.

8.4.2. *Cursos de perfeccionamiento para conductores*

Normalmente los cursos de rehabilitación o de perfeccionamiento no se centran en el conjunto de los conductores, sino en aquéllos que han cometido infracciones graves o que han perdido un determinado número de puntos. Los cursos pueden ser obligatorios o voluntarios, por ejemplo, combinados con una reducción de las multas. La mayoría de los cursos de perfeccionamiento están relacionados con infracciones por conducción bajo los efectos del alcohol y algunos se centran en la conducción segura en general. Sólo algunos países aplican cursos de perfeccionamiento relacionados específicamente con infracciones de velocidad, por ejemplo, Austria, Bélgica y Gran Bretaña.

Normalmente, el objetivo de estos cursos de perfeccionamiento es que los conductores sean conscientes de los efectos de una infracción, de las causas que llevan a cometer infracciones y de los comportamientos alternativos. El curso británico dedicado a la velocidad, por ejemplo, establecía que al final del curso los conductores deberían poder demostrar el uso correcto de la velocidad ante distintos peligros e identificar:

- las causas que llevan a cometer exceso de velocidad,
- las desventajas del exceso de velocidad,
- las consecuencias del uso de una velocidad inadecuada,
- las distintas zonas de límite de velocidad.

Por motivos metodológicos, es muy difícil evaluar la eficacia de estos cursos. Los estudios de evaluación basados en los propios informes de los participantes muestran efectos muy positivos en las actitudes y comportamientos (comunicados en esos informes personales). Los estudios de evaluación centrados en los accidentes suelen concluir que los efectos sobre el riesgo de accidente son limitados (Ker *et al.*, 2005; Elvik y Vaa, 2004) o incluso inexistentes (Masten y Peck, 2003).

8.4.3. *Incentivos*

Muchas teorías psicológicas sobre el aprendizaje y motivación presentan los incentivos como medios muy eficaces de modificación de la conducta: no (sólo) se debe penar el comportamiento erróneo o no deseado sino (también) recompensar las buenas conductas. En el campo de la seguridad vial, el uso de incentivos o recompensas para conseguir comportamientos adecuados y seguros tampoco es nuevo. Aunque hay quienes se muestran escépticos ante las ventajas de su uso, e incluso quienes sienten que es injusto recompensar por hacer algo que debería ser "normal", los efectos pueden ser muy positivos (Hagenzieker, 1999).

En el pasado, los programas de incentivos formaban parte, en ocasiones, de una campaña de seguridad vial con un objetivo concreto, por ejemplo, el uso de los cinturones de seguridad. Un incentivo típico era un pequeño recuerdo simbólico. Sin embargo, una de las desventajas de estos programas de incentivos era que sólo se podían aplicar a conductas fácilmente observables (por ejemplo, el uso de los cinturones) y en situaciones en las que se podía detener a los conductores (o a los usuarios viales) para recibir el obsequio. También resultó ser un trabajo bastante costoso.

Las tecnologías actuales, sin embargo, permiten la supervisión y registro continuos y automáticos de distintos tipos de conductas, incluyendo la velocidad de conducción. Los sistemas de control integrados en el vehículo, o cajas negras, se usan cada vez más en la implementación de programas de incentivos,

aunque de momento siguen teniendo una base experimental. La velocidad suele ser uno de los principales objetivos. Los resultados de las pruebas son alentadores, aunque hay indicios de que los efectos positivos tienen a disiparse una vez eliminados los incentivos. El cuadro 8.2 presenta algunos ejemplos recientes de de programas de incentivos relacionados con la velocidad. Las pruebas de campo llevadas a cabo hasta el momento son bastante limitadas, por lo que es necesario continuar con la investigación para poder evaluar las posibilidades de aplicaciones a mayor escala y para identificar los mejores procedimientos y tipos de incentivos. También hay que señalar que algunas de las iniciativas pueden ir contra los principios de las libertades civiles en relación al uso de la tecnología.

Cuadro 8.2. Algunos ejemplos de programas de incentivos con el uso de tecnologías inteligentes

En varios países se han llevado a cabo (o se hará en un futuro) pruebas de campo para estudiar las posibilidades de introducir programas de incentivos combinados con sistemas de supervisión y control integrados en el vehículo. La actitud ante la velocidad y el exceso de velocidad es una de las principales áreas de interés de todos ellos. Los incentivos van desde puntos de bonificación que pueden cambiarse por regalos, compensaciones económicas directas o reducción del pago por seguros.

En Suecia, por ejemplo, se elaboró un estudio piloto con 114 conductores. Cada uno de ellos recibió una determinada cantidad de dinero inicial. Por cada minuto que cometieran exceso de velocidad perderían dinero, y a mayor infracción, mayor sería la pérdida. Al final del periodo de prueba, todos los participantes recibieron la cantidad resultante. Durante la prueba, hubo menos infracciones de los límites de velocidad, especialmente graves (Hultkranz y Lindberg, 2003).

En Holanda, se elaboró un estudio con 62 conductores de coches de alquiler centrado en el exceso de velocidad y las distancias de seguridad. Los conductores podían ganar puntos y cambiarlos por regalos. Durante la prueba pudo observarse una clara mejora, se redujo el exceso de velocidad y se ampliaron las distancias de seguridad. Como consecuencia, disminuyó también el consumo de combustible. Una vez finalizada la prueba, sin embargo, desaparecieron buena parte de los efectos, aunque algunos de los participantes mantuvieron sus recién adquiridas costumbres (Belotinor, 2005).

En Dinamarca se ha planeado un estudio con un programa de incentivos para jóvenes conductores. En este caso, el incentivo es una reducción de las primas de las aseguradoras si no cometen exceso de velocidad (Schmidt Nielsen y Lahrman, 2005).

8.5. Consideraciones en materia de política

La educación, la formación y la información son elementos esenciales de cualquier política global de gestión de la velocidad. También son un requisito previo para que sean eficaces otras medidas (legislativas, estructurales, de señalización, imposición e ingeniería de vehículos, por ejemplo). Si se aplican adecuadamente, los conductores pueden comprender por qué es importante la gestión de la velocidad y cómo pueden contribuir determinadas medidas a conseguir unas velocidades adecuadas. En consecuencia, la educación y la formación pueden contribuir a mejorar la aceptación de esas medidas entre la población joven y la comunidad en general. En el futuro pueden contar con el uso voluntario de nuevas aplicaciones tecnológicas como la Adaptación Inteligente de la Velocidad (ISA). Sin embargo la educación, la formación y la información no pueden, por sí solas, cambiar la conducta y actitudes de los conductores. Aunque hay algunos enfoques más prometedores que otros, es muy difícil lograr efectos duraderos.

La educación y formación de los conductores en periodo de formación es, por supuesto, muy importante, y los riesgos y desventajas del exceso de velocidad deben convertirse en una materia explícita de dicha formación. Sin embargo, el mensaje es difícil de transmitir. Debe dejarse claro que la velocidad es un problema clave de seguridad vial en la mayoría de los países y uno de los principales factores (a menudo el más importante) en los accidentes de tráfico, por lo que afecta no solo a la seguridad de los

conductores sino también a la del resto de usuarios de la vía. Es importante también que los profesores reciban una formación adecuada sobre este tema y sus efectos. En los países en los que existe una formación práctica y teórica para los conductores de vehículos motorizados de dos ruedas (por ejemplo, ciclomotores), el tema de la velocidad debería ser abordado ya en esta primera fase como uno de los factores fundamentales en el número y gravedad de los accidentes de carretera.

Un sistema de permisos progresivo, con formación profesional, un número sustancial de horas de práctica supervisada y estructurada, y algunas restricciones en el uso del automóvil una vez obtenido el carné de conducir (por ejemplo en la conducción de noche, con pasajeros o en la velocidad máxima) tiene unas probabilidades muy altas de reducir la participación de los conductores noveles y jóvenes en accidentes.

Los cursos centrados en las técnicas de manejo del vehículo (por ejemplo técnicas antiderrape) pueden ser contraproducentes si provocan una confianza excesiva en el conductor. Los que se centran en el reconocimiento de situaciones peligrosas, en evitar esas situaciones y en lo limitado de las habilidades de conducción son mucho más eficaces.

Los conductores que ya tienen permiso de conducir son el mayor grupo de interés para la gestión y reducción de la velocidad, pero también son el grupo más difícil de alcanzar. Por ello, muchos países confían esta tarea a las campañas informativas (por ejemplo carteles o emisiones televisivas). Como se dijo antes, las campañas informativas son indispensables si se utilizan como apoyo a otras medidas. Si, por el contrario, se aplican como procedimiento aislado, el efecto, si lo hay, será muy reducido.

Debería alentarse el uso de simuladores de conducción por parte de los conductores de camiones para que estos puedan experimentar muchas situaciones que resultarían demasiado peligrosas en la vida real.

Las nuevas tecnologías aumentan las opciones de supervisión continua del comportamiento vial de los conductores individuales, incluyendo la elección de la velocidad y la frecuencia del exceso de velocidad. Se han llevado a cabo distintos experimentos para evaluar los efectos de los incentivos en una conducta vial adecuada. Los resultados son prometedores y merecen una investigación más exhaustiva para evaluar las posibilidades de las aplicaciones a mayor escala.

La presentación de la velocidad en la publicidad de coches, motocicletas e incluso vehículos utilitarios deportivos en la prensa escrita y en la televisión, es un fenómeno generalizado. Este tipo de publicidad alienta una conducción peligrosa, especialmente entre los jóvenes conductores, y, en general, la conducción a alta velocidad. Los gobiernos deben tomar una posición firme y asegurarse de que los fabricantes comprenden la necesidad de sustituir el protagonismo dado a la velocidad por mensajes positivos sobre la importancia de reducir la velocidad por motivos de seguridad y las ventajas de las prestaciones y tecnologías que pueden mejorar la seguridad y reducir los tiempos de desplazamiento y el estrés derivado de la conducción. Podrían lograrse rápidos avances a través de acuerdos voluntarios sobre nuevos estándares de publicidad.

REFERENCIAS

Automotive News (2003), www.automotivenews.com

Bjorklid, P. (1998), *Barn som oskyddade trafikanter*, I: A. Englund, m.fl. (red). *Trafiksakerhet. En kunskapsöversikt*, Studentlitteratur, s 316-329, Lund (S) [en sueco].

Belonitor (2005), *Belonitor: de kracht van belonen*. (Belonitor: el poder de los incentivos) Directoraat-Generaal Rijkswaterstaat, Studio Wegen naar de Toekomst WnT, Delft (NL) [en holandés].

CEMT (1989), *Resolution No. 56 on advertising that conflicts with road safety aims*. CM (89)37. París, CEMT, París.

Centro de Investigación del Transporte OCDE/CEMT (2006), *Jóvenes conductores: el camino hacia la seguridad*. OCDE, París.

Delaney, A., S. Newstead y B. Corben (2003), *Outcome evaluation of safe routes to schools -changes in crashes, knowledge and behaviour*, Monash University and ARRB Transport Research, Road Safety Research, Policing and Education Conference 2003, Sydney. Road and Traffic Authority (RTA), Hay market, Australia.

Delhomme P., T. Vaa, T. Meyer, C. Goldenbeld, S. Jarmark, N. Christie, G. Harland, y R. Vlasta (1999), "Evaluated road safety campaigns: an overview of 265 campaigns and some meta-analysis on accidents". En *Guiding Automobilists Through Technology & Education*. Comisión europea, EC-DGVI. Deliverable 4. Contract R0-97-SC.2235, Bruselas.

Elvik, R. y T. Vaa. (2004), *The Handbook of Road Safety Measures*. NY, Amsterdam, Elsevier Science.

Engstrom I., N P. Gregersen, K. Hernetkoski, E. Keskinen y A. Nyberg (2003), "Young novice drivers, driver education and training", en *Literature Review*, VTI Rapport 491 A, Linkoping (S).

Evans, L. (1991), *Traffic safety and the driver*. Van Nostrand Reinhold, New York.

Gogtay, N., J.N. Giedd, L. Lusk, K.M. Hayashi, D. Greenstein, A.C. Vaituzis, T.F. Nugent III, D.H. Herman, L.S. Clasen, A.W. Toga, J.L. Rapoport, y P.M. Thompson (2004), *Dynamic mapping of human cortical development during childhood through early adulthood*. <http://www.pnas.org/cgi/content/abstract/101/21/8174>, PNAS.

Giedd, J.N. (2004), *Structural Magnetic Resonance imaging of the adolescent brain*, Ann. N.Y. Acad. Sci 1021:77-85.

Glad, A. (1988), *Fase 2 i foreopplaringen. Effekt pa ulykkes risikoer*. Rapport 0015, Transportokonomiskt institutt, Oslo (N). [En noruego]

Gregersen N. P. (1998), *Barn som oskyddade trafikanter*, I: A. Englund, m.fl. (red). *Trafiksakerhet. En kunskapsöversikt*. Studentlitteratur. s 369-377, Lund (S). [En sueco]

Gregersen N. P. y B. Linderoth (1997), *Framtidpa vdg*, KFB & VTI Forskning/Research 20, VTI, Linkoping (S). [en sueco]

Hagenzieker, M.P. (1999), *Rewards and road user behaviour*. PhD Thesis, University of Leiden (NL).

Hastings, G. y F. Kennie (1999), *The use of Fear in Traffic Safety Communications: A Marketing Perspective*. Berichte der Bundesamt für Strassenwesen. Bundesanstalt für Strassenwesen (BASf), Bergisch Gladbach (D). [En alemán]

- Hultkranz, L. y G. Lindberg (2003), *Intelligent economic speed adaptation*. Ponencia presentada en la X Conferencia internacional sobre investigación del comportamiento en el viaje, Lucerna (Suiza), Agosto de 2003.
- Jonsson, R. (2004), *Umferdaroryggi, skilar drodur einhverju?* Framkvzemdafrettir Vegagerdarinnar, 27. tbl. 12 argangur. [En islandés]
- Ker, K., I. Roberts, T. Collier, F. Beyer, F. Bunn, y C. Frost (2005), "Post-licence driver education for the prevention of road traffic crashes: a systematic review of randomised controlled trials". en *Accident Analysis and Prevention* 37, 305-313.
- Keskinen, E., Hatakka, M., Katila, A. y Laapotti, S. (1992), "Was the renewal of the driver training successful? The final report of the follow-up group" en *Psychological reports no. 94*, University of Turku (SF). [En finlandés]
- Lourens, P.F., H.H. van der Molen, y H. Oude Egberink, (1991), "Drivers and children: a matter of education?" En *Journal of Safety Research*, 22(2), 105-115.
- Masten, S.V. y R.C. Peck (2003), *Problem driver remediation: a meta-analysis of the driver improvement literature*. Insurance Institute for Highway Safety, Arlington (EE.UU.).
- Ministerio de Transporte (2006), *Colloque de formation initiale des enquêteurs ECPA. Enquêtes comprendre pour agir*. Enero de 2006. París. Véase www.securiteroutiere.gouv.fr.
- OCDE (2004), *Keeping children safe in traffic*. OCDE, París.
- Read, M., S. Tagg, A.M. MacKintosh, y D. Eadie, (2005), *Development and evaluation of a mass media Theory of Planned Behaviour intervention to reduce speeding*. Health Education Research, 20, 36-50.
- Regan, A., T. Triggs, y S. Godley, (2000), *Simulator-based evaluation of the Drivesmart novice driver cd-rom training product*. Road Safety Research Policing and Education Conference, 315-320, Brisbane, Australia.
- Rensburg, R., (1996), *Social advertising: Examples "driving" the social advertising message home*. La Prevention Routière Internationale, Luxembourg-Bertrange, 307-313.
- Schmidt Nielsen, B. y H. Lahrmann, (2005), *Safe young drivers. Experiments with intelligent speed adaptation*. Ponencia presentada en el V Congreso y Muestra Europeos sobre sistemas y servicios de transporte inteligentes, Hannover, 1-3 de junio de 2005.
- Shin, Phillip C. et al, (2005), "Unsafe driving in North American automobile commercials", en *Journal of Public Health*, Vol. 27, No. 4.
- SWOV (2004), *The graduated driving licence*. Factsheet, SWOV, Instituto para la investigación sobre la seguridad vial, Leidschendam (Holanda), www.swov.nl.
- Ulleberg P. (2003), *Motorcykelsakerhet- en litteraturstudie och metaanalys*. Instituto de Economía del Transporte, Oslo [en sueco].
- Walton, D. y P.C. McKeown, (2001), "Drivers' biased perceptions of speed and safety campaign messages". *Accident Analysis & Prevention*, 33(5), 629-640.

CAPÍTULO 9.

CUMPLIMIENTO DE LAS LEYES

En un mundo ideal, no habría necesidad de desarrollar medidas de imposición de la ley. Sin embargo, el gran número de vehículos que excede la velocidad permitida en todos los países miembros deja claro que vivimos en un mundo bastante diferente. Las medidas de imposición de la ley, por tanto, son una pieza fundamental y necesaria para la gestión de la velocidad. Este tipo de esfuerzos dan un protagonismo cada vez mayor al cumplimiento de los límites de velocidad vigentes, extendiendo el uso de controles automáticos de velocidad que les otorgan una dimensión totalmente nueva.

Este capítulo describe los enfoques generales adoptados para la imposición de los límites de velocidad. Comienza presentando los principios generales para mejorar la eficacia de las actuaciones destinadas a la imposición de los límites de velocidad y se centra, a continuación, en distintas estrategias, instrumentos disponibles y en la eficacia de ambos.

9.1. Introducción

En un mundo ideal, con unos límites de velocidad lógicos y creíbles, vías "autoexplicativas", señalización vertical consistente y buen nivel de información sobre las consecuencias de la velocidad inadecuada y la necesidad de respetar los límites de velocidad, apenas serían necesarias medidas de imposición de la ley. En una realidad así, la gran mayoría de los conductores respeta voluntariamente los límites de velocidad. Sólo se necesitarían medidas represoras para aquellos pocos que consciente y deliberadamente superaran los límites. Sin embargo (aún) no habitamos ese mundo ideal, algo que se puede comprobar por el gran número de conductores que excede los límites de velocidad en todos los países y en todo tipo de vías (véase el capítulo 3).

Si se aplican adecuadamente, las medidas de imposición de la ley pueden ser una forma muy eficaz de reducir el porcentaje de vehículos que cometan exceso de velocidad y, con ello, el número de víctimas mortales y heridos graves. Aunque estas medidas nunca deberían ser un objetivo en sí, siguen siendo necesarias como actividad de seguridad vial fundamental y altamente eficaz.

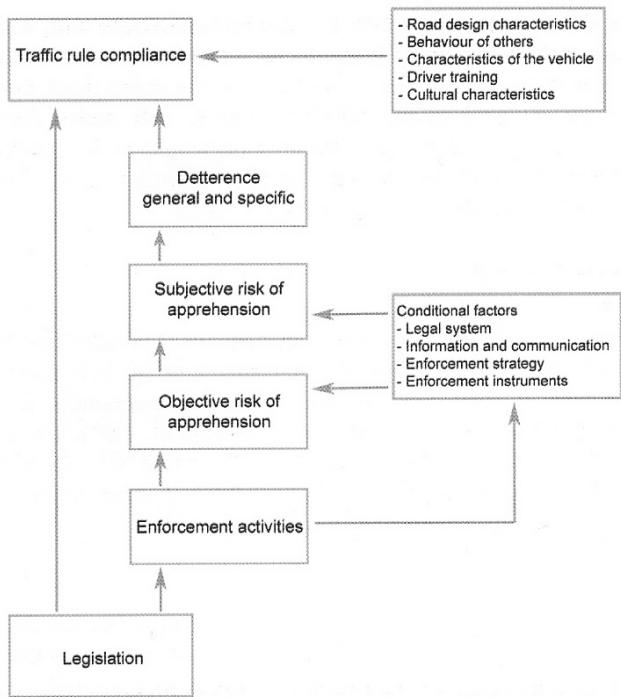
Este capítulo describe brevemente los principios y enfoques generales de imposición de la ley, para centrarse después en las estrategias de imposición de la ley en materia de control de la velocidad, instrumentos actualmente disponibles y eficacia de los mismos. En este momento no es posible (ni recomendable) controlar constantemente a todos los conductores y, en el futuro, los recursos económicos y humanos para las medidas de imposición de las leyes de tráfico seguirán siendo limitados. El reto, por tanto, es utilizar los recursos disponibles con la mayor eficacia posible.

9.2. Cumplimiento de la ley, ¿cómo funciona?

La base para las medidas de imposición de la ley es la legislación, y su objetivo final es conseguir que se cumpla. El que los conductores cumplan con las normas viales depende de las ventajas y desventajas de hacerlo. La figura 9.1 muestra un modelo simplificado de los mecanismos de imposición. La línea recta de la figura 9.1, que va desde la legislación hasta el cumplimiento, simboliza a aquellos que acatan las leyes por su mera existencia. Las medidas policiales deben ser vistas como una forma de influenciar a todos aquellos que no lo hacen.

Las medidas de imposición se basan en la idea de que la gente intentará evitar el castigo, una consecuencia del no cumplimiento de las normas. El número real de actividades de imposición determina el riesgo objetivo de ser "sorprendido" y, con ello, castigado. Este riesgo objetivo, a su vez, tiene efectos en la percepción subjetiva del riesgo. Se puede aumentar la percepción subjetiva del riesgo de penalización a través de estrategias concretas y, lo que es muy importante, de campañas publicitarias que atraigan la atención sobre este tipo de actividades en los medios de comunicación. Si la probabilidad de ser sorprendido infringiendo la ley se considera alta y si además va acompañada de una multa o sanción, bajará la frecuencia de las infracciones. De esta forma, la percepción subjetiva del riesgo de penalización es un efecto disuasorio deseable. A este respecto, debe distinguirse entre efectos disuasorios específicos para aquellos que son sorprendidos infringiendo la ley, y el efecto disuasorio general para los que (todavía) no han sido sorprendidos.

Figure 9.1. **Modelo del mecanismo de las medidas de imposición de leyes viales**



Traffic rule compliance = Cumplimiento normas tráfico

Deterrence general and specific = Efecto disuasivo general y específico

Subjective risk of apprehension = Riesgo subjetivo de captura

Objective risk of apprehension = Riesgo objetivo de captura

Enforcement activities = Actividades de imposición

Legislation = Legislación

Road design characteristics = Características del diseño de la vía

Behaviour of others = Comportamiento de los demás

Characteristics of the vehicle = Características del vehículo

Driver training = Formación del conductor

Cultural characteristics = Características culturales

Conditional factors = Factores condicionales

Legal system = Sistema legal

Information and communication = Información y comunicación

Enforcement strategy = Estrategia de imposición

Enforcement instruments = Instrumentos de imposición

Fuente: Goldenbeld, 2005/ Makinen *et al.*, 2003

La conclusión principal que puede extraerse de este modelo es que la probabilidad percibida de ser sorprendido al infringir una norma debe ser lo suficientemente alta para conseguir el efecto deseado. Si la probabilidad se considera pequeña, puede asociarse con la "mala suerte" y no afectar al comportamiento futuro al volante. Por ejemplo, un estudio neozelandés sobre los efectos de las medidas de imposición de la ley en materia de velocidad (Povey *et al.*, 2003) midió el riesgo subjetivo de ser sorprendido quebrantando la ley. La conclusión fue que el aumento del nivel de imposición de la ley y, quizás aún más importante, el aumento de la percepción del riesgo, contribuyen a reducir la velocidad y las tasas de accidentes.

9.3. Selección de vías para el cumplimiento de la ley en materia de velocidad

En este momento, y con la excepción de algunos estudios piloto con cajas negras, por ejemplo (ver la experiencia de Islandia en el cuadro 7.1), es imposible controlar de manera permanente a todos los conductores, en todo momento y lugar. Por tanto, lo que debe decidirse es hacia dónde orientar los esfuerzos.

En vías con un historial de mala seguridad

Preferiblemente, las medidas de imposición legal deberían centrarse en vías con un historial de seguridad negativo y donde el exceso de velocidad pueda ser una causa frecuente de accidente. Este enfoque no es el único con efectos positivos en materia de seguridad. También resulta útil explicar al público general la razón de las medidas de imposición, que deberían ser (y deberían ser vistas como) medidas de seguridad y no una actividad "recaudadora". Cualquier señal o mensaje que pueda dar esta última impresión despertará las críticas de la opinión pública y debería, por tanto, evitarse.

En vías con un límite de velocidad adecuado

Se deberían evitar medidas de imposición de la velocidad en aquellas vías en las que el límite establecido no es coherente con la función y diseño de la vía. Si el límite de velocidad es mucho más bajo que el que los conductores consideran adecuado para la vía, muchos conductores lo excederán. La imposición de los límites de velocidad **no será** una solución eficaz en tales circunstancias pues minará la credibilidad y aceptación de las medidas de imposición como medidas de seguridad. La solución sería adecuar el límite de velocidad a las características de la vía. A este respecto, la consulta frecuente entre autoridades viales y policía ayudará a identificar este tipo de "vías problemáticas".

En vías de alto riesgo subjetivo

También puede pedirse a la policía que imponga los límites de velocidad en vías de zonas residenciales y de 30 km/h, en las que la población se siente insegura debido a los excesos de velocidad reales o percibidos de los vehículos motorizados. A menudo, el número de accidentes registrado en estas zonas es muy pequeño por lo que es probable que los efectos en términos de reducción del número de accidentes sean pequeños e incluso inexistentes. La razón principal para dedicar unos recursos normalmente limitados en este tipo de situaciones sería mejorar la calidad de vida. Un efecto secundario positivo podría ser, en potencia, una mejor aceptación de las medidas de imposición de la ley en general.

En todas las categorías de vías

Aunque las medidas de imposición de la ley en materia de velocidad deberían centrarse en aquellas vías con un mal historial de seguridad, no deberían limitarse a esa categoría de vías. Es importante que los conductores vean que el control de velocidad se extiende a todos los niveles. Por ejemplo, en las autopistas (las vías con el riesgo de accidente más bajo), este tipo de medidas no sólo ayudan a reducir la frecuencia del exceso de velocidad; como el volumen de tráfico es tan grande, este tipo de medidas aplicado a este tipo de vías deja ver a los conductores la existencia de los controles. Se espera que un programa de imposición de la ley "en todas partes y en todo momento" aumente la eficacia de las medidas emprendidas.

9.4. Principios generales para lograr un cumplimiento eficaz de las leyes de velocidad

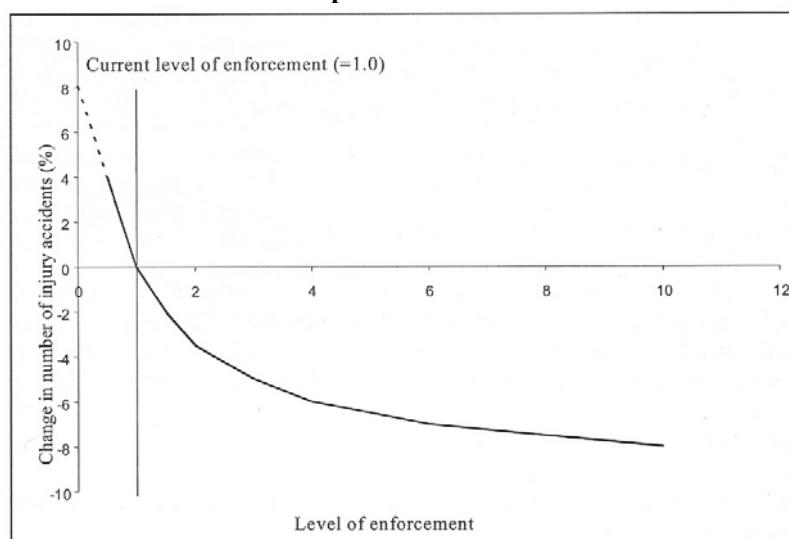
Se sabe que los efectos de las medidas de imposición de la velocidad son limitados en el espacio y en el tiempo (por ejemplo, Vaa, 1997; Christie *et al.*, 2003). La reducción de velocidad es mayor en las proximidades inmediatas de la unidad de vigilancia. En cuanto se supera la unidad se vuelve a aumentar la velocidad. De igual forma, cuando concluye un periodo de intensificación de este tipo de medidas, los efectos desaparecen gradualmente. En otras palabras, los efectos de las medidas de imposición policiales sólo duran mientras los conductores perciben un alto riesgo de ser detectados. Hay distintas tácticas y

estrategias que ayudan a maximizar los efectos de estas medidas en el tiempo y en el espacio. Están relacionadas con la frecuencia e imposición de las mismas, con las ubicaciones fijas frente a las variables, con medidas visibles frente a las invisibles y con el papel de la publicidad.

Frecuente, a intervalos irregulares y con intensidad variable

Lo ideal es repetir frecuentemente las actividades de imposición de la ley, a intervalos irregulares y con intensidades variables. Una mayor intensidad suele traducirse en efectos más duraderos. Sin embargo, y tal y como muestra la figura 9.2, el mayor aumento en términos de eficacia se consigue al doblar o triplicar dicha intensidad. A partir de ahí, el valor añadido será menor (ley de disminución del rendimiento).

Figura 9.2. Relación entre la intensidad de las medidas de imposición legal (1= nivel actual; 2 = el doble, etc.) y los efectos en términos de cambio porcentual en los accidentes con heridos.



Current level of enforcement = Nivel actual de imposición (=1,0)

Level of enforcement = Nivel de imposición de la ley

Change in number of injury accidents (%) = Cambio en el número de accidentes con heridos (%)

Fuente: Elvik, 2001.

Variación en el tiempo y el lugar

La aleatoriedad de las medidas de imposición de la ley es un factor determinante en la percepción subjetiva de los conductores del riesgo de detención. Los conductores no deberían conocer la ubicación ni el momento exactos de estas medidas. La incapacidad de predecir estas acciones aumentará el mantenimiento de los efectos en el tiempo y en el espacio. Por tanto, en una zona determinada, lo mejor es rotar aleatoriamente este tipo de actividades.

Medidas visibles e invisibles

En un recorrido medio, la probabilidad de ver un coche de policía o una unidad de control es bastante pequeña. Por ejemplo, en los países de la UE, la probabilidad de que un conductor vea un coche de policía es menos de una vez cada 100 km recorridos y menos de una vez por hora de viaje (Makinen *et al.*, 2003).

La alta visibilidad de las medidas policiales aumenta la percepción subjetiva del riesgo de detención. Por otro lado, las medidas visibles (frente a las invisibles) alentará a los conductores a ajustar su velocidad exclusivamente en ese determinado punto, sin efectos duraderos.

Las medidas invisibles crean un efecto de onda expansiva. Se ha demostrado que las medidas encubiertas con cámaras móviles, sin avisar a los conductores de su presencia, tienen un gran efecto disuasorio. Una evaluación del programa neozelandés de cámaras de velocidad concluyó que el uso de este tipo de cámaras ocultas como complemento de las cámaras visibles en zonas señalizadas, generalizaba el efecto del programa fuera de las ubicaciones de las cámaras de velocidad. El uso de símbolos visibles, como señales verticales dedicadas a advertir de la posible presencia de cámaras y vehículos de control, ayuda a los conductores a recordar la presencia de la amenaza invisible de las operaciones encubiertas, aumentando así el efecto disuasorio general (Delaney *et al.*, 2003).

Lo ideal es combinar medidas visibles e invisibles de control de la velocidad. En el caso de estas últimas, la visibilidad de las medidas puede mejorarse con una ubicación visible en la que la policía detenga a los infractores o, en el caso de las medidas de control de velocidad automáticas, a través de una señal electrónica que dice "hemos registrado su velocidad".

Apoyo publicitario e informativo

Los esfuerzos de imposición de la ley aumentan sustancialmente si cuentan con el apoyo de medidas publicitarias e informativas, que pueden traducirse de dos formas distintas. En primer lugar, aumentan la conciencia de los conductores de las medidas de imposición y la percepción subjetiva de la probabilidad de ser sorprendido en caso de infracción. Algunos ejemplos de publicidad e información que cumplen con este objetivo son la difusión de las acciones de imposición de la ley en los medios de comunicación locales y el uso de carteles en los márgenes de la vía que anuncien el posible control de velocidad en la zona. Por supuesto, es importante que la información difundida sea verídica. Anunciar medidas de imposición legal inexistentes puede resultar efectivo durante un tiempo, pero los efectos se perderán rápidamente y minarán futuros esfuerzos.

En segundo lugar, es importante utilizar la publicidad y la información para explicar los motivos de las medidas de imposición de la velocidad, así como para informar sobre los efectos y ventajas obtenidos en materia de seguridad. Esto ayudará a mejorar la aceptación pública de las medidas de imposición de la ley y facilitará la obtención de resultados. La información puede ofrecerse a nivel general, a través de los medios de comunicación o mediante folletos. Se ha demostrado que la información destinada a un público local, con ejemplos tomados de situaciones conocidas, es más eficaz que la información más general y con un objetivo menos concreto. En aquellos casos en los que el objetivo de las medidas de imposición de la ley es que la policía detenga a los infractores, se presenta una buena oportunidad de informar en persona sobre las acciones emprendidas para afrontar el problema del exceso de velocidad.

Cuadro 9.1. Nueva política de imposición de la ley en el Estado de Victoria (Australia)

En 2002, se celebró un foro ministerial en respuesta al número de víctimas mortales (444) del año 2001, la tasa más alta de los últimos diez años. El foro identificó la necesidad de implementar acciones radicales de forma inmediata. Con este objetivo lanzó la estrategia "Arrive Alive!" (¡Llega con vida!), centrada en programas de cambio de conducta y en medidas de control de la velocidad. Las iniciativas clave de este último componente del programa incluían:

- Una mayor atención al “exceso de velocidad de menor nivel” (esto es, reducción del umbral de tolerancia).
- Intensificación de los esfuerzos de imposición de la ley (más horas para el programa de cámaras móviles, más cámaras fijas y una prueba de control de secciones).
- Hacer más impredecibles las medidas de imposición legal (implementando, por ejemplo, cámaras

móviles "sin flash" y una combinación de vehículos con y sin identificación).

- Revisión de la estrategia de cámaras de control de la velocidad.

El informe de 2006 del Auditor General de Victoria sobre este programa se planteó, entre otras cosas, si éste había conseguido reducir la velocidad y los accidentes de carretera, y si se había centrado más en la reducción de los riesgos que en el aumento de los ingresos.

Concluyó que el programa había sido muy eficaz. En 2005, por primera vez, la velocidad media de circulación en las zonas de 60, 70 y 80 km/h del área metropolitana de Melbourne estuvo por debajo de los límites de velocidad legales. Sin embargo, en las zonas de 100 y 110 km/h del Estado, el cumplimiento de los límites de velocidad no mejoró. En cada una de estas zonas, en torno al 15% de los conductores seguían viajando por encima del límite en vigor.

La publicación señalaba que, al igual que todos los programas de imposición basados en multas, el programa australiano había aumentado los ingresos. Sin embargo, el informe demostraba que el aumento de los ingresos a través de infracciones en materia de velocidad seguía siendo notablemente más bajo que el gasto en seguridad vial. Las actividades de imposición estaban sustentadas por pruebas contundentes y se orientaban, fundamentalmente, a reducir el número de heridos en accidentes de tráfico y no a aumentar los ingresos. Una de las estrategias adoptadas fue hacer más impredecibles las medidas.

Arrive alive! se fijó unos objetivos muy ambiciosos, que perseguían una reducción del 20% del número de muertos y heridos graves para el 2007. Durante los cuatro primeros años de la estrategia (2002-2005) se produjo una reducción de aproximadamente el 16% en el número de víctimas mortales. En agosto de 2006, Victoria alcanzó su nivel más bajo de víctimas mortales en un periodo de 12 meses.

Los accidentes de circulación tienen múltiples causas por lo que es muy difícil concluir que la reducción del número de heridos se deba, exclusivamente, a un aumento del cumplimiento de los límites de velocidad. Sin embargo, las mayores reducciones en el número de heridos se han dado en las zonas con velocidad más bajas, en las que más intensivas fueron también las medidas de imposición de la ley. También se produjeron reducciones importantes en el número de peatones heridos y en la gravedad de las heridas (dos datos sensibles a los cambios en la velocidad de circulación). Estos factores indican que una mejora en el cumplimiento de los límites de velocidad ha sido un factor fundamental en la reducción del número de heridos.

Fuente: Auditor General Victoria (2006)

9.5. Instrumentos y sistemas para el cumplimiento de la ley en materia de velocidad

9.5.1. Control de velocidad convencional

El control de velocidad manual o convencional suele implicar una unidad de observación fija (un coche de policía con o sin indicación) equipada con un dispositivo de medición de velocidad y, más adelante en la vía, otra unidad policial para detener a los vehículos identificados y extender multas. El dispositivo de medición puede ser un radar con efecto Doppler o un dispositivo láser (por ejemplo, binoculares láser).

No se han estudiado lo bastante los efectos de este tipo de medidas manuales en la velocidad y en los accidentes. Sin embargo, puede argüirse que, frente a los sistemas de imposición automáticos (véase más adelante), la ventaja de las medidas manuales es que la policía detiene a los conductores que exceden los límites de velocidad. Esto permite comunicar directamente al conductor información sobre los motivos para castigar las infracciones relacionadas con el exceso de velocidad. Además, el conductor pierde el tiempo supuestamente ganado con el exceso de velocidad en el instante en el que es detenido. Otra consecuencia es que la acción de imposición se hace más visible para el resto de usuarios de la vía. Esto aumenta el efecto disuasorio general (véase la figura 9.1). Las medidas de imposición de la ley pueden

orientarse a distintos tipos de vehículos (que pueden estar sometidos a distintos límites de velocidad). La desventaja, sin embargo, es que los sistemas manuales requieren mucha más mano de obra y, por ello, no son una opción demasiado rentable.

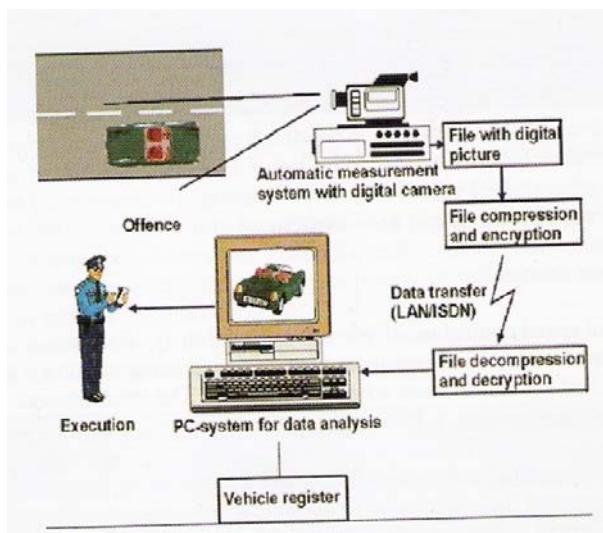
Una cámara de video (y el láser o radar) en un coche de policía en movimiento es otra opción para la imposición manual. Los coches en cuestión, normalmente coches de policía sin ningún tipo de indicativo, conducen por una determinada zona y la policía entra en acción cuando ven una infracción grave (velocidades extremadamente altas, adelantamientos peligrosos, escasa distancia de seguridad, saltos de semáforos en rojo, etc.). El infractor es seguido y detenido. El vídeo se utiliza para confrontar al conductor directamente con sus acciones y la policía puede así explicarle las posibles consecuencias de sus actos. Como en el caso anterior, faltan evaluaciones cuantitativas de los efectos. Se supone que la rentabilidad es menor que para los sistemas manuales fijos. Como el coche de policía se mueve en la misma dirección y aproximadamente a la misma velocidad que la circulación general, la probabilidad de detectar a un infractor en la dirección de viaje es relativamente pequeña. Las imágenes de vídeo se utilizan, en ocasiones, para programas de televisión sobre seguridad vial, lo que aumenta el "público" potencial.

9.5.2. *Control de velocidad automático*

El control de velocidad automático se realiza sin la presencia de un agente de policía. Las funciones básicas de esta forma de control suelen incluir (véase la figura 9.3):

- Detección in situ de una infracción.
- Registro in situ de una infracción.
- Registro in situ del número de matrícula del vehículo.
- Transmisión de la información registrada a un sistema de procesamiento.

Figura 9.3. **Marco operativo para el control automático de velocidad**



Offence = Infracción

Automatic measurement system with digital camera = Sistema de medición automática con cámara digital

File with digital picture = Archivo con imagen digital

File compression and encryption = Compresión y cifrado del archivo

Data transfer (LAN/ISDN) = Transferencia de datos (LAN/RDSI)

File decompression and decryption = Descompresión y descifrado del archivo

PC-system for data analysis = Sistema informático para el análisis de datos

Execution = Ejecución
Vehicle register = Registro del vehículo

Fuente: VERA

En algunos sistemas se informa al conductor de la presencia de un control automático a través de una señal electrónica colocada al lado de la vía. En los sistemas más avanzados, gran parte de las actividades de seguimiento también se automatizan. Entre ellas:

- Identificación del propietario del vehículo.
- Envío del aviso de infracción (multa) al propietario del vehículo o al conductor (si lo identifica el propietario del vehículo).
- Seguimiento de multas impagadas.

Frente a las medidas de imposición manuales, la mano de obra necesaria para la imposición automática es muy poca, aún más si el procesamiento de información está automatizado. Además, la probabilidad de detectar y multar a los infractores es sustancialmente mayor. Esto convierte a la opción automática en una medida muy rentable, aunque las inversiones iniciales para equipamiento sean notablemente mayores que las del control manual. Además, los usuarios de la vía perciben al control automático como más "objetivo" (Makinen *et al.*, 2003). Las desventajas de las medidas automáticas incluyen la falta de comunicación personal con el infractor y el vandalismo contra las cámaras automáticas.

El sistema de imposición automática más usado y conocido es la cámara fija de control de velocidad. Menos frecuentes, pero basadas en los mismos principios, son las cámaras de velocidad móviles. Más recientes y menos utilizados son aquellos sistemas que miden la velocidad media entre dos puntos: esto es, control de secciones. Pasamos ahora a explicar cada uno de estos sistemas.

Cámaras de velocidad móviles y fijas

Muchos países de todo el mundo utilizan cámaras fijas para la imposición de los límites de velocidad, dentro y fuera de las áreas urbanas. Las cámaras suelen estar ubicadas en secciones de la vía o en cruces donde la velocidad constituye un claro problema de seguridad. En algunos países, como Australia, Holanda, Suiza y el Reino Unido, las cámaras de velocidad de los cruces pueden combinarse con la detección de la luz roja del semáforo. Algunos de estos dispositivos incluyen cámaras "falsas" (no hay ninguna cámara real dentro del dispositivo) que sólo se utilizan por su efecto disuasorio (véase la sección 9.5.3). Las cámaras de velocidad móviles tienen un funcionamiento muy parecido al de las cámaras fijas. La diferencia principal es que la cámara puede moverse por toda la red. Esto aumenta el efecto disuasorio, al no poderse predecir la ubicación exacta de las medidas de imposición.

Se ha evaluado exhaustivamente la eficacia de las cámaras de velocidad. La gran mayoría de estos estudios muestran efectos positivos en el nivel de exceso de velocidad y en el número de accidentes (con heridos). Los efectos exactos indicados por los estudios evaluativos, sin embargo, muestran claras diferencias. Estas diferencias dependen, entre otras cosas, del tipo de la vía, de la situación de partida, del nivel inicial de exceso de velocidad, de la ubicación de las cámaras, de la longitud del tramo estudiado y, por último, del método de investigación. Elvik y Vaa (2004) realizaron un meta-análisis de los resultados combinados de 10 estudios distintos realizados entre 1984 y 1996. Su análisis mostraba que teniendo en cuenta todos los accidentes, las cámaras de velocidad automáticas están asociadas con una reducción del 19% de los accidentes. Para las vías equipadas con cámaras de velocidad fijas, en las zonas urbanas se estimó una reducción del 28% y en las zonas rurales la reducción fue del 16%²².

²² Los resultados publicados por Elvik y Vaa en 2004 mencionan, de hecho, una reducción del 4% en las zonas rurales. Sin embargo, cálculos más recientes de los datos de las zonas rurales revelan que esta estimación era incorrecta y que la reducción real

Muchos de los estudios recientes muestran resultados similares (véase Goldenbeld *et al.*, 2005) y algunos revelan incluso efectos mucho mayores. Por ejemplo, en Australia, un programa de imposición de velocidad muy intensivo con cámaras de velocidad móviles sin indicaciones externas, obtuvo una reducción del 41% en los accidentes con víctimas mortales. El programa de imposición se complementó con publicidad en los medios de comunicación de masas relacionada con la velocidad (Cameron *et al.*, 2003). En el Reino Unido, Gains *et al.* (2005) evaluaron los efectos en la seguridad del programa de cámaras de seguridad nacional (cámaras de velocidad combinadas con cámaras de semáforos en rojo) y estimaron una reducción del 42% en las víctimas mortales o con heridas graves en las ubicaciones de las cámaras.

En ocasiones, entre los efectos adversos de este tipo de cámaras fijas se alude al frenado brusco antes de la cámara y la consiguiente aceleración una vez pasada su ubicación, es el llamado "efecto canguro". Este efecto puede aumentar la probabilidad de colisión y también afecta a las emisiones de gases contaminantes. Hay, sin embargo, algunos estudios empíricos que atendieron a estos posibles efectos negativos de las cámaras fijas.

También debería mencionarse que las cámaras fijas (aún) no distinguen entre vehículos de pasajeros y vehículos pesados. Por tanto, si hay un límite de velocidad diferenciado para vehículos pesados, las cámaras no detectan si los camiones están circulando por encima de su límite autorizado. Además, las cámaras fijas no toman en cuenta los cambios en el límite de velocidad derivados de las condiciones climatológicas.

Cuadro 9.2. El programa de cámaras de velocidad automáticas en Francia

En Francia, la implementación de cámaras de velocidad automáticas comenzó en la segunda mitad de 2003. En julio de 2005 ya había casi 450 cámaras de velocidad, entre fijas y móviles, y a finales de 2007 se cuenta con la presencia de unas 1500 cámaras. La tasa de despliegue, por tanto, es muy alta. Aproximadamente el 75% de las cámaras de velocidad están ubicadas en zonas rurales. El 25%, por tanto, se reserva para las zonas urbanas.

Implementación de cámaras de velocidad en julio de 2005

30km/h	2	0,5%	Vía urb. (21,1%)
50 km/h	44	10,1%	
70 km/h	46	10,5%	
80 km/h	12	2,7%	Rural (76,4%)
90 km/h	246	56,3%	
110 km/h	66	15,1%	
130 km/h	10	2,3%	
N/A	11	2,5%	
TOTAL	437	100%	

El proceso de imposición está totalmente automatizado, desde la detección de infracciones hasta la emisión de multas.

Se estimó que, como media, a finales de 2005 las cámaras fijas comprobaron la velocidad de cada conductor unas 7 veces al mes. El porcentaje de infracciones en relación con el tráfico varía notablemente entre distintas ubicaciones. Algunas cámaras de velocidad muestran unas tasas de detección más altas que la media, lo que sugiere que pueden estar ubicadas en lugares en los que el límite de velocidad no sea el adecuado para las condiciones locales o que sea mal comprendido por los conductores.

Los resultados han sido muy positivos en términos de reducción de la velocidad y de los accidentes.

Efectos locales

de las zonas rurales era del 16% (Vaa, 2005; comunicado personal).

El porcentaje de infractores se redujo entre 6 y 30 veces (dependiendo del lugar) en la proximidad inmediata de las cámaras fijas. Los accidentes con heridos y víctimas mortales se redujeron, respectivamente en un 40 y 60% en los tramos de 6 km controlados por las cámaras fijas. Es una tasa mucho más alta que el descenso observado a nivel nacional durante el mismo periodo (19 y 28%).

Efecto global

La velocidad media de las vías francesas se redujo en 5 km/h en tres años. La tasa de infracciones muy graves (más de 30 km/h) se dividió entre 5. Es interesante apuntar que las velocidades ya comenzaron a reducirse con el anuncio del programa de control automático, incluso antes de la instalación de las primeras cámaras. Entre 2002 y 2005, el número de víctimas mortales se redujo en un 30% en Francia, un resultado sin precedentes. Estas reducciones sustanciales no se deben exclusivamente a la implementación de controles de velocidad automáticos, aunque éste sí fue un factor clave. Se estima que el descenso de la velocidad (en el que el control de velocidad automático tuvo un papel clave) contribuyó en un 75% de este descenso.

Aspectos económicos del sistema

El gobierno ha dedicado unos 100 millones de euros anuales en costes de inversión y operativos. Se estima que cuando todas las cámaras estén en funcionamiento, los ingresos generados por las multas se elevarán, aproximadamente, a los 375 millones de euros anuales. Un elemento crucial del éxito de este programa es la comunicación transparente sobre la asignación de los ingresos, que se invierten, fundamentalmente, en mejoras de la seguridad vial. También debería señalarse que la reducción de la velocidad debida a los controles de velocidad ayuda a ahorrar combustible, lo que a su vez reduce el beneficio gubernamental por los impuestos sobre productos petrolíferos.

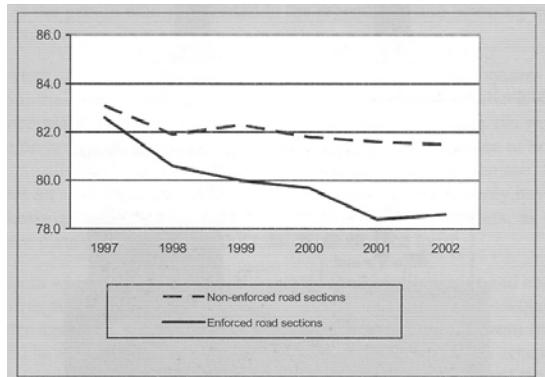
Fuente: Chapelon y Sibi (2006); Canel y Nouvier (2005).

Cuadro 9.3. Un proyecto de imposición de velocidad a nivel regional con cámaras móviles en Holanda

Las actividades de imposición en Holanda se centraron en vías rurales (no autopistas) con un número elevado de accidentes con heridos según los registros de accidentes policiales de 1992 a 1996. Se identificó un total de 28 secciones viales con una extensión total de 116 km. Estas secciones, con un alto nivel de accidentes, fueron el objetivo de las medidas de imposición. Se optó por radares móviles desde coches sin indicaciones externas. Como media, había una o dos horas de controles de velocidad semanales por cada una de las vías seleccionadas. En cada una de estas vías, había señales viales especiales que advertían a los conductores sobre la posibilidad de control a través de cámaras, independientemente de la presencia real de las mismas. No había ninguna señal que informara a los conductores de su exposición real o no al control de velocidad. Las vías sometidas al programa tenían también presencia repetida en la prensa local, y una campaña informativa y publicitaria intensiva complementaba todas las medidas de imposición.

Se realizó un estudio evaluativo durante 5 años del uso de medidas de imposición, que incluía datos sobre velocidad y accidentes en vías sujetas a este tipo de medidas y en vías similares sin actividades de imposición. Los datos de velocidad mostraron una reducción significativa en la velocidad media y en el porcentaje de infractores. La mayor reducción se produjo el primer año del proyecto (1998) y el cuarto año del mismo (2001), en el que el esfuerzo de imposición siguió intensificándose. También había indicios de efectos de "propagación": la velocidad también se redujo en las vías cercanas, no sujetas al proyecto de imposición. La mejor estimación del efecto del proyecto en materia de seguridad es una reducción del 21% en el número de accidentes con heridos y en el número de heridos graves. Este cálculo se basó en comparaciones entre el número de accidentes durante el proyecto (5 años) y los 8 años anteriores, en las vías sometidas al mismo y en todas las demás vías fuera de las zonas urbanas de la misma región (véase la figura 9.4).

Figura 9.4. Velocidades medias sobre vías sometidas y no al programa, con un límite de velocidad de 80 km/h durante los años 1997-2002 en Holanda



Non-enforced road sections = Secciones no controladas

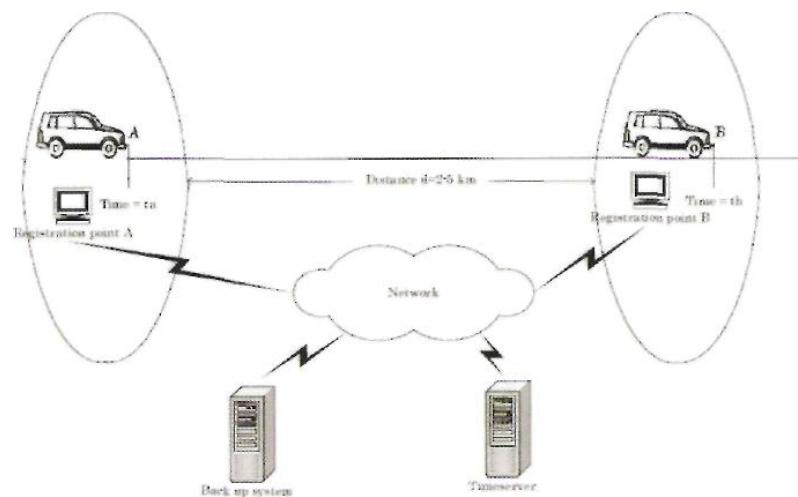
Enforced road sections = Secciones controladas

Fuente: Goldenbeld y Van Schagen (2005)

Control de secciones

Un enfoque bastante nuevo dentro de las medidas de imposición de velocidad es el denominado "control de secciones" o "control entre puntos". Los sistemas de control de secciones miden la velocidad media en una sección de la vía (normalmente entre 2 y 5 km). El principio es bastante sencillo: se identifica el vehículo a la entrada de la sección de control y, de nuevo, al abandonarla. La velocidad media puede calcularse a partir del tiempo transcurrido entre estos dos puntos. A continuación, se archiva y procesa la información sobre los vehículos que circulan demasiado rápido (véase la figura 9.5). El control de secciones suele realizarse en tramos sin entradas ni salidas, gasolineras, zonas de aparcamiento, etc. El sistema también podría utilizarse para tramos más largos (por ejemplo, entre la entrada y salida de una población o en zonas de 30 km/h), aunque en ese caso sólo podría obtenerse información significativa sobre el tiempo de desplazamiento de aquellos vehículos que viajaran directamente entre el punto de entrada y de salida. Es evidente que podría subestimarse la velocidad del resto.

Figura 9.5. Esquema de la técnica de control de secciones



Time = Tiempo

Registration point A= Punto de registro A

Registration point B= Punto de registro B

Distance = Distancia

Network = Red

Back up system = Sistema de copia de seguridad

Timeserver = Servidor temporal

Fuente: Administración de vías públicas noruega

Figura 9.6. Control de secciones en Holanda



Fuente: Stoelhorst, 2005

En este momento, se existen sistemas de control de secciones en Australia, Austria, República Checa, Holanda, Suiza y Reino Unido. Las primeras experiencias en Holanda son muy positivas y son pocos los vehículos que superan el límite de velocidad, además de haber logrado unas velocidades más homogéneas (RWS, 2003). En Austria, el sistema de control de secciones en el túnel Kaisermühlentunnel, cerca de Viena, se tradujo en una reducción de la velocidad media. Sólo el 0,5% del tráfico superaba el límite de velocidad y no ha habido accidentes graves desde la instalación del sistema (ETSC, 2005). Es necesario advertir a los conductores antes de llegar a una zona de control de secciones para evitar las maniobras de frenado brusco y posteriores congestiones del tráfico.

Hay algunos problemas legales que pueden bloquear la implementación del control de secciones en algunos países. Uno de estos problemas está relacionado con el hecho de que la velocidad media no siempre se reconoce como una medida legal para la imposición de la velocidad. Por ejemplo, Francia no autoriza la velocidad media como medida legal, pero a iniciativa de varias compañías de autopistas, se

han implementado sistemas de este tipo a modo informativo. Otro problema está relacionado con las leyes de privacidad, que no permiten registrar información sobre los no infractores. Con un sistema de control de secciones, se registra información de *todos* los vehículos, aunque finalmente solo se almacena y procesa aquella relativa a los infractores.

9.5.3. Algunos problemas técnicos y legales relacionados con las medidas de imposición automática

Responsabilidad legal del conductor y del propietario del vehículo

La responsabilidad del propietario del vehículo o del conductor es un aspecto clave de la imposición de velocidad automática. En algunos países (por ejemplo, Finlandia, Alemania, Noruega, Suecia y Suiza) la responsabilidad por las infracciones sólo puede recaer *en el conductor*. En otros países (por ejemplo Bélgica, Francia, Italia, Holanda, Portugal y Reino Unido) la responsabilidad recae en el *propietario registrado* el vehículo, a no ser que se haya denunciado el robo del vehículo o de la matrícula, o que el propietario indique la identidad del conductor.

En Australia, el conductor registrado del vehículo es responsable de la infracción a no ser que indique el nombre de otra persona como conductor y que esa persona acepte la responsabilidad de la infracción. El conductor registrado es la persona presente en el sistema de autorización y registro de un vehículo. No es necesariamente su propietario.

El sistema legal en vigor tiene consecuencias en el sistema técnico de imposición automática. En aquellos países donde el propietario del vehículo es el responsable legal, basta con hacer una fotografía de la matrícula. En ese caso es mucho más fácil fotografiar la matrícula trasera. En aquellos países donde el conductor es el responsable legal se necesita una fotografía de la matrícula y del conductor. Técnicamente es más difícil y, además, más caro. Registrar la matrícula trasera también supone una ventaja respecto a las motocicletas, pues sólo tienen placa en la parte trasera. Sin embargo, hay una desventaja respecto a camiones con remolque, pues el remolque no tiene la misma matrícula que el camión (y no siempre tienen el mismo propietario).

Aplicar un sistema que multe al propietario del vehículo es técnicamente más fácil y económico. Además simplifica y acelera el pago de las sanciones y reduce, en consecuencia, la carga administrativa implícita. En los países que aplican un sistema de puntos (véase la sección 9.6), el propietario del vehículo podría indicar el nombre del conductor o aceptar para sí mismos los puntos de penalización. En muchos países, la aplicación de un sistema basado en la responsabilidad legal del propietario del vehículo exigiría un cambio en las leyes.

El uso de cámaras "falsas"

Instalar y poner en funcionamiento cámaras de velocidad en todos los lugares de alto riesgo podría ser una operación muy costosa. Para resolver este problema, muchos países utilizan cámaras "falsas". Estas cámaras reproducen la caja de una cámara auténtica, pero no tienen película ni cámara en el interior. Los costes de instalación de una de estas cámaras son aproximadamente de un tercio de los costes de una cámara real y los costes operativos también son muy bajos. El objetivo es que los conductores no sepan si la caja contiene o no una cámara y que adapten su velocidad "por si acaso". El efecto puede reforzarse rotando regularmente las cámaras operativas entre las distintas cajas. Esta es una medida adoptada en muchos países. En algunos países, como Francia, las cámaras "falsas" no se utilizan por razones políticas.

Medidas de imposición legal transfronterizas

El tráfico rodado internacional sigue aumentando y con él las infracciones cometidas por conductores extranjeros. Hay indicios de que los conductores extranjeros cometen más infracciones de lo que correspondería a su cuota en la circulación. Por ejemplo, en Francia, al comienzo de la implementación del programa de imposición automatizado, los conductores extranjeros representaban aproximadamente el 10% del tráfico, y casi un 25% de los infractores (Canel *et al.*, 2005).

Otros problemas relacionados con la imposición de la ley transfronteriza son las violaciones cometidas por vehículos de transporte y autobuses internacionales. En febrero de 2005, la TISPOL

(European Traffic Police Network Organisation), lanzó una operación policial en las vías europeas orientada a los autocares y autobuses internacionales. Participaron catorce países europeos. Durante la operación, se detuvieron y registraron 23.932 autobuses y autocares, se detectaron 6.889 infracciones y, de ellas, 946 eran por exceso de velocidad (TISPOL, 2005).

Actualmente, suele ser muy difícil, e incluso imposible, procesar infracciones cometidas por conductores extranjeros. Uno de los principales problemas está relacionado con el intercambio de datos de aquellos vehículos infractores, un problema con aspectos legales y técnicos. Sólo algunos países tienen acuerdos de cooperación mutuos, por ejemplo, entre los países nórdicos (Noruega, Suecia y Dinamarca) o entre Francia y Luxemburgo y Francia y Alemania. En Europa se están planteando otros acuerdos similares. Para lograr medidas de imposición legal transfronterizas eficaces, todos los países deben aceptar el registro de otro país y sus procesos y sanciones. Esta aceptación mutua parece ser difícil de lograr, dado que la primera Convención europea data de 1964. Sin embargo, la Unión Europea aprobó recientemente la Decisión marco 2005/214/JHA del Consejo, de 24 de febrero de 2005, sobre la aplicación del principio de reconocimiento mutuo de sanciones económicas, que cubre las multas impuestas por infracciones de tráfico.

Las medidas de imposición transfronterizas fueron el tema de dos proyectos cofinanciados por la Comisión Europea: VERA 1 (1998) y VERA 2 (2004) (véase <http://veraprojects.org/>). Los proyectos se centraban en la armonización de la imposición legal por los Estados miembros de la UE. Suele aceptarse que el país donde se comete la infracción sea el responsable del proceso legal, y que el país en el que reside el propietario o conductor del vehículo sea responsable del cumplimiento de la sanción, si lo exige el país en el que se cometió la infracción. Los proyectos VERA recomiendan que el propietario del vehículo sea responsable de la infracción, a no ser que identifique a otra persona como el infractor o presente pruebas del robo, venta o transmisión del vehículo. Los proyectos identificaban varios temas a resolver:

- La identificación de la nacionalidad del vehículo a partir de la matrícula.
- Acceder a la información del conductor/propietario.
- Imposición transfronteriza de sanciones no económicas.
- Homologación y certificación, incluyendo la certificación de los sistemas de control de la velocidad que utilizan imágenes digitales.

Niveles de tolerancia técnica y práctica

Los dispositivos de detección de la velocidad pueden ser algo imprecisos a la hora de medir la velocidad. Para evitar falsas alarmas debido a la imprecisión de los dispositivos de medición (medir una velocidad por encima del límite de velocidad mientras que la velocidad real cumplía con el límite), se aplica un nivel de tolerancia técnica.

Además de la tolerancia técnica, algunos países también aplican una tolerancia práctica: el radar se ajusta de forma que no registre infracciones menores. Actualmente, los niveles de tolerancia varían de un país a otro, hay además países que sólo aplican una tolerancia técnica y otros que suman una tolerancia práctica. En muchos países, se penalizan velocidades que superan por 10 km/h o más los límites establecidos.

El problema relacionado con los altos niveles de tolerancia es que inducen a los conductores a creer que un poco de exceso de velocidad es aceptable y que, por tanto, los límites de velocidad no son estrictos. En los últimos años, los niveles de imposición en Melbourne (Victoria, Australia) han aumentando, mientras que se ha reducido el nivel de tolerancia. Esto se tradujo en un mayor cumplimiento de los límites de velocidad y en la tendencia a la baja en el número de víctimas mortales en carretera (véase el cuadro 9.4).

No se recomienda aplicar un nivel de tolerancia práctica. Un nivel de tolerancia del 5% parece suficiente para responder de una posible imprecisión técnica. En cualquier caso, los niveles de tolerancia no deberían ser más bajos que el error legal según los estándares internacionales.

Cuadro 9.4. Experiencia en Melbourne con un endurecimiento de las medidas de imposición (incluyendo una reducción del nivel de tolerancia), en 2002

En Victoria, uno de los elementos clave del programa gubernamental "Arrive alive!" fue una amplia campaña orientada a la velocidad y al exceso de velocidad. Esta estrategia de seguridad vial se extendió entre 2002 y 2007. Entre mayo y septiembre de 2002, la policía de Victoria introdujo, progresivamente, un nivel de tolerancia más bajo para las cámaras de control automáticas de todo el Estado. Los niveles de control habían estado ajustados, tradicionalmente, a 10 km/h por encima del límite de velocidad pertinente.

Los niveles de infracciones subieron simultáneamente a la reducción de los niveles de tolerancia (de hecho, se doblaron). Al mismo tiempo, comenzó a caer el número de víctimas mortales en Melbourne. A finales de 2003, los niveles de infracción habían vuelto a los niveles anteriores a largo plazo (más bajos) y el número de víctimas mortales había caído sustancialmente.

La reducción del 43% de las muertes en el área metropolitana de Melbourne, entre 2001 y 2003, se extendió a todas las categorías de usuarios de las vías. Otras medidas disuasorias introducidas a través de normativas y leyes a finales de 2002 fueron:

- Reducción de los umbrales de exceso de velocidad al aumentar los puntos de penalización.
- Suspensión automática del permiso de conducir si se detectaban velocidades que superaran en más de 25 km/h los límites legales (antes el umbral era de 30 km/h).

En los tres años transcurridos hasta finales de 2004, hubo una reducción global del 22% en el número de víctimas mortales por todo el Estado de Victoria. Esta reducción respondía a toda una serie de iniciativas desde programas estructurales, medidas reforzadas contra la conducción bajo los efectos del alcohol, reducción de los límites de velocidad en las zonas con más presencia de peatones, límites de puntos de penalización anuales para conductores en periodo de prueba y un reforzamiento de las sanciones y medidas de imposición de la velocidad.

Detectores de radar

El aumento de las medidas de imposición automáticas en muchos países se ha traducido en el desarrollo de equipamiento integrado en el vehículo para detectar o mostrar la presencia de una cámara de velocidad operativa: el detector de radar y los mapas digitales. Debería prohibirse el uso de estos detectores, como ya han hecho algunos países.

Los mapas digitales sólo pueden tomar en cuenta las cámaras fijas (aunque también pueden indicar las ubicaciones más frecuentes de las cámaras móviles). De ahí el interés en tener un gran porcentaje de cámaras móviles, siempre que se instalen en buenas posiciones.

9.6. Sancionar las violaciones de ley por exceso de velocidad

9.6.1. Categorías de sanciones

Como ya se ha dicho, las medidas de imposición se basan en el principio por el cual los conductores intentarán evitar ser sancionados. De ahí que, para preservar la integridad del sistema, al detectar una infracción deba ir seguida de una sanción. Es esencial que los infractores no escapen sin ser sancionados y que el sistema de sanciones sea bueno y justo. Hay distintas categorías de sanciones.

Multas

La sanción más habitual para una infracción de tráfico es una multa económica. Todos los países aplican multa a las infracciones por exceso de velocidad. En la mayoría de países, la cantidad de la multa depende de la cantidad de exceso de velocidad, con una cantidad máxima y mínima. La tabla 9.2 muestra la cantidad de las multas por exceso de velocidad en distintos países.

Tabla 9.2. Multas económicas aplicadas en distintos países (véase el Anexo B para más detalles)

País	Multa por infracción de 9 km/h en euros ²³	Multa por una infracción de 19 km/h en euros
Australia (Victoria)	80	128
Canadá (media de 13 jurisdicciones)	58	87
Corea	24	24
Estados Unidos (Florida)	21	84
Finlandia	La multa se fija en relación al salario del infractor	
Francia	Si el límite de velocidad es menor o igual a 50 km/h, 135 euros (reducido a 90 euros si se paga en un plazo de 2 semanas). Si el límite supera los 50 km/h, 68 euros (reducido a 45 euros si se paga en un plazo de 2 semanas).	Si el límite de velocidad es menor o igual a 50 km/h, 135 euros (reducido a 90 euros si se paga en un plazo de 2 semanas). Si el límite supera los 50 km/h, 68 euros (reducido a 45 euros si se paga en un plazo de 2 semanas).
Grecia	30	30
Holanda	30	55-70
Islandia	0	135
Polonia	< 13	13-26
Portugal	60-300	60-300
República Checa	10-30	10-30
Rusia	--	1,5
Suecia	84-106	127-148
Suiza	39-77	116-155 (juicio si es en zonas urbanas)

En algunos países, la cantidad de la multa también depende del lugar de la infracción (por ejemplo en zonas rurales, urbanas, autopistas, zonas de obras) o del tipo de vehículo (coches de pasajeros/motocicletas, vehículos de carga pesada/autobuses). En Finlandia, la multa se fija en relación con el nivel salarial del infractor. Esto, sin embargo, no se limita a las multas de tráfico. En Finlandia, todas las sanciones económicas se fijan respecto al salario.

En algunos países, la multa aumenta si no se paga inmediatamente y sigue subiendo mientras el caso esté abierto. Si el infractor gana el caso, la multa se descarta, pero perderlo supone una multa final mucho más elevada. En algunos países (como en Francia) la multa debe pagarse antes de que la infracción pueda ser impugnada. Si el infractor gana el caso se reembolsa el importe.

Retirada o suspensión del permiso de conducción

Para las infracciones por exceso de velocidad muy graves, o en caso de reincidencia, muchos países tienen la opción legal de suspender o retirar el permiso de conducir durante un tiempo. Un examen médico o psicológico, la participación en un programa de rehabilitación o un nuevo examen de conducir pueden ser parte del procedimiento para recuperar la licencia. Los efectos de la retirada o suspensión del

²³ Las conversiones de divisas se hacen con las tasas del Banco central europeo vigentes el 19 de octubre de 2005.

permiso se relacionan, fundamentalmente, con las restricciones en la movilidad del infractor y, en consecuencia, con su estilo de vida.

Puntos de penalización

En un sistema de puntos de penalización, una infracción de la ley vial resulta en la perdida de un determinado número de puntos, pérdida que suele sumarse a la sanción "normal". Si estos puntos llegan a un número establecido seguirá una sanción más severa (por ejemplo, suspensión del permiso de conducir, necesidad de superar un nuevo examen de conducción o participación en un curso de rehabilitación). La aplicación de este sistema de puntos varía de un país a otro. Algunos países parten de cero, sumando puntos a medida que se cometen infracciones. Otros sistemas comienzan con un determinado número de puntos de crédito que se pierden con las infracciones.

En algunos países, los conductores noveles tienen una "reserva" de puntos más pequeña durante un periodo de uno a tres años a partir de la fecha de obtención del carné de conducir.

Entre los países que respondieron a la encuesta, los sistemas de punto de penalización se aplicaban en Australia, Canadá, Corea, Estados Unidos, Francia, Islandia, Irlanda, Japón, Noruega, Polonia y Reino Unido. El número de puntos de penalización depende del nivel de exceso de velocidad, excepto en Irlanda y Reino Unido, donde el número de puntos es mayor si el conductor es declarado culpable por un tribunal. En algunos países (como Francia) se pueden recuperar algunos (pero no todos) de los puntos perdidos acudiendo a un curso formativo.

Un caso especial es el de Nueva Gales del Sur (Australia), donde se aplica un "punto de penalización doble" desde 1997: durante los días festivos, sedoblan los puntos de penalización por exceso de velocidad. En los 23 periodos vacacionales (112 días) en los que se duplica el número de puntos de penalización ha habido una reducción del 16% en el número de víctimas mortales por accidente frente a periodos anteriores. Una de las ventajas de este sistema es lo reducido de sus gastos. En 2001, este sistema se extendió a otras infracciones y una encuesta mostró que el 89% de la población era favorable a la iniciativa.

9.6.2. Los efectos de las sanciones

Las sanciones son un elemento esencial de cualquier medida de imposición de la ley. Sin embargo, sus efectos son todavía un área poco tratada en la investigación sobre seguridad vial.

El requisito más importante respecto a las sanciones es que si se detecta una infracción sea seguida por una sanción (Goldenbeld *et al.*, 1999). La certeza de una sanción parece ser más importante que la severidad de la misma, especialmente si la probabilidad de ser detenido es pequeña (Makinen *et al.*, 2003). Una sanción no es necesariamente una multa. Un estudio finlandés (Makinen, 1990) indicó que una multa no es más efectiva que una carta de aviso enviada por la policía, lo que sugería que la participación de la policía puede resultar más importante que una sanción económica.

Basándose en teorías de aprendizaje, suele argumentarse que es importante que el tiempo transcurrido entre la infracción y la sanción sea muy corto para tener efecto en el comportamiento. Sin embargo, no hay ninguna evidencia empírica que indique cuánto ha de ser ese tiempo. Makinen *et al.* (2003, página 30) señalaban incluso que "en términos prácticos no hay ninguna evidencia de que las sanciones impuestas al instante (en pocos días) sean más eficaces que las sanciones impuestas con un periodo de una o varias semanas".

Hay algunos estudios dedicados al valor añadido de los puntos de penalización. Sin embargo, sigue siendo difícil evaluar su efecto como medida aislada, puesto que suelen introducirse como parte de un conjunto mayor de medidas de seguridad vial. Una visión global de la bibliografía disponible indicó que los mayores efectos sobre la seguridad vial se esperan inmediatamente después de la introducción del sistema. Si la probabilidad de ser sorprendido cometiendo una infracción es pequeña, los efectos se extinguieren mucho más rápido (Vlakveld, 2004; SWOV, 2005). A nivel del conductor individual, hay

indicios de que los efectos son mayores entre aquellos conductores que se acercan al umbral permitido de puntos de penalización (Makinen *et al.*, 2003). Para garantizar el valor pedagógico de los puntos de penalización se debe informar al conductor de la sanción poco después de haberla cometido. Además, es importante que el conductor pueda comprobar en cualquier momento el número de puntos del que dispone.

En relación con multas y puntos de penalización es importante que la sanción parezca justa y que se aplique de igual modo para todo el mundo, sin ningún tipo de discriminación o sin posibilidad de cancelar la sanción.

9.6.3. *Programas de recompensa*

A partir de las teorías psicológicas sobre aprendizaje y motivación se sabe que recompensar el buen comportamiento es una medida al menos tan eficaz como una herramienta de modificación de la conducta basada en el castigo. En las teorías de seguridad vial, no se ha prestado mucha atención a las recompensas. Sin embargo, la investigación ha mostrado que pueden tener un efecto positivo en la conducta vial (Hagenzieker, 1999). Por lo general, las acciones de recompensa se integran en un programa más amplio de seguridad vial que incluye publicidad general y destinada a grupos definidos y medidas policiales tradicionales. Las recompensas pueden ir desde pequeños bonos o vales hasta la posibilidad de conseguir un premio grande, por ejemplo, un billete de lotería. Casi todos los programas de recompensa se centran en el uso del cinturón de seguridad, ya que es muy fácil de detectar. Es mucho más difícil recompensar la elección de una velocidad correcta pues exige una supervisión constante.

Sin embargo, las tecnologías modernas, en especial la caja negra o grabadora de datos de eventos (véanse los capítulos 7 y 10), permiten supervisar la conducción de forma automática y durante largos períodos de tiempo. Utilizando estas tecnologías combinadas con GPS y con una base de datos de límites de velocidad, se pueden supervisar las infracciones por exceso de velocidad. Como vimos en el capítulo 8, se han realizado o se están realizando distintos experimentos sobre el uso de este equipamiento combinado con un programa de recompensas. En algunos países, por ejemplo, las aseguradoras ofrecen tarifas reducidas para los conductores equipados con este tipo de grabadoras. Estas aplicaciones suelen darse fuera del ámbito policial, pero también permitirían una forma de control policial automático que pudiera combinar los principios de recompensa y castigo.

Sin embargo, debería señalarse que es muy difícil implementar estos programas y que todavía no se ha probado su rentabilidad.

9.7. *Ventajas en términos de costes de las medidas de cumplimiento de la ley*

Las medidas de imposición de velocidad pueden ser medios muy eficaces de reducir la velocidad y el número de accidentes. Las ventajas de reducir el número de accidentes (en términos económicos) son muy altas. Evidentemente, los beneficios exactos dependen del valor ligado a una vida estadística y al daño personal y material. Estos valores varían entre países.

Los costes de las medidas de imposición dependen del método aplicado. A partir de la experiencia actual parece que los costes totales de las medidas automáticas son mucho menores que los de las manuales. Por ejemplo, en Finlandia se concluyó que los costes operativos de las medidas de imposición automáticas eran de entre un 15 y un 20% de los costes operativos de las medidas de control convencionales en circunstancias equiparables (VERA). En Francia, se calculó el mismo grado de ahorro. El coste de las medidas de imposición (incluyendo el coste de la identificación de la infracción y del procesamiento de la multa) es como sigue:

- Procedimiento manual: 80 euros/multa
- Procedimiento automático utilizando cámaras fijas: 12 euros/multa

- Procedimiento automático utilizando cámaras móviles: 32 euros/multa

En cualquier caso, las ventajas derivadas de la reducción del número de accidente son mucho mayores que los costes operativos. Elvik y Vaa (2004) informan sobre dos estudios noruegos por los que la relación costes-beneficios de un programa de cámaras de control de la velocidad era de 1:26,7 y 1:8,9. Gains *et al.* (2005) estimaron una relación costes-beneficios de un 1:2,7 para el programa de cámaras de seguridad de Reino Unido. Según Goldenbeld y Van Schagen (2005) la relación costes-beneficios de un programa holandés de cámaras móviles es de 1:3.

9.8. Consideraciones en materia de política

Las medidas de imposición, si se aplican adecuadamente, son un instrumento eficaz (también en términos de costes) para reducir la frecuencia del exceso de velocidad y de mejora de la seguridad vial. Sin embargo, no son un fin en sí mismas. Forman parte de una política de gestión de la velocidad destinada a garantizar que los límites de velocidad vayan acorde con la función y características de la vía, que los conductores siempre conozcan los límites y que estén bien informados de los efectos de la velocidad.

Se necesitan unos niveles adecuados de control policial tradicional y de control automático de la velocidad, que se extiendan a todos los usuarios (incluyendo a conductores extranjeros) y a todo tipo de vehículos. Para que las medidas de imposición sean eficaces es importante que se apliquen en condiciones de igualdad a todos los usuarios.

Las medidas de imposición automáticas tienen muchas ventajas frente a las medidas convencionales. Con los mismos recursos, las posibilidades de detectar infracciones de los límites de velocidad son mucho mayores. Una alta probabilidad de ser sorprendido en caso de infracción es fundamental para que estas medidas sean eficaces. Pueden utilizarse cámaras fijas y móviles. Las primeras necesitan menos recursos y las segundas ofrecen la ventaja de hacer impredecible la posición del control de velocidad.

Por su eficacia, debería estimularse el desarrollo y uso del control de secciones (control de las velocidades medias de secciones de una vía). Garantiza un cumplimiento de casi el cien por cien, resulta en velocidades más homogéneas y puede ser mejor aceptado por los conductores. Sin embargo, las medidas de imposición automáticas no pueden sustituir por completo a las medidas convencionales pues el papel educativo de la policía es muy importante.

La aleatoriedad de las medidas de imposición de la ley es un factor determinante de la percepción subjetiva de los conductores del riesgo de detención. Por tanto, un programa de imposición "en cualquier sitio y en cualquier momento" tendrá efectos mucho más amplios, especialmente si va ligado a actividades publicitarias.

Es fundamental minimizar los niveles de tolerancia por encima de los límites de velocidad ya que esto puede mejorar la eficacia de las medidas de imposición. Esto es así porque la definición de unos niveles de tolerancia altos transmite a los conductores una idea confusa y reduce la credibilidad del sistema de límites de velocidad.

Cuando se detecta una infracción por velocidad, se debe conseguir que sea muy difícil, si no imposible, evitar la sanción. Para ello se necesita un sistema eficaz de recaudación de las multas. Además, el procesamiento de la sanción (multa o puntos de penalización) debería hacerse en el menor tiempo posible para aumentar el efecto pedagógico. En el caso de las medidas de imposición automáticas, puede automatizarse también parte del proceso, comenzando por la identificación del propietario del vehículo a través del registro nacional de vehículos. Muchos países ya hacen al propietario del vehículo legalmente responsable de las infracciones por exceso de velocidad. Esto convierte el proceso en más económico y eficaz. Además, pasar la infracción de la ley criminal a la administrativa permite procesar las infracciones detectadas de forma casi totalmente automática y reduce la carga administrativa de los procesos judiciales.

CUMPLIMIENTO DE LAS LEYES

Los programas de imposición deben estar siempre respaldados por un buen sistema de información al público, incluyendo publicidad e información general y local. Esto favorece la concienciación de los conductores sobre las medidas de imposición de la velocidad, aumenta el riesgo percibido y, con ello, aumenta la eficacia de las medidas. Además, explicando los motivos de las medidas se aumenta su aceptación.

Por supuesto, es importante consultar a todas las partes implicadas y a la comunidad en general antes de implementar un programa de imposición pues su adhesión al programa es un elemento clave del éxito. Al hacerlo, deberían hacerse esfuerzos para que las medidas de imposición no sean percibidas como una actividad para recaudar fondos sino como una función vital para la seguridad vial y una inversión para la misma. En consecuencia, podría parecer apropiado (y puede haber ventajas para las comunicaciones públicas) implementar acuerdos que garanticen que los ingresos derivados de las multas se reinvertan en obras de seguridad vial.

Debería también subrayarse que la implementación del control automático de velocidad no sólo es una cuestión técnica, aunque este aspecto pueda ser muy complejo. Los aspectos organizativos y legales son esenciales para implementar con éxito el control de velocidad automático y algunos países necesitarían hacer cambios en su legislación.

Por último, pero no menos importante, los gobiernos nacionales deberían prestar más atención a la imposición transfronteriza e implementar acuerdos de reconocimiento mutuo bilaterales o multilaterales que permitieran sancionar a los conductores en su país de origen en caso de infracción en un país extranjero.

REFERENCIAS

- Auditor General Victoria (2006), *Making travel safer: Victoria's speed enforcement programme*. Victoria Auditor-General's Office, Melbourne.
- Cameron, M., S. Newstead, K. Diamantopoulou, y P. Oxley, (2003), *The interaction between speed camera enforcement and speed-related mass media publicity in Victoria*. Monash University, Accident Research Centre (MUARC), Clayton (Victoria, Australia).
- Canel, A. y J. Nouvier, (2005), *Road safety and automatic enforcement in France: results and outlook*, Routes Roads, 325, 54-61.
- Chapelon J. y P. Sibi (2006), *Assessment of the automatic speed control: The French Experience*. Observatoire National Interministériel sur la Sécurité Routière, París.
- Christie, S.M., R.A. Lyons, F.D. Dunstan, y S.J. Jones, (2003), Are mobile speed cameras effective? A controlled before and after study. En *Injury Prevention*, 9, 302-306.
- Comisión Europea (1998 y 2004), *Video Enforcement for Road Authorities*. VERA 1 y VERA 2, Informe final, <http://vcraprojects.org>
- Delaney A., K. Diamantopoulou y M. Cameron (2003), *MUARC's speed enforcement research: principles learnt and implications for practice*. Report N° 200. Monash University, Accident Research Centre (MUARC), Clayton (Victoria, Australia).
- Elvik, R. y T. Vaa. (2004), *The Handbook of Road Safety Measures*. Elsevier Science, Amsterdam.
- Elvik, R. (2001), *Cost-benefit analysis of police enforcement*, Working Paper ESCAPE-project. Espoo, VTT, Espo (FIN).
- ETSC (2005) *Enforcement Monitor number 2*. Brussels, European Transport Research Council.
- Gains, A., B. Heydecker, J. Shrewsbury y S. Robertson (2005), *The National Safety Camera Programme; four-year evaluation report*. PA Consulting Group y University College London.
- Gascon, A. (2005), *Les Politiques Récentes de Sécurité Routière: Radars automatiques: réduction des vitesses et du nombre de victimes en Grande Bretagne et en France*, ENTPE, junio 2005.
- Goldenbeld, C. y I. van Schagen, (2005), *The effects of speed enforcement with mobile radar on speed and accidents. An evaluation study on rural roads in the Dutch province Friesland*. Accident Analysis & Prevention, 37(6), 1135-1144.
- Goldenbeld, C. (2005), *Verkeershandhaving in Nederland* (Imposición de la ley de tráfico en Holanda). Informe R-2004-15. SWOV Instituto para la investigación sobre la seguridad vial, Leidschendam [en holandés].
- Goldenbeld, C, M.C. Jayet, R. Fuller y T. Makinen. (1999), *Enforcement of traffic laws. Review of the literature on enforcement of traffic rules in the framework of GADGET Work Package 5* SWOV, INRETS, TCD, VTT.
- Hagenzieker, M.P. (1999), *Rewards and road user behaviour*, PhD Thesis, University of Leiden (NL).
- Makinen, T., (1990), *Liikennerekkomusten subjettiivinen kiinnifaamisriski ja sen Cisdamisen vaikutukset kuljettajien toimintaan* (Riesgo subjetivo de detención por infracciones de tráfico y

efectos del riesgo subjetivo en el comportamiento de los conductores). VTT report 707. VTT, Espoo, Finlandia.

Makinen, T., DM. Zaidel *et al.* (2003), *Traffic enforcement in Europe: effects, measures, needs and future*. Informe final del Consorcio ESCAPE. (ESCAPE es acrónimo de Enhanced Safety Coming from Appropriate Police Enforcement), Comisión Europea, Luxemburgo.

Povey, L., W. Frith, y M.D. Keall (2003), *An investigation of the relationship between speed enforcement, vehicle speeds and injury crashes in New Zealand*. En: Actas de la Conferencia sobre Investigación de seguridad vial, policía y educación, 2003, Sydney, Australia, 24-26 de septiembre de 2003.

RWS (2003), *Evaluatie 80 km/uur-maatregel A13 Overschie: doorstroming en verkeersveiligheid*. (Evaluación del límite de 80 km/h en la A13 en Overschie: circulación y seguridad vial), Rotterdam, Rijswaterstaat Directie Zuid-Holland. [En holandés]

Streb F. (2005), *Evaluation CSA vitesses surA31*, CETE de l'Est, junio 2005.

SWOV (2005), *Demerit points systems; factsheet*. SWOV, Instituto para la investigación sobre la seguridad vial, Leidschendam (Holanda) (www.swov.nl)

TISPOL (2005), *European Operation Bus 14-20 February 2005*. News Release, Week 7.

Vaa, T. (1997), Increased police enforcement: effects on speed. en *Accident Analysis and Prevention* 29, 373-385.

Vlakveld, W.P. (2004), *Het effect van puntenstelsels op de verkeersveiligheid*. [los efectos de los sistemas de puntos de penalización en la seguridad vial] R-2004-2. SWOV Instituto para la investigación sobre la seguridad vial, Leidschendam (en holandés).

CAPÍTULO 10.

MEDIOS FUTUROS DE AYUDA AL CONDUCTOR EN MATERIA DE VELOCIDAD Y CONTROL DEL VEHÍCULO

Las tecnologías de ayuda al conductor en materia de velocidad y las tecnologías de control de la velocidad del vehículo son dos de las principales áreas actuales de investigación y desarrollo de los países miembros en relación a la seguridad vial. Este capítulo muestra los avances realizados en este campo. En primer lugar, se centra en los distintos tipos de Adaptación Inteligente de la Velocidad (ISA) sometidos a investigación, desarrollo y prueba en varios países. Después repasa otros desarrollos tecnológicos en los países miembros, incluida la investigación y desarrollo actual de aplicaciones a más largo plazo.

10.1. Introducción

Las aplicaciones de ayuda al conductor en materia de velocidad y las tecnologías de control de la velocidad del vehículo son dos de las principales áreas de investigación y desarrollo en los países miembros en relación a la seguridad vial.

Las administraciones de transporte de muchos países están investigando diversos sistemas de *ayuda al conductor en materia de velocidad*. Algunas de ellas también están estudiando el uso de posibles aplicaciones tecnológicas para el *control de la velocidad del vehículo*. Los sistemas estudiados de forma independiente por cada uno de los países miembros encajan en la denominación tecnológica genérica de "Adaptación Inteligente de la Velocidad" (ISA).

Los fabricantes de vehículos también están llevando a cabo considerables esfuerzos de investigación y desarrollo, principalmente centrados en las tecnologías de *ayuda al conductor en materia de velocidad*. Varias administraciones de transporte colaboran con dichos fabricantes en proyectos conjuntos. En Europa está en marcha el proyecto *SpeedAlert*, en el participan fabricantes de equipamiento y las administraciones de transporte, y que cuenta con el apoyo de la Comisión Europea.

La Convención de Viena²⁴ de la Comisión Económica de las Naciones Unidas para Europa (CEPE) establece que "todo conductor debe ser capaz de controlar su vehículo en todo momento".

Las aplicaciones de *ayuda al conductor en materia de velocidad* suelen reflejar la filosofía actual sobre lo que significa tener el pleno control del vehículo y ser plenamente responsable.

Algunas de las tecnologías de control de la velocidad en desarrollo permiten que el conductor delegue parte del control de la velocidad del vehículo. Aunque ofrecen un considerable potencial de seguridad, tales sistemas requerirían el apoyo de políticas adecuadas y un alejamiento de la actual filosofía, pues en algunos casos los conductores no serían "capaces de controlar su vehículo en todo momento", es decir, que no tendrían el pleno control de su vehículo.

Por este motivo debería hacerse una distinción entre tecnologías de *ayuda al conductor en materia de velocidad* por una parte, y de *control de la velocidad del vehículo* por otra, pese a que algunas opciones, como la anulación manual de las tecnologías de control del vehículo, pueden difuminar esta distinción. Del mismo modo es necesario señalar que, con las tecnologías de control de la velocidad en estudio, no se impone ninguna intervención ni cambio de velocidad siempre que el conductor respete los límites establecidos. También hay que resaltar que en ambas categorías están surgiendo nuevas tecnologías que representan prácticos pasos adelante en la gestión de la velocidad. Consideradas en su conjunto, estas tecnologías pueden convertirse en una gran ayuda para que los conductores respeten los límites y conduzcan a velocidades apropiadas. También tienen la capacidad de ayudar en gran medida a las administraciones en su esfuerzo por reducir el exceso de velocidad y sus fatales consecuencias.

Dado el interés de muchas administraciones e investigadores, este capítulo se centra principalmente en las tecnologías ISA. En los siguientes apartados se explica qué es ISA, cómo puede emplearse, qué experiencias se tienen hasta el momento y qué problemas es necesario solucionar antes de poder generalizarlo a gran escala.

En la sección dedicada a sistemas ISA de consulta, se trata con mayor detalle el proyecto *SpeedAlert* de la Comisión Europea. *SpeedAlert* es una de las estrategias de ayuda al conductor; los países no europeos no desarrollan necesariamente las mismas estrategias respecto a estas aplicaciones.

En este capítulo también se discuten otras tecnologías novedosas y relevantes en la gestión de la velocidad, pero que necesitarían de un mayor desarrollo antes de ser empleadas en la práctica.

²⁴ La Convención de Viena para Tráfico vial de 1968, conocida como la "Convención de Viena", estandariza las normas y señales de tráfico entre las partes contrayentes de la CEPE

Por tanto, este capítulo analiza los siguientes avances:

- Adaptación Inteligente de la Velocidad.
- Otras nuevas tecnologías.
- Nuevas estrategias respecto a la gestión de la velocidad.
- Consideraciones en materia de política.

10.2. Adaptación Inteligente de la Velocidad (ISA)

Adaptación Inteligente de la Velocidad (ISA) es el nombre genérico para los sistemas avanzados en los que el vehículo "conoce" el límite de velocidad y es capaz de emplear esa información para advertir al conductor o limitar la velocidad máxima.

La tecnología ISA trata de ayudar al conductor en la adopción de una velocidad acorde con el límite establecido, pero es posible adaptarla para que actúe sobre la velocidad del vehículo. El concepto ISA está muy bien desarrollado. Los sistemas ISA han sido sometidos a una considerable actividad de investigación y desarrollo, y su eficacia ha ido demostrada con éxito en muchos países.

Están estrechamente relacionados con otras aplicaciones novedosas de seguridad en la conducción, como los sistemas de alerta de curvas, las alertas de cambio de carril, la información sobre la superficie de la carretera y la climatología, el mantenimiento de las distancias, la detección de obstáculos, etc. A menudo se emplea la abreviatura ADAS (sistema avanzado de conducción asistida) para englobar todas estas aplicaciones. Los sistemas ADAS no son el objeto de este capítulo, aunque se tratan brevemente en la sección 10.3.

Los limitadores de velocidad, como los sistemas de control de la velocidad de crucero, proporcionan un tipo ISA de conducción asistida y, por lo general, están aceptados en todos los países. Estas tecnologías ya están disponibles y no se habla de ellas en el presente capítulo dado que ya han sido objeto del capítulo acerca de la ingeniería de vehículos (véase el capítulo 7).

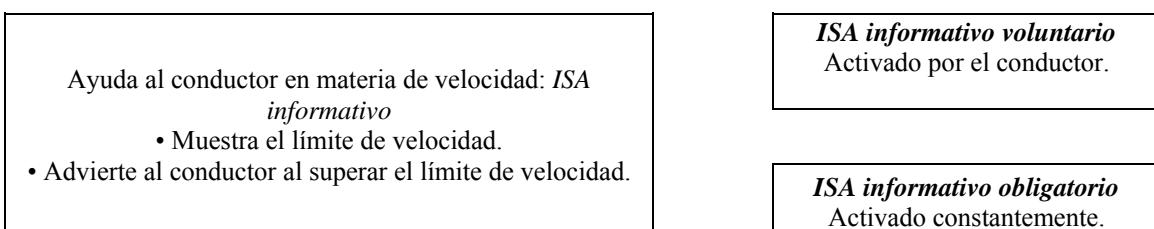
A continuación se profundiza en las dos principales categorías de sistemas ISA: ISA informativo (tecnologías de *ayuda al conductor en materia de velocidad*) e ISA de apoyo (tecnologías de *control de la velocidad del vehículo*).

10.2.1. Los distintos tipos de ISA

La figura 10.1 ilustra los distintos tipos de ISA.

Este es un sistema de consulta de *ayuda al conductor en materia de velocidad*; fundamentalmente muestra el límite de velocidad y advierte al conductor (a través de un sonido o elemento visual) cuando se supera el límite de velocidad. El ISA informativo puede activarse manualmente o ser de uso obligatorio (sin posibilidad de que el conductor anule las advertencias visuales o aditivas). El proyecto europeo SpeedAlert pertenece a la categoría de ISA informativo.

Figura 10.1. Distintos tipos de ISA



Control de la velocidad del vehículo: *ISA de apoyo*

- Muestra el límite de velocidad.
- Advierte al conductor al superar el límite de velocidad.
- Interviene sobre la velocidad del vehículo mediante el control del combustible o la aplicación directa de los frenos, o únicamente mediante el control del combustible.

ISA de apoyo voluntario

Activado por el conductor. En una variante simplificada, el conductor puede fijar la velocidad máxima (limitador de velocidad adaptativo).

ISA de apoyo obligatorio

Activado constantemente.

ISA informativo (de consulta)

Algunos sistemas de navegación existentes ya incluyen funciones que informan al conductor acerca de los límites de velocidad de la vía, y le advierten cuando se exceden dichos límites. Sin embargo, a fecha de hoy estos sistemas no hacen uso de bases de datos de límites de velocidad. Por lo general, sólo ofrecen una indicación del límite de velocidad probable según la categoría de la vía.

Cuadro 10.1. **El proyecto SpeedAlert**

El proyecto SpeedAlert fue lanzado conjuntamente en 2001 por los gobiernos nacionales de la UE y la industria automovilística, y cuenta con el apoyo de la Comisión Europea. Su objetivo es respaldar la implantación en los vehículos de aplicaciones de alerta de velocidad que puedan contribuir a la seguridad en carretera. Para lograr este objetivo general, las actividades de SpeedAlert se centran en la consecución de los siguientes objetivos:

1. Establecer una clasificación común de límites de velocidad en Europa necesarias para el uso de aplicaciones de alerta de velocidad instaladas en los vehículos.
2. Identificar los requisitos de sistema y servicio de las aplicaciones de alerta de velocidad instaladas en vehículos.
3. Definir la arquitectura funcional y analizar las correspondientes bases técnicas.
4. Armonizar la definición de conceptos de alerta de velocidad y desarrollar un calendario de implantación asociado.
5. Identificar los requisitos de estandarización.
6. Colaborar y ampliar las relaciones con otras actividades en los ámbitos europeo y nacional.

Los principios fundamentales convenidos por todos los participantes en el proyecto son que el conductor es responsable de conducir a una velocidad segura, que el sistema debería ser un sistema de información y advertencia de límites de velocidad, y que su instalación y uso deberían ser voluntarios.

Ya empiezan a aparecer en el mercado las primeras aplicaciones comerciales de alerta de velocidad como extensiones de los sistemas de navegación o GPS. Sin embargo, aún quedan problemas por resolver antes de poder hacer realidad un plan general europeo de implantación. Uno importante es el de la obtención y actualización de datos sobre límites de velocidad. Se trata de un problema más organizativo que técnico, y requiere de un importante apoyo por parte de las políticas de transporte, tanto en el ámbito nacional como en el de la CE. Otros problemas son de naturaleza más técnica (por ejemplo, la actualización de los mapas o la comunicación entre infraestructuras y vehículos), o son parte de nuevas iniciativas (por ejemplo, los sistemas de colaboración). Además, los fabricantes de vehículos están preocupados por los aspectos legales y de responsabilidad, y por la aceptación del sistema por parte de los usuarios y en el

mercado.

Fuente: www.speedalert.org

ISA de apoyo o de intervención

El "ISA de apoyo" es un sistema de control de la velocidad del vehículo. El sistema interviene controlando la válvula de admisión (el suministro de combustible) y, en ocasiones, actuando además sobre el sistema de frenado del vehículo, para reducir la velocidad en caso de que ésta supere el límite de velocidad. También puede lograrse un sistema ISA de apoyo aumentando la resistencia del acelerador cuando el vehículo se encuentra en o por encima del límite de velocidad. Este sistema es conocido como "regulador háptico".

Además, el sistema puede activarse manualmente por parte del conductor (ISA de apoyo "voluntario") o ser de uso obligatorio (ISA de apoyo "obligatorio"). En las variantes obligatorias, el vehículo ve limitada su velocidad en todo momento. En una variante del ISA de apoyo voluntario, el conductor puede fijar un límite máximo, que no tiene por qué ser el límite de velocidad de la vía. Esta variante (también llamada limitador de velocidad adaptativo) opera sin una base de datos de límites de velocidad.

En todos los estudios actualmente en desarrollo, el conductor puede anular en situaciones de emergencia el sistema ISA de apoyo o de intervención.

Rigor

A fecha de hoy, los coches con la velocidad controlada tienden a usar un pedal "háptico" (es decir, un pedal acelerador que ofrece más resistencia cuanto más se supera el límite de velocidad), en lugar de a aplicar directamente los frenos. Esta configuración presenta algunas carencias: sólo se obtiene respuesta cuando el pie del conductor está en el pedal del acelerador; la deceleración puede ser muy lenta, de modo que al entrar en una zona de menor velocidad, el vehículo podría mantener una velocidad excesiva durante 0,5 km o incluso 1 km más; y el vehículo puede superar la velocidad límite en pendientes (Carsten *et al.*, 2003).

Un sistema "más estricto" incluye la intervención sobre el freno. Las investigaciones recientes usan una combinación de "aceleración nula" y frenado activo. El frenado inicial no se logra mediante la intervención del pie del conductor, sino que se obtiene interviniendo entre la posición del acelerador y el control del motor (es decir, mediante una combinación de retardo de la ignición y denegación de combustible, aunque sería preferible un sistema basado en las nuevas tecnologías de control electrónico de la válvula de admisión, el denominado "acelerador electrónico"). Además, se aplica un leve frenado cuando el vehículo supera en una cierta cantidad la velocidad máxima fijada. Si este mecanismo se pone en marcha *antes* de entrar en una zona de velocidad menor, el vehículo respetará en todo momento la velocidad establecida.

Límites de velocidad fijos, variables y dinámicos

Tanto en los ISA informativos como de apoyo existe otra dimensión para diferenciar los distintos sistemas ISA, y es la *vigencia* de los límites de velocidad (Carsten *et al.*, 2003):

- *Límites de velocidad fijos:* el vehículo conoce los límites de velocidad establecidos.

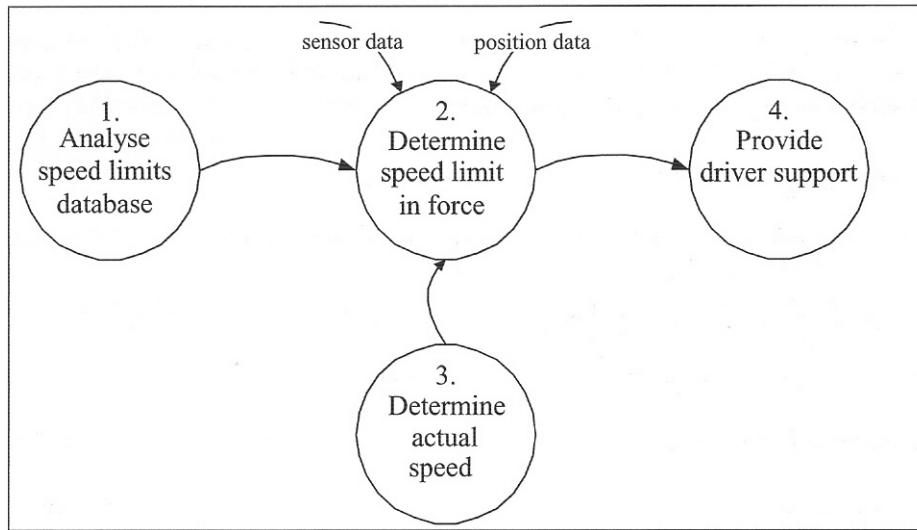
- *Límites de velocidad variables:* además, el vehículo recibe los límites de velocidad variables (por ejemplo, en zonas en obras).

- *Límites de velocidad dinámicos:* el vehículo conoce los límites que podrían cambiar de forma local según la climatología, el tráfico, etc.

10.2.2. Funciones básicas de los sistemas ISA

La figura 10.2 muestra las funciones básicas y los flujos de información en un sistema ISA. A continuación se describe el propósito de cada una de estas funciones.

Figura 10.2. Funciones básicas y flujos de información en un sistema ISA



Sensor data = Datos de los sensores

Position data = Datos de posición

1. Analyse speed limits database = Analizar la base de datos de límites de velocidad
2. Determine speed limit in force = Determinar el límite de velocidad vigente
3. Determine actual speed = Determinar la velocidad del vehículo
4. Provide driver support = Apoyo al conductor

Función 1: analizar la información de la base de datos de límites de velocidad

Los sistemas ISA necesitan conocer el límite de velocidad en todo momento. Esto se consigue mediante una base de datos de límites de velocidad, que incluye el límite impuesto en cada tramo de la vía. La preparación y transmisión de esta información al vehículo es un elemento clave en un sistema ISA.

El desarrollo de tales bases de datos es responsabilidad de las autoridades locales o nacionales, ya que son ellas las encargadas de fijar los límites de velocidad de las carreteras. Los proveedores de mapas digitales empleados para la navegación han mostrado un gran interés en los datos de velocidad, pero principalmente para mejorar la navegación. No obstante, estos proveedores son buenos candidatos para la participación en la provisión de servicios ISA.

Función 2: determinar el límite de velocidad vigente

Los sistemas ISA necesitan determinar la posición y dirección de desplazamiento del vehículo (por ejemplo, mediante un sistema GPS). De este modo se puede obtener el límite de velocidad actual gracias a un "mapa de velocidades", una base de datos almacenada en el vehículo. En los sistemas ISA más avanzados, los sensores del vehículo o los sistemas de información de la carretera pueden proporcionar información local adicional en tiempo real. Si dicha información recomienda una velocidad menor que la límite, el sistema ISA lo tiene en cuenta.

Función 3: determinar la velocidad actual

La velocidad actual viene determinada por el sistema de medición de velocidad del vehículo.

Función 4: proporcionar ayuda o apoyo al conductor

La relación entre la velocidad apropiada y la actual determina cómo, cuándo y en qué modo se activa el sistema ISA.

Las tres últimas funciones (identificar el límite de velocidad vigente establecido por las autoridades competentes, determinar la velocidad y dirección actuales del vehículo, proporcionar apoyo al conductor) suelen ser desarrolladas por los fabricantes de equipos.

Sin unos requisitos estandarizados (impuestos por los organismos de estandarización adecuados) que aseguren un sistema consistente y compatible, no es posible contar con un sistema o función ISA genérico. Por tanto, es probable que los coches dispongan de sistemas ISA diferentes y que dichos sistemas evolucionen, por lo que los vehículos antiguos dispondrían de sistemas ISA distintos de los nuevos. Sin embargo, es deseable la aplicación de sistemas compatibles dentro de la misma región mundial mediante bases de datos interoperativas de límites de velocidad. También es deseable disponer de estándares de comunicación de información de límites de velocidad a los vehículos. Esto permitiría la provisión de apoyo en el tráfico transnacional.

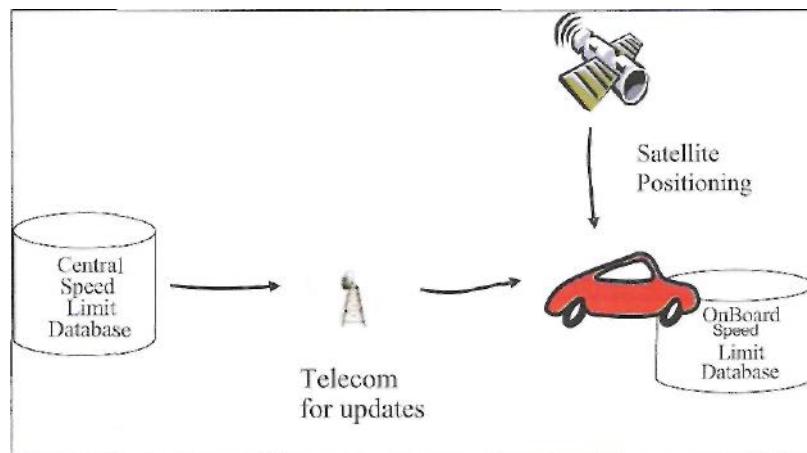
10.2.3 Opciones tecnológicas para los sistemas ISA

Las funciones anteriores pueden realizarse mediante diversas tecnologías. Las principales alternativas son:

- ISA basado en navegación autónoma (ISA autónomo).
- ISA basado en postes laterales (ISA dinámico o cooperativo).
- Combinaciones de 1 y 2.

En el *ISA basado en navegación autónoma*, el vehículo está equipado con un sistema que emplea la navegación (es decir, basado en el GPS) para determinar el límite de velocidad y la posición actuales. El sistema de a bordo contiene una base de datos de límites de velocidad locales, dependiente en una base de datos central. Las actualizaciones se pueden descargar mediante comunicación inalámbrica (figura 10.3) o desde un sitio web. Este concepto implica que todo el equipo ISA se encuentra en el vehículo, y que se emplea infraestructura ya existente para determinar la posición y realizar cualquier comunicación necesaria. Estos sistemas no pueden tener en cuenta los límites de velocidad variables y dinámicos.

Figura 10.3. **ISA basado en navegación autónoma**



Fuente: Stefan Myhrberg, SWECO

Satellite Positioning = Posicionamiento del satélite

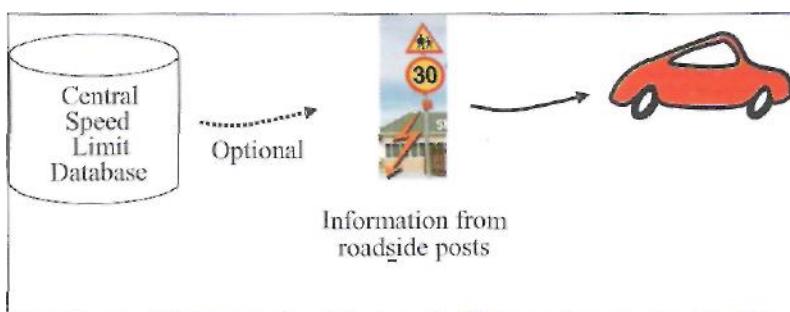
OnBoard Speed Limit Database = Base de datos de límites de velocidad de abordo

Telecom for updates = Telecomunicación con actualizaciones

Central Speed Limit Database = Base de datos de límites de velocidad central

En el *ISA basado en postes laterales*, el vehículo recibe información sobre límites de velocidad desde postes de carretera (figura 10.4). En las pruebas realizadas se han colocado transmisores en los postes de la red vial, pero una alternativa sería situarlos en los vehículos, con lo que en las señales podrían instalarse etiquetas pasivas. El ISA basado en señales precisa de una infraestructura viaria específica para proporcionar información a las señales.

Figura 10.4. ISA basado en postes laterales



Fuente: Stefan Myhrberg, SWEKO

Central Speed Limit Database= Base de datos de límites de velocidad central

Optional = Optativo

Information from roadside posts = Información de postes de la vía

También son posibles combinaciones de sistemas ISA basados en navegación autónoma y en postes laterales. Se podrían emplear postes laterales en ciertas zonas, y navegación en otras. También puede usarse una de las tecnologías para determinar la posición y la otra para las actualizaciones. Las tecnologías combinadas pueden proporcionar una mayor precisión, fiabilidad, cobertura y capacidad para gestionar los límites temporales de velocidad (como en zonas en obras) u otros límites dinámicos más generales.

Hasta ahora, los sistemas *ISA basados en navegación autónoma* han sido considerados la mejor solución para cubrir zonas amplias, como una implantación nacional e internacional, al resultar más económicos para las autoridades viales. Las nuevas tecnologías (como por ejemplo los transpondedores pasivos y el reconocimiento visual de las señales de límite de velocidad), o la combinación de distintas tecnologías, podrían abrir la posibilidad de implementar nuevos tipos de ISA.

A largo plazo, los sistemas ISA serán probablemente capaces de gestionar límites de velocidad dinámicos y variables debidos a la climatología, el tráfico, etc. Esto aumentará la necesidad de que los vehículos dispongan de eficaces actualizaciones en tiempo real. Ya se están implantando servicios para hacerlo posible. Algunos sistemas de navegación ya son capaces de sugerir cambios de ruta dependiendo de la información actualizada del tráfico, que en algunas regiones emiten diversos servicios de suscripción.

10.2.4. Actitudes nacionales

Casi todos los países miembros apoyan la instalación y uso de sistemas *ISA informativos*.

La actitud hacia los sistemas *ISA de apoyo* sigue evolucionando y varía según los países. El control automático sin capacidad de anulación es contrario a la filosofía reguladora actual, según la cual el conductor es totalmente responsable en todo momento, y a la cultura actual de los propios conductores. Cualquier propuesta de uso de sistemas *ISA de apoyo* levantaría polémicas acerca de la aceptación política/pública y la responsabilidad, un problema que es necesario abordar. Sin embargo, es necesario señalar que en todos los sistemas ISA de apoyo en desarrollo el conductor tiene la posibilidad de anular el sistema (mediante una presión firme sobre el pedal) en situaciones de emergencia.

Aunque el reconocimiento de los sistemas ISA de apoyo necesite una mayor consideración, en principio el grupo de trabajo defiende el estudio cuidadoso por parte de los gobiernos de esta opción, a la vista de su considerable capacidad para salvar vidas. Carsten y Tate (2005) proporcionan un buen respaldo a esta posición, aunque hay que decir que se basan en análisis de accidentes (véase más adelante) y que realizan diversas presunciones respecto al comportamiento del conductor y el cumplimiento de las normativas.

10.2.5 Efecto general esperado de los sistemas ISA

Los sistemas ISA se ven principalmente como un medio para reducir los accidentes en carretera y el número de muertos y heridos, mediante la reducción de la velocidad del vehículo. Gracias a las recomendaciones al conductor o a la limitación y armonización (es decir, la reducción de la variación) de la velocidad del vehículo se producirían menos conflictos entre vehículos y se reduciría la gravedad de los accidentes. Además, la reducción y armonización de la velocidad en carretera tendría un efecto positivo sobre el medio ambiente (debido a la reducción de emisiones de ruido y gases de combustión, por ejemplo) y el consumo de combustible.

Efectos generales sobre la seguridad

Una investigación reciente mediante simulación realizada en el Reino Unido ha concluido que los distintos tipos de sistema ISA podrían conseguir las reducciones en el número de muertos expresadas en la Tabla 10.1.

Tabla 10.1. Reducción de muertes empleando sistemas ISA

(Reino Unido)		
Tipo de sistema	Tipo de límite de velocidad	Estimación óptima de reducción de accidentes mortales (%)*
ISA informativo	Fijo	18
	Variable	19
	Dinámico	24
ISA de apoyo voluntario	Fijo	19
	Variable	20
	Dinámico	32
ISA de apoyo obligatorio	Fijo	37
	Variable	39
	Dinámico	59

Fuente: Carsten y Tate (2005)

* Estas cifras se basan en la simulación y análisis de la distribución de velocidades del tráfico, asumiendo que el 100% de la flota está equipada con sistemas ISA, junto a un análisis de accidentes.

Efectos sobre la seguridad debidos a una reducción de la velocidad

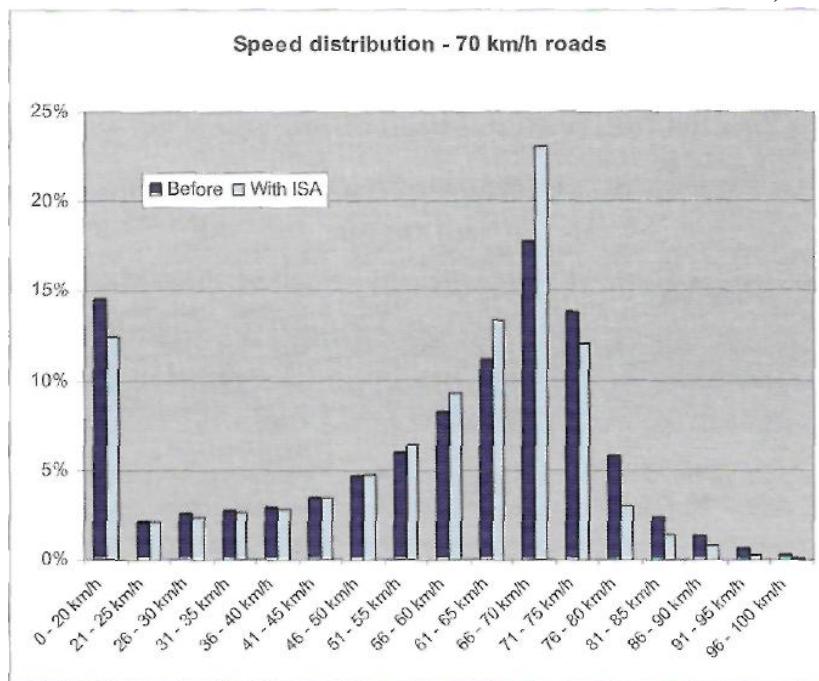
El efecto real de las aplicaciones ISA sobre la seguridad depende del tipo de sistema, el entorno de la carretera (autopistas rurales, áreas urbanas, etc.) y el nivel de penetración del equipamiento ISA en el parque móvil. Con sólo unos pocos vehículos equipados puede haber un aumento en el número de adelantamientos, lo que podría provocar mayores riesgos. Cuando una proporción crítica de vehículos circula con ISA, dichos vehículos comenzarían a reducir la velocidad del resto del tráfico.

Los efectos generales en la seguridad por la introducción de sistemas ISA han sido estudiados y estimados por Carsten y Tate (2005). Las investigaciones sugieren que el uso obligatorio de sistemas ISA *de apoyo* que impidan el exceso de velocidad podría provocar una reducción de hasta el 50% en el número de accidentes graves, mientras que el uso voluntario de un sistema ISA *informativo* podría resultar en una reducción del 2-10%.

La conclusión final del estudio de prueba ISA en Suecia (empleando sistemas ISA tanto informativos como de apoyo) es que si el sistema ISA se introduce de forma voluntaria en un país, se puede producir una reducción de los accidentes graves del orden del 20% (Biding *et al.*, 2002). Los esfuerzos realizados en el desarrollo, experimentación y prueba de sistemas ISA corroboran los prometedores resultados de estos estudios teóricos y resultados experimentales.

La figura 10.5 muestra el efecto real sobre la velocidad²⁵ del sistema ISA (con regulador activo de fácil anulación) empleado por 20 vehículos en las pruebas en Estocolmo (Suecia).

Figura 10.5. Distribución de velocidad en carreteras urbanas de 70 km/h, con y sin ISA



Fuente: Myhrberg (2005)

Speed distribution - 70 km/h roads=Distribución de la velocidad. Vías de 70 km/h

Befote=Antes del ISA

With ISA=Con ISA

Efectos sobre la seguridad debidos a una menor variación de la velocidad

²⁵ La gran proporción de velocidades de 71-75 km/h, a pesar del uso de ISA, se debe probablemente al hecho de que el ISA de apoyo en pruebas se activaba 2 km/h por encima del límite de velocidad. También puede verse que, a pesar del sistema ISA, algunos conductores conducen por encima del límite de velocidad empleando el regulador activo de fácil anulación.

La variación de la velocidad de los vehículos en el flujo del tráfico es un importante factor de riesgo. El adelantamiento en sí es un factor de riesgo, como lo son para la seguridad los cambios de velocidad.

En las estimaciones anteriores sobre seguridad se incluyen los beneficios que cabe esperar en la reducción de la variación de la velocidad debida a la implantación de sistemas ISA.

La implantación de sistemas ISA de apoyo que impidan el exceso de velocidad tendría un claro efecto sobre la variación de velocidad, ya que todas aquellas por encima del límite quedan excluidas en el caso de un sistema ISA obligatorio. Esto crearía una concentración de los vehículos alrededor de las velocidades cercanas al límite. Durante el periodo de transición, cuando la penetración del ISA fuese pequeña, podría haber efectos negativos debidos a la diferencia de velocidad entre los vehículos equipados con ISA y los demás.

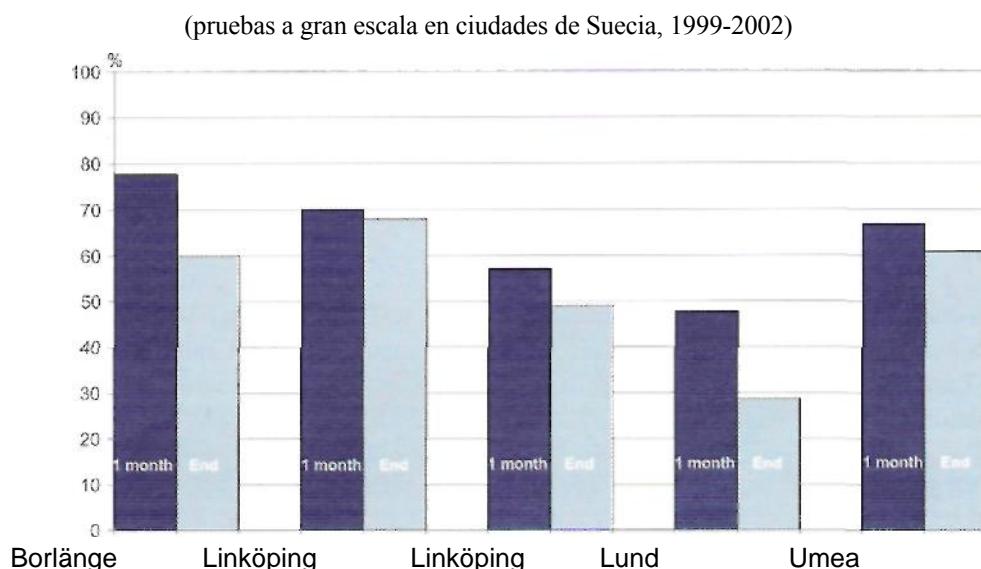
Ahorro de combustible

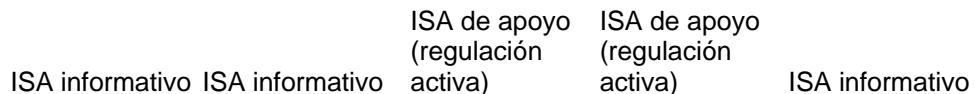
Cabe esperar que la reducción y armonización de las velocidades (con menores variaciones de la misma) tenga un importante efecto sobre el consumo de combustible (similar a la reducción alcanzada mediante la conducción ecológica). El análisis de modelos basados en el resultado de experimentos (por ejemplo Liu *et al.*, 1999) indica que las aplicaciones ISA podrían conseguir una reducción del consumo de combustible que iría desde el 1% (en autovías) hasta el 8% (en vías urbanas). Además de estas reducciones, cabe esperar de la introducción general de sistemas ISA de apoyo menos problemas de interrupción del tráfico.

10.2.6. Aceptación y factores psicológicos

En la mayoría de las pruebas y cuestionarios, la reacción al sistema ISA ha sido de positiva aceptación, en especial en el caso de los sistemas ISA *informativos*. En general, los conductores que aceptaron probar los sistemas tienen una actitud más positiva al respecto que el conductor medio. En las pruebas a gran escala realizadas en Suecia (1999-2002), la aceptación inicial del sistema ISA aumentó tras haberlo probado. Tras un periodo prolongado de uso, y aunque los conductores mostraban una opinión un poco menos positiva, la mayoría quería conservar el sistema, en especial aquellos que habían probado las versiones *informativas* (véase la figura 10.6).

Figura 10.6. Porcentaje de conductores que querían conservar el equipamiento ISA tras un mes y tras completar el periodo de prueba





Fuente: Biding, T. y G. Lind (2002)

1 month =1 mes

End =Final

10.2.7. Efectos secundarios negativos de los sistemas ISA

Además de los potenciales efectos negativos durante el periodo de transición, podrían producirse otros efectos secundarios adversos:

- Compensación de la velocidad. Los conductores pueden tender a conducir más rápido en zonas donde el sistema ISA no está activo (de haber tales zonas).
- Exceso de confianza. Los conductores pueden confiar demasiado en el límite de velocidad indicado por el sistema, y no lo suficiente en las condiciones reales.
- Adaptación del comportamiento. Al verse obligados a conducir a una velocidad más segura, los conductores pueden prestar más atención a asuntos ajenos a la conducción.
- Frustración. Los conductores pueden sentirse frustrados por las limitaciones de velocidad, o inquietos por las advertencias de exceso de velocidad procedentes del sistema.
- Reducción de la distancia entre vehículos, lo que dificulta las incorporaciones y los cruces de tráfico.

Algunos de estos efectos han sido comunicados por una minoría de los conductores sometidos a las pruebas ISA, mientras que otros son riesgos hipotéticos. El correcto diseño de las interfaces de usuario ISA, junto con una adecuada implantación, podría minimizar estos efectos.

10.2.8. Otros efectos

Se ha asumido que una reducción general de la velocidad significaría un mayor tiempo de viaje, lo que se ve como un coste adicional del uso de un sistema ISA. El efecto queda corroborado por ejercicios con modelos, pero algunos experimentos (por ejemplo, Biding *et al.*, 2002) demuestran que los tiempos de viaje no varían.

10.2.9 Pruebas y proyectos recientes y actuales

Saad y Mallaterre (1982) llevaron a cabo la primera prueba de campo en Francia a principios de los años 80, con un coche con limitador de velocidad. Se estudió un sistema contenido en el vehículo y en el que el conductor podía fijar el límite de velocidad, límite que no podía excederse salvo que el conductor desactivara el sistema. A principios de los años 90 se estudiaron varios sistemas de ayuda al conductor en el proyecto EC DRIVE I²⁶, denominado Ayuda Genérica Inteligente al Conductor (GIDS). Incluía un pedal activo que aumentaba la resistencia en función de la magnitud en que se superaba el límite de velocidad establecido. Desde entonces se han probado diversas tecnologías en los países europeos. Algunas de estas pruebas se describen a continuación.

Reino Unido

²⁶ El programa DRIVE I es el programa financiado por la CE Infraestructura Dedicada de Carretera para la Seguridad de los Vehículos en Europa (DRIVE).

El primer gran estudio ISA en el Reino Unido fue el proyecto External Vehicle Speed Control, financiado por el Departamento de Medio Ambiente, Transporte y Regiones (DETR) entre 1997 y 2000. Estudió la aceptación de los sistemas ISA, investigó tecnologías y realizó pruebas en simuladores y con tráfico real, empleando para ello un coche adaptado.

En agosto de 2003 comenzó un nuevo conjunto de cuatro pruebas financiadas por el Departamento de Transporte (DfT) y desarrolladas por la Universidad de Leeds. Cada prueba tuvo una duración de seis meses. Se equipó a veinte vehículos (Skoda Fabia) con sistemas ISA y capacidad de recopilación de información. Las pruebas fueron diseñadas para ser lo menos molestas posibles: los vehículos se comportaban como coches "normales", salvo por su función ISA. Los datos se registraban automáticamente y se almacenaban de forma remota por medio de un enlace GSM. Los conductores eran capaces de anular el sistema (mediante un botón en el volante), pero el objetivo era dar soporte a casi cualquier conducción normal. La tecnología funcionó bien en las pruebas. El análisis de los cambios de velocidad obtenidos en la primera de las cuatro pruebas, con motoristas privados en Leeds, indica que la reducción media de la velocidad observada se traduciría en una reducción del 19,3% del riesgo de verse involucrado en un accidente con heridos (en carreteras con un límite de velocidad de 50 km/h).

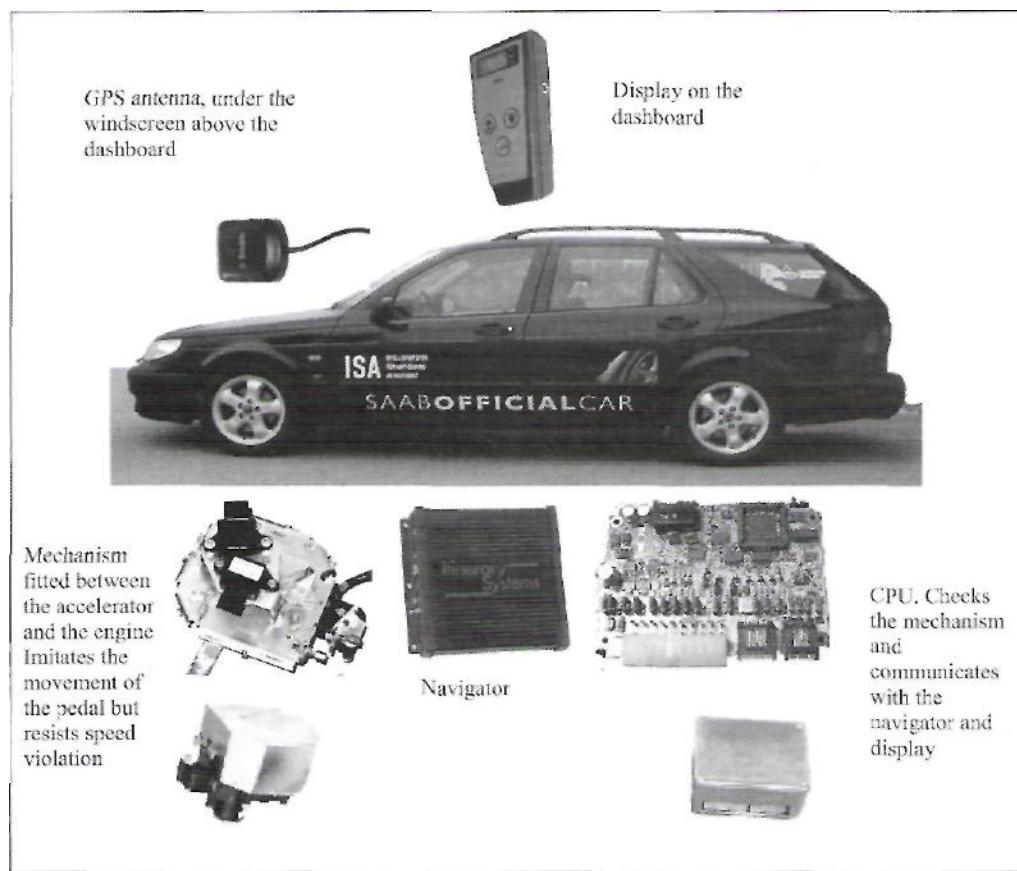
Los proyectos del Reino Unido también incluían simulaciones para evaluar los efectos en la red. Uno de los resultados fue que una penetración ISA del 60% podía, en ciertas circunstancias, bastar para obtener resultados significativos. Los esfuerzos en el Reino Unido se han centrado en estimaciones de efectos, estudios de coste/beneficio y problemas de implantación.

En marzo de 2006, el alcalde de Londres anunció que, en 2007, Transportes de Londres (TfL) albergará una experiencia piloto de tecnología de Adaptación Inteligente de la Velocidad. Este experimento, que planea equipar 40.000 vehículos, incluirá la implantación de tecnología ISA en autobuses, taxis y vehículos de las autoridades locales.

Suecia

Las primeras pruebas de campo en Suecia tuvieron lugar en Lund y Umea, entre 1996 y 1997. Durante 2001-2003, 5.000 vehículos en cuatro ciudades suecas fueron equipados con distintos tipos de sistema ISA, tanto informativos como de apoyo. El sistema de apoyo se muestra en la figura 10.7. El proyecto fue financiado y gestionado por la Administración de Carreteras de Suecia, con apoyos concretos del Gobierno. Los conductores participaban con sus vehículos privados, y condujeron con el ISA activado hasta un tiempo de dos años. Este largo periodo dio a los investigadores una posibilidad única para estudiar los cambios de actitud de los conductores hacia el sistema ISA a lo largo del tiempo.

Figura 10.7. Componentes del acelerador ISA activo de las pruebas suecas



Fuente: Biding, T. y G. Lind (2002)

GPS antenna, under the windscreen above the dashboard=Antena GPS, bajo el parabrisas y sobre el salpicadero

Navigator=Navegador

Display on the dashboard=Visualización en el salpicadero

Mechanism fitted between the accelerator and the engine imitates... =El mecanismo, entre el acelerador y el motor, imita el movimiento del pedal pero impide las infracciones de los límites de velocidad

CPU. Checks the mechanism and communicates... =CPU. Comprueba el mecanismo y se comunica con el navegador y la visualización.

Los principales resultados fueron:

- Mayor seguridad en carretera sin aumento del tiempo de viaje.
- Si todo el mundo dispusiera de ISA, podría haber un 20% menos de heridos en carretera en áreas urbanas.
- Buena aceptación relativa del sistema ISA. Después de la prueba, la mayoría de los conductores participantes era de la opinión de que debería ser obligatorio en áreas urbanas.
- Se encontró que los vehículos ISA tenían una influencia positiva sobre el tráfico a su alrededor.
- Pequeñas diferencias entre los sistemas probados, con una reducción media de la velocidad de 3-4 km/h en las zonas entre intersecciones.
- Es necesario mejorar los sistemas para hacerlos más atractivos.

Tras las pruebas a gran escala, Suecia ha proseguido con su trabajo en ISA de acuerdo con un plan de acción para aumentar el uso de estos sistemas en todo el país. Ya están disponibles los límites de velocidad de toda la red viaria en la base de datos de carreteras nacionales. En 2005 se equipó con sistemas ISA (informativos y de apoyo) a vehículos con cobertura nacional pertenecientes a la Administración de Carreteras de Suecia. Otros trabajos se orientan hacia el aumento de la demanda y suministro de equipamiento ISA, tanto para conductores privados como profesionales (es decir, en la compra de vehículos). En 2004, la ciudad de Estocolmo instaló sistemas ISA activos en veinte vehículos.

Países Bajos

Desde octubre de 1999 hasta octubre de 2000, el Centro de Investigación del Transporte (AW) del Ministerio de Transporte de los Países Bajos realizó una prueba con veinte coches y un autobús. La prueba tuvo lugar en un área urbana de la ciudad de Tilburg y se emplearon tres límites de velocidad: 30, 50 y 80 km/h. Cuando un vehículo excedía la velocidad máxima de una zona, la velocidad se reducía automáticamente (se restringía al instante la entrada de combustible).

Los resultados muestran que la aceptación por parte de los usuarios fue alta y mayoritariamente positiva, como lo fue el aprecio por conducir los coches de prueba. La velocidad media disminuyó en 6,5 km/h en las carreteras de 30 km/h, y en 30 km/h en las de 80 km/h. También se redujo la variación de velocidad. Sin embargo, la mezcla de coches ISA con otros normales provocó algunas irritaciones (Van Loon *et al.*, 2001).

El Ministerio de Transporte de los Países Bajos también desarrolló la prueba Belonitor en 2004, durante un periodo de seis meses. Al contrario que otras pruebas, en ésta se usó la estrategia de conceder recompensas para cambiar o influir en el comportamiento al volante. Se equipó a sesenta y dos vehículos para monitorizar el comportamiento durante la conducción. El equipo instalado incluía una unidad de

visualización, otra de cálculo, un mapa digital de velocidad, GPS, GPRS y un sensor de radar. El conductor acumulaba puntos si no excedía el límite de velocidad y mantenía una distancia de seguridad adecuada con el vehículo de delante. Los resultados mostraron que el porcentaje de kilómetros recorridos dentro del límite de velocidad aumentó del 68% al 86%, y el respeto de la distancia de seguridad del 58% al 77%. También se produjo una reducción media del consumo de combustible del 5,5%. Sin embargo, en cuanto terminó la recopilación de datos y el sistema de recompensas, la mayoría de los conductores regresó a sus viejos hábitos.

Bélgica

Los sistemas ISA se introdujeron en Bélgica en 1998, por medio de un cuestionario a gran escala acerca de "la posible creación de un sistema ISA". Además, en el mismo año se introdujo en el país el primer vehículo equipado con ISA ("pedal acelerador activo"). En octubre de 2002 comenzó la primera prueba ISA en Ghent, en asociación con el Instituto Belga para la Seguridad Vial, la ciudad de Ghent, una compañía de seguros, la administración provincial, Volvo-cars Ghent y la compañía regional de transporte público. El proyecto terminó en diciembre de 2003. Treinta y cuatro coches y tres autobuses habían sido equipados con el "pedal acelerador activo". Veinte de los coches eran de usuarios voluntarios del sistema ISA (conductores privados), mientras que los otros catorce coches y los tres autobuses eran empleados por compañías y administraciones públicas.

El área de la prueba comprendía toda la ciudad de Ghent, que contiene todos los límites de velocidad legislados: 15 (zona peatonal), 30, 50, 70, 90 y 120 km/h. El sistema se activaba automáticamente cada vez que un vehículo entraba o arrancaba en Ghent, y no era posible desactivarlo dentro del área de la prueba.

Hasta el momento los resultados sólo incluyen los cuestionarios. Los datos de velocidad están almacenados, pero aún no han sido evaluados. Los conductores declararon que con el sistema ISA conducían más lento. La aceptación fue buena, y quince de los veinte conductores privados decidieron conservar el equipo concluida la prueba.

Se puede encontrar más información en: www.ISAweb.be.

Francia

El proyecto francés LAVIA²⁷ arrancó en 2001 y usó dos vehículos prototipo y una flota de otros veinte vehículos. Ya se ha completado la fase de pre-evaluación. Tomaron parte doce conductores acompañados que recorrían una ruta bien identificada, mientras se reunían datos de vídeo y parámetros del vehículo.

La segunda fase tuvo lugar en 2005 e involucró a 100 conductores, que dispusieron libremente del vehículo durante un período de ocho semanas. Los usuarios pusieron a prueba tres métodos de operación (cada uno durante dos semanas): ISA informativo, ISA de apoyo con posibilidad de anulación e ISA de apoyo sin posibilidad de anulación (salvo en caso de emergencia, mediante la función de "pisotón"). Se reunieron y analizaron los datos, cuyos resultados serán publicados a finales de 2006.

Ya se han obtenido diversas conclusiones. Primero, es difícil construir la base de datos debido a la señalización incompleta o ambigua, y a la necesidad de actualización. Segundo, la falta de correspondencia entre el límite de velocidad y las características de la infraestructura afecta a la utilidad misma del sistema. Antes de la prueba se realizó una encuesta entre 1.000 conductores de la zona. El 31% estaba a favor del sistema y el 23,5% en contra. Los indecisos sumaban el 45,5%. Por último, los resultados preliminares muestran que el sistema ISA informativo tiene una influencia limitada en el comportamiento ante la velocidad, y que el ISA de apoyo tiene la mayor capacidad para reducir los excesos de velocidad.

²⁷ LAVIA son las siglas de Limiteur s'Adaptant à la Vitesse Autorisée (Limitador que se adapta a la velocidad autorizada).

Las compañías de autopistas están desarrollando otro proyecto (LARA) para crear una completa base de datos de los límites de velocidad de sus redes. La base de datos LARA puede actualizarse rápidamente en caso de obras en la calzada u otros eventos. La transmisión de los límites de velocidad a los coches se realiza mediante RDS-TMC, y la información también puede mostrarse en las unidades de guía de a bordo. A más largo plazo, es probable que los sistemas ISA sean capaces de gestionar límites de velocidad dinámicos y variables (debidos a la climatología, el tráfico, etc.) en todas las redes. Esto aumentará la necesidad de actualizaciones eficaces y en tiempo real de los vehículos (en este asunto crucial, la solución RDS-TMC abre nuevas posibilidades).

SafeCar australiano

Esta prueba, encargada en 1999 por la Comisión de Accidentes de Transporte de Victoria (TAC), tenía el fin de examinar la adaptación del comportamiento y la aceptación de cuatro tecnologías: ISA, Alerta de distancia de seguridad (FDW), Alerta de cinturón de seguridad (SBR) y Alerta de colisión marcha atrás (RCW). Los resultados demostraron que el sistema ISA era eficaz en la reducción de la velocidad media, y mucho más en la reducción de las velocidades más altas de la distribución, como el percentil 85%. Además, el sistema pareció ser más eficaz al combinarse con el sistema FDW (Regan *et al.*, 2005).

Otros lugares y planes para pruebas futuras

Tras el éxito de las pruebas iniciales, también se han desarrollado pruebas ISA en Canadá, Dinamarca, Finlandia, Japón y Noruega.

PROSPER

PROSPER (Proyecto para la investigación de políticas de adaptación de la velocidad en las carreteras europeas) ha sido creado bajo el 5º Marco del Programa de Investigación Tecnológica de la Unión Europea, y en él participan ocho países miembros (Alemania, Bélgica, España, Francia, Hungría, Países Bajos, Reino Unido y Suecia). Su objetivo es valorar las diferencias regionales en el comportamiento de los conductores al conducir con sistemas ISA en Europa, e investigar los efectos sobre este comportamiento de cada tipo de sistema ISA (informativo/limitador, voluntario/obligatorio, véase la Tabla 10.2).

Tabla 10.2. Campos de pruebas de PROSPER

País	Año de prueba	Tamaño de la prueba	Variantes ISA
Bélgica	2002-	37 coches, 3 autobuses	De apoyo (AAP*)
España	2004	20 coches	Informativo y de apoyo
Hungría	2003	20 coches	Informativo y de apoyo
Países	1999-	20 coches, 1 autobús	De apoyo obligatorio
Reino	2004	20 coches	De apoyo obligatorio
Suecia	2001	5.000 vehículos	Informativo y de apoyo

*AAP = Pedal de acelerador activo

Los resultados mostraron que la aceptación de los sistemas ISA era bastante alta entre la mayoría de los conductores de prueba en los distintos países. El sistema tuvo el mayor efecto en los tramos de 30 km/h, según los conductores de todos los países. La mayoría, salvo en España y Hungría, mostró una actitud más positiva hacia diversos aspectos del sistema después de probarlo.

En todos los estudios se midió la eficacia de los sistemas ISA en la reducción de la velocidad excesiva (por encima del límite de velocidad), y todos dieron como resultado un importante cambio en la observación de los límites de velocidad.

MASTER

El proyecto MASTER (Gestión de la velocidad del tráfico en las carreteras europeas), cofinanciado por la UE e iniciado en 1996, tiene como objetivo generar información que pueda ser empleada en la toma de decisiones (en los ámbitos nacional y europeo) respecto a la gestión de la velocidad y los estándares del equipamiento de control de velocidad.

Resumen

Las pruebas de campo en Europa y Australia a lo largo de los últimos diez años indican que:

- Es técnicamente posible lograr grandes avances en el cumplimiento de los límites de velocidad, y los modelos indican que esto resultaría en una significativa reducción en el número y gravedad de las colisiones.
- Se ha demostrado que el sistema ISA más eficaz es el pedal acelerador activo, aunque los usuarios juzgan más aceptable el sistema de señales auditivas.
- No se ha constatado que ninguno de los sistemas interfiera con las demás funciones de conducción.

En resumen, se ha comprobado que los sistemas ISA son un modo muy prometedor de mejorar la seguridad vial, con efectos secundarios positivos en el medio ambiente. Hasta cierto punto, las altas expectativas de los estudios teóricos se han visto confirmadas por las demostraciones y experimentos, que a su vez muestran un fuerte apoyo del sistema por parte de los conductores participantes. Es posible imaginar un rápido desarrollo de los sistemas ISA, aunque tanto los problemas pendientes como los prometedores resultados requieren una cuidadosa consideración.

El sistema ISA informativo ya está disponible en vehículos de prueba de varios países. Mientras los sistemas ISA se sometían a prueba, los sistemas comerciales de navegación han mejorado y ya incluyen funciones que informan al conductor cuando se excede el límite probable de velocidad. Sin embargo, como estos "límites probables de velocidad" no están fundamentados en bases de datos de límites, sino en los límites asociados a la categoría de cada carretera, tales sistemas no ofrecen en su estado actual las mismas capacidades que un sistema ISA.

10.2.10 Problemas de implantación ISA

Tecnología

En las pruebas de campo de sistemas ISA se han empleado distintas arquitecturas de sistema, interfaces de usuario y subsistemas técnicos. En general, los sistemas han funcionado bastante bien y los resultados han cumplido las expectativas respecto a la experiencia del usuario y su reacción al sistema. Sin embargo, todas las pruebas tienen un elemento en común: han sido diseñadas para un uso local.

Los principales problemas técnicos surgidos durante los experimentos locales son los siguientes:

- Establecimiento de bases de datos de límites de velocidad con cobertura y calidad suficientes.
- Actualización de la información de límites de velocidad.
- Comunicación de la información de límites de velocidad al vehículo mientras este se desplaza por la red vial. En los experimentos de menor escala se puede almacenar un mapa local de velocidades en el equipo del vehículo.

Sin embargo, la implantación completa exige que la información de velocidad actualizada se comunique constantemente al vehículo. Esto requeriría que los proveedores de equipamiento ISA y los de información de límites de velocidad acordaran los formatos de datos, estándares de comunicación, etc. Los proyectos europeos actuales *SpeedAlert* y *Euroroads*²⁸ se centran en el problema de la armonización y distribución de la información de velocidad desde una perspectiva europea (por ejemplo, Blervaque, 2003).

Escala

A menudo se asume que incluso un pequeño porcentaje de vehículos equipados con sistemas ISA tendría un efecto significativo sobre la velocidad del tráfico en general. En las pruebas ISA de Suecia se asumió que una penetración igual o superior al 10% bastaría para influir en la velocidad de todo el tráfico. Sin embargo, estudios recientes, incluidas las simulaciones de sistemas ISA en redes de tráfico (PROSPER), muestran que este efecto de contagio es mínimo, incluso con niveles elevados de penetración ISA. Lo más probable es que se deba a la influencia de la densidad del tráfico, ya que sólo es de esperar un efecto significativo en situaciones de tráfico denso y, al mismo tiempo, más rápido que el límite de velocidad establecido.

Organización y mercado

Se ha identificado la interoperabilidad como un problema vital para la implantación. Los sistemas ISA no pueden lograr una penetración a gran escala si no existen estructuras organizativas que los apoyen. La técnica requerida no es especialmente complicada, pero es necesario definir y establecer funciones y responsabilidades para permitir el desarrollo y la operación.

En un principio se percibió que muchos fabricantes de coches se ponían en contra de los sistemas ISA tal y como fueron presentados en las primeras pruebas. Esta imagen está cambiando, ya que el concepto ISA incluye ahora sistemas puramente informativos; además, los sistemas de navegación y de advertencia de velocidad con cámaras comercializados por terceras partes están introduciendo competencia en este campo. Varios fabricantes de automóviles venden limitadores de velocidad que permiten al conductor elegir y fijar una velocidad máxima, lo que puede considerarse un primer paso hacia una función ISA.

Los sistemas ISA tienen un fuerte apoyo entre los conductores que lo han probado, y es de esperar una creciente demanda por parte de los consumidores, especialmente en países con programas intensivos de control de velocidad mediante cámaras, en particular cuando se emplean cámaras móviles.

Problemas legislativos y legales

Los análisis han mostrado que la introducción voluntaria de sistemas *ISA informativos* no causaría ningún problema legal (Sundberg *et al.*, 2005). Ya hemos visto desarrollarse un mercado de productos y servicios autónomos bastante similares al *ISA informativo*.

Por otra parte, los sistemas *ISA de apoyo*, que ofrecen consejo al conductor pero también intervienen mediante su enlace directo con el sistema de control del vehículo, son más problemáticos. Las aplicaciones actuales disponen de un sistema de anulación manual. Sin esta función "manual" de anulación, los sistemas *ISA de apoyo* operarían como mecanismos obligatorios de control de la velocidad del vehículo. Aún no hemos visto ningún sistema ISA de apoyo como parte de las funciones de control ofrecidas por los nuevos coches, a pesar de que las políticas de seguridad vial europeas y de algunos países están muy a favor de su introducción. Probablemente existan varias razones para ello.

²⁸ El objetivo del proyecto Euroroads es construir una plataforma para una solución a los datos de carreteras europeas mediante un marco de especificaciones que consiste en una estructura de datos de carretera, la descripción del contenido de los datos, los mecanismos de intercambio de datos y las especificaciones de interoperabilidad.

Primero, aún no están disponibles en todas partes las bases de datos de límites de velocidad. Otra razón puede ser que la implantación obligatoria de sistemas *ISA de apoyo* presenta complicaciones legales. El problema crucial no es si los sistemas *ISA de apoyo* son técnicamente capaces de "tomar el control" de un vehículo, sino quién responde en caso de fallo del sistema ISA, o si a este se le suministran datos erróneos o desfasados.

También hay una importante diferencia de política entre los fabricantes de vehículos y las autoridades. Los fabricantes están profundamente preocupados por la actual discusión acerca de la introducción de sistemas *ISA de apoyo* basados en información de carretera (por ejemplo, los límites de velocidad) proporcionada por las autoridades, es decir, información ajena a su control. Los fabricantes no están a favor de crear un sistema interdependiente tal, y esta preocupación los disuade de dar siquiera el primer paso hacia la introducción de un sistema autónomo más sencillo de primera generación. A este respecto debe señalarse que unos pocos países (por ejemplo, Alemania) rechazan cualquier obligación de proporcionar y certificar datos de límites de velocidad para su uso por parte de sistemas ISA, debido a consideraciones legales y de responsabilidad.

También pueden encontrarse importantes razones prácticas que obstaculizan la implantación en la falta de estándares para la provisión de datos de velocidad (por ejemplo, en el ámbito europeo), y también en la carencia misma de dichos datos de velocidad.

10.3. Otras nuevas tecnologías

A largo plazo existen otras tecnologías de las que se espera que puedan ayudar a reducir considerablemente el número de colisiones y, en última instancia, el número y gravedad de las víctimas.

Por supuesto, antes de una implantación general es esencial comprobar y evaluar plenamente el impacto de la tecnología durante su desarrollo, y en las pruebas piloto en la red viaria. Además de optimizar los beneficios perseguidos de seguridad en la carretera, de este modo se puede identificar cualquier desventaja potencial. Es importante evitar que el uso cada vez mayor de la tecnología tenga un efecto contrario y comprometa la seguridad, especialmente dado que tales dispositivos son cada vez más complejos o están cada vez más integrados con los demás. También hay otras implicaciones importantes, como los requisitos de formación, los costes financieros y problemas mucho más amplios, como la responsabilidad legal y la aceptación social, para evitar preocupaciones del tipo "gran hermano".

Muchos países ya participan activamente en la investigación de Sistemas de Transporte Inteligentes (ITS) y Sistemas Avanzados de Ayuda a la Conducción (ADAS). Por ejemplo, en abril de 2002 se puso en marcha la iniciativa eSafety de la Comisión Europea, para coordinar estas oportunidades y buscar y acelerar su desarrollo e implantación. En cualquier caso, es importante que los distintos países, y los foros paneuropeos y mundiales, sigan investigando y analizando estas oportunidades emergentes, para poder tomar decisiones bien fundadas en el momento apropiado.

A largo plazo, se buscan autopistas inteligentes en las que los vehículos y la infraestructura se comuniquen mediante diversos medios. La unión de los sistemas existentes y futuros en la creación de esta autopista inteligente representaría una gran ayuda para la conducción. También se abre un gran potencial para controlar activamente los vehículos desde la carretera, lo que podría llegar a derivar en la reducción o incluso eliminación del margen de error del conductor, por ejemplo mediante la detección de otros vehículos y obstáculos cercanos. En definitiva, la tecnología podría permitir la detección de las condiciones de la carretera mediante la simple adherencia entre las ruedas y la superficie de la calzada, mientras que unos sistemas de comunicación de corto alcance transmitirían de inmediato a los vehículos información sobre condiciones adversas, lo que permitiría la adecuada adaptación de la velocidad.

La siguiente sección resume algunos de estos proyectos.

SASPENCE

SASPENCE es un subproyecto del proyecto integrado PReVENT²⁹ de la Comisión Europea, y cuyo principal objetivo es el desarrollo y evaluación de un innovador sistema para asegurar la conformidad con los conceptos de velocidad y distancia seguras. Estos conceptos se implementarán y probarán en dos vehículos preparados. El sistema SASPENCE ha sido concebido para cooperar de forma discreta con el conductor, sugiriendo la velocidad apropiada dadas las condiciones actuales de conducción (es decir, el estado de la carretera, la densidad del tráfico, la geometría de la vía, los obstáculos frontales, los puntos potencialmente peligrosos, las condiciones meteorológicas, etc.). El sistema sugerirá y ayudará al conductor a mantener la velocidad y la distancia apropiadas, evitando situaciones arriesgadas y peligrosas que puedan terminar en una colisión. SASPENCE también proporcionará al conductor ayuda útil para reducir la aceleración lateral en las curvas interiores, y así evitar una posible pérdida de control del vehículo.

SafeMAP: información digital para una conducción más segura

El proyecto SafeMAP de la Unión Europea reúne a agencias públicas y empresas privadas, y se concentra en seis funciones de asistencia: la ayuda con el límite de velocidad, la alerta de curvas, la alerta de cruces, la ayuda en adelantamientos, la alerta en áreas peligrosas y la alerta ante accidentes.

Es necesario integrar las características estáticas y dinámicas de la carretera en mapas digitales, que se convierten en parte del sistema de navegación de a bordo del vehículo. La información estática incluye los límites de velocidad, las características de la carretera, la geometría, etc. La información dinámica incluye los datos de accidentes, la información meteorológica, las zonas en obras y otros datos que pueden cambiar a lo largo del tiempo.

El sistema puede advertir al conductor cuando se excede el límite de velocidad establecido. Aunque el uso de un mapa digital estático puede ser útil para el conductor, el efecto combinado de la información estática y dinámica respecto al entorno en que se encuentra el vehículo será una potente aplicación de las tecnologías ITS. En definitiva, SafeMAP permitirá al conductor concentrarse en las decisiones clave, que se tomarán con información pertinente y actualizada.

Aplicaciones Galileo

El sistema GALILEO de navegación por radio satélite es una iniciativa lanzada por la Unión Europea y la Agencia Espacial Europea. Este sistema mundial operará de forma complementaria con el actual sistema GPS. Las aplicaciones respecto a la seguridad vial y la gestión de la velocidad podrían incluir la monitorización permanente de un coche, o la advertencia cuando la velocidad sea excesiva. También podría alertar a un conductor que se acerca demasiado rápido a una curva, por ejemplo, si se asocia a una base de datos digital de límites de velocidad. Podrían obtenerse los mejores beneficios en tipos concretos de transporte, como el de mercancías peligrosas.

Identificación Electrónica del Vehículo (EVI)

EVI es una matrícula electrónica, desarrollada principalmente para identificar y encontrar vehículos robados. EVI permite un control de sección de alto nivel, lo que significa que puede seguir a un coche cualquier distancia.

Con este sistema también sería posible calcular automáticamente la velocidad de cada vehículo e identificar, más fácilmente que con los medios actuales, aquellos que superan el límite en una sección de la carretera (control de sección). El que también sea un sistema útil para la identificación de vehículos robados es un argumento a favor de su introducción.

Identificador del conductor mediante el reconocimiento de la huella dactilar

²⁹ El proyecto integrado PReVENT es una actividad de la industria automovilística europea co-financiada por la Comisión Europea para contribuir a la seguridad en carretera mediante el desarrollo y prueba de aplicaciones y tecnologías preventivas de seguridad.

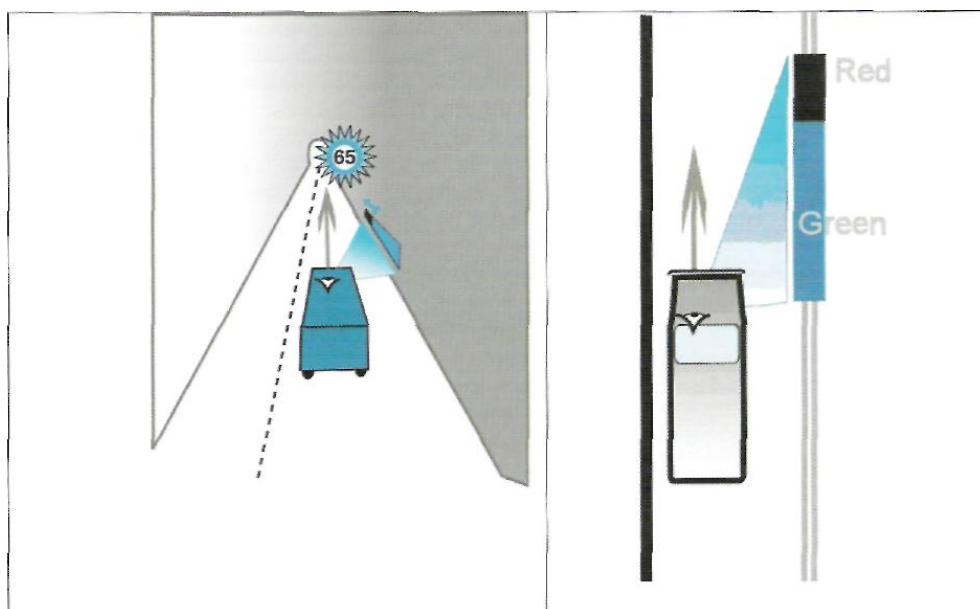
Algunos sistemas pueden reconocer al conductor mediante la huella dactilar o la forma de la cara. Se registran diversos parámetros de cada conductor, como las velocidades máximas. En la práctica, este sistema puede emplearse para los jóvenes conductores y, a largo plazo, para el control de reincidentes (de forma similar al uso de sistemas Interlock (Interbloqueo o "alcolock") para aquellos que reinciden en la conducción bajo los efectos del alcohol).

Aplicaciones de gestión de la velocidad en túneles

En este momento se están investigando dos sistemas informativos para túneles:

- El "ferret" (un dispositivo detector electrónico), consiste en un haz de luz localizado en el techo del túnel o en una de las paredes laterales, y que los conductores pueden seguir para respetar el límite de velocidad y mantener una distancia apropiada entre vehículos (véase figura 10.8).

Figura 10.8. **Aplicaciones del ferret en túneles para ayudar a mantener una velocidad apropiada**



Fuente: Durand Raucher

Red=Rojo

Green=Verde

- El "rastro iluminado", que emana (fluye) de cada vehículo (mediante la ignición de diodos al pasar un vehículo, hasta una distancia que depende de la velocidad del vehículo y la distancia de seguridad establecida) y que marca la distancia mínima de seguridad a los conductores que marchan detrás.

Se espera que en el futuro se experimente con estos sistemas.

Proyecto francés SARI: monitorización automática de las condiciones de la carretera

Este proyecto de investigación, esponsorizado por el Gobierno francés a través del programa PREDIT³⁰ 3, trata de aumentar la comprensión de cómo las carreteras influyen en los accidentes, e investiga cómo la futura cooperación entre la carretera y los vehículos podría usar esta información para ofrecer a conductores y gestores de carreteras datos en tiempo real, como el aviso anticipado de condiciones de conducción potencialmente peligrosas o de obstáculos que puedan requerir una disminución de la velocidad. El resultado deseado es una reducción significativa en el número de accidentes en los que el conductor se sale de la carretera o pierde el control del vehículo en las carreteras rurales francesas.

El programa SARI consta de investigaciones de diversas clases. La primera fase busca mejorar la comprensión de cómo las dificultades en la carretera afectan al comportamiento de conductores y vehículos. Otras fases desarrollarán técnicas para identificar y caracterizar estas dificultades (vehículos de prueba), y para desarrollar prototipos de sistemas de información y llevar a cabo pruebas a gran escala en las que evaluar la eficacia de los sistemas implementados, en particular en lo que respecta a su efecto sobre el comportamiento del conductor. El programa también puede comprender la información personalizada y tener en cuenta las características del conductor (por ejemplo, en el caso de los conductores jóvenes). También se va a realizar un estudio ergonómico para decidir los tipos de información (basada en hechos o interpretada), el tipo de medio (VMS, integrado en el sistema de navegación del vehículo, etc.) y las formas del mensaje (visual, de texto, auditivo) que tienen un mayor impacto, dependiendo de la naturaleza de la información (fuerza, frecuencia, importancia).

En resumen, el proyecto ofrecerá consejo sobre la elección de velocidad según las características locales de la carretera, las condiciones meteorológicas, el tipo de conductor y de vehículo, etc.

10.4. Consideraciones en materia de política

La Adaptación Inteligente de la Velocidad (ISA) es una importante aplicación de nuevas tecnologías que puede ayudar a proporcionar información y ayuda para que el conductor respete los límites y conduzca a una velocidad apropiada. Guiando o moderando esta velocidad, los sistemas ISA pueden llegar a convertirse en una gran contribución para la reducción del número de muertos y heridos. Una implantación a gran escala proporcionaría un potente medio para reducir los accidentes en carretera.

Desde un punto de vista técnico, la implantación a gran escala de los sistemas *ISA informativos* sería posible en el futuro cercano. Para permitir una gran extensión de los sistemas ISA es necesario el apoyo político y una serie de acciones coordinadas (por ejemplo, el desarrollo de bases de datos electrónicas de límites de velocidad).

Algunos países están muy avanzados en las pruebas de sistemas ISA.

En Europa, varias administraciones nacionales y fabricantes de equipo, con el apoyo de la CE, están haciendo progresos en el proyecto *SpeedAlert*, lo que ayudará a asegurar la realización de diversas acciones conjuntas y necesarias.

Este proyecto *Speed Management* de la OECD/ECMT apuesta por la introducción progresiva de sistemas ISA de *ayuda al conductor en materia de velocidad* capaces de ofrecer asistencia voluntaria para reducir la velocidad y aumentar la seguridad vial. Con el uso de sistemas ISA *informativos*, el conductor sigue siendo plenamente responsable de la conducción. La mayoría de las pruebas de campo se han centrado en el uso de sistemas ISA en áreas urbanas, y es evidente que la aceptación por parte del usuario es mucho mayor en áreas urbanas (de baja velocidad), con tráfico denso, que, por ejemplo, en autovías.

De existir aprobación por parte de los gobiernos nacionales, quedan varios problemas técnicos que precisan consideración, entre ellos:

³⁰ PREDIT son las siglas de Programme de Recherche et D'Innovation dans les Transports terrestres (*programa de investigación, experimentación e innovación del transporte por tierra*). PREDIT 3 fue el tercero de tales programas, y cubrió el período 2002-2006.

- Las autoridades nacionales y regionales tendrán que establecer bases de datos de límites de velocidad, y las estructuras y rutinas administrativas necesarias para mantener la calidad de la información. Estas bases de datos requieren de una constante actualización para reflejar los cambios y las regulaciones temporales de la velocidad.
- Las instituciones internacionales y nacionales necesitan establecer estándares para el intercambio de datos de límite de velocidad, así como para las interfaces genéricas de comunicación a los vehículos de los límites de velocidad.
- Es necesaria la cooperación internacional no sólo para acometer esta estandarización, sino también para la definición y posible adquisición por parte de los gobiernos (y quizás de terceras partes) de todo el equipamiento necesario para implementar a gran escala una primera generación ISA en las flotas nacionales existentes.

Una vez resueltos estos problemas, los gobiernos estarán en posición de usar su poder de compra para adquirir vehículos propios equipados con ISA. Una política sostenida de compras ISA puede convertirse en incentivo suficiente para que terceras partes, o los proveedores originales del equipamiento, desarrollen sistemas con los que los usuarios privados y las empresas puedan equipar los nuevos vehículos o adaptar los antiguos.

Se sugiere que cada país tome medidas que aseguren que:

- Los nuevos coches estén equipados con sistemas *ISA voluntarios informativos o de apoyo*, para ayudar a los conductores a ceñirse a los límites de velocidad (estáticos y, eventualmente, variables y dinámicos). Esto requerirá la cooperación internacional para establecer estándares, procedimientos y bases de datos de límites de velocidad.
- Como reflejo de las sustanciales ventajas potenciales en materia de seguridad, a largo plazo se da más importancia a las aplicaciones ISA de apoyo obligatorias, reconociendo y teniendo en cuenta los cambios que implicarían en términos de filosofía general ante la conducción y la responsabilidad.

Los sistemas *ISA de apoyo* presentan más complicaciones legales en caso de ser obligatorios³¹. El problema principal es la responsabilidad en caso de fallo del sistema o del uso de datos erróneos, y es necesario resolver este asunto antes de implantar de forma obligatoria cualquier sistema *ISA de apoyo*.

A largo plazo se contempla una autopista inteligente en la que la comunicación entre los vehículos y la infraestructura ayude o incluso controle activamente los vehículos. Es de esperar que esta posibilidad represente un enorme beneficio para las redes estratégicas de carreteras.

³¹ Por razones operativas, de responsabilidad y legales, un país (Alemania) ha advertido que no apoya el desarrollo e implantación de sistemas ISA de apoyo, ni voluntarios ni obligatorios.

REFERENCIAS

- Biding, T. y G. Lind (2002), *Intelligent Speed Adaptation (ISA). Results of large-scale trials in Borlänge, Linköping, Lund and Umeå during the period 1999-2002.* Vaegverket Publikation, 89E, 122 pp.
<http://www.isa.vv.se/novo/filelib/pdf/isarapportengfmal.pdf>
- Blervaque, V. (2003), *Harmonisation of In-vehicle Speed Alert System Definition for a Common European Implementation Strategy.* 2003, Actas de la Conferencia mundial del ITS.
- Carsten, O. y F. Tate (2005), "Intelligent Speed Adaptation: Accident Savings and Cost-Benefit Analysis", en *Accident analysis and Prevention* 37.
- Carsten, O. y F. Tate (2003), "Intelligent Speed Adaptation: the best collision avoidance system?", Paper 324, University of Leeds, Instituto para estudios sobre el transporte,
- Liu, R., J. Tate y R. Boddy (1999), *Simulation modelling on the network effects of EVSC.* Entrega 10.3 del proyecto EVSC, Instituto para estudios sobre el transporte, University of Leeds
- Myhrberg, S. (2005), *Effects from ISA experiments in Stockholm.* Estocolmo, informe interno / SWECO, Suecia.
- Nilsson, G (2004), *Traffic Safety Dimension and the Power Model to describe the Effect of Speed on Safety,* Lund Institute of Technology.
- Regan, M.A., K. Young, T. Triggs, N. Tomasevic y E. Mitsopoulos, (2005), *The Effects on driving performance of In-Vehicle Intelligent Transport Systems: Final Results of the Australian TAC SafeCar Project.* Monash University Research Centre.
- Saad F y G. Malaterre (1982), *Speed regulation: a method to control speeds.* Informe final N°81.41.030. ONSER, Francia.
- Sundberg, J. y V. Palmqvist (2005), *Legal and Policy aspects on ISA implementation,* PROSPER 6.1, SWECO, Suecia.
- Van Loon A y L. Duynstee (2001), *Intelligent Speed Adaptation (ISA): A successful test in the Netherlands.* AW, Centro de Investigación del Transporte, Holanda.

PARTE III: MARCO DE EVALUACIÓN Y TRANSFERENCIA TECNOLÓGICA

La segunda parte de este informe presentaba distintas medidas individuales que pueden mejorar la gestión de la velocidad.

Esta tercera parte (integrada por los capítulos del 11 al 13) reflexiona sobre la forma de combinar las distintas medidas en un programa único de políticas de gestión de la velocidad y sobre el papel de un marco de medidas de gestión de la velocidad en la creación de sistemas seguros de movilidad. También destaca la función de las distintas partes activas para dar forma a una política de gestión de la velocidad eficaz.

Aunque el núcleo del informe se centra, fundamentalmente, en los países OCDE/CEMT, el capítulo 12 destaca las necesidades concretas de los países menos desarrollados y subraya aquellas áreas en las que las medidas descritas en el informe mejor podrían adaptarse a esos países.

Por último, el capítulo 13 presenta un resumen de las recomendaciones presentadas en el informe.

CAPÍTULO 11.

GESTIÓN DE VELOCIDAD INTEGRADA Y PRINCIPALES ACTORES

Los capítulos anteriores se centraban en las medidas de gestión de la velocidad y sus efectos. Este capítulo vuelve a plantear los objetivos de la gestión de la velocidad, identifica cómo pueden combinarse las medidas presentadas en capítulos anteriores dentro de un conjunto de políticas de gestión de la velocidad y revisa el papel de un marco de gestión de la velocidad en la creación de sistemas de movilidad y transporte seguros. El capítulo se cierra con una descripción de las funciones de los distintos actores implicados y las acciones que pueden desarrollar para lograr los resultados deseados.

11.1. Objetivos de la gestión de velocidad

La gestión de la velocidad tiene distintos objetivos, entre ellos la mejora:

- de la seguridad vial, reduciendo el número de heridos y víctimas mortales en carretera.
- del medioambiente, reduciendo los efectos negativos, como el ruido y la contaminación.
- de la calidad de vida, especialmente de los habitantes de zonas urbanas, incluyendo a las personas más vulnerables.

Para desarrollar una política de gestión de la velocidad, deben tomarse en cuenta todos los objetivos definidos por el gobierno y otras consideraciones relevantes como las consecuencias adversas. Por supuesto, la naturaleza de estas consecuencias es siempre distinta. Aun así, la política de gestión de la velocidad proporciona un marco en el que las autoridades pueden encontrar el equilibrio correcto entre distintos objetivos y especialmente entre seguridad, movilidad, medioambiente y calidad de vida.

Al plantearse la necesidad de reducir el impacto sobre la seguridad vial, las autoridades públicas tienen que tomar en cuenta su responsabilidad a la hora de proteger la vida humana y reducir el número de heridos graves en carretera. Es una responsabilidad fundamental claramente distinta de otros objetivos, tales como el interés del gobierno en mejorar las circunstancias económicas de sus ciudadanos. Para reducir el número de víctimas (esto es, de muertos y heridos), las autoridades deben emprender acciones destinadas a reducir la velocidad de los vehículos en las carreteras y sus efectos adversos en la seguridad vial. De esta forma, cumplirán los objetivos de seguridad vial fijados por los gobiernos.

Por supuesto, también debe prestarse la atención adecuada a otros efectos y problemas, por ejemplo los relacionados con el desarrollo social y económico, con la protección del medioambiente, la habitabilidad de las ciudades, etc. Las deliberaciones políticas deberían tomar en consideración objetivos internacionales, como el protocolo de Kyoto sobre emisiones de CO₂ (donde sea aplicable). No es fácil estimar algunos de estos impactos (por ejemplo, en la calidad de vida), por lo que cualquier evaluación de medidas alternativas para una política de gestión de la velocidad se convierte en un reto político.

Las circunstancias locales varían, por lo que aunque las políticas de gestión de la velocidad de los distintos países contengan estrategias generales similares, las medidas implementadas pueden variar de un país a otro.

11.2. Gestión de velocidad dentro de un sistema de movilidad seguro

La gran mayoría de países aplican medidas de seguridad vial, de una u otra forma, para gestionar la velocidad del tráfico motorizado. Estas medidas pueden ir desde límites de velocidad generales hasta medidas policiales de cumplimiento de la ley con objetivos definidos, publicidad, medidas infraestructurales, y el uso de nuevas tecnologías en carreteras o vehículos.

Es preferible que una política de gestión de la velocidad se base en una filosofía de seguridad vial amplia que, a su vez, respalde la estrategia y el plan de acción de seguridad vial. Las filosofías, estrategias y planes de acción de seguridad vial suelen tener escalas de tiempo decreciente y unos niveles crecientes de detalle y carácter práctico. Como ya se ha señalado, las filosofías de seguridad vial suelen incluir una visión de la que sería la situación ideal. Los objetivos suelen ser muy ambiciosos y alcanzables a largo plazo (si son posibles de alcanzar).

Un elemento común de muchas filosofías actuales de seguridad vial es el supuesto de que la mayoría de los accidentes y víctimas mortales en carretera se pueden evitar. En otras palabras, no se consideran inevitables ni una consecuencia de la demanda por parte de la población de una buena movilidad. Asumir esta posición supone que una sociedad se otorga la responsabilidad moral, y que el

gobierno y demás partícipes asumen el deber de estimular, motivar y facilitar medidas de seguridad vial destinadas a hacer efectiva dicha filosofía. Ejemplos de este tipo de filosofía son *Vision Zero* en Suecia (Administración sueca de carreteras, 2000) y *Sustainable Safety* (Seguridad sostenible) en Holanda (Koornstra, 1991; véase también Van Schagen y Janssen, 2001; Wegman y Aarts, 2006) (véase el Anexo A). Otros países también han desarrollado filosofías semejantes aunque no tan conocidas.

Si se considera que la mayoría de los accidentes pueden evitarse, se necesita conocer bien la naturaleza del problema de seguridad vial y, en consecuencia, los medios para resolverlo. Partiendo de este punto, el siguiente paso lógico consiste en desarrollar una estrategia global de seguridad vial que pueda formar parte de un plan de transporte o de movilidad más amplio.

Una estrategia de seguridad vial tiene una escala temporal más corta que una filosofía de seguridad vial y suele extenderse en un periodo de entre cinco y diez años. Las áreas clave de acción y las estrategias pueden identificarse y describirse a partir de un análisis en profundidad de la situación de seguridad vial y de la identificación de las principales áreas de interés. Estas áreas clave pueden venir determinadas por el comportamiento de alto riesgo (por ejemplo, velocidad excesiva o conducción bajo los efectos del alcohol), por grupos de alto riesgo (jóvenes conductores, ancianos, niños) o por tipos de accidentes frecuentes (accidentes de un solo vehículo en vías rurales, por ejemplo). Una estrategia amplia de seguridad vial debería cubrir todas las dimensiones del problema de seguridad vial.

Por último, un plan de acción debería describir las medidas reales a aplicar en las zonas problemáticas identificadas. Normalmente debería incluir una descripción de las medidas de seguridad vial y de los medios organizativos y económicos que respalden su implementación. Las medidas de gestión de la velocidad serían también una parte lógica de un plan de acción de este tipo.

11.3. Evaluación de ventajas colectivas

Para que la opinión pública acepte las políticas y medidas de gestión de la velocidad, éstas deben centrarse en las ventajas que tiene para la sociedad la práctica de unas velocidades de viaje seguras, teniendo en cuenta ciertas prioridades (por ejemplo, jóvenes conductores y usuarios vulnerables). También tienen que lograr un equilibrio entre los demás objetivos políticos (p. ej., objetivos medioambientales, de movilidad sostenible y calidad de vida) y los grupos de destino (p. ej., población cercana a vías muy transitadas y con circulación a alta velocidad). Además, la aceptación mejorará si el público está bien informado. Por ejemplo, es necesario que los propietarios de los vehículos conozcan la posibilidad de reducir los gastos de funcionamiento a través de una política de gestión de la velocidad.

No es fácil conseguir que una política de gestión de la velocidad cuente con el apoyo popular. Para ello, hay que reconciliar las ventajas individuales y colectivas con las responsabilidades a nivel social e individual. Casi siempre, conducir por encima del límite establecido no tiene consecuencias desastrosas. A nivel individual, el riesgo de accidente es relativamente pequeño. De igual forma, el efecto de un conductor sobre el medioambiente es muy pequeño y puede parecer insignificante. Además, el exceso de velocidad suele permitir (pequeños) ahorros en el tiempo de desplazamiento. Por tanto, desde un punto de vista individual es muy probable que aumentar la velocidad parezca ofrecer más ventajas que desventajas.

Sin embargo, desde un punto de vista social, las cosas son muy diferentes: el riesgo de accidente (y los costes derivados) está muy lejos de ser insignificante, como también los efectos globales sobre el medioambiente (y eso aunque la mayoría de los conductores superen por menos de 10 km/h el límite de velocidad). Lo que a nivel individual se considera ventajoso y aceptable, no es necesariamente deseable desde el punto de vista social debido, fundamentalmente, a la diferencia entre costes privados y sociales. Por ejemplo, los usuarios de las vías serán conscientes de las ventajas individuales del exceso de velocidad (ahorro de tiempo), pero no conocerán necesariamente las pérdidas sociales asociadas (seguridad vial, calidad del aire, etc.), unas pérdidas que, además, suelen sufrir otros.

Las decisiones relacionadas con la gestión de la velocidad deberían basarse en principios formulados explícitamente y prestando especial atención a todos los posibles efectos en aras de la transparencia. Debería formularse claramente el razonamiento base de estas decisiones, y el peso dado a los distintos impactos (Kallberg y Toivanen, 1998). La tabla 11.1 del proyecto MASTER³² muestra los efectos en distintos grupos de población (y los impactos sobre fauna y flora) derivados de una reducción de las velocidades medias.

Tabla 11.1. Distribución de impactos a partir del marco MASTER

Grupos afectados por la reducción de 92 km/h a 82 km/h de la velocidad media de los vehículos ligeros:					
	Costes del vehículo	Tiempo de desplazamiento	Accidentes	Contaminación	Total
Usuarios de automóvil	+ ligera reducción	- aumento	+++ reducción	+ exposición reducida a contaminantes y ruido	- +++++
Pasajeros de autocares	No aplicable	- Puede aumentar el número de vehículos que circulan demasiado despacio	++ reducción	+ exposición reducida a contaminantes y ruido	- +++
Peatones y ciclistas	Sin impacto	+ resulta más sencillo cruzar la calle	++ más seguridad	+ exposición reducida a contaminantes y ruido	++++
Trabajadores del transporte	+ ligero descenso	- aumento del tiempo de viaje y de costes relacionados	++ ahorros en costes de accidentes	+ exposición reducida a contaminantes y ruido	- ++++
Población cercana	No aplicable	- aumento para usuarios de automóviles	+ reducción	++ exposición reducida a contaminantes y ruido	- +++
Población con ingresos bajos	+ ligero descenso para usuarios de automóviles	- aumento para usuarios de automóviles	++ reducción	+ exposición reducida a contaminantes y ruido	- ++++
Población con ingresos altos	+ ligero descenso	- aumento	++ reducción	+ exposición reducida a contaminantes y ruido	- ++++
Hombres	+ ligero descenso para usuarios de automóviles	- aumento	++ reducción	+ exposición reducida a contaminantes y ruido	- ++++
Mujeres	+ ligero descenso para usuarios de automóviles	- aumento para usuarios de automóviles	++ reducción	+ exposición reducida a contaminantes y ruido	- ++++
Flora	No aplicable	No aplicable	No aplicable	+ exposición reducida a contaminantes y ruido	+ +
Fauna	No aplicable	No aplicable	++ reducción	+ exposición reducida a contaminantes y ruido	+++

³² MASTER : (*Managing Speeds of Traffic on European Roads*) Proyecto de la CE sobre gestión de la velocidad del tráfico en las carreteras europeas.

Esta tabla muestra que una reducción de la velocidad media de los vehículos ligeros puede tener muchos y variados impactos en distintos grupos de población, así como en la flora y fauna. En general, la reducción de la velocidad puede tener un impacto positivo en todos los grupos. Este tipo de análisis basados en criterios múltiples son muy interesantes y deberían ser adaptados a cada proyecto de gestión de la velocidad y a su contexto particular.

11.4. Componentes de un programa de gestión de velocidad

La búsqueda de equilibrio

Una política de gestión de la velocidad consta, lógicamente, de distintos componentes y busca el equilibrio entre las distintas medidas individuales. Las medidas aisladas pueden tener impactos, pero si se implementan en solitario lo más probable es que no consigan una reducción de la velocidad a largo plazo. Aunque todas las medidas deberían complementarse, algunas combinaciones serán más eficaces que otras. Por ejemplo, hay un vínculo muy estrecho entre infraestructura vial, señalización vertical y horizontal y, por supuesto, entre legislación y medidas de imposición. En el futuro, podría lograrse una buena combinación entre medidas de imposición y sistemas ISA. Al conducir un vehículo equipado con una aplicación ISA con carácter informativo, el conductor sabe en todo momento el límite de velocidad vigente. En un entorno de seguridad vial caracterizado por una política de imposición estricta, el uso de la tecnología ISA podría convertirse en una herramienta muy eficaz para ayudar a los conductores a respetar los límites de velocidad y evitar sanciones. Además, el buen uso de esta tecnología depende de la correcta definición de los límites de velocidad locales.

Como ya vimos, en un mundo ideal, y partiendo de cero, el proceso lógico para el desarrollo operativo y político y para la implementación de una política de gestión de la velocidad sería el siguiente:

- Identificar la función de la vía.
- Evaluar posibles efectos en la seguridad, el medioambiente y la economía asociados con la vía y su tráfico.
- Definir la velocidad adecuada.
- Diseñar la vía para ajustar su diseño a la velocidad adecuada.
- Definir unos límites de velocidad conformes a la velocidad adecuada.
- Añadir señalización vertical y horizontal.
- Desarrollar campañas informativas si fuera necesario.
- Si todo esto no ofrece los resultados deseados en materia de velocidad, añadir medidas de imposición de la ley.

En el mundo real, sin embargo, casi todas las vías ya están construidas. De esta forma, es muy difícil partir de cero y seguir cada uno de estos pasos. Esto no significa que en una red existente sea completamente imposible un enfoque sistemático y amplio de la gestión de la velocidad. En el caso de las redes viales ya existentes, los programas de gestión de velocidad deberían desarrollarse a largo plazo, construyéndose progresivamente sobre los resultados de los distintos pasos:

1. Determinar la función de la vía, incluyendo el tipo de usuarios autorizados

En la práctica, este aspecto puede obligar a algunos países a (re)definir las categorías de su red vial a partir de la función de la vía: acceso, distribución o circulación (véase el capítulo 4). Normalmente, la función de la vía también determina el tipo de usuarios que puede hacer uso de ella.

2. Determinar la velocidad adecuada, para tramos e intersecciones

La velocidad adecuada depende de la función de la vía, de la composición del tráfico, del tipo de conflictos potenciales y de las características de diseño, y además no compromete la seguridad. Por ejemplo, partiendo de las ideas de Vision Zero (Tingvall y Haworth, 1999), la filosofía holandesa

"Seguridad sostenible" (Wegman y Aarts, 2006) recomienda las velocidades más seguras para distintos tipos de vías. Esto es lo que muestra la tabla 11.2.

Tabla 11.2. Propuesta de velocidades seguras del programa Seguridad Sostenible, teniendo en cuenta los posibles colisiones entre los usuarios de las vías

Tipos de vía combinados con usuarios autorizados	Velocidad segura
Vías con posibles colisiones entre automóviles y usuarios sin protección	30km/h
Cruces con posibles colisiones transversales entre automóviles	50km/h
Vías con posibles colisiones frontales entre automóviles	70km/h
Vías sin posibilidad de colisión frontal o transversal entre usuarios	>100km/h

Fuente: Wegman y Aarts, 2006

3. Fijar un límite de velocidad que refleje la velocidad adecuada y que sea creíble

Los límites de velocidad son la base para una conducción a la velocidad adecuada y deseada. Para conseguir ese objetivo es importante que los límites de velocidad sean creíbles, es decir, que vayan en concordancia con las características de la vía y el entorno vial. Si no es así, hay que replantearse la situación (límite de velocidad en relación con las características de la vía y arcén) y cambiar alguno de los factores. Los límites de velocidad dinámicos y variables que toman en cuenta las circunstancias concretas (véase el capítulo 5) mejorarán la credibilidad de los límites de velocidad.

4. Aplicar medidas de ingeniería vial allí donde la reducción de la velocidad es crucial para la seguridad

En determinadas ubicaciones, la reducción de la velocidad puede ser un factor crucial para la seguridad (percibida o real). Algunos ejemplos serían zonas cercanas a escuelas o residencias de ancianos. En estos lugares, las medidas físicas de reducción de la velocidad (badenes, por ejemplo) pueden obligar a los conductores a mantener una velocidad segura. Además, en los cruces y entradas a áreas urbanizadas, pueden utilizarse otros medios como glorietas (véase el capítulo 4). Las medidas de ingeniería vial también pueden aplicarse en zonas urbanas más amplias para fomentar una reducción de la velocidad (por ejemplo, las zonas 30).

5. Asegurarse de que la población conoce los límites de velocidad vigentes

El cumplimiento de los límites de velocidad exige que los usuarios de las carreteras conozcan siempre los límites de velocidad vigentes. Debe ofrecerse siempre una información clara al respecto. Esto puede conseguirse mediante señalización vertical y horizontal consistente entre la vía y los arcenes (véase el capítulo 6). Una opción más avanzada (pero ya en funcionamiento) es mostrar el límite dentro del vehículo, por ejemplo a través de un sistema de navegación (véase el capítulo 10).

6. Informar y educar a los conductores sobre la velocidad y gestión de la velocidad

Todos los pasos anteriores deben ir acompañados de una buena información sobre los efectos de la velocidad y del exceso de velocidad. Los conductores deben conocer los principios y bases del sistema de límites de velocidad, las razones para respetarlos, las medidas adicionales necesarias y los resultados (positivos) que se espera obtener con ellas (véase el capítulo 8).

7. Medidas de imposición policial para controlar el exceso de velocidad deliberado

Si se han aplicado cada uno de los pasos anteriores, puede darse por supuesto que las infracciones de velocidad no intencionadas serán una excepción. La mayoría de los conductores que sigan superando los límites de velocidad lo harán, por tanto, de forma deliberada. Las medidas de imposición policiales seguirán siendo necesarias para controlar y sancionar este grupo residual de infractores (véase el capítulo 9).

8. Atender al desarrollo de tecnologías del vehículo

La gestión de la velocidad también debe tener en cuenta la implementación progresiva de nuevas tecnologías del vehículo (véanse los capítulos 7 y 10) a medida que aumenta su aceptación. Sin embargo, como la esperanza de vida normal de los vehículos es de entre 10 y 15 años, llevará algo de tiempo que estas nuevas tecnologías extiendan su presencia en el parque automovilístico.

Al seguir estos pasos, también deberían tomarse en consideración los posibles efectos negativos de una política de gestión de la velocidad. Por ejemplo, intensificar demasiado las medidas de imposición de la ley en aquellas vías donde el límite en vigor no es creíble o no disponer de la información adecuada sobre la necesidad de tales medidas, puede tener un efecto negativo en la aceptación pública de las mismas y consecuencias negativas para las políticas de seguridad vial globales. Es necesario un equilibrio razonable entre las distintas medidas disponibles.

En general, es evidente que un enfoque paso a paso y progresivo del desarrollo de un programa amplio de políticas de gestión de la velocidad exige la cooperación entre los distintos actores que participan: autoridades públicas, legisladores, autoridades policiales, educadores y profesores, y fabricantes de coches (véase también la sección 11.5).

Distintos tipos de entornos viales

Los problemas relacionados con los accidentes de tráfico en entornos rurales y urbanos son muy distintos, por lo que exigen enfoques diferentes. Aunque hay muchos puntos negros en las vías rurales, la mayoría de los accidentes que suceden en este tipo de entorno se extienden por toda la red y debido a las altas velocidades tienden a ser muy graves. En el entorno urbano, los accidentes están más concentrados y casi todas las víctimas son peatones u ocupantes de vehículos de dos ruedas.

En las zonas rurales hay pocos medios para poder influir directamente en la velocidad y en la seguridad vial. Las medidas estructurales (por ejemplo, las medianas) son muy eficaces a la hora de reducir los accidentes graves y el número de heridos y víctimas mortales. Sin embargo, requieren la presencia de un programa a largo plazo y son relativamente caros para su implementación a gran escala y a nivel de red. Las medidas de imposición también son importantes, pero los costes de una estrategia de imposición eficaz (por ejemplo, con cámaras móviles) son muy elevados por lo que es improbable generar relaciones positivas beneficios-costes y costes-eficacia en muchas zonas rurales. Las nuevas tecnologías y, en especial, la Adaptación Inteligente de la Velocidad, se presentan como un medio prometedor para moderar eficazmente la velocidad en las zonas rurales. El control de secciones en las vías más transitadas también puede ser una buena opción una vez que se hayan desarrollado las tecnologías adecuadas para su aplicación en las autopistas.

Aunque las autopistas tienen fama de ser las vías más seguras, las acciones de gestión de velocidad también deben aplicarse a este tipo de vías, que servirán de "escaparate" para dichas acciones. Para la mayoría de usuarios, las medidas de imposición de la velocidad en las autopistas son una evidencia altamente visible que refuerza su evaluación subjetiva de ser sorprendidos en caso de infracción. Una política de gestión de velocidad consistente en las autopistas suele tener un fuerte impacto en los usuarios.

Las opciones disponibles para gestionar la velocidad en las zonas urbanas son mucho más diversas. Pueden diseñarse numerosas medidas adecuadas para las necesidades y el entorno específico de cada ciudad.

Por último, la gestión de la velocidad no sólo se preocupa por implementar medidas locales para determinadas redes o tipos de vía. También debería prestarse atención a los enfoques nacionales de gestión de la velocidad, incluyendo la coordinación política en asuntos como las nuevas tecnologías y los programas nacionales de educación, formación e información, que tendrán un papel central.

Países con distintos niveles de seguridad vial

Los países de las regiones OCDE/CEMT tienen distintos niveles de seguridad vial. Una de las razones es que mientras algunos países llevan tiempo implementando de manera activa distintas medidas de gestión de la velocidad, otros aún se encuentran en una fase temprana del proceso. Dada esta gran variedad de puntos de partida, las estrategias de gestión de seguridad vial variarán considerablemente entre las distintas regiones OCDE/CEMT (y en el resto del mundo).

Los países con un buen nivel de seguridad vial han obtenido los mejores resultados en zonas urbanas, a menudo aplicando distintas medidas de limitación de la velocidad (por ejemplo, una reducción de los límites), medidas estructurales físicas (badenes) y medidas de imposición más eficaces. Sin embargo, aún queda mucho trabajo por delante, y puede ser útil adoptar y adaptar las mejores prácticas de otros países. Uno de los retos para los países con mejores niveles de seguridad es abordar los problemas de velocidad en las zonas rurales.

Los accidentes en vías rurales son, de hecho, una de las prioridades de la mayoría de los países, sea cual sea su nivel de seguridad vial actual.

Sin embargo, la experiencia indica que es de esperar que los países con niveles de seguridad relativamente bajos obtengan mayores resultados a corto plazo dando prioridad a los problemas de seguridad vial en sus zonas urbanas.

El capítulo 12 estudia brevemente la gestión de la velocidad y la transferencia de conocimientos a los países en vías de desarrollo.

11.5. Papeles de los distintos actores

Es esencial coordinar las acciones de gestión de la velocidad entre las distintas partes implicadas. Dentro de todo plan de acción, a nivel nacional y local hay grandes grupos de población y organizaciones responsables de las distintas medidas que lo integran. Aunque cada uno de estos grupos tiene una función distinta, es esencial que todos participen en el desarrollo de una política de gestión de la velocidad y en la implementación de un plan de gestión de la velocidad. La tabla 11.13 describe las acciones que deberían desempeñar los actores implicados en una política de gestión de la velocidad.

Tabla 11.3. Acciones de los distintos participantes en la gestión de la velocidad

Autoridades nacionales y regionales	<ul style="list-style-type: none"> Las autoridades tienen un papel fundamental en la gestión de la velocidad. Éstas deberían estar perfectamente informadas sobre sus efectos y sobre la diferencia entre costes sociales y políticos, el impacto de la aceptación pública de las distintas estrategias y herramientas de gestión de la velocidad, y sobre el hecho de que la popularidad no es un criterio necesariamente bueno para una gestión de la velocidad sostenible (Kallberg et al., 1998). Los ministros de transporte deberían trabajar en estrecha cooperación con los ministros de salud y medioambiente puesto que la reducción de la velocidad también tiene claras ventajas para otros sectores. Las autoridades nacionales y regionales responsables del transporte, energía, planificación de transporte, medioambiente, salud, justicia, educación y policía deben cooperar para lograr un sistema de transporte sostenible y de bajo impacto ecológico, por ejemplo, con los gobiernos municipales y con otros departamentos responsables de la planificación territorial. Las autoridades nacionales son las responsables de definir los límites de velocidad generales (a nivel nacional). A este respecto, debería prestarse atención a una posible armonización de los límites de velocidad generales entre países o regiones. Como la armonización de medidas refuerza su credibilidad pública, los gobiernos nacionales deberían tratar de equiparar el control de velocidad para tipos de vías de iguales características, tanto a nivel de Estado o país como entre países o Estados. Las autoridades deberían desarrollar acuerdos multilaterales para controlar la velocidad de los conductores extranjeros y para llevar a cabo un control de secciones de larga distancia (internacional) para autocares y camiones y (en una segunda fase) automóviles. Explicar activamente al público general los peligros del exceso de velocidad y las razones para las medidas de gestión de la velocidad.
Autoridades locales	<ul style="list-style-type: none"> Definir la función de cada vía, revisar los límites de velocidad existentes y comprobar que son coherentes, creíbles y de fácil imposición. Desarrollar zonas de baja velocidad (Zona 30) integradas en el plan de transportes local. Garantizar el apoyo policial a las medidas de gestión de la velocidad. Por ejemplo, podrían redactarse unos estatutos sobre temas relacionados con la velocidad, como un medio de implicar a las autoridades locales (véase la figura 11.1).
Autoridades policiales/Ministerios del Interior	<ul style="list-style-type: none"> Garantizar que las medidas de imposición de la seguridad vial estén en estrecha relación con las políticas de gestión de la velocidad. Imponer los límites de velocidad de la forma más eficaz posible en función de los recursos disponibles.
Industria automovilística	<ul style="list-style-type: none"> Continuar con los esfuerzos orientados a la seguridad pasiva y activa de los vehículos. Proponer y fomentar sistemas que ayuden al conductor a respetar los límites de velocidad. Evitar el fomento o exaltación de la velocidad en las campañas publicitarias.
Industria tecnológica	<ul style="list-style-type: none"> Investigar y desarrollar sistemas fáciles de comprender y usar (especialmente por las personas mayores) y que no tengan efectos adversos.
Aseguradoras	<ul style="list-style-type: none"> Implicarse más en la seguridad vial y adoptar una perspectiva comercial en las inversiones hechas en la implementación de políticas relacionadas con la velocidad y en las mejoras operativas. Buscar un enfoque basado en incentivos. Por ejemplo, promover la tecnología ISA, los EDR u otros sistemas relacionados con la velocidad y la seguridad reduciendo el precio del seguro de aquellos vehículos equipados con estos sistemas.
Medios de comunicación	<ul style="list-style-type: none"> Adoptar un papel pedagógico para explicar al público el peligro de la velocidad, las ventajas de la pacificación del tráfico y los motivos por los que se aplican medidas de gestión de la velocidad. Evitar, directa o indirectamente, la defensa de las altas velocidades.

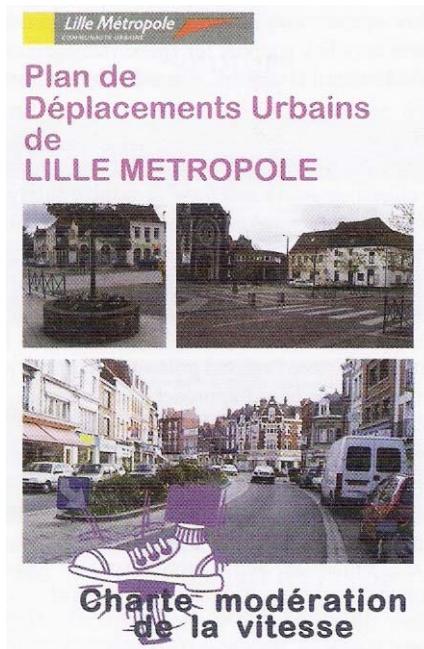
Agencias intergubernamentales	<ul style="list-style-type: none"> Las agencias intergubernamentales (p. ej., OCDE, CEMT, UE...) pueden jugar un papel clave a través de conferencias, simposios y comités que promuevan el desarrollo e intercambio de información y perspectivas. Podrían identificar tendencias e interacciones relevantes entre gobiernos, la opinión pública y distintos sectores económicos como el energético, el automovilístico, de infraestructuras, transporte e industrias dependientes del transporte. Establecer un cuerpo o programa de cooperación internacional para gestionar y garantizar el cumplimiento de la ley por parte de los conductores extranjeros.
Formadores	<ul style="list-style-type: none"> Los formadores y profesores de autoescuela deberían tener una buena formación sobre los problemas relacionados con la velocidad y sus efectos para poder transmitir el mensaje a sus alumnos.
Otros participantes	<ul style="list-style-type: none"> Los investigadores, personal médico, profesores, educadores, padres y familia, en general, también tienen un papel importante en la moderación de la velocidad.
Usuarios de las vías	<ul style="list-style-type: none"> Por último, no debe olvidarse que el usuario (conductor, peatón, ciclista, etc.) sigue siendo el núcleo de todo el sistema. El éxito de la gestión de la velocidad depende de la aceptación del usuario, sea voluntaria o no.

Varios países están desarrollando una "nueva generación" de políticas de seguridad vial, que suponen una mayor participación de la sociedad civil y una también mayor aceptación de responsabilidades de todas las partes implicadas para garantizar una mejora de los resultados en términos de seguridad vial. Gran parte de la población se muestra cada vez más favorable a la seguridad vial y reclama una movilidad más segura. Por otra parte, en algunas poblaciones se exigen con más fuerza vehículos más sostenibles con niveles de contaminación más bajos y menos agresivos, especialmente para favorecer a aquellos usuarios vulnerables. En Francia, por ejemplo, una asociación para la seguridad vial ha desarrollado el concepto del *Coche ciudadano* y clasifica los vehículos nuevos en función de sus características de seguridad vial (para los ocupantes y para usuarios vulnerables) y de su impacto medioambiental (Ligue contre la violence routière, 2005).

Una mayor implicación de las compañías aseguradoras también puede traer cambios importantes, especialmente para los jóvenes conductores. Algunas aseguradoras ofrecen precios reducidos a aquellos vehículos equipados con medidas de seguridad modernas (ABS, control de estabilidad) o dispuestos a instalar sistemas EDR para controlar el exceso de velocidad y la distancia recorrida.

En algunos países, distintas partes implicadas (autoridades locales, población, industria, etc.) se han aliado para promover la seguridad y la práctica de velocidades más seguras. En Lille (Francia), por ejemplo, los distintos actores acordaron una serie de normas para moderar la velocidad que se integraron en el plan de desarrollo urbano (véase la figura 11.1).

Figura 11.1. Estatutos para moderar la velocidad en la ciudad de Lille (Francia)



(Plan de déplacements urbains de Lille Métropole = Plan de desplazamientos urbanos de la villa de Lille; Charte Moderation de la Vitesse = Estatutos de moderación de la velocidad)

11.6. Supervisión

Al implementar medidas de gestión de la velocidad como parte de un esfuerzo más amplio de seguridad vial, es esencial controlar el desarrollo de la velocidad en las vías y la ubicación de los accidentes. Para evaluar la eficacia de las medidas adoptadas, debería medirse regularmente la velocidad, así como los accidentes y el volumen de tráfico, en aquellas vías que han recibido un tratamiento específico.

También deberían hacerse mediciones de velocidad por toda la red para evaluar la eficacia global de un programa de medidas.

Estas mediciones son útiles para que las autoridades puedan evaluar el éxito de una política de gestión de la velocidad. También deberían analizarse otros aspectos, como la calidad del aire y el ruido (ya hay algunas herramientas de simulación en este campo).

Estos programas de seguimiento son importantes para ampliar el conocimiento y la experiencia, y también para poder comunicar los resultados a la clase política y a la opinión pública en general. Siempre que sea posible y relevante, debería evaluarse también su rentabilidad.

11.7. Consideraciones en materia de política

La gestión de la velocidad es una herramienta muy valiosa con la que las autoridades pueden mejorar la seguridad vial y encontrar el equilibrio adecuado con otros factores importantes como la movilidad, el medioambiente y la calidad de vida. Por tanto, una política de gestión de la velocidad tendrá distintos objetivos, entre los que se incluyen la mejora de la seguridad vial, del medioambiente y de la calidad de vida, y la minimización de los efectos negativos. Es recomendable que una política de gestión de la velocidad se base en una filosofía de seguridad vial amplia que, a su vez, respalde la estrategia y el plan de acción de seguridad vial. Las medidas también tendrán que estar de acuerdo con la consecución de los objetivos fijados para obtener mejores resultados en materia de seguridad vial.

La gestión de la velocidad puede contribuir al doble objetivo de mejorar tanto la seguridad como el medioambiente. Debería darse a conocer este hecho para conseguir con ello un mayor apoyo popular de las medidas propuestas y de la paliación de los efectos negativos del exceso de velocidad.

Hay grandes diferencias en el nivel de seguridad vial entre países. Es evidente, por tanto, que las estrategias de seguridad vial y de gestión de la velocidad variarán notablemente de unas regiones OCDE/CEMT a otras (y a nivel mundial). Los países sin una larga tradición en materia de gestión de velocidad deben comenzar aplicando sus estrategias en las zonas urbanas, en las que obtendrán rápidamente mejoras en términos de seguridad, especialmente en vistas a los usuarios vulnerables. Los países en vías de desarrollo deben esforzarse para concienciar a la población de los peligros relacionados con el exceso de velocidad.

Las autoridades, a distintos niveles, tienen un papel fundamental en la gestión de la velocidad. Deberían estar bien informadas de los efectos de las distintas medidas y ser conscientes de las diferencias entre costes privados y sociales, y del nivel de apoyo y aceptación públicos de las distintas herramientas de gestión de la velocidad. En especial deberían ser conscientes de que las medidas de gestión de la velocidad no tendrán una buena acogida a corto plazo. Sin embargo, es probable que los esfuerzos de gestión de la velocidad tengan más respaldo si se resaltan las ventajas globales y se mejoran los resultados. En otras palabras, las reacciones a corto plazo no son, necesariamente, un buen criterio de elección de políticas de gestión de la velocidad sostenibles.

Se recomienda también coordinar las acciones a nivel nacional y local para conseguir una buena implementación de las medidas de gestión de la velocidad. Asimismo, es importante tener en cuenta las medidas de gestión de la velocidad a nivel nacional, regional y local.

Aunque ingenieros de vías, educadores y profesores, policía, ingenieros de vehículos y otros grupos tienen distintas funciones, es esencial que todos ellos cooperen en el desarrollo de una política de gestión de la velocidad y en la implementación de un plan de gestión de la velocidad.

Al implementar medidas de gestión de la velocidad como parte de un esfuerzo más amplio de seguridad vial, es esencial llevar un control de la velocidad en las vías, la ubicación de los accidentes y otras consecuencias medioambientales y conductuales. Todo esto es importante para ampliar el conocimiento y la experiencia, y para comunicar los resultados a la clase política y a la opinión pública en general. Se recomienda a todos los países que hagan un seguimiento regular de la velocidad de sus redes viales, por ser éste un indicador clave respecto a los objetivos en materia de seguridad vial y de medioambiente.

REFERENCIAS

Administración sueca de carreteras (2000), *Vision Zero -from concept to action*. Administración sueca de carreteras, Borlange, Suecia, [disponible en: <http://www.vv.se>].

Koornstra, M.J., Mathijssen, M.P.M., Mulder, J.A.G., Roszbach, R. y Wegman, F.C.M. (1991), *Naar een duurzaam veilig wegverkeer (towards a sustainable safe road traffic system)*. SWOV Instituto para la investigación de la seguridad vial, Leidschendam, Holanda (en holandés).

Ligue contre la violence routière (2005), *La voiture citoyenne*. Revista Pondération n.º especial de noviembre de 2005, París.

Schagen, I. van y T. Janssen (2000), *Managing road transport risks, sustainable safety in the Netherlands*. IATSS Research, 24(2), 18-27.

Tingvall, C. y N. Howarth (1999), Vision Zero: an ethical approach to safety and mobility. The 6th Institute of Transport Engineers International Conference on Road Safety and Traffic Enforcement: Beyond 2000. Melbourne 1999.

Wegman, F. y L. Aarts, (2006 en prensa). *Advancing sustainable safety: national road safety exploration for 2005-2020*. SWOV Instituto para la investigación de la seguridad vial, Leidschendam, Holanda; www.sustainablesafety.nl.

CAPÍTULO 12.

TRANSFERENCIA DE CONOCIMIENTO A LOS PAÍSES EN VÍAS DE DESARROLLO

Este capítulo se centra en la situación de seguridad vial de los países menos desarrollados y en vías de desarrollo, y destaca los problemas relacionados con el exceso de velocidad en ellos. Se centra en aquellas áreas donde mejor pueden adaptarse las medidas descritas en los capítulos anteriores a las condiciones concretas de dichos países.

12.1. La situación de la seguridad vial en los países menos desarrollados y en vías de desarrollo

Las evaluaciones y conclusiones perfiladas en este informe se refieren, principalmente, a los países miembros OCDE/CEMT.

A nivel mundial, el *Informe mundial sobre prevención de los traumatismos causados por el tráfico* de la OMS y el Banco Mundial (OMS, 2004) indica que cada año mueren, aproximadamente, 1,2 millones de personas y unos 50 millones resultan heridas³³. En 2004, el tráfico rodado era la novena causa de enfermedad o muerte en el mundo. Si no se emprenden acciones contundentes, la situación empeorará, especialmente en los países en vías de desarrollo. De continuar las tendencias actuales, la OMS espera que para el 2020, el tráfico sea la tercera causa de pérdida de años de vida ajustados por discapacidad (un índice que combina años de vida perdidos y años de vida libres de minusvalías) a causa de traumatismos o enfermedades.

En la mayoría de los países del mundo, se recogen y analizan pocos datos relacionados con la seguridad vial y, por tanto, no se pueden extraer conclusiones concretas sobre el papel que tiene el exceso de velocidad dentro de su problema global de seguridad vial.

Sin embargo, dado el carácter universal del exceso de velocidad como causa fundamental de víctimas mortales y heridos y, por tanto, como factor clave de la seguridad vial, todos los países tienen que emprender acciones concertadas y decididas para afrontar y reducir el alcance de la velocidad excesiva (esto es, de la velocidad que supera los límites legales). Este tipo de acciones conseguirá ventajas rápidas y duraderas en la reducción de los accidentes de tráfico, víctimas mortales y heridos graves.

Muchas de las medidas de gestión de la velocidad perfiladas en este informe pueden aplicarse en los países menos desarrollados o en vías de desarrollo.

La adopción de un enfoque de sistema de transporte seguro y el desarrollo de medidas policiales, legislativas y restrictivas al exceso de velocidad (unidas a acciones contra la conducción bajo los efectos del alcohol y al uso del cinturón de seguridad) pueden ser opciones altamente aplicables.

Si los países pueden respaldar este tipo de acciones con todas las medidas de imposición que les permitan sus recursos, no sólo estarán afrontando sus propios problemas de seguridad vial sino que también ayudarán a evitar el cumplimiento de las previsiones de la OMS.

Los siguientes apartados ofrecen algunas ideas basadas en la experiencia de los miembros del Grupo de Trabajo con problemas relacionados con la velocidad en los países en vías de desarrollo.

12.2. Problemas relacionados con el exceso de velocidad en los países en vías de desarrollo

Aunque los datos sobre las causas de los accidentes en los países en vías de desarrollo suelen ser limitados o no muy detallados, puede darse por supuesto que el exceso de velocidad es uno de los problemas fundamentales, por lo que podrían salvarse muchas vidas introduciendo de forma selectiva los principios de gestión de velocidad adecuados.

Las características concretas de los países en vías de desarrollo incluyen estos factores:

³³ Por ejemplo en China, con un parque automovilístico de unos 27 millones de automóviles (equivalente a las cifras españolas), la OMS estima que cada año hay, aproximadamente, 250.000 víctimas mortales, 50 veces más que en España.

Rápido crecimiento de la motorización. El nivel de motorización en la mayoría de los países en vías de desarrollo es relativamente bajo. Sin embargo, en algunos países su tasa está creciendo muy rápidamente. En India, por ejemplo, el número de vehículos motorizados se multiplicó por más de 10 entre 1985 y 2002 (Ministerio de transporte y vías públicas, 1999, 2000, 2003), con un altísimo porcentaje de vehículos motorizados de dos ruedas. Como consecuencia, cuando esto ocurre, la población tiene que adaptarse muy rápidamente a unas condiciones y situaciones de circulación totalmente nuevas.

Diversidad de la composición del tráfico. En casi todos los países en vías de desarrollo, la composición del tráfico es muy diversa y heterogénea. En una vía pueden convivir camiones y furgonetas, coches, autobuses y autocares, motocicletas, escúteres, bicicletas, caballos y tal vez carros, otros animales y muchos peatones, generando un gran abanico de posibles choques. Por supuesto, esta probabilidad de choque aumenta exponencialmente por la noche, cuando muchos vehículos, peatones y ciclistas son menos visibles. Además, muchos vehículos pueden circular con luces defectuosas o utilizar potentísimos faros.

En términos de vehículos motorizados, una de las grandes diferencias respecto a los países industrializados es, probablemente, los altísimos porcentajes de motocicletas y otros vehículos motorizados de dos ruedas de los países en vías de desarrollo.

Malas condiciones viales. Gran parte de la red está sin pavimentar. Las vías no reciben el mantenimiento adecuado. Falta señalización vertical y horizontal.

Función de las vías. La vía suele considerarse como un lugar social en el que juegan muchos niños.

Vehículos sobrecargados. Los vehículos suelen ir sobrecargados. En concreto, los vehículos suelen transportar a más personas de lo que correspondería a su capacidad máxima.

Figura 12.1. Los vehículos suelen ir sobrecargados



Fuente: Nouvier.

12.3. Diseñar medidas de gestión de velocidad a medida de las necesidades de los países en vías de desarrollo

Muchas de las medidas descritas en este informe también se aplican a estos países. Sin embargo, deben ser adaptadas cuidadosamente a las necesidades específicas y a la cultura de cada país. Los párrafos que vienen a continuación destacan aquellas áreas a las que podrían adaptarse estas medidas.

Educación y formación

Normalmente, los países en vías de desarrollo tienen un nivel muy bajo de conciencia de los peligros derivados de la velocidad. Además, los accidentes suelen percibirse como inevitables y sus resultados un destino que no pudo eludirse. Por tanto, es importante educar mejor al conjunto de la población (no sólo a los conductores) sobre la seguridad vial y sobre lo evitable de los accidentes y sus efectos. La educación y formación son una necesidad real y deben adaptarse al nivel educativo y a la cultura de cada país. Como en cualquier país, las actividades educativas e informativas deberían comenzar en la escuela y ser una acción continua y prolongada.

La educación de los conductores también es muy importante. Podrían transferirse de forma relativamente sencilla las mejores prácticas de los países desarrollados, entre ellas una educación y formación adecuada de los profesores. Por supuesto, los programas educativos deberían tener en cuenta el hecho de que, dado el bajo nivel educativo de la población, un alto porcentaje de conductores no podrá leer correctamente. También son necesarias campañas de seguridad. A este respecto, es importante que la población se identifique con los carteles o anuncios publicitarios de las campañas. No se pueden utilizar campañas e imágenes pensadas para los países industrializados. En algunos países, por ejemplo, un anuncio protagonizado por una conductora podría tener muy poco impacto. Para ser eficaces, las campañas deben ir en relación al entorno local.

También es importante prestar atención a la educación adecuada en materia de seguridad vial y a la formación de los conductores profesionales, que representan un porcentaje muy elevado de los conductores.

Infraestructura y señalización

En casi todos los países en vías de desarrollo, las condiciones viales son muy pobres. Gran parte de las redes viales está formada por vías sin pavimentar y las propias redes no están bien desarrolladas. Es probable que la superficie vial sea deficiente en numerosas ubicaciones, con baches y otros obstáculos. Seguramente se está muy lejos de un concepto Vision Zero, con sus infraestructuras de alta calidad y calzadas separadas y con un buen mantenimiento. La velocidad moderada, por tanto, es absolutamente necesaria para poder evitar obstáculos. De otra forma, el riesgo de accidente frontal o de salida de la calzada es muy alto.

Muchos países están pavimentando progresivamente sus vías, pero esto puede tener graves consecuencias para los peatones. Los vehículos pasan a circular más rápido, aumentando los riesgos asociados a la velocidad. A su vez, los peatones, acostumbrados a atravesar vías sin pavimentar con vehículos relativamente lentos, pasan a enfrentarse a unas condiciones de tráfico bastante distintas y a vehículos que circulan a alta velocidad. Sin la experiencia necesaria para enfrentarse a este tipo de condiciones, aumenta el riesgo de sufrir heridas graves provocadas por el tráfico.

Como resultado, el paso de vías sin pavimentar (en condiciones como la que muestra la figura 12.2) a vías pavimentadas puede causar graves dificultades pues ni los conductores ni la población local están acostumbrados al tráfico rápido. Por tanto, es probable que los períodos de transición ampliados resultantes de la actualización de las vías sean peligrosos para peatones y conductores.

Figura 12.2. ¿Qué pasará cuando se convierta en una vía pavimentada?



Fuente: Nouvier

Sin embargo, pueden hacerse muchas cosas. En primer lugar, donde la red aún no esté bien desarrollada hay grandes oportunidades para aplicar prácticas de ingeniería sólidas partiendo de un diseño vial totalmente nuevo. A este respecto se recomiendan estas pautas y reglas básicas:

- Evitar que grandes vías atraviesen poblaciones. Estrechar las vías a la entrada a las mismas.
- Evitar la urbanización y la construcción de viviendas y tiendas a lo largo de las nuevas vías. Evitar construir vías principales en zonas residenciales o comerciales.
- Aplicar dispositivos de moderación de la velocidad (como rotondas) a la entrada de poblaciones.
- Aplicar badenes en ciudades y pueblos, ya que son una forma muy económica de reducir la velocidad.
- Garantizar una señalización consistente.
- Construir caminos para peatones paralelos a las vías para que los peatones no compartan la misma superficie con los vehículos motorizados.
- Optar por rotundas en lugar de cruces. Las rotundas son algo más caras, pero son más eficaces para reducir la gravedad de los accidentes.

También debería señalarse que un gran número de accidentes graves ocurren en las grandes ciudades, donde los usuarios vulnerables corren especial riesgo (Muhlrud, 2002). Deben hacerse esfuerzos para mejorar la seguridad de las arterias principales desarrollando espacios reservados para los usuarios vulnerables ya que muchas actividades de los peatones se desarrollan en las proximidades de estas vías.

Vehículos

Los parques automovilísticos suelen ser bastante viejos con vehículos, en algunos casos, muy antiguos. No debe esperarse, por tanto, encontrar tecnologías como el control de estabilidad electrónico (ESC o ESP) o sistemas ISA (Adaptación Inteligente de la Velocidad). Incluso pueden faltar tecnologías estándar que parecen propias de cualquier vehículo (velocímetros, por ejemplo). Además, pueden faltar, estar averiados o no ser utilizados casi todos los dispositivos de seguridad habituales en los vehículos modernos (como cinturones de seguridad o airbags). Las consecuencias de todo esto serán probablemente un mayor número de accidentes (y más graves).

La primera recomendación sería hacer obligatorias las inspecciones técnicas de vehículos. Estas inspecciones deberían centrarse en componentes de seguridad claves como frenos, volante, luces, neumáticos, etc. Se recomienda reparar siempre que sea posible los velocímetros pues son el principal indicador (y a menudo el único) de velocidad con el que cuentan los conductores. También es importante que el parque automovilístico evolucione junto con la red vial. Por ejemplo, debería adaptarse al desarrollo de carreteras asfaltadas en las que se puede conducir más rápido. El buen estado de los vehículos es un requisito previo para lograr un nivel de seguridad satisfactorio.

Medidas de imposición

Como hemos visto en este informe, es utópico pensar que los conductores obedecerán todas las normas de circulación y respetarán los límites de velocidad. Las medidas de imposición son una actividad necesaria y que debe realizar la policía.

Los requisitos para el éxito de estas acciones son:

- Tener un sistema legislativo adecuado. Pueden ser muy útiles las convenciones internacionales (por ejemplo, la Convención de Viena de la Comisión Económica para Europa de las Naciones Unidas) y la experiencia de los países industrializados en el desarrollo de normas de tráfico.
- Las fuerzas policiales deberían centrarse en su papel de seguridad y ser respetadas por la población (esto es, ninguna sombra de corrupción).
- Las medidas de imposición deberían aplicarse a todos los miembros de la comunidad, sea cual sea su posición y estatus. Las actividades de imposición recomendadas en este informe (por ejemplo, una acción "en cualquier tiempo y lugar", los procedimientos rápidos para minimizar el tiempo entre infracción y sanción, y la imparcialidad de la imposición) también se aplican a los países en vías de desarrollo.

Recogida de datos y supervisión de la velocidad

Disponer de buenos datos es esencial para el desarrollo de medidas de seguridad vial con objetivos definidos. En los países en vías de desarrollo debería fomentarse un sistema de recogida de datos que permita conocer mejor la situación de la seguridad vial. También deberían dar forma a un sistema de supervisión de la velocidad que permitiera evaluar el nivel de exceso de velocidad en su red vial.

12.4. Transferencia de conocimientos

Los países industrializados han necesitado muchos años para reconocer la necesidad de moderar la velocidad para reducir cualquier impacto negativo (y todavía tienen mucho trabajo para convencer a toda la población).

Es de esperar que los países en vías de desarrollo también afronten dificultades en este campo. Cada país tiene sus propios problemas relacionados con su grado de desarrollo, cultura, religión, etc. (incluyendo la actitud hacia la muerte). Sin embargo, se sabe muy poco sobre la relación entre desarrollo económico, motorización y aumento del exceso de velocidad en los países menos desarrollados o en vías de desarrollo.

Sin embargo, no hay ninguna duda acerca de la necesidad de afrontar el tema de la seguridad vial en todos los países, y de que la gestión de la velocidad es un aspecto clave.

La experiencia de los países OCDE/CEMT puede ser muy útil. Los gobiernos de los países industrializados deberían ofrecer a los países en vías de desarrollo el conocimiento necesario para incluir la gestión de la velocidad en sus planes de transporte, tomando en cuenta las lecciones aprendidas del desarrollo de sus propias políticas de gestión de la velocidad. Sin embargo, es necesario que los países en vías de desarrollo adapten esas medidas a la cultura y al nivel de desarrollo de cada país.

Por lo tanto, difundir los consejos de los países OCDE/CEMT (incluyendo las conclusiones de este informe sobre Gestión de la velocidad) debería ser muy valioso y ayudar a que los países menos desarrollados y en vías de desarrollo afronten sus problemas de seguridad vial.

12.5. Conclusiones y recomendaciones

Aunque no hay estudios que permitan cuantificar claramente la situación del exceso de velocidad en países con distintos grados de desarrollo, motorización y seguridad vial, pueden extraerse estas conclusiones generales:

- Muchos lugares del mundo experimentarán un descenso mucho menor en el número de víctimas mortales por habitante que los países OCDE. Muchos de los países menos desarrollados y en vías de desarrollo experimentarán, de hecho, un aumento sustancial.

- Cualquier tendencia global hacia el aumento del exceso de velocidad afectará a toda la población y no sólo a los grupos concretos (por ejemplo, jóvenes) con probabilidad de tener un papel tristemente destacado en las estadísticas de exceso de velocidad.
- El mayor número de conductores potenciales está en los países en vías de desarrollo, especialmente en Asia.
- Deberían hacerse esfuerzos para reducir el impacto de riesgo de seguridad vial en los países menos desarrollados y en vías de desarrollo. La Sociedad Global de Seguridad Vial de las Naciones Unidas (conducida por la OMS) es un ejemplo del respaldo que deberían recibir este tipo de esfuerzos.

Se recomienda que:

- Los países cooperen a nivel internacional en esfuerzos destinados a reducir el impacto de la seguridad vial en la salud.
- Los países apoyen la iniciativa global de seguridad vial de las Naciones Unidas y de la OMS, como vía para dicha cooperación.
- Se hagan esfuerzos para mejorar la recogida de datos sobre seguridad vial y sobre tendencias de velocidad en los países en vías de desarrollo y con ingresos medios.
- Las agencias (OMS, Banco Mundial) y organizaciones (PIARC) internacionales adapten los contenidos de este informe para afrontar los problemas específicos de los países menos desarrollados o en vías de desarrollo.
- Las agencias internacionales (el Banco Mundial y las agencias de ayuda nacionales) incluyan un componente de seguridad vial al desarrollar proyectos de transporte en los países en vías de desarrollo.

REFERENCIAS

Ministerio de Transporte y vías públicas, 1999, 2000, 2003, *Handbook on Transport Statistics in India*, Agencia de Investigación del transporte, Ministerio de Transporte y Vías Públicas, Delhi, India.

Muhlrad, N (2002), *Sécurité routière dans les pays à faibles et moyens revenus*, Annales des Ponts et Chaussees, 101, París.

OMS (2004). *Informe mundial sobre la prevención de traumatismos causados por el tránsito*, OMS, Ginebra. También disponible en: http://www.who.int/world-health-day/2004/infomaterials/world_report/en/ (versión en inglés).

CAPÍTULO 13.

RESUMEN DE RECOMENDACIONES

Este capítulo resume las principales recomendaciones del informe a la atención de los gobiernos nacionales, supranacionales y locales. Todas las recomendaciones se basan en las conclusiones perfiladas en el informe, y en el contenido y material ofrecido al final de cada capítulo. Se invita a los lectores a consultar los distintos capítulos para ver las razones y fundamento de cada recomendación.

Recomendaciones generales

Los gobiernos nacionales deberían:

- Emprender acciones para reducir la velocidad de sus vías.
- Emprender acciones para reducir la dispersión de la velocidad (esto es, su variación) en la circulación.
- Considerar la gestión de la velocidad como un elemento clave de sus estrategias de seguridad vial.
- Desarrollar un conjunto amplio de medidas de gestión de la velocidad. Este conjunto variará de un país a otro y tendrá que tomar en cuenta los niveles actuales de seguridad vial de cada uno de ellos.
- Desarrollar medidas de gestión de la velocidad a escala muy amplia: para todo tipo de vehículos y en todo tipo de vías.
- Informar al público de que la gestión de la velocidad tiene el triple efecto de mejorar la seguridad vial, el entorno y de moderar el consumo de energía. Con el apoyo político adecuado, las estrategias de gestión de la velocidad pueden suponer una contribución real en la consecución de un triple objetivo definido por la mejora de la seguridad vial, las ventajas medioambientales y la moderación del consumo de energía.
- Conseguir la implicación de todas las partes interesadas a la hora de mejorar los resultados de seguridad vial, entre ellas: autoridades locales, fabricantes de automóviles, instructores, grupos de interés, asociaciones de automovilistas, etc.

Infraestructuras (véase el capítulo 4)

Los gobiernos nacionales y locales deberían:

- Esforzarse por lograr las posibles ventajas derivadas de unas medidas de ingeniería vial rentables. El objetivo es conseguir vías seguras y "autoexplicativas", un modelo por el cual todas las vías tendrían una función clara (acceso, distribución o circulación).
- Proteger a los usuarios vulnerables y al medioambiente general, especialmente en las zonas residenciales, en las cercanías de escuelas o en pasos de peatones. Implementar medidas como badenes o estrechamientos de calzada, muy rentables.
- En las vías rurales, la atención debería centrarse en la creación de una infraestructura más "fiable" eliminando obstáculos y aumentando la seguridad de los arcenes. La construcción de medianas para separar el tráfico es un método muy eficaz para reducir los riesgos. Es, sin embargo, una medida muy costosa.
- Plantearse una reducción de los límites de velocidad cuando la infraestructura no puede actualizarse a los estándares exigidos por el límite de velocidad existente.

Límites de velocidad (véase el capítulo 5)

Los gobiernos nacionales o supranacionales deberían:

RESUMEN DE RECOMENDACIONES

- Plantearse la armonización de los límites de velocidad entre regiones (por ejemplo, Europa) para aumentar su credibilidad y el nivel de aceptación por parte de la opinión pública.
- Considerar, a nivel internacional (regional), un límite de velocidad de 80 km/h para los vehículos pesados.

Los gobiernos o autoridades locales deberían:

- Determinar las velocidades adecuadas para todo tipo de vías de la red.
- Revisar los límites de velocidad existentes para determinar si reflejan la velocidad adecuada para la función de la vía, presencia de usuarios vulnerables, composición del tráfico, diseño de la vía y características de los arcenes.
- Definir unos límites de velocidad creíbles para la vía y su entorno que tomen en cuenta la resistencia física del cuerpo humano.
- Fijar unos límites de velocidad locales destinados a reducir la tasa de accidentes. Esta recomendación anticipa una separación del enfoque de la velocidad percentil 85. Algunos países utilizan la velocidad media de circulación como la base de definición de los límites de velocidad locales. Sin embargo, aunque este enfoque logra un mejor equilibrio entre la velocidad a la que viajan la mayoría de los conductores y las necesidades de otros usuarios, no toma en cuenta el nivel real de riesgo.
- Debería haber una diferencia clara entre límites de velocidad en autopistas y otras vías para mantener el atractivo de las primeras, la categoría de vía más segura.
- En las zonas urbanas, los límites de velocidad no deberían superar los 50 km/h con zonas de 30 km/h en aquellas áreas donde los usuarios vulnerables (incluyendo a niños) corran especial riesgo.
- Aumentar el uso de límites de velocidad variables, que pueden ayudar a mejorar la seguridad y la aceptación pública.

Señalización vertical y horizontal e información a los conductores (véase el capítulo 6)

Los gobiernos nacionales deberían:

- Emprender acciones para garantizar que los conductores estén informados, en todo momento, del límite de velocidad adecuado. Un modo tradicional y rentable es utilizar una señalización lateral consistente. Su aplicación puede seguir traduciéndose en considerables avances.
- Fomentar el uso de nuevas tecnologías que permitirán comprobar los límites de velocidad de otras formas, por ejemplo a bordo del vehículo.

Los gobiernos nacionales y locales deberían:

- Realizar exámenes periódicos de la señalización vertical y horizontal de las vías durante el día y la noche (dando prioridad, preferiblemente, al horario nocturno).

Ingeniería de vehículos (véase el capítulo 7)

Los gobiernos deberían:

- Fomentar el desarrollo de tecnologías del vehículo que puedan ayudar a gestionar la velocidad de los vehículos.
- Promover la investigación sobre el control de estabilidad electrónico (ESC o ESP), el control crucero adaptativo (ACC) y los registradores de datos (EDR) para evaluar mejor sus efectos en la seguridad vial.
- Alentar al sector de las aseguradoras a emprender más iniciativas de este tipo para frenar el exceso de velocidad, reducir el riesgo de accidentes y evaluar su eficacia.
- Plantearse el uso de limitadores de velocidad obligatorios para camiones y autocares en aquellos países que aún no han establecido esta norma.
- Fortalecer las medidas de imposición para evitar la manipulación ilegal de los limitadores para camiones (y la modificación ilegal de los motores de las motocicletas).
- Fomentar diseños de velocímetros que destaque las velocidades legales en su pantalla, frente a las velocidades por encima de los 130 km/h.

Campañas educativas e informativas (véase el capítulo 8)

Los gobiernos, incluyendo los gobiernos locales, deberían:

- Centrar la educación y la información dirigida a la opinión pública y a las autoridades en el problema de la velocidad excesiva e inadecuada. Es un requisito previo para garantizar el éxito del desarrollo de cualquier acción de gestión de la velocidad. La educación y la información deberían abarcar la base lógica para el sistema de límites de velocidad y las razones de las medidas de gestión de la velocidad, preferiblemente destacando los resultados positivos de estas medidas. La producción y difusión de información debería ser una actividad continua.
- Alentar a los fabricantes para que utilicen anuncios que no exalten la velocidad.

Imposición de la ley (véase el capítulo 9)

Los gobiernos nacionales y locales deberían:

- Garantizar un nivel adecuado de medidas de imposición policiales tradicionales y de control automático de la velocidad (incluyendo control de secciones) destinadas a todos los usuarios.
- En el caso de la imposición automática, deberían ofrecer un sistema que haga al propietario del vehículo legalmente responsable de la infracción si no puede identificarse al conductor³⁴.
- Ampliar la experiencia de las medidas de imposición a través del control de secciones.
- Establecer unos niveles de tolerancia mínimos (por ejemplo, 5%), que sólo permitan posibles imprecisiones de los dispositivos de medición. Definir niveles de tolerancia más altos da a los conductores una idea errónea y mina la credibilidad del sistema de límites de velocidad.
- Consultar a las partes interesadas y grupos de interés antes de implementar un programa de cámaras de velocidad a gran escala.

³⁴ En algunos países (p. ej. Alemania), es necesario identificar a los conductores que cometieron la infracción.

- Acompañar los programas de imposición con un sistema de comunicación pública a nivel nacional y local.
- Crear un sistema transparente para la asignación de los ingresos generados por las multas y reinvertir estos ingresos en actividades de seguridad vial.

Los gobiernos nacionales o supranacionales deberían:

- Establecer acuerdos bilaterales o multilaterales que fortalezcan la acción de imposición de velocidad en relación con el exceso de velocidad de los conductores extranjeros.

Nuevas tecnologías, entre ellas, ISA (véase el capítulo 10)

Dadas las enormes ventajas potenciales que pueden aportar tales tecnologías, se recomienda la implementación progresiva de tecnologías ISA sobre una base de eficacia de costes³⁵. A este respecto, los gobiernos deberían:

- Emprender acciones para que todos los nuevos vehículos pasen a estar equipados con limitadores de velocidad ajustables de forma manual (en los que el conductor puede elegir la velocidad máxima), y en cuanto fuera practicable con sistemas ISA informativos o de apoyo voluntarios, para ayudar a los conductores a cumplir con los límites de velocidad (estáticos y, finalmente, variables).
- Como reflejo de las sustanciales ventajas potenciales en materia de seguridad, se da más importancia a las aplicaciones ISA obligatorias a largo plazo, reconociendo y tomando en cuenta los cambios que implicarían en términos de filosofía general ante la conducción y responsabilidades (para los sistemas de apoyo).
- Ayudar a garantizar las ventajas potenciales de las tecnologías ISA, y desarrollar y mantener en colaboración con los socios relevantes las bases de datos de límites de velocidad digitales necesarias.

Transferencia de conocimientos (véase el capítulo 12)

Se recomienda a los gobiernos nacionales o supranacionales:

- Crear asociaciones con los países en vías de desarrollo para garantizar la transferencia de conocimientos desde países OCDE/CEMT con buenos niveles de seguridad vial. Esos conocimientos versarán sobre las políticas y medidas de gestión de velocidad más adecuadas.

³⁵ Por razones operativas, de responsabilidad y legales, un país (Alemania) ha advertido que no respalda el desarrollo e implementación de sistemas ISA de apoyo, ni optativos ni obligatorios.

ANEXO A.

EJEMPLOS DE FILOSOFÍAS Y ESTRATEGIAS NACIONALES DE SEGURIDAD VIAL

Este anexo contiene breves descripciones de las filosofías o estrategias de seguridad vial de algunos países y del papel de la velocidad en los mismos. Se compone de los siguientes apartados:

- A.1. Seguridad sostenible en los Países Bajos
- A.2. Vision Zero en Suecia y otros países nórdicos
- A.3. Sistema seguro en Australia
- A.4. Seguridad vial como una de las 3 prioridades básicas de Francia
- A.5. Estrategia de seguridad vial en Gran Bretaña
- A.6. Política de seguridad vial de la UE

A.I. Seguridad sostenible en los Países Bajos

Seguridad sostenible (*Sustainable Safety*) ha sido la filosofía de seguridad vial predominante en los Países Bajos desde comienzos de los años 90. En 1989, el gobierno holandés introdujo objetivos de seguridad vial cuantitativos para impulsar la reducción de las víctimas de tráfico: una reducción del 50% en las víctimas mortales y del 40% en los heridos graves en 2010 respecto a 1986. En cifras absolutas significaría 750 víctimas mortales y 13.000 heridos graves en 2010. Pronto pareció que no se podrían conseguir estos objetivos de no adoptarse medidas innovadoras y contundentes. En este marco, y a comienzos de los 90, se desarrolló el concepto de seguridad sostenible (Koornstra, 1991; véase también Van Schagen & Janssen, 2001; Wegman *et al.*, 2006). El concepto de seguridad vial sostenible se adoptó en la política nacional holandesa sobre transporte y seguridad vial en 1996 (Ministerio Holandés de Transporte, 1996a, 1996b).

El objetivo de la seguridad sostenible

El objetivo de la seguridad sostenible es crear un sistema y unas condiciones de tráfico que limiten la probabilidad de accidente a través de un entorno vial intrínsecamente seguro. De producirse accidentes, las condiciones de la vía, el arcén y el vehículo reducirán al mínimo la probabilidad de heridos graves. En un entorno de tráfico seguro sostenible, los usuarios, su falibilidad y vulnerabilidad son el punto de partida. Todos los elementos del sistema de circulación se adaptan al máximo a las capacidades y limitaciones de sus usuarios. Para reducir la probabilidad de errores, se limita el número de acciones y operaciones necesarias por unidad de tiempo. Por tanto la red e infraestructura viales deben ser fáciles de comprender, predecibles e inducir comportamientos seguros de forma más o menos automática. Los vehículos deben fabricarse y equiparse de forma que se simplifique el trabajo humano, se reduzca el margen de error humano y la gravedad de sus consecuencias. Además, los usuarios deben contar con una buena formación, estar bien informados en todo momento y, si es necesario, también controlados. La influencia de las nuevas tecnologías en el vehículo y en la vía será cada vez más importante, y éstas se utilizarán como medios de apoyo a los usuarios en el proceso de conducción.

Los cinco principios de Seguridad sostenible

Actualmente, el sistema de tráfico seguro sostenible se basa en cinco principios clave: funcionalidad, homogeneidad, carácter predecible, conciliación y conciencia.

La *funcionalidad* hace referencia al uso de la red vial. La red vial debería estar compuesta de distintos tipos o categorías de vía. Cada categoría tendría una función propia y exclusiva, con sus requisitos propios y exclusivos sobre uso y comportamiento: será monofuncional. En un sistema de tráfico seguro sostenible se distinguen tres funciones:

- Circulación: una vía para el viaje a largas distancias, a alta velocidad y, normalmente, para grandes volúmenes de tráfico.
- Distribución: apertura de zonas o regiones con destinos dispersos.
- Acceso: permitir el acceso directo a propiedades junto a una vía o calle.

El principio de *homogeneidad* se refiere a la eliminación de las diferencias en la velocidad, masa y dirección de los vehículos. Por ejemplo, las vías con función de circulación que permiten altas velocidades para el tráfico estarán prohibidas para vehículos agrícolas, porque las diferencias de velocidad son demasiado grandes. También quedan prohibidas para bicicletas por las diferencias de masa y velocidad. La circulación en dirección contraria se separa para evitar accidentes frontales entre vehículos. El principio de homogeneidad reduce la necesidad y la posibilidad de maniobras complejas.

El *carácter predecible* es el tercer principio clave de un sistema de tráfico seguro sostenible y está directamente relacionado con los usuarios. El diseño de la red vial y de las distintas vías de la red debe ser claro y no ambiguo para evitar dudas e incertidumbres entre los usuarios. Los usuarios reconocen inmediatamente el tipo de vía por la que circulan. Conocen su función, saben qué otros tipos de usuarios pueden encontrar en ella y el tipo de comportamiento necesario. Esta prevención de la incertidumbre también se relaciona con la consistencia del diseño en un determinado tramo de vía evitando, por ejemplo, curvas cerradas e inesperadas o un estrechamiento de calzada inesperado.

Conciliación. Este principio tiene un componente físico y otro social. El componente físico está directamente relacionado con la vulnerabilidad del cuerpo humano. Si el choque es inevitable, las consecuencias en términos de heridos deberían mantenerse al mínimo, por ejemplo garantizando que haya arcenes lo suficientemente anchos y libres de obstáculos. Cuanto más elevada sea la velocidad, más anchas deben ser las zonas libres de obstáculos. Los obstáculos que no puedan eliminarse deberán ser aislados (por ejemplo con barreras de seguridad). La separación de la circulación en direcciones opuestas en las vías de alta velocidad (tal y como exige el principio de homogeneidad) también está muy relacionada con este punto. El componente social de la conciliación se refiere a la interacción entre usuarios. Los usuarios tienen que ser conscientes de que el resto de usuarios no siempre se comportan de la forma esperada y cometan errores o infringen normas intencionalmente. Los usuarios (especialmente los más capacitados) pueden dar más espacio (físico y social) a otros usuarios para impedir que cualquier error o infracción se traduzca, inmediatamente, en un choque.

Conciencia. Las capacidades de los individuos son siempre distintas. Por ejemplo, los usuarios menos experimentados y los ancianos tienen unas capacidades poco desarrolladas o deterioradas y, por tanto, una capacidad más baja para realizar tareas. Además, estas capacidades cambian con el tiempo. Se reducen, por ejemplo, si se está cansado, sometido a estrés emocional o bajo la influencia del alcohol o las drogas. Si los usuarios son conscientes de su estado y pueden evaluar sus capacidades y limitaciones podrán, por ejemplo, decidir no viajar, hacerlo a otra hora del día, o elegir una ruta menos exigente.

Implementación de Seguridad sostenible y su impacto en la gestión de la velocidad

La implementación de las medidas de seguridad sostenible exige planificación a largo plazo y un enfoque progresivo. La política de seguridad vial en los Países Bajos se descentraliza progresivamente y las autoridades locales, regionales y nacionales tienen sus propias responsabilidades, presupuestos y procedimientos de toma de decisiones. Por tanto, es esencial la implicación e interés de todas las partes relevantes para lograr una implementación a nivel nacional de la seguridad sostenible. En diciembre de 1997, el Ministro holandés de transporte y representantes de las tres autoridades principales en materia vial firmaron un acuerdo para dar forma a un "programa de partida" sobre seguridad sostenible que cubriera el periodo 1998-2002. El programa estaba integrado por distintas medidas concretas, entre las que destacaban aquéllas relacionadas con la velocidad.

El principio de homogeneidad, en concreto, se tradujo en medidas relacionadas con la velocidad. La idea principal es que en situaciones en las que el tráfico motorizado y el tráfico no motorizado vulnerable comparten el mismo espacio, el primer grupo deberá reducir la velocidad. Por el contrario, si se considera importante que el tráfico motorizado pueda transitar a alta velocidad (por ejemplo, por razones ligadas a una buena circulación), hay que separar físicamente a los usuarios vulnerables del tráfico motorizado. En este marco, se ha aumentado radicalmente el número y tamaño de las zonas de 30 km/h en las zonas residenciales y comerciales, esto es, en lugares en los que peatones y ciclistas conviven con automóviles. Actualmente, un 50% de las potenciales zonas de 30 km/h ya son una realidad. Además, se han introducido zonas de 60 km/h en las zonas rurales, especialmente cerca de poblaciones rurales y zonas recreativas donde también hay gran mezcla de tráfico. En las intersecciones se han llevado a cabo medidas de reducción de la velocidad por medio de rotundas, zonas elevadas y badenes.

Además, se han aumentado sustancialmente los esfuerzos de imposición de la ley en materia de velocidad con la introducción de proyectos de imposición a nivel regional en el año 1999. Cada una de las

25 regiones holandesas se hizo con ocho agentes de policía adicionales dedicados, exclusivamente, a este tipo de medidas. Su salario resulta de los ingresos obtenidos con las multas. Aproximadamente dos tercios de la capacidad disponible se dedicaron a la imposición de la velocidad, fundamentalmente a través de equipos de radar móviles o fijos. Entre 1999 y 2003, el número de multas (administrativas) por exceso de velocidad pasó de ser de 3 a 7,5 millones por año (más del doble).

El programa "de partida" finalizó en 2002. Recientemente las instituciones de seguridad vial holandesas han emprendido nuevas acciones destinadas a reactivar las perspectivas de seguridad sostenible y a implementar medidas de seguridad sostenible. Los resultados han sido, entre otros, dos publicaciones sobre seguridad sostenible en el futuro cercano (Wegman y Aarts, 2005, 2006) y conversaciones con partes interesadas para desarrollar planes de seguridad vial sobre determinados temas de seguridad para garantizar su compromiso con determinadas acciones. Uno de los temas que puede conseguir su propio plan de seguridad es la gestión de la velocidad.

REFERENCIAS

- Ministerio holandés de transporte, Obras públicas y Gestión del agua (1996b), *Towards Safer Roads; Opportunities for a Policy to Bring About a Sustainable Safe Traffic System*, Transport Research Centre (AW) of the Ministry of Transport, Public Works and Water Management, Rotterdam.
- Koornstra, M.J., M.P.M. Mathijssen, J.A.G. Mulder, R. Roszbach y F.C.M. Wegman (1992), *Naar een duurzaam veilig wegverkeer* (Towards a Sustainable Safe Road Traffic System), SWOV Instituto para la investigación de la seguridad vial, Leidschendam, Holanda [en holandés].
- Schagen, I. van y T. Janssen (2000), *Managing road transport risks, sustainable safety in the Netherlands*, 1ATSS Research, 24(2), 18-27.
- Wegman, F. (2003), *Implementing, Monitoring, Evaluating and Updating a Road Safety Programme*, Report D-2003-12, SWOV Instituto para la investigación de la seguridad vial, Leidschendam, Holanda.
- Wegman, F., Dijkstra, A., Schermers, G y P. van Vliet (2006). *Sustainable Safety in The Netherlands: the Vision, the Implementation and the Safety Effects*. Aportación a la 85 Reunión anual del Consejo de Investigación del Transporte, 22-26 de enero de 2006, TRB, Washington.
- Wegman, F. y L. Aarts, (eds.), (2006, en prensa) *Advancing sustainable safety; National road safety exploration for 2005-2020*. SWOV Instituto para la investigación de la seguridad vial, Leidschendam, Holanda, www.sustainablesafety.nl
- Wegman y L. Aarts, (2005), *Denkend over Duurzaam Veilig* (Reflexión sobre Seguridad sostenible), Leidschendam, SWOV Instituto para la investigación de la seguridad vial, Leidschendam, Holanda [en holandés].
- Wegman, F., Dijkstra, A., Schermers, G y P. van Vliet (2005). *Sustainable Safety in the Netherlands: the Vision, the Implementation and the Safety Effects. Actas del III Simposio Internacional sobre Diseño geométrico de autovías*, Chicago, junio de 2005.

A.2. Vision Zero en Suecia y otros países nórdicos

Principios de Vision Zero

Vision Zero es la filosofía de seguridad vial global de Suecia. Vision Zero es una visión de un futuro en el que nadie resultará muerto ni herido grave por un accidente de tráfico (ASC, 2002). Vision Zero constituye la base para las iniciativas suecas de seguridad vial y fue fundado por una resolución parlamentaria en octubre de 1997. Un aspecto importante de Vision Zero es conseguir que la población se interese por cuestiones de seguridad vial, y crear debates y motivación. La resolución parlamentaria ha resultado en cambios en la política y en los métodos de trabajo con seguridad vial. Lo que sigue es un resumen de dicha resolución:

"El Parlamento sueco respalda la propuesta del gobierno para adoptar una nueva orientación en la seguridad vial basada en Vision Zero. El objetivo a largo plazo para la seguridad vial es que nadie resulte muerto o herido grave por accidente de tráfico en el sistema de transporte por carretera. Para lograr este objetivo, el diseño y el rendimiento del sistema de transportes debe adaptarse a los requisitos de Vision Zero. La responsabilidad para la seguridad vial debería compartirse entre los usuarios y diseñadores del sistema, incluyendo gestores de vías, fabricantes de vehículos y personal responsable del transporte comercial".

La idea de Vision Zero se ha extendido a otros países nórdicos como Finlandia y Noruega. Por ejemplo, en Finlandia el programa de seguridad nacional para 2001-2005 declaraba también que el sistema de transporte debe diseñarse de forma que nadie resulte muerto o herido grave en carretera. El consejo finlandés del Estado de la seguridad vial adoptó oficialmente esta visión de seguridad vial en 2001. Las ideas de Vision Zero también se extendieron fuera de Escandinavia, como se ha mostrado ya, por ejemplo, con el estudio de Vision Zero en el informe mundial sobre prevención de traumatismos por accidentes de tráfico de la OMS (OMS, 2004).

Básicamente, Vision Zero es una aproximación ética a la seguridad vial, una óptica coherente con los valores característicos de otras áreas sociales como en la industria nuclear y petrolífera y en otros tipos de transporte (esto es, ferrocarril, barco y aire). En el sistema de transporte sostenible a largo plazo imaginado por Vision Zero, el cuidado de la vida y la salud se considera más importante que cualquier otra cosa.

Un elemento crucial de Vision Zero es que la población pueda utilizar el sistema de transporte por carretera sin poner su vida ni su salud en riesgo. Si se ofrece información a los usuarios sobre las formas de mejorar el sistema, tendrán la posibilidad de elegir la alternativa más segura. Por ejemplo, las prestaciones de seguridad podrían ser un factor decisivo al elegir entre dos automóviles. Además, la mejora de la información de los consumidores sobre las soluciones de tráfico seguras aumenta sus demandas en el mercado y acelera las innovaciones en ese campo.

El sistema de transporte actual no suele estar adaptado al hecho de que la gente puede cometer errores. Nadie es perfecto. Hoy en día, una mala decisión es castigada, demasiado a menudo, con la muerte. Según Vision Zero, la seguridad vial da por supuesto que se puede hacer todo lo necesario para evitar los heridos graves y las muertes en carretera. Aunque se hacen esfuerzos por evitar los accidentes, el diseño del sistema de transportes por carretera debe tomar en cuenta la posibilidad de cometer errores y la imposibilidad de evitar todos los accidentes. Por tanto, el diseño del sistema debería tomar en cuenta explícitamente la tolerancia biológica de los individuos al daño físico en caso de accidente (esto es, cuánto puede tolerar un cuerpo humano para sobrevivir).

El papel de la gestión de la velocidad en Vision Zero

Este último elemento de Vision Zero convierte a la velocidad en un elemento central (ASC, 2001). Por ejemplo, hay valores de límite de velocidad de carácter científico basados en el diseño actual de automóviles y carreteras. Entre ellos:

- Los usuarios menos protegidos sobreviven si colisionan con un vehículo que circule a una velocidad de 30 km/h.
- Los usuarios menos protegidos mueren si colisionan con un vehículo que circule a una velocidad de 50 km/h.

A partir de este tipo de conocimientos, se han introducido límites de velocidad de 30 km/h en zonas urbanizadas a una escala bastante amplia. Esta idea no es nueva, pero el trabajo en Vision Zero se ha centrado en el hecho de que ésta es la velocidad máxima permisible para que peatones y ciclistas sobrevivan en caso de colisión.

Además,

- Un coche seguro puede proteger a sus ocupantes hasta una velocidad de 65/70 km/h en colisión frontal y de 45-50 km/h en una colisión lateral (siempre que todos los ocupantes del vehículo lleven cinturón de seguridad).

Otro ejemplo típico para ilustrar el razonamiento propio de Vision Zero es la elección entre semáforos o rotundas en las intersecciones. Si el objetivo es reducir el número de accidentes, los semáforos son siempre la mejor solución. Se reduce el número de accidentes, pero los que siguen sucediendo suelen dar como resultados heridos graves o muertos. Si el objetivo es evitar los heridos graves, como en el caso de Vision Zero, los mejores resultados vienen de la mano de las rotundas. Puede haber más accidentes, pero las heridas resultantes serán menos graves, ya que los accidentes se dan a distintos ángulos de colisión y a velocidades más bajas. De esta forma, las rotundas se han convertido en una solución muy habitual en cruces, especialmente en zonas urbanizadas. Ya existían en el pasado, pero desde la introducción de Vision Zero se ha reforzado su papel clave en la seguridad vial.

Una nueva característica son las vías 2+1, con medianas de cable, un tipo de vía que sólo se encuentra en Suecia. En verano de 1998 se puso en marcha un periodo de prueba, con la construcción de la primera de estas barreras en un tramo de carretera con gran número de víctimas mortales. A pesar del escepticismo con el que fue acogida la medida en un principio, ha demostrado ser una solución muy eficaz a la hora de evitar colisiones frontales. Desde 2000 se aceleró la construcción de este tipo de medianas.

Se han hecho grandes inversiones para reducir el daño causado por los automóviles que se salen de la calzada. Se han levantado barreras de seguridad y se han eliminado objetos peligrosos (como cantos y árboles) de las áreas de arcén.

REFERENCIAS

Administración sueca de carreteras (2000), *Vision Zero -from concept to action*. Administración sueca de carreteras, Borlange, Suecia, [disponible en: <http://www.vv.se>].

Administración sueca de carreteras (2001), *Collision & Consequence*, Administración sueca de carreteras, Borlange, Suecia, [disponible en: <http://www.vv.se>].

Administración sueca de carreteras (2002), *Vision Zero on the Move*, Administración sueca de carreteras, Borlange.

A.3. Sistema seguro en Australia

La estrategia nacional de seguridad vial desarrollada en Australia entre 2001 y 2010 tiene como objetivo reducir el número anual de víctimas mortales en carretera por cada 100.000 habitantes en un 40%, pasando de un 9,3 para el año 1999 a no más de un 5,6 en 2010. El plan nacional de acción de seguridad vial para 2003-2004 reconoce el papel que puede tener una buena gestión de la velocidad para conseguir tales objetivos. Hace hincapié en estas áreas: mejor cumplimiento de los límites de velocidad, publicidad, medidas de imposición, reducción de los límites de velocidad urbanos por debajo de los 60 km/h en vías con intensa presencia de peatones y reducción de los límites de velocidad rurales en vías con un riesgo de accidente por encima de la media.

En Victoria, se ha adoptado la filosofía "Sistema seguro". Se basa en la premisa de que los accidentes sucederán aunque se dé prioridad a la prevención. Según este principio, el sistema de transporte por carretera debe diseñarse y estructurarse de tal forma que en caso de colisión, los implicados no sufran heridas graves. El sistema también debería reducir el riesgo de heridos graves en caso de choque. Los componentes clave del sistema de transporte según el enfoque Sistema seguro son los vehículos, la infraestructura vial y las velocidades seguras. El objetivo es utilizar estos componentes para minimizar la probabilidad de muerte (o de heridas graves) como consecuencia de un accidente en carretera. El enfoque Sistema seguro es una de las estrategias clave de los esfuerzos de Victoria por reducir las muertes en carretera.

Austroads, la asociación de autoridades australianas y neozelandesas en cuestiones de tráfico y transporte por carretera, también ha adoptado este enfoque y lo ha recomendado a todas las jurisdicciones australianas.

Gestión de la velocidad en el marco de Sistema seguro en Victoria

La gestión eficaz de la velocidad es un elemento fundamental del enfoque Sistema seguro. En los últimos años, el gobierno de Victoria ha adoptado distintas medidas en un ataque en varios frentes al problema de las muertes en carretera:

- El límite de velocidad estándar para las zonas urbanas se redujo a 50 km/h en 2001. Este límite se aplica a todas las vías que no sean arterias principales.
- En los centros urbanos donde hay gran número de accidentes con peatones, también se han introducido límites de 50 km/h para las arterias principales.
- Las zonas comerciales urbanas (normalmente en arterias con un límite de 60 km/h), donde hay un historial de accidentes con peatones, se ha introducido un límite de velocidad variable dependiendo de la hora del día de 40 km/h. El límite se aplica a aquellas horas del día donde más alta es la actividad de los peatones.
- Se han instalado cámaras fijas en una de las autopistas urbanas de alta velocidad de Melbourne, como soporte para un sistema de gestión de la velocidad variable orientado a reducir el número de incidentes, choques y atascos.
- Se ha reducido el margen de exceso de velocidad aplicado por la policía de Victoria para todos los límites de velocidad en virtud de la mayor precisión de los velocímetros de los vehículos y del equipo de medición de la velocidad. La consecuencia ha sido una reducción de las velocidades medias de desplazamiento en el área metropolitana de Melbourne.
- Se han instalado cámaras que pueden registrar velocidad e infracciones de semáforos en rojo en

- unas 80 intersecciones por todo Melbourne. Su puesta en funcionamiento fue progresiva durante los años 2004 y 2005. Cada vez se hace más uso de las cámaras de control de la velocidad, especialmente en ubicaciones con un historial de accidentes.
- Las campañas publicitarias sobre seguridad vial puestas en marcha por la Comisión de Accidentes de Transporte (TAC, por su sigla en inglés) desde 1992, se centran cada vez más en determinadas áreas con malos registros de accidentes, utilizando medios de comunicación locales y anuncios al lado de la calzada.
 - En un intento por frenar el exceso de velocidad, ahora se aplica la retirada del permiso de conducir si se supera el límite de velocidad en más de 25 km/h (antes el margen era de 30 km/h). Además, a finales de 2001 se bajó el baremo para la aplicación de puntos de penalización (por ejemplo, ahora se pierden más puntos al conducir a una velocidad de más de 10 km/h por encima del límite establecido, siendo anteriormente de 15 km/h).
 - Los recientes avances tecnológicos han permitido el desarrollo de dispositivos de detección de la velocidad por radar que pueden utilizarse en los vehículos móviles de la policía. Este equipo se aplica en las zonas rurales.
 - Se está examinando un sistema de cámaras "de punto a punto" que permite medir la velocidad media entre dos ubicaciones de la red rural con fines de imposición.
 - Se ha desarrollado un "Safecar" (coche seguro) experimental que "conoce" el límite de velocidad (con GPS) y avisa al conductor a través de un dispositivo de aviso. Además, el pedal de aceleración opone resistencia si el conductor supera el límite.

REFERENCIAS

National Road Safety Strategy 2001-2010, Canberra, Australian Transport Council (disponible en:
<http://www.dotars.gov.au/atc/atcnrss.htm>).

National Road Safety Action Plan 2003-2004, Canberra, Australian Transport Council (disponible en:
<http://www.dotars.gov.au/atc/atcnrss.htm>).

A.4. Seguridad vial como una de las 3 prioridades básicas de Francia

Evolución reciente en la política de seguridad vial en Francia

La política francesa de seguridad vial se define a nivel nacional. Una comisión interministerial sobre seguridad vial, el CISR, integrada por miembros de los distintos ministerios, es la encargada de definir las acciones que han de llevarse a cabo en las distintas áreas de la seguridad vial. Aunque el número de víctimas mortales en carretera se ha reducido en los últimos 30 años, las tendencias actuales son menos positivas. Por ese motivo, el 14 de julio de 2002, el Presidente de Francia anunció que la "lucha contra la inseguridad vial" sería uno de los tres objetivos principales de su gobierno en los 5 años siguientes. Esto refleja el grado de preocupación por la seguridad vial de la sociedad francesa.

En diciembre de 2002, el CSIR decidió adoptar un nuevo programa. Además de reforzar las actividades de imposición y otra serie de medidas preventivas, el programa pretendía movilizar a todos los actores de la seguridad vial. En junio de 2003 se aprobó una ley sobre seguridad vial que especificaba las distintas medidas necesarias. Uno de sus artículos más importantes exige mejorar el cumplimiento de las normas de tráfico intensificando las medidas de imposición policiales y las sanciones derivadas de ellas. Estas iniciativas fueron seguidas por un descenso inmediato y significativo del número de víctimas mortales y heridos en carretera (véase la tabla A.1).

Tabla A. 1. Descenso en el número de muertos y heridos a partir del aumento de las medidas policiales y de las sanciones

	2001	2002	2003	2004	2005	Cambio 2001-2005
Muertes ³⁶	8 160	7 655	6 058	5 530	5318	-35%
Accidentes con heridos	116 745	105 470	90 220	85 390	84 525	-28%

Merece la pena estudiar con más detalle las nuevas acciones en materia de seguridad vial por su fuerte impacto en la seguridad. Estas acciones están relacionadas con distintas áreas:

Intensificar las medidas de imposición de la velocidad y las sanciones para mejorar el cumplimiento de las normas

La intensificación de las medidas de imposición y de las sanciones se consiguió a través de la introducción de un sistema automático de sanciones y de imposición para las infracciones por exceso de velocidad. En un futuro cercano se extenderá este sistema para incluir el control de semáforos. Las primeras cámaras de control de velocidad se instalaron en noviembre de 2003 y, a finales de 2004, ya había en uso 400 cámaras (232 fijas y 168 móviles). Las previsiones del programa contaban con tener 1000 sistemas operativos (700 fijos y 300 móviles) para finales de 2005. El proceso de imposición, desde el control hasta la multa, pasa a estar completamente automatizado, con un puntual seguimiento desde la violación hasta la sanción (un procedimiento, a su vez, mucho más pedagógico). También se modificó el sistema de sanciones. Las sanciones por infracciones leves se corresponden con cantidades fijas, y se aumentan las sanciones por infracciones más graves (por ejemplo, +0,8g/l de alcohol). Se ha mejorado la detección de infracciones y se han reforzado las sanciones para reincidentes y estafadores.

Movilizar a las partes y desarrollar nuevos enfoques sobre seguridad vial

³⁶ Muertes en los 30 primeros días a partir del accidente.

Es evidente que el Estado francés no puede actuar ni tener éxito en solitario. Muchas de las medidas y acciones exigen la implicación de otras partes y actores. Sólo así se puede crear una sinergia real entre acciones, desarrollar conocimientos y modificar el comportamiento de forma estructural. Las partes más importantes implicadas en la seguridad vial son las autoridades locales: ciudades, departamentos y regiones. A su vez, la lucha por la seguridad vial se integra en la política de seguridad general del país. De esta forma, la seguridad vial no sólo forma parte de la política local para la prevención de accidentes, sino también de la política local para la prevención de los delitos. De esta forma, se reforzará la coordinación entre el gobierno nacional y las autoridades locales y regionales. La introducción de planes de acción para la seguridad vial a nivel regional (Plans Départementaux d'Actions de Sécurité Routière, PDASR) se considera una buena forma de aumentar la implicación de los actores locales y regionales, por ejemplo en el terreno de la ingeniería vial.

Estas acciones recientes en la política de seguridad vial francesa se suman a acciones anteriores en el terreno de usuarios, vehículos e infraestructuras viales, aplicados a lo largo de muchos años. Sin embargo, es este énfasis reciente en las actividades de imposición el que parece haber tenido un efecto significativo en el comportamiento de una gran mayoría de usuarios.

REFERENCIAS

La Documentation française (2004). *La sécurité routière en France : bilan de l'année 2003*

Comité interministériel de sécurité routière - 7 juillet 2005-05-23 Site de la sécurité routière
www.securiteroutiere.equipement.gouv.fr

Ministère de l'Intérieur et ministère de l'équipement et des transports (2003). Circulaire du 30 Janvier 2003 sur la mise en oeuvre de la politique locale de la sécurité routière

CERTU (2004). *La sécurité routière dans les plans de mobilité urbains: approches et méthode.*

A.5. Estrategia de seguridad vial en Gran Bretaña

Carreteras del mañana: más seguridad para todos

Gran Bretaña hace tiempo que goza de buenas cifras de seguridad vial y ha realizado muchos progresos en la reducción del número de heridos en carretera. A pesar de estos éxitos, la reducción del número de heridos sigue siendo una prioridad gubernamental a nivel nacional y local. La estrategia nacional de seguridad vial de Gran Bretaña *Tomorrow's Roads - Safer for Everyone* (Carreteras del mañana: más seguridad para todos) fue lanzada por el Primer Ministro británico en marzo de 2000 y define un marco para mejorar la seguridad vial en la siguiente década. A partir de la investigación y de las pruebas estadísticas, la estrategia definió estos objetivos de reducción del número de víctimas en un plazo de 10 años.

Frente a la media de los años 1994 a 1998:

- Una reducción del 40% en el número de muertos y heridos graves en los accidentes en carretera.
- Una reducción del 50% en el número de niños muertos y heridos graves en los accidentes en carretera³⁷.

Los datos de víctimas de accidente para 2005 muestran una reducción del 33% en las cifras globales de muertos y heridos graves, lo que significa que 15.500 menos personas resultaron muertas o heridas graves en las carreteras británicas cada año. En el caso de víctimas infantiles, los resultados han sido aún más sorprendentes. Su número se ha reducido en un 49%, lo que equivale a 3.380 niños por año.

El núcleo de esta estrategia es la prioridad dada a tres áreas: comportamiento de los conductores, medidas de imposición y creación de entornos de conducción más seguros. Algo que suele relacionarse con la acción en la educación, la imposición y la ingeniería. Este enfoque también respalda el enfoque británico dado a la gestión de la velocidad, donde los tres elementos se reúnen a nivel nacional y local para alentar y ayudar a los conductores a adoptar velocidades legales y seguras.

Velocidad más segura

La inclusión de "Velocidad más segura" como uno de los temas clave de la estrategia de seguridad vial refleja el papel primordial de una buena gestión de la velocidad a la hora de conseguir los objetivos fijados para 2010.

La investigación desarrollada por el TRL en los años 90 mostró que la velocidad excesiva puede ser el desencadenante de un tercio de todos los accidentes ocurridos en las carreteras británicas. Desde 1999, determinados cuerpos policiales han identificado 54 posibles factores agravantes en los accidentes. Aunque no es concluyente, un análisis de estos datos realizado entre 1999 y 2002 y publicado en septiembre de 2004 mostró que la "velocidad excesiva" era un factor decisivo en el 12% de los accidentes, en el 18% de aquéllos con heridos graves y en el 28% de los accidentes con víctimas mortales. En el caso de estos últimos, la velocidad excesiva fue el factor registrado más a menudo. Esto significa que la velocidad excesiva contribuyó en más de 1.000 muertes y en más de 35.000 heridos graves por año.

Implicación de las partes interesadas

El gobierno tiene un papel central tanto en la gestión de la velocidad como en la estrategia global. Sin embargo, el éxito británico también depende de la implicación activa de muchos agentes y partes

³⁷ En Gran Bretaña, los niños son el grupo de población por debajo de los 16 años.

interesadas, dentro y fuera del gobierno. Las autoridades locales, en colaboración con la policía, son las últimas responsables del desarrollo de unas estrategias eficaces de gestión de la velocidad a nivel local y han adoptado como propios los objetivos de reducción del número de víctimas para 2010. Se han dado a las autoridades locales los poderes necesarios para introducir esquemas de gestión de la velocidad que impliquen un gran abanico de medidas, incluyendo la pacificación del tráfico, zonas de 20 mph y el uso de señales activadas por vehículos.

Se han fundado muchas asociaciones de trabajo a nivel nacional y local. A este respecto, un Grupo de Gestión de la Seguridad Rural (integrado por partes gubernamentales, policía, grupos representantes de las autoridades locales y médicos) está ayudando a desarrollar distintas políticas de gestión de la velocidad en el entorno rural a nivel nacional. A nivel local, las autoridades de vías públicas y la policía se han unido para formar una asociación para la reducción de víctimas o, en conjunción con juzgados de primera instancia, para poner en funcionamiento sociedades de cámaras de seguridad locales.

Los compromisos de "Velocidad más segura" en la estrategia de seguridad vial reflejan las conclusiones de una revisión detallada de las políticas de gestión de la velocidad británicas llevadas a cabo a finales de los años 90 y publicadas junto con la estrategia. Reconociendo la necesidad de conseguir un equilibrio razonable entre la necesidad de desplazamiento y la mejora de la calidad de vida, la estrategia británica de gestión de la velocidad quiere ahora prestar más atención a la contribución de las velocidades adecuadas a los objetivos medioambientales, sociales y de seguridad vial.

Un aspecto central de las estrategias de gestión de la velocidad es aumentar la aceptación pública y el cumplimiento de los límites de velocidad. Trabajando dentro de un marco de límites de velocidad nacional, las autoridades locales tienen la flexibilidad necesaria para definir unos límites locales adecuados a cada vía y que vayan acorde a las necesidades y factores locales. Los límites de velocidad locales se determinan utilizando una serie de principios subyacentes. En agosto de 2006, el gobierno publicó una nueva guía para la definición de los límites de velocidad locales. Estas pautas fueron desarrolladas por el Grupo de gestión de la seguridad rural y estaban reforzadas por la investigación del TRL. Gracias al mejor conocimiento de las velocidades de las vías rurales, las nuevas pautas introducen un cambio fundamental en los límites de velocidad locales adecuados, que deberán basarse en las velocidades medias y no en la velocidad percentil 85. La guía actualizada también introduce el uso de una herramienta marco de evaluación de la velocidad para favorecer la toma de decisiones y para dar mayor consistencia a la definición de límites de velocidad en las vías rurales de una sola calzada, donde la velocidad inadecuada es la causa de muchos accidentes, especialmente con víctimas mortales.

Los límites de velocidad demuestran ser más eficaces si están enmarcados dentro de un programa más amplio de gestión de la velocidad, que incluya medidas como cambios de entorno y de ingeniería que mejoren la conciencia que el conductor tiene del entorno. El paquete también debería incluir medidas educativas, informativas, formativas y publicitarias. La conciencia de los peligros derivados de la velocidad y sus efectos en la gravedad de las heridas se ha coordinado a nivel nacional a través de las campañas publicitarias "Think!" (¡Piensa!) del Departamento de Transporte.

El gobierno apoya abiertamente el uso de cámaras de seguridad como una de las opciones disponibles para afrontar los problemas de seguridad vial. Su uso va unido a criterios estrictos (y sólo se aplica donde hay un historial evidente de accidentes relacionados con la velocidad). El programa ha demostrado ser muy eficaz a la hora de reducir los accidentes relacionados con la velocidad. Un informe evaluativo independiente llevado a cabo en tres años, publicado en junio de 2004, ofrece muestras convincentes de lo que ocurre cuando las medidas de imposición se orientan al exceso de velocidad. Un informe evaluativo independiente de cuatro años, publicado en diciembre de 2005, ofrece pruebas de lo que ocurre cuando las medidas de imposición se orientan a la velocidad excesiva.

A nivel nacional, los resultados de los tres años de actividades en 38 áreas policiales de Gran Bretaña mostraron que, en las ubicaciones de las cámaras, el número de muertos o heridos graves se redujo en un

42% y que el número total de accidentes con heridos se redujo en un 22%. Además, se observó una reducción del 6% en la velocidad media en las ubicaciones de las cámaras, una reducción del 30% en el número de vehículos que circulaban con exceso de velocidad y una reducción del 43% en aquellos que superaban el límite por más de 15 mph.

REFERENCIAS

Department for Transport (2004), *Excessive Speed as a Contributory Factor to Personal Injury Road Accidents*, Transport Statistics, Road Safety, Department for Transport, septiembre de 2004.

Department for Transport (2004), *Handbook of Rules and Guidance for the National Safety Camera Programme for England and Wales for 2005/06*, Department for Transport, junio de 2004.

Department for Transport (2004), Public Consultation - Update of Circular Roads 1/93, *Setting Local Speed Limits*, Department for Transport, noviembre 2004.

Department for Transport (2004), *Tomorrow's Roads - Safer for Everyone: The First Three Year Review*, Department for Transport, abril de 2004.

Department for Transport (2006), DfT Circular 01 /2006, *setting local speed limits*, Department for Transport, August 2006 *Developing a Speed Management Assessment Framework for Rural Single Carriageway Roads*, TRL PPR025, diciembre de 2004.

Department of the Environment, Transport and the Regions (DETR) (2000), *New Directions in Speed Management*, DETR, marzo, 2000.

DETR (2000), *Tomorrow's Roads - Safer for Everyone: The Government's Road Safety Strategy and Casualty Reduction Targets for 2010*, Department of the Environment, Transport and the Regions, marzo de 2000.

TRL, Finch *et al*, *Speed, Speed Limits and Accidents*, TRL Project Report 58, 1994.

UCL/PA (2004), *The National Safety Camera Programme, Four-year Evaluation Report*, UCL/PA Consulting, junio de 2004.

A.6. Política de seguridad vial de la UE

La Unión Europea es muy consciente de la importancia del transporte y de sus consecuencias negativas. El transporte es un sector clave de la economía europea, que representa un 10% del producto interior bruto de la UE y que emplea, aproximadamente, a 10 millones de personas (CE, 2001). Las consecuencias negativas, incluyendo congestión del tráfico, accidentes de carretera y contaminación del medioambiente cada vez son más difíciles de soportar, tanto para los usuarios como para la economía.

La UE ha establecido su política de transportes y su política de seguridad vial hasta 2010 en dos documentos principales:

- El Libro blanco sobre política europea de transportes para 2010: Time to Decide (CE, 2001).
- "El programa de acción europeo para la seguridad vial: Reducción a la mitad del número de víctimas en carretera en la Unión Europea para el 2010: una responsabilidad compartida" (CE, 2003).

Los principales retos a la hora de reducir a la mitad el número de víctimas mortales en carretera, tal y como los identificó la CE en su programa de acción, serían:

- Velocidad inadecuada o excesiva, causa de un tercio de los accidentes con víctimas mortales o heridos graves.
- Alcohol, drogas y no llevar puesto el cinturón de seguridad.
- Falta de la suficiente protección a bordo en caso de impacto.
- Lugares de alto riesgo (puntos negros).
- No cumplimiento de los tiempos de conducción y de descanso por parte de los conductores profesionales.
- Escasa visibilidad de otros usuarios/visión insuficiente por parte del conductor.
- Grupos de alto riesgo: jóvenes (15-24 años) y ancianos, especialmente peatones.

Casi todas estas causas y retos tienen una relación directa o indirecta con la velocidad y el exceso de velocidad.

E-Safety

Recientemente, la Comisión Europea ha estimulado y facilitado el desarrollo del grupo de expertos en lo que se ha venido a denominar "e-Safety" o seguridad electrónica integrada en el vehículo (IP /02/1304). Este grupo de expertos, integrado por unos 40 miembros, se puso en marcha en 2002. Es una asociación entre sectores públicos y privados que implica a la industria automovilística, el sector de las comunicaciones, del transporte, expertos de seguridad, etc. Con e-Safety se hace referencia al uso de nuevas tecnologías de información y comunicación (TIC) para mejorar la seguridad vial, apoyar a los usuarios en la conducción y mitigar las consecuencias de los errores humanos. El grupo de expertos ha ofrecido varias recomendaciones para el uso de estas tecnologías orientadas a la mejora de la seguridad. Aunque casi todas las nuevas tecnologías de información y comunicación para el transporte por carretera no tienen como objetivo la seguridad, hay numerosos proyectos de investigación dedicados a las aplicaciones en materia de seguridad. Las primeras aplicaciones ya han aparecido en el mercado, por ejemplo los limitadores de velocidad en los frenos (probados en Japón) y, por supuesto el sistema de

Adaptación Inteligente de la Velocidad (ISA) puesto a prueba en Suecia, Holanda, Gran Bretaña y Francia.

Se están estudiando otras aplicaciones, tanto para la seguridad activa orientada a evitar accidentes (sistemas para mejorar las características dinámicas de los vehículos, mejora de los frenos, detección de obstáculos, información sobre el estado de la vía, avisos sobre salida del carril, etc.) y para la seguridad pasiva, orientada a limitar las consecuencias de un accidente (airbags, cinturones de seguridad, sistemas de aviso a los servicios de emergencias, etc.). En Europa, la investigación reciente se centra en determinados elementos técnicos de los nuevos sistemas tecnológicos, como sensores, telemática y arquitectura integrada del vehículo. Dentro del sexto programa de investigación marco de la Comisión Europea, se ha dado gran atención a un sistema global que incluyera todos estos elementos.

Sin duda, la "e-safety" seguirá su expansión en los próximos años. Sin embargo, aún hay que responder a varias cuestiones. Un ejemplo es el dilema del desarrollo de sistemas integrados en el vehículo autónomos frente a sistemas que exigen la interacción entre el vehículo y la calzada, y las consecuencias en lo relativo a la definición de responsabilidades. Otro ejemplo es la cuestión de cómo tratar el hecho de que el desarrollo de aplicaciones de e-safety debe partir de este mismo momento, aunque muchos de los sistemas sólo podrán estar operativos en 20 ó 30 años.

REFERENCIAS

CE (2001), *European transport policy for 2010: time to decide*. The commission White Paper on European transport policy. Luxemburgo, Oficina de Publicaciones Oficiales de las Comunidades Europeas, http://europa.eu.int/comm/energy_transport/library/lb_texte_complet_en.pdf

CE (2003), *Halving the number of road accident victims in the European Union by 2010: a shared responsibility; the European Road Safety Action Programme*. Luxemburgo, Oficina de Publicaciones Oficiales de las Comunidades Europeas, http://www.ictsb.org/ITSSG/Documents/com_2003_0311_en.pdf

ANEXO B.

RESUMEN DE RESPUESTAS AL CUESTIONARIO

Introducción

Para recoger información actualizada de los países OCDE/CEMT sobre sus prácticas de gestión de la velocidad, el Grupo de trabajo elaboró una encuesta en 2004 (y actualizada en 2006) basándose en un cuestionario enviado a todos los países OCDE/CEMT.

Estos fueron los 23 países que respondieron al cuestionario: Alemania, Australia, Austria, Canadá, Corea, Dinamarca, Estados Unidos, Federación Rusa, Finlandia, Francia, Grecia, Islandia, Japón, México, Países Bajos, Noruega, Polonia, Portugal, Reino Unido, República Checa, Suecia y Suiza. Eslovaquia también ofreció algunos datos.

Este anexo resume las respuestas dadas al cuestionario. Éste estaba integrado por cuatro partes principales:

- B. 1. Límites de velocidad actuales
- B.2. Porcentaje de conductores que superan los límites de velocidad
- B.3. Evolución reciente en las actitudes públicas hacia el exceso de velocidad
- B.4. Medidas de imposición de los límites de velocidad

B.I. Límites de velocidad actuales

Límites de velocidad para vehículos ligeros

Autopista (véase la tabla B.1)

Los límites de velocidad en autopista varían entre 90 y 130 km/h. El límite de velocidad en Islandia es de 90 km/h, y también en otros países como Noruega o Corea, bajo determinadas condiciones. El límite de velocidad máximo se encontró en Austria, Francia, Dinamarca, la República Checa y Eslovaquia, con 130 km/h. Varios países establecen una distinción entre autopistas urbanas e interurbanas. En estos casos, el límite es más bajo en las zonas urbanas. En algunas autopistas alemanas no hay límite de velocidad. Sin embargo, se recomienda a los conductores no superar los 130 km/h.

Vías principales (calzada sin división) y vías rurales (véase la tabla B.2).

Los límites de velocidad en las vías principales pueden variar de 60 km/h (Corea en sus vías de 2x1 carriles) a los 110 km/h (Grecia, México, algunos Estados de los Estados Unidos y algunas carreteras de Suecia). Casi todos los países tienen un límite de velocidad de entre 90 y 100 km/h.

En las vías rurales, los límites de velocidad van desde los 60 km/h (en las vías de un carril de Corea) a los 100 km/h (Estado de Victoria en Australia, Austria, Alemania y Grecia). Algunos Estados de los Estados Unidos tienen un límite de velocidad de 70 mph (113 km/h). Casi todos los países tienen un límite de velocidad de entre 80 y 90 km/h.

Vías urbanas (arterias), locales y vías de distribución (véase la tabla B.3).

Los límites de velocidad en las arterias urbanas van de los 48-50 km/h a los 90 km/h. En las vías de distribución o calles locales, los límites varían entre los 30 y los 80 km/h (en las calles de 2 carriles de Corea). El límite habitual es de 50 km/h en la mayoría de los países. También son muy habituales las zonas de 30 km/h entre los países encuestados.

Límites de velocidad para vehículos pesados (véase la tabla B.4)

Casi todos los países tienen límites de velocidad diferenciados para los vehículos pesados. Esto no es, sin embargo, el caso de Canadá y de casi todos los Estados de Estados Unidos. En Canadá sí hay un límite de velocidad propio para autocares escolares, que no pueden superar los 90 km/h en vías públicas con límites de 100 ó 110 km/h.

Todos los países encuestados, con la excepción de Canadá, México, Noruega, Rusia y Estados Unidos tienen sistemas limitadores de velocidad obligatorios para determinadas categorías de vehículos pesados. En la Unión Europea, una Directiva (CE 2004/11) exige el uso de limitadores de velocidad en camiones que superen las 3,5 toneladas y en vehículos (incluyendo autocares o autobuses) con más de 9 asientos. Los limitadores de velocidad se fijan a 90 ó 100 km/h en función del tipo de vehículo.

Límites de velocidad diferenciados según las condiciones climatológicas, jóvenes conductores, horario nocturno y proximidad a escuelas

Sólo unos pocos países tienen límites de velocidad diferenciados para determinadas condiciones climáticas. En algunos países pueden mostrarse límites aconsejados en señales variables.

Lluvia

Estos son los países con límites de velocidad diferenciados en caso de lluvia: Canadá, Francia, Japón, Corea, Reino Unido (límite aconsejado).

Niebla

Estos son los países con límites de velocidad diferenciados en caso de niebla: Canadá, Francia, Japón, Corea, Reino Unido (límite aconsejado).

Nieve

Estos son los países con límites de velocidad diferenciados en caso de nieve: Canadá, Francia, Japón, Corea, Reino Unido y algunos Estados de los Estados Unidos.

Oscuridad/noche

Austria (en algunas autopistas, para reducir el nivel de ruido), Corea, Estados Unidos (2 Estados: Montana y Texas) tienen límites de velocidad diferentes para el horario nocturno.

Invierno

Finlandia y Suecia tienen límites de velocidad diferentes durante el invierno.

Viento

El Estado australiano de Victoria aplica, excepcionalmente, límites de velocidad diferenciados en caso de vientos fuertes.

Zonas escolares (ver también la sección dedicada a límites de velocidad variables)

En los Estados Unidos, el límite de velocidad para las zonas escolares varía según el tipo de vía y el Estado, pero lo habitual es un límite de 25 mph (40 km/h). En Australia, el límite de velocidad para estas zonas es de 60 o de 40 km/h. En Canadá, son habituales los límites de velocidad reducidos para las zonas escolares.

Límite de velocidad diferenciado para conductores jóvenes y noveles (véase la tabla B.5).

De todos los países encuestados, sólo Francia y Ontario (Canadá) aplican un límite de velocidad diferenciado para este grupo de conductores. (Véase el informe de OCDE/CEMT sobre los riesgos asociados a los jóvenes conductores, publicado en 2006, para obtener más información sobre las medidas destinadas a contrarrestar este tipo de riesgos).

Límites de velocidad variables

Casi todos los países han implementado límites de velocidad variables. Pueden fijarse automáticamente (a partir de determinados parámetros como el nivel de tráfico) o de forma manual.

Los límites variables se aplican, fundamentalmente, en autopistas y vías principales con tráfico pesado. También suelen utilizarse en túneles y puentes. En Noruega y los Estados Unidos, se aplican límites variables en zonas escolares, a la salida o entrada en la escuela. En el Estado de Victoria hay límites variables en las cercanías de los centros comerciales, en las horas con gran presencia de peatones.

Las razones para aplicar límites variables suelen ser la mejora de la seguridad en determinadas condiciones (zonas de obras, en caso de accidente o de congestión) y para garantizar una mejor fluidez del tráfico. Algunos países (por ejemplo Suecia, Finlandia, Estados Unidos) también se valen de límites de velocidad variables para mejorar la credibilidad de los límites de velocidad y mejorar su aceptación. Algunos países también utilizan estos límites ante picos de contaminación.

Cambios recientes en los límites de velocidad (véase la tabla B.6)

La tabla B.6 ilustra los cambios recientes en los límites de velocidad en los países encuestados.

Ha habido una reducción de los límites de velocidad en algunas zonas urbanas en Australia (Victoria), Canadá, Finlandia y Polonia.

Finlandia ha ampliado la aplicación del límite (reducido) de 80 km/h en invierno en vías principales sin división.

Algunos países (Corea, Canadá, algunos Estados estadounidenses, Dinamarca y Noruega) han aumentado los límites de velocidad (especialmente en autopistas) debido a la presión de la opinión pública y a las mejoras en los estándares de diseño.

Irlanda ha pasado al sistema métrico y ha aplicado, desde enero de 2005, límites de velocidad en km/h.

Cambios futuros previstos en los límites de velocidad

Zonas urbanas

Noruega planea ampliar las zonas de 30 km/h.

Autovías

Se plantea aumentar los límites para autovías en Canadá (en una provincia, se pasó a los 110 km/h horas en estas vías para aumentar su capacidad) y Austria (130 a 160 km/h junto con señales de límites variables y un aumento de las medidas de imposición, posiblemente a través de control de secciones), la República Checa (donde hay presiones para eliminar los límites de velocidad en las autovías) y los Estados Unidos (en cuatro Estados, el límite de velocidad pasó de las 70 a las 75 mph en Kansas, de las 75 a las 80 mph en Arizona y de las 65 a las 70 mph en Oregon y Iowa) Holanda está experimentando con secciones de 80 km/h en secciones limitadas de autopistas cercanas a áreas urbanizadas con medidas de imposición automatizadas de control de secciones.

Vías rurales

La República Checa puede aumentar los límites de velocidad en **vías rurales** (de 90 a 100 km/h). Francia está desarrollando un nuevo concepto de "vías tranquilas" en las zonas rurales y puede ampliar la aplicación de límites variables, reduciendo los límites de velocidad cuando los niveles de contaminación sean demasiado altos.

Otras consideraciones

Es de esperar que el refuerzo de las medidas de imposición (incluyendo medidas de imposición automatizadas con control de secciones, aumento de las multas y aumento de los niveles de los puntos de penalización) acompañe a casi todos los cambios anteriores.

Suecia está planteándose el uso de límites de velocidad adicionales a intervalos de 10 km/h (en lugar de los intervalos actuales de 20 km/h) para lograr una mejor adaptación de la velocidad del tráfico al diseño vial regional.

Tabla B.1. Límites de velocidad actuales en autopistas para coches de pasajeros

País	Límite	Comentarios
Alemania	Ninguno (en algunas autopistas).	Se recomienda no superar los 130 km/h.
Australia (Victoria)	110-100 km/h	110 km/h está restringido a las autopistas de volumen bajo o estándar con buenas cifras de seguridad.
Austria	130km/h	
Canadá	90 km/h, 100 km/h, normalmente 110 km/h, 100 ó 110 km/h 80-90 km/h (vías rápidas urbanas que no sean autovías provinciales)	Los límites varían entre provincias e incluso dentro de una misma provincia. En Quebec hay un límite mínimo de velocidad de 60 km/h. y paseos ajardinados.
Corea	Autopistas: máx. 100-110 km/h mín. 50km/h Autowías: máx, 90km/h, mín 50km/h según el estado de la calzada.	
Dinamarca	130 km/h (110 km/h-90 km/h)	Límite de velocidad general . En aprox. el 50% de la red hay un límite de velocidad local de 110 km/h (90 km/h en algunos puntos).
Eslovaquia	130 km/h 80 km/h en áreas urbanas.	
Estados Unidos	Varía por Estado: Rural: 65-75 mph (104-120 km/h) Urbana: 55-70 mph (88-113 km/h)	Nominal 70 mph (113 km/h)-Rural 65 mph (104 km/h) - Urbana
Finlandia	120 km/h	100 km/h en invierno.
Francia	130 km/h ó 110 km/h	130 km/h en zonas rurales (con algunas excepciones). 110 km/h en zonas urbanas o para las denominadas "routes pour automobiles".
Grecia	120 km/h	El límite de velocidad para motocicletas de menos de 125 c.c. es 70 km/h.
Holanda	120km/h - 100km/h	100 km/h en aprox. el 25% de la red holandesa junto a poblaciones, sobre todo en la parte Occidental de Holanda.
Irlanda	120 km/h	Irlanda cambió al sistema métrico en 2005.
Islandia	90 km/h	
Japón	100 km/h (autopistas nacionales).	
México	110 km/h	
Noruega	90 km/h ó 100 km/h	100 km/h si hay alumbrado y barrera física en el centro.
Polonia	130 km/h	110 en calzadas divididas.
Portugal	120 km/h	
Reino Unido	70 mph (113 km/h)	

República Checa	130 km/h	80 km/h para las autopistas en zonas urbanas.
Rusia	110 km/h	Mínimo : 40 km/h Motocicletas: 90 km/h Vehículos ligeros con tráiler: 90 km/h
Suecia	110 km/h a veces 90 km/h rara vez 70 km/h.	120 km/h se probará con señales variables.
Suiza	120 km/h	60 km/h (velocidad mínima)

Tabla B.2. Límite de velocidad actual en vías principales y vías rurales para coches de pasajeros

País	Límite de velocidad en vías principales	Límite de velocidad en vías	Comentarios
Alemania	100 km/h	100 km/h	
Australia (Victoria)	100 km/h	100 km/h	Las secciones con mala calidad o historial de accidentes pueden pasar a 90 ó 80 km/h
Austria	100 km/h	100 km/h	
Canadá	80 km/h, 90 km/h, 100 km/h	70 km/h a 100 km/h en vías pavimentadas (normalmente 80 km/h dentro de ellos. y 90 km/h)	Los límites varían entre provincias y territorios y
Corea	Un carril: 60km/h Dos o más: 80km/h	Un carril: 60km/h Dos o más: 80km/h	
Dinamarca	80 km /h	80 km /h	El límite puede ser mayor o menor de forma local. El límite más alto no puede superar los 90 km/h.
Eslovaquia	90 km/h	90 km/h	
Estados Unidos	Varía por Estado 55-70 mph (88-113 km/h)	Varía por Estado 55-70 mph (88-113 km/h)	Nominal: 55 mph (88 km/h)
Finlandia	100 km/h ó 80 km/h (según la vía)	80 km/h	En invierno, algunas vías de 100 km/h se limitan a 80 km/h.
Francia	90 km/h	90 km/h	Sin límite para "lieux dits" (poblaciones muy pequeñas).
Grecia	110 km/h	70-100 km/h 50 km/h	Para vías rurales, 50 km/h al atravesar poblaciones pequeñas, etc.
Holanda	100 km/h	80 km/h	Zonas 60 en áreas rurales (poblaciones / áreas recreativas).
Irlanda	100 km/h	80km/h	Irlanda adoptó el sistema métrico en 2005.

ANEXO B: RESUMEN DE RESPUESTAS AL CUESTIONARIO

Islandia	90 km/h	90 km/h / 80 km/h	Vías pavimentadas/gravilla.
Japón	40, 50, 60 km/h (vías públicas nacionales)		
México	110 km/h	100 km/h	
Noruega	80 km/h	80 km/h	
Polonia	100 km/h	80 km/h	
Portugal	100-90 km/h	90 km/h	100 km/h en vías reservadas al tráfico motorizado. 90 km/h - las demás vías rurales.
Reino Unido	60 mph (97 km/h)	60 mph (97 km/h)	
República Checa	90 km/h	90 km/h	
Rusia	90 km/h	90 km/h	70 km/h para vehículos ligeros con tráiler.
Suecia	En general 90 km/h a veces 70km/h ó 110 km/h	En general 70 km/h, también 90 km/h	70 km/h en el límite de velocidad general para zonas no urbanizadas. por las condiciones generales de una vía, la administración nacional de carreteras puede pasar el límite a los 90 ó 110 km/h. Las autoridades regionales pueden adoptar límites locales por debajo de 70 km/h, o de 90 ó 110 km/h si se adoptó este último límite.
Suiza	80 km/h	80 km/h	

Tabla B.3. Límites de velocidad actuales en arterias urbanas, vías locales y vías de distribución (todos los vehículos)

País	Urbana: arterias	Urbana: vías locales y vías de distribución	Comentarios
Alemania	50 km/h	50 km/h	
Australia (Victoria)	80, 70, 60 km/h	50 km/h	
Austria	50km/h	Zonas 30 km/h y calles de 40 km/h en zonas residenciales	

ANEXO B: RESUMEN DE RESPUESTAS AL CUESTIONARIO

Canadá	40 a 80 km/h Normalmente 50 y 60 km/h	30,40, 50 km/ 40 y 50 km/h los más frecuentes	Estos límites de velocidad fueron ofrecidos por Toronto, pero la práctica habitual en Canadá es: 50 para arterias menores; 40 para casi todas las vías locales y vías de distribución; 30 con pacificación del tráfico (p. ej. badenes). El límite de velocidad of 40 km/h es habitual en zonas escolares en las horas de entrada y salida.
Corea	Un carril: 60km/h Dos o más: 80km/h	Un carril: 60km/h Dos o más: 80km/h	
Dinamarca	50 km/h	50 km/h	Límite de velocidad general. Se puede subir o bajar localmente.
Eslovaquia	60 km/h	60 km/h	Normalmente 30 ó 40 km/h en centros urbanos.
Estados Unidos	Varía por Estados 30-55 mph (48-88 km/h)	Varía por Estados Calles locales: 25-35 mph (40-56 km/h)	
Finlandia	50 km/h	30 - 40 - 50 km/h	En algunas arterias 60 km/h (disposiciones especiales para peatones). En vías locales y de distribución, más del 50% de las calles < 50 km/h.
Francia	50 km/h	50 ó 30 km/h	En casos excepcionales, el límite es de 70 km/h en arterias. En calles locales, se adopta el límite de 30 km/h para zonas concretas con diseño específico.
Grecia	90 km /h (Control de acceso intercambios) 70 km/h (Vías principales (bien señalizadas) 50 km/h (otras)	30 (Calles locales) 40-50 (Vías de distribución)	
Holanda	50-70 km/h	50 km/h	Para las arterias: 70 km/h, especialmente en vías anulares urbanas de 4 carriles. Zonas 30 en áreas residenciales.
Irlanda	50-80 km/h	50 km/h	Irlanda adoptó el sistema métrico en 2005.

ANEXO B: RESUMEN DE RESPUESTAS AL CUESTIONARIO

Islandia	50-60 km/h	30 km/h (local) 50 km/h (Vías de distribución)	Para calles locales: zonas de 30 km /h.
México	80 km/h	20-60 km/h	Para las calles locales, el límite depende de sus actividades.
Noruega	50 km/h	30-50 km/h	A veces 60 ó 70 km/h donde no hay accesos. En calles locales: 50 km/h como límite general. Suelen utilizarse límites de 30 ó 40 km/h is en vías de acceso a zonas residenciales y cada vez en centros urbanos.
Polonia	50 km/h	50 km/h	(60km/h entre 23 pm y 6 a.m.)
Portugal	50 - 90 km/h	50 km/h	Algunas arterias urbanas divididas tienen un límite de 80 ó 90 km/h, según su administración local.
Reino Unido	30 -40 mph (48-64 km/h)	20-30 mph (32-48 km/h)	Para arterias: la mayoría de las vías urbanas tienen un límite de 30 mph, pero algunas rutas transversales (incluyendo vías divididas) tienen límites de 40 mph. Las vías urbanas locales suelen tener un límite de 30 mph. Algunas vías residenciales menores tienen límites de 20 mph, incluyendo zonas de 20 mph que, por definición, tienen medidas de pacificación del tráfico.
República Checa	50-60 km/h	50 km/h	70 km/h muy ocasionalmente en arterias principales.
Rusia	60 km/h	60 km/h	En arterias, las autoridades regionales pueden aumentar el límite si las condiciones de la vía ofrecen la seguridad necesaria.
Suecia	50- 70 km/h	30 - 50 km/h	50 km/h es el límite general en zonas urbanizadas. Los municipios pueden variar el límite local. Este límite de velocidad puede ser más alto o más bajo.
Suiza	50 km/h	50 km/h	

Tabla B.4. Límites de velocidad para vehículos pesados y uso de limitadores de velocidad

País	Tipo de vehículo / peso	Límite de velocidad	Limitadores de velocidad Obligatorio S/N
Alemania		89 km/h en autopistas	Sí, Directiva UE.
Australia (Victoria)	Autobuses > 14,5 t. Originalmente > 15 t Todos los vehículos pesados > 20 t.	100 km/h en autovías rurales (en lugar de 110).	Sí (fijado a 100 km/h).
Austria	Camiones > 3,5 t	Autopistas: 70 km/h para camiones sin remolque 60 km/h con remolque 70 km/h para semirremolque 80 km/h para autocares	Sí Directiva UE.
Canadá	Autocares escolares Sin límite diferenciado para camiones, excepto vehículos comerciales muy grandes (>6,5 m) en descensos.	90 km/h en autovías de 100-110 km/h Ejemplo: Límite 80. Camiones grandes limitados a 50.	No.
Dinamarca	> 3,5 toneladas	50 km/h (urbana) 70 km/h (rural) 80 km/h (autopistas)	Sí, Directiva UE.
Eslovaquia	Camiones > 7,5 toneladas Autobuses > 9 asientos	Autopistas: 110 km/h (y no 130 km/h)	Sí, Directiva UE.
Estados Unidos (en 10 Estados)	4-13 toneladas	5-15 mph más bajo	No
Finlandia		80 km/h camiones 100 km/h autocares	Sí, Directiva UE.
Francia	> 3,5 toneladas > 12 toneladas	110 km/h en autopistas (y no 130 km/h) 80 km/h en otras vías no urbanas (y no 90 km/h) 90 km/h en autopistas 80 km/h en otras vías no urbanas; 60 km/h vehículos pesados con remolque.	Sí, Directiva UE.
Grecia		60 -90 km/h	Sí, Directiva UE.
Holanda	> 3,5 toneladas	80 km/h 85 km/h para camiones y 100 km/h para autocares.	Sí; Directiva UE.

ANEXO B: RESUMEN DE RESPUESTAS AL CUESTIONARIO

Irlanda	$t > 3,5$ toneladas (para camiones)	80 km/h	Sí, Directiva UE.
Islandia		80 km / h en autopistas, autovías y vías rurales para vehículos pesados y 80-90 km/h para autocares.	Sí, desde 1996. 90 km/h para camiones pesados y 100 km/h para autocares.
Japón			Sí, desde 2003 Limitadores ajustados a 90 km/h.
México			No. Tacógrafos como medida de control de la velocidad.
Noruega		80 km/h (en vías rurales sin límite de velocidad más alto).	No.
Portugal	$> 3,5$ toneladas	Distintos límites para camiones / camión + remolques y autocares.	Sí, Directiva UE.
Reino Unido	$> 3,5$ toneladas	60/70* mph en autopistas. 50/60* mph en calzadas dobles. 40/50* mph otras vías. * para autocares y vehículos rígidos de transporte ligero de 3,5-7,5 toneladas; vehículos pesados sin remolque.	Sí para camiones, autobuses y autocares de $> 7,5$ toneladas.
República Checa	Autocares, más de 8 personas. Camiones $> 7,5$ t	Autopistas: 100 km/h (y no 130)	Sí Directiva UE.
Rusia	Camiones $> 3,5$ t Autobuses/autocares > 8 pasajeros.	Autopistas: 90 km/h (y no 110 km/h). Vías rurales y autovías principales: 70 km/h (para camiones, no para autocares)	No.
Suecia		80 km/h para camiones. 90 km/h para autocares	Sí, Directiva UE.
Suiza		80 km/h para camiones. 100 km/h para autocares	Sí. Desde 1 enero 2005 todos los camiones $> 3,5$ toneladas.

Tabla B.5. Límites de velocidad diferenciados para conductores jóvenes y noveles

País	S/N	Edad o experiencia	Límites	Comentario
Canadá	Sí - Ontario No - Otras jurisdicciones	Primer año de licencia.	Conducir por encima de los 80 km/h está prohibido para primer año de conducción los jóvenes y noveles.	La prohibición impide a los conductores noveles conducir por autopistas. Durante el primer año de conducción deben ir acompañados de un conductor experimentado y están sujetos a varias restricciones, incluyendo toques de queda, 0% BAC y (en Ontario) deben conducir por vías de menos de 80 km/h.
Finlandia	No aplicado hasta 1996			
Francia	Sí	Menos de 2 años de licencia	110 km/h en lugar de 130 km/h. 100 km/h en lugar de 110 km/h. 80 km/h en lugar de 90 km/h	

Tabla B.6. Cambios recientes en los límites de velocidad

País	Fecha de modificación de los límites generales	Categorías de vías afectadas	Límites antiguo y nuevo	Motivos del cambio
Australia (Victoria)	2000-2004	Todas las categorías.	- El límite de velocidad urbano estándar se ha reducido de 60 a 50 km/h - El límite de velocidad en zonas escolares es de 40 km/h El límite de velocidad por centros urbanos rurales se ha reducido de 60 a 50 km/h - Los límites en distritos comerciales de grandes ciudades se han reducido de 60 a 50 ó 40 km/h - El límite de velocidad por centros comerciales ha pasado de 60 km/h a límite variable según horario de 40 km/h	La razón principal es mejorar la seguridad de los usuarios no protegidos, esto es, peatones y ciclistas.
Austria	Julio 1999	Autopistas con límite de 130 km/h	- 70 -> 80km/h para camiones con remolque	Armonización en conexión con la introducción de limitadores

ANEXO B: RESUMEN DE RESPUESTAS AL CUESTIONARIO

Canadá	Desde 1996	Autopistas (1 provincia) Vías principales divididas (1 provincia) Vías sin división (1 provincia) Calles locales y vías de distribución urbanas (1 ciudad)	- Autopistas: 100-> 110 km/h - Vías principales divididas: 100-> 110 km/h (1 provincia) Vías - Vías ppales. no divididas 90 -> 100 km/h - Vías locales urbanas y vías de distribución: 60/50 -> 40 km/h	Necesidad de mayor capacidad. Apoyo público. Evaluación de ingeniería basada en velocidad percentil 85. Zonas escolares, consideraciones políticas
Corea	Abril 1999	Autopistas, vías principales	• Autopistas: 80 km/h-> 90 km/h • Vías principales: 70 km/h -> 80 km/h	Mejora del estado de las vías, solicitud de los conductores, desregulación, etc.
Dinamarca	30 de abril de 2004	Autopistas	- 110 km/h ->130 km/h límites locales de 110 km/h y 90 km/h	Los cambios son consecuencia de un objetivo político más amplio para aumentar los límites en autopistas para coches de pasajeros y motocicletas a 130 km/h.
Estados Unidos	Aumento en los límites de velocidad generales 1996, para 30 Estados; 1997, para 4 Estados; 1999, para 1 Estado (1 Estado también eliminó la no restricción de velocidad) 2003 por 1 Estado por segunda vez	Autovías/Autopistas, Vías principales, vías rurales	- Autovías /Autopistas urbanas 65 mph -> 70 ó 75 mph - Autovías /Autopistas urbanas 55 mph -> 60 a 75 mph - vías rurales principales 55 mph -> 60 a 70 mph	Propuesta de ley de sanciones federales en diciembre de 1995, falta de cumplimiento, inaplicable, falta de apoyo público, derechos estatales.
Finlandia			Sin cambios drásticos: - Reducción gradual de los límites por debajo de los 50 km/h en zonas urbanas (durante 2000-2004), cambio de 100 km/h a 80 km/h para invierno en vías principales (desde otoño de 2004). - Ampliación de los límites de 60 km/h (y no 80 km/h) en vías rurales con población cercana.	
Francia	Sin cambios importantes.	Vías urbanas	- Introducción de zonas de 30 km/h en algunas ciudades.	
Holanda	Sin cambios recientes			

Irlanda	1 de enero de 2005	Todas las vías	<ul style="list-style-type: none"> - Autopistas: 70 mph (112 km/h) -> Nuevos límites expresados en 120 km/h valores métricos en lugar del sistema de medida imperial. - Carreteras nacionales: 60 mph (96 km/h) -> 100 km/h - Vías locales y no urbanas: 60 mph (96 km/h) -> 80 km/h - Zonas urbanizadas: 30 mph -> 50 km/h
México	Sin cambios recientes		
Noruega	2001 Autopistas		<ul style="list-style-type: none"> - Autopistas más seguras: 90 km/h -> 100 km/h Aumentar la aceptación pública del sistema de límites de velocidad.
Polonia	Mayo 2004	Vías urbanas	<ul style="list-style-type: none"> - 60 km/h -> 50 km/h (60km/h de 23:00 a 06:00) Percepción general de la relación entre velocidad y número de accidentes.

B.2. Porcentaje de conductores que circulan por encima del límite (véanse las tablas B.8 a B.12)

Esta sección ofrece indicaciones sobre el nivel de velocidad excesiva en los países encuestados. Casi todos los países publican una encuesta anual de velocidad en la que el lector podrá encontrar información más detallada (véase la tabla B.7).

La velocidad excesiva es una constante en casi todos los países encuestados. Sin embargo, pueden observarse notables variaciones en su alcance, desde el 10% (Reino Unido, vías principales) a más del 80%. La mayor parte está dentro de los 20 km/h por encima del límite. Para un gran número de países el exceso de velocidad "elevado" (+20 km/h por encima de los límites) afecta a una minoría de los conductores. El exceso de velocidad afecta a toda la red vial. Las calles locales parecen estar mucho más afectadas que las autopistas, lo que supone un mayor peligro, dada la presencia de peatones, niños, etc.

Tabla B.7. Encuesta anual sobre velocidad

País	Publicación y página Web
Austria	<ul style="list-style-type: none"> • La Junta Austriaca de Seguridad Vial lleva a cabo encuestas regulares sobre velocidad (Kuratorium für Verkehrssicherheit - KfV). Los informes están disponibles en formato anual (en alemán).
Dinamarca	<ul style="list-style-type: none"> • Velocidad en las vías danesas 1999-2002 http://www.vejdirektoratet.dk/dokument.asp?page=document&objno=78159 • Velocidad en las autopistas danesas, después de la introducción del límite de velocidad de 130 km/h en la mitad de las carreteras http://www.vejdirektoratet.dk/dokument.asp?page=document&objno=78281 • Velocidad en las autopistas danesas, cifras mensuales de 35 zonas http://www.vejdirektoratet.dk/dokument.asp?page=document&objno=79460

Estados Unidos	<p>Unos 30 Estados supervisan la velocidad de circulación:</p> <ul style="list-style-type: none">• 15 Estados: de forma continua• 9 Estados: trimestralmente• 4 Estados: bianualmente• 2 Estados: anualmente <p>El número de ubicaciones supervisadas por cada Estado varía de 8 a 750, con una media de 40. Seis Estados informan de los datos recogidos en la Web:</p> <p>Indiana http://bridge.ecn.purduc.edu/~speed/ Minnesota http://www.dot.state.mn.us/speed/monitorreport.html Nevada http://www.nevadadot.com/reports_pubs/traffic_report/ Nueva Jersey http://www.state.nj.us/transportation/refdata/roadway/speed.shtml Dakota del Sur http://www.sddot.com/pe/data/traf_speed.asp Washington http://www.wsdot.wa.gov/mapsdata/tdo/speedreport.htm</p>
Finlandia	<ul style="list-style-type: none">• Resumen de actitud al volante (en inglés) <p>http://www.liikenneturva.fi (La administración finlandesa de vías públicas tiene más de 300 puntos de medición del tráfico automáticos).</p>
Francia	<ul style="list-style-type: none">• Encuesta sobre velocidad (en francés) <p>http://www.securiteroutiere.equipemcnt.gouv.fr/infos-ref/observatoire/conjoncture/index.html</p>
Holanda	<ul style="list-style-type: none">• Medición de la velocidad <p>http://www.swov.nl/uk/researcli/kennisbank/inhoud/90_gegevensbronnen/gegeven s.htm</p>
Irlanda	<p>ListofPublications/RoadSafety/">http://www.nra.ie/PublicationsResources>ListofPublications/RoadSafety/</p>
Islandia	<p>www.vegagerdin.is (en islandés) Islandia tiene 26 equipos de encuesta.</p>
Polonia	<ul style="list-style-type: none">• http://www.krbrd.gov.pl/stan_brd/pasy_bezp_i_predkosc.htm (en polaco)
Reino Unido	<p>Vehicle Speeds en Great Britain 2005, publicado en abril de 2006 http://www.dft.gov.uk/stellent/groups/dft_transstats/documents/pdf/dft_transstats_pdf_611475.pdf</p> <p>Más información estadística y descargas disponibles en la página Web del Departamento de Transporte: http://www.dft.gov.uk</p>
Suecia	<ul style="list-style-type: none">• Título: Hastigheter och tidluckor 2003 : resultatrapport: Vagverket. Publikation 2004:24
Suiza	<ul style="list-style-type: none">• Comportamiento ante la velocidad, 1972-2004 http://www.bfu.ch/english/statistics/2005/05_49e.pdf

Tabla B.8. Porcentaje de conductores que superan los límites en autopistas (vehículos de pasajeros)

País	Límite de velocidad	Porcentaje de conductores por encima del límite de velocidad en 2003
Australia (Victoria)		No aplicable en Australia. Se registran velocidades de percentil 85.
Austria	130 km/h	• 23,2% en 2004
Canadá	110 km/h 100 km/h 90 km/h	• 15 a 53% según las provincias • 15-81 % según las provincias • 15% (Columbia británica)
Corea	100 km/h-110 km/h	50%
Dinamarca	• 110 km/h (1999-2002)	• 72,4%
Cambio en el límite de velocidad en mayo de 2004	Abril 2005 • 110 km/h • 130 km/h	Abril 2005 • 60,2% • 22,5%
Estados Unidos	65-75 mph. Varía entre Estados: Tennessee: 70 mph Indiana: 65 Dakota del Sur: 75 Minnesota: 70	• 41-66% 55,8% 66,0% 41,3% 56,3%
Francia (2004)*	130 km/h 110 km/h	3,1% de conductores 20 km/h por encima del límite (> 150 km/h) 0,8% de conductores 30 km/h por encima del límite (> 160 km/h) 9,3% de conductores 20 km/h por encima del límite (> 130 km/h) 2,6% de conductores 30 km/h por encima del límite (>140 km/h)
Holanda	120 km/h 100 km/h	• aprox. 40% • aprox.45%
Irlanda	70 mph hasta 2005 120 km/h desde 2005	23%
Islandia	90 km/h	80%
Noruega	100 km/h	• 56,2% (Hvam)
Portugal	120 km/h	• 46% exceso de velocidad: 30%>10km/h 9%>30km/h 10%>60km/h
Reino Unido	70 mph	• Automóviles: 57% >80mph=20%
Rusia	110 km/h	• 31-41%
Suecia	110 km/h (rara vez 90 y 70)	• 68,0% (+/-3,5)
Suiza	120 km/h	• 38%

*En Francia, se dio un gran cambio en 2003 relacionado con la nueva campaña de medidas automatizadas de imposición legal.

Tabla B.9. Porcentaje de conductores de coches de pasajeros que superan el límite de velocidad en las vías principales (calzadas no divididas)

País	Límite de velocidad	Porcentaje de conductores por encima de los límites de velocidad en 2003
Austria (Automóviles en 2004)	100 km/h	• 46,8%
Canadá	100 km/h 90km/h 80km/h 70 km/h	• 15 a 76% según las provincias • 15 a 74% o según las provincias • 15 % en la Columbia británica • 77% en Quebec
Finlandia	100 km/h	• 7,0% > 10 km/h
Francia (2004)*	90 km/h	• 3,6% 20 km/h+ por encima del límite (> 110 km/h) • 1,3%, 30 km/h+ por encima del límite (> 120 km/h)
Islandia	90 km/h	• 62%
Irlanda	60 mph (en 2003)	• 30%
Corea	80km/h	• 84,6%
Holanda	100 km/h	• Aprox. 20%
Noruega	90km/h	• 60,1 % (Hanekampen)
Polonia	100 km/h	• 41,6%
Portugal	90km/h	• 65% exceso de velocidad 44% > 10 km/h 13% > 30km/h 2% > 60 km/h
Suecia	110, 90, 70, 50, 30	• 58,7% (+/-2,4%), obras Todas las vías estatales
Reino Unido (2005)	60 mph	• 10%
Estados Unidos	TN: 55 mph IN: 55 mph SD: 65 mph	• 65,9% • 76,5% • 52,4%

*En Francia, se dio un gran cambio en 2003 relacionado con la nueva campaña de medidas automatizadas de imposición legal.

Tabla B. 10. Porcentaje de conductores de coches de pasajeros que superaban los límites en vías rurales en 2003

País	Límite de velocidad	Porcentaje de conductores por encima de los límites de velocidad
Austria (2004)	• 100 km/h	• 17,9%
Canadá	• 80 km/h • 70 km/h	• 15 a 45% según las provincias • 41,3% (Territorio Noroeste)
Dinamarca (2002)	• 80 km/h	• 61,4%
Estados Unidos	• 55 mph	• 47,1%
Finlandia	• 80 km/h	• 8,0% > 10 km/h
Francia (2004)*	• 90 km/h	• 5,2% 20 km/h por encima del límite (> 110 km/h) • 1,9% 30 km/h por encima del límite (> 120 km/h)
Holanda	• 80 km/h	• Aprox. 45%
Irlanda	• 60 mph (en 2003)	• 8%
Islandia	• 90 km/h	• 77%
Polonia	• 90 km/h	• 47,6%
Portugal	• 90 km/h	• 55% exceso de velocidad 34% > 10 km/h 7% >30 km/h 1% >60km/h
Reino Unido	• Como en las vías principales	Como en las vías principales
Rusia	• 90 km/h	• 21-56%
Suecia	• 90 km/h	• 58,7% (todas las vías estatales)
Suiza	• 80 km/h	• 24%

*En Francia, se dio un gran cambio en 2003 relacionado con la nueva campaña de medidas automatizadas de imposición legal.

Tabla B. 11. Porcentaje de conductores de coches de pasajeros que superaban los límites en vías urbanas en 2003

País	Límite de velocidad	Porcentaje de conductores por encima de los límites de velocidad
Austria	• 50 km/h • Zonas de 30 km/h	• 50,9% • 77,6%
Canadá	• 70 km/h (arteria) • 50 km/h (calle local)	• 15 a 20% • 15 a 40%
Dinamarca (2002)	• 50 km/h • (calles locales/distribución)	• 56,4%
Estados Unidos	• 40 mph (arterias) • 30 mph (calle locales)	• 73,1% en arterias • 74,2% en calles locales
Francia	• 50 km/h • 30 km/h	<i>No disponible</i>

Holanda	<ul style="list-style-type: none"> • 70 km/h (arteria) • 50 km/h (arteria) • 50 km/h (calle local) 	<ul style="list-style-type: none"> • Aprox. 50% (a partir de sólo unas ubicaciones) • Aprox. 73%) • Aprox. 45%) (a partir de sólo unas ubicaciones)
Irlanda	<ul style="list-style-type: none"> • 40 mph (arteria) • 30 mph (arterial) • 30 mph (calle local) Límite de velocidad como en 2003. <p>Cambios en 2005</p>	<ul style="list-style-type: none"> • 75% • 86% • 36%
Polonia	<ul style="list-style-type: none"> • 50km/h 	<ul style="list-style-type: none"> • 58% (arteria)
Portugal	<ul style="list-style-type: none"> • 80 km/h (arteria) • 50 km/h (vías de distribución) • 50 km/h (calles locales) 	<p>Vías arteriales: • 50% exceso de velocidad 34% > 10 km/h 11% > 30km/h 0% > 60 km/h: 0%</p> <p>Vías de distribución: • 70% exceso de velocidad 47% > 10 km/h 9% > 30 km/h 0% > 60 km/h</p> <p>Calles locales: • 47% exceso de velocidad 24% > 10 km/h 3% > 30 km/h 0% > 60 km/h</p>
Reino Unido (2005)	<ul style="list-style-type: none"> • 40 mph en arterias • 30 mph (calles locales) 	<ul style="list-style-type: none"> • Vías arteriales: Automóviles 26% >45mph=8% Motocicletas 34% >45mph= 17% • Calles locales Automóviles 50%; >35mph=22% Motocicletas 49%; >35mph=26% Vehículos de transporte ligeros (<3,5T) 52%; >35mph=22%
Suiza	<ul style="list-style-type: none"> • 50 km/h (arterias) 	<ul style="list-style-type: none"> • 21% (arterias)

B.3. Actitudes públicas hacia la velocidad, límites de velocidad y control de velocidad

La tabla B.12 ofrece un resumen de la evolución de las actitudes públicas hacia la velocidad y el control de la velocidad y de las opiniones sobre los límites de velocidad actuales. En Europa, el proyecto SARTRE llevó a cabo un estudio en profundidad de las opiniones de los conductores sobre los principales factores de los accidentes en carretera. En el informe final³⁸ el lector encontrará información más detallada sobre este tema.

En general, hay una evolución positiva en la percepción de la población del peligro de la velocidad excesiva. Además, hay una mayor aceptación de las medidas de control de la velocidad. Respecto a los límites de velocidad, la mayoría de los conductores preferirían tener límites más altos, especialmente en autopistas, aunque en las zonas urbanizadas, hay una fuerte presión por parte de los usuarios vulnerables para reducir los límites.

³⁸ Comisión Europea (2004). *European Drivers y Road Risk, Informe SARTRE 3*, INRETS, Arcueil, Francia.

Tabla B. 12. Actitudes públicas hacia la velocidad, tecnologías de control de la velocidad y límites de velocidad actuales

País	Evolución actual en la actitud pública hacia el exceso de velocidad y las tecnologías de control de la velocidad	Opiniones sobre los límites de velocidad actuales
Australia	<ul style="list-style-type: none"> • El porcentaje de la población que admite que un choque a 70 km/h será más grave que uno a 60 km/h pasó del 80% en 1995 al 91% en 2003. • Sigue aumentando el porcentaje de los que creen que aumenta la probabilidad de accidente al aumentar la velocidad en 10 km/. Ha pasado del 55% en 1995 al 70% en 2003. • La opinión de que las multas pretenden fundamentalmente aumentar los ingresos cayó del 58% en 2001 al 54% en 2003. • Cayó el porcentaje de los que consideraban adecuado cometer exceso de velocidad mientras se creyera mantener la seguridad. Pasó del 32% en 2002 al 29% en 2003. 	
Dinamarca	<p>Aceptación general de los límites (sobre todo en zonas urbanas). El problema es el vacío entre las actitudes positivas hacia los límites y el comportamiento real.</p> <p>Los excesos "menores" de velocidad (de 10-15 km/h) son aceptables para el 80% de los encuestados. Mientras que los excesos "mayores" (más de 20 km/h) no son aceptables para más del 85%.</p>	<p>Encuestas representativas a la opinión pública mostraron que el 60% de la población está a favor de subir el límite de velocidad en autopistas (el límite ya se aumentó en abril de 2004 de 110 a 130 km/h en el 50% de las autopistas).</p>

Estados Unidos	<p>Aproximadamente 2/3 indican que las medidas de imposición automatizadas serían adecuadas para identificar a los infractores por exceso de velocidad en zonas escolares, puntos con alta tasa de accidentes y para los que superan por más de 20 mph los límites de velocidad.</p> <p>Sin embargo puede haber prejuicios en las respuestas, porque algunas comunidades rechazan este tipo de medidas cuando se proponen para la práctica.</p> <p>Desde 1997 ha habido un descenso en el porcentaje de conductores que opinan que la derogación del límite de 55 mph redujo la seguridad de la circulación interestatal. Las mujeres son las que muestran el mayor cambio en la percepción. Un 31% de ellas afirman que la conducción es menos segura, frente al 37% que afirma lo mismo en 1997.</p>	<p>Los encuestados tienden a indicar que deberían aumentarse los límites en las autopistas interestatales (22% vs. 4%). Un porcentaje similar quería aumentar o reducir los límites en las vías rurales de 2 carriles (12% vs. 10%) y en las vías residenciales/urbanas (8% vs. 9%).</p> <p>También hay presiones políticas para aumentar los límites en autopistas. Dakota del Norte ha aumentado recientemente su límite de velocidad a 75 mph en autopistas y a 70 en vías rurales principales. Se han presentado proyectos de ley para aumentar el límite de velocidad a 75 mph en Kansas y a 80 mph en las autopistas rurales de Arizona.</p> <p>La mayoría de las quejas sobre exceso de velocidad y de las solicitudes para reducir los límites son en zonas residenciales.</p>
Finlandia		84 % de los conductores de coches privados, el 71% de los conductores de camiones y el 55% de los taxistas aceptan reducir los límites en invierno.
Francia		74% de la población considera justificados los límites de velocidad actuales.
Holanda	En 1996, el 39% de los conductores admitía conducir rápido, en 2002, este porcentaje se redujo al 32% (SARTRE)	50% de los conductores holandeses opinan que los límites en autopistas deberían ser más altos; el 20% opina que debería subir el límite en las vías rurales principales; el 8% en vías rurales secundarias y el 5% en vías urbanas. Pasar a un límite de 130 km/h para las secciones de 120 km/h es un asunto político constante. Hasta ahora no ha tenido éxito. Presión de grupos de residentes, ciclistas y peatones y de organizaciones por la seguridad vial para reducir los límites en zonas residenciales y escolares.
Irlanda		Todos los conductores son partidarios de subir los límites en autopistas. También se muestran partidarios de reducir los límites en zonas urbanizadas.
Noruega	La población cada vez se muestra más a favor de dispositivos de abordo que pongan freno al exceso de velocidad.	72% de la opinión pública opina que todas las autopistas deberían tener un límite de al menos 110 km/h (actualmente 90 km/h ó 100 km/h). 73% del público defiende un límite de 30 km/h para zonas residenciales. El 40% de la población cree que en todas las vías urbanas el límite debería ser de 30 km/h).
Portugal		Autopistas: según la encuesta SARTRE, el 37,7% de los conductores (2003) y el 47,2% de los conductores (2004) cree seguro aumentar el límite de velocidad. Las actitudes positivas se reducen en las zonas urbanas.

Reino Unido

Algunos conductores de camión preferirían que el límite de 40 mph para camiones de más de 7,5 toneladas pasar a 50 mph en vías rurales de una sola calzada. El gobierno se opone por motivos de seguridad: los camiones tienen una presencia desproporcionada en los choques con víctimas mortales o heridos graves. Algunas organizaciones de motoristas y automovilistas quieren aumentar el límite de velocidad a 80 mph (frente al límite actual de 70 mph). El gobierno se opone porque aumentaría el número de accidentes y víctimas mortales, las emisiones contaminantes y el ruido. Presión de organizaciones ciclistas, de peatones y ecologistas para reducir el límite de velocidad a 20 mph en vías urbanas y residenciales. Algunos defienden la aplicación de un límite de 20 mph en todas las ciudades, pero este límite sólo se aplica en vías residenciales. El gobierno se ha comprometido a alentar a las autoridades locales a introducir zonas de 20 mph y límites de 30 mph en los núcleos urbanos para mejorar la seguridad, la calidad de vida y reducir los efectos negativos en niños y ancianos. También hay presiones para reducir el límite de velocidad en vías rurales menores, actualmente sujetas al límite nacional de 60 mph (debería pasarse a un límite de 50 ó 40 mph). Las nuevas directrices del gobierno, publicadas en agosto de 2006, definen un nuevo enfoque para la definición de límites en vías rurales de una sola calzada a partir de una evaluación de distintos criterios, entre ellos: medioambiente, seguridad, calidad de vida, economía y movilidad. Se ha pedido a las autoridades revisar los límites en todas sus vías de categoría A y B para 2011.

República Checa	Casi toda la población es favorable al concepto de pacificación del tráfico.	Presión de conductores de automóvil, camiones y autocares para subir los límites. Presión de peatones y ciclistas para reducirlos.
Suecia	Aumenta la conciencia del peligro de la velocidad excesiva. Aumenta el número de partidarios de dispositivos como los sistemas ISA.	Presión de conductores de automóvil, camiones, autocares y comerciales para aumentar los límites en autopistas (de 110 a 120, ó 130 km/h). Presión de peatones y ciclistas para reducir el límite de 50 km/ a 30 km/h en vías urbanas locales y de distribución.

B.4. Medidas de imposición de los límites de velocidad: multas, puntos de penalización, retirada del permiso.

Tabla B.13. Multas y puntos de penalización relacionados con la velocidad excesiva (en 2004)

País	Exceso de velocidad	Cantidad de las multas en la divisa nacional	Puntos de penalización	Comentarios
Australia (Victoria)	1-9km/h 10-24km/h 25 - 34 km/h 35 - 44 km/h 45+km/h	AUS\$ 128 (EUR 80) AUS\$ 205 (EUR 128) AUS\$ 271 (EUR 170) AUS\$ 368 (EUR 231) AUSS\$ 440 (EUR 276)	1 3 4 6 8	Pérdida de 12 puntos de penalización = retirada del carné
Austria	+40km/h en ciudad o + 50 km/h zonas no urbanizadas Hasta 40-50 km/h	Variable, 72 a 2.180 Variable, hasta 762		Sin sistema de puntos de penalización
Canadá	10 20 30 40 50	Media de 13 jurisdicciones CDN 82 (15 - 158) [EUR 58 (11 - 112)] CDN 122 (30 - 230) [EUR 87 (21 - 163)] CDN 167 (40 - 300) [EUR 119 (28-213)] CDN 246 (75 - 560) [EUR 175 (53 -398)] CDN 343 (75 - 975) [EUR 244 (53 - 693)]	1(0-3) 2(0-3) 3(0-6) 4(2-6) 4(2-6)	Multas más altas en zonas de obras o escolares.

Corea	<ul style="list-style-type: none"> • < 20 km/h • 20-40 km/h • > 40 km/h 	<ul style="list-style-type: none"> • KRW 30 000 (EUR 24) • KRW 60 000 (EUR 48) (coches) • KRW 70 000 (EUR 56) (vehículos pesados)) • KRW 90 000 (EUR 71) (coches) • KRW 100 000 (EUR 79) (vehículos pesados) 	<ul style="list-style-type: none"> • 0 • 15 • 30
Dinamarca	<p>% por encima del límite</p> <p>Coches de pasajeros y motocicletas:</p> <ul style="list-style-type: none"> • <20% • 20-29% <p>Vehículos pesados, autobuses y vehículos con remolques:</p> <ul style="list-style-type: none"> • <30%: <p>Todos los vehículos en vías que no sean autopistas</p> <ul style="list-style-type: none"> • 50% recargo fijo • A velocidades >140 km/h: por 10 km/h de exceso <p>Todos los vehículos en autopistas con un límite de 100 Km/h o más</p> <ul style="list-style-type: none"> • 30-39% <p>A velocidades >140 km/h : por 10 km/h de exceso</p> <p>Todos los vehículos > 30%</p>	<ul style="list-style-type: none"> • DKK 500 (EUR 67) • DKK 1 000 (EUR 134) <ul style="list-style-type: none"> • DKK 1 000 (EUR 134) <ul style="list-style-type: none"> • DKK 500 multas. • + DKK 500 (EUR 67) <ul style="list-style-type: none"> • DKK 500 (EUR 67) • + DKK 500 (EUR 67) 	<p>Desde septiembre de 2005 ha estado en vigor un sistema de 3 puntos de penalización. Se aplica a infracciones graves del código de circulación, incluyendo excesos del límite de velocidad de más del 30%. Una infracción de este tipo supone el registro de un punto en el permiso de conducir. Si se reúnen 3 puntos en un plazo de tres años se pierde condicionalmente la licencia.</p> <p>Los motoristas que tengan su permiso desde hace menos de 3 años tendrán una suspensión si reúnen 2 puntos de penalización en ese periodo.</p>

1 punto

ANEXO B: RESUMEN DE RESPUESTAS AL CUESTIONARIO

Estados Unidos	km/h (mph):	Las multas no superan los 25-1 000 \$	< 24 km/h (15 mph): Las multas y puntos de penalización por exceso de velocidad varían según estado.
Ejemplo: Florida	0-8 (0-5)	Aviso	3 puntos
	10-14 (6-9)	USD 25 (EUR 21)	> 24 km/h: 4 puntos
	16-23(10-14)	USD 100 (EUR 84)	Véase
	24-31 (15 a 19) 32 - 47 (20 a 29)	SD 125 (EUR 105)	Velocidad no legal con resultado de accidente: 6 puntos
	>48(>30)	USD 150 (EUR 126)	Multas dobles en zonas escolares y obras
		USD 250 (EUR 209)	Conducción temeraria:
			4 puntos
			Carreras en vías públicas: 3 puntos

Finlandia	1 - 20 km/h 30-40 km/h	Ligera multa fija o aviso Multas fijadas por salario	Sin sistema de puntos de penalización	
Francia	1 - 19 20-29 30-39 40-49 50+ (sin reincidencia) 50+ (con reincidencia en un plazo de 3 años)	<ul style="list-style-type: none"> • EUR 68* • EUR 135** • EUR 135** • EUR 135** • EUR 1 500** • EUR 3 750 	1 2 3 4 6*** 	* Reducido a EUR 45 si se paga en un plazo de 2 semanas. La multa es de 135 euros en zonas urbanas con límite <50 km/h (reducida a 90 euros si se paga en un plazo de 2 semanas) ** Reducido a 90 euros si se paga en 2 semanas. *** Máximo de puntos posibles = 12. Conductores novedes = 6.
Grecia	<ul style="list-style-type: none"> • 1-20 km/h • 20 -39 km/h • 40 km/h +, o por encima de los 140 km/h en autopistas, 130 km/h en autovías, 120 km/h en otras vías 	<ul style="list-style-type: none"> • EUR 30 • EUR 60 • EUR 150 + 	Sin sistema de puntos de penalización	

ANEXO B: RESUMEN DE RESPUESTAS AL CUESTIONARIO

Holanda	<10km/h 11 -15 km/h 16-20 km/h 21 -25 km/h 26 - 30 km/h 31-35 km/h 36-40 km/h >40 km/h en autopistas, >30 km/h en otras vías >50km/h	Autopistas / Otras vías / Obras EUR 170/240/ Infracción registrada * Retirada del permiso	Aún no aplicable	* Posible emplazamiento judicial, en función del número y gravedad de las infracciones anteriores.
Irlanda	Sin especificar.	Multas administrativas: 80 € si se pagan en un plazo de 28 días desde la infracción; 120 € si se pagan entre 29 y 56 días. Por condena ante tribunal, hasta 800 €	2 si se paga una multa. 4 si hay condena	
Islandia	<i>Con límite de 90:</i> 21-30 km/h 31-40 km/h 41-50 km/h >51 km/h	• EUR 410 • EUR 540 • EUR 675 • EUR 810-945	1 2 3 4	Y 1 mes de retirada del permiso Y 2-3 meses de retirada del permiso
Japón		Hasta 100.000 (EUR 724)	De 1 a 12	
México	Sin especificar	MXN 2.260 (EUR 35) para la primera infracción	Sin sistema de puntos de penalización	
Polonia	• <10km/h • 6-10km/h • 11-20km/h • 21-30km/h • 31-40km/h • 41-50km/h • >50km/h	• <50PLN(EUR13) • 50-100 PLN (EUR 13-26) • 100-200 PLN (EUR 26-51) • 200-300 PLN (EUR 51-77) • 300-400 PLN (EUR 77-103) • 400 - 500 PLN (EUR 103-128)	• 1 • 2 • 4 • 6 • 8 • 10	
Portugal	• <30 • >30 <60 • >60	• EUR 60-300 • EUR 120-600 • EUR 240-1200	Sin sistema de puntos de penalización	

ANEXO B: RESUMEN DE RESPUESTAS AL CUESTIONARIO

Reino Unido	Sin especificar	GBP 60 (EUR 88). Según la gravedad revisión ante tribunal. Multas hasta 1000 GBP (EUR 1.470) y 2500 GBP (EUR 3.680) si se está en autopista.	3 Si se va a juicio, de 3 a 6	
República Checa (2006)	• zonas urbanas <=20 km/h, zonas rurales <=30 km/h • zonas urbanas >20 km/h, zonas rurales >30km/h • zonas urbanas >40 km/h, zonas rurales >50km/h	CKR 1 500 - 2 500 (EUR 50-90) CKR 2 500 - 5 000 (EUR 90-175) CKR 5 000 - 10 000 (EUR 175-375;)	2 3 5	Sistema de puntos de penalización en vigor desde el 1 de julio de 2006. Puntos en total: 12
Rusia	• 10-20km/h • 20-40km/h • 40-60km/h • >60km/h	• 1/2 nivel de salario mínimo (50 rublos - EUR 1.50) o aviso • 1 nivel de salario mínimo (100 rublos- EUR 3,0) • 1-3 nivel de salario mínimo (100-300 rublos - 3-9€) • 3-5 nivel de salario mínimo (300-500 rublos - 9-15 €) o retirada del permiso según decisión judicial	Sin sistema de puntos de penalización	El nivel de salario mínimo utilizado para las multas se estableció por la Ley federal en 100 rublos (2,90€)

ANEXO B: RESUMEN DE RESPUESTAS AL CUESTIONARIO

Suecia	1-10 km/h 11-15km/h 16-20km/h 21 - 25 km/h 26 - 30 km/h 31-35 km/h 36 - 40 km/h 41-50 km/h 51 +km/h	Límite de velocidad <50 km/h SEK (EUR) 1000(106) 1 200 (127) 1 400(148) 1 600(169) 1 800 (190) 2 000(211) 2 000(211) p* p*	Sin sistema de puntos de penalización	* referente a las columnas 3 y 4: P = Procesamiento En caso de procesamiento la multa se fija en función del salario anual y del exceso de velocidad.
		> 50 km/h SEK (EUR) 800 (84) 1 000 (106) 1 200 (127) 1 400 (148) 1 600(169) 1 800 (190) 2 000(211) 2 000(211) p*		

Suiza	1 -5 km/h 6-10 km/h 11-- 15 km/h 16--20 km/h 21--25 km/h	Vías urbanas /Vías rurales /Autopistas: SF 40 / 40 / 20 - EUR 26/26/13 SF 120 /100 / 60 - EUR 77 / 64 / 39 SF 250 / 160 /120 - EUR 161 /103 / 77 P*/240/180-EURP/155 116 P/P/260-EURP/P/168	Sin sistema de puntos de penalización	Referente a las columnas 3 y 4: P = Procesamiento.
--------------	--	--	---------------------------------------	--

Tabla B.14. Suspensión o retirada del permiso de conducción u otras sanciones

País	Exceso de velocidad, km/h u otros criterios (especificados)	Duración de la suspensión o retirada	Otra sanción	Comentarios
Australia (Victoria)	25 - 34 km/h	1 mes		
	35 - 44 km/h	6 meses		
	45 +km/h	12 meses		
Austria	+40 km/h en ciudad o +50 Km/h fuera de zonas urbanizadas	Primera vez: 2 semanas 2 ^a vez en 2 años: 6 semanas 3 ^a vez en 2 años: 3 meses	A partir de la segunda vez se puede ordenar la formación.	
Canadá	Puntos de penalización 10-15 (6, durante el periodo de prueba de los nuevos conductores)	Primera suspensión: 1 a 3 meses Siguientes: 2 a 6 meses		Algunas jurisdicciones imponen periodos de suspensión más amplios para infractores frecuentes
Corea		Suspensión durante 1 año Retirada durante 1 año Retirada durante 2 años Retirada durante 3 años		<ul style="list-style-type: none"> • Suspensión del permiso si se cree necesario a partir del día en que la licencia reúne más de 40 puntos. • Retirada del permiso: - Base para anulación por exceso de puntos acumulativos de penalización.
	Puntos de penalización >40 120 200 270			

ANEXO B: RESUMEN DE RESPUESTAS AL CUESTIONARIO

Dinamarca	% por encima del límite Para automóviles y camiones ligeros sin remolque: > 60% Para vehículos de carga pesada, autocares, vehículos con remolque y similares: > 40% (> 60% en zonas de 30 km/h)	Primera infracción: Suspensión condicional de la licencia durante 3 -5 años. Se sigue teniendo derecho a conducir. Siguientes infracciones: Retirada de la licencia durante 6 meses a 10 años o permanente. Primera infracción en 3 años a partir de la obtención del permiso: Una prohibición general de conducir sustituirá a la suspensión del permiso	Primera y siguientes infracciones: Necesario superar un examen de conducir para recuperar el permiso. Primera infracción en 3 años a partir de la obtención del permiso: Formación especial y examen de conducir supervisado.
Estados Unidos Ejemplo: Florida	Puntos de penalización 12 en 1 año 18 en 18 meses 24 en 2 años	Máximos 30 días 3 meses 1 año	Puede asistir a un curso de perfeccionamiento en lugar de perder puntos.
Finlandia	30-40	Por repetir infracciones: Retirada durante 6 meses máximo. Retirada de licencia tras 3 infracciones en el mismo año o 4 infracciones en 2 años. Conductores noveles: retirada tras 1 infracción. Exceso muy alto: retirada tras 1 infracción. Duración de la retirada: mínimo 1 mes, dependiendo de la gravedad del exceso de velocidad.	
Francia	>30	Retirada de la licencia hasta 3 años	50 km/h con reincidencia en 3 años: Hasta 3 meses de prisión
Grecia	40 +, o superando los 140 km/h en autopistas, 130 en autovías, 120 en otras vías		Opción de ganar puntos con formación voluntaria

Holanda	Depende del tipo y número de condenas anteriores.	Ha habido un debate sobre medidas educativas para infractores. Se ofrecería a los infractores graves o reincidentes elegir entre un largo periodo de retirada del permiso o uno más corto tras seguir un curso formativo sobre exceso de velocidad y seguridad vial. No se han tomado decisiones. Una evaluación hecha sobre un curso de este tipo no ofreció resultados claros. "Brouwer, F. & Heidstra, J. (1998). Educatieve Maatregel Snelheid. Evaluatierapport. Amsterdam: Dienst Verkeerspolitie Amsterdam." (en holandés).
----------------	---	--

Irlanda	Puntos de penalización > 12 en un periodo de 3 años	Retirada del carné durante 6 meses.	
Islandia	Puntos de penalización >12 en un periodo de 3 años	Retirada del carné.	
Japón	Sin especificar.	2 años máximo	Hasta 6 meses en prisión
México	<ul style="list-style-type: none"> • 2º infracción • 3º infracción 	<ul style="list-style-type: none"> • Suspensión durante 6 meses • Cancelación definitiva 	
Polonia	Basado en puntos de penalización: Sin especificar. 20 ó 24	<p>Retirada del permiso:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Los conductores que tengan el permiso desde hace menos de 1 año y con más de 20 puntos de penalización, deberán superar un nuevo periodo formativo y un examen escrito para renovar la licencia. 2. Los conductores que tengan permiso desde hace más de un año y acumulen más de 24 puntos: deberán superar examen escrito y práctico sin asistir a un curso formativo. 	Los puntos de penalización también se adjudican para infracciones no relacionadas con el exceso de velocidad.

ANEXO B: RESUMEN DE RESPUESTAS AL CUESTIONARIO

Portugal	> 30 <60 km/h > 60 km/h	1 mes a 1 año 2 meses a 2 años	Formación obligatoria; Cooperación en campañas de seguridad vial.	
Reino Unido	Puntos de penalización 12 en un periodo de 3 años	Inhabilitación automática.	Sin especificar.	Las notas de sanción por exceso de velocidad se mantienen en la licencia durante 4 años a partir de la sanción
República Checa	<ul style="list-style-type: none"> • zonas urbanas <=20 km/h, zonas rurales <=30 km/h • zonas urbanas >20 km/h, zonas rurales >30 km/h • zonas urbanas >40 km/h, zonas rurales >50 km/h 	<ul style="list-style-type: none"> • 1 a 6 meses • 6 meses a 1 año 	No.	
Rusia	> 60 km/h	2-4 meses, según decisión del tribunal		
Suecia	<ul style="list-style-type: none"> > 20 km/h > 20 en una zona con límite de 30 km/h > 30 en una zona con límite de 50 km/h. 	<ul style="list-style-type: none"> Si se reincide en 2 años: 2 meses como media. 2 meses a 1 año de retirada. 		<p>El exceso de velocidad que supone acción judicial suele traducirse en la suspensión del permiso de conducir durante cierto tiempo.</p> <p>Si la retirada del permiso supera los 12 meses, el conductor debe superar un nuevo examen de conducir.</p>
Suiza	<ul style="list-style-type: none"> Vías urbanas/ Vías rurales/Autopistas 16-20/ 21-25/ 26-30 km/h 21-25/26-30/31-35 km/h >25/>35/ > 35 km/h 	<ul style="list-style-type: none"> Tras la primera infracción Aviso Retirada de la licencia por 1 mes como mínimo Retirada de la licencia durante 3 meses como mínimo 	<ul style="list-style-type: none"> Puede obligarse a asistir a un curso de conducción (de unas 8 horas) a los conductores infractores o que necesitan mejorar su formación. También se pueden aplicar otras medidas como avisos, retirada de la licencia o restricciones de circulación. 	<ul style="list-style-type: none"> Tras nuevas infracciones graves o muy graves, el periodo mínimo de pérdida del permiso se amplía por fases. Con 3 infracciones muy graves o 4 graves en 10 años, el permiso se retira durante 2 años como mínimo. Si un conductor ha tenido una retirada de este tipo y vuelve a cometer otra infracción, perderá definitivamente la licencia.

Multas por exceso de velocidad (véase la tabla B.15)

Quince países ofrecieron información sobre el número de multas o citaciones por exceso de velocidad emitidas en los últimos años, junto con el número de conductores con permiso. Las tasas resultantes de citas anuales por exceso de velocidad por conductor con permiso iban de 0,019 a 0,610. En otras palabras, el número de multas emitidas equivalía a entre el 1,9 y el 61% de los conductores con permiso (sin tener en cuenta los conductores con infracciones múltiples en un mismo año).

Algunos países tenían unas tasas anuales de entre el 1,9 y el 4,1 por cien: Grecia, Japón, Portugal y Suecia. Cuatro países indicaron unas tasas por encima del 10% anual: Australia, Islandia, Corea y Holanda (para conductores de automóviles). Sólo Holanda ofreció datos por subgrupos: 0,61 para conductores de automóvil y 0,040 para motoristas.

Advertencia sobre la interpretación de los datos:

Los datos son indicativos sobre las tasas a las que se emitían las multas dentro de los países encuestados, pero no deberían utilizarse con fines comparativos. En concreto, los datos no dejan lugar para inferencias sobre el comportamiento en términos de exceso de velocidad comparativa en los distintos países, principalmente porque las diferencias entre políticas de imposición de la ley, intensidad de las medidas de imposición policiales y los niveles de imposición automática supondrán tasas de citación fundamentalmente distintas. Estos cambios paulatinos dan problemas para hacer comparaciones anuales, incluso dentro de un mismo país. Además de esto, los datos recopilados pertenecen a años distintos.

Tabla B.15. Multas por exceso de velocidad

País	Categoría de vía	Tipo de vehículo	Año	Número de citaciones por exceso de velocidad (multas) por año	Número de conductores con permiso en el país por tipo de vehículo	Multas por exceso de velocidad por año por conductor con carné
Australia (Victoria)	Todas	Todos	2003	1.123.881	3.400.000	0,33
	Todas	Todos los vehículos comerciales y motocicletas	2001 a 2004	7 de 13 provincias y territorios respondieron a esta pregunta. Totales nacionales no disponibles. No disponible No disponible	En 2003: 2.1436.000 961.352 774.362	Media de 7 respuestas: 0,075 Alcance: 0,029 -0,164
Canadá						
Corea	Todas	Todos	2002	9.910.998	21.223.010	0,46
Estados Unidos	Todas	Todos	2001	13.308.880	191.000.000	0,07
Finlandia	Todas	Todos	2003	174.000	3.289.362	0,053
Francia	Todas	Todos	2005	1.639.735 (por la policía/gendarmería) 4.257.541 (cámaras automáticas)	-30.000.000	0,16
Grecia	Todas	Todos	2000	90.122	4.692.925 para todos los tipos	0,019

ANEXO B: RESUMEN DE RESPUESTAS AL CUESTIONARIO

Holanda	Todas	Todos	2002	- 7.000.000. En aprox. el 12% de los casos se detiene e identifica al conductor. En otros casos, se multa administrativamente al titular de la matrícula.	~ 9.800.000 No disponible - 1.300.000	0,61 0,04
		Todos los coches de pasajeros, vehículos comerciales y motocicletas	2002		~ 6.000.000	
			2002		- 900.000	
			2002		- 50.000	

Islandia	Todas	Todos	2003	~ 26.000	'-170.000	0,15
Japón	Todas	Todos	2002	2.600.623	76.533.859	0,034
México	Vías federales		Enero - Agosto 2004	13.595	328314 licencias para servicio público federal	0,041
Noruega	Todas	Todos	2003	- 160 500	2.870.651	0,056
Polonia	Todas				821.032 Hay, al menos 10.000.000 permisos nuevos o renovados, sin incluir permisos emitidos antes del 30.04.1993.	Sobre esta base < 0,082
		Todos	2003			
Portugal	Todas	Todos	2003	163.900 ~ 4.000.000		0,041
Reino Unido	Todas			1.786.600 sanciones fijas 127.100 infracciones declaradas culpables ante un tribunal Total: 1.913.700	- 28.000.000 (por confirmar)	-0,058
		Todos	2005			

ANEXO B: RESUMEN DE RESPUESTAS AL CUESTIONARIO

Rusia	Todas		360.000 sanciones por superar los 60 km/h Unas 6.000.000 infracciones de velocidad durante la primera mitad de 2003	
Suecia	Todas	Todos	2003	153.000 5.693.000 5.675.000 ~ 700.000 3.030.000
Suiza	Todas	Todos	2003	Datos sólo disponibles de cantones. —

LECTURAS RECOMENDADAS

La bibliografía que aparece a continuación completa la lista de referencias presentada al final de cada capítulo y que se citan de forma directa en este informe.

Aron M., M.-B. Biecheler y J.-F Peytavin (1999), *Temps intervéhiculaires et vitesses : quels enjeux de sécurité sur l'autoroute ?* RTS N.º 64, julio-septiembre de 1999.

Automotive News (2003), (Byline: Edmund Chew) *Automotive News Europe Congress: Shift to by-wire systems is delayed, Bosch says.* Automotive News, Detroit, 23 de junio de 2003. <http://europe.autonews.com/article.cms?articleId=52895>

Automotive News (2003) (Byline: Edmund Chew) "Automotive News Europe Congress: Shift to by-wire systems is delayed, Bosch says." *Automotive News*, Detroit, 23 de junio de 2003. <http://europe.autonews.com/article.cms?articleId=52895>

Barlow, T. (1995), *MODEM Emissions Model Computer Programme - Users Manual - Version 2.01.* Transport research laboratory, Crowthorne, Berkshire.

Bavoux, J., F. Beaucire, L. Chapelon y P. Zembri (2005), *Géographie des transports.* Armand Colin, París.

Biecheler M.-B y J.F. Peytavin (2001), *La pratique des vitesses en France de 1986 à 1998 : évolution sur les différents réseaux.* TEC n.º 165, mayo de 2001.

Brook-Carter, N., A.M. Parkes, P. Burns y T. Kersloot (2002), *An investigation of the effect of an urban adaptive cruise control (ACC) system on driving performance.* 9th World Congress on Intelligent Transport Systems, Chicago, Illinois, 14-17 octubre de 2002. ITS America, Washington DC.

Cambon de Lavalette, B., C. Tijus, S. Poitrenaud, y C. Leproux (2001), *Incidences de l'information sur les durées de parcours sur la circulation des voies rapides urbaines. Une approche exploratoire.* Convention DSCR.

Carsten, O y M. Fowkes, (2000), *External Vehicle Control: Executive summary of project results,* Institute of Transport Studies, Universidad de Leeds, Leeds.

Carsten, O., M. Fowkes y F. Tate (2001), *Implementing Intelligent Speed Adaptation in the United Kingdom: Recommendations of the EVSC Project,* Institute of Transport Studies, Universidad de Leeds, Leeds.

Casey, S.M. y Lund, A.K. (1987), *Three field studies of driver speed adaptation.* Human Factors, 29, 5.

CERTU/INRETS (2001), *Etude des systèmes automatiques de contrôle-sanction des infractions routières : rapport de synthèse sur les pratiques Internationales.* CERTU, Lyon.

Cohen S. (2000), *Exploitation et télématique routière. Eléments d'évaluation socio-économiques.* Les collections de l'INRETS.

CROW (1998), *Recommendations for traffic provisions in built-up areas - ASVV,* Países Bajos.

CROW, (2004), *Richtlijn essentiële herkenbaarheidkenmerken van weginfrastructuur: wegwijzer voor implementatie. (Essential characteristics of road infrastructure for recognition: guideline for implementation).* Publicación N.º 203. CROW kenniscentrum voor verkeer, vervoer en infrastructuur, Ede. [en holandés]

LECTURAS RECOMENDADAS

- Dang, J.N. (2004), *Preliminary results analyzing the effectiveness of electronic stability control (ESC) systems*. Evaluation Note DOT HS 809 790. US National Highway Traffic Safety Administration, Washington, <http://www.safercar.gov/cars/rules/regrev/evaluate/809790.html>
- Denton, G.G. (1967), *The effect of speed and speed change on drivers' speed judgement*. RRL report LR 97.
- Denton, G.G. (1972), *The art of illusion in road safety*. Redlands Record, 32.
- Department of the Environment, Transport and the Regions (DETR) 2000, *New Directions in Speed-Management - A Review of the Policy*. DETR, Londres.
- Diamantopoulou, K., M. Cameron, D. Dye y W. Harrison (1997), *The relationship between demerit points accrual and crash involvement*. Monash University Accident Research Centre, Victoria, Australia.
- DIATS (Deployment of Interurban ATT Test Scenarios) (1999), RO-96-SC.301 Deliverable n° 10-12 (simulación) n° 15 Sécurité et n° 17: Evaluation.
- Duhamel, M. (1996), *Un demi-siècle de signalisation routière*. Presses de l'ENPC, París.
- Eggleson, H.S., N. Gorisssen, R. Joumard, R.C. Rijkeboer, Z. Samras y K.H. Zierock (1989), *Corinair Working Group on emission factors for calculating 1990 emissions from road traffic. Volume 1: Methodology and emissions factors*. Comisión de las Comunidades Europeas, Contract No. 88/6611/0067, EUR 12260 EN.
- Elliott, M.A., V.A. McColl, y J.V. Kennedy (2003), *Road design measures to reduce drivers' speed via 'psychological' processes: A literature review*. TRL Report 564. TRL, Crowthorne.
- Elvik, R. (2001), "Area-wide urban traffic calming schemes; a meta-analysis of safety effects." *Accident Analysis and Prevention*, 33, 327-336.
- Ervin, R., S. Bogard, y P. Fancher (2000), *Exploring Implications of the Deceleration Authority of Adaptive Cruise Control for Driver Vigilance*. Proceedings of ITS World Congress, Turín.
- Fancher, P. y Ervin, R. (1998), "Adaptive Cruise Control Field Operational Test." *UMTRI Research Review*, octubre-diciembre de 1998.
- Fancher, P., Baraket, Z., y R. Ervin (2001), "Human-Centered Design of an ACC-with-Braking and Forward-Crash-Warning System", *Vehicle Systems Dynamics* 2001, 36, 2-3, 203-223, publicado por Swets and Zeitlinger, Países Bajos.
- Fancher, P., Z. Baraket, H. Peng, K. Lee, C. Assaf y R. Ervin (2002), *Research on Desirable Adaptive Cruise Control Behavior in Traffic Streams*. Report no. UMTRI-2002-16. Transportation Research Institute, Universidad de Michigan, Ann Arbor.
- Forschungsgesellschaft Fiir Strassen- Und Verkehrswesen E.V. (1988), *Arbeits-Gruppe Strassenentwurf 1998 Merkblatt fur die Anlage von kleinen Kreisverkehrsplätzzen*. FGSV.
- Forschungsgessellschaft Fiir Strassen Und Verkehr (2000), RVS 3.44 *Kreisverkehr auf Freilandstrassen*. FGSV.
- General Motors Corp. (2005), *Automotive Collision Avoidance System Field Operational Test*. Final Program Report. Report no. DOT HS 809 886. National Highway Traffic Safety Administration, Washington, mayo 2005.
- Glazduri, V. (2004), "Performance Tests of Two ACC-Equipped Vehicles: 2000 Mercedes-Benz S500, 2002 Lexus LS43", *Technical memorandum TMVS 0401*, Road Safety and Motor Vehicle Regulation, Transport Canada.

LECTURAS RECOMENDADAS

- Hammarstrom U. y B. Karlsson. (1987), *Veto - a computer program for calculation of transport costs as a function of road standard*, Swedish Road and Transport Institute VTI.
- Horswell, M. y Coster, M. (2002). "The effect of vehicle characteristics on drivers' risk-taking behaviour", *Ergonomics*, 45, 2, 85-104.
- Jost, P., D. Hassel, F.J.Weber, y K.S. Sonnbom (1992), *Emission and fuel consumption modelling based on continuous measurements*. Deliverable. No. 7, EU DRIVE project V 1053. Modelling of emissions and consumption in urban areas - MODEM.
- KLOAS (1993), Vergleichende Auswertungen von Haushaltsbefragungen zum Personennahverkehr (KONTIV 1976, 1982,1989) DIW Berlín.
- Lee, J. (1995), *Human Factors in Information Processing During Driving: Effect of Eye-Level on Cognitive Load and Speed Control*, PH.D. dissertation. Universidad de Iowa, ciudad de Iowa.
- Lynam D y M. Taylor (2000), *The effects of drivers' speed on the frequency of road accidents*. TRL report 421.
- Lynam D y M. Taylor (2001), "Managing vehicle speeds for safety: Why? How?" *Traffic Engineering & Control* (2001), 42(7).
- Lynam D y M. Taylor (2001). "The speeds of vehicles which are involved in fatal accidents", *Traffic Engineering & Control* (2001) 42(2).
- Lynam D. y M. Taylor (2002). *The relationship between speed and accidents on rural single-carriageway roads*, TRL report N°511.
- Lynam D y M. Taylor (2004), *Developing a speed management assessment framework for rural single carriageways*. PPR025, TRL.
- Martens, M., S. Comte y N. Kaptein (1997), The effects of road design on speed behaviour - a literature review. MASTER Deliverable D1, Centro e Investigación Técnica de Finlandia VTT, Espoo.
- Matthews, M.L. (1978), "A field study of the effects of driver's adaptation to automobile velocity", *Human Factors*, 20, 6, 709-716, Baltimore, EE.UU.
- Mignard, J.L. y J. Nouvier (1996), *Les relations entre la signalisation et la gestion du trafic*. Revue Générale des Routes et Aérodrome, noviembre de 1996.
- Minderhoud, M. y P. Bovy, (1999), *Impact of Intelligent Cruise Control on Motorway Capacity*. Transportation Research Record 1679, Transportation Research Board - National Research Council, Washington.
- Ministry for Transport and Water Management (1998), *Through Roads in Small Centres*. Países Bajos.
- National Highway Traffic Safety Administration (2005), *Event Data Recorder (EDR) Applications for Highway Safety*; <http://www-nrd.nhtsa.dot.gov/edr-site/index.html>
- Nijen Twilhaar, D., I. van Schagen y B. Kassar. (2000), *Making In-Vehicle Monitoring Systems work*. CD-Proceedings of the Fifth International Conference on Health, Safety and Environment in oil and gas exploration and production. SPE paper 61089. Stavanger, junio de 2000. Society of Petroleum Engineers.
- Nouvier, J. (2002), *Telematics and road safety*. ATEC, París.
- Nouvier, J y A. Canel (2004), *Towards renewing the enforcement system in France*. Proceedings of the ITS World Congress, Nagoya (Japón) en 2004.

LECTURAS RECOMENDADAS

- Nouvier, J. y M. Duhamel-Herz. *La signalisation routière en France de 1946 a nos jours* AMC éditions, París 1998.
- Nouvier, J. (2002), *Telematics and road safety: the French approach*. Proceedings of the ITS World Congress, Chicago, 2002.
- Nouvier, J., M. Aron y M. Marchi (2001), *La télématique au service de la maîtrise des vitesses*. Revue Générale des Routes et des Aérodromes, París.
- Pérez Diaz, C. (1998), *Jeu avec des règles pénales. Cas des contraventions routières*. L'Harmattan éditeur, París.
- Poulit, J. (1995). *Le territoire des hommes*. París.
- Recarte, M.A. y L.M. Nunes, (2002), "Mental load and loss of control over speed in real driving. Towards a theory of attentional speed control", *Transportation Research*, Part F, 5, 111-122.
- RGRA (Revue Générale des Routes et Aérodromes): numéros spéciaux signalisation. Diciembre de 1988, septiembre de 1992, octubre de 1995.
- Robertson, S.A. y H.A. Ward (1998), *Valuation of non-accident impacts of speed*. MASTER Working Paper 1.2.2
- Robertson, S.A., H.A.Ward, G Marsden, U. Sandberg y U. Hammerstrom (1998), *The effect of speed on noise, vibration and emissions from vehicles*. MASTER Working Paper 1.2.1
- Saad, F. (1983), *Perception et contrôle de la vitesse en conduite automobile*. Cahier d'étude ONSER N°59.
- Schagen, I. van y T. Janssen (2000), *Managing road transport risks — sustainable safety in the Netherlands*. IATSS Research, 24 (2), p. 18-27.
- Schagen, I. van, F.C.M. Wcgman y F. Roszbach (2004), *Veilige en geloofwaardige snelheidslimieten (Safe and credible speed limits)*. Report R-2004-12. SWOV Institute for Road Safety Research, Leidschendam (NL) [escrito en holandés con una reseña en inglés].
- Schmidt, F. y J. Tiffin (1969), *Distortion of drivers' estimates of automobile speed as a function of speed adaptation*. Journal of Applied Psychology, 53, 6, 536-539.
- Tate, F. (1997), *Implementation Scenarios* Deliverable 6 of EVSC Project, Institute for Transport Studies, Universidad de Leeds, Reino Unido.
- TemaNord (1996), *Road Traffic Noise - Nordic Prediction Model*. TemaNord 1996:525, Nordic Council of Ministers, Nordic Publishing House (available from CE Fritzes AB, Estocolmo).
- TierOne (2003), *Adaptive Cruise Control Market & Technology Report* (excerpt). <http://www.tierone.com/accmtreceipt.html>.
- Tingvall, C. y N. Howarth (1999), *Vision Zero: an ethical approach to safety and mobility*. The 6th Institute of Transport Engineers International Conference on Road Safety and Traffic Enforcement: Beyond 2000. Melbourne 1999.
- TRB (1998), *Managing speed; review of current practice for setting and enforcing speed limits*. Special report 254. Transportation Research Board (TRB). National Academy Press, Washington D.C.
- Trivector (1996), *Buller VAG 8.5*. Software produced by Trivector AB, Lund, Suecia.

LECTURAS RECOMENDADAS

- TRL (2003), *Drivers' speed via 'psychological' processes: A literature review*. TRL report 564. Transport Research Laboratory, Crowthorne.
- TRL (2005), *The performance of safety cameras in London*. TRL PPR027.
- Tyler M.C., A. Buraya y J.V. Kennedy (2002), *The relation between speed and accidents on rural single-carriageway roads*, TRL Report 511, TRL, Crowthorne.
- Van Arem, B., Hogema, J., Vanderschuren, M. y Verheul, C. (1995) *An assessment of the impact of autonomous intelligent cruise control*. Report no. 17A, INRO-VVG.
- van Leeuwen, J. J. A.; Manvell, D. y Nota, R. (1996), *Some Prediction Models for the Calculation of Traffic Noise in the Environment*, Proceedings of Inter-Noise 96, Liverpool, Reino Unido (pp 3139-3142).
- Varhelyi, A., (1996) *Dynamic Speed Adaptation based upon Information Technology: A theoretical background*, Bulletin 142 Dept. of Traffic Planning and Engineering, University of Lund, Suecia.
- Varhelyi, A., Hjalmdahl, M. Risser, R. Draskoczy, M. y C. Hyden. (2002) *The effects of large scale use of active accelerator pedal in urban areas*. In: proceedings of the 15th workshop of the International Cooperation on Theories and Concepts in Traffic Safety ICTCT, Brno, República Checa, 23-25 de octubre de 2002, p. 235-241.
- Veyre G. y F. Chanteclair (1998). *Le plan vitesse: un programme d'actions contre les vitesses excessives inadaptees*. RGRA n°768, diciembre de 1998.
- Vis, A.A., A. Dijkstra y M. Slop (1992), *Safety effects of 30 km/h zones in The Netherlands*. Accidents Analysis and Prevention, 24, 75-86.
- Zarean M., M. Robinson y D. Warren (2000), *Applications of variable speed limit systems to enhance safety*, ITS World congress, Torino, 2000.

APÉNDICE

MIEMBROS DEL GRUPO DE TRABAJO

Director: Jacques Nouvier (Francia)

Alemania	Roland WEBER BASt
Australia	Eric HOWARD VicRoads
Canadá	James WHITE Transport Canada
	Vittoria BATTISTA Transport Canada
CEMT	Sophie FOUVET
Centro de Investigación del Transporte OCDE/CEMT	Veronique FEYPELL-DE LA BEAUMELLE John WHITE
Corea	Sangin HAN Instituto Coreano de Transporte Nakmoon SUNG Instituto Coreano de Transporte
Estados Unidos	Beth ALICANDRI Administración Federal de Carreteras Davey WARREN Administración Federal de Carreteras
Finlandia	Juha VALTONEN Ministerio de Transporte y Comunicaciones
Francia	Patrick LE BRETON SETRA Jacques NOUVIER CERTU Farida SAAD INRETS Hubert TREVE CERTU
Fundación FIA Grecia	Rita CUYPERS Panos PAPADAKOS Comité Nacional para la Seguridad Vial

Holanda	Ingrid van SCHAGEN SWOV
Hungría	Peter HOLLO KTI
Islandia	Rognvaldur JONSSON Administración Islandesa de Carreteras
Noruega	Richard MUSKAUG Administración de Carreteras
Portugal	Isabel BRITES Dirección General de Tráfico
Reino Unido	Adrian WADDAMS Departamento de Transportes Mark MAGEE Departamento de Transportes Heather WARD Universidad College of London
República Checa	Jaroslav HEINRICH CDV
Suecia	Mathias WARNHJELM Administración Sueca de Carreteras

Miembros del comité editorial: Veronique Feypell-de La Beaumelle (OECD/ECMT), Jaroslav Heinrich (República Checa), Richard Muskaug (Noruega), Jacques Nouvier (Francia), Ingrid van Schagen (Países Bajos), Hubert Treve (Francia), Fleather Ward (Reino Unido) y John White (OECD/ECMT). Además de Beth Alicandri (Estados Unidos), Vittoria Battista (Canadá), Eric Howard (Australia) y Jim White (Canadá) que contribuyeron de forma significativa a la redacción de este informe.

Se realizaron consultas a los siguientes expertos del campo automovilístico y de organizaciones de investigación: Daniel Augello (Renault), Emmanuel Bert (EPFL), Manfred Buck (DaimlerChrysler), Claude Caubet (SETRA), Edward Chung (EPFL), Joachim Scholten (BMW).

Además, queremos destacar la participación en la elaboración de este documento de varios miembros de la OCDE/CEMT, en especial Lorna WILSON, Jane MINOUX y Aline PLEZ.

GESTIÓN DE VELOCIDAD

El exceso de velocidad es el principal problema de seguridad en muchos de los países OCDE/CEMT. Es responsable de aproximadamente un tercio de las víctimas mortales en carretera, una cifra tristemente alta. El exceso de velocidad no sólo tiene impacto en los accidentes. También tiene consecuencias negativas para el medioambiente, el consumo energético y la calidad de vida, especialmente para los habitantes de zonas urbanas.

Una reducción de tan solo el 5% de la velocidad media en carretera ayudaría a evitar un 20% de las víctimas mortales. Hay experiencias positivas para reducir rápidamente el alcance del exceso de velocidad y, así, el número de víctimas mortales y heridos. Reducir el exceso de velocidad también reduciría los efectos negativos en el medioambiente y a nivel social, especialmente en las zonas urbanas.

Se necesitan medidas amplias, desarrolladas dentro de un conjunto de políticas de gestión de la velocidad coordinadas. ¿Qué ventajas tienen las mejoras en infraestructuras, los límites de velocidad, la señalización, educación y la aplicación de medidas de imposición? ¿Cuáles son los elementos más rentables de una política de gestión de la velocidad? ¿Cuáles son las perspectivas para el uso de nuevas tecnologías que fomenten la elección de una velocidad adecuada y que permitan un mejor cumplimiento de los límites de velocidad?

Este informe, elaborado por un Grupo de trabajo del Centro de Investigación sobre el Transporte de la OCDE/CEMT, afronta los problemas clave y subraya las mejoras políticas y operativas para reducir el exceso de velocidad. También presenta un marco para conseguir los mejores resultados posibles en materia de seguridad vial, al tiempo que se contempla la protección del medioambiente y la movilidad sostenible.

El informe es de lectura obligada para todos los interesados en los principales problemas relacionados con la velocidad. Estos problemas, muy extendidos en los países OCDE/CEMT, tendrán una presencia cada vez mayor en los países en vías de desarrollo a medida que aumenten sus niveles de motorización.