

6




Descripción y evidencias
científicas de la eficacia del
**Control inteligente
de velocidad**



FITSA

Fundación Instituto Tecnológico
para la Seguridad del Automóvil



El objetivo de esta línea de actuación de Fitsa es difundir la eficacia, científicamente probada, de las tecnologías de seguridad y protección ambiental –valores positivos– presentes en el automóvil.

Con ello se pretende poner en valor social y de mercado el conocimiento de estas tecnologías, induciendo así su demanda por parte de los ciudadanos en beneficio de su seguridad y del medioambiente, que es uno de los Objetivos Directores de las actuaciones de la Fundación.

En los trabajos de investigación y análisis han colaborado diversas entidades especializadas en los ámbitos tecnológicos concretos, y a quienes Fitsa expresa su reconocimiento.

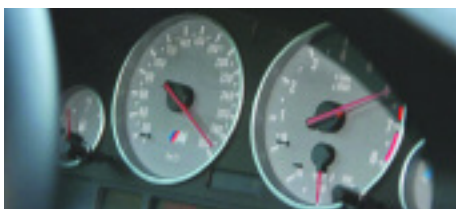
Descripción y evidencias científicas de la eficacia del control inteligente de velocidad



- La reducción de accidentes en España que se podría obtener con la implantación en los vehículos de un sistema de control inteligente de velocidad variaría entre aproximadamente el 10% y el 40%, dependiendo de la naturaleza del sistema (unos son más efectivos que otros).
- El número de accidentes mortales en las carreteras españolas podría reducirse en entre un 20% y un 65%, en tanto que los accidentes con heridos graves entre el 15% y el 50%.
- Utilizando el método de la disposición al pago para estimar el valor económico de la prevención de accidentes, la reducción de costes por accidentes se situaría en entre 1.000 millones de euros y 2.900 millones de euros, en función del tipo de sistema considerado.

Los dispositivos conocidos genéricamente con ISA (*Intelligent Speed Adaptation*) o Adaptación o Control Inteligente de la Velocidad son sistemas diseñados para proporcionar al vehículo y al conductor información sobre el límite de velocidad existente en cada punto de su recorrido. Por el momento se trata de sistemas en su fase de experimentación en la mayor parte de los casos, aunque su paso a la comercialización en masa podría darse en cualquier momento, dado el avanzado estado de madurez de la tecnología. La principal aplicación comercial de estos sistemas en la actualidad utiliza como soporte los sistemas de navegación o navegadores de conducción, algunos de los cuales ya cuentan en su cartografía con una base de datos de límites de velocidad, y son capaces de informar al conductor cuando se está sobrepasando el límite existente.

En cuanto a su filosofía de actuación, no hay un único planteamiento de diseño para el control inteligente de velocidad, ya que algunos sistemas únicamente se proponen facilitar al conductor información sobre la limitación de velocidad existente en cada tramo, mientras que otros han sido diseñados para actuar y adaptar la velocidad del vehículo de modo autónomo.



En este momento, salvo los limitadores de velocidad instalados de modo experimental o voluntario, no existe ningún dispositivo ISA realmente "inteligente" implementado de serie en los vehículos a la venta. Aunque muchos modelos ofrecen ya algún tipo de regulador o limitador de la velocidad, éstos tienen que ser activados y regulados por el conductor, y no se pueden considerar sistemas "dotados de inteligencia". Por lo general, los dispositivos inteligentes forman parte de proyectos de investigación financiados, total o parcialmente, por las administraciones públicas, con el objetivo básico de adquirir conocimientos sobre la influencia y la aceptación por parte de los conductores en relación con los diferentes dispositivos de información y/o control de velocidad máxima de circulación.

Las principales iniciativas desarrolladas hasta el momento en relación con estos dispositivos están localizadas fundamentalmente en el continente europeo, y el proyecto más importante llevado a cabo hasta el momento ha sido el realizado en Suecia entre 1999 y 2002, en las ciudades de Umeå, Borlänge, Lund y Lidköping, con la participación de casi 5.000 vehículos y aproximadamente 10.000 conductores. Holanda, Bélgica y Reino Unido son otros de los países en donde se ha experimentado esta tecnología. La Generalitat de Cataluña también ha participado, en colaboración con la empresa de ingeniería INTRA, en un proyecto de investigación europeo: el proyecto PROSPER.

Los diferentes tipos de sistemas ISA

A tenor del modo en que la información sobre el límite de velocidad se utiliza durante la conducción, los dispositivos de Control Inteligente e Velocidad - ISA son clasificados de la manera siguiente:

- Informativo: el ISA informa al conductor acerca del límite de velocidad, no actuando de manera activa sobre ninguno de los elementos de regulación de la velocidad del vehículo.
- Voluntario: el dispositivo ISA interviene sobre alguno de los elementos de control de la velocidad del vehículo (por ejemplo, el acelerador activo), pero el conductor puede optar por desactivarlo temporal o permanentemente.
- Obligatorio: el dispositivo ISA es el encargado de controlar activamente la velocidad del vehículo, actuando sobre el motor o el sistema de frenos, e independientemente de las acciones del conductor.

Y, en función del modo en que se determina el límite de velocidad en cada punto, los dispositivos ISA se clasifican en:



- Estático: los límites de velocidad consideran fundamentalmente los límites genéricos de velocidad en el tramo por el que circula el vehículo.
- Variable: los límites de velocidad se determinan tomando en cuenta tanto los límites genéricos como los específicos de velocidad del tramo por el que circula el vehículo.
- Dinámico: los límites de velocidad se calculan teniendo en cuenta los límites genéricos de velocidad, los límites específicos o las restricciones permanentes asignadas a tramos específicos de la vía, así como los límites transitorios de velocidad (asociados generalmente a condiciones del tráfico y medioambientales o a restricciones temporales en tramos de vía por labores de reparación, accidentes...).

De acuerdo con el análisis de los distintos proyectos llevados a cabo con el control inteligente de la velocidad, el tipo de dispositivo ISA más frecuente hasta el momento es el informativo con información fija, que supone el 38%. En total, el 55% de los dispositivos implementados son informativos, y el 84% utilizan información fija para la definición del límite de velocidad.

En el dispositivo informativo con información fija, la información proporcionada al conductor desde las pantallas o indicadores instalados en el habitáculo de conducción consiste en avisos ópticos que se iluminan cuando se alcanza la velocidad limitada, en ocasiones combinados con diversos avisos acústicos



(en alguno de los dispositivos se genera adicionalmente un mensaje de voz cuando se supera el límite de velocidad).

Por otro lado, el dispositivo de intervención voluntaria más utilizado consiste en el denominado "acelerador activo", el cual cuenta con un pedal cuya resistencia a ser pisado aumenta considerablemente cuando el vehículo alcanza la velocidad limitada.

Finalmente, el dispositivo de intervención obligatoria consiste en un limitador de velocidad, el cual actúa en todos los casos sobre la potencia del motor (regulando el combustible o actuando sobre la unidad de control electrónico del motor), y adicionalmente en alguno de ellos sobre la función de frenado.

Los efectos estimados de una futura implantación de un sistema ISA

La implantación en España de un sistema ISA o Control Inteligente de Velocidad permitiría una mejora significativa de la seguridad en las vías de circulación, sin un incremento apreciable del tiempo de viaje. Ello se conseguiría gracias a una ligera disminución de la velocidad media y, sobre todo, gracias a una velocidad de circulación más homogénea, según se concluye en el informe técnico realizado por los investigadores de la **Fundación Instituto Tecnológico para la Seguridad del Automóvil (FITSA) y del Instituto Universitario de Investigación del Automóvil (INSIA)** para conocer las evidencias científicas de la efectividad de estos sistemas.

El proyecto **Descripción y evidencias científicas de la efectividad del control inteligente de velocidad – ISA** de la Fundación FITSA parte en su inicio del análisis de la influencia de la velocidad de los conductores sobre el riesgo de accidentes de tráfico.

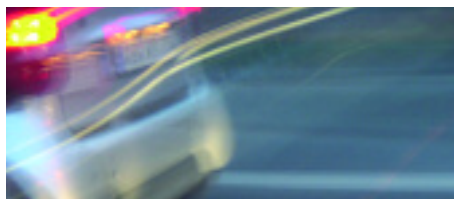
Los investigadores hacen en este estudio diversas estimaciones de la reducción de accidentes que se podría obtener con este sistema, y se concluye que **la disminución de accidentes de tráfico que representaría una implantación generalizada de un dispositivo ISA variaría entre el 11% y el 38%**. Esta

variación tan amplia en la estimación es consecuencia de la existencia de diversos tipos de sistemas u opciones para el control inteligente de la velocidad.

Con el resto de las estimaciones también se obtienen horquillas similares. Así, **el número de accidentes mortales en las carreteras españolas podría reducirse en entre un 22% y un 64% y la tasa de accidentes con heridos graves en entre el 17% y el 51%**.

Los costes y los beneficios económicos del sistema ISA

Los indicados valores de reducción de víctimas y accidentes tienen una traducción económica en términos de costes y beneficios, de forma que **la reducción anual de costes por accidentes se situaría en entre 1.000 millones de euros y 2.900 millones de euros en función del tipo de sistema considerado**. Estas estimaciones han sido obtenidas a partir del método de valoración económica de la prevención de accidentes



basado en la disposición al pago, método desarrollado en España conjuntamente por FITSA e INSIA. Este método, que es el adoptado por los países más desarrollados, asigna un valor económico a la prevención de cada fallecido de entre 350.000 y 800.000 euros aproximadamente, y un valor a la prevención de cada lesionado de entre 5.500 y 10.000 euros.

Las estimaciones anteriores de la efectividad del sistema de control inteligente de la velocidad a la hora de combatir los accidentes de tráfico son una traslación al caso español del análisis realizado por la Universidad de Leeds en el marco del proyecto británico ESVC (*External Vehicle Speed Control*). Los **ensayos llevados a cabo en dicho proyecto de investigación revelan que el uso de un sistema ISA permite un flujo de tráfico más homogéneo, y ello permite reducir el número de conflictos entre usuarios de la carretera.** Por otra parte, este estudio indica que el efecto sobre la congestión del tráfico y los tiempos de recorrido es despreciable, mientras que el ahorro de combustible derivado de una circulación más homogénea se cifra entre el 3% y el 8%, según las características de la circulación.



Los proyectos de investigación sobre el control inteligente de velocidad

El estudio de FITSA pasa revista a numerosos proyectos de finalidad similar realizados en todo el mundo. El primer estudio llevado a cabo en relación con sistemas de adaptación de la velocidad, embarcados en vehículos, corresponde al desarrollado por Saad y Malaterre hace más de veinte años, en 1982, en Francia. Estos autores llevaron a cabo ensayos en carretera en los que los conductores circulaban a la velocidad máxima que ellos mismos establecieran inicialmente, la cual no podía ser superada a menos que el conductor desactivara el limitador de velocidad. Los experimentos de Saad y Malaterre permitieron concluir que los conductores fijan el límite de velocidad significativamente por encima de la velocidad legal con objeto de adaptarse al flujo del tráfico.

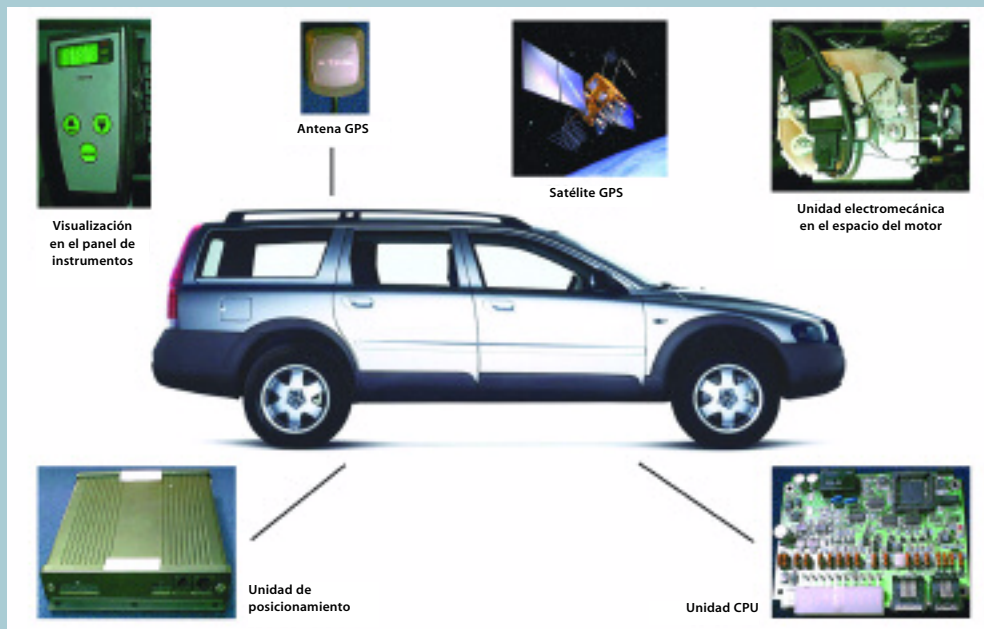
Aparte de este estudio pionero en relación con los dispositivos de adaptación de la velocidad, los investigadores suecos han sido especialmente activos en este campo de investigación. De este modo, el primer estudio efectuado en Suecia corresponde al iniciado por Persson y otros en 1992, en la ciudad de Lund. El dispositivo implementado en el vehículo consistía en un limitador de velocidad, el cual podía ser desconectado por un observador montado en el vehículo de ensayo. Estos ensayos mostraron que la velocidad media

de los conductores se reducía entre un 2% y un 8%. Junto a esto, se produjo un incremento en la proporción de conductores que mantenían la distancia adecuada respecto al vehículo que circulaba delante de ellos. En este estudio, la principal desventaja referida por los conductores fue que ocasionalmente no disponían de la capacidad de aceleración deseada, con objeto de superar ligeramente el límite de velocidad, por ejemplo para realizar un adelantamiento.

Otros proyectos significativos desarrollados en los últimos años son: ISA EVSC (Reino Unido); ISA UK (Reino Unido); ISA INFATI (Dinamarca); ISA Large-Scale (Suecia); ISA Gothenburg (Suecia); ISA

Tilburg (Holanda); ISA LAVIA (Francia); TAC SafeCar (Australia); ISA Ghent (Bélgica); ISA DIVOTE (Bélgica); ISA DSSS (Japón); ISA RONCALLI (Austria); ISA RONCALL_I2 (Austria) y PROSPER (varios países europeos).

El ESVC (*External Vehicle Speed Control*) fue uno de los más completos, y se desarrolló en el Reino Unido entre los años 1997 y 2000 con el objetivo de investigación sobre todos los aspectos asociados a los dispositivos ISA, tales como: tecnologías disponibles; aceptación por parte de los conductores; influencia sobre la reducción de accidentes, consumo de combustible y tiempo de viaje, además de todos los problemas relacionados con su



Dispositivo utilizando en el proyecto ISA desarrollado en la ciudad de Lund (Suecia)

implementación en los vehículos.
Los ensayos en carretera se llevaron a cabo en un tramo de 70 kilómetros de longitud con un turismo y la intervención de 24 conductores.

Entre los proyectos citados anteriormente se encuentra el proyecto PROSPER que tiene lugar, entre otras localizaciones europeas, en la ciudad de Mataró. En esta población catalana donde circulan una veintena de vehículos dotados de un sistema de acelerador activo. El acelerador activo tiene la particularidad de que el pedal ofrece una cierta resistencia cuando se excede el límite de velocidad. Este proyecto ha sido financiado por la Comisión Europea, cuenta con la coordinación científica de la Universidad de Lund en Suecia, y se ha desarrollado a lo largo de 2003-2006.

También se cita otra investigación española desarrollada, precisamente, por el INSIA con financiación del, entonces, Ministerio de Ciencia y Tecnología y realizada entre los años 2001-2004 en la Comunidad de Madrid. El objetivo principal de dicho proyecto fue desarrollar un sistema adaptativo de ayuda a la selección en tiempo real de la velocidad del vehículo basado en el empleo conjunto de las tecnologías de GPS, de mapas digitales y de procesamiento digital de imágenes para la detección de líneas blancas del trazado. El dispositivo ISA considerado fue del tipo informativo, y a los conductores se les aconsejaba sobre velocidad segura en cada momento en función de las características de la vía.



Escenarios de implantación

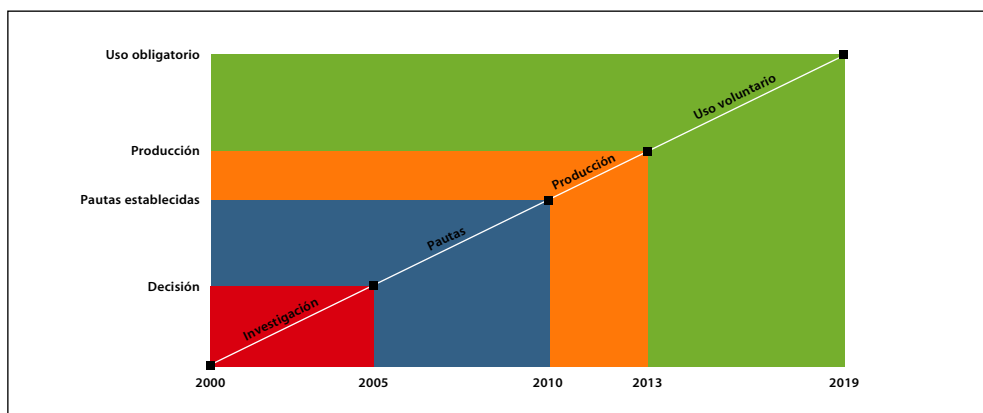
Del estudio realizado por FITSA sobre los distintos proyectos se desprende que la implantación completa de los dispositivos ISA puede seguir previsiblemente unos pasos que llevarían a una etapa final de uso obligatorio que podría estar en torno al año 2020.

El informe de FITSA explica que a la vista de los estudios analizados, en los que se tratan diversos escenarios posibles de implantación, se encuentran claras coincidencias en cuanto a las fases que deben ser cubiertas hasta alcanzar la completa incorporación de estos sistemas de control inteligente de velocidad en el parque de vehículos de un país. En concreto, se citan las fases de elaboración de normativa, las fases de implantación en

vehículos nuevos de sistemas de uso voluntario, y la fase de utilización obligatoria definitiva.

En estos momentos, una de las principales barreras a resolver es quién es responsable (en todos los aspectos, incluido el económico) de proporcionar información sobre los límites de velocidad. Las administraciones de tráfico argumentan que se trataría de un coste adicional que debería ser cubierto por los automovilistas, mientras que otras voces indican que del mismo modo que las administraciones son responsables de instalar las señales con límites de velocidad también deberían responsabilizarse de proveer de esta información a los sistemas de control inteligente de la velocidad.

Por su parte, el análisis en Suecia va todavía más allá y abarca fases posteriores en las que se buscaría explotar toda la



Pasos hacia la implantación completa de los dispositivos ISA (Carsten y Tate)

potencialidad de los elementos integrados en un sistema ISA y, en concreto, se aprovecharían los avances en el campo de la telemática. Dichas fases posteriores consideran la necesaria actualización de las bases de datos de las carreteras, la comunicación e intercambio de información de los vehículos con centros especialmente creados para la recepción y distribución de información a los conductores y, finalmente, en Suecia se cita el año 2030 como fecha para desmantelar las señales de tráfico convencionales ya que podrían entonces ser sustituidas a un coste mucho menor por la información suministrada al vehículo en tiempo real y teniendo en cuenta las condiciones instantáneas del tráfico y la vía¹.

- La penetración en el Mercado asciende hasta el 35 % al final de este período como resultado de la demanda de los conductores de exigir el sistema en sus vehículos particulares.
- Se trabaja en la estandarización de los sistemas ISA de forma que éstos puedan funcionar por toda Europa.

2010-2019

- La cooperación entre el gobierno y la industria automovilística conduce a que 2010 sea la fecha en la que pasan a ser obligatorios estos sistemas en los vehículos nuevos.
- Los sistemas ISA se encuentran ya instalados en el 60% de los vehículos.
- La mayor demanda y los lotes de fabricación también mayores, conducen a reducciones en el coste de forma que las subvenciones estatales dejan de ser necesarias.
- Más del 80 % de los vehículos poseen sistemas ISA embarcados de manera que, para 2015, los sistemas pueden hacerse obligatorios en Suecia sin ocasionar grandes trastornos entre los conductores que, en su mayoría, ya los han aceptado.
- Otros países europeos pueden adoptar medidas semejantes en plazos parecidos.
- La disponibilidad de una base de datos actualizada de las carreteras de Suecia y otras partes de Europa, permiten acceder a otros servicios telemáticos como información del tráfico, navegación, etc.

2020-2024

- La expansión de las comunicaciones de datos debe ser tal que el 100% de la red europea está cubierta.
- En Suecia y otros países europeos se ha creado centros de comunicaciones con la tarea de actualizar los vehículos con la información pertinente según el sistema embarcado en cada uno de ellos.

2025-2030

- Todos los vehículos deben estar conectados con los centros citados en el punto anterior.
- Al final de este período, las administraciones podrán desmantelar las señales de tráfico actuales ya que toda la información relevante se le proporcionará al conductor a través del sistema ISA.

1 Escenario de implantación de los sistemas ISA en Suecia

2002-2004

- Negociaciones entre los gobiernos y la industria del automóvil con el fin de determinar una normativa para sistemas ISA en vehículos nuevos.
- Subvenciones estatales para aquellos que integren de forma voluntaria los sistemas.
- La Administración de tráfico Sueca comienza a implantar los sistemas en toda su flota de vehículos.
- Se intensifica el trabajo de introducir los límites de seguridad de las carreteras en la base de datos nacional de carreteras.
- Introducción de los límites dinámicos de velocidad.
- Se incrementa la cooperación entre las autoridades y la industrial del automóvil en Europa.

2005-2009

- En 2005, el Gobierno sueco presenta la nueva normativa sobre sistemas ISA para vehículos nuevos.
- Se incrementa la funcionalidad y la fiabilidad de los sistemas embarcados tras la compra del vehículo con estos sistemas promovida con apoyo estatal
- A comienzos de este periodo de tiempo, los sistemas ISA se han instalado en el 5% de vehículos del parque gracias a las acciones de la Administración Nacional Sueca de Carreteras y otros organismos.



La implantación de los sistemas ISA, especialmente la de aquellos diseños de gestión automática de la velocidad, tiene aspectos positivos y negativos. **Los investigadores señalan que parece incuestionable la reducción de accidentes que estos sistemas podrían suponer, aunque advierten que es preciso considerar las modificaciones en la atención y en las capacidades de los conductores que podrían derivarse del uso de estos sistemas.**

Además de la reducción de accidentes, **los dispositivos ISA pueden proporcionar otras ventajas nada desdeñables como la disminución en el consumo y en las emisiones contaminantes.** Ello es una de

las principales conclusiones del sistema SAM (*Situation Adaptive Drive Train Management*) desarrollado por BMW y que demuestra un ahorro de combustible notable, mientras que el tiempo de viaje se ve incrementado muy ligeramente dada la menor velocidad media de los vehículos.

Por otra parte, los técnicos señalan la importancia de una adecuada interacción entre los vehículos inteligentes y los actuales. Y otro punto considerado clave es la aceptación por parte de los usuarios a ceder parte del control del vehículo, así como las implicaciones legales que esto tiene (por ejemplo en caso de accidente).





La actitud de los conductores ante el sistema es uno de los elementos considerados en los estudios, especialmente en los realizados en Suecia, en los que se concluye que:

- Los usuarios valoran positivamente este tipo de ayudas en situaciones de conducción difíciles como cuando la calzada ofrece una baja adherencia, con baja visibilidad, en puntos de transición de altas a bajas velocidades (curvas o salidas de autopistas), etc.
- Los conductores desean que se les informe de su velocidad en comparación con el límite, pero no que se les controle.
- No se pudo demostrar que el sistema redujese la atención ni que representase un riesgo no poder aumentar la velocidad en caso de situación de peligro.

Por otro lado, en las iniciativas realizadas en Holanda destacan también los resultados de eficacia en función de la aceptación del dispositivo ISA por parte de los conductores, concluyéndose que:

- La velocidad media disminuyó, y se produjo un espectro de velocidades más homogéneo.
- Algunos conductores de vehículos sin sistemas de control inteligente de velocidad pueden irritarse con los conductores de los vehículos que sí incorporan el sistema ISA cuando se circula por vías en las que comúnmente se superan los límites, lo que provoca maniobras peligrosas.
- Se encuentran dificultades en circunstancias puntuales tales como las incorporaciones o los cambios de carril en el caso de los sistemas ISA obligatorios (aquellos que impiden superar el límite establecido). Esto provoca ciertos cambios en las conductas al volante de los conductores de vehículos con ISA para adaptarse a las nuevas exigencias y limitaciones que fija el sistema.

Conclusiones finales

De forma general y teniendo en cuenta los distintos ensayos en tráfico real realizados en los distintos proyectos analizados, se concluye que:

- La utilización de los dispositivos ISA permite una mejora significativa de la seguridad en las carreteras, sin que ello represente un incremento apreciable del tiempo de viaje.
- La velocidad media disminuye ligeramente con el uso de los mencionados dispositivos, consiguiéndose una velocidad de circulación más homogénea.
- Esta disminución de la velocidad media incide de manera muy importante en la disminución del riesgo de atropellos, fundamentalmente en zona urbana.
- En general, existe buena aceptación de los dispositivos ISA por parte de los conductores. Los dispositivos informativos son aceptados por parte de los conductores en mayor medida que los dispositivos de acelerador activo o de limitación de la velocidad.



Evidencias científicas de la eficacia de las tecnologías Colección 2006

- 1.- El programa EuroNcap.
- 2.- Avance en el diseño de los reposacabezas
- 3.- Sistema de alerta de cambio involuntario de carril
- 4.- Avisa cinturones
- 5.- El control electrónico de estabilidad y el sistema de ayuda a la frenada
- 6.- Control inteligente de velocidad
- 7.- La llamada automática e-call
- 8.- Las luces de conducción diurna
- 9.- Sistemas de control de la presión de los neumáticos
- 10.- Las luces diurnas en vehículos de cuatro ruedas y la accidentalidad de ciclomotores y motocicletas
- 11.- Los sistemas de navegación
- 12.- La protección de peatones y ciclistas
- 13.- Tecnologías de propulsión híbridas

Individualmente se pueden descargar en www.fundacionfitsa.org

Patronos de la Fundación Fitsa



FITSA

Fundación Instituto Tecnológico
para la Seguridad del Automóvil

Centro colaborador



INSIA

© FITSA 2007. La obra se encuentra protegida por la ley española de propiedad intelectual y/o cualesquiera otras normas resulten de aplicación. Queda prohibido cualquier uso de la obra diferente a lo autorizado bajo esta licencia o lo dispuesto en las leyes de propiedad intelectual.

Se permite la copia, distribución y reproducción de la presente obra siempre que se realice de forma individual, no lucrativa y con la indicación de sus autores, de su procedencia y de los derechos de FITSA sobre la misma.

Prohibido sublicenciar la obra. Prohibida la modificación, reducción o ampliación de la obra así como su incorporación a otras obras sin el previo y expreso consentimiento por escrito de FITSA.