



**Escola de Camins**

Escola Tècnica Superior d'Enginyeria de Camins, Canals i Ports  
UPC BARCELONATECH

## PROJECTE O TESIS D'ESPECIALITAT

Títol

Señalización y diseño de carreteras para la conducción en la  
tercera edad

Autor/a

Cristina Fernández Munté

Tutor/a

Francesc Robusté Anton

Ole Thorson

Departament

Infraestructura, transport i territori

Intensificació

Análisi y projecte d'infraestructures

Data

Juny 2020

## *Señalización y diseño de carreteras para la conducción en la tercera edad*

Autora: *Cristina Fernández Munté*

Tutores: *Francesc Robusté y Ole Thorson*

### Resumen

El presente trabajo modeliza la incidencia de la conducción en edades avanzadas mediante un análisis de los exámenes médicos para la obtención del carné de conducir. Para ello, se han analizado las características diferenciales de la edad en los tiempos de percepción y reacción, así como en la idoneidad de la decisión implementada, teniendo en cuenta posibles condicionantes de la ingestión de sustancias y/o medicamentos en los parámetros de diseño de las carreteras y su señalización. Los resultados de la investigación, una vez contrastados con abundantes datos empíricos, podrían modificar la normativa de trazado 3.1 IC y aspectos diversos de señalización.

Una vez analizados dichos factores, se han elaborado una serie de recomendaciones que permitirán diseñar mejores carreteras para la disminución y prevención de accidentes de tráfico con la implicación de conductores senior, teniendo en cuenta que las actuaciones para disminuir el número de accidentes de tráfico no deben producirse únicamente en las infraestructuras, sino también en el vehículo y en el conductor.

Además, se ha realizado un análisis del impacto económico que suponen los accidentes de tráfico y una estimación de los costes que supone la implementación de las medidas propuestas para su prevención.

Con todo esto, se pretende concienciar a la sociedad de las consecuencias negativas de este tipo de accidentes de tráfico, no solo por las víctimas implicadas, sino por el alto impacto económico que supone sobre el sistema sanitario y de la administración.

Palabras clave: *tiempo de percepción y reacción, conductores senior, señalización, diseño de carreteras*

## *Signage and road design for senior drivers*

Author: *Cristina Fernández*

Supervisor: *Francesc Robusté and Ole Thorson*

### Abstract

This document models the driving behavior at advanced ages by the analysis of medical exams to get the driving license. We have analyzed the differential age characteristics in the perception and reaction times, as well as in the suitability of the implemented decision, considering possible conditions of the substances (medicines, drugs) ingestion in the design parameters of the roads and their signposting. The results of the research, once contrasted with abundant empirical data, could modify the Spanish road layout standard “3.1 IC” and various aspects of signaling.

Even though the main cause of road accidents is the drivers’ behavior or incidents, several recommendations should allow the design of better roads for the reduction and prevention of traffic accidents with the involvement of senior drivers.

In addition, we carried out the analysis of the economic impact of traffic accidents, estimating the costs involved in the implementation of the proposed measures for the accident prevention and road safety enhancement.

The purpose of the research is to make society aware of the negative consequences of this type of traffic accidents, not only for the victims involved, but also because of the high economic impact on the health system and the Administration. The topic is interesting especially in a near future (or present) where citizens will enjoy longer life expectations with acceptable motor skills even at older ages.

Keywords: *perception and reaction time, senior drivers, signposting, roads design*

*Mis agradecimientos más sinceros para,*

*Francesc Robusté, Dr. Ing. De Caminos, Canales y Puertos, por su tutoría y ayuda en los diversos problemas que han surgido a lo largo de la realización,*

*Ole Thorson., por introducirme en la conducción en la tercera edad y por transmitir la necesidad de integrar a este colectivo*

*La Cátedra Abertis, por la oportunidad y financiación.*

*Jordi Navarro, por facilitarme los datos de las pruebas de CRC.*

*Finalmente, a mi familia y amigos por el apoyo y la ayuda brindados.*

## Índice

## Capítulos

1.	Introducción y objetivos .....	8
1.1.	Introducción a la conducción en edades avanzadas.....	8
1.2.	Definición de objetivos.....	9
2.	Estado del arte .....	10
2.1.	Siniestralidad y seguridad vial.....	10
2.2.	Características del conductor senior .....	17
2.3.	Implicación del conductor senior en los accidentes de tráfico .....	20
2.4.	Siniestralidad según características de la vía.....	21
2.5.	Informes y actuaciones en la seguridad vial.....	22
3.	Metodología.....	32
3.1.	Caracterización del comportamiento del conductor .....	32
3.2.	Resultados obtenidos de las pruebas médicas .....	35
	Movilidad (s) en función de la edad y el sexo .....	35
	Movilidad (m) en función de la edad y el sexo .....	35
	Número de toques en función de la edad y el sexo .....	36
	Error (%) en función de la edad y el sexo .....	36
3.3.	Análisis de los costes por accidente .....	37
4.	Aplicación.....	53
4.1.	Normativa de trazado Instrucción de Carreteras 3.1-IC y diversos aspectos de señalización .....	53
5.	Conclusiones e investigación futura .....	67
6.	Referencias .....	70

## Figuras

Figura 1. Evolución del número de fallecidos en vías interurbanas. Balance de seguridad vial 1960-2018. Fuente: Balance de seguridad vial del Ministerio del Interior. ....	10
Figura 2. Evolución del número de fallecidos (expresado en 1.000 conductores), de desplazamientos de largo recorrido (expresado en 10.000 movimientos) y parque automovilístico (expresado en 1.000 vehículos) en vías interurbanas 2008-2018. ....	11
Figura 3 . Evolución del número de fallecidos según el tipo de vía. Fuente: Dirección General de Tráfico. ....	12
Figura 4. Porcentaje de conductores que hacen uso de dispositivos móviles durante la conducción. ....	15
Figura 5 Evolución del número de fallecidos (expresado en 1.000 conductores), de desplazamientos de largo recorrido (expresado en 10.000 movimientos) y parque automovilístico (expresado en 1.000 vehículos) en vías interurbanas en la última década. ....	16
Figura 6. Evolución del número de fallecidos en vías interurbanas en la última década. ....	16
Figura 7. Representación gráfica del promedio de los tiempos de reacción para los distintos grupos de edad y sexo. Fuente: Registro postural en personas sanas: evaluación del equilibrio mediante el estudio comparativo entre la posturografía dinámica computerizada y el sistema Sway star. ....	20
Figura 8. Movilidad (s) en función de la edad y el sexo. ....	35
Figura 9. Movilidad (m) en función de la edad y el sexo. ....	35
Figura 10. Número de toques en función de la edad (años) y el sexo. ....	36
Figura 11. Error (%) en función de la edad (años) y el sexo. ....	36
Figura 12. Estimación de los fondos mundiales a la investigación y desarrollo en cuestiones de salud. Fuente: Informe mundial sobre prevención de los traumatismos causados por el tránsito 2004. ....	38
Figura 13. Lesiones en accidentes de tráfico. Fuente: Elaboración propia. ....	39
Figura 14. Baremo accidentes de tráfico 2018. Fuente: Accigest. ....	44
Figura 15. Porcentaje del total del coste estimado de los accidentes de tráfico con víctimas mayores de 65 años en el 2018 por el método de las indemnizaciones. Fuente: Elaboración propia. ....	51

Figura 16. Porcentaje del total del coste estimado de los accidentes de tráfico con víctimas mayores de 65 años en el 2018 por el método de disposición al pago. Fuente: Elaboración propia.....	51
Figura 17. Complementariedad entre movilidad y accesibilidad. Fuente: Norma 3.1-IC Trazado de carreteras.....	55
Figura 18. Distancia de parada en función de la velocidad para diferentes inclinaciones de rasante. ....	58

### **Tablas**

Tabla 1. Distribución de los fallecidos en accidentes de tráfico en vías interurbanas según el sexo 2011-2018. Fuente: Dirección General de Tráfico. ....	12
Tabla 2. Distribución de los fallecidos en accidentes de tráfico en vías interurbanas según la edad 2011-2018. Fuente: DGT. ....	13
Tabla 3. Distribucion percentual del censo de conductores por edad y sexo. 2018. Fuente: DGT. ....	14
Tabla 4. Principales grupos de medicamentos y su impacto en la conducción. ....	19
Tabla 5. Ejemplo de Matriz de Haddon. Fuente: Elaboración propia. ....	23
Tabla 6. Total de víctimas de accidentes de tráfico 2018.....	46
Tabla 7. Porcentaje de víctimas de accidentes de tráfico 2018. ....	46
Tabla 8. Coste de los accidentes con conductores senior en 2019 por el método de las indemnizaciones y el método de la disposición al pago. Fuente: Elaboración propia. ..	50
Tabla 9. Distancia de parada en función del tiempo de percepción y reacción a 120 km/h. Fuente: Elaboración propia a partir de los datos de la Norma 3.1-IC de Trazados de Carreteras.....	58
Tabla 10. Distancia de parada en función del tiempo de percepción y reacción a 100 km/h. Fuente: Elaboración propia a partir de los datos de la Norma 3.1-IC de Trazados de Carreteras. ....	59
Tabla 11. Distancia de decisión en función de la velocidad de proyecto. ....	59

## 1. Introducción y objetivos

### 1.1. Introducción a la conducción en edades avanzadas

El aumento de la implicación de conductores mayores de 65 años en los accidentes de tráfico ha conllevado un interés por el estudio de la señalización y diseño de carreteras para conductores de la tercera edad.

Explicar el complejo comportamiento de los conductores requiere el estudio y evaluación de los siguientes aspectos implicados en los exámenes médicos para la renovación del carné de conducir, distinguiendo entre usuarios normales y senior:

- Tiempo de percepción: Corresponde a la etapa de identificación, es el tiempo que transcurre desde que el conductor recibe la información del obstáculo o riesgo, hasta que inicia su respuesta frente a este.
- Tiempo de reacción: Es la suma del tiempo de detección, evaluación o valoración del riesgo, decisión y respuesta.
- Movilidad: habilidad del usuario para hacer las maniobras requeridas para la conducción con mayor o menor dificultad, y mayor o menor amplitud de movimiento y giro.
- Agudeza visual: capacidad del sistema visual para detectar cambios espaciales., limitada por todos los procesos ópticos y neurológicos
- Agudeza auditiva: capacidad auditiva del conductor.

Posterior evaluación de dichos factores con la variación de la edad, sexo, e ingesta de sustancias y/o medicamentos.

Un análisis riguroso de cada uno de los factores definidos previamente conlleva una gran dificultad, provocando que el conjunto de variables que intervienen en la conducción sea un problema difícil de afrontar. Esta es la principal razón por la que cada uno de estos factores se trata independientemente a pesar de la relación de dependencia entre ellos.

## 1.2. Definición de objetivos

El objetivo principal de este trabajo es justificar la necesidad de revisión de ciertos aspectos en la señalización y el diseño de carreteras, con la finalidad de reducir la siniestralidad con la implicación de conductores de la tercera edad, así como describir el impacto que este colectivo genera en la movilidad y seguridad vial.

Así pues, el estudio se divide por una parte en el análisis de los datos obtenidos de las pruebas médicas para la obtención del carné de conducir con la finalidad de describir los factores que influyen en los accidentes de tráfico para este colectivo de conductores, y en qué medida lo hacen, y por otro la justificación de las medidas propuestas, de los posibles impactos derivados de su implementación, así como un análisis económico de coste/eficacia.

La conclusión del trabajo pretende dar resultados de apoyo para la modificación de la Normativa de trazado 3.1 IC y algunos aspectos de señalización.

## 2. Estado del arte

### 2.1. Siniestralidad y seguridad vial

España tiene una tasa de mortalidad de 39 muertos por cada millón de habitantes en accidentes de tráfico, hecho que la posiciona en sexto puesto en el ránking europeo de accidentes mortales de tráfico, con una tasa media de 51,5 muertos por millón de habitantes. A pesar de que la tendencia en los últimos años ha sido la reducción de las cifras de siniestralidad, los accidentes de tráfico siguen siendo una de las principales causas de muerte evitable en nuestro país.

Según las cifras de siniestralidad vial publicadas por la Dirección General de Tráfico, en 2018 hubo en España 102.299 accidentes de tráfico con víctimas, de las cuáles 1806 fallecieron. A pesar de que el mayor porcentaje de siniestralidad se produce en las vías urbanas, durante el 2018 en las vías interurbanas se produjo un 37% de los accidentes, y es donde se registra un mayor número de fallecidos, alcanzando un 65% del total de muertos en accidente de tráfico. La diferencia se explica debido a que la velocidad de circulación en vías interurbanas es mayor, por lo que, a mayor velocidad, aumenta la gravedad de los accidentes. El presente estudio se centra en las vías interurbanas.

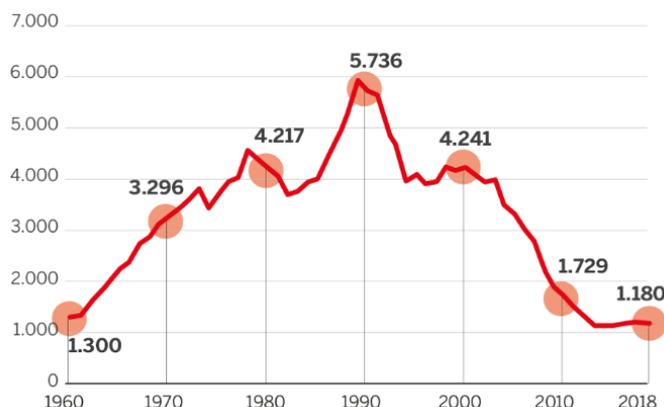


Figura 1. Evolución del número de fallecidos en vías interurbanas. Balance de seguridad vial 1960-2018.

Fuente: Balance de seguridad vial del Ministerio del Interior.

En la figura 1 se muestra la evolución de la accidentabilidad con víctimas mortales en las últimas décadas en el estado español en vías interurbanas. Desde los años 60 las cifras fueron en aumento hasta el 1989, donde se observa el pico más alto con un total de 5.940 víctimas. A partir de los 90, las cifras han ido disminuyendo, con un periodo de estancamiento en 2004, y otra vez un continuo descenso llegando en 2015 a un mínimo histórico, con un total de 1.126 víctimas mortales, y alcanzando un total de 1.180 víctimas en 2018, descendiendo nuevamente tras una tendencia creciente, aunque bastante estable entre 2015 y 2017.

Este descenso en los últimos años de la siniestralidad se da en un contexto de un aumento del parque automovilístico de más de dos millones en los últimos diez años, con un volumen total de 33,8 millones de vehículos, un censo de conductores de 26,8 millones, y una antigüedad media de los turismos de 10,9 años.

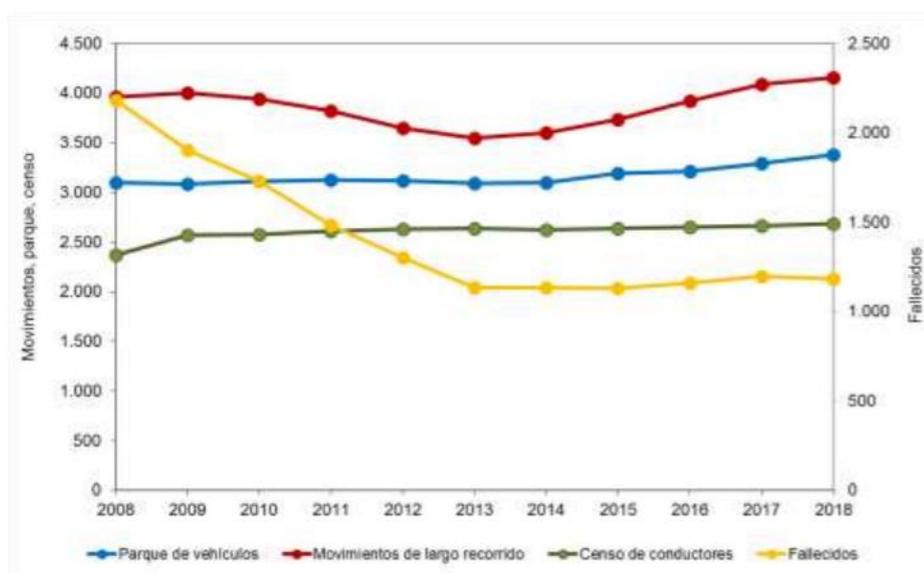


Figura 2. Evolución del número de fallecidos (expresado en 1.000 conductores), de desplazamientos de largo recorrido (expresado en 10.000 movimientos) y parque automovilístico (expresado en 1.000 vehículos) en vías interurbanas 2008-2018.

Fuente: Revista DGT informe cierre 2018.

Dentro del grupo de vías interurbanas se dividen los accidentes que se dieron en autopistas y autovías, que supusieron un 26%, y en los que ocurrieron en el resto de las vías interurbanas, que supusieron un 74% del total de accidentes mortales en este tipo de vías. El hecho de que la siniestralidad sea menor en autopistas y autovías que en carreteras

convencionales, se podría explicar debido a que estas primeras son las vías más seguras, y a que, en estas segundas, debido a que el tráfico es menor, el conductor suele confiarse y relajarse, estando menos alerta a posibles riesgos.

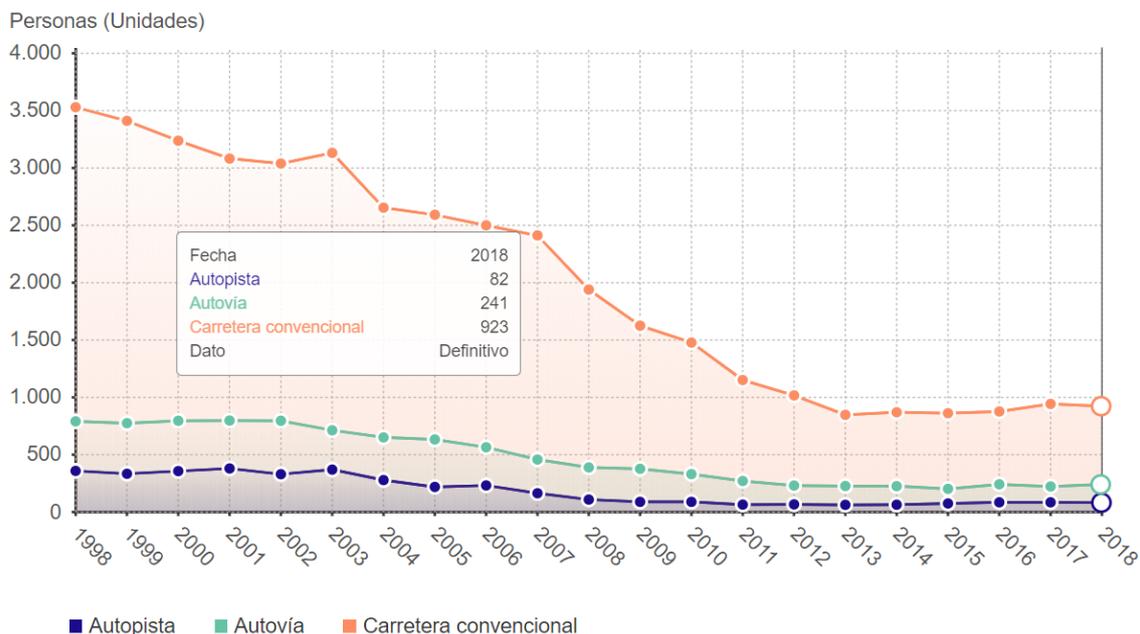


Figura 3 . Evolución del número de fallecidos según el tipo de vía. Fuente: Dirección General de Tráfico.

Del total de víctimas mortales en las vías interurbanas, un 80% han sido hombres y el resto mujeres. Cabe destacar la diferencia entre estas cifras, puesto que la diferencia entre el porcentaje de hombres y mujeres en el censo de conductores es menor, siendo estos primeros un 57,5% del total de conductores y las mujeres un 42,5%. Esta distribución ha sido parecida en los últimos 10 años. Destaca pues, que las cifras en mujeres son más moderadas, especialmente a partir de los 65 años. Esto podría deberse a que en las generaciones anteriores, conducir era una práctica más común entre hombres, y las mujeres que obtenían el carnet de conducir era una minoría.

Fallecidos (%)	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
<b>Hombres</b>	80	77	78	76	79	78	79	80
<b>Mujeres</b>	20	23	22	24	21	22	21	20

Tabla 1. Distribución de los fallecidos en accidentes de tráfico en vías interurbanas según el sexo 2011-2018. Fuente: Dirección General de Tráfico.

Los rangos de edades donde se presentan un mayor número de fallecidos es el de mayor de 65 años, representando un 21% de las víctimas, seguido de los colectivos entre 35 y 44 años, y entre 45 y 54.

<b>Fallecidos (%)</b>	<b>2011</b>	<b>2012</b>	<b>2013</b>	<b>2014</b>	<b>2015</b>	<b>2016</b>	<b>2017</b>	<b>2018</b>
<b>0- 14 años</b>	2	3	3	2	2	2	2	1
<b>15-24 años</b>	13	11	10	9	10	11	12	13
<b>25-34 años</b>	18	16	16	14	17	15	19	16
<b>35-44 años</b>	20	20	18	18	19	19	19	18
<b>45-54 años</b>	17	17	17	20	17	19	18	19
<b>55-64 años</b>	12	12	13	14	13	13	15	12
<b>65 años y más</b>	18	21	23	23	22	21	15	21

Tabla 2. Distribución de los fallecidos en accidentes de tráfico en vías interurbanas según la edad 2011-2018. Fuente: DGT.

Este factor se explica debido al envejecimiento de la población, y, por consiguiente, al aumento de la cifra de conductores senior. Además, las personas de la tercera edad suponen el 19% de la población, el 15,56% de los conductores, el 21% de los fallecidos y el 11% de los implicados en accidentes de tráfico.

Lo que indica que si bien suponen una cifra representativa en cuanto a número de fallecidos por su mayor dificultad por recuperarse en un accidente debido a la edad, no son el colectivo más significativo en cuanto a implicación en accidentes.

<b>Censo conductores (%)</b>	<b>Se desconoce</b>	<b>15 -17 años</b>	<b>18 - 20 años</b>	<b>21 - 24 años</b>	<b>25 - 29 años</b>	<b>30 - 34 años</b>
Total hombres (%)	0,02	0,12	1,01	2,37	3,59	4,20
Total mujeres (%)	0,00	0,04	0,69	2,02	3,40	4,07
Total (%)	0,02	0,17	1,70	4,39	6,99	8,27

<b>Censo conductores (%)</b>	<b>35 - 39 años</b>	<b>40 - 44 años</b>	<b>45 - 49 años</b>	<b>50 - 54 años</b>	<b>55 - 59 años</b>	<b>60 - 64 años</b>
Total hombres (%)	5,51	6,68	6,46	6,05	5,48	4,60
Total mujeres (%)	5,08	5,78	5,34	4,77	4,08	3,09
Total (%)	10,59	12,46	11,80	10,82	9,56	7,69

<b>Censo conductores (%)</b>	<b>65 - 69 años</b>	<b>70 - 74 años</b>	<b>Más de 74 años</b>	<b>Total censo</b>
Total hombres (%)	3,83	3,15	4,46	57,52
Total mujeres (%)	2,11	1,20	0,80	42,48
Total (%)	5,94	4,36	5,26	100,00

Tabla 3. Distribución percentual del censo de conductores por edad y sexo. 2018. Fuente: DGT.

Una vez analizados los conductores, se ha querido analizar el tipo de vía y de accidente, viendo donde y como se producían mayores siniestros.

La clasificación según el tipo de accidente se subdivide en siete categorías y su incidencia es la siguiente: colisión frontal (23%), colisión lateral y frontolateral (12%), colisión trasera y múltiple (8%), salida de la vía (39%), vuelco (1%), atropello a peatón (11%) y otro tipo de accidentes (6%), siendo la salida de la vía el tipo de accidente que acumula más fallecidos.

Si se analizan los accidentes según las características de la vía, los tramos donde se produce mayor accidentabilidad son los de línea recta, seguido de las curvas suaves y las vías en T o Y. Estos datos, ponen de manifiesto el hecho de que muchos accidentes se produzcan por utilizar aparatos móviles durante la conducción, o por dormirse al volante, por lo que una vez más, el factor humano prevalece frente al factor vía.

Según el VI Informe de Distracciones de BP, Castrol y el RACE basado en una encuesta realizada a 2.100 usuarios, hay una clara evidencia del incremento exponencial de situaciones de riesgo debido al uso de teléfonos móviles durante la conducción.

Un 12% admite el uso de las redes sociales al volante de forma habitual, siendo este porcentaje un 17% entre los jóvenes de 18 a 24 años.

También un 12% reconoce hacer fotos o videos durante la conducción de forma frecuente. Por delante de estas acciones se sitúan el uso del teléfono como GPS por un 25% de los encuestados, la mensajería instantánea por un 19%, las llamadas sin manos libres por un 14% y la lectura de correos electrónicos por un 13%.

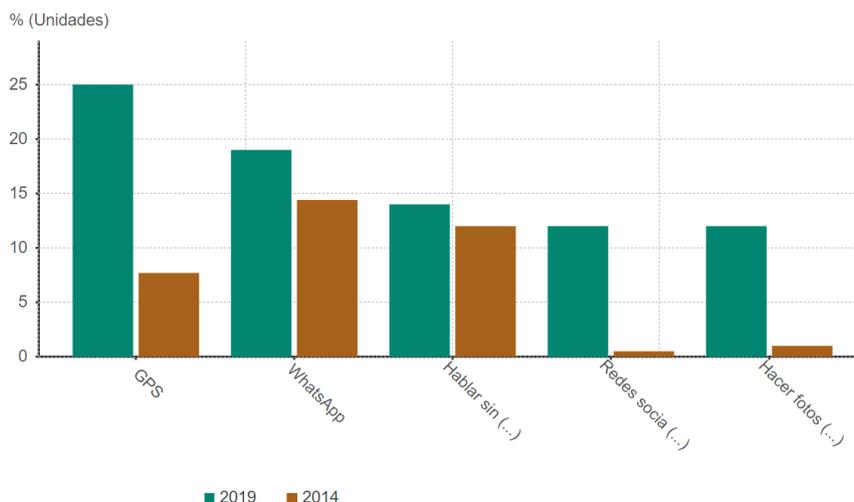


Figura 4. Porcentaje de conductores que hacen uso de dispositivos móviles durante la conducción.

Fuente: Dirección General de Tráfico

Otro factor presente en los accidentes son las infracciones por consumo de drogas y/o la ingesta de alcohol. En 2018, el 37% de los tests de drogas y el 1,3% de las pruebas de alcohol dieron positivo.

En relación con los conductores implicados en accidentes de tráfico con víctimas en vías interurbanas, se le hizo la prueba de alcohol a un 70%. De las pruebas obtenidas se puede apreciar que, a mayor gravedad del accidente, mayor el porcentaje de positivos en en dicha prueba, siendo un 23% el porcentaje de positivos en fallecidos, un 9% en heridos hospitalizados, un 6% en heridos no hospitalizados, y un 4% en ilesos.

En referencia al consumo de drogas, al 68% de los fallecidos en accidentes de tráfico en vías interurbanas se les realizó la prueba, de los cuáles un 17% dio positivo.

Del total de fallecidos en vías interurbanas, un 35% de los conductores dio positivo en ambas pruebas, alcohol y drogas.

Otro factor implicado en los accidentes de tráfico es el uso de los elementos de seguridad, ya que sigue habiendo un reducido número de usuarios que continua sin utilizarlos. En 2018, el 22% de los conductores que fallecieron no hacían uso del cinturón de seguridad.

Finalmente, a pesar de que el último año del que se disponen datos confirmados es 2018, se exponen los datos provisionales de 2019 con la finalidad de poner de manifiesto la continuidad en la tendencia de reducción de los accidentes de tráfico. Aunque se trata de datos provisionales, las cifras de 2019 mejoran las estadísticas previamente comentadas,

cerrando el año con un mínimo histórico de 1098 fallecidos en vías interurbanas, y también acompañado de un aumento tanto del número de desplazamientos de largo recorrido, situándose en 427 millones, como del número de vehículos llegando a los 34,5 millones, así como del censo de conductores, alcanzando los 27,2 millones.

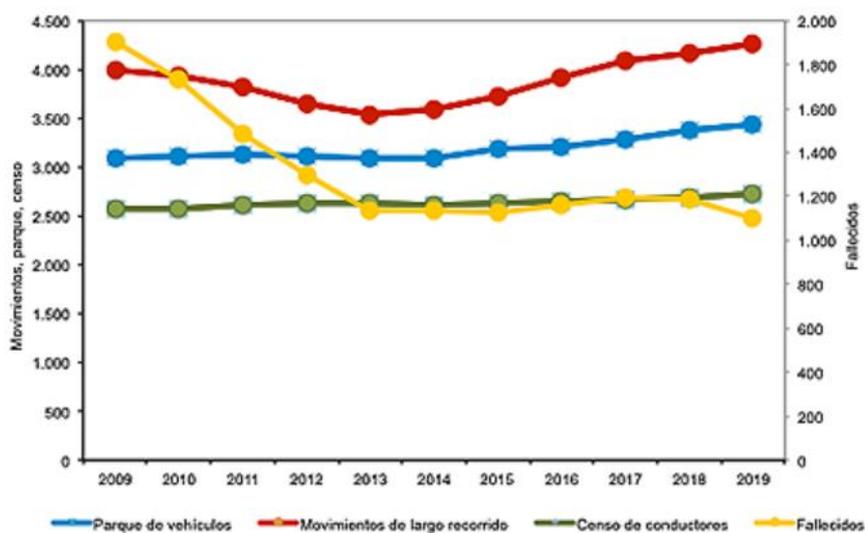


Figura 5 Evolución del número de fallecidos (expresado en 1.000 conductores), de desplazamientos de largo recorrido (expresado en 10.000 movimientos) y parque automovilístico (expresado en 1.000 vehículos) en vías interurbanas en la última década.

Fuente: Revista DGT enero 2019.

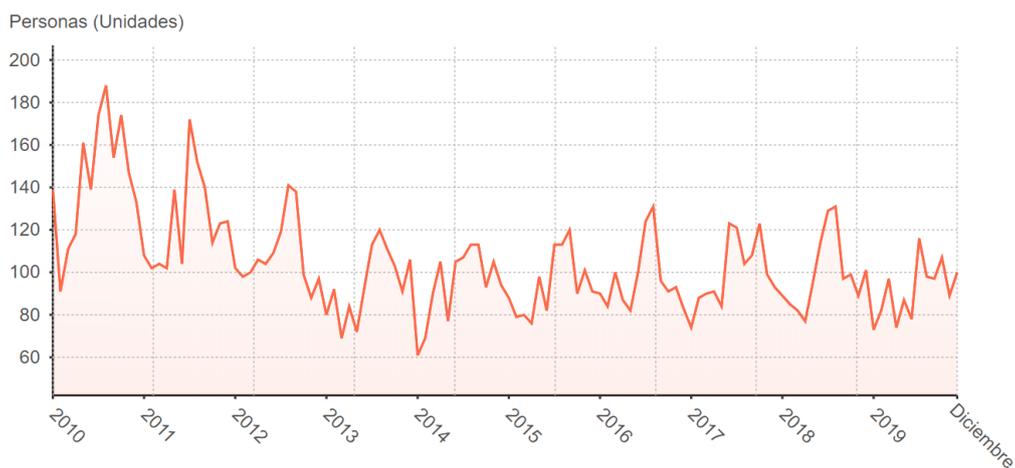


Figura 6. Evolución del número de fallecidos en vías interurbanas en la última década.

Fuente: Revista DGT enero 2019.

A pesar de que la siniestralidad se ha reducido, la seguridad vial sigue siendo un tema de interés colectivo, que ha requerido de regulaciones, y que todos los avances tecnológicos en materia automovilística y de infraestructura seguirán siendo claves en el intento de mantener la integridad física del conductor y de los que lo rodean, el objetivo es pues, carreteras con una tasa de accidentabilidad 0.

Para ello, es necesario analizar las cifras de siniestralidad en los conductores de la tercera edad, que, debido al envejecimiento de la población, la cifra de este colectivo va en aumento. A pesar de que con la edad hay una evidente pérdida de facultades, quiere procurarse que no sean un impedimento para la conducción, y que sean las autopistas y coches los que se adapten a estos conductores.

## 2.2. Características del conductor senior

En el presente trabajo se pretenden estudiar las cifras de siniestralidad y la implicación de los conductores de la tercera edad. Para un análisis de la conducción se han contemplado las siguientes tres variables: el factor vía, el factor vehículo y el factor humano. Para analizar a los conductores es necesario tener en cuenta su interacción con la vía y el vehículo. Pero si se analiza el factor humano, hay una serie de variables a considerar, con mayor o menor relación con la edad del conductor.

La aptitud que este pueda tener, por ejemplo, es difícil de cuantificar, y además no tiene una relación directa con la edad, ya que dentro de un mismo colectivo puede haber personas con aptitudes muy diferenciadas entre sí.

La agudeza visual en cambio, sí que tiene claramente una relación directa con la edad, ya que, con el envejecimiento, las capacidades sensoriales disminuyen gradualmente, y la agudeza visual también lo hace debido a la reducción del tamaño de las pupilas y deterioramiento del cristalino. Esto provoca que sea necesaria más intensidad de luz. Los principales problemas de vista relacionados con la edad básicamente son el descenso de la agudeza visual, el desarrollo de cataratas y la degeneración macular asociada a la edad, que es la principal causa de pérdida de visión en mayores de 65 años.

Este hecho se manifiesta en la conducción en las siguientes formas:

- Dificultad para enfocar los objetos de cerca, lo cuál puede dificultar la lectura de las señales aumentando el tiempo.

- Dificultad para adaptarse a la oscuridad y, por consiguiente, el campo visual se hace más estrecho.
- Tolerancia y recuperación al deslumbramiento.

Otros problemas que pueden agudizarse con la edad son los asociados a las capacidades auditivas, en el caso de los conductores senior, se traducen en mayor dificultad en la audición, con la pérdida de percepción que eso conlleva.

El declive de las funciones psicomotrices se manifiesta por un enlentecimiento de las reacciones y pérdida de la fuerza muscular, así como un aumento de los tiempos de reacción. Los principales problemas asociados a las capacidades psicomotrices son:

- Pérdida de las capacidades psicomotoras necesarias para una rápida reacción.
- Dificultad para adaptarse a situaciones nuevas.
- Mayor rigidez en los movimientos, como la movilidad del cuello para incorporarse a un nuevo carril.
- Cálculos erróneos y decisiones ejecutadas a destiempo.
- Mayor dificultad de comprensión de las señales.
- Dificultad para atender a lo que pasa fuera del vehículo sin perder el control de los indicadores internos.
- Irritabilidad como consecuencia de verse sobrepasados por las situaciones.

Otras variables influyentes derivados de la edad:

- Patologías cardíacas.
- Diabetes.
- Artritis.
- Trastornos del sueño.
- Consumo de medicamentos, unido a los problemas asociados a las enfermedades que puedan tener. Los principales grupos de medicamentos y sus efectos negativos sobre la conducción son:

<b>Grupo Medicamento</b>	<b>Efectos negativos en la capacidad de conducción</b>
Antihistamínicos H1	Sedación, ansiedad, insomnio, discinesia, parestesias, alteraciones de la visión y alucinaciones
Analgésicos y Antitusivos narcóticos	Euforia, sedación, vértigos, disminución del poder de concentración y capacidad cognitiva, pasividad.
Antidepresivos	Sedación, hipotensión ortostática, fatiga, vértigo, ansiedad/excitación, alteraciones del comportamiento, temblor, alteraciones de la visión
Antiepilépticos	Nistagmo, alteraciones de la visión, ataxia, discinesia, temblor, sedación, somnolencia, estado confusional, mareos, pérdida de memoria y concentración, fatiga y disminución del rendimiento psicomotor.
Betabloqueantes	Fatiga, mareo, vértigo, aumento del tiempo de reacción, alteraciones en la concentración, alteraciones del sueño, cambios de humor.
Estimulantes del Sistema Nervioso Central	Excitación, euforia, nerviosismo, agresividad, fatiga, temblor, alteraciones visuales.
Neurolépticos	Somnolencia, efectos extrapiramidales, hipotensión ortostática, alteraciones cognitivas, alteraciones visuales.
Ansiolíticos	Somnolencia, alteración de los reflejos, ataxia, alteración de la coordinación, disminución de la concentración.

Tabla 4. Principales grupos de medicamentos y su impacto en la conducción.

Fuente: Informe Race-Liberty Seguros Conductores Senior y Seguridad Vial, 2013.

Poniendo en común los factores anteriores se analiza la correlación entre la edad y el tiempo de reacción.

Un estudio hecho por la Universidad de Medicina de Santiago de Compostela en el que se analizó una muestra de 70 personas entre 16 y 81 años, con ausencia de patologías e ingesta de medicamentos, obtuvo los resultados representados en la gráfica siguiente:

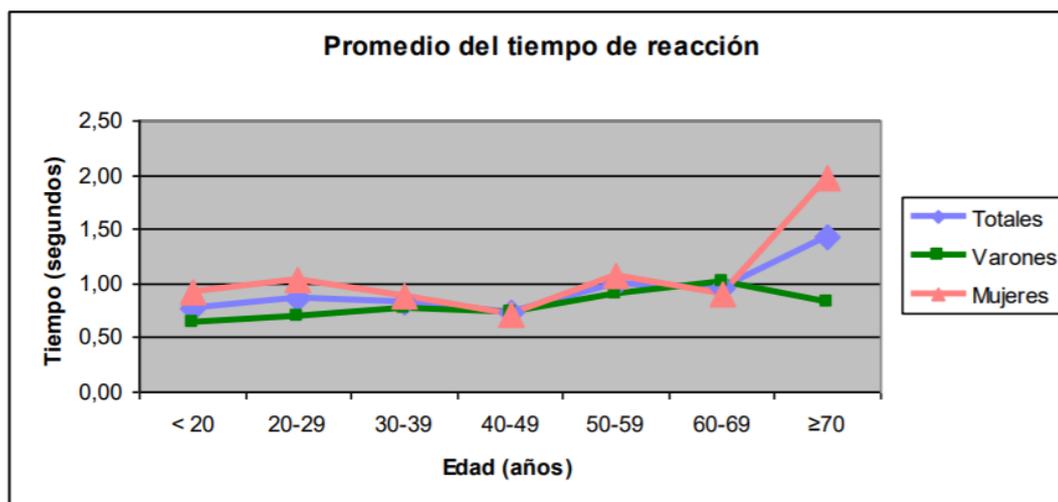


Figura 7. Representación gráfica del promedio de los tiempos de reacción para los distintos grupos de edad y sexo. Fuente: Registro postural en personas sanas: evaluación del equilibrio mediante el estudio comparativo entre la posturografía dinámica computerizada y el sistema Sway star.

Dicho estudio explica el hecho de que, con la edad, aumente también el tiempo de reacción al volante. El punto donde esto se hace más significativo es a partir de los 40 años, fruto del envejecimiento fisiológico del organismo y, por consiguiente, del entrecimiento de los reflejos. Puede verse también una diferencia significativa entre hombres y mujeres, siendo estas las que obtienen un mayor tiempo de reacción. Este resultado puede sugerir que las mujeres tienen mayor riesgo a la siniestralidad, pero los datos demuestran lo contrario, ya que estas compensan sus carencias físicas con una conducción más conservadora.

### 2.3. Implicación del conductor senior en los accidentes de tráfico

Tras analizar las cifras de accidentabilidad en vías interurbanas de los últimos años publicadas por la Dirección General de Tráfico, se observa que la implicación de los conductores de la tercera edad en los accidentes de tráfico es la siguiente:

En 2018 los mayores de 65 años estuvieron involucrados en 11.647 accidentes, en los cuales fallecieron 496 personas de este colectivo, 1.530 resultaron heridas graves hospitalizadas, y 11.172 heridas graves no hospitalizadas. Las víctimas mortales mayores de 65 años representan un 27% del total de fallecidos en las carreteras en 2018, el 17% de los hospitalizados, y el 9% del total de heridos no hospitalizados.

Los mayores de 65 años representan el 19% de la población española, y el 15% del censo de conductores.

Las cifras de mortalidad suponen un aumento del 7% respecto a las cifras de accidentes con fallecidos mayores de 65 años de 2017.

En 2018, el 42% de los fallecidos senior eran peatones, el 41% conductores y el 17% pasajeros.

En 2019 el grupo con más fallecidos fue el comprendido entre los 45 y 55 años, suponiendo un 20% del total, mientras que el colectivo mayor de 65 años ocupó el segundo puesto con un 19% de muertes en accidentes de tráfico.

Se considera fallecida en accidente de tráfico la persona que fallece durante el accidente o los siguientes treinta días.

De los datos de siniestralidad presentados anteriormente puede deducirse que el colectivo senior tiene peor tasa de recuperación en caso de accidente, pero menor implicación en estos.

#### 2.4. Siniestralidad según características de la vía

A pesar de que la mayoría de los accidentes con víctimas se dan en las ciudades, es en las vías interurbanas donde mayor número de fallecidos se registran.

En 2018 aumentaron un 5% los fallecidos en las autopistas y autovías respecto al 2017, con un total de 322 fallecidos. Estos suponen el 25% de los fallecidos en las vías interurbanas. En las carreteras convencionales disminuyeron un 2% alcanzando los 994 fallecidos.

La salida de la vía sigue siendo el accidente que registra más víctimas en las carreteras con un 38%, seguido del choque frontal con el 27% y el frontolateral con el 16%.

El 52% de los fallecidos en vías convencionales viajaban en turismos, el 19% en motocicletas, el 8% eran peatones, el 6% furgonetas y el 4% ciclistas.

## 2.5 Informes y actuaciones en la seguridad vial

Los accidentes de tráfico suponen un impacto económico y para la sociedad. En las últimas décadas, han tenido una tendencia al alza debido en gran parte un incremento de la motorización no acompañado de campañas de sensibilización ni de educación social, ni de una planificación adecuada del tráfico y del uso del territorio.

Si es verdad que los accidentes de tráfico están descendiendo en los últimos años en los países con ingresos altos, parece ser que en los países de ingresos medianos y bajos esta tendencia aumenta significativamente, por lo que las cifras a nivel mundial aumentarán también.

Hasta la fecha hay varios estudios e informes que reivindican incluir la seguridad vial en las agendas políticas mundiales, aún así, no se trata en ellos al conductor senior con la misma paridad con la que se trata otros factores envueltos en la siniestralidad:

### Matriz de Haddon

Se trata del método más extendido para parametrizar la prevención de la siniestralidad.

Esta matriz está constituida por los factores que intervienen en un accidente de tráfico, y por las fases de este.

<b>Fase</b>	<b>Factores humanos</b>	<b>Vehículos y Factores de Equipamiento</b>	<b>Factores medioambientales</b>
<b>Pre-Accidente</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Edad</li> <li>• Actitudes</li> <li>• Alcoholemia</li> <li>• Cunplimiento de la norma</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Carretera en buen estado</li> <li>• Luces de conducción</li> <li>• Frenado</li> <li>• Administración de la velocidad</li> <li>• Antigüedad del vehículo</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Diseño de la carretera</li> <li>• Límites de velocidad</li> <li>• Instalaciones peatonales</li> <li>• Visibilidad de la vía</li> <li>• Vías de doble sentido</li> </ul>

<b>Accidente</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Uso de restricciones</li> <li>• Uso de elementos de seguridad</li> <li>• Edad</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Restricciones de los ocupantes</li> <li>• Comportamiento de los dispositivos de seguridad</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Obstáculos en el margen de la vía</li> <li>• Barreras de protección</li> </ul>
<b>Post-Accidente</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Primeros auxilios</li> <li>• Estado de salud</li> <li>• Entorno familiar</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Facilidad de acceso en el rescate</li> <li>• Riesgo de incendio</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Instalaciones de rescate</li> <li>• Congestión</li> </ul>

Tabla 5. Ejemplo de Matriz de Haddon. Fuente: Elaboración propia.

#### Perspectiva Cero, Suecia 1997

Pograma aprobado por el Parlamento Sueco en 1997 con el objetivo de que a largo plazo no se produzcan muertes ni lesiones graves debido a los accidentes de tráfico. Insta tanto a las autoridades reguladoras y responsables del sistema de tránsito, como sus usuarios, su cooperación mediante fijación de metas según los avances tecnológicos en torno a la seguridad vial.

En él no se hace mención del colectivo senior.

#### Informe mundial sobre prevención de los traumatismos causados por el tránsito, 2004

Se trata del primer gran informe publicado por la Organización Mundial de la Salud en colaboración con el Banco Mundial como consecuencia de su preocupación en torno a que los accidentes de tráfico estén dañando la salud pública y el desarrollo mundial, cuando en gran medida, son eviatbles.

Los principales objetivos de este informe son:

- Concienciar a la población y reivindicar un mayor grado de compromiso tanto del gobierno como de los órganos no gubernamentales en torno a la seguridad vial con la finalidad de reducir los accidentes de tráfico.

- Un cambio de enfoque del concepto actual de siniestralidad y su naturaleza. Poner el foco en la prevención a todos los niveles como clave para la reducción de la siniestralidad y el desarrollo económico.
- Fomentar las relaciones institucionales para lograr sistemas de tránsito más seguro. Establecer lazos de colaboración entre sectores como sanidad, transporte, y finanzas entre otros.

Expone la necesidad de colaboración entre todas las partes (gobierno, ciudadanía, industria, policía, medios de comunicación, profesionales, educadores, ingenieros,) bajo una misma cultura de la seguridad vial, con la finalidad de asumir cada uno su responsabilidad en el diseño y servicio que ofrezcan entorno a la seguridad vial.

Este informe también pone de manifiesto la importancia del entorno al conductor como factor implicado en los accidentes de tráfico, siendo el diseño y el trazado de la calzada, el tipo de vehículo, la normativa de circulación y los medios de cada país para su cumplimiento, responsables indirectos de la siniestralidad.

Siguiendo esta línea se proponen varias medidas en la conducción que ayuden a minimizar o reducir a zero el error humano como el control de la velocidad, la separación entre vehículos y peatones mediante aceras, la mejora del diseño de la parte frontal de los automóviles, y la interposición entre la infraestructura viaria y los vehículos de elementos bien concebidos que protejan en caso de colisión.

Es fundamental para la reducción de la siniestralidad, que la seguridad vial figure en los programas políticos, así como que las investigaciones entorno a la seguridad vial sean imparciales. Entre las instituciones independientes mundiales destacan el Dutch Institute for Road Safety Research, el TRL Ltd en el Reino Unido (anteriormente denominado Transport Research Laboratory), las unidades de investigación en seguridad vial de las universidades de Hannover, Adelaida y Melbourne, el North Carolina Highway Research Center, el Transportation Research Institute de la Universidad de Michigan, el Programa de investigaciones sobre Transporte y Prevención de Lesiones del Instituto de Tecnología de Nueva Delhi, y el Centro de investigación y desarrollo industrial y científico de Sudáfrica.

Este informe también pone de relieve el papel de la industria en la mejora de la seguridad vial, ya sea mediante el diseño y la fabricación de vehículos más seguros, como compartiendo datos de siniestralidad a las agencias gubernamentales.

En cuanto a referencias sobre conductores senior, en este informe se concluyó que la tasa de mortalidad en las personas mayores de 60 años era superior que en el resto de las edades debido al envejecimiento de la población, y su mayor dificultad para recuperarse en caso de accidente. Este informe puso de relieve la importancia de considerar a este colectivo debido a su vulnerabilidad en los accidentes y las repercusiones que este hecho suponen para la sociedad a nivel mundial.

Otro factor influyente en la siniestralidad es la ubicación del conductor. Según la Organización Mundial de la Salud, las personas que viven en áreas urbanas se ven envueltas en accidentes de tráfico con mayor frecuencia, pero las personas que viven en zonas rurales sufren consecuencias más graves o suponen un porcentaje mayor de fallecidos, debido a que sus desplazamientos se realizan a mayor velocidad.

Defiende que el riesgo de accidente depende de la cantidad de desplazamientos dentro del sistema por todos los usuarios, de la probabilidad de colisión debido al tiempo de exposición dentro de este sistema de desplazamientos, de la probabilidad de lesión en caso de choque, y el resultado de dicho choque. Esta cadena de sucesos desencadenarán menores o mayores consecuencias en función del error humano, la energía cinética, la tolerancia del cuerpo humano y la atención recibida post accidente.

Una de las soluciones que propone para mejorar la seguridad en los desplazamientos es el aumento de los viajes mediante transporte público, donde la tasa de accidentabilidad es muy inferior.

En el informe se hace mención sobre los conductores de motocicleta jóvenes, noveles y con permisos provisionales, como colectivo con mayor probabilidad de accidente debido a su exceso de confianza, imprudencia, mayor ingesta de alcohol, y velocidad excesiva. Por lo que se señala su mayor implicación en la siniestralidad en comparación a los conductores mayores de sesenta y cinco años.

En conclusión, los traumatismos causados por el tránsito se pueden prevenir y predecir en gran medida en cuanto a la implicación del conductor se refiere, por lo que cabe analizarlo y aplicar las medidas correctivas pertinentes.

La seguridad vial es un problema multisectorial y de salud pública – todos los agentes implicados deben asumir su responsabilidad y fomentar la realización de actividades y campañas de promoción de la prevención de los traumatismos causados por el tránsito

Por lo que se puede decir que una de las causas evitables de accidentabilidad es el factor humano, y que para la reducción de la siniestralidad es necesaria la implicación de todos los sectores, no de transporte y salud únicamente, además de campañas de concienciación y educación vial.

Finalmente expone los focos para investigaciones futuras donde no se hace mención a los conductores senior, pero sí a la integración de los países con menores ingresos en las actuaciones que se están llevando a cabo, la necesidad de elaborar normas y directrices de diseño para carreteras con circulación de tránsito mixto, mejorar la seguridad de los vehículos y en particular de sus partes frontales con la finalidad de reducir los daños ocasionados en caso de colisión, elaborar un plan para reducir el impacto derivado de las colisiones entre vehículos ligeros y vehículos pesados, y evaluar la eficacia de todas las actuaciones que se están llevando a cabo.

#### Decenio de Acción para la Seguridad Vial, 2010

A pesar de este panorama a nivel mundial en los últimos años, no fue hasta 2010 cuando la seguridad vial se incluyó en la agenda política global. Fue durante la Asamblea General de las Naciones Unidas, en un contexto en relación a la seguridad vial donde se alertaba de falta de ambición, financiación y voluntad política, cuando se adoptó la resolución 64/225, en la que se definía la década 2011-2020 como el Decenio de Acción para la Seguridad Vial, cuyo objetivo era la reducción de la siniestralidad a nivel nacional, regional y mundial, mediante el compromiso y las inversiones de los Estados Miembros, encargados de fijar los objetivos de cada nación, siendo la Organización Mundial de la Salud y las comisiones regionales de las Naciones Unidas, los responsables de la elaboración de un plan mundial para el Decenio.

Partiendo del hecho de que es muy difícil terminar con la implicación del factor humano en los accidentes de tráfico, lo que este plan pretendía era el desarrollo de un sistema de transporte vial y de vehículos mejor adaptado al conductor y a sus limitaciones.

Entre las intervenciones que se definieron destacan la planificación urbana y la planificación del transporte, el diseño de carreteras más seguras auditadas por entes independientes, mejora de los elementos de seguridad de los vehículos, fomento del transporte público para la descongestión del tráfico, y una legislación que regule la velocidad en las carreteras, el obligado cumplimiento del uso de los elementos de seguridad y la limitación de la ingesta de alcohol en conductores. Todas estas actuaciones han ido acompañadas de campañas de concienciación y educación vial.

Se solicita el cumplimiento por parte de cada país de las siguientes cinco actividades: gestión de la seguridad vial, vías de tránsito y movilidad más seguras, vehículos más seguros, usuarios de vías más seguros y respuesta tras los accidentes. A fin de lograr dichos objetivos, se aconseja una colaboración y seguimiento internacional.

La financiación estimada en la resolución del Decenio para dichas actividades gira en torno a los 200 millones de euros anuales.

En la resolución 64/225 no se hace mención específica de los conductores senior.

#### Plan Estratégico de Seguridad Viaria (PESV) 2014-2020

En 2014 el Gobierno de la Generalitat de Cataluña aprobó el Plan Estratégico de Seguridad Vial (PESV) 2014-2020 y el Plan de Seguridad Vial 2014-2016, impulsados por el Servicio Catalán de Tráfico, junto con la Comisión Catalana de Tráfico y Seguridad Vial.

Su objetivo principal es la reducción del número de muertes en accidentes de tráfico en un 50% respecto al 2010, y también fija la reducción del número de heridos graves con secuelas permanentes en un 40%, siguiendo el horizonte 2020 tal y como establece la Unión Europea.

El Plan Estratégico de Seguridad Vial 2014-2020 se basa en cinco grandes ejes fundamentales sobre los cuales se estructuran sus objetivos y el modelo de seguridad vial al cual se aspira, así como las líneas estratégicas y los proyectos que se implementarán:

- Educación, formación y concienciación
- Pensamiento global y actuación local
- Innovación y tecnología al servicio de la movilidad.
- Colaboración entre departamentos y responsabilidad compartida entre todos los agentes públicos y privados
- La mejora de la seguridad vial de los usuarios más vulnerables y el control de las principales conductas de riesgo.

El Plan de Seguridad Vial 2014-2016 constituye la primera concretación del Plan Estratégico 2014-2020, y representa un primer paso para el objetivo de dar cumplimiento a los objetivos de la Unión Europea para el año 2020.

Este plan no hace mención específica a las medidas para el colectivo senior, aunque estos se pueden considerar dentro del apartado de usuarios más vulnerables.

#### Estudio de mayores de 65 al volante de la Fundación Línea Directa, 2016

En este estudio se plantea si los conductores senior son un peligro real o un mito de la sociedad, y busca probar si el envejecimiento de la población tiene un impacto en la seguridad vial, además de conocer la opinión de este colectivo, y si los exámenes que se les realiza son fiables.

A partir de los datos estadísticos de siniestralidad de la Dirección General de Tráfico entre 2009 y 2014 para todos los usuarios (conductores, pasajeros y peatones) en todos los tipos de vías, de mil setecientos conductores encuestados y quinientas pruebas psicotécnicas por grupo de edad en cuatro centros de reconocimiento médico, se obtuvieron los siguientes resultados:

- Los conductores mayores de sesenta y cinco años tienen hasta cuatro veces menos accidentes que el resto de los conductores.
- Su tasa de mortalidad es 2,5 veces mayor a la del resto de conductores.
- Los accidentes más frecuentes se dan en conductores varones, en coches con más de diez años de antigüedad, en carreteras convencionales, y saliendo de la vía.

- El 29% de los conductores perciben al colectivo mayor de 65 años como conductores de riesgo.
- El 17% de los conductores encuestados retiraría el carné a sus familiares mayores de 65 años.
- El 60% de los conductores encuestados considera los tests psicotécnicos poco rigurosos.
- El 72% de los conductores encuestados es partidario de que se las pruebas psicotécnicas se realicen cada año.

Además, explica las principales consecuencias para la seguridad vial de que cada vez haya más conductores mayores de sesenta y cinco años en las carreteras:

- Consecuencias debidas a la disminución de su capacidad visual: descenso de la agudeza visual, disminución del campo visual, peor adaptación a la oscuridad, mayor sensibilidad al deslumbramiento y enfermedades oculares.
- Consecuencias derivadas de su capacidad auditiva: dificultad en la detección de sirenas, bozinas, o señales de emergencia por su disminución en la audición.
- Consecuencias cognitivas: mayor lentitud al procesar la información y disminución de los reflejos.

Define las siguientes características de los accidentes con conductores mayores de sesenta y cinco años:

- El 74% de los vehículos accidentados son turismos.
- La mayoría de los vehículos tienen más de diez años de antigüedad.
- Los hombres tienen el doble de accidentes que las mujeres.
- Los viernes es el día con mayor accidentabilidad, julio el mes con más accidentes y de diez a catorce la franja horaria más accidentada.
- La mayoría de los accidentes se producen en vías interurbanas de doble sentido, en intersecciones, incorporaciones y giros a la izquierda, provocando salidas de vía.

Las principales infracciones que realiza el conductor senior son:

- Conducción distraída.
- No respetar las señales de tráfico, en especial las de STOP y ceda al paso.
- Saltarse las normas de prioridad.

Según las encuestas que se hicieron en relación con la percepción de la peligrosidad con relación a los conductores mayores de sesenta y cinco años, un 40% de los conductores han vivido situaciones de riesgo por culpa de conductores senior, un 29,5% les considera peligrosos y un 17% retiraría el carné a sus familiares mayores de sesenta y cinco años. Las restricciones de las cuales son partidarios es que un 3,3% les retiraría automáticamente el carné de conducir, un 11% les prohibiría conducir de noche, y un 72% les obligaría a realizar exámenes psicotécnicos una vez al año.

La percepción del resto de conductores en relación con el colectivo senior es que son prudentes y respetuosos con los límites de velocidad, no tienen una conducción agresiva, y son más responsables y experimentados que otros colectivos como los conductores jóvenes. Por el contrario, opinan que en ocasiones reducen la velocidad de forma anómala, producen frenazos al cambiarse de carriles, ignoran algunas señalizaciones y conducen coches antiguos.

La impresión de los encuestados en cuanto a la Administración y su papel es que el 50% exigen más controles, el 60% considera los exámenes psicotécnicos poco rigurosos, el 98% nunca ha suspendido una prueba del examen psicotécnico, el 3,5% con deficiencias psicofísicas no lo vieron reflejado en el informe, y el 56% considera que la mejor opción sería que la renovación del carné de conducir dependiera del médico de cabecera.

De una muestra de 469 pruebas para la obtención o renovación del carné de conducir, de los cuáles 238 eran mayores de sesenta y cinco años y el resto menor de cuarenta y cinco, los resultados fueron los siguientes: del colectivo mayor de sesenta y cinco años, el 21% fue apto en el examen, el 69% apto con restricciones y el 10,5% no apto, mientras que el 90% de los conductores menores de cuarenta y cinco años fue apto en el examen, el 9% apto con restricciones y el 1% no apto.

Las principales patologías para los conductores mayores de sesenta y cinco años fueron visuales, cardíacas, diabetes, trastornos del sueño o no superaron la prueba psicotécnica.

Este estudio también comparaba la metodología para la renovación del permiso de conducir en España con otros países:

- En España se realiza un examen psicotécnico en centros privados de reconocimiento de conductores, y tienen un coste entre 60 y 80 euros.

- En Holanda el carné de conducir se renueva cada diez años mediante una autodeclaración en la Oficina Central de Tráfico, y a partir de los setenta años debe incluir un informe médico. Su solicitud tiene un coste de 45 euros.
- En el Reino Unido la solicitud es cada diez años a través de un formulario on line o en las oficinas postales y tiene un coste de veinte euros. A partir de los setenta años es gratuito y hay que adjuntar un informe médico u oftalmológico realizado por el médico privado.
- En Francia se realiza un informe cada quince años que certifica la aptitud para la conducción y tiene un coste de treinta y cinco euros. Este informe lo realiza un médico privado autorizado por una Comisión Médica de Atención Primaria.
- En Alemania se trata de un trámite burocrático ante la Oficina Federal de Transportes por Carretera. En caso de multas, infracción por alcohol o drogas, o pérdida del carné, se realiza un examen pisco-médico en un centro privado y tiene un coste de treinta y cinco euros.
- En Suecia se realiza a través de la Agencia Sueca de Transportes y tiene un coste de dieciséis euros, pero el Centro de Atención General de Salud puede intervenir y tiene la obligación de informar a Tráfico sobre pacientes incapacitados para conducir.

Las conclusiones de dicho estudio son que pese a los prejuicios sociales y su mayor tasa de mortalidad o mayor gravedad de las lesiones en los accidentes, son el colectivo que menos accidentes provoca al volante. Sin embargo, hay una gran desconfianza del resto de conductores hacia ellos y la antigüedad de sus vehículos, y hacia los exámenes médicos que los certifican.

### Conductores Senior y Seguridad Vial, Informe Race – Liberty Seguros, 2013

En el presente informe analiza la siniestralidad, el envejecimiento de la población, y pone en relación el envejecimiento con la conducción, así como las enfermedades asociadas al envejecimiento y el consumo de fármacos, y la normativa española para la renovación del permiso de conducción.

En el informe se indica que el mayor índice de letalidad como consecuencia de un accidente se encuentra en los conductores de edad comprendida entre los 75 y los 84 años. Otro dato interesante es el peso de la siniestralidad que atribuye a los usuarios mayores en el conjunto de accidentes de tráfico, siendo los peatones el 55% de los fallecidos,

seguidos de los pasajeros que ocupan el 25%, y el 20% los conductores, por lo que una vez más se puede ver que los conductores de la tercera edad a pesar de ser el colectivo con peor tasa de supervivencia en los accidentes de tráfico, no es el que tiene mayor implicación en ellos.

En cuanto a los síntomas propios del envejecimiento, hace referencia a la pérdida de agudeza visual, cambios cognitivos, cambios físicos y las consecuencias de estos en la conducción senior, insinuando que los conductores mayores compensan el declive y deterioro de su salud, autorregulando su conducción a sus limitaciones.

En el informe se muestra como el porcentaje de aptos con algún tipo de restricción en el permiso de conducir es del 37% en conductores menores de 65 años, y del 80% en conductores mayores.

### **3. Metodología**

Se ha querido estudiar el comportamiento del conductor senior a través de los resultados obtenidos en las pruebas realizadas en los centros médicos de reconocimiento para la obtención y renovación del permiso de conducir, y la relación de estos con el resto de los conductores, el coste que supone para la sociedad su implicación en la accidentabilidad, y posibles actuaciones para mitigar su implicación e impacto a partir del análisis de la Norma 3.1-IC de Trazado de carreteras.

#### **3.1. Caracterización del comportamiento del conductor**

Con el fin de conocer el comportamiento de los conductores en la carretera, es necesario conocer los factores que influyen en la conducción. La respuesta del conductor viene condicionada por la vía, el tiempo de reacción, y los factores externos a los que pueda estar sometido.

Las pruebas que se realizan en los exámenes médicos para la renovación del permiso de conducir constan de tres partes: un examen médico, un examen de coordinación y un

examen psicológico, y los resultados pueden ser apto, apto con condiciones restrictivas, no apto, o interrumpido.

La periodicidad de las revisiones para la renovación del permiso de conducir dependen del tipo de licencia y edad del conductor. Para conductores de turismos debe realizarse cada 10 años, y cada 5 a partir de los 65 años.

La normativa que regula en España su prórroga y vigencia es el Reglamento General de Conductores, regulado según R.D.818/2009, en la cuál no se establece un límite legal para dejar de conducir, pero sí regula las aptitudes psicofísicas para la obtención o prórroga del carné y enumera una serie de capacidades y sus restricciones:

1. Capacidad visual
2. Capacidad auditiva
3. Sistema locomotor
4. Sistema cardiovascular
5. Trastornos hematológicos
6. Sistema renal
7. Sistema respiratorio
8. Enfermedades metabólicas y endocrina
9. Sistema nervioso y muscular
10. Trastornos mentales y de conducta
11. Trastornos relacionados con sustancias
12. Aptitud perceptivo-motora
13. Otras causas no especificadas

Para el presente estudio, se ha tenido en cuenta el resultado de las pruebas médicas para la obtención/renovación del permiso de conducir, de una muestra de 172 conductores comprendidos entre los 16 y los 88 años.

Dicho examen médico, consiste en una primera revisión médica en la que se evalúa el estado de salud del conductor, a partir de unas sencillas preguntas, y una revisión de la vista. Las variables que se evalúan son las siguientes:

- Agudeza visual en ambos ojos: Siendo 0 agudeza visual mmínima y 1 agudeza visual máxima.
- Uso de gafas: S/N.

- Consumo de fármacos: si el usuario toma medicamentos, y qué medicamentos toma.
- Enfermedades: si el usuario sufre alguna enfermedad o ha sido sometido a alguna intervención quirúrgica.

Y en una segunda parte que consiste en un test de las capacidades psicomotrices en el que se realizan dos pruebas para medir la coordinación y la percepción del conductor:

La primera prueba consiste en un monitor con dos puntos ubicados en el centro de dos carriles que van moviéndose y cambiando de forma. El objetivo del paciente es controlar con unos mandos estos puntos para que no salgan del carril. El resultado de esta prueba se valora por el número de toques que produce el paciente cada vez que los puntos salen de su carril, y mide la coordinación visomotora y bimanual, indicando la capacidad que tiene el conductor de percibir un estímulo visual y producir una respuesta motora. Este número de toques nos da un porcentaje de error.

La segunda prueba, consiste en un punto avanzando por un carril hasta introducirse en un “túnel” opaco. El paciente debe presionar un botón cuando crea que el punto va a salir y volverá a ser visible.

Esta segunda prueba mide la estimación del movimiento, es decir, la capacidad de espera, autocontrol y deducción del conductor, evaluando su anticipación y toma de decisiones.

Los parámetros utilizados para medir los resultados de esta prueba, son los segundos que tarda o que se anticipa el conductor al deducir que el punto saldrá del túnel, y este tiempo convertido a los metros que supondría.

Para analizar los datos, se han estudiado los resultados de las diferentes pruebas en función de la edad y el sexo, teniendo en cuenta los factores de si el conductor utilizaba gafas, si padecía alguna enfermedad o no, y si tomaba medicamentos.

### 3.2. Resultados obtenidos de las pruebas médicas

#### Movilidad (s) en función de la edad y el sexo

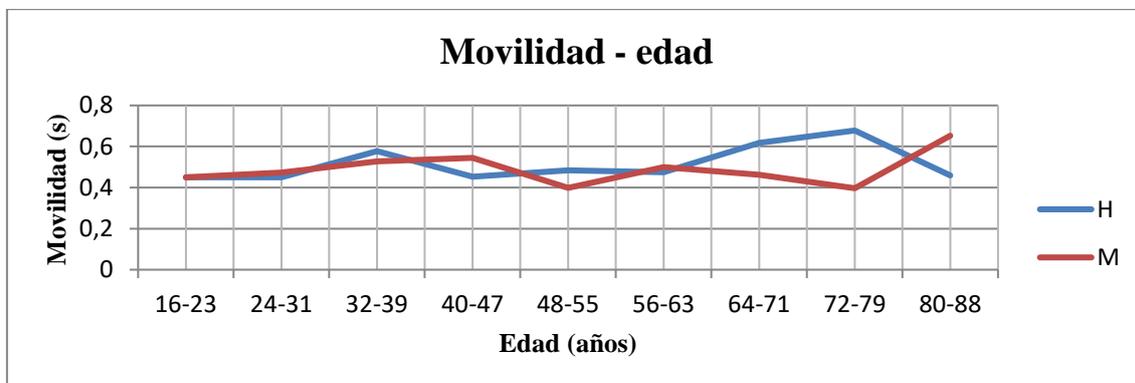


Figura 8. Movilidad (s) en función de la edad y el sexo.

Para el análisis del tiempo de percepción de los conductores, se han puesto en valor absoluto los resultados de anticipación y retraso en el tiempo. Si se evalúan los resultados diferenciando entre hombres y mujeres, se observa que los hombres obtienen peores resultados entre los 32 y los 49 años, entre los 64 y los 71, y entre los 72 y los 79 años. En las mujeres en cambio, la edad donde obtienen peores resultados en la movilidad es entre los 40 y los 47, y entre los 80 y los 88.

#### Movilidad (m) en función de la edad y el sexo

Si se analiza el tiempo de percepción valorado en metros, se puede observar que existe una correlación directa con la gráfica anterior, ya que lo que se mide es la anticipación o retraso que tiene el conductor, en metros.

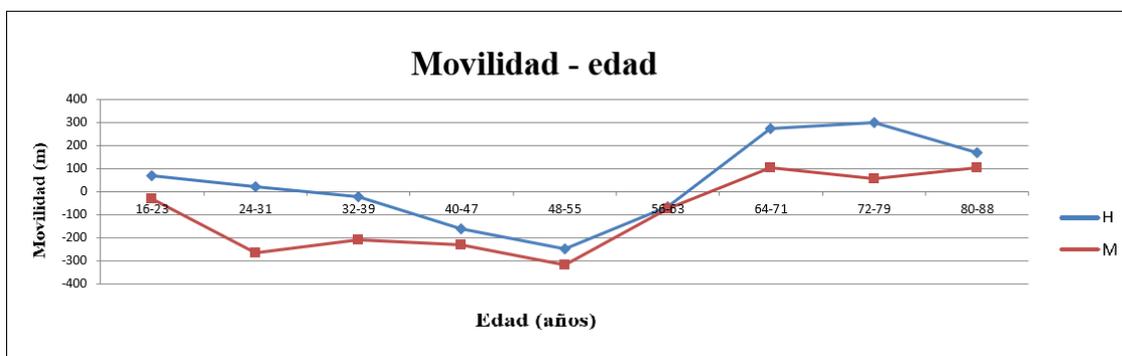


Figura 9. Movilidad (m) en función de la edad y el sexo.

Número de toques en función de la edad y el sexo

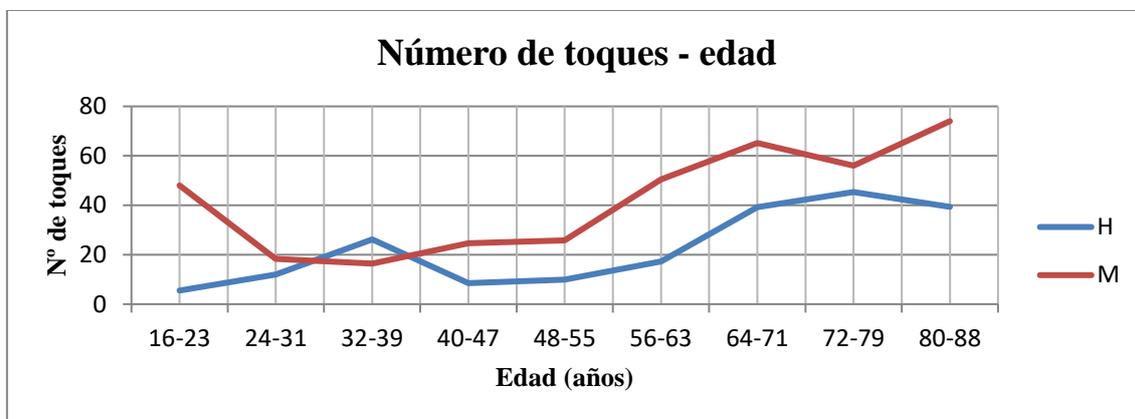


Figura 10. Número de toques en función de la edad (años) y el sexo

De los resultados analizados de la primera prueba se obtiene una gráfica en la que se observa claramente, que los resultados obtenidos por los hombres son mejores que los obtenidos por las mujeres. La tendencia de ambos es ir incrementando el número de toques con la edad.

Error (%) en función de la edad y el sexo

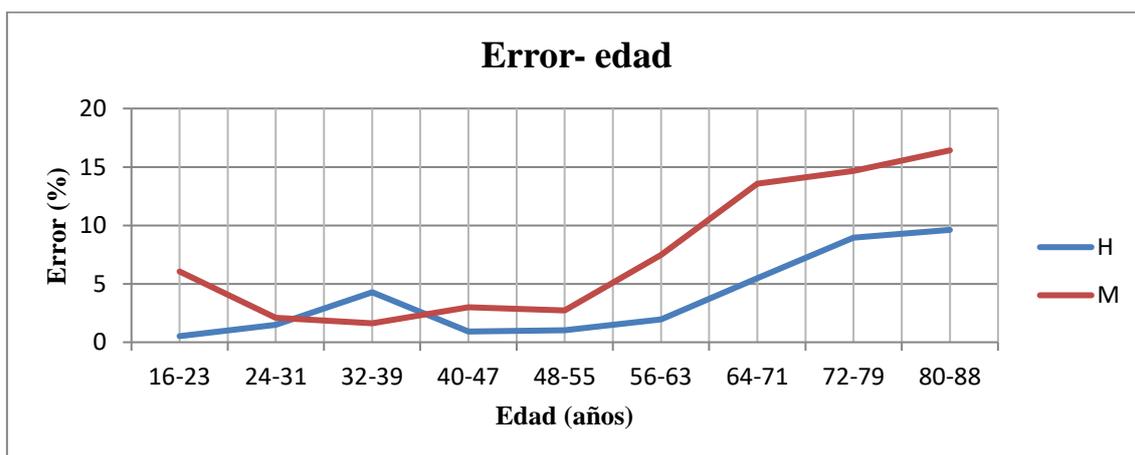


Figura 11. Error (%) en función de la edad (años) y el sexo.

Esta gráfica guarda una relación directa con la anterior, ya que representa el número de toques en porcentaje de error.

Tras graficar los resultados de las pruebas médicas puede verse claramente que a mayor edad peores son los resultados obtenidos por el paciente, por lo que sus capacidades psicomotrices son peores. Aún así, un indicador de que la prueba para la renovación del permiso de conducir no es totalmente representativa de la siniestralidad, sería el hecho de que las mujeres obtienen peores puntuaciones en las pruebas, pero están implicadas en un menor número de accidentes.

Si analizamos los datos de siniestralidad, se puede observar que el colectivo más involucrado en los accidentes de tráfico es el comprendido entre los 40 y los 50 años, mientras que en las pruebas no obtienen los peores resultados.

### 3.3. Análisis de los costes por accidente

Los accidentes de tráfico no solo dejan secuelas para la sociedad, sino que también suponen un gran impacto económico para el país. Cuantificar dicho impacto nos sirve no solo para comprender la gravedad del problema, sino para fomentar las políticas de prevención y reducción de la siniestralidad y dar un mayor impulso a las inversiones con dicha finalidad.

La Organización Mundial de la Salud estima que los accidentes de tráfico tienen una repercusión económica de entre el 1%, en países de ingresos bajos, y el 2% en países de ingresos altos, del PNB, lo que se traduce en unos 520.000 millones de euros, de los cuáles 453.000 millones corresponden a los países de ingresos altos. Estos costes suponen una carga importante no solo para la economía mundial sino para los individuos que han dejado de recibir ingresos por parte del familiar lesionado, y ahora tienen que hacer frente a los gastos del hogar más el cuidado de estos familiares discapacitados. Por el contrario, los fondos que se invierten en prevención, investigación y desarrollo de la seguridad vial son muy inferiores en comparación a otras inversiones destinadas a la investigación para la prevención de enfermedades, teniendo en cuenta que los accidentes de tráfico es una de las principales causas de muerte del mundo.

### Estimación de los fondos destinados mundialmente a investigación y desarrollo sobre determinadas cuestiones

Enfermedad o traumatismo	Millones de US\$	Rango según los AVAD, 1990	Rango según los AVAD, 2020
VIH/SIDA	919-985	2	10
Paludismo	60	8	-
Enfermedades diarreicas	32	4	9
Traumatismos causados por el tránsito	24-33	9	3
Tuberculosis	19-33	-	7

Figura 12. Estimación de los fondos mundiales a la investigación y desarrollo en cuestiones de salud.

Fuente: Informe mundial sobre prevención de los traumatismos causados por el tránsito 2004.

Cuantificar el coste de la afectación y sufrimiento de las víctimas y de sus familiares no es una tarea fácil, ya que no se puede asignar un valor que refleje cada caso. El sufrimiento de las víctimas no puede expresarse en términos económicos, pero, sin embargo, es necesario calcular el impacto económico que tienen los accidentes de tráfico sobre la sociedad. Para ello, se tienen en cuenta los costes directos u hospitalarios y post hospitalarios, que representan únicamente un 0,5% e incluyen la prestación de atención sanitaria derivada de las secuelas permanentes y que normalmente se producen fuera del hospital, así como el coste de los tratamientos realizados en el hospital y la rehabilitación. Los costes indirectos o derivados de la pérdida de producción, que representan un 69,5% y que son los que cubren la pérdida neta de la riqueza, es decir, la pérdida de ingresos para los supervivientes y sus familias, como por ejemplo los casos de discapacidad permanente en los que la víctima no puede seguir trabajando y es dependiente de otras personas tanto físicamente como económicamente. Y los costes humanos, que representan un 30% y representan la valoración que se hace del sufrimiento asociado a las secuelas del accidente o a la pérdida de un familiar.

Los países de ingresos altos estiman anualmente los costes destinados a la compensación en accidentes de tráfico teniendo en cuenta los costes directos e indirectos, así como los costes administrativos como son los costes policiales, judiciales y de las compañías de seguros, que en caso de accidente grave pueden ascender a altas cifras. En el caso de

países de ingresos bajos dichos costes son más difíciles de cuantificar ya que no siempre se dispone de todos los datos necesarios.

Se estima que los traumatismos por accidente de tráfico cuestan a la Unión Europea 180.000 millones de euros anuales, lo que equivale a casi la mitad de su presupuesto anual. En Estados Unidos, el coste anual es de 231.000 millones, equivalente al 2,3% del PNB. En Bangladesh, se destinaron 745 millones correspondientes al 1,6% del PNB, y en China, 12.500 millones correspondientes a cuatro veces su presupuesto anual en salud. Aún así, estos datos son estimaciones ya que en muchos países las fuentes no son oficiales y hay errores en la recopilación de datos. Para dicho análisis es necesaria una unificación de criterios a nivel mundial y una normalización de los datos.

Para analizar el coste de los accidentes es necesaria una clasificación del tipo de traumatismo derivado de dicho impacto. Según un estudio realizado por la Organización Mundial de la Salud, la cuarta parte de las personas con traumatismos graves derivados de accidentes de tráfico con necesidad de atención médica es por traumatismos craneoencefálicos, una décima parte, heridas abiertas, y el resto fracturas en los huesos, tanto en países con ingresos altos, como medianos y bajos.

Según el Servei Català de Trànsit, las seis lesiones más frecuentes derivadas de accidentes de tráfico son los esguinces cervicales, los traumatismos en las extremidades inferiores y superiores, en el tórax y abdomen, en el cráneo y las contusiones múltiples.

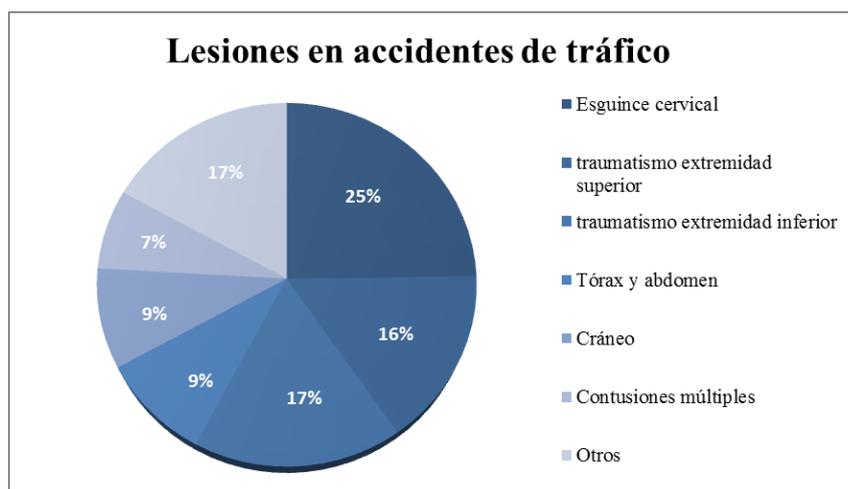


Figura 13. Lesiones en accidentes de tráfico. Fuente: Elaboración propia.

Según la OMS, entre el 30% y el 86% de las hospitalizaciones por traumatismos son consecuencia de accidentes de tráfico, y la duración media de las hospitalizaciones es de 20 días, siendo los pacientes más frecuentes en quirófanos, unidades de cuidados intensivos, radiología y fisioterapia. Muchos de los costes derivados de los accidentes de tráfico no pueden asumirse por los países de ingresos medios y bajos, o bien sus hospitales públicos no están preparados para ofrecer las curas necesarias por falta de material, sangre, oxígeno, medicamentos o equipamiento.

Según la Unión Española de Entidades Aseguradoras y Reaseguras, en 2018 el 63% de asistencia se realizó en centros médicos privados mientras que el 47% restante fue en centros públicos. Esto se debe a que la mayoría de los traumatismos son de carácter leve, pero necesitan seguimiento y rehabilitación, por lo que los centros privados disponen de una amplia gama de centros para recibir a estos pacientes.

Los gobiernos son los encargados de cada país de diseñar las políticas de seguridad vial, y estas suponen un coste que asumen los presupuestos públicos y la inversión privada. De dichos costes e inversiones se espera a cambio un beneficio para la sociedad en forma de reducción de la siniestralidad y de los costes derivados de ello. Esto se cuantifica mediante un análisis de coste/beneficio independientemente de a quién le correspondan las ganancias y las pérdidas.

En general, las inversiones del estado van destinadas a políticas con una mayor rentabilidad social, y a pesar de que se pueden conocer los costes que significaría hacer dichas inversiones en políticas de reducción de la siniestralidad y seguridad vial, estimar el ahorro derivado de dichas políticas es mucho más complejo, pero necesario.

Existen tres métodos para la valoración de los accidentes. El método de las indemnizaciones, el método del capital humano, y el método de la disposición al pago.

El primer método se basa en asignar una cuantía por la que se indemniza a las víctimas.

En el segundo método, se calculan las pérdidas productivas, y en algunos casos, se le aplica un factor al resultado para compensar el sufrimiento humano.

En el tercer método, dicha cuantía es decidida por la sociedad, qué cantidad está dispuesta a pagar por evitar una víctima, y se basa en encuestas a la ciudadanía. Es una forma de medir qué cantidad de impuestos está dispuesta a invertir la sociedad en seguridad vial. Este método se sigue en los países más avanzados en esta materia.

En España, los costes totales debidos a accidentes de tráfico se estiman entre 13.000 y 17.600 millones de euros anuales. El coste económico de cada fallecido se sitúa alrededor de los 36.800 euros. No obstante, cada herido grave cuesta 251.000 euros y cada herido leve 6.180 euros. Esta diferencia se debe al hecho de que estos últimos producen mayores gastos sanitarios y de rehabilitación, que se disparan debido a las altas indemnizaciones a los tetrapléjicos.

Estos costes son mayores en otros países como Estados Unidos, Reino Unido o Suécia, por lo que el análisis coste-beneficio realizado en España termina impulsando la no actuación, debido a que los costes por accidentabilidad son asumibles como consecuencia de la reducción de las valoraciones.

Para cuantificar el coste de los accidentes de tráfico, con independencia de quién tenga que asumir estos costes, se incluyen las indemnizaciones pagadas por las aseguradoras, la pérdida de ingresos debido a las víctimas mortales, los costes médicos y los costes materiales y administrativos.

Para cuantificar las indemnizaciones recibidas por las víctimas y sus familiares y que van a pagar las aseguradoras según el tipo de lesión, es necesario atribuir un valor económico a dichas lesiones y agravantes. El cálculo se realiza en base a lo que viene estipulado en el código civil y el código penal, con la aplicación del incremento del IPC, en función de una puntuación según las tablas que correspondan al año en el que se produce el alta médica, aunque el accidente se haya producido durante un año anterior.

Dicha puntuación la asigna un médico forense, incluyendo las secuelas psicológicas, el perjuicio estético o las limitaciones con las que va a encontrarse el perjudicado en su día a día.

Existen variables y condiciones que influyen en esta puntuación, como que, en caso de lesión de pierna y cadera, la puntuación de una o varias secuelas correspondientes a la misma articulación, miembro, aparato o sistema, no pueden superar en conjunto la puntuación correspondiente por la pérdida total, anatómica o funcional del mismo.

Las indemnizaciones se reciben en caso de muerte, lesión permanente (con o sin invalidez) e incapacidad temporal. Incluyen los gastos médicos o del funeral según el caso.

En el caso de incapacidades, hay una serie de atributos para tener en cuenta de cara a la indemnización y la aplicación de los baremos. Referente a la edad, el sistema valora todos los daños y perjuicios de la víctima y perjudicados en la fecha del accidente y se aplica el baremo acorde a su edad en la fecha del siniestro.

La indemnización por daños morales es la misma para todas las víctimas independientemente de la edad.

Judicialmente y en cualquier momento se puede convenir que la indemnización sea sustituida de forma total o parcial por una renta vitalicia, y tienen en cuenta las circunstancias económicas incluyendo la capacidad de ingresos de la víctima y los ingresos perdidos debido al daño sufrido, y las circunstancias personales y familiares que ayuden a valorar el daño, como incapacidades previas al accidente.

En el caso de invalidez permanente, los beneficiarios de la indemnización deberán tener menos de 65 años en el momento del hecho causante de la invalidez, y/o no reunir los requisitos para acceder a la pensión de jubilación si la incapacidad proviene de contingencias comunes.

En caso de defunción, hay una serie de criterios que se tienen en cuenta para aumentar la indemnización mediante unos factores de corrección por fallecimiento:

- Circunstancias familiares especiales: Si el beneficiario tiene una discapacidad física o psíquica acusada anterior al accidente de la víctima, se le aplicará un factor del 75 al 100 si se trata del cónyuge o hijo menor, un factor del 50 al 75 si se trata del hijo mayor con menos de 25 años, y del 25 al 50 para cualquier otro beneficiario.
- Víctima hijo único: Del 30 al 50 si es menor, del 20 al 40, si tiene menos de 25 años, y del 10 al 25 si tiene más de 25 años.
- Fallecimiento de ambos padres en el accidente: Del 75 al 100 con hijos menores, del 25 al 75 con hijos menores de 25 años, del 10 al 25 sin hijos menores de 25 años.
- Víctima embarazada con pérdida del feto a consecuencia del accidente: Si se trata del primer hijo concebido, hasta el tercer mes de embarazo, le corresponden 13.104,69 €, a partir del tercer mes de embarazo, 34.945,85 €, si se trata del segundo hijo concebido o posteriores, recibirá 8.736,46 € hasta el tercer mes, y 17.472,91 € si es a partir del tercer mes de embarazo.

Los perjuicios estéticos también se tienen en cuenta en los baremos, y reciben de 1 a 6 puntos por perjuicio ligero, de 7 a 12 por moderado, de 13 a 18 por medio, de 19 a 24 por importante, de 25 a 30 por bastante importante, y de 31 a 50 por importantísimo. Estos no tienen en cuenta la edad del perjudicado.

Con todo lo previamente expuesto, se ha hecho una aproximación del coste que supusieron las víctimas mayores de 65 años en accidentes de tráfico en el año 2018. Este coste se divide en costes administrativos (policía, juzgados), costes materiales (vehículos, infraestructuras), y costes asociados a las víctimas, que a su vez se dividen en costes humanos, costes médicos y costes por pérdida de productividad.

Para obtener una aproximación de los costes médicos, humanos y los costes por pérdida de productividad, se han tomado valores orientativos a partir de un estudio realizado por la Fundación Instituto Tecnológico para la Seguridad del Automóvil junto a la Universidad Politécnica de Madrid, aplicando las pertinentes correcciones para el colectivo senior a partir de las cifras de siniestralidad publicadas por la Dirección General de Tráfico. Para calcular los costes materiales se ha utilizado la Guía para la Evaluación de Proyectos de Transporte de 2010.

Los costes administrativos son los derivados de las gestiones entorno al siniestro: costes policiales, judiciales, y trabajos realizados por peritos y compañías de seguros. Estos costes se han desestimado debido al poco peso que tienen sobre el coste total y la falta de datos fiables de los que se dispone.

Para el cálculo de los costes humanos asociados a las víctimas, se puede hacer mediante los tres métodos expuestos previamente. En el presente análisis se han utilizado el método de las indemnizaciones y el método de la disposición al pago y se han comparado ambos resultados obtenidos.

Para el cálculo de los costes humanos por el método de las indemnizaciones, se han tomado los datos de la Dirección General de Tráfico en los que se informa que en 2018 fallecieron 496 correspondientes al grupo de edad mayores de 65 años, y 1530 resultaron heridos hospitalizados.

Para poder calcular el valor económico de cada lesión o muerte es necesario conocer la edad de las víctimas y su situación familiar. Por este motivo, se ha hecho una aproximación tomando como edad media los 70 años, y que la persona tenía un cónyuge y un hijo mayor de edad, ya que un hijo es la cifra media de hijos del estado español. Estos cálculos dependen mucho según las variables, por lo que son una estimación, ya que el resultado puede variar mucho para cada caso.

A partir de los valores obtenidos de las tablas de baremos de accidentes de tráfico de 2018, se obtiene que el coste medio de una víctima fallecida en accidente de tráfico, de 70 años, con un cónyuge e hijo mayor de edad, es de 110.550,69 euros, correspondiente a la suma de los baremos de 90.450,56 de la categoría 1 y 20.100,13 de la categoría 3. Este resultado es una estimación, y puede variar ampliamente en función de la situación de cada víctima.

INDEMNIZACIONES POR CAUSA DE MUERTE	
TABLA 1.A	
PERJUICIO PERSONAL BÁSICO	
<b>Categoría 1. El Cónyuge viudo</b>	
Hasta 15 años de convivencia, si la víctima tenía hasta 67 años	90.450,56 €
Hasta 15 años de convivencia, si la víctima tenía desde 67 hasta 80 años	70.350,44 €
Hasta 15 años de convivencia, si la víctima tenía más de 80 años	50.250,31 €
Por cada año adicional de convivencia o fracción con independencia de la edad de la víctima.	1.005,01 €
<b>Categoría 2. Los Ascendientes</b>	
A cada progenitor, si el hijo fallecido tenía hasta 30 años	70.350,44 €
A cada progenitor, si el hijo fallecido tenía más de 30 años	40.200,25 €
A cada abuelo, sólo en caso de premoriencia del progenitor de su rama familiar	20.100,13 €
<b>Categoría 3. Los Descendientes</b>	
A cada hijo que tenga hasta 14 años	90.450,56 €
A cada hijo que tenga desde 14 hasta 20 años	80.400,50 €
A cada hijo que tenga desde 20 hasta 30 años	50.250,31 €
A cada hijo que tenga más de 30 años	20.100,13 €
A cada nieto, sólo en caso de premoriencia del progenitor hijo del abuelo fallecido	15.075,09 €
<b>Categoría 4. Los Hermanos</b>	
A cada hermano que tenga hasta 30 años.	20.100,13 €
A cada hermano que tenga más de 30 años.	15.075,09 €
<b>Categoría 5. Los Allegados</b>	
A cada allegado	10.050,06 €

Figura 14. Baremo accidentes de tráfico 2018. Fuente: Accigest.

Si se multiplica este coste estimado por los 496 fallecidos en accidentes de tráfico mayores de 65 años, se obtiene un total de 54.883.142,20 euros.

En caso de las víctimas no fallecidas, es muy difícil calcular su coste ya que los datos de los que se dispone son escasos y resulta complicado hacer una clasificación de la

accidentabilidad según el tipo de lesión. Estos datos solo se encuentran en los hospitales que reciben a los heridos. Los cuerpos policiales tampoco disponen de estos datos ya que el policía que redacta el informe no dispone de conocimientos médicos para calificar la gravedad de la lesión. Finalmente, las aseguradoras disponen de una muestra estadística a partir de sus asegurados pero que no comparten por cuestiones de competencia entre compañías. Con esto, es imposible sacar una cifra real del coste de las víctimas hospitalizadas mayores de 65 en 2018.

Por el método de la disposición al pago el resultado difiere bastante ya que es completamente diferente. Se hace una valoración del sufrimiento asociado a las lesiones o a la pérdida de un familiar mediante encuestas a la ciudadanía donde se le pregunta cuánto estaría dispuesta a pagar por reducir el riesgo de lesión o muerte.

El valor que se utiliza es el promedio de cinco países obtenido del informe realizado por la Fundación Instituto Tecnológico para la Seguridad del Automóvil, junto a la Universidad Politécnica de Madrid, y es de 258.661 euros en 2002, por lo que con la correspondiente subida del IPC asciende a 354.106,909 euros.

$$\text{Costes humanos medios} = 258.661 * (1 + 0,369) = 354.106,909\text{€}$$

En 2007, el Real Automóvil Club de Cataluña (RACC) cuantificó el coste medio de un fallecido en accidente de tráfico en 558.990 euros. El resultado obtenido previamente es inferior al coste estimado por el RACC, pero hay que tener en cuenta la subida del IPC desde 2007, y que las víctimas mayores de 65 años tienen un coste inferior a las víctimas de grupos de edades menores.

Por falta de datos, no se puede hacer distinciones de edad de la víctima mediante este método, ya que se trata de una aproximación media, pero multiplicando este valor por el número de víctimas mayores de 65 en 2018, se obtiene una aproximación:

$$\text{Costes humanos medios totales} = 354.106,909 * 2302 = 815.154.088 \text{ €}$$

El cálculo de los costes médicos no los asume la seguridad social, sino que son asumidos por la compañía de seguros del culpable del siniestro. En el momento del accidente, las

víctimas son hospitalizadas en caso necesario, y tantos los costes hospitalarios como los costes de rehabilitación si procede, los asume la compañía de seguros del responsable del accidente, y/o el mismo en caso de que la póliza tenga limitaciones. Todos los acompañantes del vehículo siniestrado quedan cubiertos por las coberturas de Responsabilidad Civil de Suscripción Obligatoria y Responsabilidad Civil de Suscripción Voluntaria, aún siendo el conductor el culpable.

A partir de los datos de siniestralidad para el año 2018 publicados por la Dirección General de Tráfico, en los que se contabiliza los lesionados en el siniestro, y, teniendo en cuenta que los fallecidos mayores de 65 años representan un 27,5% del total de fallecidos en 2018, y los heridos hospitalizados un 17,1%, por lo que el total de fallecidos y heridos hospitalizados mayores de 65 años representan el 18,86% del total

	Total de fallecidos	Total de heridos hospitalizados	Fallecidos más hospitalizados
Todas las edades	1806	8935	10741
Mayores de 65 años	496	1530	2026

Tabla 6. Total de víctimas de accidentes de tráfico 2018.

Fuente: Elaboración propia a partir de las cifras de la Dirección General de Tráfico

Valores en porcentaje:

	Total de fallecidos	Total de heridos hospitalizados	Fallecidos más hospitalizados
Todas las edades	100	100	100
Mayores de 65 años	27,5	17,1	18,86

Tabla 7. Porcentaje de víctimas de accidentes de tráfico 2018.

Fuente: Elaboración propia a partir de las cifras de la Dirección General de Tráfico

En España en 2018 la asistencia sanitaria de los accidentes de tráfico según el informe “Estamos Seguros” publicado por la UNESPA, sobre los Convenios de Asistencia Sanitaria, costó 535 millones de euros.

Estas cifras discrepan de los datos de la Dirección General de Tráfico ya que contabilizan todas las pruebas que se hicieron a las víctimas, aunque luego resultara que no tuvieran ninguna lesión, mientras que al DGT contabiliza los lesionados en el siniestro. Es por este hecho que para la estimación de los costes médicos se han utilizado los datos de la Fundación Instituto Tecnológico para la Seguridad del Automóvil junto a la Universidad

Politécnica de Madrid, y se le ha aplicado la correspondiente subida del IPC, obteniendo un valor de 773,485 euro de coste medio por persona, y de 1.780.562,47 euros de costes médicos totales en asistencia a víctimas mayores de 65 años.

$$\text{Costes médicos medios por persona} = 565 * (1 + 0,369) = 773,485 \text{ €}$$

$$\text{Costes médicos medios totales} = 773,485 * 2302 = 1.780.562,47 \text{ €}$$

En los últimos años se puede observar un cambio de tendencia, aumentan los lesionados y disminuyen los fallecidos. Esto supone un aumento de los costes, ya que los heridos graves generan mayores costes que los fallecidos. Con todo esto, los costes médicos tienen un impacto moderado en el coste total de los accidentes.

Los costes por pérdida de productividad representan la pérdida neta de riqueza. Se trata de la cantidad que se deja de producir menos el ahorro de consumo debido al fallecimiento o discapacidad de la víctima. Es uno de los más significativos en el total de los costes, y puede ir referido a lo largo del periodo de baja laboral, o a lo largo de la vida laboral no finalizada debido a fallecimiento o discapacidad total debido al accidente. Cuando una persona en edad productiva causa la baja temporal o fallece, deja de producir riqueza y desarrollo a la sociedad. Este hecho provoca pérdidas mayores en los accidentes con víctimas jóvenes debido a que los años productivos por delante son mayores. En el caso de conductores senior, la pérdida de productividad es menor.

Para su cálculo, es necesario tener en cuenta la edad de las víctimas mortales o la duración media de las bajas causadas por las víctimas, el producto interior bruto per cápita, la tasa de desempleo, etc. Y también puede realizarse mediante los métodos previamente descritos.

Para realizar el cálculo mediante el método de las indemnizaciones, se ha utilizado el PIB per cápita de la población activa durante los años perdidos de trabajo menos el ahorro de consumo por el fallecimiento de la víctima. Para ello, se han utilizado los datos obtenidos del informe realizado por la Fundación Instituto Tecnológico para la Seguridad del Automóvil junto a la Universidad Politécnica de Madrid, y se le ha añadido la correspondiente subida del IPC, obteniendo un valor medio de 333.262,515 euros.

Este resultado incluye todos los grupos de edad, ya que no se dispone de los datos exclusivos para la población mayor de 65 años.

$$\textit{Pérdida de producción medio} = 243.435 * (1 + 0,369) = 333.262,515 \text{ €}$$

Aún así, para tener una aproximación del coste total para el colectivo senior, se ha multiplicado el coste medio por pérdida de producción por el número total de víctimas senior en 2018 y se obtiene un resultado de 165.298.207 euros.

$$\textit{Pérdida de producción medio total} = 333.262,515 * 496 = 165.298.207 \text{ €}$$

Para realizar el cálculo mediante el método de la disposición al pago, se ha tenido en cuenta el PIB per cápita de la población activa durante los años perdidos de trabajo. Como en el caso anterior, se han tomado los datos del informe realizado por la Fundación Instituto Tecnológico para la Seguridad del Automóvil y la Universidad Politécnica de Madrid, y se le ha añadido la correspondiente subida del IPC. Se obtiene un valor de 819.239,718 euros por víctima y un total de 406.342.900 euros en total, si se consideran todas las víctimas mortales mayores de 65 años en 2018.

$$\textit{Pérdida de producción media} = 598.422 * (1 + 0,369) = 819.239,718 \text{ €}$$

$$\textit{Pérdida de producción media total} = 819.239,718 * 496 = 406.342.900 \text{ €}$$

En ambos cálculos se trata del valor medio, y no se trata de un cálculo específico para los conductores senior, que, al pertenecer al colectivo de edad de jubilación, no es necesario un cálculo de la vida laboral perdida ya que se supone que han trabajado hasta la edad de jubilación, por lo que el valor real debería de ser mucho menor. Aún así, hay muchas personas que siguen trabajando pasados los 65 años, por lo que estos valores promedios se tienen en cuenta en el cálculo total.

Los costes materiales engloban los costes derivados de los daños al vehículo involucrado en el siniestro, así como su reparación y coste del vehículo de sustitución, el coste de los daños ocasionados en las vías de circulación y sus infraestructuras, como barreras de seguridad, iluminación, pintura, mobiliario urbano.

En el caso de accidentes leves, los costes de los materiales suelen ser los más significativos, mientras que en los accidentes con víctimas estos costes son irrelevantes comparados con el resto de los costes.

Para su cálculo, se requiere de una serie de datos no disponibles, como el número de vehículos implicados en accidentes de tráfico con conductores senior, el peritaje del vehículo, las infraestructuras dañadas a causa del accidente y su coste de reparación, etc. Por ello, se ha hecho una simplificación en la que únicamente se ha tenido en cuenta el coste medio por vehículo siniestrado obtenido de la Guía para la Evaluación de Proyectos de Transporte de 2010, y se le ha añadido la correspondiente subida del IPC, obteniendo un valor medio de 2038,74 euros.

$$\text{Costes medio vehículo siniestrado} = 1809 * (1 + 0,127) = 2038,74 \text{ €}$$

Para el cálculo del coste medio del vehículo siniestrado total, se ha multiplicado el valor anterior por el número de víctimas mayores de 65 años en accidentes de tráfico en 2018, y se obtiene un valor total de 4.693.186,39 euros.

$$\text{Costes medio vehículo siniestrado total} = 2038,74 * 2302 = 4.693.186,39 \text{ €}$$

Este coste es muy inferior al coste real, ya que no se tienen en cuenta todos los vehículos implicados en el accidente ni las infraestructuras dañadas, y únicamente se considera un vehículo correspondiente a cada víctima.

Una vez presentadas las estimaciones correspondientes a cada coste, se han presentado los resultados de la suma de las estimaciones de los costes totales de un accidente con víctimas mayores de 65 años en 2018 y del coste del total de accidentes con víctimas mayores de 65 años en 2018.

Resultado por el método de las indemnizaciones:

$$\begin{aligned} &\text{Coste total de un accidente con víctimas senior en 2018} \\ &= \text{coste humano (método de las indemnizaciones)} + \text{coste médico} \\ &+ \text{coste por pérdida de productividad (método de las indemnizaciones)} \\ &+ \text{costes materiales} \end{aligned}$$

*Coste total de un accidente con víctimas sénior en 2018*

$$= 110.550,69 + 773,485 + 333.262,515 + 2038,74 = 446.625,43 \text{ €}$$

*Costes total de los accidentes con conductores sénior en 2018*

$$= 54.883.142,20 + 1.780.562,47 + 165.298.207 + 4.693.186,39$$

$$= 226.655.098,06 \text{ €}$$

226655098,060

Resultado por el método de la disposición al pago:

*Coste total de un accidente con víctimas sénior en 2018*

$$= \text{coste humano (método de la disposición al pago)} + \text{coste médico}$$

$$+ \text{coste por pérdida de productividad (método de la disposición al pago)}$$

$$+ \text{costes materiales}$$

*Costes de un accidente con conductor sénior en 2018*

$$= 354.106,909 + 773,485 + 819.239,718 + 2038,74$$

$$= 1.176.158,852 \text{ €}$$

$$\text{Costes total de los accidentes con conductores sénior en 2018} = 815.154.088 +$$

$$1.780.562,47 + 406.342.900 + 4.693.186,39 = 1.227.970.736,86 \text{ €}$$

	Método de las indemnizaciones	Método de la disposición al pago
Coste de un accidente con víctimas mayores de 65 años en 2018 (euros)	446.625,430	1.176.158,852
Coste total de los accidentes con víctimas mayores de 65 años en 2018 (euros)	226.655.098,060	1.227.970.736,86

Tabla 8. Coste de los accidentes con conductores senior en 2019 por el método de las indemnizaciones y el método de la disposición al pago. Fuente: Elaboración propia.

En porcentaje, los costes humanos, y por pérdida de productividad son los que tienen mayor peso en el coste total, mientras que los costes médicos y los costes materiales son muy inferiores.

En general, los costes materiales representan un porcentaje mayor, pero como se ha comentado, se ha hecho una simplificación por lo que su representación en el coste total es inferior a lo que debería ser. Hay que tener en cuenta que la mayoría de los accidentes son víctimas leves, pero daños materiales.

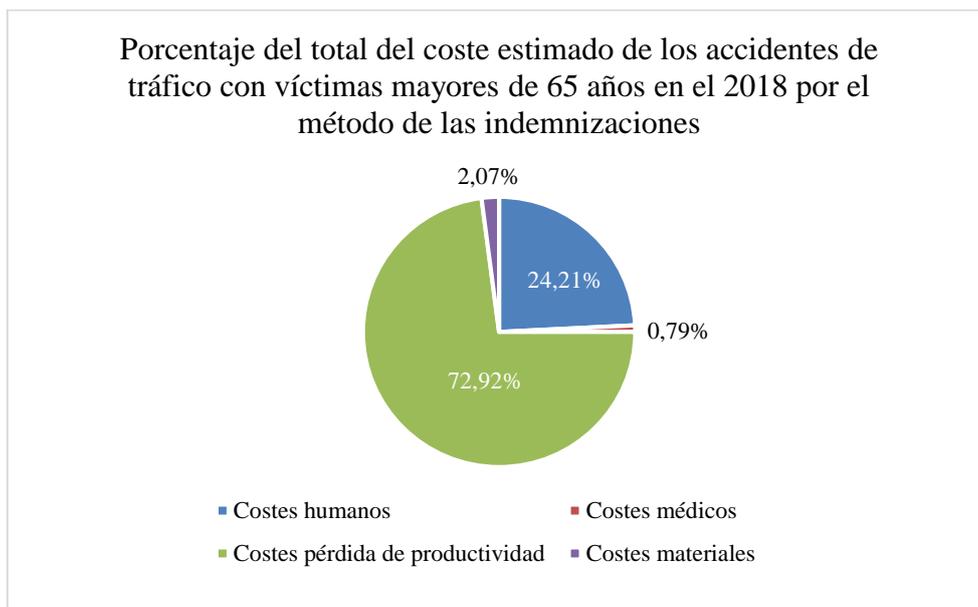


Figura 15. Porcentaje del total del coste estimado de los accidentes de tráfico con víctimas mayores de 65 años en el 2018 por el método de las indemnizaciones. Fuente: Elaboración propia.

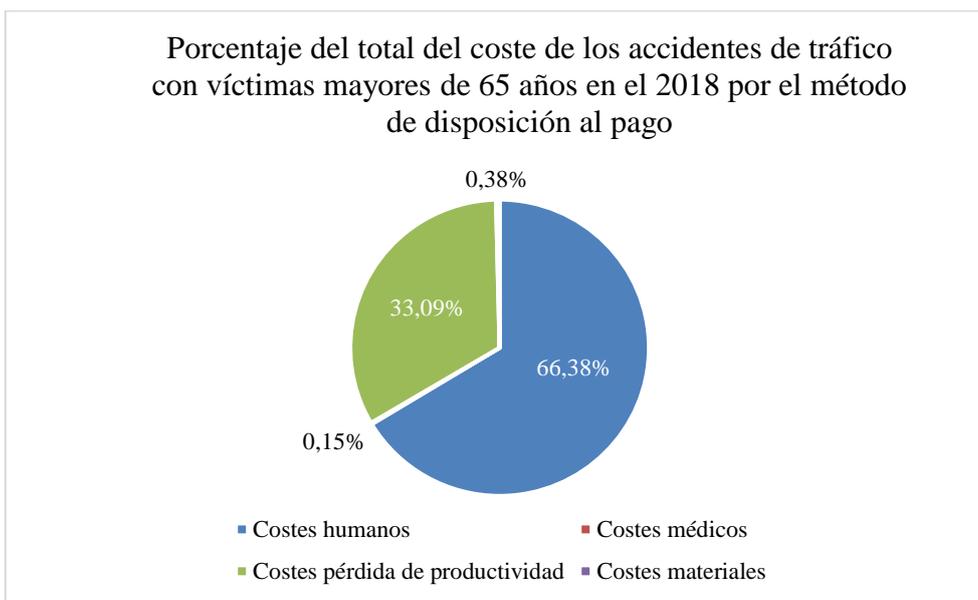


Figura 16. Porcentaje del total del coste estimado de los accidentes de tráfico con víctimas mayores de 65 años en el 2018 por el método de disposición al pago. Fuente: Elaboración propia.

De los resultados presentados previamente se observa que con el método de la disposición al pago los costes son superiores. Esto se debe a que en los dos métodos se calculan valores diferentes. En el método de las indemnizaciones se obtiene el resultado de las indemnizaciones pagadas por las compañías aseguradoras a las víctimas y/o sus familiares en caso de accidente de tráfico, y su finalidad es compensar económicamente su sufrimiento, mientras que en el método de la disposición al pago se valora las cifras dispuestas a pagar para la prevención de accidentes, y su finalidad es utilizar este valor para el cálculo del beneficio social que supondría la reducción de la siniestralidad.

La principal diferencia del colectivo senior respecto al resto de conductores es que, frente a un accidente, tienen mayor riesgo a no superar el accidente, a tener secuelas más graves, o recuperaciones más lentas. Si es verdad que su pérdida de output (costes derivados de la pérdida neta de la riqueza que generan teniendo en cuenta el IPC) es menor, esto se ve compensado con los costes médicos. En general, el coste para la sociedad de una víctima joven es muy superior que el coste de una víctima senior.

Estos elevados costes que asumen las compañías de seguros se ven compensados por los precios que pagan los conductores para sus pólizas de automóvil. Estos costes suelen ser entre un 15 y un 22% superiores a los que pagaría un conductor de entre 25 y 55 años, para cubrir los gastos de las aseguradoras. Otras compañías en cambio, obtan por no emitir pólizas a conductores mayores de 70 años, a pesar de que en España no haya restricciones de edad para la conducción. El motivo es no querer hacer frente a las altas indemnizaciones por daños físicos.

A pesar de que los costes humanos y los costes por pérdida de producción son los más representativos, estos son muy inferiores en España en otros países como Suecia, Reino Unido, Holanda o Estados Unidos. Esto es debido a una infravaloración de los costes humanos, ya que el valor de la pérdida de output es similar.

Es necesario valorar el beneficio de la prevención en accidentes de tráfico y el coste de las indemnizaciones para compararlo con los costes de las medidas de seguridad vial implementadas. Para ello, se considera el coste medio de los dos costes totales obtenidos mediante el método de indemnizaciones y el método de la disposición al pago,

correspondiente a 727.312.917,50 de euros, y se puede ver que éste es inferior a la inversión que hizo Tráfico en el mismo año destinada a la seguridad vial, correspondiente a 766 millones de euros. Hay que tener en cuenta que este es el coste estimado de los accidentes de tráfico con víctimas senior, por lo que el coste total de accidentes de tráfico es muy superior a la inversión en prevención.

El coste medio estimado también es inferior al coste destinado al mantenimiento de carreteras estatales y autonómicas, estimado en 400.000 millones de euros por la Asociación Española de la Carretera.

Estas cifras, dan a pensar que estos costes, que la sociedad se ve obligada a afrontar año tras año, sería mucho más provechoso invertirlos en la propia prevención de estos accidentes, tanto en el ámbito de las infraestructuras, como en la concienciación de los conductores.

Los accidentes de tráfico suponen gastos muy elevados para la economía de un país. Es por ello por lo que en momentos donde los presupuestos son más ajustados, es esencial estudiar si la inversión en mejoras de las infraestructuras es adiante y si aportarán los beneficios sociales que se espera.

## **4. Aplicación**

### 4.1. Normativa de trazado Instrucción de Carreteras 3.1-IC y diversos aspectos de señalización

El diseño de las infraestructuras es fundamental en la seguridad vial ya que el tipo de vía y sus características influyen en la siniestralidad. A pesar de que hay otros factores externos, existe una relación entre un buen diseño de carreteras y el índice de accidentabilidad.

El diseño y trazado de carreteras, por ejemplo, puede reducir la exposición al tráfico de los usuarios vulnerables, y reducir la probabilidad de que se vean envueltos en choques y

lesiones, y en caso de que ocurra, mitigar la gravedad del traumatismo. Por ello, es necesaria la planificación y el diseño de vías para mejorar la seguridad.

En el presente capítulo se han elaborado una serie de recomendaciones a fin de minimiar el riesgo de accidente para los conductores senior, a partir de la comparación de los tipos de accidentes de tráfico más frecuentes con la implicación y característicos de este colectivo. Para ello, se ha analizado la Normativa de trazado Instrucción de Carreteras 3.1-IC y la Norma 8.1-IC referente a la Señalización vertical, ya que la Norma 3.1.-IC no es de aplicación en proyectos de actuaciones específicas como son la iluminación o la señalización.

### Movilidad y accesibilidad

En la Norma 3.1-IC de Trazado de carreteras se hace referencia a la adecuación del diseño de la carretera a la demanda del tráfico, en función de su intensidad y composición previstas en la hora de proyecto del año horizonte, y los niveles de servicio mínimos correspondientes a una determinada velocidad de proyecto. También se exponen las máximas intensidades medias diarias admisibles para diferentes escenarios.

El sistema de transporte por carretera es el responsable de satisfacer las necesidades de movilidad y accesibilidad, garantizando el comfort y seguridad en las infraestructuras que lo componen.

Define la movilidad como la propiedad de un sistema viario que valora el número de desplazamientos y su calidad, cuantificados por la intensidad y la velocidad o tiempo recorrido; y la accesibilidad como la mayor o menor dificultad con que un lugar del territorio puede ser alcanzado.

La combinación de estos dos conceptos genera que, a mayor menor accesibilidad, y viceversa. A partir de este concepto, se hace una clasificación de las clases de carreteras.

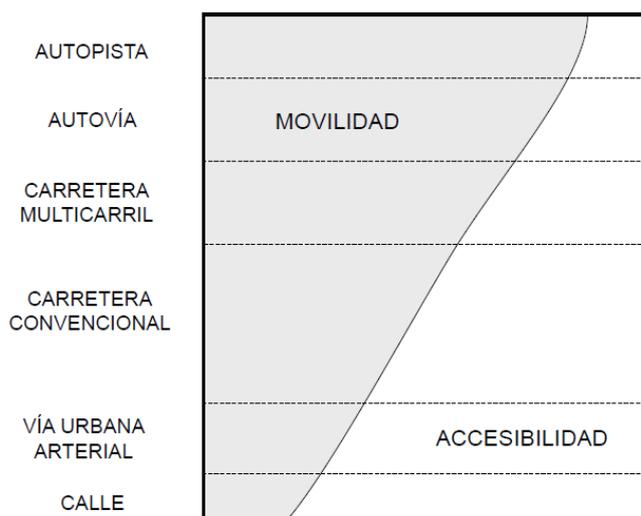


Figura 17. Complementariedad entre movilidad y accesibilidad. Fuente: Norma 3.1-IC Trazado de carreteras.

En itinerarios donde coexisten alta movilidad con lugares donde la accesibilidad es primordial, unido a una intensidad y velocidad de circulación elevada, se pueden modificar las secciones transversales de la carretera, su velocidad de proyección y la tipología de accesos y distancia entre ellos, siempre y cuando sea justificado.

Uno de los factores de riesgo es la exposición al tránsito resultado del incremento de la movilidad y el parque automovilístico. Este riesgo es todavía mayor en situaciones en las que diferentes tipos de vehículo circulan a diferentes velocidades. Este problema tiene mayor impacto en los conductores senior, que ante situaciones que pueden resultar más estresantes por todas las variables involucradas, su tiempo de reacción es menor.

Por ello, es necesario reducir la exposición mediante una correcta planificación del uso de las vías y el transporte. Una medida podría ser la limitación de los tiempos e intensidad de exposición de los usuarios y situaciones que suponen un riesgo para los conductores senior. Para su implementación, es necesario un estudio de la movilidad y fomentar políticas de crecimiento inteligente, compacto y de mayor densidad, en los cuales se puedan reducir al máximo los desplazamientos por la proximidad entre elementos, o realizar dichos desplazamientos en transporte público.

Se puede reducir el riesgo disuadiendo los desplazamientos innecesarios mediante restricciones de tráfico en los centros de tráfico a través de peajes de circulación y reducción de los aparcamientos, limitando los horarios de circulación de los vehículos

pesados, o dando prioridad a los vehículos de alta ocupación en las vías, asignándoles sus propios carriles.

### Colisiones

Las colisiones entre vehículos y objetos sólidos en la carretera contribuyen al 18-42% de los choques mortales, por lo que cualquier recomendación o actuación positiva contribuirá a la reducción de la siniestralidad, especialmente en estos casos donde el colectivo senior tiene la tasa de supervivencia menor.

Generalmente estas colisiones se deben por distracciones al volante, velocidad excesiva, superar los límites de alcoholemia, visibilidad restringida o cansancio del conductor.

Para reducir esta clase de accidentes, se hacen las siguientes recomendaciones:

- Un diseño y orientación de la calzada y laterales con objetivo de minimizar las consecuencias en caso de que los vehículos se desvien de su trayectoria.
- Garantizar que los bordes de las carreteras por los que circulan vehículos a gran velocidad estén libres de obstáculos como árboles, desprendimientos, postes de acero y objetos rígidos como el hormigón.
- La colocación de elementos de iluminación y señales que sean abatibles y no rígidos, a la vez que garantizan la seguridad eléctrica.
- Un diseño de las barreras de seguridad como por ejemplo las barreras de contención de mallas de acero frente a las de acero u hormigón, que permitan mantener a los vehículos en su carril y evitar las colisiones frontales, a la vez que no representen un riesgo para los ocupantes del vehículo en caso de accidente. Estos elementos también pueden ser útiles para evitar los adelantamientos peligrosos en vías de doble sentido sin separación de calzadas, y así reducir la cifra de accidentes con colisión frontal, que suelen englobar la mayoría de los accidentes mortales y graves.
- La disposición de amortiguadores que minimizan los daños y protegen al vehículo en caso de colisión, en lugar de impactar contra un elemento rígido de acero u hormigón.

### Velocidad

Como se ha visto anteriormente, la mayoría de los accidentes con víctimas mortales en turismos se dan en las vías interurbanas debido a la mayor velocidad a la que se circula respecto a las vías urbanas. A mayor velocidad, menor tiempo de frenada y, por consiguiente, evitar una posible colisión, y, en caso de que esta suceda, mayor es su gravedad. La probabilidad de que una colisión dé lugar a un traumatismo es proporcional

al valor de la velocidad al cuadrado, la probabilidad de que cause un traumatismo grave es proporcional a la velocidad al cubo, y la probabilidad de que cause la muerte es proporcional a la velocidad a la cuarta potencia, debido a la energía cinética acumulada. Además, con el incremento de la velocidad, aumenta también el error humano.

Este factor también influye directamente en la distancia de parada, que es la distancia total recorrida por un vehículo obligado a detenerse ante un obstáculo inesperado en su trayectoria, medida desde su posición en el momento de aparecer el objeto que motiva la detención. Esta, incluye la distancia recorrida durante los tiempos de percepción, reacción y frenado, y se estima mediante la ecuación definida en la Norma 3.1-IC:

$$D_p = \frac{V * t_p}{3,6} + \frac{V^2}{254 * (f_l + i)}$$

Siendo,

$D_p$ : distancia de parada (m).

$V$ : velocidad al inicio de la maniobra de frenado (km/h).

$f_l$  : coeficiente de rozamiento longitudinal movilizado rueda-pavimento.

$i$ : inclinación de la rasante.

$t_p$ : tiempo de percepción y reacción (s)

En la Norma 3.1-IC se le atribuye al tiempo de percepción y reacción un valor de 2 segundos. Con esto, una velocidad de 120 km/h correspondiente a la velocidad máxima permitida en las autopistas españolas, un coeficiente de rozamiento movilizado rueda-pavimento del 0,291 correspondiente a la velocidad de 120 km/h según la tabla 3.1 de la Norma, y una inclinación de la rasante del 0%, se obtiene una distancia de parada igual a 261,48 metros.

$$D_p = \frac{120 * 2}{3,6} + \frac{120^2}{254 * (0,291 + 0)} = 261,48 \text{ m}$$

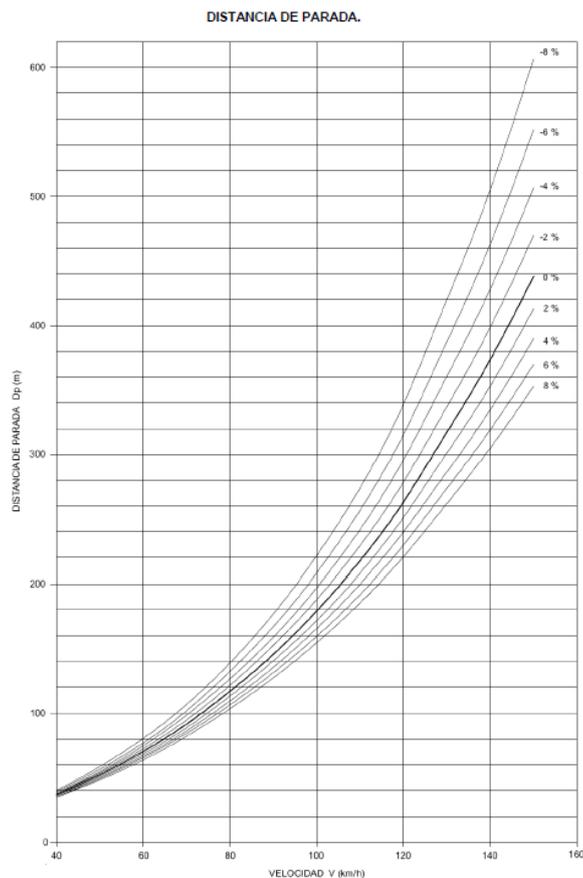


Figura 18. Distancia de parada en función de la velocidad para diferentes inclinaciones de rasante.

Fuente: Norma 3.1-IC Trazado de Carreteras

Ahora bien, si se toman los mismos valores empleados para el cálculo, pero se modifica el tiempo de percepción y reacción de 2 segundos debido a la edad del conductor y el consiguiente empeoramiento de sus reflejos y aptitudes, la distancia de parada necesaria aumenta considerablemente:

Tiempo de percepción y reacción (s)	Distancia de parada (m)
2	261,48
2,5	278,15
3	294,82
3,5	311,48
4	328,15
4,5	344,82
5	361,48

Tabla 9. Distancia de parada en función del tiempo de percepción y reacción a 120 km/h. Fuente:

Elaboración propia a partir de los datos de la Norma 3.1-IC de Trazados de Carreteras.

Por lo que parece ser que la Norma 3.1-IC toma como valor medio del tiempo de percepción y reacción 2 segundos, pero este valor no representa a todos los conductores senior.

Este hecho se podría corregir disminuyendo la velocidad siempre y cuando esta no deje de adecuarse a la velocidad de la vía y no ponga en riesgo al resto de usuarios.

Con una velocidad de 100 km/h, se obtienen los siguientes resultados:

Tiempo de percepción y reacción (s)	Distancia de parada (m)
2	178,59
2,5	192,47
3	206,36
3,5	220,25
4	234,14
4,5	248,03
5	261,92

Tabla 10. Distancia de parada en función del tiempo de percepción y reacción a 100 km/h. Fuente: Elaboración propia a partir de los datos de la Norma 3.1-IC de Trazadaos de Carreteras.

La Norma 3.1-IC define la distancia de decisión como la distancia medida a lo largo de la trayectoria que realiza un vehículo para que su conductor, en un entorno viario que puede estar visualmente congestionado, perciba la información proporcionada por la señalización y la existencia de una situación inesperada o difícil de percibir, las reconozca, valore el riesgo que representan, adopte una velocidad y una trayectoria adecuadas y lleve a cabo con seguridad y eficiencia la maniobra necesaria.

La distancia de decisión corresponde a la distancia recorrida en diez segundos a la velocidad de proyecto del tramo considerado y sus valores mínimos son los siguientes:

$V_p$ (km/h)	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130	140
$D_d$ (m)	110	140	170	195	225	250	280	305	335	365	390

Tabla 11. Distancia de decisión en función de la velocidad de proyecto.

Fuente: Tabla 3.4 de la Norma 3.1-IC de Trazadaos de Carreteras.

Como en el caso anterior con la distancia de parada, se recomienda compensar la pérdida de aptitudes de los conductores mayores de 65 años disminuyendo la velocidad, siempre y cuando esto no suponga ningún riesgo.

La velocidad es pues, uno de los factores incidentes en los accidentes de tráfico. Si a este elemento se le suma el alcohol, el uso de dispositivos móviles, la fatiga del conductor, o las condiciones meteorológicas adversas, las probabilidades de siniestro son todavía mayores y sus consecuencias peores. Por ello, bajo cualquier alteración del estado de la vía, del vehículo o del conductor, debe adecuarse la velocidad a fin de evitar un accidente. La mayoría de los conductores mayores de 65 años no superan los límites de velocidad máximos ya que les permite tener más tiempo para evaluar correctamente la situación, comprender las señales, tomar decisiones, corregir movimientos si es necesario, y minimizar los errores, pero, por el contrario, no siempre conducen a la velocidad adecuada para la vía y su entorno, por lo que pueden generar un riesgo para el resto de los usuarios.

La Norma 31-IC contempla todas las variables necesarias para un diseño de las vías cómodo y seguro acorde con la velocidad.

La velocidad de proyecto adoptadas vienen definidas por las condiciones topográficas y del entorno, las características ambientales, la función de la vía dentro del sistema de transporte, la homogeneidad del itinerario, las condiciones económicas, y las distancias entre accesos.

Por consiguiente, si es verdad que los conductores mayores de 65 años pueden necesitar más tiempo para comprender la situación de su entorno, cualquier recomendación para facilitar la conducción de este colectivo no sería sobre la Instrucción 3.1-IC, sino sobre el cumplimiento de adecuar la velocidad a la vía y sus condiciones, sin poner en riesgo al resto de usuarios, especialmente en las situaciones donde comparten vía vehículo y ciclistas, y estas pueden generar mayor estrés a los conductores mayores de 65 años.

Actualmente, los vehículos llevan integrados sistemas de monitorización para mitigar el error humano. Por ejemplo, Toyota lleva integrado en algunos de sus automóviles un sistema que mide la distancia entre vehículos y su velocidad relativa mediante sensores de velocidad y aceleración.

## Visibilidad

La visibilidad también tiene un papel importante en la siniestralidad. Ver y ser visto correctamente es fundamental para la seguridad de todos los usuarios de la vía. Durante el día, el tipo de accidente relacionado con la falta de visibilidad suele ser el producido por colisiones frontales, mientras que durante la noche las colisiones suelen darse en la parte trasera de otro vehículo que está estacionado o se desplaza lentamente. Cuando la falta de visibilidad es debido a condiciones meteorológicas, los choques en la parte trasera pueden darse en cualquier momento del día.

La Norma 3.1-IC estipula que en cualquier punto de la carretera el conductor de un vehículo deberá tener una visibilidad que dependerá de la forma, las dimensiones y la disposición de los elementos del trazado. Para que las distintas maniobras puedan efectuarse en condiciones de comodidad y seguridad, se necesitará una visibilidad mínima que dependerá de la velocidad de los vehículos y del tipo de dichas maniobras. Se definen cuatro tipos de visibilidades: visibilidad de parada, visibilidad de adelantamiento, visibilidad de decisión y visibilidad de cruce.

Se define la visibilidad de parada dentro de un carril como la distancia que existe a lo largo del carril entre un vehículo y un obstáculo situado en su trayectoria, en el momento en que el conductor puede divisarlo sin que luego desaparezca de su campo visual.

Se considera que un obstáculo es divisible siempre que pueda trazarse una visual entre el punto de vista del conductor y todos los puntos superiores del obstáculo. Se podrá considerar que las pilas y estribos de estructuras, los sistemas de contención de vehículos y los elementos de señalización e iluminación de la carretera no suponen un obstáculo intermedio para la visual siempre que, una vez divisada completamente la sección de obstáculo, ésta ha quedado parcialmente oculta por el obstáculo intermedio en no más de un metro.

Sobre este último punto, el conductor senior puede tener dificultades a la hora de asimilar toda la información, y el hecho de que haya un obstáculo, dificulta todavía más todo el conjunto. Aún así, se considera que lo estipulado en la Norma para este caso no debe adaptarse a los conductores mayores de 65 años.

En carreteras convencionales se considerará como visibilidad de adelantamiento la distancia disponible, medida a lo largo del eje que separa ambos sentidos de circulación, entre la posición del vehículo que efectúa la maniobra de adelantamiento y la posición del vehículo que circula en sentido opuesto, en el momento en que pueda divisarlo y sin que luego desaparezca de su vista hasta finalizar dicha maniobra.

Para determinar la posición del vehículo que circula en sentido opuesto se admitirá, de forma simplificada, que es visible cuando pueda trazarse una visual sin obstáculo desde el punto de vista del vehículo que efectúa la maniobra de adelantamiento hasta un punto del vehículo que circula en sentido opuesto situado a una altura de un metro y diez centímetros y a una distancia de un metro y cincuenta centímetros del eje que separa los dos sentidos de circulación.

Se considerará como visibilidad de decisión la distancia en línea recta entre la posición de un vehículo en movimiento (definido por el punto de vista del conductor) y el elemento que debe observar el conductor medida sobre el eje de la carretera. Los carteles laterales, las banderolas y los pórticos de salida inmediata deberán ser percibidos a una distancia mayor que los valores mínimos de la distancia de decisión indicados en la Tabla 3.4. La distancia entre el punto de vista del conductor y el centro geométrico de los carteles de salida inmediata se medirá en línea recta.

La esquina delantera izquierda de un turismo situado en la sección característica de un metro en el centro del carril de aceleración de un ramal de enlace o una vía de giro de un nudo deberá ser advertida por los conductores de los vehículos que circulan por los carriles básicos de un nudo a la distancia de parada o a la distancia de decisión.

La misma norma ya hace una recomendación para este último punto en caso de que la visibilidad de decisión no sea la adecuada:

Si en la aproximación a un nudo no se dispone de esta visibilidad de decisión se mejorará la percepción de los conductores mediante reducción de la velocidad señalizada en el tramo o mediante la implantación de ayudas a la conducción.

A este punto hay que añadirle el agravante de que muchas veces los conductores senior tienen la movilidad más reducida y mayor dificultad en los giros, por lo que la visibilidad de decisión o parada se ve afectada por este hecho.

Otras medidas que pueden contribuir a facilitar la visibilidad son llevar encendidas las luces de circulación durante el día, aunque no sea obligatorio, utilizar la tercera luz de freno

para evitar colisiones traseras, mejorar la señalización luminosa de los camiones y remolques que a menudo es insuficiente y que estos sean visibles especialmente en las curvas y cambios de sentido.

### Ramales de transferencia

En una carretera de calzadas separadas donde, para un mismo sentido de circulación, existan una calzada central y una vía complementaria para regulación de accesibilidad y movilidad, ramal de transferencia es el ramal que permite establecer una conexión intermedia entre la calzada central y dicha vía complementaria o viceversa, estando constituido por la salida, el ramal de transferencia y la entrada, y donde la visibilidad esté garantizada, la velocidad de proyecto de un ramal de transferencia será la correspondiente a la de la calzada central o un valor inferior en veinte kilómetros por hora.

Los ramales de transferencia pueden ser otro tramo donde los conductores mayores de 65 años puedan tener mayores dificultades a la hora de incorporarse de un carril a otro debido a su mayor limitación en los giros de cuello, y mayor lentitud de reacción.

Para disminuir el riesgo ante estas situaciones las actuaciones no deberían ser sobre el diseño y el trazado de carreteras, sino en procurar que el conductor reciba la información del cambio de carril con la suficiente antelación para que le de tiempo de procesarla y actuar sin hacer ninguna maniobra de riesgo. Hoy en día los GPS ofrecen esta función.

### Riesgo de choque en las intersecciones

Otro tipo de accidente que genera muchos traumatismos son los choques en las intersecciones. En la Instrucción de carreteras se definen todos los elementos necesarios para proyectar estos tramos de forma que garanticen la seguridad, y permitan todas las maniobras necesarias como son el ancho de carril, los carriles de cambio de velocidad, las envolventes de giro o las cuñas de cambio de velocidad, y la delimitación de la correspondiente intersección se obtendrá a partir de la consideración de las secciones características más alejadas del conjunto de los movimientos de entrada en carretera principal o secundaria.

Una medida para reducir el riesgo de choque en las intersecciones sería sustituir los cruces señalizados por rotondas, o la instalación de cámaras en los semáforos para evitar que los vehículos atraviesen en rojo. También reducir en la medida que sea posible la complejidad de las intersecciones.

Otra medida propuesta por la Dirección General de Tráfico que se está empezando a implementar para reducir la siniestralidad en las intersecciones, especialmente en las carreteras secundarias, es la instalación de sensores de detección de vehículos en la vía principal y sus bifurcaciones, para detectar la presencia de vehículos aproximándose desde la vía secundaria a la principal, y la instalación de señales variables para advertir de la proximidad del otro vehículo a tiempo real.

Esta medida ayuda especialmente a los conductores senior a tener tiempo a reducir la velocidad antes de llegar al cruce y así evitar una colisión frontolateral en caso de que haya otro vehículo en la intersección, o evita que reduzcan la velocidad más de lo necesario poniendo en riesgo al resto de usuarios, en caso de que no haya ningún vehículo en la intersección.

### Fatiga del conductor

La salida de la vía es uno de los accidentes que registra más víctimas en las carreteras. Muchos accidentes derivados de la fatiga del conductor podrían evitarse si éste evitara conducir con somnolencia, habiendo dormido menos de cinco horas en las últimas veinticuatro horas, o evitando la conducción de dos a cinco de la madrugada. El colectivo senior es especialmente sensible a esta sensación de fátiga debido a que, para conducir, requiere mayor concentración y esfuerzo, sin olvidar que muchos conductores pertenecientes a este colectivo, toman fármacos.

Para evitar situaciones de riesgo, y especialmente entre conductores mayores de 65 años, se recomienda no conducir durante largas horas, bajo presión, de noche o en horas en las que se suele dormir, en carreteras monótonas o poco conocidas, en condiciones meteorológicas adversas, e ir haciendo pausas para descansar. También el uso de coches inteligentes los cuales disponen de sensores que mantienen el vehículo en el centro del carril, o reducen la velocidad en caso de no mantener la distancia de seguridad.

Un ejemplo de ello es la patente realizada por la empresa japonesa Denso, en la que mediante un procesador de imagen que monitoriza el rostro del conductor, alerta cuando detecta cualquier síntoma de somnolencia.

### Definición funcionalidad tipo de vía

Otra recomendación para garantizar la seguridad de circulación es la clara definición del uso y funcionalidad de cada vía en su diseño, y que contribuía a que los conductores conozcan y respeten los límites de velocidad. Las autopistas, autovías y carreteras

multicarril deben estar constituidas por accesos restringidos, curvas horizontales y verticales de gran radio, arcenes con seguridad estructural frente a impactos, intersecciones a nivel con rampas de entrada y salida para garantizar una circulación segura. Además, los tramos que conectan carreteras de diferentes velocidades deben estar debidamente señalizados y con elementos como badenes o glorietas que obliguen al conductor a reducir la velocidad.

#### Trayectos cortos con peligrosidad

La mayoría de los usuarios prefieren los trayectos cortos, aunque estos sean menos seguros, por lo que es responsabilidad del sistema de tráfico garantizar que estos trayectos sean lo más seguros posible. Por ejemplo, debería desviarse el tráfico de paso de las zonas residenciales y reducir la velocidad en su paso.

#### Conductores jóvenes o noveles

Según los datos de siniestralidad, los conductores de cualquier tipo de vehículo són más vulnerables a sufrir un accidente en su primer año de conducción, debido a la falta de experiencia, menor conocimiento del vehículo, exceso de confianza, velocidad inapropiada, y mayor incidencia en la conducción nocturna, donde el riesgo es tres veces mayor que durante el día. Este colectivo supone un riesgo para los conductores mayores de 65 años.

Una forma de reducir este riesgo es invirtiendo en educación y concienciación vial dirigida a los jóvenes, o la implementación de un sistema progresivo para otorgar el permiso de conducir.

#### Lectura y comprensión de las señales

Uno de los avances que ayudaría a los conductores senior sería que sus vehículos dispusieran de sistemas inteligentes capaces de comunicarse con las infraestructuras recibiendo señales acústicas y luminosas para advertir de la presencia de peligros.

Aún con todos estos avances tecnológicos, es primordial que las señales de tráfico estén a la correspondiente altura, en buen estado de conservación, y sin ningún obstáculo que dificulte o impida su lectura. Que no estén sobrecargadas de información con datos, símbolos y números, ya que debe comprenderse en la mayor brevedad posible. Muchas veces, las señales informativas pasan a ser un elemento de estrés para el conductor, en

lugar de ser un elemento de ayuda. Conocer o preparar previamente la ruta, ayudará al conductor a contextualizar las señales y esto facilitará su comprensión.

Si es verdad que el tamaño de las letras en las señales influye directamente en el tiempo de reacción, la normativa 8.1-IC Señalización vertical ya contempla las situaciones en las que la comprensión de las señales sea dificultosa, y por consiguiente, sea necesario limitar provisionalmente la velocidad.

### Mantenimiento de las infraestructuras

La falta de mantenimiento de las infraestructuras como el deterioro de la superficie tanto de las vías como de las señales, o el no funcionamiento de las luminarias también puede suponer un riesgo para sus usuarios.

## **5. Conclusiones e investigación futura**

Tras el presente trabajo en el cuál la hipótesis de partida que se tenía era el firme convencimiento de que los conductores seniors son los que producen situaciones de mayor riesgo en la carretera, se ha podido concluir que el punto de partida era erróneo, y el trabajo a ayudado a apoyar una nueva teoría en la que los conductores de mayor riesgo son los comprendidos entre los 35 y 55 años debido a su exceso de confianza y conducción menos conservadora.

Después de analizar las cifras de siniestralidad se ha podido observar que las cifras donde se ven envueltos conductores de la tercera edad han aumentado debido al envejecimiento de la población y, por consiguiente, de los conductores mayores. A pesar de que con la edad las características físicas implicadas en la conducción van en declive, este hándicap se ve compensado con una conducción más conservadora y precavida por parte del conductor, además de la experiencia adquirida durante estos años al volante.

Hay muchos prejuicios sociales y una percepción completamente errónea entorno a los conductores mayores de 65 años. Si es verdad que son el colectivo con mayor letalidad en los accidentes de tráfico, los conductores senior no son los principales causantes de accidentes de tráfico. A pesar de que las cifras abalen este hecho, la mayoría de la población les considera un peligro al volante y les retiraría el carné de conducir.

Por consiguiente, también hay una opinión negativa entorno a las pruebas para la obtención y renovación del permiso de conducir, que se consideran poco rigurosos y representativos del estado del conductor y, no se tiene en cuenta que, a pesar de que cualquier recomendación es buena sea cual sea la edad del conductor, retirarle la licencia a una persona capacitada para la conducción es limitar su vida e independencia. Y, a pesar de esta percepción negativa entorno a los trámites para la renovación del permiso de conducir, es necesario poner de manifiesto que España es uno de los países donde estas pruebas son más rigurosas, mientras que en otros países de la Unión Europea es un mero

trámite. Aún así, se puede tomar de ejemplo Suecia, donde los centros sanitarios tienen la potestad de intervenir sobre pacientes incapacitados para conducir.

Una vez analizada la siniestralidad de los conductores mayores, era necesario estudiar el impacto económico que estos suponen para la sociedad, y se ha observado que, los costes de las indemnizaciones son mayores en los conductores jóvenes debido a los baremos de compensación y los años de pérdida de productividad que supone el hecho de que un joven quede incapacitado para trabajar. Aún así, el coste de los accidentes de tráfico para la sociedad es muy alto y cada vez va a ser mayor, por lo que es necesario invertir en la prevención y la reducción de los accidentes y no en la compensación de estos. Se ha visto pues, que el coste de las actuaciones en materia de seguridad vial es inferior al coste de las indemnizaciones.

En definitiva, la mayoría de las modificaciones y mejoras en el diseño y mantenimiento de carreteras para la prevención y reducción de la accidentabilidad no representan un coste mayor que el coste que representa para la sociedad las cifras de siniestralidad, sin tener en cuenta el sufrimiento que estas comportan. A pesar de ello, la mayoría de los países no disponen de políticas oficiales, evaluaciones, ni presupuestos, destinados a acciones correctoras en lugares de riesgo para garantizar la seguridad vial.

Por ello, se ha analizado la Norma 3.1-IC Instrucción de carreteras y posibles actuaciones en el diseño y trazado de las carreteras y se ha constatado que ésta garantiza la proyección de una red de carreteras segura y cómoda para el usuario, independientemente de su edad, y que las actuaciones que deben hacerse son mayoritariamente de carácter educativo, aunque se recomienda seguir impulsando las tecnologías para automatizar procesos propios del conductor, o fomentar el uso de vehículos nuevos e inteligentes que ayudan a mitigar las carencias de estos conductores senior, que a menudo, son también los que conducen los coches más antiguos. Cualquier mejora en los vehículos para que estos sean capaces de alertar de cualquier peligro e informar de la ruta para que el conductor pueda tomar las decisiones de maniobra con antelación suficiente. En definitiva, automatizar mecanismos del conductor a fin de reducir sus requerimientos de atención.

En cuanto a sus características y recomendaciones dirigidas hacia ellos, si es cierto que destacan en maniobras indebidas como situaciones de stop y ceda al paso, prioridad en

los giros, mantener la distancia de seguridad, sus déficits son más por omisión que por acción debido a la pérdida de facultades como es la reducción de la visibilidad periférica. Y, a pesar de que presentan mayor rigidez en los movimientos y por consiguiente en sus maniobras ante situaciones imprevistas, deterioro de su atención distribuida, mayor dificultad por retener diferentes datos del entorno en un corto plazo de tiempo mientras se conduce, o tendencia a simplificar la información prescindiendo de datos que no les suponen cruciales, en general, los conductores senior son prudentes, por lo que se aseguran de las decisiones antes y durante el transcurso de su realización. Este hecho por consiguiente, se traduce en un enlentecimiento de la velocidad de conducción. En definitiva, son conscientes de sus limitaciones por lo que disminuyen los riesgos en la medida que les es posible.

Las recomendaciones de este estudio dirigidas a los conductores mayores de 65 años son que sean conscientes y admitan sus limitaciones para la conducción, que proactivamente se realicen una revisión médica anual, que sepan las posibles consecuencias de los fármacos que estén tomando, que realicen desplazamientos cortos y conocidos, de lo contrario que se planifiquen con antelación, que viajen acompañados, y que se evite la conducción nocturna, en condiciones climáticas adversas y en horas punta.

Para sus familiares se recomienda que presten atención a posibles indicadores de que su conducción está empeorando, como mayor dificultad de aparcamiento o rasguños en el coche, que tengan confianza para tener conversaciones con ellos alrededor de su conducción y puedan ofrecerles recomendaciones, y que acompañen, en la medida que sea posible, a sus familiares en los trayectos.

Finalmente, a la Administración le recomienda aumentar la frecuencia de los exámenes para la renovación del carné a los conductores mayores 65 años a dos o tres años.

Finalmente, mi recomendación final para la reducción de la siniestralidad y el cumplimiento de la Visión Cero es la necesidad de invertir en educación y prevención de todos los usuarios de la vía, no únicamente de los conductores senior, y que esta educación vial logre formar y concienciar a la gente de la importancia no solo de la aptitud, si no también de la actitud al volante. Es responsabilidad de todos conducir de forma ética y segura, y todavía queda mucho camino por recorrer.

## 6. Referencias

Empresa Accigest, “*Baremo de accidentes de tráfico 2018*”.

Amaro Egea Caparrós. “*El comportamiento humano en conducción: factores perceptivos, cognitivos y de respuesta*”. Universidad de Murcia.

María G. Berardo, 2004. “*Accidentes de tránsito, análisis pericial científicomecánico*”. Editorial Mediterránea, Córdoba, 2004.

Victor V. Krylov, 2001. “*Instrucción de carreteras Norma 3.1-IC*”. Thomas Telford Ltd, UK.

Liberty Seguros, 2013. “*Conductores Senior y Seguridad Vial*”. Departamento de Seguridad Vial de la RACE.

Jesús Monclús, Augustín Aragón, Francisco Aparicio, Álvaro Gómez, 2002. “*El valor de la seguridad vial. Conocer los costes de los accidentes de tráfico para invertir más en su prevención*”. Fundación Instituto Tecnológico para la Seguridad del Automóvil.

Observatorio Nacional de Seguridad Vial, 2018. “*Las principales cifras de la Siniestralidad Vial*”. Dirección General de Tráfico.

Organización Mundial de la Salud, 2004 “*Informe mundial sobre prevención de los traumatismos causados por el tránsito*”. Editado por Margaret Peden.

Pons Patentes y Marcas, 2014. “*Elaboración de un estudio sobre los dispositivos que existan en la actualidad y se estén utilizando para la monitorización del comportamiento de los conductores durante el ejercicio de la conducción, las variables registradas, exactitud y fiabilidad de las mismas*”.