

**PLAN DE INVESTIGACIÓN EN
SEGURIDAD VIAL Y MOVILIDAD
2013-2016**



MINISTERIO
DEL INTERIOR



1. INTRODUCCIÓN

2. ESTRUCTURA DEL PLAN

- **ÁREAS Y LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN ESTRATÉGICAS**
- **ÁREAS Y LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN DE ANÁLISIS DE INDICADORES ESTRATÉGICOS, EVALUACIÓN DE IMPACTO E INTERVENCIONES**

3. RELEVANCIA Y APLICABILIDAD DE LAS LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN



1. INTRODUCCIÓN

La seguridad vial y la movilidad son cuestiones sociales de primer orden por su incidencia sobre la salud de los ciudadanos y sobre su calidad de vida: 1.680 personas perdieron la vida en accidentes de tráfico ocurridos en las vías públicas de nuestro país durante el año 2013. Pero más allá de las consecuencias sobre la mortalidad, las lesiones por tráfico impactan en la calidad de vida de los individuos y modifican sus relaciones sociales, laborales y familiares, como consecuencia de las lesiones graves no mortales. Según los datos de la última Encuesta Nacional de Discapacidad, Autonomía Personal y Situaciones de Dependencia (EDAD 2008), en España hay unas 78.691 personas con discapacidad causada por accidentes de tráfico.

La Organización Mundial de la Salud en su Informe Mundial sobre la Prevención de los Traumatismos Causados por el Tráfico publicado en el año 2004 propuso una serie de medidas que consideraba necesarias para el logro de una rápida e importante reducción de las lesiones causadas por el tráfico: el enfoque científico del problema y la creación de capacidad de investigación nacional y regional.

La Dirección General de Tráfico, con el fin de asegurar que se genere el conocimiento y la evidencia científica necesarios para el logro del objetivo propuesto por la OMS, ha decidido elaborar un Plan de Investigación de revisión anual y un Programa de Promoción de la Investigación y la Innovación en Materia de Seguridad Vial y Movilidad. Este Plan de Investigación toma como marco de referencia dos herramientas de la Administración General del Estado: la Estrategia de Intervención y Políticas Viales para 2012-2016 y el Plan Estatal de Investigación Científica, Técnica y de Innovación 2013-2016.

La Unidad de Coordinación de la Investigación es el departamento a través del cual la DGT está ejerciendo el impulso de la investigación en materia de seguridad vial y movilidad, factores influyentes e impacto de medidas específicas, incluyendo la coordinación con instituciones de carácter científico y técnico y otras administraciones. Su objetivo es la promoción, participación, gestión y coordinación de estudios de carácter científico y/o técnico en materia de seguridad vial y movilidad, así como la difusión de sus resultados con el fin de generar conocimiento y evidencia científica que sirvan de apoyo a las políticas públicas y programas de intervención en esta materia.

2. ESTRUCTURA DEL PLAN DE INVESTIGACIÓN

La estructura del Plan de Investigación sigue el siguiente esquema:



El plan está estructurado en 7 áreas de investigación agrupadas en dos categorías: 5 áreas estratégicas y 2 áreas de análisis de indicadores estratégicos, evaluación de impacto e intervenciones.

Las **áreas estratégicas** deberán proporcionar al plan estratégico de seguridad vial el adecuado conocimiento y evidencia científica sobre factores y comportamientos que inciden en la fluidez de la circulación vial y en el riesgo de los usuarios, incluidos los colectivos especialmente vulnerables, a verse implicados en un accidente de tráfico y sufrir lesiones como consecuencia de éste.

Las **áreas dedicadas al análisis de indicadores estratégicos, evaluación de impacto e intervención** tienen como fin aplicar el conocimiento y la evidencia científica generados en el marco de las áreas estratégicas al diseño de intervenciones y medidas de seguridad vial, a la definición de los protocolos de actuación para su implementación y a la evaluación de su impacto en la movilidad y seguridad vial.



- **ÁREAS Y LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN ESTRATÉGICAS**

ÁREA DE INVESTIGACIÓN	LÍNEA DE INVESTIGACIÓN
ÁREAS ESTRATÉGICAS (1-5)	
1.- SISTEMAS DE INFORMACIÓN.	1.A.- INDICADORES DE DISPOSITIVOS DE PROTECCIÓN DE OCUPANTES.
	1.B.-MEDIDAS DE EXPOSICIÓN.
	1.C.- INDICADORES DE CONSUMO DE SUSTANCIAS PSICOACTIVAS Y CONDUCCIÓN.
2.- OBTENCIÓN PERMISO Y PROGRAMAS DE RECUPERACIÓN PARA REINCIDENTES.	2.A.- APTITUDES PSICOFÍSICAS EN LA POBLACIÓN GENERAL DE CONDUCTORES.
	2.B.-PROGRAMAS DIRIGIDOS A LA PREVENCIÓN DE LA REINCIDENCIA EN LA POBLACIÓN GENERAL DE CONDUCTORES.
	2.C.- APRENDIZAJE VIRTUAL.
	2.D.- ALTERACIONES APTITUDINALES DETECTABLES MEDIANTE MARCADORES.
3.- VISIÓN CERO ALCOHOL, DROGAS Y MEDICAMENTOS.	3.A.- FARMACOCINÉTICA Y FÁRMACO-DINÁMICA DE SUSTANCIAS PSICOACTIVAS.
	3.B.-RIESGO ASOCIADO AL CONSUMO DE SUSTANCIAS PSICOACTIVAS EN LA CONDUCCIÓN.
	3.C.- EFECTOS DE CONSUMO DE SUSTANCIAS Y SIGNOS DE DETERIORO.
	3.D.- MARCADORES PARA LA DETECCIÓN DE CONSUMO CERO.
	3.E.-PROGRAMAS DE REHABILITACIÓN DE INFRACTORES REINCIDENTES EN SUSTANCIAS PSICOACTIVAS.
4.- PROGRAMAS DE MOVILIDAD.	4.A.-ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO DE LOS USUARIOS VULNERABLES Y MEDIDAS DE PROTECCIÓN.
	4.B.-PROTECCIÓN DE OCUPANTES.
	4.C.- PROTECCIÓN Y RIESGO DE LESIÓN ASOCIADOS A ELEMENTOS DE LA INFRAESTRUCTURA.
	4.D.-INTERACCIÓN DEL ENTORNO VIAL Y EL VEHÍCULO EN EL COMPORTAMIENTO DEL CONDUCTOR.
	4.E.-RESPUESTA POST-ACCIDENTE.
	4.F.-CONGESTIÓN : DEL CONOCIMIENTO A LA GESTIÓN.
	4.G.- APLICABILIDAD DE NUEVAS TECNOLOGÍAS.

	4.H.- MODELOS DE SIMULACIÓN DE TRÁFICO.
5.- USUARIOS CON DISCAPACIDAD Y MOVILIDAD REDUCIDA.	5.A.- NECESIDADES DE LOS USUARIOS CON DISCAPACIDAD Y MOVILIDAD REDUCIDA. 5.B.- PROMOVRIENDO LA MOVILIDAD CON DISCAPACIDAD: PROTECCIÓN Y ACCESIBILIDAD

1.- SISTEMAS DE INFORMACIÓN

El área de sistemas de información tiene por objetivo definir aquellos indicadores de seguridad vial que cuantifican objetivamente factores y comportamientos que influyen en la fluidez del tráfico, en el riesgo de los usuarios a verse implicados en un accidente de tráfico y a sufrir lesiones. Asimismo tiene como objetivo el diseño del protocolo de recogida de datos para el cálculo de dichos indicadores, proporcionando una descripción objetiva del nivel de fluidez y seguridad de todo el sistema vial de nuestro país.

Los objetivos de las líneas de investigación son los siguientes:

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN	OBJETIVO
1.A.- INDICADORES DE DISPOSITIVOS DE PROTECCIÓN DE OCUPANTES.	Conocer el grado de uso, en su caso, de uso correcto del cinturón de seguridad, de los sistemas de retención infantil (SRI) y del casco por los ocupantes de turismos, furgonetas, motocicletas y ciclomotores respectivamente que circulan por vías públicas españolas urbanas e interurbanas.
1.B.- MEDIDAS DE EXPOSICIÓN.	Obtener información del número de desplazamientos y/o cantidad de usuarios y vehículos que circulan por la red vial de nuestro país.
1.C.- INDICADORES DE CONSUMO DE SUSTANCIAS PSICOACTIVAS Y CONDUCCIÓN.	Informar del a prevalencia de uso y del consumo de sustancias que alteran las capacidades psicofísicas por parte de los conductores que circulan por las vías públicas españolas.

2.- OBTENCIÓN DEL PERMISO Y PROGRAMAS DE RECUPERACIÓN PARA REINCIDENTES

El objetivo de este área de investigación es, por un lado, profundizar en el conocimiento de las aptitudes que todos los conductores deben poseer para conducir y establecer procedimientos para su evaluación y, por otro lado, obtener información sobre los comportamientos de aquellos conductores que infringen de manera reiterada las normas de tráfico, disminuyendo el grado de seguridad vial, con el objeto de elaborar programas específicos para tratar dichos comportamientos de riesgo.



LÍNEA DE INVESTIGACIÓN	OBJETIVO
2.A.- APTITUDES PSICOFÍSICAS EN LA POBLACIÓN GENERAL DE CONDUCTORES.	Profundizar en el conocimiento de las aptitudes psicofísicas necesarias para conducir, su caracterización y procedimientos de evaluación.
2.B.- PROGRAMAS PARA REINCIDENTES.	Definir parámetros que determinen un comportamiento infractor reincidente; caracterización de perfiles de reincidencia y diseño de programas ad-hoc de sensibilización, rehabilitación y control de abstinencia en el consumo de drogas.
2.C.- APRENDIZAJE VIRTUAL.	Desarrollar nuevas herramientas informáticas y audiovisuales relacionadas con la formación de los nuevos conductores, con la capacitación de los profesores de seguridad vial, con la evaluación de los centros de reconocimiento, con la reeducación de los conductores reincidentes y las formaciones específicas.
2.D.- EFECTOS DE DETERMINADAS ENFERMEDADES CRÓNICAS.	Caracterizar las alteraciones en la conducción de pacientes con patologías crónicas (como la cirrosis hepática, la diabetes mellitus, etc.), su riesgo de accidentes, validar marcadores periféricos o psicométricos identificados y analizar si existen otros que permitan una detección más temprana del deterioro en estos conductores.
2.E.- APTITUDES FÍSICAS DETECTABLES MEDIANTE MARCADORES BIOQUÍMICOS.	Identificar los niveles de abstinencia cero en reincidentes para la recuperación de permiso de conducir a través de la determinación de marcadores bioquímicos en muestras biológicas.

3.- VISIÓN CERO EN ALCOHOL, DROGAS Y MEDICAMENTOS.

Las líneas de investigación de este área van dirigidas a obtener mayor información sobre el deterioro que estas sustancias producen sobre las habilidades y las aptitudes necesarias para la conducción y sobre cómo afectan al riesgo de que ocurra un accidente y que los implicados sufran lesiones a consecuencia de éste.

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN	OBJETIVO
3.A.- FARMACOCINÉTICA Y FARMACODINÁMICA DE SUSTANCIAS PSICOACTIVAS	Profundizar en el conocimiento de los procesos metabólicos de distintas sustancias, incluidas las drogas emergentes, que alteran capacidades y habilidades de circulación segura por vías públicas y eliminación de las mismas en función de la edad, el sexo y la masa de los consumidores

3.B.- RIESGO ASOCIADO AL CONSUMO- CONDUCCIÓN DE SUSTANCIAS PSICOACTIVAS.	Caracterizar el aumento de riesgo de accidente y lesión de ocupantes de vehículos y peatones tras la ingesta de sustancias psicoactivas en función de la sustancia ingerida y concentración sanguínea de los metabolitos psicoactivos.
3.C.- EFECTOS DE CONSUMO DE SUSTANCIAS Y SIGNOS DE DETERIORO.	Mejorar el conocimiento del deterioro que sufren las capacidades y habilidades de conducción segura por la ingesta de sustancias psicoactivas y signos externos de deterioro físico y comportamiento que indique alteración de dichas capacidades y habilidades.
3.D-MARCADORES BIOQUÍMICOS PARA LA DETECCIÓN DE CONSUMO CERO.	Determinar que los niveles de consumo de sustancias son cero a través de la identificación de marcadores en muestras biológicas.
3.E.-PROGRAMAS DE REHABILITACIÓN DE INFRACTORES REINCIDENTES EN SUSTANCIAS PSICOACTIVAS.	Caracterizar a los infractores reincidentes y establecer perfiles, desarrollar medidas específicas según las recomendaciones de los principales proyectos europeos para optimizar el modelo actual de evaluación de infractores reincidentes debido a la toma de sustancias psicoactivas.

4.- PROGRAMAS DE MOVILIDAD

Se pretende mejorar el conocimiento sobre los factores asociados al entorno, a la infraestructura, al vehículo y al comportamiento que influyen en el riesgo de que ocurra un accidente y de que los implicados sufran lesiones.

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN	OBJETIVO
4.A.- ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO Y PROTECCIÓN DE USUARIOS VULNERABLES.	Caracterizar el comportamiento de colectivos de usuarios que inciden en el riesgo de accidente de tráfico y lesión, y determinar qué factores explican dichos comportamientos. Sistemas de protección para usuarios vulnerables.
4.B.- PROTECCIÓN DE OCUPANTES.	Estudiar el grado de seguridad proporcionado por dispositivos de seguridad de los vehículos a sus ocupantes frente al riesgo de sufrir una lesión en caso de accidente de tráfico
4.C.- PROTECCIÓN Y RIESGO DE LESIÓN ASOCIADA A ELEMENTOS DE LA INFRAESTRUCTURA.	Estudiar el grado de seguridad proporcionado por la infraestructura y sus elementos a los usuarios implicados en un accidente de tráfico frente al riesgo de sufrir lesiones.
4.D.- INTERACCIÓN DEL ENTORNO VIAL Y EL VEHÍCULO EN EL COMPORTAMIENTO DEL CONDUCTOR.	Estudiar y caracterizar los factores asociados a la infraestructura que influyen en que los conductores adopten comportamientos que aumentan el riesgo de accidente de tráfico y lesión como consecuencia de este y aplicación de las nuevas tecnologías a la señalización variable.
4.E.- RESPUESTA POST-ACCIDENTE.	Definir protocolos de actuación y estudiar qué factores y dispositivos reducen el tiempo transcurrido entre el momento del accidente y la llegada de asistencia sanitaria a



	las víctimas
4.F.- CONGESTIÓN: DEL CONOCIMIENTO A LA GESTIÓN	Definir y desarrollar nuevos métodos para explicar la formación de los atascos, evitar los efectos negativos producidos por la congestión y generar recomendaciones para mejorar la fluidez de la circulación de los vehículos.
4.G.- APLICABILIDAD DE NUEVAS TECNOLOGÍAS.	Estudiar y analizar nuevas tecnologías que puedan ser aplicadas en la mejora de la fluidez y seguridad de la circulación, incluidas las repercusiones en la seguridad vial de los vehículos eléctricos o híbridos.
4.H.- MODELOS DE SIMULACIÓN DE TRÁFICO.	Desarrollar e implementar modelos predictivos de simulación de tráfico.

5.- USUARIOS CON DISCAPACIDAD Y MOVILIDAD REDUCIDA

El objetivo de éste área es profundizar en el conocimiento sobre las necesidades específicas de estos usuarios y su interacción con los elementos diseñados para la prevención de lesiones.

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN	OBJETIVO
5.A.- NECESIDADES DE LOS USUARIOS CON DISCAPACIDAD Y MOVILIDAD REDUCIDA.	Determinar y estudiar las necesidades específicas de los usuarios con discapacidad y movilidad reducida para desplazarse y acceder a permisos de conducción y la eficacia de dispositivos diseñados para mejorar su seguridad vial; diseño de nuevos protocolos de rehabilitación.
5.B.- PROMOVRIENDO LA MOVILIDAD CON DISCAPACIDAD: PROTECCIÓN Y ACCESIBILIDAD	Estudiar y desarrollar todo tipo de medidas y dispositivos que faciliten la movilidad de las personas con discapacidad.

- **ÁREAS Y LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN DE ANÁLISIS DE INDICADORES ESTRATÉGICOS, EVALUACIÓN DE IMPACTO E INTERVENCIONES**

ÁREA DE INVESTIGACIÓN	LÍNEA DE INVESTIGACIÓN
ANÁLISIS DE INDICADORES ESTRATÉGICOS, EVALUACIÓN DE IMPACTO Y DE INTERVENCIONES (6–7)	
6.- ANÁLISIS Y EVALUACIÓN DE INDICADORES ESTRATÉGICOS E IMPACTO DE ESTRATEGIAS PREVENTIVAS	6.A.- MODELOS CUANTITATIVOS.
	6.B.- MODELOS CUALITATIVOS.
7.- DISEÑO Y EVALUACIÓN DE INTERVENCIONES	7.A.- INTERVENCIONES APTITUDINALES.
	7.B.- INTERVENCIONES SOBRE REINCIDENTES.
	7.C.- INTERVENCIONES EN EL ÁMBITO LABORAL.

6.- ANÁLISIS Y EVALUACIÓN DE LOS INDICADORES ESTRATÉGICOS E IMPACTO DE ESTRATEGIAS PREVENTIVAS

El objetivo de éste área es la interpretación de los indicadores de seguridad vial y estimación de la influencia en el riesgo de accidente y lesión, de la implementación de programas y estrategias preventivas con la finalidad de obtener información sobre la situación de la seguridad vial, evolución de la misma y eficacia de dichas estrategias y programas preventivos.

Se analizarán tanto indicadores de resultados finales referidos al número de accidentes de tráfico, víctimas de los mismos y coste socioeconómico de aquellos, como de los valores de los indicadores de resultados intermedios relacionados con factores y comportamientos que afectan al riesgo de accidente y lesión.

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN	OBJETIVO
6.A.- MODELOS CUANTITATIVOS	Desarrollo y aplicación de métodos y modelos matemáticos con capacidad explicativa que permitan la evaluación de estrategias y programas de prevención y hacer balance de la situación y evolución de la seguridad vial, incluida la medición de la eficacia de la presencia en las redes sociales.
6.B.- METODOLOGÍAS CUALITATIVAS	Evaluar la influencia e impacto de las estrategias y programas utilizando modelos que expliquen y valoren la motivación de los comportamientos que influyen en el riesgo de accidente de tráfico y lesión.



7.- DISEÑO Y EVALUACIÓN DE INTERVENCIONES

Éste área trata de definir protocolos de intervención en seguridad vial basados en el conocimiento y la evidencia científica existente sobre factores y comportamientos que influyen en el riesgo de accidente y lesión y llevar a cabo la evaluación de esas intervenciones.

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN	OBJETIVO
7.A.- INTERVENCIONES APTITUDINALES	Definición y evaluación de las intervenciones que inciden sobre las aptitudes y habilidades necesarias para una conducción segura.
7.B.- INTERVENCIONES SOBRE REINCIDENTES	Definición y evaluación de las intervenciones de sensibilización y rehabilitación de conductores que disminuyen el nivel de seguridad vial de manera reiterada.
7.C.- INTERVENCIONES EN EL ÁMBITO LABORAL	Definición y evaluación de las intervenciones que disminuyen el riesgo de accidentes laborales de tráfico y lesiones derivadas de estos.

3. RELEVANCIA Y APLICABILIDAD DE LAS LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN

ÁREAS ESTRATÉGICAS

1.- SISTEMAS DE INFORMACIÓN

Justificación de la relevancia

La importancia de los sistemas de información sobre accidentes de tráfico y lesiones asociadas a los mismos, radica en que permiten describir con exactitud la magnitud del problema, los factores de riesgo, las tendencias y los cambios que se pueden producir en el tiempo. Ofrecen información útil para establecer las áreas prioritarias y formular estrategias, fijar metas, supervisar las intervenciones y evaluar las políticas.

Muchos países disponen de algún sistema de información, especialmente países con ingresos altos, aunque no siempre tienen cobertura nacional. Según una encuesta llevada a cabo por la Organización Mundial de la Salud (OMS) en 182 países, 77 de ellos afirmaron contar con un sistema de vigilancia epidemiológica de las lesiones, el 47% eran países de ingresos altos, el 46% de ingresos medios y solo el 24% de ingresos bajos) [1]

La mayoría de los países utilizan los registros policiales como fuente de información para sus estadísticas sobre seguridad vial. Algunos complementan dicha información con datos extraídos de fuentes hospitalarias. Existen otras fuentes a nivel mundial, pero no todas recogen el mismo tipo de datos, ni tienen la misma cobertura o calidad de información. Dadas las limitaciones que presentan todas ellas, se considera conveniente utilizar varias, con el fin de conseguir una imagen completa de la naturaleza y alcance del problema.

La DGT ha experimentado una mejora significativa de sus sistemas de información en los últimos años. Sin embargo, no cuenta con un verdadero sistema de vigilancia epidemiológica de las lesiones derivadas de los accidentes de tráfico, por lo que es éste uno de sus objetivos estratégicos.

Un sistema de vigilancia se define como la recogida sistemática y persistente de datos y el análisis e interpretación de los mismos, de cara a describir y monitorizar el problema para la planificación, puesta en marcha y evaluación de programas e intervenciones. El objetivo final de la cadena de vigilancia es, por tanto, la aplicación de los datos para la prevención y el control. Un sistema de vigilancia ha de incluir la capacidad funcional para la recogida de los datos, para su análisis y para la difusión de los mismos. Dos aspectos importantes son su continuidad y su capacidad de identificar a la población que



cubren [2-4].Es posible distinguir entre sistemas de vigilancia generales, que monitorizan un tipo de lesiones normalmente según su origen, y sistemas de vigilancia específica, habitualmente de factores de riesgo prevalente.

El sistema de vigilancia epidemiológica que pretende desarrollar la DGT requiere la incorporación de información sanitaria, judicial y de infraestructuras. Además, se precisa el uso de denominadores de exposición (cuya importancia se plantea en párrafos siguientes), de los que no se ha venido haciendo uso hasta ahora.

Cabe aclarar que son estos aspectos novedosos en la creación de un sistema de vigilancia los que se incluyen en el presente Plan de Investigación de la Unidad de Coordinación de la Investigación mientras que los procedimientos de recogida de datos que ya están establecidos y sistematizados serán responsabilidad de otras unidades de la DGT.

INDICADORES DE DISPOSITIVOS DE PROTECCIÓN DE OCUPANTES (Línea de Investigación 1.A)

Justificación y estado del arte

La utilización de dispositivos de protección de ocupantes reduce el riesgo de sufrir lesiones en caso de accidente. Así, por ejemplo, se estima que el uso del casco reduce el riesgo de lesiones en la cabeza, mortales y graves, en un 44% y un 49%, respectivamente; el cinturón de seguridad supone una disminución del riesgo de fallecimiento de un 50%; y los sistemas de retención infantil (SRI) reducen las lesiones graves en niños de edad comprendida entre 1 y 7 años un 71%[5]

Según el último "Informe mundial sobre la situación mundial de la seguridad vial" de 2013, el uso de sistemas de retención está aumentando [1].Sin embargo, la falta de concienciación sobre los beneficios del uso apropiado y correcto de estos sistemas puede afectar a su efectividad.

En España, de acuerdo con el último Barómetro de Opinión sobre la Seguridad Vial publicado, realizado por la DGT a nivel nacional en febrero de 2011, el 96,9% de los encuestados afirma usar el cinturón de seguridad cuando viaja como conductores; el 99% dice usar el casco en motociclista y el 96,2% refiere usar los SRI[6].Ahora bien, en el año 2013, las cifras de fallecidos en accidentes de tráfico que no utilizaban estos sistemas de retención y protección fueron elevadas. El 4% de los usuarios de motocicletas fallecidos en las vías interurbanas no utilizaba casco y el 1% de los heridos graves tampoco. En las

vías urbanas 14 de los 98 fallecidos en motocicleta no utilizaban el casco, tampoco lo hacía el 9% de los heridos graves motoristas. De los fallecidos usuarios de turismos y furgonetas, no utilizaba el cinturón de seguridad el 24% y en las vías urbanas, no lo llevaban 21 de los 75 fallecidos. En lo referido a los heridos graves, en vías interurbanas, no utilizaba cinturón el 10% y en las urbanas el 20%. De los 20 niños menores de 12 años fallecidos que viajaban en turismo o furgoneta, cuatro no utilizaban cinturón o silla infantil [7]. Así pues, esta situación plantea la necesidad de investigar si es consistente la información de la encuesta poblacional sobre el uso de dispositivos de seguridad con los datos de falta de uso de las bases de víctimas.

Por otro lado, tan importante como conocer el grado de uso de los dispositivos de protección es conocer el grado de uso incorrecto de los mismos. En el caso de los dispositivos de retención infantil, existe numerosa literatura internacional que muestra cómo el mal uso o el uso inapropiado es una conducta frecuente. En el proyecto europeo CHILD, Francia aporta el dato de que 7 de cada 10 niños que viajan en coches no utilizan correctamente la sillita. [8-10]. En este sentido, el presente Plan de Investigación pretende fijar una metodología adecuada para crear este indicador. Hasta ahora, de hecho, los datos nacionales presentan poca consistencia entre sí y con los datos internacionales [11, 12].

Existe un amplio reconocimiento de la importancia que tiene el estudio de los factores asociados al uso correcto, incorrecto, o al no uso de los SRI [11, 13, 14]. Es, si cabe, especialmente relevante en el caso de los niños discapacitados, ya que los sistemas tradicionales no están diseñados para ellos y, por tanto, ofrecen menor protección en caso de accidente [15, 16].

Consciente de esta importancia, la DGT considera el estudio del uso de los dispositivos de protección de ocupantes un ámbito prioritario de investigación, en línea también con estudios realizados en años previos [12, 15-18] y con los objetivos fijados en la propia "Estrategia de Seguridad Vial 2011-2012 [19]. De hecho, uno de los indicadores incluidos hace referencia a lograr que ningún niño pierda la vida por no usar el SRI.

INDICADORES DE VELOCIDAD Y DE EXPOSICIÓN

(Línea de Investigación 1.B)

Justificación y estado del arte

La velocidad aumenta la probabilidad de que se produzcan accidentes y la gravedad de sus consecuencias. De acuerdo con informes del Observatorio Europeo de Seguridad Vial, la velocidad es un factor concurrente esencial en



aproximadamente el 10% de los accidentes y del 30% de los accidentes mortales [20].

En España, la velocidad inadecuada estuvo presente en el 10% de los accidentes con víctimas ocurridos en 2013. Este porcentaje se eleva al 17% cuando el accidente con víctimas sucede en vía interurbana. En el caso de los accidentes mortales, la velocidad fue un factor concurrente en el 22% de los casos. Asimismo, según las campañas de medición de la velocidad libre en las carreteras españolas realizadas por la DGT en 2012, los mayores excesos de velocidad se producen en las carreteras convencionales, donde entre el 10% y el 15% de los vehículos supera el límite de velocidad en al menos 20 km/h. [7]

A la hora de abordar este problema, un primer paso esencial de cara a establecer prioridades y definir medidas de intervención es la obtención de información del nivel de velocidad así como la monitorización del comportamiento de los usuarios con respecto a la velocidad. Así lo recoge Naciones Unidas en el “Plan Mundial para el Decenio de Acción para la Seguridad Vial 2011-2020” que menciona la importancia de establecer sistemas de datos para el seguimiento y evaluación continuas (...) de la velocidad media y la exposición a las lesiones causadas por el tráfico” [1].

En cuanto a la exposición, entendida como el número de movimientos o desplazamientos dentro del sistema que realizan los distintos usuarios o una población determinada, existen diversas formas de medirla. Los indicadores de exposición más habituales son los kilómetros recorridos por los vehículos, que proporcionan una estimación de la movilidad de los vehículos; el número de habitantes que ofrece un indicador de la magnitud de la población afectada y el parque de vehículos que indica el número de vehículos registrados.

La estrecha relación entre accidentalidad y movilidad implica que, a partir únicamente del número de accidentes o víctimas, no se pueden extraer conclusiones sobre las condiciones de seguridad del sistema de tráfico. El hecho de que se reduzca el número total de víctimas puede deberse tanto a las mejoras de las condiciones de seguridad en que se realizan los desplazamientos, como a una reducción del número mismo de desplazamientos. Para separar uno y otro efecto, se utilizan los denominados índices de riesgo, definidos como una ratio entre una frecuencia de accidentes o víctimas y un indicador de exposición.

En los últimos años ha existido gran debate sobre qué indicador es más apropiado como indicador de exposición. Hasta el momento se ha prestado especial atención a la calidad de los datos del numerador. Si bien, la definición de denominador puede llevar a diferentes estimaciones sobre la incidencia y, así, producir diferentes asociaciones. Es, por tanto, importante entender las

limitaciones y ventajas del denominador seleccionado. Los profesionales de la salud optan por usar la población como denominador, ya que permite establecer comparaciones con otras causas de lesión u otras enfermedades. A medida que la colaboración entre el sector de la salud y el sector del transporte se va estrechando, es más común usar las muertes por 100.000 habitantes. En el sector del transporte ha sido frecuente el uso de muertes por kilómetros recorridos como principal medida, lo cual proporciona una estimación de la movilidad de los vehículos, o muertes, por 10.000 vehículos.

Si el objetivo es analizar la evolución de las condiciones de seguridad de los desplazamientos, un indicador de exposición adecuado es el número de kilómetros recorridos. Sin embargo, no disponemos en España de una serie histórica sobre la evolución de este indicador en el conjunto de la red viaria interurbana y urbana. Dada esta carencia, la mejor aproximación posible es utilizar el número de vehículos del parque, una magnitud muy vinculada a la anterior. En España, el parque de automóviles ha crecido más de 4 millones en el último decenio [7].

En ocasiones se utilizan también como indicadores de exposición el consumo de carburante, los kilómetros de red viaria o el número de permisos de conducción. Éstos no reflejan directamente el nivel de utilización de las vías, pero son más fáciles de obtener y proporcionan una idea adecuada del tamaño de la población expuesta a las colisiones. En España, en 2012 había 1011 kilómetros más de red viaria interurbana que en 2003. En cuanto al censo de conductores, en 2013 el aumento experimentado no supone un cambio porcentual reseñable con respecto a 2012 y, con respecto a 2004, supone un aumento del 15% [7].

Además de los datos objetivos, las encuestas son también una fuente de información sobre exposición, ya que ofrecen información desagregada por tipo de usuario y de vehículo, edad, sexo, ámbito geográfico, etc. Las encuestas más comunes son las de movilidad de las personas, que sirven no sólo para obtener información sobre cómo y por qué se desplaza la población, sino también como herramientas de análisis de las tendencias para la planificación de la movilidad. A partir de los datos derivados de las encuestas se pueden analizar los patrones de movilidad en función de las características de la población y de los diferentes territorios.

La "Encuesta de movilidad de las personas residentes en España" (MOVILIA) [21] es la más amplia, aunque también se han desarrollado encuestas a nivel de comunidades autónomas [22, 23].

En este sentido, la pregunta de investigación que se plantea la DGT es la determinación de un cuestionario validado y una metodología que permitan



obtener datos homogéneos en el tiempo. La DGT pretende desarrollar esta línea de investigación, ya iniciada en trabajos previos [24].

Como conclusión a todo lo expuesto en este apartado, cabe resaltar que la medición tanto de la velocidad como de la exposición (y la formulación de nuevos y más específicos denominadores) es uno de los principales retos en la investigación sobre prevención de accidentes y de lesiones relacionadas con los mismos. De ahí que la DGT haya establecido esta medición como una de las áreas de estudio prioritarias para los próximos años.

INDICADORES DE CONSUMO DE SUSTANCIAS PSICOACTIVAS Y CONDUCCIÓN

(Línea de Investigación 1.C)

Justificación y estado del arte

Los resultados del proyecto DRUID [44] facilitan un marco de referencia fundamental para tomar decisiones basadas en la evidencia en materia de consumo de sustancias psicoactivas en conductores. En este sentido los estudios epidemiológicos realizados en el ámbito de este proyecto en la Unión Europea, bajo los auspicios de la Comisión son los mejores indicadores, hasta la fecha, de la presencia de alcohol/drogas/medicamentos en conductores de vehículos en 13 países europeos, incluyendo a España, que a su vez valoraron el riesgo asociado a este consumo con el estudio de casos (accidentados) y controles en 9 países.

Siendo éste un hito fundamental en el desarrollo de estos indicadores, la DGT necesita abordar una línea específica de investigación que permita actualizar dichos indicadores en el contexto español y en relación con las diferentes fuentes de información para determinar la prevalencia de consumo de sustancias en la población general de conductores, en aquellos conductores ingresados en centros hospitalarios por accidente de tráfico, estimar el riesgo en la causalidad de los accidentes,... En definitiva disponer de indicadores imprescindibles dentro del sistema de vigilancia epidemiológica que se definió anteriormente, en la justificación de la relevancia de estas líneas que permitan integrar todas las fuentes de datos (en este caso también las procedentes del Instituto Nacional de Toxicología y otros laboratorios de control) para disponer de los mejores numeradores y también denominadores de exposición (integrando asimismo los datos procedentes del Plan Nacional sobre Drogas,

específicamente su Plan de Acción 2013-2016)

2.- OBTENCIÓN DEL PERMISO DE CONDUCCIÓN Y PROGRAMAS DE RECUPERACIÓN PARA REINCIDENTES

Justificación de la relevancia

La Directiva 2006/126/CE del Parlamento Europeo y del Consejo sobre el permiso de conducción, deja constancia de que "para cumplir ciertos imperativos de seguridad vial es necesario fijar las condiciones mínimas de expedición de los permisos de conducción". Y añade la conveniencia de "definir los conocimientos, aptitudes y comportamientos relacionados con la conducción de vehículos de motor, estructurar el examen de conducción en función de dichos conceptos y volver a definir las normas mínimas de aptitud física y mental para la conducción de dichos vehículos" [25]

Por otro lado, se sabe que conducir bajo los efectos del alcohol o las drogas, excediendo los límites de velocidad o infringiendo de forma peligrosa las normas de circulación, representa un considerable riesgo para la seguridad vial. Una disminución en la frecuencia de estos delitos reduciría tanto el número como las consecuencias de los accidentes de tráfico. De ahí la importancia de abordar el tema del infractor reincidente y, sobre todo, la prevención de la reincidencia.

Así pues, consciente de la permanente necesidad de actualización de las líneas de trabajo que se vienen desarrollando en el ámbito de la evaluación de conductores y a fin de conseguir conductores cada vez más seguros, la DGT ha considerado oportuno acometer investigaciones destinadas a fundamentar un modelo de intervención aptitudinal que resulte efectivo y eficiente en la prevención de la reincidencia. Del mismo modo, cree apropiado revisar y actualizar las aptitudes psicofísicas necesarias en la población general de conductores necesarias para obtener el permiso de conducción. Asimismo cree apropiado desarrollar nuevos instrumentos de evaluación de aptitudes y actitudes además de definir y caracterizar a los infractores reincidentes.

APTITUDES PSICOFÍSICAS EN LA POBLACIÓN GENERAL DE CONDUCTORES (Línea de Investigación 2.A)

Justificación y estado del arte



El modelo primario de evaluación de conductores vigente en España ha sido escasamente analizado hasta el momento. A pesar de la experiencia del trabajo de estos años, no existen datos que permitan definir su eficacia y su eficiencia. Las evaluaciones de los conductores no han sido homogéneas, ni en cuanto a la forma de aplicar el criterio facultativo, ni en cuanto a las exploraciones realizadas. Esto se debe en parte a la falta de formación de los evaluadores y a la falta de herramientas y procedimientos de valoración para cada problema. El actual "Protocolo de exploración médico-psicológica para centros de reconocimiento de conductores" [26] carece en algunos aspectos de herramientas de valoración específicas y, en otros casos, no se han definido puntos de corte relativos a las capacidades necesarias para la conducción de un vehículo.

Las variables psicomotoras, que deben ser evaluadas antes de obtener el permiso y que los conductores deben poseer en niveles suficientemente adecuados, están reguladas en el Anexo IV del Reglamento General de Conductores de 2009 [27]. Sin embargo, dado el tiempo transcurrido y la evolución de la población desde la elaboración de los baremos que se utilizan actualmente para valorar a los conductores, resulta necesaria una actualización de los mismos, mejorando la representatividad de los diferentes estamentos socio-demográficos. Esta necesidad también está planteada desde instituciones internacionales [28] http://ec.europa.eu/transport/roadsafety_library/publications/supreme_f2_thematic_report_driver_education_training_licensing.pdf. Asimismo, es necesario el rediseño y desarrollo de un sistema que permita la evaluación aptitudinal de colectivos con necesidades específicas, como es el caso de las personas discapacitadas (tema que se aborda en el apartado "5. Usuarios con discapacidad y movilidad reducida") y los infractores reincidentes.

Asimismo, la importancia de revisar el modelo primario de evaluación de conductores es extensiva a las pruebas médicas. La evidencia científica en este sentido es escasa, por lo que conviene seguir investigando [29].

Ante esta situación, y continuando estudios previos [30], la DGT se ha marcado como línea de investigación prioritaria la evaluación de sistema actual de obtención del permiso de conducción. El objetivo es avanzar hacia un sistema de evaluación eficiente, dirigiendo las investigaciones al desarrollo de pruebas sensibles y especializadas, a la formación del personal evaluador y a la puesta en marcha de programas de rehabilitación de reincidentes.

PROGRAMAS DIRIGIDOS A LA PREVENCIÓN DE LA REINCIDENCIA (Línea de Investigación 2.B)

Justificación y estado del arte

En la literatura científica habitualmente se hace una distinción entre dos grupos de conductores que cometen delitos e infracciones. Por un lado, aquellos que conducen bajo la influencia del alcohol o las drogas (en el aparatado "Visión cero para alcohol, drogas y medicamentos" se analizan los programas de rehabilitación dirigidos a este grupo) y, por otro, aquellos que infringen de manera grave las normas de circulación (por ejemplo, sobrepasando los límites de velocidad, conduciendo de forma agresiva o violenta, etc.).

En ambos casos, los programas de rehabilitación se han convertido en las últimas décadas en una medida dirigida a la reintegración de infractores reincidentes. Según se desprende de las conclusiones del proyecto europeo ANDREA [31], cuyo objetivo es el análisis de los distintos programas vigentes, estos programas disminuyen significativamente la tasa de reincidencia, como resultado de un cambio en la actitud y en el comportamiento de los participantes. Pero, para que sean efectivos, han de cumplir determinados requisitos, entre otros: 1) han de ir dirigidos de forma específica a cada tipo de reincidente; 2) han de estar impartidos por personal debidamente formado; 3) han de constar de un grupo reducido de participantes; 4) la selección de participantes ha de ser clara y objetiva; y 5) han de ser evaluados.

España no cuenta con un sistema óptimo de intervención sobre reincidentes. Éste está dirigido únicamente a los casos de recuperación del permiso cuando se ha agotado el saldo de puntos del conductor. Se basa en una intervención sensibilizadora general y no depende de una evaluación médico-psicológica específica para los antecedentes del conductor ni para la finalidad del programa de recuperación. Los conductores que han perdido sólo parcialmente sus puntos no pasan ninguna evaluación destinada al conocimiento y tratamiento de su problema. Por tanto, en España no se ha desarrollado un programa de intervención precoz, tipo "firstoffender" o similar. Muchos países europeos cuentan con medidas intermedias de rehabilitación [32] que evitan que el conductor pueda perder todos sus puntos (cartas informativas, cartas de aviso, cursos de mejora de la conducción tanto voluntarios como obligatorios). Además, no se ha demostrado que los modelos primarios de valoración de la población de conductores sean efectivos cuando se trabaja con conductores que ya son de riesgo.

La literatura cuestiona la efectividad de los actuales cursos de sensibilización realizados en las autoescuelas [33, 34] y también el propio permiso de conducción por puntos como medida sensibilizadora [35, 36]. Estas medidas parecen más efectivas si van acompañadas de otras [37, 38].



Ante estas deficiencias del modelo vigente, la DGT se plantea como línea de investigación prioritaria el análisis del actual sistema de evaluación de infractores reincidentes de cara a su optimización y de cara a dirigir a estos conductores hacia programas de rehabilitación específicos y adecuados.

Por otro lado, el perfil del infractor reincidente no está delimitado. La definición de reincidente es crucial para establecer el punto de corte para intervenciones. En este sentido, la DGT pretende llevar a cabo estudios dirigidos a definir y caracterizar a este tipo de conductores. Uno de ellos se basa en el concepto de co-delito y está en la línea de los trabajos realizados por algunos centros de investigación nacionales (http://www.crimina.es/investigacion_8.html)

En cuanto a los infractores REINIDENTES EN SUSTANCIAS PSICOACTIVAS, la especificidad y las evidencias publicadas al respecto aconsejan que se desglose una línea de investigación específica para los mismos que se incluya dentro del Área de Visión Cero en drogas, alcohol y medicamentos como línea 3.E

APRENDIZAJE VIRTUAL (Línea de Investigación 2.C)

Justificación y estado del arte

Debido al poder informativo y formativo de los nuevos soportes y herramientas que nos procuran las tecnologías de la información, que han llegado a un sector mayoritario de usuarios, y a la versatilidad que permiten en la generación y adquisición de nuevos materiales que rápidamente pueden ser manejados por los usuarios, se considera relevante la creación y desarrollo de soportes y materiales específicos para los diversos medios audiovisuales que cubran diversas facetas de la seguridad vial.

Resultaría muy interesante la creación y desarrollo de nuevas herramientas y materiales, o al menos la actualización de los mismos, con el objeto de mejorar los parámetros psicológicos a evaluar en los centros de reconocimiento de conductores. Asimismo, sería muy deseable crear materiales que pudiesen utilizarse con diversos soportes informático-audiovisuales dirigidos tanto a incrementar las mejoras en la formación de los nuevos conductores, como en los programas dirigidos a mejorar la calificación y capacitación de los profesores de formación vial. Como elementos que surgen de esta línea, resultaría muy recomendable la creación y desarrollo de herramientas y materiales que usen las tecnologías orientadas a la prevención y reeducación del colectivo de conductores reincidentes, y los materiales dirigidos a formaciones específicas, como por ejemplo la prevención de situaciones de

riesgo, que pueden ser de gran interés y relevancia para amplios sectores de la población de usuarios de las vías.

También se considera pertinente el desarrollo de sistemas de software que faciliten los cambios de hábitos en situaciones viales de seguridad y su implementación en soportes digitales de última generación, como son las tablets y los smartphones, y de igual forma se recomienda el desarrollo de escenarios de aprendizaje sobre simuladores informáticos.

EFFECTOS DE DETERMINADAS ENFERMEDADES CRÓNICAS (Línea de Investigación 2.D)

Justificación y estado del arte

Las aptitudes físicas y psicológicas necesarias para conducir vehículos pueden verse comprometidas con la evolución de determinadas enfermedades crónicas [39]. Sin embargo, la capacidad para poder continuar conduciendo, y por tanto disponer de un permiso válido para dicha actividad, no depende tanto del diagnóstico clínico sino de las consecuencias funcionales que tenga la enfermedad en estos pacientes. En este sentido se hace cada vez más necesario contar con herramientas diagnósticas basadas en evidencias científicas que permitan evaluar la compleja naturaleza de los deterioros físicos y mentales y su relación con la seguridad vial.

Dentro de las patologías mejor estudiadas, recientes estudios sobre la encefalopatía hepática mínima en los pacientes con cirrosis hepática presentan datos prometedores en cuanto a la detección precoz de la capacidad de conducir vehículos a través de marcadores biológicos y/o parámetros psicométricos[40], siendo éstos indicadores de la aparición de los déficits neurológicos que contribuyen a este deterioro de la capacidad de conducir, y por tanto a la mayor "accidentabilidad" de estos pacientes. Así, Felipo y cols. han demostrado la correlación que existe entre los déficits neurológicos que reducen la capacidad para conducir (tiempos de reacción prolongados, coordinación viso-espacial y coordinación bi-manual reducidas y enlentecimiento de la velocidad de anticipación) con el aumento de la concentración hemática de amonio, GMPc, IL-6, IL-18 y 3-nitrotirosina en este tipo de pacientes.

También se están estudiando marcadores biológicos en otras patologías crónicas como la enfermedad de Parkinson, la enfermedad de Alzheimer, la Diabetes Mellitus [41, 42], el Síndrome de la Apnea del Sueño, Narcolepsia, Esclerosis Múltiple, etc. Aunque las conclusiones de estos estudios



parecen en algunos casos contradictorias, no se ha encontrado pruebas definitivas de que los test de screening clínicos y neuropsicológicos produjeran una reducción de los accidentes de tráfico en los que están implicados los conductores con deterioro por su enfermedad crónica; si parece plausible, y además necesario, validar los marcadores ya identificados así como analizar si existen otros que permitan detectar precozmente el deterioro de estos conductores, para identificar así a los pacientes de alto riesgo y poder adoptar las intervenciones apropiadas con respecto a sus permisos de conducir [39-42].

APTITUDES FÍSICAS DETECTABLES MEDIANTE MARCADORES BIOQUÍMICOS (Línea de Investigación 2.E)

Justificación y estado del arte

Una de las estrategias más importantes relativa a la rehabilitación de conductores que solicitan la recuperación de su permiso, es comprobar que su comportamiento carece de los problemas que condujeron a dicha retirada y que sus aptitudes físicas para la conducción son adecuadas. En muchos países europeos y de otros entornos (Australia [43], Suiza, [44] etc.) se obliga a este tipo de conductores a una abstinencia total en el consumo de alcohol y/o de sustancias psicoactivas de forma mantenida, para lo que se les somete a controles de muestras biológicas, como el cabello o la sangre/orina. Desde el punto de vista práctico, sería muy interesante disponer de estudios sobre el perfil del reincidente en los que se considere como apartado relevante el control riguroso de la abstinencia del consumo de sustancias que llevaron a retirar su permiso.

Aunque existen algunas reservas con respecto a la interpretación de algunos datos publicados, las evidencias disponibles indican que existe un cambio cultural en contra del alcohol y las drogas durante la conducción [45] por lo que parece apropiado plantear una estrategia en línea con la Visión CERO.

En este sentido se añade también la línea 3.D que forma un todo con esta línea 2. E para la valoración y validación de parámetros de laboratorio que permitan identificar consumos distintos a CERO.

3.- VISIÓN CERO ALCOHOL, DROGAS Y MEDICAMENTOS

Justificación de la relevancia

La "Visión Cero" como base para la política de seguridad vial aboga por que nadie resulte muerto o gravemente lesionado en accidente de circulación. [46] Accesible en: <http://www.mpnash.edu.au/miri/research/reports/papers/visionzero.html>. Esto implica, entre otros aspectos, la eliminación de comportamientos de riesgo como el consumo de alcohol, drogas y medicamentos en la conducción.

Se ha demostrado que el consumo de alcohol y drogas afecta negativamente a la conducción segura. Por eso, desde la Unión Europea (UE) se viene impulsando la investigación en esta materia [47, 48]. En los últimos años, varios países de la UE han modificado su legislación sobre seguridad vial para adaptarla a los nuevos conocimientos científicos.

Desafortunadamente, en el caso del alcohol, en muchos países no se perciben bien las dimensiones del problema, existe poca conciencia pública acerca del mismo y con frecuencia las leyes son inadecuadas o no se aplican correctamente. Asimismo, la definición de accidente causado por el consumo de alcohol difiere de un país a otro, al igual que lo hacen el límite de alcoholemia fijado por la ley o los requisitos para efectuar pruebas a las víctimas. Esto hace que sea difícil establecer comparaciones directas entre países.

Por otro lado, se han realizado menos estudios y existe mucha menos información respecto del impacto en la accidentalidad y la lesividad de las drogas o sustancias psicoactivas.

Por todo esto, el conocimiento de todos los aspectos relacionados con el consumo de alcohol y drogas y su relación con la conducción de vehículos es fundamental para lograr una mayor seguridad en nuestras carreteras. Así queda recogido en la "Estrategia de Seguridad Vial 2011-2020" de la DGT [19] y así se ha fijado como línea de investigación para los próximos años.

FARMACOCINÉTICA Y FARMACODINÁMICA DE LAS SUSTANCIAS PSICOACTIVAS (Línea de Investigación 3.A)

Justificación y estado del arte

Un estudio de prevalencia desarrollado en España dentro del proyecto europeo DRUID (DrivingundertheInfluence of Drugs, Alcohol and Medicines) pone de manifiesto que conducir tras haber consumido sustancias psicoactivas es un hecho frecuente en nuestro país, alcanzando el 17% de los conductores españoles. Aparte del alcohol, casi un 11% de conductores conduce tras haber consumido sustancias (drogas de abuso) que pueden afectar la capacidad para



una conducción segura. El cannabis y la cocaína son las dos sustancias más frecuentemente halladas. La prevalencia de los medicamentos psicoactivos es menor, siendo las benzodiazepinas las más comunes [49]. Este aumento del consumo de sustancias psicoactivas en la conducción puede deberse a una migración en parte del colectivo de conductores consumidores de bebidas alcohólicas desde el consumo de éstas hacia el consumo de las demás drogas.

Un primer paso de cara a poder prevenir, o al menos reducir, el consumo de sustancias en la conducción y el riesgo de accidente y lesión asociado a este consumo, es conocer la magnitud del problema. Para ello, tal y como se plantea la DGT, es preciso mejorar la información sobre exposición y establecer indicadores para su seguimiento. En concreto, la DGT se plantea llevar a cabo un estudio anual de prevalencia del consumo de alcohol en la conducción, siguiendo la metodología del estudio del proyecto DRUID.

Por otro lado, en el ámbito de la actuación preventiva, un aspecto importante es conocer la relación de la concentración de sustancias psicoactivas entre fluido oral y sangre, de cara a establecer los niveles de corte para la intervención. La muestra de sangre se considera la matriz más adecuada para la investigación del consumo de drogas en los conductores, pues permite no solo establecer un consumo reciente, como el fluido oral, sino además proporcionar información sobre la posible afectación del conductor. Sin embargo, las restricciones legales respecto al carácter invasivo de la toma de muestras de sangre, así como el desarrollo y mejora de los dispositivos de análisis de drogas en fluido oral, han hecho que algunos países, como es el caso de España, hayan desarrollado legislaciones que establecen el fluido oral y no la sangre como la matriz de elección en los controles en carretera [50].

Algunos autores [50] han realizado una revisión de la literatura sobre la posible correlación entre concentraciones obtenidas en saliva y las existentes en sangre y han presentado las ventajas y los inconvenientes del uso de fluido oral como matriz para la investigación del consumo de drogas. Concluyen resaltando que, debido a que la sangre es la matriz ideal para establecer la posible afectación de un conductor, resulta muy interesante conocer la posible correlación de concentraciones entre fluido oral y sangre, para así poder calcular la concentración presente en sangre en el momento de los hechos.

En consecuencia con todo lo descrito, la DGT considera preciso llevar a cabo investigaciones para conocer las distintas sustancias y sus efectos en los conductores. En concreto, cree oportuno centrarse en el estudio acerca de la correlación entre fluido oral y sangre y en las circunstancias que la condicionan, con el fin de incrementar la carga de la prueba en la determinación de la influencia, siguiendo la línea de objetivación del delito iniciada con las

modificaciones penales sobre el alcohol.

RIESGO ASOCIADO AL CONSUMO DE SUSTANCIAS PSICOACTIVAS EN LA CONDUCCIÓN

(Línea de Investigación 3.B)

Justificación y estado del arte

En la actualidad, el consumo de alcohol, aun en cantidades relativamente pequeñas, constituye uno de los principales factores de riesgo de sufrir un accidente de tráfico. Se estima que conducir con una tasa de alcohol entre 0,1 y 0,5g/L aumenta de una a tres veces el riesgo de accidente frente a conducir sobrio [51]. Asimismo, la probabilidad de ser responsable de un accidente mortal aumenta entre cinco y ocho veces si el conductor ha ingerido alcohol ($\geq 0,1\text{g/L}$) con respecto al no consumo [52]. Además, el accidente relacionado con el alcohol es más lesivo por la confluencia de elementos de riesgo entre las circunstancias que lo rodean y por la reducción de la respuesta al trauma originada por el alcohol.

Existe menor conocimiento respecto del impacto en la accidentalidad y en la lesividad de las drogas o sustancias psicoactivas. Esto se debe fundamentalmente a la dificultad de medición y, por tanto, de registro y parametrización. Aún así, varios estudios han analizado la incidencia de las drogas en los conductores fallecidos o lesionados tras un accidente de tráfico [53]. Como estimación general, la mayoría de estos estudios muestran una incidencia de las drogas en la mortalidad y la lesividad tras una colisión entre un 14% y un 25%. Como se ha mencionado anteriormente, existen evidencias acerca del riesgo del cannabis [54] y de la alta prevalencia de consumo de sustancias en determinados países europeos, España entre ellos [55].

En el caso de los medicamentos psicoactivos, se estima que el riesgo relativo de lesión grave o muerte tras un accidente de circulación asociado a su consumo es de dos a diez veces mayor respecto al no consumo [51].

Conocer el riesgo asociado al consumo de sustancias psicoactivas en la conducción es importante como base científica para poder establecer los límites de concentración de cara a la formulación de leyes. En el caso del alcohol, estos límites legales están establecidos (0,5g/L en la mayoría de países europeos), pero no así en el caso de las drogas ilegales. Para el establecimiento de dichos límites, según las conclusiones del proyecto DRUID, son necesarios datos empíricos sólidos; esto es, datos de estudios experimentales y epidemiológicos [56]. Por ello, la DGT cree oportuno desarrollar investigaciones dirigidas a



profundizar en el conocimiento de la caracterización del aumento del riesgo de accidente y lesión tras la ingesta de sustancias psicoactivas en función de la sustancia ingerida, especialmente las menos estudiadas como la cocaína.

EFFECTOS DE CONSUMO DE SUSTANCIAS Y SIGNOS DE DETERIORO (Línea de Investigación 3.C)

Justificación y estado del arte

Siguiendo las indicaciones de la UE, mencionadas al comienzo de esta sección [48], los distintos países europeos han ido modificando su legislación sobre seguridad vial para adaptarla a los datos actuales [47].

En algunos países como Suecia, Alemania o Francia se han implantado leyes basadas en el concepto de "tolerancia cero", que implican la prohibición de conducir si se han consumido drogas de abuso o sustancias psicoactivas. La mera presencia de las mismas en los fluidos biológicos del conductor supone una infracción de la ley.

Sin embargo, otros países como Holanda o Noruega basan sus leyes en la afectación, y por lo tanto, los límites legales para este tipo de sustancias son similares a los que se utilizan para el alcohol etílico. Así, presentar en sangre una concentración de una droga ilegal superior a los límites establecidos se considera un delito.

En el caso de España, cabe hacer una distinción entre el ámbito disuasorio administrativo y el penal. El primero de ellos se dirige a la población general de conductores; se basa en la evidencia de un riesgo poblacional; y, preferentemente, se dirige a minimizar el problema. En este sentido, la administración española opta por la citada "tolerancia cero", lo cual aconseja determinadas modificaciones normativas, como la que viene desarrollándose en este momento sobre el vigente Reglamento General de Circulación.

En cambio, la intervención penal se basa en la evidencia del riesgo individual, decisión final del juez, y se dirige a la separación del sujeto que delinque del resto de la sociedad. Para ello, es necesario objetivar la influencia del consumo en la conducta concreta y específica del individuo; esto es, constatar los signos externos de deterioro. Los agentes, específicamente formados al respecto, deben garantizar, inicialmente, una determinación cualificada de los signos de influencia, siguiendo un procedimiento reglado y contrastado. Este "modelo policial" es el seguido por la mayor parte de los países de nuestro entorno al resultar más eficiente que el "modelo sanitario", en

el que el facultativo reconoce en campo al conductor. En la actualidad, la DGT desarrolla un estudio dirigido al establecimiento de un programa de formación reglada y a la armonización del procedimiento de reconocimiento. Además de los signos de influencia, será preciso constatar el consumo reciente de sustancias mediante los mismos procedimientos aplicados en la vía administrativa, y un informe o peritación toxicológica que constatare la correlación entre los signos de deterioro observados y el tipo de sustancia consumida.

En conclusión, parece necesario, y así lo establece la DGT en una de sus líneas de investigación: 1) mejorar el conocimiento sobre los signos externos de deterioro que producen las sustancias psicoactivas en los conductores; y 2) modificar la normativa sobre consumo de estas sustancias en la conducción, de acuerdo con el modelo judicial basado en la "influencia" y el modelo administrativo basado en la "presencia". En este sentido, dado que dicho modelo no se aplica a los medicamentos y sustancias de uso terapéutico, cabría abordar la modificación de la legislación para un tratamiento diferenciado.

MARCADORES BIOQUÍMICOS PARA LA DETECCIÓN DE CONSUMO CERO (Línea de Investigación 3.D)

Justificación y estado del arte

Como se menciona en la línea de investigación 2.E, es fundamental disponer de marcadores bioquímicos capaces de determinar el consumo cero de alcohol, drogas y medicamentos para los conductores que lo precisen. En principio estas investigaciones se dirigen fundamentalmente al control de reincidentes, pero a medida que la sociedad exige una mayor y mejor seguridad vial y desarrolla un cambio cultural en contra del alcohol y las drogas durante la conducción [45] parece razonable que la estrategia Visión CERO se extienda a más conductores (noveles, como ocurre en otros países, e incluso a todos).

La DGT considera que se debe ahondar en esta línea de investigación para disponer de los instrumentos necesarios que permitan determinar el consumo cero en los distintos tipos de conductores, de forma progresiva y gradual, comenzando por los reincidentes por la transcendencia que el consumo de sustancias en los mismos puede derivarse en la seguridad vial, y de esta forma, sería muy interesante disponer de estudios sobre el perfil del



reincidente en los que se considere como apartado relevante el control riguroso de la abstinencia del consumo de sustancias que llevaron a retirar su permiso.

PROGRAMAS DE REHABILITACIÓN DE INFRACTORES REINCIDENTES EN SUSTANCIAS PSICOACTIVAS (Línea de Investigación3.E)

Justificación y estado del arte

Como se ha visto anteriormente, para abordar correctamente el problema de los infractores reincidentes, tanto en alcohol y drogas como en otros delitos, es preciso contar con un modelo secundario de evaluación médico-psicológica, que cuente con evaluadores formados en esos campos y con herramientas específicas. El actual modelo utilizado en nuestro país valora a los conductores de forma homogénea y, por tanto, no cubre adecuadamente la especificidad de este colectivo. Esta valoración adecuada es necesaria para el posterior desarrollo e implementación de los programas específicos de rehabilitación que se ajusten a las problemáticas identificadas.

La mayoría de los países europeos cuenta con programas de rehabilitación para infractores por consumo de alcohol y/o de drogas o mixtos (alcohol, drogas y otros delitos de tráfico) [57]. Principalmente consisten en cursos dirigidos a un grupo reducido de participantes (excepcionalmente los cursos son individuales). El enfoque es mayoritariamente psicológico-terapéutico, con elementos educativos, y están impartidos por personal cualificado. Los estudios llevados a cabo sobre su efectividad, principalmente para consumidores de alcohol, muestran una reducción significativa de la reincidencia (45,5% de media), aunque con grandes diferencias (15% -71%).

La participación en estos programas está regulada por ley y está ligada principalmente al permiso de conducción (recuperación, reducción del periodo de suspensión, etc.), pero también al sistema de puntos o al seguimiento de un delito [57].

Entre las medidas con mayor impacto se incluyen la reducción de la concentración de alcohol en sangre o la aplicación de nuevas tecnologías en los vehículos [33]. Esta última, aplicada junto con la retirada del permiso o de manera previa, se considera efectiva para controlar comportamientos infractores siempre y cuando sea obligatoria. Sin embargo, para que sea efectiva a largo plazo es necesaria la motivación y la predisposición por parte del conductor

infractor [57].

La revisión de la literatura [34] también pone de manifiesto que las medidas de rehabilitación pueden aumentar el efecto del sistema sancionador. Estas medidas son complementarias en casos de alto riesgo y no sólo contribuyen a reducir la tasa de reincidencia (y por tanto a mejorar la seguridad vial), sino que también mejoran la calidad de vida de muchos participantes (repercutiendo así en la salud pública). En países con gran tradición en programas de rehabilitación, éstos se combinan de manera efectiva con medidas sancionadoras y de recuperación del permiso de conducción.

Ante la necesidad de optimizar el modelo actual de evaluación de infractores reincidentes y las medidas de rehabilitación vigentes en nuestro país, la DGT considera necesario, en primer lugar, y como se ha visto anteriormente, caracterizar a los infractores reincidentes y establecer perfiles y, en segundo lugar, desarrollar medidas específicas en consonancia con los programas que han resultado efectivos en otros países, siguiendo las recomendaciones de buenas prácticas recogidas en los principales proyectos europeos [31, 34, 58].

De forma resumida, estas recomendaciones son las siguientes:

1º Los programas de rehabilitación han de formar parte de un sistema integral de medidas. Nunca reemplazarán a la retirada del permiso, sino que serán una medida complementaria. La participación en dichos programas ha de estar regulada por ley y ha de basarse en criterios definidos.

2º Las opciones de rehabilitación deben plantearse en función de las necesidades concretas de cada tipo de reincidente. Por lo tanto, debe haber al menos dos niveles de intervención: medidas rehabilitadoras menos intensas para no dependientes y tratamientos intensos para dependientes. Por otro lado, los infractores reincidentes en consumo de alcohol han de ser tratados en programas distintos de los dirigidos a reincidentes en consumo de drogas. De ahí, nuevamente, la importancia de contar con un sistema óptimo de evaluación.

3º Asimismo, la rehabilitación de infractores reincidentes ha de estar estandarizada a nivel europeo.

4º Se considera importante ligar la participación en los programas al procedimiento de obtención/recuperación del permiso.

5º Finalmente, los programas han de ser evaluados. Los requerimientos de control de calidad deben estar regulados por ley para conseguir estándares uniformes.



4.- PROGRAMAS DE MOVILIDAD

Justificación de la relevancia

En las últimas décadas se ha venido desarrollando a nivel internacional el concepto de movilidad sostenible y segura, entendiéndose como tal el derecho de la ciudadanía a moverse bajo unas condiciones de movilidad adecuadas y seguras con el mínimo impacto ambiental posible. Organismos como la OMS, Naciones Unidas, la OCDE o la Unión Europea han trabajado en esta línea, con el fin de aunar esfuerzos y alinear políticas.

Así, por ejemplo, uno de los objetivos de la Unión Europea es aproximarse en el año 2050 a "cero muertes" en el transporte por carretera y para ello se ha comprometido a reducir a la mitad las víctimas de la carretera para 2020 [59]. De forma similar, la Comisión Europea ha instado a los gobiernos a que emprendan acciones para abordar la necesidad urgente y creciente de reducir el número de víctimas de los accidentes de tráfico, así como a mejorar la seguridad de los usuarios más vulnerables de la carretera. Para ello propone actuar mediante políticas preventivas que incidan en la accidentalidad y la lesividad, incrementando los niveles de seguridad en las vías donde haya más accidentes, en función de los principales factores de riesgo y teniendo en cuenta los colectivos más afectados.

En este sentido, es preciso que los países cuenten con sistemas de transporte más seguros, donde tanto los vehículos, como la vía y el entorno ofrezcan una mayor seguridad a sus usuarios.

Así, la DGT considera prioritario en sus investigaciones mejorar el conocimiento sobre los elementos asociados al entorno, la infraestructura y el vehículo que influyen en el riesgo de accidente y lesión.

ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO DE LOS USUARIOS VULNERABLES Y MEDIDAS DE PROTECCIÓN (Línea de Investigación 4.A)

Justificación y estado del arte

Una de las prioridades recogidas en la "Estrategia de Seguridad Vial 2011-2020" de la DGT [19] es la protección de los usuarios más vulnerables. Entre los colectivos destacados se encuentran los niños, los mayores, los ciclistas y los peatones.

La accidentalidad de estos usuarios es elevada. En el caso del colectivo de ciclistas, las vías interurbanas es el ámbito donde se produce el mayor número de accidentes de tráfico con víctimas mortales y heridos graves. Los datos de 2013 nos muestran una disminución de 3 en el número de muertes de ciclistas con respecto a 2012 (72) [7]. La citada Estrategia de la DGT incluye como objetivo operativo el proporcionar un desplazamiento seguro en bicicleta en todas las vías.

En cuanto a los peatones, en 2013 fallecieron 378 peatones en accidentes de tráfico, lo cual supone el 23% del total de fallecidos, y 11.966 resultaron heridos. Su índice de letalidad fue 3,1, más del doble del índice para la totalidad de usuarios que fue 1,3 [7]. El problema de la alta siniestralidad de los peatones no es exclusivo de nuestro país. Se estima que un 22% de las muertes anuales en el mundo por accidente de tráfico ocurren entre peatones [1].

Otro de los grupos vulnerables es la población mayor de 64 años, que ha aumentado en los últimos años. Según las previsiones, en los países de la OCDE, más del 25% de la población superará los 65 años de edad en 2050. El envejecimiento de la población hace que sea más urgente evaluar la vulnerabilidad de las personas de edad avanzada con relación al tráfico. En España, las personas mayores de 64 años representan el 18% de la población española y el 14% del censo de conductores. En el año 2013 fallecieron 482 personas mayores de 64 años, 1.616 resultaron heridas graves y 9.202 heridas leves. Su índice de letalidad es 3,3 veces superior al del resto de la población víctima de un accidente de tráfico. Su tasa de fallecidos por millón de población es 1,1 veces mayor que la del resto [7].

Por otro lado, el conocimiento de las necesidades de movilidad de este colectivo es escaso y faltan sistemas adecuados de gestión de una movilidad segura. Además, existe poca información sobre las medidas que se pueden adoptar para aumentar, o al menos mantener, la movilidad de este colectivo. Esto justifica la necesidad de profundizar en el conocimiento sobre las necesidades específicas de los usuarios mayores para desplazarse y acceder al permiso de conducción y sobre su interacción con los elementos diseñados para la prevención de lesiones [60].

Finalmente, si hablamos de vulnerabilidad, no podemos olvidar que son los más pobres los que sufren el mayor número de lesiones y tales lesiones son más graves y con peores consecuencias. Según el "Informe sobre la situación mundial de la seguridad vial 2013", la tasa de mortalidad por accidente de tráfico por 100.000 habitantes en los países de ingresos bajos es del 18,3, frente al 8,7 de los países con ingresos elevados [1]. La relación entre pobreza y lesiones por accidentes de tráfico se debe a muchos factores, entre otros que



las personas de condición más humilde están expuestas a peores sistemas de transporte. Las deficiencias en vehículos e infraestructuras hacen que estén menos protegidos y, por tanto, tengan un mayor riesgo de sufrir un accidente.

PROTECCIÓN DE OCUPANTES (Línea de Investigación 4.B)

Justificación y estado del arte

A la hora de desarrollar medidas preventivas conviene tener en cuenta todos los elementos que intervienen en la ocurrencia de los accidentes. Así, es imprescindible conocer el papel del vehículo en la protección de los ocupantes. Desde el punto de vista de la accidentalidad, se estima que el factor vehículo está presente en entre un 4% y un 13% del total de accidentes [61, 62] y puede jugar un papel clave a la hora de incrementar o reducir el riesgo en cada situación concreta.

En el caso del automóvil, a lo largo de los años se han ido desarrollando e incorporando elementos y sistemas que incrementan la seguridad, con el fin de conseguir reducir el número y gravedad de las lesiones derivadas de la circulación vial.

En un esfuerzo por ofrecer un análisis del impacto de esas medidas, se han desarrollado programas tales como el European New Car Assessment Programme (EuroNCAP) establecido en 1996. Como indica la documentación de EuroNCAP, estos programas están diseñados para ofrecer un análisis "realista e independiente del comportamiento de seguridad de los vehículos..." con el fin último de conseguir una "reducción drástica del número de choques mortales y accidentes en las carreteras europeas" <http://es.euroncap.com/es/about.aspx>. Sin embargo, las evaluaciones hasta la fecha de este programa son escasas y ofrecen resultados poco convincentes [63-67]. Algunos estudios incluso cuestionan la correlación entre las puntuaciones de EuroNCAP y los resultados reales de mortalidad y lesividad [68].

Consciente de la importancia de la validación de las pruebas EuroNCAP, la DGT ha establecido como una de sus líneas prioritarias de investigación el estudio de la correlación entre la puntuación EuroNCAP y el tipo y grado de lesividad en caso de accidente real.

Además del análisis del impacto de los elementos y sistemas de seguridad ya establecidos en la industria automovilística, es necesario evaluar la efectividad de los más nuevos dispositivos de seguridad, tanto activos como

pasivos. Los avances tecnológicos se están aplicando también al ámbito de la seguridad vehicular. Así, se está trabajando en sistemas como el control activo de cambio involuntario de carril, la visión nocturna con detector de peatones, las luces de carretera inteligentes que regulan automáticamente el haz de luz, etc. Hasta la fecha la evaluación de la efectividad de estos sistemas y su impacto en la accidentalidad y la lesividad está poco desarrollada [69], por lo que parece conveniente seguir investigando.

Finalmente, para completar este apartado sobre protección de ocupantes, hay que abordar el grado de seguridad de los vehículos de motor de dos ruedas, tema clave para la DGT, ya que su uso se ha incrementado en los últimos años (entre los años 2004 y 2013, el parque de motocicletas ha aumentado un 79%) [7]. De hecho, la mejora de seguridad de los motoristas es una de las prioridades recogidas en la "Estrategia de Seguridad Vial 2011-2020" de la DGT [19], así como en el "Programa de Acción Europeo de Seguridad Vial 2011-2020" de la CE [70].

La seguridad de estos ocupantes está menos desarrollada que la del automóvil. La aplicación de medidas de seguridad en el mundo de la motocicleta ha sido más tardía. Solo hace dos décadas que las motocicletas comenzaron a incorporar elementos de seguridad activa [71].

Además, las altas cifras de siniestralidad de estos usuarios justifican los esfuerzos de investigación. En 2013 se produjeron en nuestro país 301 muertes de motociclistas, suponiendo el 18% del total de fallecidos por lesiones relacionadas con el tráfico, y 20.477 sufrieron lesiones de diversa gravedad. Por su parte, el número de ciclomotoristas fallecidos fue de 54 y el de lesionados de 7.771 [7].

A la vista de esta situación y en consonancia con algunos proyectos europeos sobre seguridad de vehículos de motor de dos ruedas (SAFERIDER <http://www.saferider-eu.org/> MYMOSA <http://www.mymosa.eu/> 2BESAFE <http://www.2besafe.eu/>) la DGT considera necesaria la realización de estudios sobre las posibilidades de seguridad que ofrecen los distintos elementos de seguridad pasiva, como la ropa de protección, los protectores cervicales y vertebrales y los airbags.

PROTECCIÓN Y RIESGO DE LESIÓN ASOCIADOS A LOS ELEMENTOS DE LA INFRAESTRUCTURA (Línea de Investigación 4.C)

Justificación y estado del arte



Durante los últimos años, tanto desde instituciones internacionales [59] como a nivel nacional se está promocionando el uso de medios de transporte alternativos al vehículo privado. En especial se está haciendo hincapié en el uso de la bicicleta y de los desplazamientos a pie como formas de movilidad eficiente, económica y saludable. Parece entonces lógico adecuar las infraestructuras a esta nueva situación.

Además, la vía y el entorno juegan un papel importante en la seguridad vial. Así, un estudio realizado en el Reino Unido los identificó como factor causal de los accidentes investigados en un 27,8% [61].

En nuestro país, de entre los distintos tipos de vía, las interurbanas son el ámbito donde se produce el mayor número de accidentes de tráfico con víctimas mortales y heridos graves. Durante el año 2013 [7] se produjeron en dichas vías el 73% de los fallecidos y el índice de letalidad de los accidentes con víctimas fue de 2,1 muertos por cada 100 víctimas, valor claramente superior a la letalidad para el conjunto de la población implicada en accidente de tráfico con víctimas que fue de 1,3. Dentro del conjunto de vías interurbanas, la gravedad de los accidentes con víctimas es todavía mayor en las carreteras convencionales. Así pues, en 2013, de los 1.230 muertos por accidente en zona interurbana, el 76% de los mismos fallecieron en accidentes de vía convencional y el índice de letalidad asociado a este tipo de vías ascendió a 2,4, frente al 1,6 de autopistas y de autovías.

Estos datos hacen que la carretera convencional sea para la DGT un ámbito de actuación prioritario, por lo que se ha planteado la realización de varios estudios durante los próximos años, en consonancia con trabajos iniciados en 2012 [72] y con otros a nivel internacional [73]. Asimismo, es prioritaria y destacable la promoción de la innovación en soluciones de bajo coste en el ámbito de las infraestructuras, tanto en zonas urbanas como en carretera convencional.

A pesar de la relevancia de las cifras de accidentalidad en vía interurbana y de la priorización de las actuaciones efectuadas en ese ámbito, resulta también importante el ámbito urbano y sobretudo el diseño del viario urbano para mitigar la problemática ligada a los colectivos vulnerables y adaptarse al nuevo marco regulatorio que establece el Reglamento General de Circulación.

INTERACCIÓN ENTRE EL ENTORNO VIAL, EL VEHÍCULO Y EL COMPORTAMIENTO DEL CONDUCTOR

(Línea de Investigación 4.D)

Justificación y estado del arte

Como se menciona en el apartado anterior, los elementos del entorno vial son importantes para la seguridad y pueden afectar al comportamiento de los usuarios de la vía. Elementos como la señalización o la iluminación pueden producir situaciones de riesgo potencialmente evitables.

En la actualidad, la información vial se ha convertido en un elemento constitutivo del transporte vial; en una herramienta esencial en la gestión del transporte. Los sistemas de transporte inteligentes (ITS, por sus siglas en inglés) crean un contexto rico, recogiendo datos, procesándolos, y distribuyendo y mostrando información a los usuarios de la vía, con el fin de mejorar su toma de decisiones con respecto a la movilidad. Los ITS suponen un claro avance en las posibilidades y demandas de señalización. Al aumentar la flexibilidad (qué, cuándo, cómo y dónde se puede mostrar la información) surgen numerosas posibilidades.

En Europa se están poniendo en práctica nuevas tecnologías de señalización y se está avanzando en la señalización variable. Las investigaciones sobre el uso de paneles de mensaje variable (PMV) y su influencia en el comportamiento de los conductores, muestran cómo, por lo general, los conductores aceptan la información sobre incidencias o congestiones y rutas alternativas mostrada en los PMV. Aunque también ponen de manifiesto una mayor demanda de atención, lo cual puede llevar a distracciones y generar problemas de seguridad [74]. Por tanto, es necesario profundizar en el estudio del impacto de los PMV sobre el riesgo de accidente.

En el caso de España, las primeras generaciones de PMV aparecidas en los años noventa tenían serias limitaciones técnicas que impedían la puesta en marcha de estrategias de gestión de tráfico avanzadas. Pero, a medida que estos dispositivos fueron mejorando en prestaciones y capacidad, se puso de manifiesto su utilidad y en 2009 se aprobó el "Manual de Señalización Variable" [75].

La DGT ha realizado un proceso de estudio, análisis y síntesis para la unificación y normalización de los criterios de señalización circunstancial exhibida por los PMV. En primer lugar, se han tenido en cuenta las características de diseño incorporadas en el marco normativo de la señalización nacional e internacional, incluidas las recientes incorporaciones de Naciones Unidas en el ámbito específico de los PMV. Asimismo, se han acumulado conocimientos basándose en la experiencia y los usos experimentados en España y en los Estados participantes en el Estudio Europeo 4 (ES4 de



armonización de PMV), del programa Easyway de la Comisión Europea [76],[77].
Disponible en: <http://www.easyway-its.eu/>

En este sentido, la DGT cree oportuno seguir investigando en el ámbito de la señalización variable, tanto para mejorar la señalización existente, sea mediante la iconicidad (lenguaje universal), las soluciones en los interfaces urbano-interurbano o la orientación a la regulación y control, como para mejorar la señalización del futuro gracias a las nuevas tecnologías, teniendo en cuenta la influencia del entorno vial y del vehículo en el comportamiento de los conductores.

RESPUESTA POST-ACCIDENTE (Línea de Investigación 4.E)

Justificación y estado del arte

El “Informe mundial sobre prevención de los traumatismos causados por el tránsito” de la OMS, señala que la finalidad de la asistencia tras un accidente es “prevenir muertes y discapacidad evitables, limitar la gravedad del traumatismo y del sufrimiento que ocasiona y velar por una evolución óptima de los supervivientes y su reintegración en la comunidad” [78].

Del examen de diversos estudios realizados en Europa [79] se desprende que casi el 50% de las defunciones causadas por el tráfico se producen en el lugar del accidente en los minutos que siguen al mismo o camino del hospital. Estudios realizados en todo el mundo han demostrado que el fallecimiento de muchas personas que mueren antes de llegar a un hospital podría evitarse [79, 80]. La importancia de la respuesta post-accidente ha hecho que la propia OMS la haya incluido como uno de los cinco pilares de acción a nivel mundial para la próxima década. Habla en concreto de la necesidad de “aumentar la capacidad de respuesta a las emergencias ocasionadas por los accidentes de tránsito y mejorar la capacidad de los sistemas de salud y de otra índole para brindar a las víctimas tratamiento de emergencia apropiado y rehabilitación a largo plazo”

Durante los últimos 30-40 años, muchos países han llevado a cabo mejoras en la asistencia post-accidente [81]. Una revisión de datos de 1970-1996 en varios países de la OCDE sugirió que entre el 5% y el 25% de la reducción de muertes por accidente de tráfico se debía a las mejoras en la asistencia médica y en la tecnología (incluyendo sistemas de respuesta de emergencia) [81].

Las nuevas tecnologías contribuyen a aumentar la capacidad de respuesta tras un accidente. Así, el servicio de llamada de urgencia desde el

vehículo (sistema eCall) reduce los tiempos de respuesta de los servicios de emergencia, mejorando la atención a las víctimas en los primeros momentos tras el suceso y reduciendo así el número de muertes y lesiones. Varios estudios han evaluado el impacto del sistema eCall en la seguridad vial [82, 83].

El proyecto HeERO prepara, lleva a cabo y coordina la puesta en marcha de pilotos del sistema eCall en Europa, teniendo en cuenta las normas europeas sobre sistemas de transporte inteligentes que establece que todos los vehículos con homologación tipo europea a partir de 2015 deberán de llevar instalado el dispositivo eCall [84]. Como miembro del consorcio de participantes en la segunda fase del proyecto europeo HeERO, la DGT lidera el proyecto en España y se encargará de preparar el despliegue de la infraestructura necesaria para implementar el sistema eCall en nuestro país.

MEDIDAS DE MEJORA DE LA MOVILIDAD EN ACCESOS A GRANDES CIUDADES (Línea de Investigación 4.F)

Justificación y estado del arte

La movilidad segura y sostenible es uno de los temas más importantes en seguridad vial tanto a nivel nacional como internacional [19, 59]. También lo es en el ámbito urbano, ya que las ciudades constituyen el entorno vital de la inmensa mayoría de la población. Las ciudades necesitan sistemas de transporte eficientes y seguros, en apoyo de su economía y del bienestar de sus habitantes. Así, la Comisión Europea elaboró en 2010 un plan de acción en el que se proponen diversas medidas destinadas a garantizar una movilidad más eficaz y sostenible en las ciudades [85]. Entre estas medidas destaca la promoción del uso de transportes alternativos al vehículo privado.

Por otro lado, como se ha mencionado anteriormente, parece clara la importancia del uso de sistemas de transporte inteligentes en la gestión de la circulación.

Con todo ello, la DGT cree oportuna la puesta en marcha de un proyecto piloto de información multimodal en Madrid, con el objetivo de fomentar el uso del transporte público (cercanías y autobuses) en detrimento del transporte privado mediante el uso de sistemas ITS. Todo ello, con su consiguiente evaluación posterior y análisis de los resultados.

APLICABILIDAD DE LAS NUEVAS TECNOLOGÍAS (Líneas de Investigación 4.G)



Justificación y estado del arte

Las mejoras técnicas en materia de seguridad vial incorporadas a los vehículos fueron objeto de evaluación por parte de la administración estadounidense de seguridad vial, quien estimó que las tecnologías de seguridad vial salvaron en ese país cerca de 330.000 vidas en el periodo comprendido entre 1960 y 2002 [86]. En Europa no se dispone de estudios comparables, como tampoco en España, si bien parece válida la extrapolación de la conclusión general anterior al ámbito europeo o español.

Según la red temática europea "EuropeanVehiclePassive Safety Network", las tecnologías de seguridad pasiva ofrecen todavía el potencial de reducir un 36% el número de víctimas mortales en Europa antes del año 2030 [87]. Después de varias décadas centrados en la mejora de la seguridad pasiva de los vehículos, las tendencias actuales apuntan a que los mayores potenciales de seguridad se encuentran en las denominadas tecnologías eSafety (http://ec.europa.eu/information_society/activities/esafety/index_en.htm), que son aquellas que combinan las tecnologías tradicionales con las de la información y la comunicación. No obstante todavía son escasas las evidencias científicas sobre el impacto de estas tecnologías en la seguridad vial, por lo que es necesario seguir investigando. Así se está promoviendo desde la Unión Europea (SafetyNet (2009) eSafety), que financia algunos estudios recientes (TRACE, eIMPACT, PREVENT).

Los resultados del proyecto europeo SafetyNet identifican diversas áreas susceptibles de investigación. Entre ellas destacan: el impacto de las nuevas tecnologías en la accidentalidad y la lesividad, el desarrollo de métodos estandarizados de evaluación de dichas tecnologías y la respuesta a largo plazo de los usuarios a los nuevos sistemas.

Siguiendo las actuales líneas de desarrollo e impulso de nuevas tecnologías, la DGT ha fijado como línea de investigación el análisis del impacto de dichas tecnologías, especialmente las basadas en la telefonía móvil, en la reducción de la siniestralidad y la lesividad, y el estudio de la aplicabilidad de las mismas en áreas como la mejora de la seguridad vial y de la gestión de la movilidad, la detección de infracciones, la accesibilidad a la conducción (por ejemplo en personas discapacitadas), los programas de rehabilitación de reincidentes y la asistencia post-accidente.

VEHÍCULO ELÉCTRICO

Justificación y estado del arte

Tanto el "Plan Integral de Automoción" [88] como la "Estrategia de Ahorro y Eficiencia Energética en España (E4) [89] plantean un conjunto de líneas estratégicas de actuación encaminadas a favorecer el cambio modal hacia modos de transporte más eficientes, al uso más eficiente de los medios de transporte y a la mejora de la eficiencia de cada uno de los distintos medios de transporte. En esta última línea, se contempla como actuación clave la promoción de tecnologías de propulsión alternativas a las convencionales (gasolina y gasóleo).

Sin embargo, la lenta pero progresiva incorporación al parque automovilístico de vehículos dotados de motor eléctrico o híbrido trae aparejadas algunas repercusiones estructurales que tienen influencia en la seguridad vial. Entre las más significativas está la radical disminución sonora que emite el vehículo, y que dependiendo de las circunstancias concretas, lo hace prácticamente inaudible para otros usuarios de la vía, lo cual incrementa el riesgo de accidentes, sobre todo entre peatones y vehículos. Esto nos puede llevar a una paradoja normativa, pues los beneficios de la nueva situación, -la reducción masiva de ruido debido al tráfico vial, con la consiguiente mejora ecológica-, pueden verse alterados por el incremento de accidentes entre peatones y vehículos que pasan a ser muy silenciosos. El desarrollo de investigaciones que, por un lado, describan el problema previsto y, por otro, propongan alternativas de seguridad se considera un tema a desarrollar en los próximos años, con la ventaja de que en muy pocas ocasiones tenemos la posibilidad de ir por delante de un problema generado por un cambio tecnológico.

Ante la falta de estudios sobre su impacto de los vehículos eléctricos e híbridos en la seguridad vial, la DGT ve oportuna la realización de investigaciones dirigidas a analizar las repercusiones en la seguridad vial del uso de estos vehículos, especialmente el posible impacto en los peatones y en otros vehículos de la falta de emisión de ruido, y proponer intervenciones para nuevas situaciones que aumenten el riesgo de accidente y lesión.

MODELOS DE SIMULACIÓN DE TRÁFICO

(Líneas de Investigación 4.H)

Justificación y estado del arte

La modelización del tráfico es una potente herramienta para elaborar predicciones del comportamiento de la red bajo diversas condiciones del tráfico y optimizar la toma de decisiones para la gestión de la movilidad, optimizar las infraestructuras y mejorar el servicio al ciudadano, mediante las acciones correspondiente en los sistemas avanzados de gestión del tráfico y de



información a los usuarios en tiempo real, sobre la situación actual (real o simulada) del tráfico y su pronóstico.

Se trata de un área de investigación ya veterana, pero en la que se puede innovar y desarrollar mejores soluciones gracias al incesante incremento de las capacidades computacionales.

La Dirección General de Tráfico ha fijado como línea de investigación el desarrollo de modelos de simulación de tráfico a escalas microscópica, mesoscópica o macroscópica, o combinación de éstas, que permitan su aplicación a tramos de alta densidad de circulación, o siniestralidad relevante, y permitan extraer conclusiones para la mejora de la gestión de la movilidad y la seguridad vial, y realizar predicciones sobre la situación del tráfico bajo determinadas condiciones, basados en modelos físicos newtonianos, estadísticos, teoría de ondas, teoría del caos, teoría de juegos, autómatas celulares, etc. y calibrables con las mediciones en campo de las variables fundamentales del tráfico (velocidad, intensidad, densidad, etc.), que podrán incluir la incidencia del tráfico pesado y de los usuarios vulnerables.

5.- USUARIOS CON DISCAPACIDAD Y MOVILIDAD REDUCIDA

Justificación de la relevancia

Toda persona tiene derecho a moverse bajo unas condiciones de movilidad adecuadas y seguras. El acceso y la utilización de los diferentes sistemas de transporte tanto públicos como privados constituyen uno de los derechos básicos a la movilidad de cualquier ciudadano. Esto incluye, lógicamente, a las personas con discapacidad y con movilidad reducida.

La igualdad de oportunidades, la no discriminación y la accesibilidad universal de las personas con discapacidad están recogidas en la Ley 51/2003 [90], que establece la obligación de adoptar medidas positivas orientadas a evitar o compensar las desventajas de la persona que padece una discapacidad, para permitir así su plena integración. También la OMS, en su "Informe mundial sobre la discapacidad" [91] pone de manifiesto la necesidad de incorporar el transporte accesible en la legislación general sobre los derechos de las personas con discapacidad. Añade que es necesario determinar estrategias para mejorar la accesibilidad del transporte público.

Pero no solo el transporte público ha de ser accesible a estas personas, también lo ha de ser el transporte individual, ya que para muchos el vehículo

privado supone un medio imprescindible para conseguir la plena integración. Así lo recoge la Directiva 2006/126 CE del Parlamento Europeo y del Consejo sobre el permiso de conducción, según la cual “es preciso adoptar disposiciones específicas que favorezcan el acceso de las personas con discapacidad física a la conducción de vehículos” [25].

NECESIDADES DE LOS USUARIOS CON DISCAPACIDAD Y MOVILIDAD REDUCIDA (Línea de Investigación 5.A)

Justificación y estado del arte

Se ha constatado que las personas discapacitadas y con movilidad reducida encuentran dificultades para acceder al permiso de conducción o renovarlo, al no recibir una evaluación adecuada a su perfil [92]. Los problemas tienen que ver principalmente con la calidad de la propia evaluación, la falta de formación específica de los evaluadores, de uniformidad en todos los niveles del proceso y la carencia de herramientas que permitan obtener información objetiva, cuantificable y reproducible del proceso de valoración. Esta situación hace necesario, por un lado, la revisión del modelo de evaluación psicofísica de cara a determinar y corregir sus debilidades y, por otro, el desarrollo de un sistema que posibilite la evaluación práctica y objetiva tras la identificación de los déficits y de su posibilidad de compensación (adaptaciones) en condiciones de seguridad. Este es uno de los objetivos de investigación fijado por la DGT para los próximos años.

Pero las personas con discapacidad o movilidad reducida no sólo encuentran dificultades a la hora de acceder al permiso de conducción, también son más vulnerables que el resto de la población frente a los sistemas de protección. La mayor parte de las investigaciones se centran en el desarrollo de sistemas de protección dirigidos a la población general y no prestan atención a las necesidades específicas de este grupo de usuarios.

Las actuales cifras de siniestralidad de este colectivo son elevadas. Un estudio llevado a cabo en EEUU mostró que los niños discapacitados tienen cinco veces más probabilidad de ser atropellados siendo peatones o ciclistas que los niños sin discapacidad. Además, el riesgo de los peatones discapacitados es elevado por las limitaciones propias de su discapacidad [93].

Aunque existen algunos estudios relativamente recientes [94-99], es necesario seguir investigando el riesgo de lesión de personas discapacitadas y sus necesidades concretas de protección, lo cual es una de las prioridades de investigación de la DGT para los próximos años.



ANÁLISIS DE INDICADORES ESTRATÉGICOS, EVALUACIÓN DE IMPACTO Y DE INTERVENCIONES

ANÁLISIS DE INDICADORES ESTRATÉGICOS

Las lesiones derivadas de los accidentes de tráfico constituyen un grave problema de salud pública, ya que suponen la octava causa de muerte en el mundo y la primera para el grupo de 15 a 29 años de edad [1]. El enfoque de la salud pública relacionado con la prevención de dichas lesiones se basa en evidencias científicas y propone una serie de pasos para avanzar hacia la resolución del problema [100].

En primer lugar, como se ha visto en el apartado "1. Sistemas de información", es preciso identificar el mayor número posible de aspectos básicos relacionados con las lesiones, mediante la recogida sistemática de datos sobre la magnitud, alcance, características y consecuencias de las lesiones (vigilancia epidemiológica). Así, en segundo lugar, se podrán extraer los principales factores que aumentan o disminuyen el riesgo de sufrir lesiones y aquellos factores que pueden modificarse mediante intervenciones.

Un tercer paso consiste en el análisis de la información obtenida, tanto de los resultados finales (número de accidentes y víctimas, costes socioeconómicos) como de los resultados intermedios (factores y comportamientos de riesgo). En este sentido, la DGT considera prioritario el estudio de modelos aplicados al seguimiento de los indicadores estratégicos fijados en el presente Plan de Investigación (modelo DRAG, modelos predictivos, etc.) con el fin de obtener una imagen más completa del alcance del problema.

EVALUACIÓN DE ESTRATEGIAS PREVENTIVAS, ANÁLISIS DE IMPACTO Y DE INTERVENCIONES (Línea de Investigación 6.A)

Una vez interpretados los datos, es preciso utilizar dicha información para el diseño, la implementación, la monitorización y la evaluación de intervenciones [100].

Con la evaluación se pretende, entre otros objetivos, contribuir al desarrollo y mejora de un programa, determinar su efectividad, identificar cualquier efecto no anticipado del mismo y justificar la aplicación de una

intervención.

La evaluación del impacto analiza los efectos del programa a corto plazo y está relacionada con los objetivos del mismo. Mide el cambio en los factores de riesgo de lesión en el grupo objetivo como consecuencia de las actividades del programa. Esta evaluación está relacionada con la respuesta real a la intervención (p. ej., número de motociclistas que llevan casco) y ofrece los fundamentos científicos para decidir si se ha de implementar una medida concreta o no.

Además, antes de la introducción de una medida de seguridad específica es necesario llevar a cabo una evaluación económica adecuada (coste-beneficio, coste-efectividad, coste-utilidad). Para ello conviene tener en cuenta el objetivo concreto de la evaluación. La evaluación económica es importante para demostrar la efectividad cuantificada de las intervenciones o para dar prioridad a intervenciones basadas en beneficios esperados frente a costes.

Las evaluaciones y valoraciones sistemáticas contribuyen enormemente a la seguridad vial al defender la introducción de las medidas de seguridad con mejor relación coste-eficacia. El mayor reto es el de garantizar el uso real de los resultados de los análisis en el proceso de toma de decisiones.

Consciente de la necesidad de evaluar la influencia de la implementación de estrategias y programas en la seguridad vial, la DGT cree oportuno realizar investigaciones en este sentido. En concreto, se plantea, por un lado, la aplicación de modelos econométricos para el análisis del impacto de los recursos sanitarios en la evolución de las lesiones asociadas al tráfico y de la efectividad de las campañas preventivas; y por otro, la aplicación de metodologías cualitativas en el estudio de los factores que influyen en el cumplimiento de las normas de tráfico. En este caso, el estudio también se justifica por el aumento de los delitos contra la seguridad vial producido en España en los últimos años [101]. Asimismo, conocer los tipos de delitos relacionados con la seguridad vial puede servir para la mejor valoración de las medidas adecuadas que deben ser adoptadas en cada caso [102]. *Disponible en:* http://www.crimina.es/documentos/documentos/00209/Proyecto_GrADeT.pdf

Finalmente, en línea con todo lo expuesto anteriormente y tal y como se menciona en los apartados correspondientes del documento, la DGT cree necesaria la realización de evaluaciones de las intervenciones relacionadas con las áreas estratégicas de investigación (intervenciones aptitudinales; intervenciones sobre infractores reincidentes; intervenciones sobre colectivos específicos y comportamientos de riesgo; e intervenciones en el ámbito laboral).



- [1] WHO, "Global status report on road safety 2013: supporting a decade of action," tech. rep., World Health Organization, 2013.
- [2] L. Roberston, *Injury Epidemiology. Research and control strategies*. Oxford University Press 2nd ed, 1998.
- [3] M. Seguí-Gomez, J. González-Luque, and V. Lizarbe, *Fundamentos de Biomecánica en las Lesiones por Accidente de Tráfico*, ch. La problemática del accidente de tráfico, pp. 1–20. Etrasa, 2012.
- [4] WHO, "Injury surveillance guidelines," tech. rep., World Health Organization, Centers for Disease Control and Prevention, 2001.
- [5] R. Elvik, A. Høy, T. Vaa, and M. Sørensen, *The Handbook of Road Safety Measures*. 2009.
- [6] OPINA, "Barómetro de opinión sobre seguridad vial: Oleada febrero 2011. Informe ejecutivo," tech. rep., Dirección General de Tráfico, 2011.
- [7] DGT, *Las Principales Cifras de la Siniestralidad Vial España 2013*. Dirección General de Tráfico, 2014.
- [8] NHTSA, "Misuse of child restraints. " *Traffic Tech. Technology Transfer Series*, vol. 290, 2004.
- [9] S. Refs-Koppel, J. Charlton, and C. Rudin-Brown, "The impact of new legislation on child restraints system (crs) misuse and inappropriate use in Australia," *Traffic Injury Prevention*, vol. 14(4), pp. 987–396, 2013.
- [10] J. C. Simpson, B. L. Turnbull, S. C. R. Stephenson, and G. S. Davie, "Correct and incorrect use of child restraints: results from an urban survey in New Zealand," *International journal of injury control and safety promotion*, vol. 13, pp. 260–3, Dec. 2006.
- [11] P. Lesire, S. Cuny, F. Alonzo, G. Tejera, and M. Cataldi, "Misuse of child restraint systems in crash situations - danger and possible consequences," *Annual proceedings of the association for the advancement of automotive medicine*, vol. 51, pp. 207–222, 2007.
- [12] J. Lijarcio, C. Catalá, and J. Llamazares, "Análisis del uso incorrecto y no uso de los elementos de retención infantil. Identificación de comportamientos erróneos," tech. rep., Dirección General de Tráfico, 2012.
- [13] FIA, *Cinturones de seguridad y sistemas de retención infantil: un manual de seguridad para decisores y profesionales*. FIA Foundation for the Automobile and Society, 2009.
- [14] INSIA, "Buenos y malos usos de las sillitas infantiles en los accidentes de tráfico," tech. rep., Línea Directa, 2012.

- [15] UNIZAR, “Estudio naturalístico de las situaciones fuera de posición de niños con discapacidad,” tech. rep., Dirección General de Tráfico, 2012.
- [16] UNIZAR, “Evaluación en colisiones de dispositivos de seguridad infantil para niños con discapacidad,” tech. rep., Dirección General de Tráfico, 2012.
- [17] Gordo-Lopez, P. Parra-Contreras, and S. D’Antonio-Maciras, “Investigación sobre el no uso o mal uso de los elementos de retención y protección desde las redes sociales,” tech. rep., Dirección General de Tráfico, 2012.
- [18] CZ, “Intervenciones para mejorar el uso de sistemas de retención infantil que eviten el desplazamiento "fuera de posición" durante la fase del sueño,” tech. rep., Dirección General de Tráfico, 2012.
- [19] DGT, *Estrategia de seguridad vial 2011-2020*. Dirección General de Tráfico, 2011.
- [20] “Safetynet (2009) speeding,” 2009.
- [21] “Encuesta de movilidad de las personas residentes en España (movilia 2006-2007),” tech. rep., Ministerio de Fomento, 2007.
- [22] ATM, “Encuesta de movilidad cotidiana (emq 2006),” tech. rep., Autoridad de Transporte Metropolitano de Barcelona, 2006.
- [23] ATM, “Encuesta de movilidad en día laborable 2012 (emef),” tech. rep., Autoridad de Transporte Metropolitano de Barcelona, 2012.
- [24] E. Jiménez-Mejías, J. Pulido-Manzanero, V. Martínez-Ruiz, G. Barrio-Anta, J. Luna-Castillo, and L. Fuente-Hoz, “Diseño de un cuestionario sobre movilidad y exposición al tráfico rodado. Proyecto de aplicación,” tech. rep., Dirección General de Tráfico, 2012.
- [25] *Directiva 2006/126/CE del Parlamento Europeo y del Consejo de 20 de diciembre de 2006 sobre el permiso de conducción (refundición) Diario Oficial de la Unión Europea L403/18*, 2006.
- [26] Serra-Jubal, F. Álvarez González, B. Assaf-Hassan, B. Calvo-Calvo, P. Cervelló-Ferrada, J. Dols-Ruiz, R. Durán-Romero, J. González-Luque, V. Lizarbe-Alonso, E. Mirabet-Lis, L. Montoro-González, A. Olivar-Martínez, M. Ozcoidi-Val, J. Pérez-Pérez, T. Robledo-Dios, F. Sánchez-Martín, B. Terrassa-Manera, J. Tuñi-Picado, and E. Valdés-Rodríguez, *Protocolo de exploración médico-psicológica para centros de reconocimiento de conductores: guía para la historia clínica*. Ministerio de Sanidad y Consumo, 2007.
- [27] *Real Decreto 818/2009 de 8 de mayo por el que se aprueba el Reglamento General de Conductores*, 2009.
- [28] “Summary and publication of best practices in road safety in the member states. Thematic report: driver education, training and licensing,” tech. rep., European Commission, 2007.



- [29] “New standars for the visual functions of drivers,” tech. rep., Eyesight Working Group, European Comisión, 2005.
- [30] F. Alonso-Plá, F. Tortosa-Gil, C. Esteban-Martinez, C. Calataud-Miñana, M. Ozcoidi-Val, M. Sanchís-Calatayud, and F. Asensio-Baixaui, “Abepsico: actualización de los baremos de la evaluación de variables psicomotoras reguladas en el anexo iv del reglamento general de conductores,” tech. rep., Dirección General de Tráfico, 2012.
- [31] G. Bartl, J. Assailly, F. Chatenet, M. Hatakka, E. Keskinen, and G. Willmes-Lenz, *EU-project Andrea. Analysis of driver rehabilitation programmes*. Austrian Road Safety Board (KfV), 2002.
- [32] I. Van Schagen and K. Machata, “The bestpoint handbook: getting the best out of a demerit point system,” tech. rep., European Commission, 2012.
- [33] P. Anderson and B. Baumberg, “Alcohol in europe: a public health perspective,” tech. rep., European Commission, 2006.
- [34] EC, “Supreme thematic report: rehabilitation and diagnostics,” tech. rep., European Commission, 2007.
- [35] J. Castillo-Manzano and M. Castro-Nuño, “Driving licenses based on points systems: Efficient road safety strategy or latest fashion in global transport policy? a worldwide meta-analysis,” *Transport Policy*, vol. 21, pp. 191–201, 2012.
- [36] J. Castillo-Manzano, M. Castro-Nuño, and D. Pedregal, “An econometric analysis of the effects of the penalty points system driver’s license in spain,” *Accident Analysis and Prevention*, vol. 42, no. 4, pp. 1310–1319, 2010.
- [37] S. Farchi, F. Chini, P. Rossi, L. Camilloni, P. Borgia, and G. Guasticchi, “Evaluation of the health effects of the new driving penalty point system in the lazio region, italy, 2001-4,” *Injury Prevention*, vol. 13, no. 1, pp. 60–64, 2007.
- [38] O. T. Hussain, M. S. Nayyara, F. A. Brady, J. C. Beirne, and L. F. A. Stassen, “Speeding and maxillofacial injuries: Impact of the introduction of penalty points for speeding offences,” *British Journal of Oral & Maxillofacial Surgery*, vol. 44, pp. 15–19, Feb. 2006.
- [39] M. Marino, A. De Belvis, D. Basso, M. Avolio, F. Pelone, M. Tanzariello, and W. Ricciardi, “Interventions to evaluate fitness to drive among people chronic conditions: systematic review of literature,” *Accident Analysis and Prevention*, vol. 50, pp. 377–396, 2013.
- [40] V. Felipo, A. Urios, P. Valero, M. Sánchez, M. A. Serra, I. Pareja, F. Rodriguez, C. Gimenez-Garzo, J. Sanmartin, and C. Montoliu, “Serum nitrotyrosin and psychometric ttest as indicators of imparied fitness to drive in cirrhotic patients withminimal hepatic encephalopathy,” *Liver*, vol. 33(10), pp. 1478–89, 2013.
- [41] R. Seeger and R. Lehman, “Fahreignung und fahrfähigkeitbei diabetes mellitus,” *TherapeutischeUmschau*, vol. 68(5), pp. 249–52, 2011.

- [42] D. Redelmeier, A. Kenshole, and J. Ray, "Motor vehicle crashes in diabetic patients with tight glycemic control: a population-based case control analysis," *PLoS Medicine*, vol. 6(12), p. article 1000192, 2009.
- [43] F. McDermott, "Alcohol on wheels," *Australian and New Zealand Journal of Surgery*, vol. 56(1), pp. 19–24, 1986.
- [44] M. Muskovich and M. Haag-Dawoud, "Alcohol consumption among drivers subject to the swiss license restriction of zero tolerance when driving," *Traffic Injury Prevention*, vol. 13(6), pp. 537–43, 2012.
- [45] R. Fuller and M. Gormley, "The 2007 psi lecture: is ireland ready for a change in drink driving legislation?," *Irish Journal of Psychology*, vol. 28(3-4), pp. 169–84, 2007.
- [46] C. Tingvall and N. Haworth, "Vision zero an ethical approach to safety and mobility." Paper presented to the 6th ITE International Conference Road Safety & Traffic Enforcement: Beyond 2000, Melbourne 6-7 September 1999.
- [47] *Estrategia europea en materia de lucha contra la droga (2005-2012). Consejo de la Unión Europea 15074/04 DG HIII. Bruselas 22 de noviembre de 2004*, 2004.
- [48] *Resolución del Consejo de 27 de noviembre de 2003 relativa a la lucha contra el consumo de sustancias psicoactivas asociadas a los accidentes viales. Diario Oficial de la Unión Europea, 22 de abril de 2004, num. C097, p 1-3*, 2004.
- [49] DGT, "Presencia de alcohol, drogas y medicamentos en conductores españoles. Informe final 2011 proyecto druid," tech. rep., Dirección General de Tráfico, 2011.
- [50] R. García-Repetto, A. Pérez-Torres, and M. Soria-Sánchez, "Driving under the influence of psychoactive substances: Correlation between saliva and blood concentrations [conducción bajo los efectos de sustancias psicoactivas: correlación de las concentraciones en fluido oral y sangre]," *Revista Espanola de Medicina Legal*, vol. 38 (3), no. 3, pp. 91–99, 2012.
- [51] T. Hels, I. Bernhoft, A. Lyckegaard, S. Houwing, M. Hagenzieker, S. Legrand, C. Isalberti, T. Van der Linden, and A. Verstraete, "Risk of injury by driving with alcohol and other drug. druid (driving under the influence of drugs, alcohol and medicines) 6th framework programme deliverable 2.3.5," tech. rep., European Commission, 2011.
- [52] E. Amoros and B. Gadegbeku, "Prevalence study: Main illicit psychoactive substances among all drivers involved in fatal road crashes in france. druid. 6th framework programme deliverable 2.2.4," tech. rep., INRETS, 2010.
- [53] H. Schulze, D. Beirness, P. Swan, and B. Logan, "Drug and driving: Detection and deterrence," tech. rep., OECD/ITF, 2010.
- [54] M. Asbridge, J. Hayden, and J. Cartwright, "Acute cannabis consumption and motor vehicle collision risk: Systematic review of observational studies and meta-analysis," *BMJ (Online)*, vol. 344, no. 7846, 2012.



- [55] S. Ravera and J. De Gier, "Prevalence of psychoactive substances in the general population. Druid 6th framework programme. Deliverable 2.1.1," tech. rep., European Commission, 2008.
- [56] V. Hargutt, H. Krüger, and A. Knoche, "Driving under the influence of alcohol, illicit drugs and medicines. Risk estimations from different methodological approach. Druid 1.3.1," tech. rep., European Commission, 2011.
- [57] S. Boets, U. Meesmann, S. Klipp, B. Bukasa, E. Braun, E. Panosch, U. Wenninger, S. Roesner, L. Kraus, and J. Assailly, "State of the art on driver rehabilitation: literatures analysis & provider survey. Druid 6th framework programme. Deliverable 5.1.1," tech. rep., European Commission, 2008.
- [58] B. Bukasa, U. Wenninger, E. Panosch, S. Klipp, S. Boets, U. Meesmann, S. Roesner, L. Kraus, L. Gaitanidou, J. Assailly, and A. Billard, "Validation of existing driver rehabilitation measures. Druid deliverable 5.2.4," tech. rep., European Commission, 2009.
- [59] *Libro Blanco Hoja de ruta hacia un espacio único europeo de transporte: por una política de transportes competitiva y sostenible, Comisión Europea, 2011.*
- [60] MUARC, "The elderly and mobility: a review of the literature," tech. rep., Monash University Accident Research Centre, 2006.
- [61] B. Sabey and H. Taylor, "The known risk we run : the highway. Supplementary report," tech. rep., TRL Ltd. Crowthorne, Reino Unido, 1980.
- [62] J. Treat, N. Tumbas, S. McDonald, R. Shinar, R. Mayer, R. Sansifer, and C. NJ, *Tri-level study of the causes of traffic crcrash: final report, volume I. Causal Factor Tabulations and Assessment.* Indiana University, 1979.
- [63] *Injury risk assesement from real world injury outcomes in European crashes and their relationship to EuroNCAP test scores. Proceedings of the 19th International Technical Conference on the Enhanced Safety of Vehicles. Washington DC United States; June 6-9 June. Newstead S, Delaney A et al, 2005.*
- [64] A. Fails and R. Minton, "Comparison of euroncap assessment with injury causation in accidents," tech. rep., TRL Ltd, Crowthorne, Berkshire, Document number 319, 2001.
- [65] R. Frampton, O. Williams, and P. Thomas, "Factors related to serious injury in post ncapeuropean cars involved in frontal crashes," pp. 15–33, 2004.
- [66] A. Lie and C. Tingvall, "How do euro ncap results correlate with real-life injury risks? a paired comparison study of car-to-car crashes," *Traffic Injury Prevention*, vol. 3, no. 4, pp. 288–293, 2002.
- [67] M. Segui-Gomez, F. Lopez-Valdes, and R. Frampton, "An evaluation of the euroncap crash test safety ratings in the real world.," *Annual proceedings / Association for the Advancement of Automotive Medicine. Association for the Advancement of Automotive*

Medicine, vol. 51, pp. 282–298, 2007.

[68] M. Segui-Gomez, F. Lopez-Valdes, and R. Frampton, “Real-world performance of vehicle crash test: The case of euroncap,” *Injury Prevention*, vol. 16, no. 2, pp. 101–106, 2010.

[69] A. Lund, “Motor vehicle safety: Past and present trends in the us. insurance institute for highway safety. Automotive safety council scottsdales, az march 2012,” 2012.

[70] *Programa de seguridad vial 2011-2020: medidas detalladas. Memo/10/343. Bruselas: Comisión de las Comunidades Europeas*, 2010.

[71] M. García Ruiz, “La tecnología se sube a la moto,” *Tráfico y Seguridad Vial*, vol. 213, pp. 24–27, 2012.

[72] D. Pedrero, O. Martín, F. Díez, and A. Molinero, “Identificación y caracterización de los objetivos de los márgenes de la carretera que son impactados en accidentes por salida de vía,” tech. rep., DGT y CIDAUT, 2012.

[73] M. Larsson, N. Candappa, and B. Corben, “Flexible barrier systems along high-speed roads: a lifesaving opportunity,” tech. rep., Monash University Accident Research Centre report 210, 2003.

[74] A. Erke, F. Sagberg, and R. Hagman, “Effects of route guidance variable message signs (vms) on driver behaviour,” *Transportation Research Part F-traffic Psychology and Behaviour*, vol. 10, pp. 447–457, Nov. 2007.

[75] *Manual de Señalización Variable. Resolución de 1 de junio de 2009 de la Dirección General de Tráfico por la que se aprueba el Manual de Señalización Variable*, 2009.

[76] EasyWay-ITS.EU, “Programa easyway de la comisión europea (2010) easyway-deployment guidelines-a5-vms.”

[77] M. Blanch, A. Lucas, and C. Messina, *ES4-Mare Nostrum: the Working Book*. Dirección General de Tráfico, 2009.

[78] WHO, “Informe mundial sobre prevención de los traumatismos causados por el tránsito.,” tech. rep., WorldHealthOrganization, 2004.

[79] “Reducing the severity of road injuries through post impact care. european transport safety council.,” *European journal of emergency medicine : official journal of the European Society for Emergency Medicine*, vol. 6, no. 3, pp. 271–274, 1999.

[80] K. Ker, I. Roberts, T. Collier, F. Beyer, F. Bunn, and C. Frost, “Post-licence driver education for the prevention of road traffic crashes,” *Cochrane Database Systematic Reviews*, vol. CD 003734, 2003 (3).

[81] R. Elvik and R. Noland, “A review of the impact of medical care and technology in reducing traffic fatalities,” *IATSS Research*, vol. 28 (2), pp. 6–12, 2004.



- [82] J. Abele, C. Kerlen, S. Krueger, H. Baum, T. Geibler, S. Grawenhoff, J. Schneider, and S. WH, "Exploratory study on the potential socio-economic impact of the introduction of intelligent safety systems in road vehicles," tech. rep., SEISS. VDI7VDE Innovation + Technik GmbH and Institute for Transport Economics at the University of Cologne, 2006.
- [83] H. Baum, T. Geibler, U. Westerkamp, and C. Vitale, "Socio-economic impact assessment. stand-alone and co-operative intelligent vehicle safety systems (ivss) in europe, cost benefit analyses for standalone and co-operative intelligent vehicle safety systems eimpact deliverable d6," tech. rep., eIMPACT Consortium, 2006.
- [84] *Directiva 2010/40/UE del Parlamento Europeo y del Consejo de 7 de julio de 2010 por la que se establece el marco para la implantación de los sistemas de transporte inteligentes en el sector del ttransport por carretera y para las interfaces con otros modos de transporte*, 2010.
- [85] *Plan de Acción de Movilidad Urbana de la CE (COM (2009) 490)*, Ministerio de Industria, Turismo y Comercio 2010.
- [86] C. Kahane, "Lives saved by the federal motor vehicle safety standards and other vehicle safety technologies, 1960-2002. doths 809 833," tech. rep., National Highway Safety Administration, 2004.
- [87] C. Oakley, "Roadmap of future automotive passive safety technology development.," tech. rep., European Vehicle Passive Safety Network. Transport Research Laboratory. European Comisión 5th Framework Programme Competitive and Sustainable Growth Programme Land Transport and Marine Technologies, 2004.
- [88] "Plan integral de automoción," tech. rep., Ministerio de Industria, Turismo y Comercio, 2009.
- [89] "Plan de acción 2008-2012 de la estrategia de ahorro y eficiencia energética de españa. julio 2007," tech. rep., Ministerio de Industria, Turismo y Comercio, 2007.
- [90] *Ley 51/2003 de 2 de diciembre de igualdad de oportunidades, no discriminación y accesibilidad universal de las personas con discapacidad (BOE nº 289)*, 2003.
- [91] WHO, "Informemundial sobre la discapacidad," tech. rep., World Health Organization, 2011.
- [92] INE, "Encuesta sobre discapacidad, autonomía personal y situaciones de dependencia edad 2008," tech. rep., INE, 2008.
- [93] WHO, "Pedestrian safety manual," tech. rep., World Health Organization, 2013.
- [94] L. Lee, R. Harrington, J. Chang, and S. Connors, "Increased risk of injury in children with developmental disabilities," *Research in Developmental Disabilities*, vol. 29, no. 3, pp. 247–255, 2008.
- [95] S. A. Sinclair and H. Xiang, "Injuries among us children with different types of

disabilities,” *American Journal of Public Health*, vol. 98, pp. 1510–1516, Aug. 2008.

[96] WHO, “World report on child injury prevention,” tech. rep., World Health Organization, 2008.

[97] H. Xiang, “Secondary injuries among individuals with disabilities. research summary brief,” tech. rep., Center for Injury Research and Policy at the Research Institute at Nationwide Children’s Hospital, 2009.

[98] H. Xiang, A. M. Chany, and G. A. Smith, “Wheelchair related injuries treated in us emergency departments,” *Injury Prevention*, vol. 12, pp. 8–11, Feb. 2006.

[99] H. Xiang, M. Zhu, S. Sinclair, L. Stallones, J. Wilkins, and G. Smith, “Risk of vehicle-pedestrian and vehicle-bicyclist collisions among children with disabilities,” *Accident Analysis and Prevention*, vol. 38, pp. 1064–1070, Nov. 2006.

[100] F. Scutchfield and C. Keck, *Principles of Public Health Practice*.

[101] *Balance 2009 evolución de la criminalidad*, Ministerio del Interior 2010.

[102] *Informes criminológicos en la delincuencia contra la seguridad vial 2011*, Crimina 2011.