

**Programa de Doctorado en
Ciencias Económicas, Empresariales y Sociales
Universidad de Sevilla**



**Análisis del efecto de las políticas de intervención
y descentralización en la seguridad vial: el caso de
España en la Unión Europea**

Memoria de Tesis Doctoral presentada por el doctorando Jesús Boby Alcaide, dirigida por las profesoras María Mercedes Castro-Nuño y Lourdes López-Valpuesta, y tutorizada por el profesor José Ignacio Castillo Manzano, dentro del Programa de Doctorado en Ciencias Económicas, Empresariales y Sociales de la Universidad de Sevilla.

Sevilla, 24 de Mayo de 2023

INDICE

ÍNDICE DE FIGURAS	II
ÍNDICE DE TABLAS	II
AGRADECIMIENTOS	IV
RESUMEN	V
ABSTRACT	IX
CAPÍTULO I. Introducción	1
1.1. Evolución de la seguridad vial en el caso de Europa	9
1.2. Evolución de la seguridad vial en el caso de España	23
1.3. Objetivos, estructura y aportaciones de la Tesis Doctoral	33
CAPÍTULO II. Análisis del efecto de la intervención económica en la seguridad vial: el caso de la Unión Europea.....	36
2.1. La influencia del ciclo económico en la seguridad vial	36
2.1.1. Dinámica a largo plazo	36
2.1.2. Dinámica a corto plazo	39
2.1.3. Efecto de las crisis económicas en la seguridad vial	45
2.2. La crisis financiera de 2008 y su impacto en la seguridad vial	49
2.3. Objetivos de investigación del Capítulo II	53
2.4. Metodología y datos del Capítulo II	55
2.5. Resultados y discusión del Capítulo II	62
2.6. Conclusiones del Capítulo II	69
CAPÍTULO III. Análisis del efecto de la descentralización de la supervisión policial del tráfico en la seguridad vial: el caso de España	73
3.1. La eficacia de los distintos niveles de descentralización de la función pública y su influencia en la seguridad vial	73
3.1.1. Eficacia de la descentralización en la gestión pública	73
3.1.2. Efectos de la gestión policial en la seguridad vial	74
3.2. La descentralización de la supervisión policial de tráfico en España y la seguridad vial	75
3.3. Objetivos de investigación del Capítulo III	81
3.4. Metodología y datos del Capítulo III	81
3.5. Resultados y discusión del Capítulo III	87
3.6. Conclusiones del Capítulo III	96
CAPÍTULO IV. Conclusiones y consideraciones finales	100
Bibliografía.....	105

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Evolución de fallecidos (eje izquierdo) y fallecidos por 100.000 habitantes (eje derecho) en la UE-27 + Reino Unido en el periodo 1995-2019	14
Figura 2. Evolución de accidentes (eje izquierdo) y accidentes por 100.000 habitantes (eje derecho) en la UE-27 + Reino Unido en el periodo 1995-2019	18
Figura 3. Accidentes de tráfico por cada 100.000 habitantes frente a fallecidos en accidentes de tráfico por cada 100.000 habitantes. Promedio en el periodo 1995-2019	20
Figura 4. Accidentes de tráfico por cada 100.000 habitantes frente a fallecidos en accidentes de tráfico por cada 100.000 habitantes en el año 2019	20
Figura 5. Movilidad por carretera (pasajeros-vehículo-km) para los países de la UE-27 + Reino Unido. Promedio en el periodo 1995-2015	21
Figura 6. Evolución de fallecidos (eje izquierdo) y fallecidos por 100.000 habitantes (eje derecho) en accidentes de tráfico en España en el periodo 1995-2019	28
Figura 7. Evolución de accidentes (eje izquierdo) y accidentes por 100.000 habitantes (eje derecho) en España en el periodo 1995-2019	28
Figura 8. Fallecidos frente a accidentes per cápita para las provincias españolas en el año 2019	32
Figura 9. Fallecidos frente a accidentes per cápita para las provincias españolas en como promedio para el periodo 1995 a 2019	32
Figura 10. Tasa de mortalidad (superior) y tasa de accidentes (inferior) por 100.000 habitantes en vías interurbanas para las regiones NUTS-3 de España en 2018	80

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Matriz de Haddon: factores involucrados en la siniestralidad vial.....	3
Tabla 2. Listado de países de la UE27 + Reino Unido junto a su código país.....	12
Tabla 3. Evolución de fallecidos per cápita (100.000 habitantes) en los países de la UE27 + Reino Unido entre 1995, 2011 y 2019	16
Tabla 4. Evolución de fallecidos per cápita (100.000 habitantes) en los países (agrupados por cuartiles) de la UE27 + Reino Unido entre 1995, 2011 y 2019	17
Tabla 5. Resumen de políticas de seguridad vial para los países de UE-27+Reino Unido en 2019	22
Tabla 6. Principales hitos en la estrategia española de seguridad vial	24
Tabla 7. Evolución de variables de seguridad vial por volumen del parque automovilístico y por accidente en España	29
Tabla 8. Códigos de las provincias españolas	30
Tabla 9. Revisión bibliográfica de relación a corto plazo entre siniestralidad vial y actividad económica	42
Tabla 10. Variación del PIB per cápita (euros) y del PIB (millones de euros) para los países de la UE-27+Reino Unido entre 2008 y 2013	51
Tabla 11. Intervención financiera en distintos países de la UE-27+Reino Unido.....	52
Tabla 12. Descripción de las variables del modelo del Capítulo II.....	59

Tabla 13. Estadísticos descriptivos de las variables del modelo del Capítulo II.....	60
Tabla 14. Matriz de correlación de las variables exógenas del modelo del Capítulo II	63
Tabla 15. Resultados de las estimaciones del Capítulo II	64
Tabla 16. Proceso de descentralización de la policía de tráfico en España.....	78
Tabla 17. Siniestralidad y mortalidad vial en España y en la UE-27+ Reino Unido entre 2000 y 2018	79
Tabla 18. Descripción de las variables del modelo del Capítulo III.....	85
Tabla 19. Estadísticos descriptivos de las variables del modelo del Capítulo III	86
Tabla 20. Matriz de correlación de las variables exógenas del modelo del Capítulo III	88
Tabla 21. Resultados de las estimaciones del Capítulo III.....	89
Tabla 22. Resultados de las estimaciones para las pruebas de robustez del Capítulo III	91

AGRADECIMIENTOS

Al llegar al final de este camino de cinco años que ha sido mi programa de doctorado y mirar atrás, siento una enorme alegría y entusiasmo mezclados por la satisfacción y el orgullo de los objetivos alcanzados, así como el esfuerzo dedicado para ello. No obstante, todo queda eclipsado por la grandísima sensación de agradecimiento que me llena.

Agradezco a mis directoras, la Doctora Lourdes López-Valpuesta y la Doctora Mercedes Castro-Nuño, y a mi tutor, el Doctor José Ignacio Castillo-Manzano; por su paciencia, apoyo, dirección y guía durante este periplo. Los tres por igual han mostrado una enorme calidad humana, en todo momento me han marcado y ayudado a comprender los objetivos del trabajo, me han guiado para resolver los problemas y han sabido motivarme para poder compaginar este reto con el resto de facetas de mi vida. Adicionalmente al gran perfil académico e investigador que atesoran, han demostrado una increíble faceta didáctica como mentores y ‘maestros’.

Quiero agradecer también al Doctor Xavier Fageda, con el que durante las investigaciones realizadas hemos intercambiado información y que –sin duda- nos ha ayudado a enriquecer los modelos econométricos de nuestros trabajos; así como al Doctor Álvaro Zarzoso, que fue compañero de camino durante parte importante del programa y cuyo punto de vista y aportaciones también contribuyeron en momentos cruciales.

Por supuesto, agradezco a toda la comunidad científica en general, por permitirme subir a sus ‘hombros de gigante’ y divisar más allá; en particular, a todos aquellos investigadores con los que he podido interactuar en los diferentes congresos, sesiones y talleres en los que he participado durante estos años, ya sea escuchando sus aportaciones o compartiendo los resultados de mi investigación. Todas estas contribuciones altruistas y desinteresadas han sido siempre consideradas con sumo respeto y, en múltiples casos, incorporadas para enriquecer el resultado de los trabajos.

Finalmente, agradezco a mi familia: a mis padres por haberme dado una educación y los valores del trabajo y la humildad, tan necesarios en un esfuerzo de este tipo. Agradezco también a mi esposa, Ángeles, por su paciencia y apoyo; y a mi hijo Rafa por darme la motivación para superarme día a día.

RESUMEN

Desde mediados del siglo XX, la seguridad vial ha representado un reto de crucial importancia para la salud pública, con relevantes repercusiones a nivel socioeconómico y fuertes vínculos con el desarrollo tecnológico e industrial de los países alrededor del mundo.

Como manifiesta la Organización Mundial de la Salud (WHO, 2021), los accidentes de tráfico causan aproximadamente 1,3 millones de muertes anuales a nivel mundial. En términos de coste económico, la siniestralidad vial puede cuantificarse en una cantidad que oscila entre el 1% y el 3% del Producto Interior Bruto (PIB en adelante) mundial según los análisis consultados (siendo este porcentaje incluso significativamente superior para el caso de economías desarrolladas). En este impacto económico se cuantifican aspectos como gastos por reparación de los vehículos e infraestructuras públicas o las bajas laborales por morbilidad, entre otros (Bastida et al., 2004; Blincoe et al., 2002; WHO, 2015).

De cara a abordar la magnitud de este problema, los enfoques y concepciones aplicados a la gestión de la seguridad vial han ido progresando desde principios de la década de los 60 del siglo XX, evolucionando desde la atención centrada en cuestiones técnicas relacionadas con la ingeniería aplicada a vehículos y carreteras, hacia una perspectiva más global, surgida a partir de los 70, y en la que se tienen en cuenta todos los factores que impactan en la seguridad vial de forma integrada (Hakkert y Gitelman, 2014). En este sentido, destaca el trabajo pionero del Dr. William Haddon quien, en 1968, introdujo la matriz conocida con su nombre (Haddon, 1968) siendo desde entonces el paradigma más utilizado en la prevención de la siniestralidad vial, y que se centra en un conjunto de factores o atributos (tanto intrínsecos como extrínsecos) que impactan antes, durante y después de un posible accidente de tráfico.

En esta línea, la presente Tesis Doctoral, con la que se concurre a la obtención del título de Doctor en el Programa de Ciencias Económicas, Empresariales y Sociales de la Universidad de Sevilla, tiene como objetivo contribuir al estudio de la influencia de los factores ambientales presentes en la matriz de Haddon, analizando el papel de los

atributos socioeconómicos, escasamente abordados tradicionalmente por la literatura académica, y más concretamente, el impacto que determinadas decisiones de índole política y económica generan sobre la seguridad vial. Para ello, se consideran dos ámbitos territoriales complementarios en los que no existen precedentes de este análisis, resaltando por tanto la originalidad de las investigaciones contenidas en la tesis: en primer lugar, el conjunto de países de la Unión Europea-27 (UE-27 en adelante) más el Reino Unido, para estudiar la influencia de la intervención económica por parte de las instituciones europeas sobre los resultados de seguridad vial en un contexto de recesión financiera; y, en segundo lugar, las provincias españolas (regiones NUTS-3 en terminología estadística de Eurostat), para investigar el efecto que, sobre la seguridad vial, tiene la convivencia de un modelo centralizado/descentralizado en la supervisión de la normativa de tráfico en las carreteras.

Para ello, la Memoria contenida en estas páginas, que recoge los resultados de la Tesis Doctoral, queda estructurada en cuatro Capítulos. El **Capítulo I**, representa la introducción a la misma, con objeto de contextualizar ambos objetos de estudio, presentando una visión general de la evolución de la siniestralidad vial en ambos espacios territoriales analizados (ámbito europeo y ámbito provincial en España). Además, se exponen los principales objetivos y se detalla la estructura del resto de la Tesis Doctoral.

Los **Capítulos II y III**, recogen respectivamente, los resultados de las investigaciones llevadas a cabo para cumplir los objetivos planteados en la Tesis mediante un enfoque metodológico coherente, y que han dado lugar a dos artículos publicados en revistas académicas internacionales de alto impacto incluidas en el *Journal Citation Report* (JCR). Concretamente, el primer artículo se ha publicado en la revista de referencia internacional en el campo de la seguridad vial, **Accident Analysis and Prevention**, con un factor de impacto de 6,376 (según JCR 2021); y el segundo artículo ha sido publicado en, probablemente, la revista más prestigiosa en el ámbito de los estudios regionales, **Regional Studies**, que cuenta con un factor de impacto de 4,595 (según JCR 2021).

La relevancia de estas publicaciones logradas queda avalada por la posición que ocupan ambas revistas en los rankings académicos del Social Science Citation Index

(SSCI). En primer lugar, de acuerdo con los últimos datos de JCR, referentes a 2021 y lanzados en junio de 2022, **Accident Analysis and Prevention** es una publicación situada en el primer cuartil (Q1) y el primer decil (D1) de todas sus categorías: Ergonomics; Public, Environmental & Occupational Health; Social Sciences Interdisciplinary and Transportation. En cuanto a **Regional Studies**, se trata de una revista del primer cuartil (Q1) y segundo decil (D2) de las categorías de Economics y Geography.

Todo ello sirve como refuerzo de la validez de los resultados obtenidos, al haber superado numerosos filtros de evaluación y rondas de revisión por pares por parte de la comunidad científica.

La primera de estas investigaciones se incluye en el **Capítulo II** de la Tesis Doctoral, en el que se lleva a cabo un análisis del efecto de la intervención económica de un país sobre su seguridad vial. En concreto, se aborda el caso de los países de la UE-27 que fueron intervenidos por las autoridades europeas tras la crisis económico-financiera iniciada en 2008, examinando el impacto de esta decisión sobre las variables de seguridad vial respecto a aquellos otros países europeos que no fueron objeto de dicha intervención.

El **Capítulo III** de la Tesis Doctoral analiza en segundo lugar el efecto de la descentralización de la policía de tráfico en la seguridad vial. En concreto, analiza el caso de España, en el que coexisten regiones con una policía a nivel nacional para la gestión del tráfico (gestión centralizada), junto a otras regiones en las que esta labor está descentralizada en policías regionales. Para ello, mientras que la unidad territorial de análisis en la investigación presentada en el capítulo anterior era el país, en este capítulo se consideran las provincias españolas (regiones NUTS-3).

A modo de síntesis, entre los principales hallazgos de ambas investigaciones, cabe resaltar que, en el primer caso, hemos detectado un efecto paradójico: aquellos países que sufrieron una intervención financiera tras la crisis de 2008 presentan un mejor comportamiento en lo referente a los datos de seguridad que los de su entorno. La principal explicación encontrada es que estos países fueron los más impactados por la crisis financiera y, asimismo, las intervenciones ahondaron en dichos efectos, reduciendo aún más el factor exposición y –por ende– la siniestralidad y mortalidad vial. En línea con este efecto positivo a corto plazo de las intervenciones, el **Capítulo II** propone a

legisladores y Administración Pública la explotación del efecto favorable generado por la reducción de la exposición (sin los efectos adversos vinculados a la reducción de la actividad económica o recortes en los presupuestos públicos), lo que podría incentivarse, por ejemplo, mediante la definición e implementación de políticas públicas para el fomento del transporte público.

Por su parte, para el segundo caso analizado, se ha concluido que la Agrupación de Tráfico de la Guardia Civil (ATGC en adelante) responsable de la supervisión centralizada de la seguridad vial en España, es más eficaz para evitar accidentes de tráfico y reducir la mortalidad vial que las policías autonómicas de las distintas regiones españolas. Esta evidencia demuestra que, para este caso, se manifiestan efectos de economías de escala y de economías de red que hacen que una gestión centralizada tenga acceso a más y mejores recursos y medios, así como que pueda asignarlos a la región específica, en el momento concreto que más lo requiera. Por todo ello, el **Capítulo III** recomienda el desarrollo de políticas que permitan el intercambio de buenas prácticas entre las distintas policías autonómicas y nacionales, así como el establecimiento de mecanismos para compras y contratación comunes, que permitan agregar estos procesos y tener acceso a medios más sofisticados. Esta recomendación sería también aplicable a nivel supranacional, potenciando por ejemplo mecanismos de colaboración entre los países de la UE.

Finalmente, la presente Memoria de Tesis Doctoral, termina con el **Capítulo IV**, en el que se incluyen conclusiones extraídas del análisis conjunto de los dos capítulos anteriores y se proponen futuras líneas de investigación.

ABSTRACT

Since the mid of the 20th Century, road safety has represented a challenge of crucial importance for public health, with relevant repercussions at the socio-economic level and strong links with the technological and industrial development of countries worldwide.

As it is stated by the World Health Organization (WHO, 2021), traffic accidents cause approximately 1.3 million deaths annually worldwide. In terms of economic cost, road accidents can be quantified in an amount between 1% and 3% of the world Gross Domestic Product (GDP hereinafter) according to the analysis consulted (this percentage being even significantly higher in the case of economies developed). This economic impact quantifies aspects such as expenses for repairing vehicles and public infrastructure or sick leaves due to morbidity, among others (Bastida et al., 2004; Blincoe et al., 2002; WHO, 2015).

In order to address the magnitude of this problem, the approaches and concepts applied to road safety management have progressed since the early 1960s, evolving from an initial attention focused on technical issues, towards a more global perspective, which emerged from the 1970s, and in which all the factors that impact road safety are taken into account in an integrated way (Hakkert and Gitelman, 2014). In this sense, the pioneering work of Dr. William Haddon stands out, who, in 1968, introduced the matrix known by his name (Haddon, 1968), which has been since then the most widely used paradigm in the prevention of road accidents, and which focuses on a set of factors or attributes (both intrinsic and extrinsic) that have an impact before, during and after a potential traffic accident.

In this line, the present PhD Dissertation, submitted to obtain the title of Doctor in the ‘Programa de Ciencias Económicas, Empresariales y Sociales’ at ‘Universidad de Sevilla’, aims to contribute to the study of the influence of environmental factors present in the Haddon matrix, analyzing the role of socioeconomic attributes, traditionally scarcely addressed by academic literature, and more specifically, the impact that certain decisions of a political and economic nature generate on road safety. For this purpose, two complementary territorial areas are considered in which there are no precedents for

this analysis: first, the group of countries of the European Union-27 together with the United Kingdom, to assess the influence of economic intervention by European institutions on road safety results in a context of financial recession; and, secondly, the Spanish provinces (NUTS-3 regions in Eurostat statistical terminology), to analyze the effect that the coexistence of a centralized/decentralized model in the supervision of traffic regulations in the roads has on road safety.

For this purpose, the dissertation contained in these pages is structured in four Chapters. **Chapter I** represents the introduction to the research, in order to contextualize both objects of study, presenting an overview of the evolution of road accidents in both of the territorial areas analyzed (European area and Spain regions). In addition, the main objectives are exposed and the structure of the rest of the PhD Dissertation is detailed.

Chapters II and III, respectively, collect the results of the research carried out to meet the objectives set out in the PhD Program through a coherent methodological approach, and that have given rise to two articles published in high-impact international academic journals, that are listed in the Journal Citation Report (JCR); specifically, in one of the leading journals in the field of road safety, *Accident Analysis and Prevention*, and in another of the most prestigious journals in the field of regional studies, *Regional Studies*.

The relevance of these publications is endorsed by the position occupied by both journals in the academic rankings of the Social Science Citation Index (SSCI). First of all, according to the latest JCR data, referring to 2021 and released in June 2022, *Accident Analysis and Prevention* is a publication located in the first quartile (Q1) and the first decile (D1) of all its categories: Ergonomics; Public, Environmental & Occupational Health; Social Sciences Interdisciplinary and Transportation. As for *Regional Studies*, it is a journal from the first quartile (Q1) and second decile (D2) of the Economics and Geography categories, and from the second quartile (Q2) of Regional & Urban Planning and Environmental Studies.

All this would serve to reinforce the validity of the results obtained, having passed numerous evaluation filters and rounds of peer reviews by the scientific community.

The first of these investigations is included in **Chapter II** of the PhD Dissertation, in which an analysis of the effect on road safety of the economic intervention of a country is carried out. Specifically, the case of the EU-27 countries that were under intervention by the European authorities after the economic-financial crisis that began in 2008 is addressed, examining the impact of this decision on road safety variables with respect to those other European countries that were not the object of that intervention. The findings obtained were published in the *Accident Analysis and Prevention* journal, with an impact factor of 6.376 (according to JCR 2021).

Chapter III of the PhD Dissertation analyzes the effect of the decentralization of the traffic police on road safety. Specifically, it analyzes the case of Spain, in which some regions have a national police force for traffic management (centralized management), and coexist together with other regions in which this task is decentralized to regional police forces. For this, while the territorial unit of analysis in the research presented in the previous chapter was the country, in this chapter the Spanish provinces are considered (NUTS-3 regions). This study has been published in the *Regional Studies* journal, which has an impact factor of 4.595 (according to JCR 2021).

As a synthesis, among the main findings of both investigations, it should be noted that, in the first case, we have detected a paradoxical effect: those countries that suffered financial intervention after the 2008 crisis present a better behavior in terms of road safety than those of their environment. The main explanation found is that these countries were the most impacted by the financial crisis and, likewise, the interventions deepened these effects, further reducing the exposure factor and, therefore, road accidents and mortality. In line with this positive short-term effect of the interventions, **Chapter II** proposes to legislators and the Public Administration the exploitation of the favorable effect generated by the reduction of exposure (without the adverse effects linked to the reduction of economic activity or cuts in public budgets), which could be encouraged, for example, through the definition and implementation of public policies to promote public transport.

In parallel, for the second case analyzed, it has been concluded that the Traffic Group of the Spanish ‘Guardia Civil’, responsible for the centralized supervision of road safety in Spain, is more effective in preventing traffic accidents and reducing road mortality than the autonomous police forces of the different Spanish regions. This evidence shows that, in this case, there are effects of economies of scale and network economies that make a centralized management have access to more and better resources and means, as well as being able to assign them to the specific region, at the concrete moment where it requires them the most. For all these reasons, **Chapter III** recommends the development of policies that allow the exchange of good practices between the different regional and national police forces, as well as the establishment of mechanisms for common purchases and contracting, which allow these processes to be scaled up and have access to more sophisticated. This recommendation would also be applicable at the supranational level, promoting, for example, collaboration mechanisms between the countries of the European Union.

Finally, this PhD Dissertation ends with **Chapter IV**, which includes conclusions drawn from the joint analysis of the two previous chapters and future lines of research are proposed.

CAPÍTULO I. Introducción

Desde mediados del siglo XX, la seguridad vial ha representado un reto de crucial importancia para la salud pública alrededor del mundo, debido a las consecuencias que tiene a nivel socio-económico, así como a la complejidad tecnológica e industrial que entraña. Como manifiesta la Organización Mundial de la Salud (WHO, 2021), los accidentes de tráfico causan aproximadamente 1,3 millones de muertes anuales a nivel mundial, si bien, durante los últimos años, se aprecia cierta tendencia a la estabilización, probablemente originada por los periodos de confinamiento y subsiguiente reducción de la movilidad derivados de la reciente pandemia de COVID-19 (Brodeur et al., 2021; Dong et al., 2022; ITF, 2021).

Si se atiende a la distribución geográfica de estos datos, podemos destacar que más del 90% de esos fallecimientos, se concentran en países subdesarrollados o en vías de desarrollo (WHO, 2018), aunque –en cualquier caso- no podemos denostar el 10% de muertes restantes ni el resto de consecuencias (lesiones, costes, entre otras), con lo que claramente estamos ante un problema global del que ninguna economía está exenta, independientemente de su nivel de progreso. Todo ello, sin olvidar de nuevo el especial impacto que este problema causa en los países con menor nivel socio-económico. Volviendo al caso anterior, según WHO (2018; 2021), el 90% de los fallecimientos por accidente de tráfico en todo el mundo se produce en países desarrollados o en vías de desarrollo, siendo el 13% del total en economías subdesarrollados (que sin embargo representan solamente el 9% de la población y el 1% de los automóviles a nivel mundial). Por su parte, los países en vías de desarrollo registran aproximadamente el 80% de los fallecimientos mundiales derivados de accidentes de tráfico, mientras que representan el 76% de la población y el 59% del parque automovilístico mundial. De este modo, estos datos representan una primera indicación de cómo la desigualdad de rentas y el distinto nivel de desarrollo influye enormemente en la seguridad vial.

Desde un punto de vista económico, el coste ocasionado por la siniestralidad vial se cuantifica según diferentes fuentes entre el 1% y 3% de PIB mundial, representando incluso porcentajes mayores en el caso de las economías desarrolladas (WHO, 2015). De cara a realizar dicha valoración, se incluyen partidas como gastos por reparación de los

vehículos e infraestructuras públicas o bajas laborales, entre otros (Bastida et al., 2004; Blincoe et al., 2002; Hezaveh et al., 2019).

En el tramo de población más joven, el impacto causado por esta problemática resulta de particular interés, como así lo manifiesta también la Organización Mundial de la Salud (WHO, 2021), según la cual, los accidentes de tráfico y las lesiones ocasionadas por los mismos, representan la principal causa de muerte para niños y adultos de entre 5 y 29 años de edad. En España, por ejemplo, los accidentes de tráfico encabezan los motivos de defunción para personas de entre 15 y 24 años en 2019, junto al suicidio, según el Instituto Nacional de Estadística (INE, 2019).

Por todo lo anterior, la investigación académica realizada en este ámbito ha sido sumamente profusa durante las últimas décadas, si bien se trata de un campo de estudio relativamente reciente, que ha experimentado una evolución temática en poco tiempo (Li et al., 2021). A este respecto, el pensamiento y las concepciones metodológicas sobre la seguridad vial han ido progresando desde principios de los años 60 del siglo XX. Inicialmente, la investigación en seguridad vial se encontraba mayoritariamente centrada en la ingeniería y los avances tecnológicos aplicados a vehículos y carreteras, pero con el paso de los años se fue evolucionando hacia un enfoque integral (nacido en la década de los 70) y basado en la consideración de todos los factores que impactan en la seguridad vial (Hakkert y Gitelman, 2014). Este enfoque integral coincidió con una reducción de los fallecidos en accidente de tráfico a nivel mundial y una mayor eficacia en las políticas de seguridad vial de los países avanzados a partir de 1970 (Brüde y Elvik, 2015). En este sentido, destaca el trabajo pionero del Dr. William Haddon quien, en 1968, introdujo la matriz conocida con su nombre (Haddon, 1968), que ha sido el paradigma más utilizado en la prevención de la siniestralidad vial y que se centra en un conjunto de factores o atributos (tanto intrínsecos como extrínsecos) que impactan antes, durante y después de un posible accidente de tráfico.

Todos estos factores se recogen en la **Tabla 1** a continuación, donde se puede apreciar que, según este modelo, tanto la ocurrencia de un siniestro vial (denominado *evento* en la matriz de Haddon) como las consecuencias derivadas del mismo, están

determinadas por diversos elementos de índole personal, técnico, físico-ambiental y socioeconómico.

Tabla 1. Matriz de Haddon: factores involucrados en la siniestralidad vial

Momento de Intervención	Persona (huésped)	Vehículo (vector)	Factores ambientales	
			Físico (vía)	Socioeconómico
Pre-evento	Alcohol, drogas, experiencia, entre otros	Velocidad, seguridad activa, estado de mantenimiento, entre otros	Mantenimiento, anchura, señalización	Legislación, eficacia de las leyes, carnet por puntos
Evento	Uso de cinturón de seguridad, casco, entre otros	Velocidad, masa y geometría, sistemas de seguridad pasiva, entre otros	Objetos en la vía	Estado del mercado de vehículos, obsolescencia, legislación sobre Inspección Técnica Vehículos
Post-evento	Seguimiento de tratamiento, edad, entre otros	Facilidad de extracción	Vías de escape, proximidad a asistencia	Efectividad de sistema sanitario

Fuente: elaboración propia a partir de Haddon (1968).

Atendiendo a las categorías de los diferentes factores introducidos en la tabla anterior, si se atiende a la influencia del elemento *huésped* en el momento previo al accidente, destacamos -en primer lugar- el consumo de alcohol y otras drogas. Este consumo se ha demostrado que es una de las principales causas de accidente de tráfico, especialmente de aquellos accidentes de mayor gravedad, en los que se estima que la conducción bajo los efectos del alcohol es la causa de más del 30% de los mismos (Stephens et al., 2017).

En esta misma rúbrica de factores influyentes a nivel *huésped* en una fase anterior al siniestro, podemos observar que el comportamiento de los conductores durante la conducción también tiene una influencia relevante sobre la seguridad vial. Así, se ha demostrado empíricamente que, por ejemplo, los grupos poblacionales que muestran menor aversión al riesgo (normalmente los conductores más jóvenes), son más propensos a desarrollar conductas temerarias al volante (Constantinou et al, 2011). Entre las conductas que suele presentar este grupo, se incluye el consumo más frecuente de alcohol y otras drogas (Keall et al., 2004), distracciones durante la conducción como la consulta al teléfono móvil o fumar (Prat et al., 2015), o una combinación de imprudencias que

incluyen las dos anteriores y otras adicionales como superar los límites de velocidad máximos o la realización de maniobras más bruscas (Kanaan et al., 2009; Noble et al., 2015; Prat et al., 2015), lo que sin duda se refleja en peores resultados de seguridad vial en el caso de estos grupos poblacionales.

Continuando dentro del elemento *huésped* en la matriz de Haddon, pero moviéndonos a la fase de ocurrencia del evento, se aprecia también que el uso correcto por parte de conductores y pasajeros de las medidas de seguridad y protección disponibles en los vehículos, resultan de crucial importancia para la minoración de las consecuencias derivadas de los accidentes de tráfico. En este sentido, por ejemplo, se ha demostrado que el cinturón de seguridad tiene un importante efecto en la reducción de la mortalidad vial, cuantificándose esta reducción en hasta más de un 60% por autores como Cummings (2002), y contribuyendo asimismo a una disminución significativa de la severidad de las lesiones (Abu-Zidan et al., 2011). En este sentido, también registran un efecto muy importante los sistemas de aviso de uso correcto del cinturón de seguridad instalados en los vehículos (por ejemplo, según Farmer y Wells (2010), estos sistemas condujeron a una reducción del 6% en el riesgo de muerte por accidente de tráfico para Estados Unidos en el periodo 2000-2007), así como las campañas de fomento de su uso (Vujanic, 2015). En definitiva, el cinturón de seguridad salva vidas y aquellos elementos que ayudan a incrementar su uso (avisadores, campañas, etc.) lo hacen de forma indirecta.

Por su parte, el uso correcto del casco en motocicletas (así como en bicicletas) también tiene un efecto positivo en la seguridad vial. Numerosos estudios para distintas geografías y periodos demuestran la eficacia de estos dispositivos de seguridad, en forma de disminución de la letalidad por accidente del 34% (Dee, 2009) y reducción de lesiones graves de más del 20% (Kim et al., 2018), así como reducciones en distintos tipos de lesiones craneales de más del 30% para el caso de bicicletas (Olivier y Creighton, 2017; Otte y Haasper, 2010).

Finalmente, cabe destacar que también pueden encontrarse factores relativos al elemento *huésped* relativos a la fase post-evento que influyen en los diferentes objetivos de seguridad vial. Entre ellos, se encuentran principalmente: la edad, el estado de salud y el nivel socioeconómico de los ocupantes del vehículo, que actúan como los mejores

predictores de la recuperación de los pacientes heridos en accidente de tráfico; tal y como se demuestra de forma empírica en Heron-Delaney et al. (2013) y Nhac-Vu et al. (2014). Adicionalmente, existe evidencia científica de que los conductores de edad avanzada, pese a mostrar conductas más precavidas en la conducción, presentan una mayor mortalidad vial por su mayor debilidad física (Koppel et al., 2011; Li et al., 2003).

Por lo que respecta a la columna de la matriz de Haddon relativa al elemento *vehículo* o *vector*; la velocidad, unida a las características y estado del vehículo, han sido tradicionalmente los dos principales factores que han influido en la seguridad vial, estando principalmente encajadas en la fase pre-evento. Atendiendo a la velocidad, se encuentran multitud de evidencias que sustentan la influencia referida a través de una relación exponencial o cuadrática (Elvik et al., 2019), contribuyendo ésta de forma muy importante al riesgo y lesividad de los accidentes, y siendo dicha contribución mayor cuanto mayor es la velocidad (tanto individual de cada vehículo como media en la vía). Por tanto, se pone de manifiesto la necesidad del establecimiento de límites de velocidad, así como su eficacia en la reducción de la siniestralidad para velocidades elevadas (como también se demuestra en Vadeby y Forsman (2017)).

Por su parte, también existe evidencia empírica de que las características y los sistemas de seguridad con los que cuenta el vehículo suponen uno de los principales predictores de accidentes y su gravedad (Dadashova et al., 2016). En esta línea, durante las últimas décadas se aprecia un cambio importante derivado de la popularización de múltiples medidas de seguridad activa y pasiva, entre las que se encuentran los sistemas de conducción asistida por ordenador, que influyen favorablemente de manera importante en la seguridad vial, posibilitando reducciones estimadas de hasta más del 70% en el número de accidentes registrado (Matsuo et al., 2022). De hecho, estos sistemas de conducción asistida por ordenador (evolucionando hasta sistemas de conducción autónoma) se espera que representen una disrupción en el campo de la seguridad vial en los próximos años, pudiendo contribuir al objetivo de cero muertes en carreteras, ya que según la Comisión Europea (2016), en el 95% de los accidentes de tráfico está presente el error humano. No obstante, estas tecnologías están aún en un estado inmaduro para su aplicación práctica y, además, pueden conllevar otros perjuicios aún desconocidos (Hagl

y Kouabenan, 2020), de forma que su impacto real podrá ser evaluado en el futuro en base a la experiencia.

De este mismo modo, también supuso un impacto positivo sumamente importante la introducción generalizada de los sistemas de ‘airbag’ frontales y laterales en los vehículos. Por ejemplo, estos últimos están relacionados con reducciones de más del 30% en las muertes causadas por accidente de tráfico para distintos casos de estudio (D’Elia et al., 2013; McCartt y Kyrychenco, 2007), siendo muy superior para tecnologías más avanzadas como la cortina central de ‘airbags’ (Lee et al., 2017).

Finalmente, cabe destacarse la importancia de otros elementos en esta fase posterior al siniestro, como la existencia de sistemas de llamada de emergencia –por ejemplo, el *ECall*, o NEXCO Central japonés-, que representan elementos clave para mejorar la rapidez en la llegada de la asistencia sanitaria y por ende en la supervivencia en caso de accidente, como exponen Rembalovich et al. (2020).

Por lo que se refiere a la columna de la matriz de Haddon relativa a los *factores ambientales*, y centrándonos inicialmente en el estudio de la vía, destacamos que no se ha producido el mismo desarrollo tecnológico que el evidenciado para el caso de los vehículos. No obstante, esto no implica que no se hayan producido mejoras generalizadas en las señalizaciones e infraestructuras en las últimas décadas. En este caso, es importante reseñar la influencia positiva que tiene contar con vías de alta capacidad (Aparicio-Izquierdo et al., 2013; Sánchez-González et al., 2018), que contribuyen de forma evidente a la reducción de accidentes, heridos y fallecidos por accidente. Además del tipo de vías, también es de crucial importancia el estado de las mismas, pues diferentes estudios científicos encuentran una correlación negativa entre los presupuestos públicos dedicados a la reparación y mantenimiento de carreteras y las tasas de accidentes y fallecidos (Rojo et al., 2016; Markowski, 2017).

De forma similar, el acceso a estas vías, con la facilidad de evacuación y la cercanía de la asistencia médica, hacen de las mismas un factor clave en la fase post-evento para evitar mayores consecuencias en los accidentes. Por ejemplo, investigaciones como las de Hu et al. (2020) establecen la importancia de la rapidez de la asistencia médica de cara a mitigar el impacto en este sentido. En esta línea, es común el uso del

término '*Golden Hour*', acuñado originalmente por el Dr. Adam Cowley en 1960 (Gopalakrishnan, 2012), y que establece el umbral de una hora como tiempo límite para prestar la asistencia médica post-accidente de cara a evitar un incremento significativo en el riesgo de morbilidad y mortalidad.

Por último, en lo referente a la influencia en la seguridad vial de los atributos *ambientales socioeconómicos*; en primer lugar, es importante reseñar el papel clave que juega la Administración Pública en este problema, influyendo en otros elementos de la matriz de Haddon como el *huésped* y la *vía*, ya sea mediante medidas coercitivas o incentivadoras. Por ejemplo, el establecimiento de límites máximos de alcohol consumido al volante (Castillo-Manzano et al., 2017) y de los límites de velocidad (Elvik, 2012), respectivamente, junto a las medidas de supervisión implantadas para su cumplimiento (patrullas y controles de policía, radares, multas) (Castillo-Manzano et al., 2019), o las estrategias para su fomento (campañas de publicidad, formación y concienciación) (Castillo-Manzano et al., 2012), tienen una influencia innegable en el comportamiento de los conductores. Y, por otra parte, obviamente también son los poderes públicos los responsables de las normas, leyes y regulaciones (Miller et al., 2018) que afectan a los accidentes durante el evento y aquellas que se refieren a la red de carreteras (en cuanto a sus características físicas y señalizaciones) o a las características y requisitos de mantenimiento del parque de vehículos que transitan por las mismas (inspección técnica obligatoria, tiempos de conducción máximos en profesionales, entre otros).

En resumen, el código de circulación se muestra como la principal herramienta de que disponen los poderes legislativo y ejecutivo para influir de forma favorable en la seguridad vial con resultados eficaces, como demuestran Aney y Ho (2019), evidenciando que, por ejemplo, la introducción de un marco regulatorio en el que se estableció como obligatorio el seguro a terceros, se prohibió el alcohol al volante y se implantó un sistema de carnet por puntos en China, resultó en una reducción drástica de la siniestralidad y mortalidad viales. No obstante, la eficacia del carnet por puntos conlleva un debate aún abierto; como se demuestra en Castillo-Manzano et al. (2010), donde se observa que para el caso de España, la introducción de este sistema tuvo un efecto beneficioso en el corto plazo; sin embargo, dicho efecto positivo quedó posteriormente diluido con el paso de los años. Para este mismo caso (España), también es reseñable el estudio presente en Gras et

al. (2014), donde se observa que la mejora observada en la seguridad vial (al menos a corto plazo) por la introducción de un sistema de carnet por puntos, se centró particularmente en los conductores más jóvenes (aquellos que suelen mostrar una menor aversión al riesgo y –por ende- tienen mayor margen de mejora en sus conductas).

De nuevo, tal y como se introducía en el análisis de los factores ambientales, una asistencia sanitaria eficaz es esencial para la reducción de las secuelas y la mortalidad causadas por los accidentes de tráfico, como se demuestra de forma empírica en Castillo-Manzano et al. (2014a).

No obstante lo anterior, dentro de los atributos *socioeconómicos* que influyen en la seguridad vial y que constituyen el último elemento de la matriz de Haddon, la literatura académica no ha prestado amplia atención al hecho de que determinadas decisiones de carácter político, adoptadas por los poderes públicos y que, en principio, no tienen como objetivo específico la seguridad vial, acaban afectando a la siniestralidad vial de forma indirecta. Un ejemplo de ello, lo encontramos en las políticas de austeridad que se adoptan en un contexto de intervención financiera de los países y que suponen importantes recortes presupuestarios, vinculados al ciclo económico. Otra muestra de este tipo de decisiones políticas, en este caso centradas en la gobernanza vial, se observa en la normativa que permite la descentralización de los cuerpos policiales encargados de la vigilancia de las carreteras en determinadas regiones frente a otras, cuya supervisión puede permanecer centralizada. Dada la innegable trascendencia que ambos tipos de actuaciones de los poderes públicos previsiblemente pueden tener sobre la gestión de la seguridad vial, parecen necesarios estudios rigurosos que evalúen su impacto en términos de accidentes y fallecidos en las carreteras, proporcionando evidencia empírica que ayude a la toma de decisiones por parte de los responsables políticos y económicos.

En esta línea, la presente tesis pretende ampliar, dentro de la categoría de factores ambientales presente en la matriz de Haddon, el conocimiento científico existente sobre los atributos socioeconómicos, centrándonos en el estudio del impacto que determinadas decisiones políticas conllevan sobre la seguridad vial. Para ello, se consideran dos ámbitos territoriales complementarios: en primer lugar, el conjunto de países de la UE-27 más el Reino Unido, para analizar la influencia sobre los resultados de seguridad vial

de la intervención económica por parte de las instituciones europeas en un contexto de recesión financiera; y, en segundo lugar, las provincias españolas (regiones NUTS-3), para investigar el efecto que, sobre la seguridad vial, tiene la convivencia de un modelo centralizado/descentralizado en la supervisión de la normativa de tráfico en las carreteras.

Esta selección del ámbito territorial resulta sumamente interesante por lo trascendente de la evolución de este campo en los países seleccionados. Por un lado, el camino recorrido en la gestión de la seguridad vial por los distintos países de la UE-27 y el Reino Unido puede considerarse una historia de éxito mundial, pero aún desigual. Éxito, por la ejemplar evolución en sus cifras de siniestralidad vial (Schipper, 2008), pero aún desigual por la heterogeneidad presente en los distintos países pese a la tendencia convergente en los datos de los mismos, como se verá a continuación. En particular, España es un país que ha evidenciado una clara evolución favorable en sus cifras de mortalidad vial y que ha puesto en marcha numerosos mecanismos dirigidos a este objetivo, representando también un caso singular de estudio de los efectos de las mismas.

Previamente, y con objeto de contextualizar ambos objetos de estudio, en los siguientes apartados, presentaremos una visión general de la evolución de la siniestralidad vial en ambos espacios territoriales, para situar las investigaciones contenidas en esta tesis doctoral.

1.1. Evolución de la seguridad vial en el caso de Europa

Como se ha adelantado, el camino recorrido en términos de seguridad vial de los distintos países de la UE-27 y el Reino Unido puede considerarse una historia de éxito desigual. Éxito, por la ejemplar evolución en sus cifras de siniestralidad vial (Schipper, 2008), pero desigual por la heterogeneidad presente entre los distintos países, pese a la tendencia convergente en los datos de los mismos. En concreto, para el conjunto de los países de la UE-27 y el Reino Unido, la mortalidad vial ha pasado en los últimos 25 años (hasta 2019, justo antes de la reciente pandemia de COVID-19) de 12,82 a 4,79 fallecidos por cada 100.000 habitantes, representando esto una reducción del 63%.

La heterogeneidad en los resultados introducida (que se verá posteriormente con más detalle) se debe tanto a las características particulares de cada país, como al hecho

de que la armonización de las legislaciones y políticas a nivel comunitario ha conllevado un largo proceso (Castillo-Manzano et al., 2014b; 2014c) hasta llegar a la situación actual, en la que representa un componente esencial en la integración política y económica del sector del transporte terrestre europeo (Threlfall, 2003).

Para identificar los orígenes de la política de seguridad vial en la UE, debemos remontarnos al Tratado de Roma (1957), que supuso la creación de un mercado único con la libre circulación de mercancías, servicios y factores. Uno de los elementos a los que mayor importancia otorgaba este Tratado de constitución fue el transporte, para el que se dedicó un título particular (Geerlings y Stead, 2003).

A partir de esta base, la Política Común de Transporte (CTP, por sus siglas en inglés de ‘Common Transport Policy’) ha sido el principal pilar del desarrollo de la seguridad vial de la UE, prácticamente desde principios de la década de 1990 (European Commission, 2006; 2011; 2018a). Entre los objetivos primordiales de la CTP se incluye en primer lugar la promoción de la libre circulación de personas y mercancías entre los países miembros. Adicionalmente al fomento de la libre circulación, la CTP busca reducir la contaminación relacionada con el transporte, así como las emisiones de gases de efecto invernadero y mejorar la eficiencia energética en este sector. Finalmente, busca proporcionar servicios de transporte que sean seguros, fiables y asequibles (Delgado y Ramos, 2019).

Desde su lanzamiento, la CTP ha recibido una importante atención por parte de los países miembros de la UE. Atendiendo a los principales hitos alcanzados dentro de esta política, destacan la publicación del Libro Blanco sobre Transporte, que en sus distintas ediciones (Comisión Europea, 2001 y 2011) establece una visión a largo plazo para el transporte en la UE, basada en los objetivos de la CTP. Por otro lado, la CTP se vincula con la adopción del Paquete Europeo de Movilidad en 2011; y el lanzamiento del Mecanismo “Conectar Europa” en 2014.

La evolución mostrada en las variables de seguridad vial con la implantación de estas políticas ha sido sumamente satisfactoria. El sector del transporte en la UE ha visto una mejora en la infraestructura, una disminución en la contaminación y las emisiones de gases de efecto invernadero relacionadas con el mismo, y un aumento en la eficiencia

energética. Además, la CTP ha facilitado la libre circulación de personas y mercancías en toda la UE.

Sin embargo, los enfoques regulatorios heterogéneos de los Estados miembros implicaron que la CTP no despegó efectivamente hasta mediados de la década de 1980. Un primer punto de inflexión se produjo con el Tratado de Maastricht (1992), donde por primera vez, se reconoció la seguridad vial como prioridad temática de forma explícita e independiente, cuestión reforzada más tarde tanto por otros pilares de constitución jurídica de la actual UE, como son el Tratado de Ámsterdam (1997) y el de Lisboa (2007).

De hecho, es el Título VI del Tratado de Lisboa, y en particular el artículo 91, el que sienta las bases de la homogeneidad en las medidas de seguridad vial en la UE, mediante una política común de transporte por carretera que salvaguarde condiciones justas de competencia y garantice la libre prestación de servicios, para lo que se exige la armonización de las disposiciones legales vigentes en los Estados miembros. Estas medidas fueron aplicadas a la fiscalidad (IVA, impuestos sobre vehículos e impuestos sobre combustibles), las especificaciones técnicas (dimensiones y pesos máximos autorizados) de los vehículos, o incluso las disposiciones sociales y las medidas para proteger el medio ambiente.

Cabe destacar, que, desde el punto de vista de la seguridad vial, la CTP determina los objetivos a largo plazo para los Estados miembros a partir de los diferentes ‘European Road Safety Action Programmes’ (ERSAPs en adelante), que desarrollan lo expuesto en los Libros Blancos del transporte y configuran un paquete de acciones específicas en cada momento para desarrollar la seguridad vial en el conjunto de Estados de la Unión (Castillo-Manzano et al., 2014b). En total, se han lanzado 5 ERSAPs hasta la fecha: el 1^{er} ERSAP (1993-1996) se basó en hacer conscientes del problema a los actores implicados y en el intercambio de experiencias nacionales exitosas; el 2^o ERSAP (1997-2001) introdujo la consideración del coste económico de los accidentes; el 3^{er} ERSAP (2003-2010) por primera vez marcó unos objetivos de mejora de variables de seguridad vial, marcando el ambicioso umbral de alcanzar una reducción del 50% en la mortalidad vial; y el 4^o ERSAP (2011-2020) siguió esta estrategia cuantitativa con el introducción de la llamada "Visión-Cero", que trata de evitar todas las muertes y lesiones graves por

siniestros de tráfico, al tiempo que aumenta la movilidad segura. Finalmente, el 5º ERSAP (2020-2030, actualmente en vigor) continúa la “Visión Cero” con objetivo en 2050 y fija el plazo de 10 años para reducir nuevamente un 50% las muertes en carretera y los heridos graves por accidente de tráfico, promoviendo una movilidad sostenible también desde el punto de vista medioambiental (European Commission, 2020).

Partiendo de este enfoque teórico, en las próximas páginas se introduce un análisis empírico de la evolución alcanzada por la seguridad vial en la UE, que permita situar las bases para la estrategia de cero accidentes. De cara a contextualizar el análisis, se introduce la **Tabla 2**, en la que se listan los países considerados en la primera investigación llevada a cabo en esta Tesis Doctoral (UE-27 + Reino Unido), junto a su código de país que será utilizado posteriormente en los gráficos siguientes.

Tabla 2. Listado de países de la UE27 + Reino Unido junto a su código país

País	Código país	País	Código país
Austria	AT	Italia	IT
Bélgica	BE	Letonia	LV
Bulgaria	BG	Lituania	LT
Croacia	HR	Luxemburgo	LU
Chipre	CY	Malta	MT
República Checa	CZ	Países Bajos	NL
Dinamarca	DK	Polonia	PL
Estonia	EE	Portugal	PT
Finlandia	FI	Rumanía	RO
Francia	FR	Eslovaquia	SK
Alemania	DE	Eslovenia	SI
Grecia	EL	España	ES
Hungría	HU	Suecia	SE
Irlanda	IE	Reino Unido	UK

Fuente: Elaboración propia.

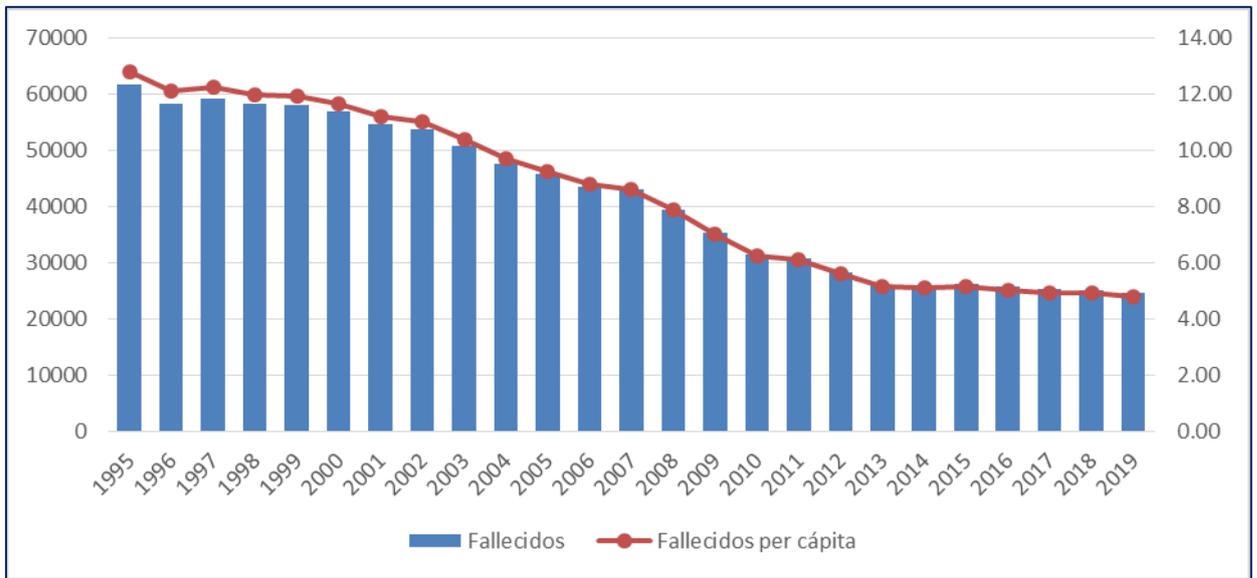
Desde el punto de vista agregado, y para situar la seguridad vial en Europa, basta con mencionar que, según datos de la Comisión Económica de las Naciones Unidas para Europa (UNECE por sus siglas en inglés de ‘United Nations Economic Commission for Europe’), la UE-27 + Reino Unido, registran aproximadamente 25.000 víctimas mortales y 1.000.000 accidentes de tráfico anualmente. Puesto en contexto frente a los 1,3 millones de fallecidos a nivel mundial, representan el 2% del total; mientras que, los 500 millones

de habitantes de la UE-27 + Reino Unido, constituyen el 6,5% de la población mundial. Es decir, la mortalidad en la UE-27 + Reino Unido es de aproximadamente 5 fallecidos por 100.000 habitantes, mientras que la media mundial es de aproximada 17 fallecidos por 100.000 habitantes (siendo, por tanto, la ratio para Europa, de un 30% del valor medio mundial).

Las **Figuras 1 y 2** que se muestran a continuación introducen los datos de siniestralidad y mortalidad vial totales y per cápita, respectivamente, para el conjunto de los países de la UE-27 + Reino Unido, en el periodo 1995-2019, tomado como base para la primera investigación contenida en esta Tesis Doctoral. Se toma 2019 como el final del análisis al representar el último periodo con datos consolidados para la mayor parte de países del conjunto. Además, el año 2020 puede desvirtuar los datos, al verse las variables de seguridad vial altamente influenciadas por la reducción de la movilidad causada por la pandemia de COVID-19.

Para el caso de la mortalidad, la **Figura 1** permite apreciar dos subperiodos claramente diferenciados con una tendencia a la reducción en ambos, aunque a distinto ritmo: en el tramo comprendido entre 1995 y 2010, las muertes anuales ocasionadas por accidentes de tráfico, pasaron de 61.781 a 31.455 personas, lo que representa una reducción del 49% (significando una reducción media de 2021 fallecidos/año); y, en segundo lugar, entre los años 2011 y 2019, se produce una cierta ralentización de esa reducción, pasando de 30.683 a 24.565 fallecidos, lo que supone una disminución del 20% (significando una reducción media de 765 fallecidos/año).

Figura 1. Evolución de fallecidos (eje izquierdo) y fallecidos por 100.000 habitantes (eje derecho) en la UE-27 + Reino Unido en el periodo 1995-2019



Fuente: Elaboración propia a partir de datos de datos de UNECE

Atendiendo a las cifras per cápita reflejadas en la **Figura 1**, la evolución es similar (dado el bajo crecimiento demográfico de la UE-27 + Reino Unido en el periodo analizado): así, entre 1995 y 2010 los fallecidos en accidente de tráfico por cada 100.000 habitantes para el conjunto de la UE-27 + Reino Unido, evolucionaron de 12,82 a 6,25, significando este cambio una reducción del 51%; por su parte (con una pendiente media de reducción de -0,42 fallecidos por 100.000 habitantes y por año). Mientras tanto, entre los años 2011 y 2019, dicha mejora fue del 21%, al pasar de 6,10 a 4,79 fallecimientos por cada 100.000 habitantes (significando, en este caso, una pendiente negativa de -0,16 fallecidos por 100.000 habitantes y por año). La **Tabla 3** recogida a continuación, muestra esta evolución para todos los países considerados.

Esta reducción del ritmo de mejora de la mortalidad vial en el periodo considerado, alejaría en cierto modo los objetivos planteados por la Comisión Europea en European Commission (2020), aunque se puede explicar, principalmente, por una saturación en aquellos casos en los que los Estados miembros ya contaban con unos

valores de las variables de seguridad vial extremadamente maduros. Más concretamente, la mayor parte de países de la UE-27 + Reino Unido tienen poco recorrido para mejorar sus favorables cifras de seguridad vial durante el periodo analizado; lo que a priori haría pensar que parte significativa de la mejora alcanzada por el conjunto de Estados en los últimos años, se pudiese explicar debido a la divergencia de partida en las variables seguridad vial entre el grupo de países y a que los países peor posicionados sí que experimentaron mejoras significativas durante el periodo. De este modo, se pone de manifiesto la convergencia en materia de seguridad vial demostrada también empíricamente en Castillo-Manzano et al. (2014c).

Los países con mejores cifras de mortalidad vial del conjunto analizado durante el periodo estudiado, son: Suecia, Reino Unido y Croacia. Entre 2011 y 2019, pasaron, respectivamente, de 3,39 a 2,16; de 3,11 a 2,71 y de 3,99 a 2,79 fallecidos por 100.000 habitantes, lo que relativamente significa reducciones importantes (36%, 13% y 30%, respectivamente), estando –salvo Reino Unido- por encima de la media de reducción.

Por su parte, los países con peor desempeño en mortalidad vial durante el periodo de estudio son: Rumanía, Bulgaria y Polonia. Entre 2011 y 2019, pasaron respectivamente de 9,99 a 9,60; de 8,90 a 8,97 y de 9,38 a 7,66 fallecidos por 100,000 habitantes. Es decir, registraron una reducción de un 4%, un incremento de un 1% y una reducción de un 18%, cada uno.

La **Tabla 4** introduce las mismas variaciones de la **Tabla 3** pero, en este caso, creando grupos para los países correspondientes a los distintos cuartiles de su tasa de fallecimientos por accidente de tráfico en el periodo 2019.

En ella, se observa que el grupo con mayor tasa de fallecimientos presenta una mejor evolución en el último periodo, lo que concuerda con las hipótesis de la convergencia y la saturación de los países con mejores cifras en el campo, sin descartar otras hipótesis para este comportamiento observado.

Nótese que el valor presentado en las tres últimas columnas de la **Tabla 3** y la **Tabla 4** es la pendiente negativa media de cambio en la tasa de fallecidos para cada país o grupo de países y periodo, y se mide en fallecidos/(100.000 habitantes)/año. Por tanto,

se observa cómo en el conjunto de países de países del grupo IV, la tasa de fallecidos se reduce de media en 0,45 fallecidos/(100.000 habitantes)/año, mientras que –como media– en los países del grupo I se ha reducido de media en sólo 0,28 fallecidos/(100.000 habitantes)/año.

Otro dato interesante es que entre los países con peor desempeño en la materia destacan aquellos situados en Europa del Este (Rumanía, Bulgaria o Polonia). Este peor comportamiento en materia de seguridad vial de los países de Europa del Este ha sido previamente estudiando por otros autores como Hyder y Aggarwal (2008), quienes apuntan a una serie de causas, entre las que se encuentran factores culturales, el estado del parque automovilístico y la red de carreteras, entre otros.

Tabla 3. Evolución de fallecidos per cápita (100.000 habitantes) en los países de la UE27 + Reino Unido entre 1995, 2011 y 2019

País	Fallecidos per cápita - año 1995	Fallecidos per cápita - año 2011	Fallecidos per cápita - año 2019	Reducción media anual 1995-2019	Reducción media anual 1995-2011	Reducción media anual 2011-2019
Suecia	6,49	3,39	2,16	0,18	0,19	0,15
Reino Unido	6,25	3,11	2,71	0,15	0,20	0,05
Croacia	7,74	3,99	2,79	0,21	0,23	0,15
Países Bajos	8,65	3,28	3,39	0,22	0,34	-0,01
Dinamarca	11,16	3,96	3,43	0,32	0,45	0,07
Luxemburgo	17,26	6,45	3,58	0,57	0,68	0,36
Alemania	11,59	5,00	3,67	0,33	0,41	0,17
España	14,51	4,36	3,74	0,45	0,63	0,08
Malta	3,72	3,86	3,78	0,00	-0,01	0,01
Finlandia	8,65	5,43	3,82	0,20	0,20	0,20
Irlanda	12,15	4,07	3,85	0,35	0,50	0,03
Estonia	22,93	7,60	3,93	0,79	0,96	0,46
Austria	15,23	6,24	4,70	0,44	0,56	0,19
Francia	14,18	6,10	4,82	0,39	0,51	0,16
Eslovenia	20,86	6,88	4,90	0,66	0,87	0,25

Capítulo I. Introducción

Jesús Boby Alcaide

Eslovaquia	12,32	6,03	4,95	0,31	0,39	0,13
Italia	11,46	6,50	5,30	0,26	0,31	0,15
Bélgica	14,30	8,04	5,64	0,36	0,39	0,30
Chipre	18,28	8,45	5,67	0,53	0,61	0,35
República Checa	15,37	7,37	5,80	0,40	0,50	0,20
Hungría	15,37	6,39	6,16	0,38	0,56	0,03
Grecia	19,39	10,26	6,42	0,54	0,57	0,48
Lituania	18,45	9,70	6,71	0,49	0,55	0,37
Portugal	20,83	8,43	6,80	0,58	0,78	0,20
Letonia	24,43	8,63	6,88	0,73	0,99	0,22
Polonia	17,88	11,01	7,66	0,43	0,43	0,42
Bulgaria	15,00	8,90	8,97	0,25	0,38	-0,01
Rumanía	12,53	9,99	9,60	0,12	0,16	0,05
Promedio	12,82	6,10	4,79	0,33	0,42	0,16

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de UNECE y Eurostat

Tabla 4. Evolución de fallecidos per cápita (100.000 habitantes) en los países (agrupados por cuartiles) de la UE27 + Reino Unido entre 1995, 2011 y 2019

País	Fallecidos per cápita - año 1995	Fallecidos per cápita - año 2011	Fallecidos per cápita - año 2019	Reducción media anual 1995-2019	Reducción media anual 1995-2011	Reducción media anual 2011-2019
Grupo I	9,88	4,17	3,10	0,28	0,36	0,13
Grupo II	13,05	5,38	4,09	0,37	0,48	0,16
Grupo III	15,42	7,09	5,49	0,41	0,52	0,20
Grupo IV	18,36	9,56	7,58	0,45	0,55	0,25

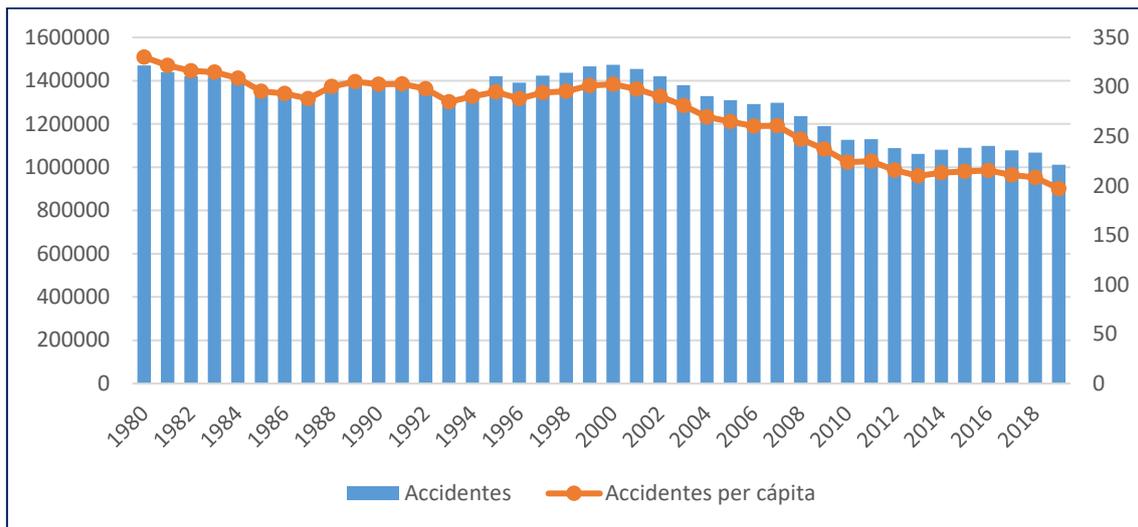
Fuente: Elaboración propia a partir de datos de UNECE y Eurostat

Respecto a la evolución registrada por la siniestralidad vial, la **Figura 2** muestra también un progreso a la baja durante el periodo de estudio. En este caso, de nuevo, observamos dos tendencias diferentes, aunque con una pendiente mucho más relajada que para la mortalidad vial. Así, entre 1995 y 2010, la siniestralidad disminuye de 301 accidentes por cada 100.000 habitantes a 225 (25% de reducción) para el conjunto de la UE-27 + Reino Unido; mientras que en el periodo que abarca de 2011 a 2019, la tasa de

accidentes per cápita pasa de 225 a 197 accidentes por cada 100.000 habitantes (12% de reducción). En total, considerando todo el periodo de estudio, la reducción alcanzada por esta variable sería del 35%.

En el caso de los accidentes de tráfico, los países mejor posicionados a final del periodo mostrado son Dinamarca, Finlandia y Francia. Estos países muestran unos valores de siniestralidad en 2019 de 48, 73 y 83 accidentes por 100.000 habitantes, respectivamente. Por su parte, los que peor comportamiento muestran son Austria, Alemania y Portugal, con 403, 362 y 348 accidentes por 100.000 habitantes, respectivamente.

Figura 2. Evolución de accidentes (eje izquierdo) y accidentes por 100.000 habitantes (eje derecho) en la UE-27 + Reino Unido en el periodo 1995-2019



Fuente: Elaboración propia a partir de datos de UNECE

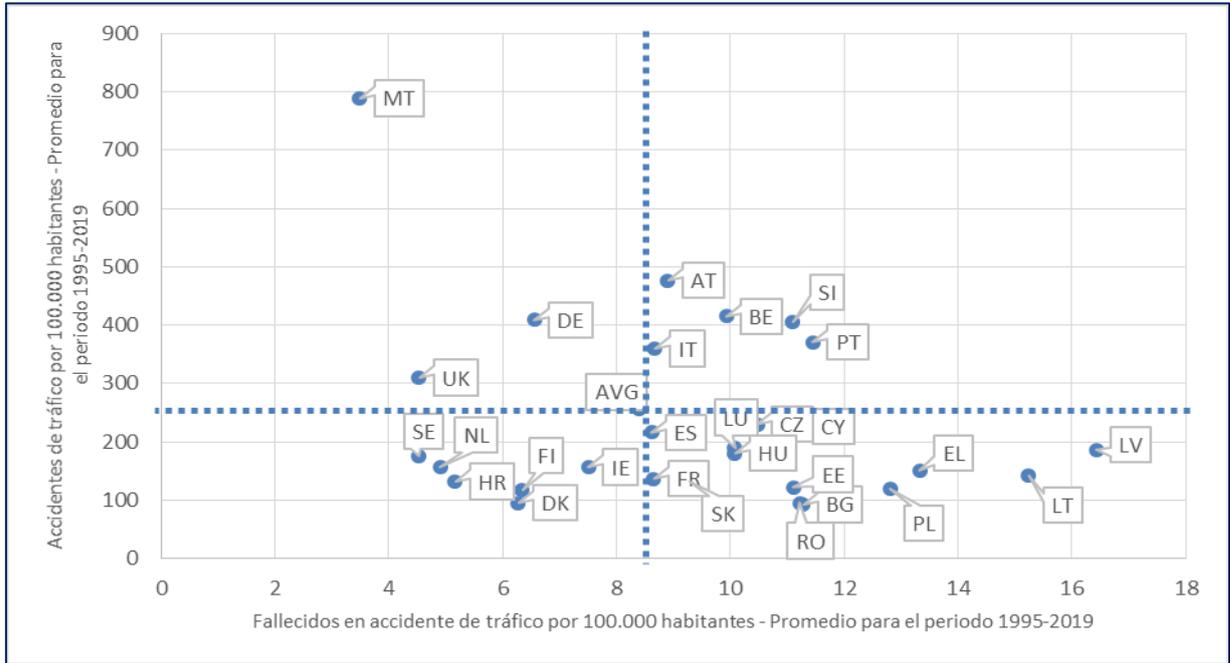
La **Figura 3** y la **Figura 4** que se recogen a continuación, profundizan en el análisis mostrado anteriormente para ambas variables (accidentes y fallecidos) en términos per cápita, considerando la situación individual de cada país respecto al conjunto de los mismos, tanto en valores promedio para el periodo estudiado (**Figura 3**) como en cifras para el último año considerado 2019 (**Figura 4**).

En primer lugar, se observa cómo el resultado obtenido por los países presenta una clara mejora comparando la media para el periodo con el final del mismo –ejercicio 2019–, reduciéndose de forma importante tanto accidentes como fallecidos per cápita.

Por otro lado, destacamos algunos puntos generales que se observan con el análisis descriptivo de los datos, que se alinea con la división que se realiza en la literatura científica entre países ‘SUNflowers’ (Suecia, Reino Unido y Países Bajos) que muestran un desempeño más alto en seguridad vial y países ‘SEC Belt’ (Portugal, España, Francia, Bélgica, Luxemburgo, Italia, Grecia, Hungría, República Checa, Eslovaquia, Polonia, Letonia, Lituania y Estonia) con unas cifras peores, como se puede ver en ETSC (2006):

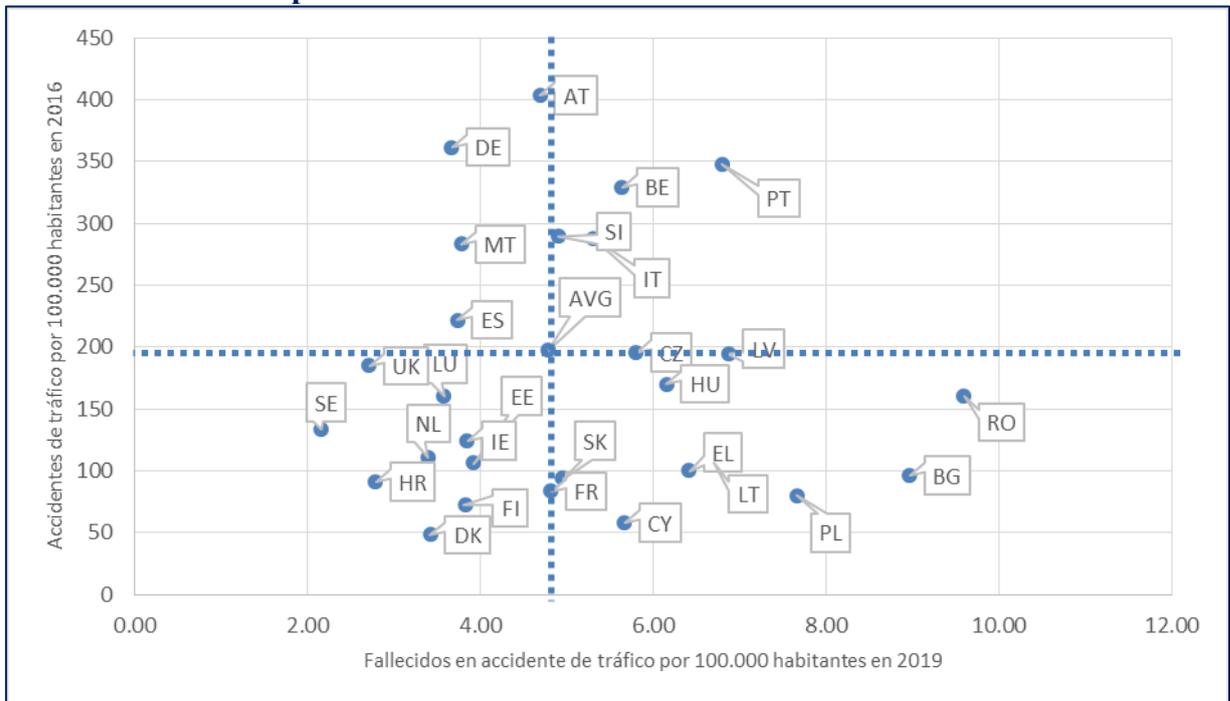
- En primer lugar, Suecia, Países Bajos, Finlandia, Irlanda, Dinamarca y Croacia son los que mejor comportamiento presentan como media durante el periodo; experimentando cifras tanto de accidentes como de fallecidos per cápita por debajo de la media del conjunto.
- Por otra parte, Portugal, Bélgica, Eslovenia, Italia o Austria presentaron en cambio los peores datos (situándose por encima de la media en mortalidad y siniestralidad).
- También son reseñables algunos casos con alta mortalidad, aunque baja siniestralidad reportada. En este caso, destacamos Letonia o Lituania (que sufren una evolución favorable al final del periodo) o Rumanía y Bulgaria (que presentan –con diferencia- los peores datos de mortalidad al final del periodo de estudio con una siniestralidad reportada muy baja en cambio). Se remarca el campo de siniestralidad ‘reportada’, ya que probablemente los bajos valores se deban al sistema de registro usado en el país.
- Finalmente, destacamos el caso de Alemania y Malta (principalmente, el del primer país, por su importancia en población y términos económicos), que es uno de los que peor comportamiento muestra en datos de siniestralidad y, sin embargo, siempre se mantiene por debajo de la media en mortalidad vial.

Figura 3. Accidentes de tráfico por cada 100.000 habitantes frente a fallecidos en accidentes de tráfico por cada 100.000 habitantes. Promedio en el periodo 1995-2019



Fuente: Elaboración propia a partir de datos de UNECE y Eurostat

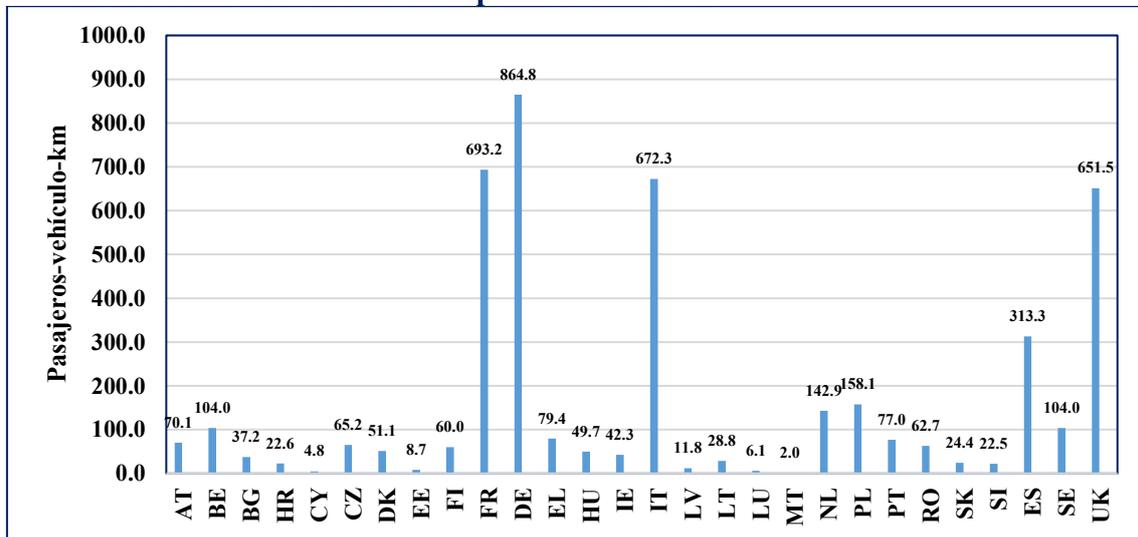
Figura 4. Accidentes de tráfico por cada 100.000 habitantes frente a fallecidos en accidentes de tráfico por cada 100.000 habitantes en el año 2019



Fuente: Elaboración propia a partir de datos de UNECE y Eurostat

Entre los factores que podrían explicar la diferencia en los resultados de seguridad vial descritos en los párrafos anteriores entre los países de la UE-27 + Reino Unido, podemos citar, por ejemplo, la propia evolución de la movilidad (por ser una variable *proxy* de la exposición al riesgo) y que suele medirse por el número de pasajeros-vehículo-km en vías interurbanas. Por disponibilidad de datos, esta variable se analiza para el periodo 1995 a 2015. En la **Figura 5** mostramos la variable pasajeros-vehículo-km para el conjunto de los países europeos como media de este periodo.

Figura 5. Movilidad por carretera (pasajeros-vehículo-km) para los países de la UE-27 + Reino Unido. Promedio en el periodo 1995-2015



Fuente: Elaboración propia a partir de datos de Eurostat

Con una media de 158 pasajeros-vehículo-km, los países del UE-27+ Reino Unido muestran de nuevo un comportamiento muy heterogéneo en este sentido. Destacan los casos de Alemania, Francia, Italia o Reino Unido.

Por otro lado, también se puede sugerir como variable explicativa de las diferencias entre países, la heterogeneidad presente en las principales políticas de seguridad vial aplicadas en ellos, como así lo muestra la **Tabla 5**.

Por políticas implementadas, en primer lugar, los únicos países sin aplicación de un sistema de carnet por puntos son Bélgica, Estonia, Portugal, Eslovaquia y Suecia. Es llamativo observar que esta política está sumamente extendida, pese a que en algunos casos la evidencia científica pone de manifiesto que sus efectos se diluyen

progresivamente en el tiempo (Castillo-Manzano et al., 2010) o influyen más en la gravedad que en el número de accidentes (Rodríguez-López et al., 2016).

Por otro lado, el límite de velocidad oscila entre los 80 km/h de Malta y los 130 km/h de distintos países: Austria, Bulgaria, Croacia, República Checa, Dinamarca, Francia, Alemania, Grecia, Hungría, Lituania, Luxemburgo, Países Bajos, Polonia, Rumanía, Eslovaquia y Eslovenia.

Finalmente, también se observan diferencias a la hora de establecer el límite en la tasa máxima de alcohol en sangre permitida durante la conducción. Para un conductor estándar (se excluyen del análisis noveles o profesionales) hay una diferencia significativa entre países muy restrictivos, como República Checa o Hungría (con 0,0 g/l permitidos) y Malta (con 0,8 g/l permitidos), estando la mayoría de países en la tasa de 0,5 g/l permitidos, como es el caso de España y su entorno (Francia y Portugal).

Tabla 5. Resumen de políticas de seguridad vial para los países de UE-27+Reino Unido en 2019

País	Carnet por puntos (Sí/No)	Límite de velocidad (km/h)	Límite de alcoholemia para conductor estándar (g/l)
Alemania	Sí	130	0,5
Austria	Sí	130	0,5
Bélgica	No	120	0,5
Bulgaria	Sí	130	0,5
Chipre	Sí	100	0,5
Croacia	Sí	130	0,0
Dinamarca	Sí	130	0,5
Eslovaquia	No	130	0,0
Eslovenia	Sí	130	0,5
España	Sí	120	0,5
Estonia	No	100	0,2
Finlandia	Sí	120	0,5
Francia	Sí	130	0,5
Grecia	Sí	130	0,5
Hungría	Sí	130	0,0
Irlanda	Sí	120	0,5
Italia	Sí	130	0,5
Letonia	Sí	90	0,5
Lituania	Sí	130	0,5
Luxemburgo	Sí	130	0,5

Malta	Sí	80	0,8
Países Bajos	Sí	130	0,5
Polonia	Sí	130	0,2
Portugal	No	120	0,5
Reino Unido	Sí	112	0,8
República Checa	Sí	130	0,0
Rumanía	Sí	130	0,0
Suecia	No	110	0,2

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de Comisión Europea (https://ec.europa.eu/transport/road_safety/going_abroad/index_en.htm)

1.2. Evolución de la seguridad vial en el caso de España

Como se ha observado en el Capítulo anterior, España representa un interesante caso de estudio dentro del conjunto de países de la UE27, ya que partió de uno de los peores comportamientos hace 25 años y ha logrado posicionarse entre los países con mejor desempeño en la materia (por ejemplo, es el país con menos mortalidad del segundo cuartil en 2019 (pre-COVID)). De este modo, a partir del máximo alcanzado por la siniestralidad vial en 1989, con 9.344 fallecidos en accidentes de tráfico, España ha mostrado un comportamiento favorable en sus cifras de seguridad vial durante las últimas décadas (Pérez, 2009). Esta favorable progresión ha sido posible gracias a la combinación de la política de seguridad vial implementada con una serie de factores políticos, económicos, sociales y tecnológicos (Izquierdo et al., 2013). Por ejemplo, la longitud de la red de vías de alta capacidad como autopistas y dobles calzadas, aumentó de 4.693 kilómetros en 1990 a 15.583 kilómetros en 2018. También ha habido mejoras en el sistema de gestión del tráfico, con el despliegue masivo de cámaras de tráfico, detectores de vehículos y señales de mensajes variables. Esto ha contribuido no sólo a mejoras en la seguridad, sino también a la reducción de la congestión y los tiempos de viaje, implicando la consiguiente mejora en términos de sostenibilidad ambiental.

Desde el punto de vista de las políticas implementadas en los periodos más recientes, en la **Tabla 6** se incluyen los principales hitos de seguridad vial desarrollados en España desde el inicio de la etapa democrática.

Tabla 6. Principales hitos en la estrategia española de seguridad vial

Año	Hito
1976	Creación del Consejo Superior de Tráfico y Seguridad de la Circulación Vial
1979	Remodelación del Consejo Superior de Tráfico y Seguridad de la Circulación Vial
1981	Primer Programa Nacional de Seguridad Vial (81-83)
1984	Plan Trienal Nacional de Seguridad Vial
1985	Plan Cuatrienal Nacional de Seguridad Vial (85-88)
1987	Incorporación de los programas de Seguridad Vial de las distintas Comunidades Autónomas al Plan Nacional
1989	Plan de Seguridad Vial Anual (hasta el año 2005)
1992	Plan Estratégico de Seguridad Vial 1992-1999
1997	Creación de la Comisión Interministerial de Seguridad Vial
2001	La Comisión Europea marca como objetivo a 2010 reducir un 50% el número de víctimas. Los países miembros de la UE adoptan un modelo de planificación basado en objetivos cuantitativos
2004	Incorporación de los programas de Seguridad Vial de los distintos Ayuntamientos al Plan Nacional. Plan Estratégico de Seguridad Vial (2005-2008) Adopción de Medidas Especiales de Seguridad Vial (2004-2005)
2005	Plan de Acciones Estratégicas Clave de Seguridad Vial (2005-2008)
2011	Estrategia de Seguridad Vial 2011-2020
2022	Estrategia de Seguridad Vial 2030

Fuente: Elaboración propia a partir de datos del Ministerio del Interior

Centrando el análisis en el periodo de estudio abordado en la segunda investigación incluida en esta Tesis Doctoral, nos enfocamos en un primer momento en el Plan de Acciones Estratégicas Clave para 2005-2008. Este plan tenía como principal objetivo la reducción de las víctimas mortales en accidentes de tráfico en un 40%, tomando como referencia el año 2003 (para alinearse con el objetivo de la UE-27+ Reino Unido de reducción de un 50% de fallecidos entre 2001 y 2010). Tras la implementación de una serie de medidas organizadas en diferentes áreas estratégicas: educación y

formación vial, concienciación, vigilancia y control, seguridad de los vehículos, infraestructuras, seguridad vial laboral, atención a las víctimas e investigación y análisis; el Plan logró su objetivo principal, ya que permitió que los fallecidos anuales en accidente de tráfico se redujeran desde la cifra de 5.344 en 2003 a 2.418 en 2010, significando esto una reducción del 55%, 15 puntos porcentuales por encima del objetivo marcado. Una de las acciones más relevantes desarrolladas dentro de este Plan fue la implantación del carnet de conducir por puntos, que entró en vigor en 2006 (Castillo-Manzano et al., 2010).

Recientemente, España ha cerrado también su Estrategia de Seguridad Vial para el periodo 2011-2020, en la que se establecían una serie de objetivos cuantificables que se detallan a continuación (Ministerio del Interior, 2021): reducción de la mortalidad per cápita por debajo de los 3,7 por cada 100.000 habitantes; reducción del número de heridos graves en un 35%; cero niños fallecidos sin sistema de retención infantil; 25% menos de conductores de 18 a 24 años fallecidos y heridos graves en fin de semana; 10% menos de conductores fallecidos mayores de 64 años; 30% de reducción de fallecidos por atropello; 1.000.000 de ciclistas más sin que se incremente su tasa de mortalidad; cero fallecidos en turismos en zona urbana; 20% menos de fallecidos y heridos graves usuarios de motocicletas; 30% menos de fallecidos por salida de la vía en carretera convencional; 30% menos de fallecidos en accidente *in itinere*; reducción al 1% de los positivos de alcoholemia registrados en los controles preventivos aleatorios; y reducción de un 50% del porcentaje de vehículos ligeros que superan el límite de velocidad en más de 20 km/h.

Para alcanzar estos objetivos, esta estrategia se acompañó de una serie de medidas (172 acciones programadas en total) en diversas áreas de actuación: educación y formación, comunicación, normativa, seguridad en los vehículos, zona urbana, empresa y transporte profesional, víctimas, investigación y gestión y coordinación.

Desde el punto de vista de los resultados logrados, esta estrategia ha culminado de forma satisfactoria, ya que se han cumplido los dos objetivos principales (reducción de la tasa de mortalidad y de heridos graves). Asimismo, el número de conductores de 18 a 24 años fallecidos y heridos graves se redujo en un 55% (frente al 25% de objetivo) y el número de fallecidos por salida de vía en carretera convencional se redujo en un 50% (frente al 30% de objetivo), superando de forma clara los umbrales requeridos. Entre las

políticas implementadas con más éxito en el control de las infracciones y efectos perjudiciales sobre la seguridad vial, destaca el endurecimiento del Código Penal en materia de seguridad vial que entró en vigor en diciembre de 2007 (Castillo-Manzano et al., 2011).

Más recientemente, en 2022, ha entrado en vigor la Estrategia de Seguridad Vial 2030, implementada con el objetivo de dar continuidad a los esfuerzos y los logros alcanzados por la anterior Estrategia de Seguridad Vial 2011-2020. Además, en una época en la que la movilidad y la tecnología están inmersas en un proceso de cambios continuos, se requiere una estrategia flexible, capaz de adaptarse a ellos, por lo que los dos principales objetivos que se marca para el año 2030 son: reducir el número de personas fallecidas en un 50% respecto al valor base de 2019 (1.755), y reducir el número de personas gravemente heridas en un 50% respecto al valor base.

Para alcanzar estos objetivos, este programa de actuación define una serie de temas estratégicos para los que se identifican los indicadores listados a continuación, y que encajan con los principales factores de riesgo encontrados en la literatura científica sobre seguridad vial (DGT, 2022):

- Indicador 1: Porcentaje de vehículos que circulan dentro del límite de velocidad.
- Indicador 2: Porcentaje de ocupantes de vehículos que utilizan correctamente el cinturón de seguridad y los sistemas de retención infantil.
- Indicador 3: Porcentaje de usuarios de vehículos de motor de dos ruedas y de bicicletas que utilizan correctamente el casco.
- Indicador 4: Porcentaje de conductores que circulan dentro del límite legal de tasa de alcohol en sangre.
- Indicador 5: Porcentaje de conductores que no utilizan, sosteniéndolo en la mano, el teléfono móvil (u otros dispositivos móviles portátiles).
- Indicador 6: Porcentaje de turismos nuevos con una calificación de seguridad de EuroNCAP (programa de seguridad europeo que valora la seguridad de los vehículos disponibles en el mercado), igual o superior a un umbral predefinido.
- Indicador 7: Porcentaje de distancia recorrida en carreteras con una calificación de seguridad superior a un umbral predefinido.

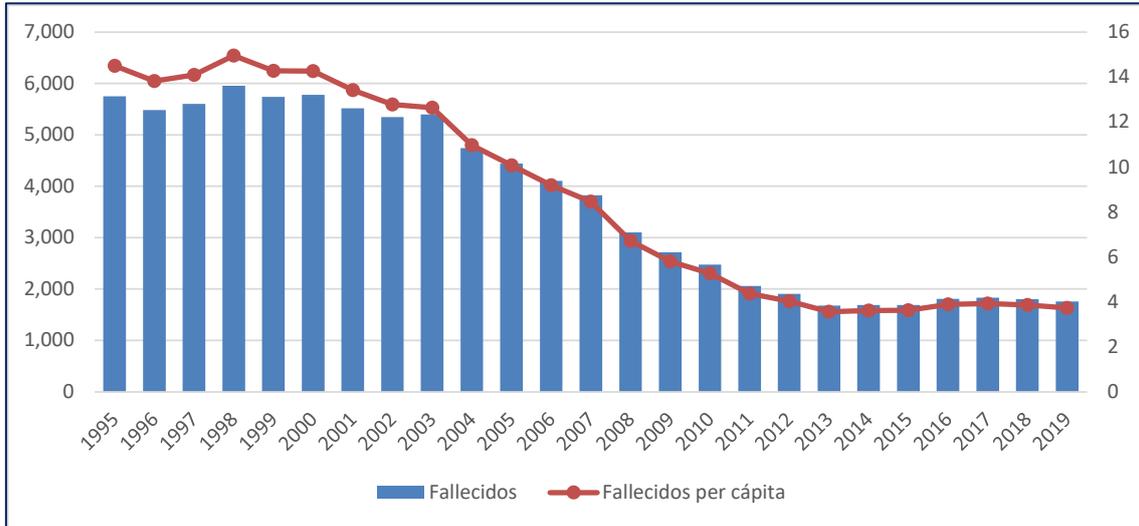
- Indicador 8: Tiempo transcurrido, en minutos y segundos, entre la llamada de emergencia tras un accidente en el que se hayan producido heridos y la llegada de los servicios de emergencia al lugar del accidente.

Con el propósito de realizar un análisis cuantitativo del resultado de estos planes estratégicos, se introducen las **Figuras 6 y 7**. La **Figura 6** recoge el número de fallecidos causados por accidente de tráfico en España en el periodo analizado (1995 a 2019) y la magnitud equivalente per cápita, mientras que la **Figura 7** considera el número de accidentes tanto en términos absolutos como per cápita para España en el mismo periodo. En ambos casos se han detenido las series en el año 2019, al igual que se hizo para el caso de lo conjunto de la UE27 + Reino Unido, con objeto de que los efectos causados por la pandemia de COVID-19 sobre la movilidad y el tráfico no la distorsionen.

En primer lugar, se observa una mejora significativa en la mortalidad, pasando de más de 5.000 muertes anuales en el entorno del año 2000 a menos de 2.000 al final del periodo de estudio. No obstante, el mínimo no aparece en el ejercicio final, sino en el año 2013, produciéndose a partir de ahí un repunte en la mortalidad vial, que —a priori— se asocia principalmente al incremento de la siniestralidad en esos años (ver **Figura 7**), vinculado también a una mejora de la actividad económica durante esos periodos, adelantando un comportamiento procíclico entre seguridad vial y actividad económica en el que se profundizará más adelante en este texto.

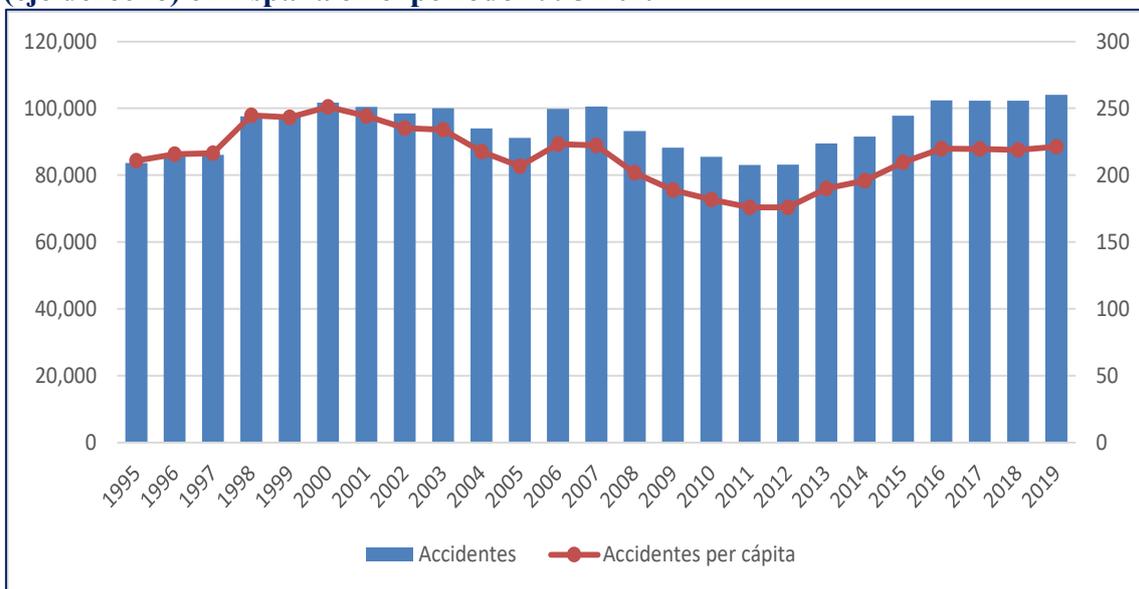
En lo que se refiere a las cifras de siniestralidad vial, no se observa la evolución positiva citada en el párrafo anterior (con lo que la mejora de la mortalidad parece achacable a mejoras en la seguridad activa de los vehículos y en la atención sanitaria post accidente) y de nuevo se pone de manifiesto la importante magnitud del problema, con entre 80.000 y 100.000 accidentes de tráfico anuales.

Figura 6. Evolución de fallecidos (eje izquierdo) y fallecidos por 100.000 habitantes (eje derecho) en accidentes de tráfico en España en el periodo 1995-2019



Fuente: Elaboración propia a partir de datos de DGT e INE

Figura 7. Evolución de accidentes (eje izquierdo) y accidentes por 100.000 habitantes (eje derecho) en España en el periodo 1995-2019



Fuente: Elaboración propia a partir de datos de DGT e INE

Volviendo al mínimo en mortalidad vial per cápita alcanzado en 2013, la **Tabla 7** presenta datos de siniestralidad y mortalidad tanto por vehículo como por número de

accidentes. En la misma, se observa que, dado que el parque de vehículos evolucionó positivamente en España entre 2013 y 2019 (de 30,9 millones a 34,4 millones de vehículos), este parámetro podría explicar –en parte- el repunte de accidentes y fallecidos registrado a partir de 2014. Si observamos la evolución de fallecidos y heridos por cada 1.000 accidentes, observamos una reducción hasta el final del periodo de estudio.

Tabla 7. Evolución de variables de seguridad vial por volumen del parque automovilístico y por accidente en España

Años	Parque de vehículos (en número)	Número de accidentes /10.000 vehículos parque	Número de fallecidos /10.000 vehículos parque	Número de fallecidos /1.000 accidentes	Número de heridos /1.000 accidentes
1995	18.847.245	44	3,1	69	1.453
1996	19.542.104	44	2,8	64	1.451
1997	20.286.408	42	2,8	65	1.455
1998	21.306.493	46	2,8	61	1.449
1999	22.411.194	44	2,6	59	1.461
2000	23.284.215	44	2,5	57	1.472
2001	24.249.871	41	2,3	55	1.490
2002	25.065.732	39	2,1	54	1.493
2003	25.169.452	40	2,1	54	1.507
2004	26.432.641	36	1,8	50	1.472
2005	27.657.276	33	1,6	49	1.456
2006	29.054.061	34	1,4	41	1.437
2007	30.318.457	33	1,3	38	1.418
2008	30.969.224	30	1,0	33	1.406
2009	30.855.969	29	0,9	31	1.416
2010	31.086.035	28	0,8	29	1.407
2011	31.269.081	27	0,7	25	1.393
2012	31.203.203	27	0,6	23	1.394
2013	30.916.836	29	0,5	19	1.393

Capítulo I. Introducción

Jesús Boby Alcaide

2014	30.976.047	30	0,5	18	1.383
2015	31.389.683	31	0,5	17	1.375
2016	32.106.520	32	0,6	18	1.372
2017	32.929.004	31	0,6	18	1.361
2018	33.729.982	31	0,5	18	1.355
2019	34.434.791	31	0,5	17	1.339

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de la DGT

A continuación, se lleva a cabo una segregación de la información por provincias españolas, para apreciar mejor el comportamiento en términos de seguridad vial (tanto para fallecidos como para accidentes per cápita). De cara a presentar los datos de forma más ordenada, hacemos uso de los códigos asignados a cada provincia por el INE e introducidos en la **Tabla 8**.

Tabla 8. Códigos de las provincias españolas

Código Provincia	Provincia	Código Provincia	Provincia
01	Araba/Álava	27	Lugo
02	Albacete	28	Madrid
03	Alicante/Alacant	29	Málaga
04	Almería	30	Murcia
05	Ávila	31	Navarra
06	Badajoz	32	Ourense
07	Balears (Illes)	33	Asturias
08	Barcelona	34	Palencia
09	Burgos	35	Palmas (Las)
10	Cáceres	36	Pontevedra
11	Cádiz	37	Salamanca
12	Castellón/Castelló	38	Santa Cruz de Tenerife
13	Ciudad Real	39	Cantabria
14	Córdoba	40	Segovia
15	Coruña (A)	41	Sevilla
16	Cuenca	42	Soria
17	Girona	43	Tarragona
18	Granada	44	Teruel
19	Guadalajara	45	Toledo
20	Gipuzkoa	46	Valencia/València

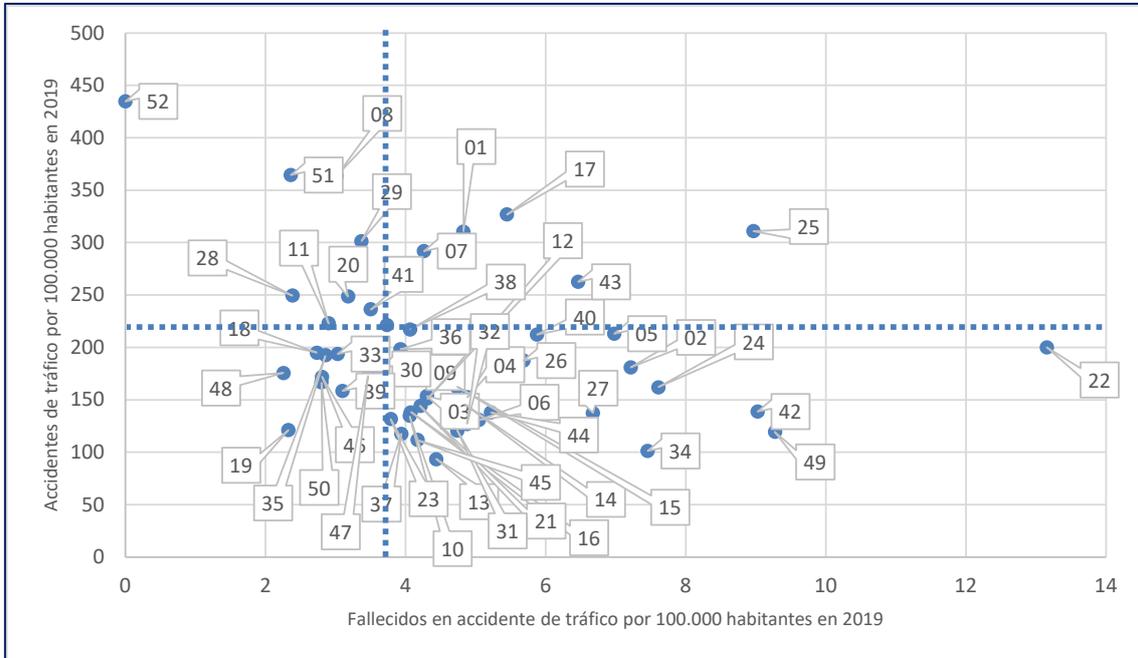
21	Huelva	47	Valladolid
22	Huesca	48	Bizkaia
23	Jaén	49	Zamora
24	León	50	Zaragoza
25	Lleida	51	Ceuta
26	Rioja (La)	52	Melilla

Fuente: Elaboración propia a partir de datos del INE

La **Figura 8** recoge a las provincias organizadas por su tasa de siniestralidad y mortalidad, junto a dos líneas (horizontal y vertical) que marcan el promedio del conjunto de provincias, para el año 2019. Son reseñables los casos de Huesca (provincia número 22), así como Lérida, Soria y Zamora (provincias número 25, 42 y 49). Todas estas provincias presentan una tasa de mortalidad superior a los 8 fallecidos por cada 100.000 habitantes, lo que es más del doble de la media española (y equivalente a países como Bulgaria y Rumanía). No obstante, llama la atención que –de ellas- solo Lérida presenta más siniestralidad que la media española. En el extremo opuesto, se encuentra Melilla (provincia número 52), con la mayor tasa de siniestralidad registrada (393 accidentes por cada 100.000 habitantes), aunque también con la menor mortalidad, ya que no registró ningún fallecido en ese periodo (nótese que tanto Ceuta como Melilla registran típicamente valores inferiores a los 5 fallecidos).

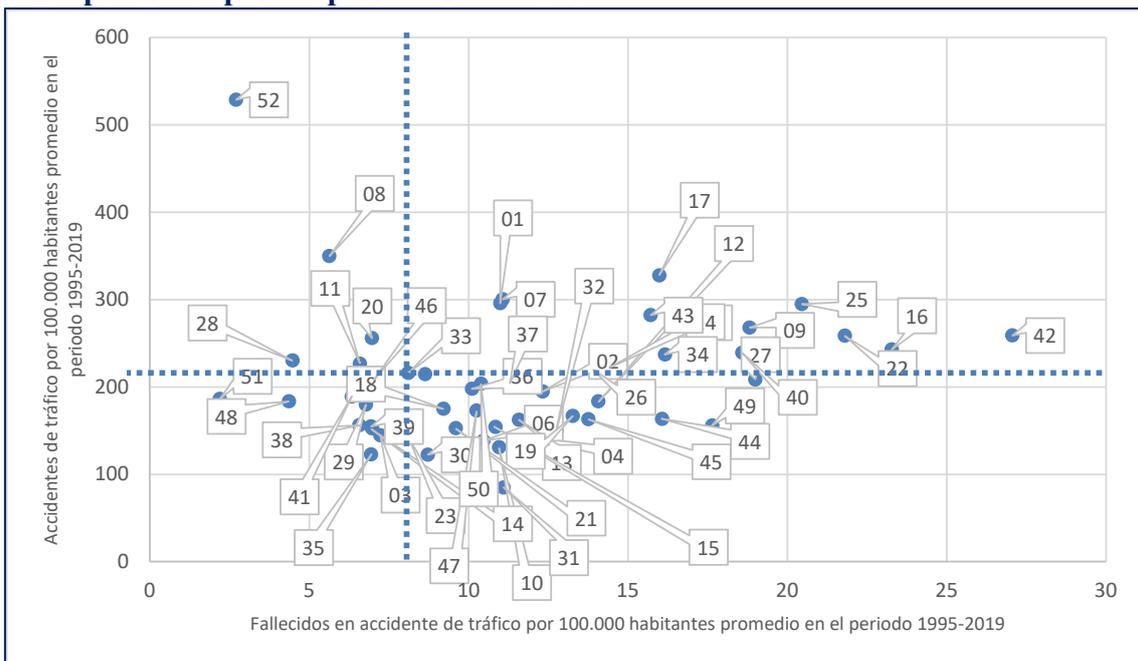
En la **Figura 9** se presentan los mismos datos promediados para el periodo analizado, con lo que se encuentran menos sujetos a variaciones puntuales. En este caso, Soria (provincia número 42), Lérida (provincia número 25) y Huesca (provincia número 22) repiten con un desempeño muy bajo en seguridad vial, destacando su muy alta mortalidad, junto a Cuenca (provincia número 16). Todas ellas muestran más de 20 fallecidos por 100.000 habitantes de media en el periodo analizado. En concreto, Huesca y Lérida son limítrofes y pirenaicas, lo que hace pensar que la orografía impacta en la seguridad vial. Por su parte, tanto Soria como Cuenca pertenecen a la España interior; aunque también es reseñable que están separadas por Guadalajara (provincia número 19), que presenta una mortalidad significativamente menor.

Figura 8. Fallecidos frente a accidentes per cápita para las provincias españolas en el año 2019



Fuente: elaboración propia a partir de datos de la DGT y el INE

Figura 9. Fallecidos frente a accidentes per cápita para las provincias españolas en como promedio para el periodo 1995 a 2019



Fuente: elaboración propia a partir de datos de la DGT y el INE

Finalmente, destacamos la baja tasa de mortalidad que presentan tanto Ceuta y Melilla (quizás influenciada por las características de las mismas) como Madrid y Vizcaya (provincias 28 y 48 respectivamente). En ambos casos se trata de dos provincias con un muy alto desarrollo económico (posiciones 2ª y 4ª en PIB per cápita dentro de España para el año 2019), adelantando los potenciales efectos estructurales favorables que un alto grado de desarrollo tiene en la seguridad vial.

1.3. Objetivos, estructura y aportaciones de la Tesis Doctoral

Como se ha ido apuntando con anterioridad, partiendo del paradigma global para analizar la seguridad vial que asume la matriz de Haddon, el objetivo de la presente Tesis Doctoral es investigar el impacto sobre la seguridad vial de determinados atributos ambientales que han sido menos profusamente estudiados por la literatura, como son: la influencia de la coyuntura económica (explorando el efecto de las crisis económicas y de los mecanismos correctores subsiguientes aplicados por los poderes públicos); así como el papel ejercido por la coexistencia de diferentes modelos de gobernanza administrativa de la supervisión de la normativa de seguridad vial (es decir, el impacto de distintos niveles de la Administración).

Para ello, se consideran dos ámbitos territoriales complementarios: en primer lugar, el conjunto de países de la UE-27 más el Reino Unido, para analizar la influencia sobre los resultados de seguridad vial de la intervención económica por parte de las instituciones europeas en un contexto de recesión financiera; y, en segundo lugar, las provincias españolas (regiones NUTS-3), para investigar el efecto que, sobre la seguridad vial, tiene la convivencia de un modelo centralizado/descentralizado en la supervisión de la normativa de tráfico en las carreteras.

Con este planteamiento, tras este capítulo introductorio, el **Capítulo II** presenta un análisis del efecto de la intervención económica de un país en la seguridad vial. En concreto, analiza el caso de distintos países de la UE-27 + Reino Unido que fueron intervenidos tras la crisis económico y financiera iniciada en 2008 y la evolución que siguieron las variables de seguridad vial en los mismos comparadas con las de aquellos

países no sujetos a intervención financiera. Tras analizar el estado del arte de la relación entre variables económicas y de seguridad vial, así como del efecto de las crisis económicas en esta; se presenta el panel de datos preparado *ad hoc* para esta investigación, así como los resultados obtenidos mediante las simulaciones de los modelos econométricos construidos. Como principal conclusión, se tiene que –frente a lo pensado previamente al análisis econométrico-, los países bajo intervención financiera presentaron un comportamiento más favorable en términos de seguridad vial que el resto de países de la UE27 + Reino Unido. Probablemente, debido a que las medidas de austeridad económica causaron una mayor reducción de la movilidad, así como que la mayor conciencia provocada por los programas de intervención favoreció un grado de cambio en el comportamiento de los conductores hacia comportamientos más aversivos al riesgo y las sanciones. Esta combinación genera una especie de ‘tormenta perfecta’ que amplifica el efecto procíclico de signo positivo del desarrollo económico en la seguridad vial.

Tras esta investigación, el **Capítulo III** muestra un estudio sobre el efecto de la descentralización de la policía de tráfico en la seguridad vial. En concreto, analiza el caso de España, en que coexisten regiones con una policía a nivel nacional para la gestión del tráfico junto a regiones en las que esta labor está descentralizada a las policías regionales. Mientras que la unidad territorial de análisis en la investigación presentada en el capítulo anterior era el país, para este caso se usan las provincias españolas. En primer lugar, este capítulo introduce el estado del arte de la investigación acerca de la distribución de la Administración Pública en distintos niveles; donde principalmente se pone de manifiesto que cada grado de centralización tiene una serie de ventajas y desventajas que hacen necesario analizar de forma individual cada caso particular; por ejemplo, descentralizar la gestión de una política pública puede acercar las decisiones al ciudadano, o incrementar la rendición de cuentas; aunque, por el contrario, puede limitar el acceso a recursos que requieran altos costes fijos o a personal suficientemente cualificado, por lo que es necesario analizar caso a caso. Posteriormente, se presenta el panel de datos construido *ad hoc* para la investigación, compuesto por múltiples variables de seguridad vial, socio-económicas y ambientales para las provincias españolas (excluyendo Ceuta y Melilla) y se continúa con los modelos econométricos creados para el análisis de estos datos y los

resultados obtenidos. Como principal resultado de la investigación, se tuvo que, para este caso, aquellas provincias con policía de tráfico gestionada a nivel nacional muestran un mejor comportamiento en las variables de seguridad vial que aquellas en las que esta labor está delegada a las policías regionales.

Tras la presentación de las dos investigaciones realizadas, esta Memoria de Tesis continúa con el **Capítulo IV** que incluye unas conclusiones conjuntas para profundizar en las implicaciones de los resultados obtenidos, la interpretación de los mismos y las líneas de trabajo futuras que pueden plantearse para ampliar el conocimiento en el campo de la seguridad vial y, particularmente, su relación con el desarrollo económico y las políticas públicas. Finalmente, esta Memoria se cierra con la Bibliografía utilizada a lo largo de todo el documento.

CAPÍTULO II. Análisis del efecto de la intervención económica en la seguridad vial: el caso de la Unión Europea

2.1. La influencia del ciclo económico en la seguridad vial

En la bibliografía académica dedicada al análisis de la relación entre variables de seguridad vial y variables económicas, se distinguen en general dos líneas de investigación: por un lado, se encuentran los estudios centrados en analizar la dinámica a largo plazo de la relación entre ambos grupos de variables; mientras que, por otro lado, se han desarrollado otros estudios que consideran esa relación en un contexto de corto plazo.

En el primer bloque de estudios (a largo plazo), se encuentran trabajos que se centran fundamentalmente en factores estructurales y en los que predomina el análisis de series temporales, con las que poder analizar la evolución de una zona geográfica, o transversales, con las que poder comparar la situación de distintas zonas con diferentes niveles de desarrollo económico. En cuanto al segundo tipo de estudios (a corto plazo), se trata de trabajos que suelen centrarse en factores coyunturales relativos a variaciones en las variables macroeconómicas de un país o estado, así como en el efecto de dichas variaciones sobre los indicadores de seguridad vial. Priman, en este caso, los estudios mediante el uso de datos de panel.

En los epígrafes siguientes se abordan con mayor detalle ambos enfoques, presentando referencias bibliográficas para cada uno de ellos y particularizando –para el caso de la relación a corto plazo- en el impacto de las crisis económicas y financieras en las variables de seguridad vial.

2.1.1. Dinámica a largo plazo

Múltiples investigaciones relacionan la tasa de mortalidad vial con el PIB per cápita u otras variables de desarrollo económico, encontrando que se presenta una curva de forma de U-invertida, también conocida como curva de Kuznets. Este concepto fue introducido en Kuznets (1955) para la relación entre desigualdad de ingresos y renta per cápita, y posteriormente se popularizó ampliamente para medir la relación entre impacto ambiental y nivel de desarrollo de una sociedad. De este modo, la curva de Kuznets ambiental modela de una forma muy acertada el mecanismo observado en la relación

entre variables económicas y variables ambientales. Para un ejemplo de la popular curva de Kuznets ambiental, puede consultarse el estudio que demuestra dicha relación para el crecimiento económico y las emisiones de CO₂ en diferentes regiones y el periodo que abarca entre 2000 y 2018 en Bibi y Jamil (2018).

Para el caso de la seguridad vial, se pone también de manifiesto esta dinámica. De este modo, para bajos niveles de desarrollo, un incremento en el nivel de renta per cápita (u otro indicador de desarrollo económico) potenciaría más el tráfico rodado generando que –con un nivel tecnológico y social similar- los accidentes y los fallecimientos se incrementen; no obstante, llegado un nivel de desarrollo determinado, la sociedad empieza a alcanzar el acceso a unos medios más avanzados y una mayor concienciación que impacta también en el uso de tecnología, provocando que la mortalidad comience a descender (aunque no siempre se infiere el mismo efecto en la siniestralidad).

Este comportamiento ha sido profusamente demostrado en la literatura científica previa. Por ejemplo, recientemente Sirajudeen et al. (2021) han demostrado que se cumple esta relación en forma de U-invertida para el PIB per cápita y las muertes por accidente, para un conjunto de datos de 63 países y más de 50 años. Law et al. (2011) llegan a la misma conclusión para la relación entre PIB per cápita y muertes en accidente de tráfico, usando un panel de datos para más de 60 países y 30 años. Por su parte, Bester (2000) utilizó el Índice de Desarrollo Humano (IDH) y el número de vehículos como variables explicativas de la tasa de mortalidad vial, llegando a la conclusión de que la tasa de mortalidad vial y el nivel de desarrollo (medido con el IDH) siguen una relación cuadrática con signo negativo (U-invertida). Un resultado similar es el que obtienen Kopits y Cropper (2005), contrastando el modelo de curva de Kuznets mediante el uso de un panel de datos entre 1963 y 1999 en 88 países. En este estudio, se muestra que la mortalidad vial (medida en fallecimientos per cápita) crece con el nivel de desarrollo económico (medido a través del PIB per cápita) hasta un determinado nivel, a partir del que empieza a bajar. Además de confirmar esta relación, Kopits y Cropper (2005) cuantifican el punto máximo en la curva de Kuznets de seguridad vial (a partir del que la mortalidad vial comienza a descender) en 8.600 \$ (en precios de 1985), correspondiendo este nivel de desarrollo económico al de Bélgica, Reino Unido o Austria a comienzos de la década de 1970.

La explicación para este comportamiento parece encontrarse en el hecho de que, para bajos niveles de desarrollo, el crecimiento económico causa externalidades negativas en la seguridad vial (principalmente debidas a la mayor exposición al riesgo) tal y como se expresa en UNDP (2013), mientras que, a partir de cierto nivel de desarrollo económico, se manifiestan externalidades positivas. Bishai et al. (2006) clasifican estas externalidades positivas en cuatro grupos: i) la mejora en las condiciones en la atención hospitalaria, ii) las condiciones en el parque automovilístico, iii) las externalidades derivadas de la actuación de la Administración (entendidas como una administración más efectiva) y iv) el cambio de preferencias de inversión por parte de la Administración (en economías con bajo nivel de desarrollo, se primarán más inversiones con un retorno mayor desde el punto de vista epidemiológico que la seguridad vial, como pueden ser los programas para evitar el contagio de algunas enfermedades infecciosas). Estos últimos autores llegan a estos hallazgos a partir del análisis de un conjunto de 41 países, relacionando fallecimientos per cápita y PIB per cápita, lo que les permite concluir la existencia de una curva en forma de U-invertida, cuyo máximo se situaría en 8.600 \$. Para otros autores, dicho valor varía, aunque siempre se sitúa en un orden de magnitud similar (3.000\$ según Kazuyuki (2010) -para el caso chino- o 11.454 \$ según Anbarci et al. (2006) para un conjunto de 77 países).

Kazuyuki (2010) infiere la misma relación (U-invertida) para distintas provincias chinas -en su caso, tanto para mortalidad como para heridos-. Anwaar et al. (2012), Garg y Hyder (2006) o Law et al. (2011) también demuestran de forma empírica la curva de Kuznets de seguridad vial, mediante regresiones entre fallecimientos per cápita y PIB per cápita, utilizando como variables de control: población, volumen del parque automovilístico, características de la legislación en seguridad vial, situación geográfica, o hábitos de consumo de bebidas alcohólicas de la población. Por su parte, Borsos (2011) establece una detallada relación entre las variables, mediante la siguiente fórmula, para lo que utiliza métodos econométricos partiendo de datos de 26 países diferentes entre 1965 y 2009:

$$D/P = a \cdot N/P \cdot e^{-b \cdot N/P} \quad (1),$$

donde D es el número anual de muertes en accidente de tráfico, N es la cantidad de vehículos y P es la población; la segunda parte de la formula incluye las externalidades

positivas generadas con el desarrollo económico (mayor educación y seguridad jurídica, mejores infraestructuras y vehículos, mejor atención médica). Los parámetros a y b se usan para ajustar la curva, variando para los distintos países; mientras que a modela la parte izquierda de la curva de Kuznets, b modela la parte derecha (a partir del máximo de mortalidad).

Pese a haber numerosos estudios científicos que demuestran la aparición de estas externalidades positivas en la seguridad vial con el desarrollo económico, no parece haber consenso en cuanto al mecanismo por el que se desarrollan las mismas, especialmente en aquellas relacionadas con la actuación de la Administración. Por ejemplo, en lo referente a la regulación para el uso del cinturón de seguridad, hay estudios (Jessie y Yuan, 1998; Traynor, 2009) que determinan dicha regulación tiene un nulo impacto en la mortalidad vial, mientras que ambos establecen que otras medidas como los controles de alcoholemia o la formación vial sí reducen significativamente la mortalidad en economías desarrolladas (Singapur y EE.UU.). Por otro lado, otros autores como Young y Likens (2000) postulan relaciones contrarias, demostrando que, en otra situación análoga (para el caso de EE.UU.), el fomento del cinturón de seguridad sí tiene impacto reduciendo la siniestralidad y las políticas contra el consumo de alcohol tienen un efecto despreciable.

Un efecto similar sucede con la inversión en infraestructura. Mientras que Noland (2003) encuentra que no existe relación entre inversión en infraestructura y mortalidad vial, Nguyen-Hoang y Yeung (2014) llegan a una conclusión completamente contraria, incluso fijando la inversión como el principal factor para reducir la mortalidad en accidentes de tráfico.

2.1.2. Dinámica a corto plazo

El caso de la dinámica a corto plazo también ha sido extensamente analizado en la literatura científica; en la **Tabla 9** se presentan los principales artículos que cubren este enfoque. La mayoría de ellos analizan la relación entre el cambio en el PIB per cápita o la tasa de desempleo y la mortalidad o la siniestralidad. En general, en estos estudios, la mortalidad en accidentes de tráfico se muestra pro-cíclica a la actividad económica (al contrario que para el largo plazo en los casos de alto desarrollo económico).

Como se observa en la **Tabla 9**, son varios los factores que explican esta relación pro-cíclica. Entre ellos destacan: i) exposición, mayor actividad económica implica un mayor tráfico tanto de vehículos de particulares como de vehículos de mercancías; ii) riesgo, mayor actividad económica implica una conducta más temeraria al volante. Asimismo, los periodos de crisis limitan el acceso de los jóvenes conductores a la carretera, quienes generalmente presentan unas tasas más altas de siniestralidad.

Por ejemplo, Joksch (1984) analizó la influencia en la mortalidad vial del Índice de Producción Industrial, utilizando datos para EE.UU. en el periodo 1930-1982, estableciendo que las oscilaciones anuales en el citado índice están fuertemente relacionadas con cambios en la mortalidad, y permitiendo el uso de esta variable económica como *proxy* de las variables de seguridad vial en el corto plazo. De manera similar, Farmer (1997) demuestra la relación significativa a corto plazo entre nivel de desempleo y mortalidad vial; de este modo, como se indica la **Tabla 9**, confronta los diferentes comportamientos para la dinámica a corto y largo plazo de estas variables: por un lado, se observa una mejora de los datos de seguridad vial en EE.UU. en el largo plazo, pero se producen oscilaciones puntuales en el corto plazo originadas por las variaciones económicas.

Adicionalmente, se destacan los hallazgos de Scuffham y Langley (2002), que demuestran de forma empírica que la tasa de desempleo y el PIB per cápita son las mejores variables para explicar la siniestralidad vial en el corto plazo, tal y como se expone también en la **Tabla 9**. Esta misma relación pro-cíclica entre PIB per cápita y mortalidad vial, se demuestra en Tanaboriboon (2005), donde se pone de manifiesto la fuerte relación en el número de accidentes de tráfico y la coyuntura económica para distintos periodos en Tailandia.

En García-Ferrer et al. (2007) se analiza de nuevo la relación entre variables económicas y de seguridad vial, en este caso para España, entre los años 1997 y 2007. Para ello, se recurre al uso de series temporales y se concluye que –en primer lugar- la actividad económica está fuertemente correlacionada con el número de vehículos y su uso y –en segundo lugar- el número de accidentes está también correlacionado con la movilidad. Cabe destacar que García-Ferrer et al. (2007) utiliza el Índice de Producción Industrial como indicador de la actividad económica, tal y como hacía Joksch (1984). No

obstante, Commandeur et al. (2013), establece que éste no es siempre un buen *proxy* de actividad económica para este tipo de análisis (por ejemplo, en el caso de Francia) utilizando -para un análisis similar- el nivel de desempleo. En cualquier caso, la conclusión a la que llegan es equivalente: el desempleo muestra una relación significativa de signo negativo con la mortalidad vial.

Chen (2014) refrenda de forma empírica este hecho, usando un panel de datos para el conjunto de los países de la OCDE, que abarca desde 1970 hasta 2010 y que, por tanto, incluye periodos tanto de crecimiento como de decrecimiento económico. De este modo, se pone de manifiesto el efecto positivo (de mejora de cifras) que las bajadas de la actividad económica tienen en la mortalidad por accidentes de tráfico. Especialmente significativo a efectos de los objetivos del presente trabajo, resulta el estudio de Yannis et al. (2014), donde se analizan los países de la UE-27 entre los años 1975 y 2011, llegando a la misma conclusión: mortalidad vial y PIB per cápita presentan una relación significativa positiva (incrementos en el PIB per cápita implican incrementos en la mortalidad vial). Este estudio analiza las series temporales de dichos datos, aunque carece de más variables de estudio que puedan controlar otros factores.

Respecto a otras variables económicas, como la libertad económica, hay estudios que determinan que no influye de forma significativa en la mortalidad vial; Welki y Zlatoper (2004) la representan mediante el Índice de Libertad Económica de la ‘Heritage Foundation’, concluyendo que no tiene un efecto significativo en este campo.

Finalmente, se reseña que hay algunas investigaciones científicas, donde se analizan de forma conjunta las dos dinámicas descritas anteriormente. Por ejemplo, Aparicio-Izquierdo et al. (2013) presenta un estudio sobre el caso de una economía desarrollada como España, confirmando las dos dinámicas: por un lado, a corto plazo la exposición (por mayor o menor tráfico) influye de forma significativa en la mortalidad vial, mientras que, a largo plazo, otros factores como el nivel de desarrollo tecnológico o la capacidad de las vías influye en la mortalidad en el sentido favorable (disminuyendo).

La **Tabla 9** a continuación agrega los principales estudios en este campo, detallando las principales conclusiones junto al periodo y región de estudio.

Tabla 9. Revisión bibliográfica de relación a corto plazo entre siniestralidad vial y actividad económica

Autor (es)/ Año	Región de Estudio	Periodo de Estudio	Principales ideas y relación con el estudio
Aparicio-Izquierdo et al. (2013)	España	1990-2004	Factores como la falta de experiencia de los conductores o la edad elevada del parque de vehículos, tienen un efecto negativo en la seguridad vial. Factores como la vigilancia en carreteras, la densidad de autovías o autopistas y los vehículos tienen un efecto positivo. La exposición al riesgo derivada de la movilidad (ligada a la actividad económica) también influye, confirmando que siniestralidad y exposición son pro-cíclicas.
Lloyd et al. (2015)	Gran Bretaña	2007-2010	Se produjo una reducción muy significativa de la mortalidad vial en Gran Bretaña entre 2007 y 2010. La causa que lo explica es la inestabilidad económica, que parece haber tenido un efecto en los patrones de conducción (menor tráfico) y el comportamiento de los conductores: a) conducción más económica (reducción de velocidad) y b) reducción de consumo de alcohol al volante.
Commandeur et al. (2013)	Francia, Grecia, España, Portugal e Italia	2001-2012	Aplicación del modelo de la curva de Kuznets vial para estos países europeos, observando que -para todos los casos- el máximo de mortalidad se produce para un nivel similar de desarrollo. Posteriormente, analizan la dinámica de corto plazo para estos países, confirmando la relación pro-cíclica entre desempleo y mortalidad vial (aunque no en todos los casos con el Índice de Producción Industrial).
Farmer (1997)	EE.UU.	1975-1995	Mientras que la dinámica a largo plazo sigue siendo de reducción de la mortalidad vial, la dinámica a corto plazo muestra una relación significativa entre el número de personas desempleadas y la mortalidad vial.
French y Gumus (2014)	EE.UU.	1988-2010	El estudio se centra en la seguridad vial con motocicletas en EEUU. Durante la crisis económico-financiera de 2008. Se muestra una elasticidad positiva (y mayor que 1) entre la mortalidad vial y los ingresos per cápita, confirmando la dinámica pro-cíclica a corto plazo.
García-Ferrer et al. (2007)	España	1975-2003	Se observa una relación significativa entre la actividad económica y la siniestralidad vial en España para un periodo de 30 años. Por un lado, se demuestra que el número de accidentes depende del volumen del parque automovilístico; por otro lado, que el nivel de ingresos impacta en dicho stock así como en su grado de utilización.
He (2016)	EE.UU.	2003-2013	Se demuestra que existe una relación a corto plazo entre la variación de la mortalidad vial y del desempleo (con elasticidad de 2,9). Asimismo, demuestra que dicha relación es principalmente debida al riesgo, más que a la exposición.
Joksch (1984)	EE.UU.	1930-1982	Se encuentra relación significativa entre cambios en el Índice de Producción Industrial y mortalidad vial.

**Capítulo II. Análisis del efecto de la intervención económica en la seguridad vial:
el caso de la Unión Europea
Jesús Boby Alcaide**

Kweon (2015)	Virginia (EE.UU.)	1951-2008	En 2008, los accidentes de tráfico se redujeron en un 20%. Las principales variables que incidieron en la reducción de la siniestralidad y la mortalidad vial fueron el nivel de precios (medido con el IPC) y la actividad económica (medida con la tasa de desempleo). Estas variables demostraron tener una relación con una significatividad muy alta.
Law y Radin Umar (2005)	Malasia	1971-1998	Se analiza el impacto de un programa de seguridad vial cuyo impacto fue significativo, llegando también a la conclusión de que los otros factores influyendo en la mortalidad vial fueron los cambios en la población, el volumen del parque automovilístico y la actividad económica. Se confirma, por tanto, que actividad económica y mortalidad vial son pro-cíclicas.
Noland y Zhou (2017)	EE.UU.	1984-2014	Determina que la crisis económico-financiera de 2008 ha impactado en la mortalidad vial en EEUU, reduciéndola. Dicha reducción viene a confirmar la relación existente entre las crisis económicas y los fallecimientos en accidente de tráfico.
Noble et al. (2015)	Gran Bretaña	2007-2010	En el periodo y la región de estudio hubo una reducción en la exposición (medida en vehículos·kilómetro) de un 3,5%, mientras que la mortalidad vial se redujo en un 37%. Esto indica que no solo la exposición desempeña un papel importante en esta reducción, sino otros factores como los hábitos de conducción (conducción bajo los efectos del alcohol o conducción de jóvenes, principalmente).
Page (2001)	Países de la OCDE	1980-1994	Se utilizan distintas variables para explicar la mortalidad vial, encontrando que población, densidad de vehículos por habitante, ratio de autobuses en parque automovilístico, ratio de jóvenes, ratio de población urbana, consumo de alcohol y ratio de población empleada son significativas. Se confirma la relación directa entre empleo y mortalidad vial (siendo esta una de las más significativas).
Rodríguez-López et al. (2016)	España	2006-2016	Determina que los accidentes son pro-cíclicos a la actividad económica, introduciendo otras variables que también tienen una influencia significativa: por un lado, el carnet por puntos (que determinan que ha influido en reducir la gravedad de los accidentes, pero no su número) y el nivel tecnológico (que contribuye a una reducción de los accidentes).
Rojo et al. (2016)	España	2008-2016	Analiza el impacto en el corto plazo de la inversión (especialmente, de la reducción de la inversión) en infraestructuras viales en España durante la crisis económico-financiera de 2008. Si bien, la mortalidad vial baja, la siniestralidad y los heridos suben, estando correlacionados con el nivel de inversión en infraestructuras y especialmente el mantenimiento de las mismas.
Scuffham y Langley (2002)	Nueva Zelanda	1970-1994	La tasa de desempleo y el PIB per cápita (junto al consumo de alcohol) son los factores más significativos e importantes para prever la siniestralidad vial en el corto plazo.
Toffolutti y Suhreke (2014)	UE-27+ Reino Unido (excluyendo Croacia, Chipre, Luxemburgo, Malta y República Checa)	2000-2010	La crisis económico-financiera de 2008 ha tenido un impacto positivo en la salud a nivel general, reduciéndose las pautas de comportamiento nocivos para la salud, como por ejemplo el consumo abusivo de alcohol. También ha tenido un efecto positivo (de reducción) en los fallecimientos por accidente de tráfico.

**Capítulo II. Análisis del efecto de la intervención económica en la seguridad vial:
el caso de la Unión Europea
Jesús Boby Alcaide**

Török (2015)	Hungría	2001-2012	Se analiza el impacto de la crisis económico-financiera de 2008 en la seguridad vial, concluyendo que la reducción de la actividad económica ha conllevado una reducción en el tráfico rodado y en la siniestralidad.
Traynor (2008)	Ohio (EE.UU.)	1999-2003	Se aborda la relación entre ingresos per cápita y mortalidad por accidentes de tráfico. Se infiere que existe correlación de signo positivo entre ambas variables. Asimismo, se establece que dicha correlación es más fuerte cuando el volumen de tráfico en autovías es mayor (frente a otras vías).
Vandoros et al. (2014)	Grecia	2010-2011	Utilizando como variables de control el nivel de actividad económica, el anuncio de medidas de recorte por parte de la Administración se relaciona de forma significativa con una mayor siniestralidad.
Wagenaar (1984)	EEUU	1972-1983	El incremento de desempleo en una economía lleva a una reducción de los fallecimientos por un doble efecto: por un lado, influye de forma positiva al incrementar el estrés de los conductores, aunque por otro lado (efecto más importante), reduce el número de desplazamientos impactando en la probabilidad de accidentes.

Fuente: elaboración propia a partir de los estudios citados.

2.1.3. Efecto de las crisis económicas en la seguridad vial

Como se ha comentado anteriormente, las crisis económicas suponen un interesante campo de estudio para analizar el impacto de las variables económicas en la seguridad vial, al aparecer cambios significativos en la dinámica que permiten contrastar hipótesis de forma empírica.

De este modo, se encuentran distintos precedentes para analizar el efecto de las variables económicas en la seguridad vial en tiempos de crisis. Wagenaar (1984) estudió el efecto de la crisis de la década de los 80 del pasado siglo en EE.UU. sobre la siniestralidad, realizando una regresión entre los fallecimientos por accidentes de tráfico y diversas variables macroeconómicas (principalmente, nivel de desempleo) llegando a la conclusión de que el incremento de desempleo derivado de la crisis económica en una economía lleva a una reducción de los fallecimientos. Dicha relación viene por un doble efecto: por un lado, aumenta la mortalidad al incrementar el estrés de los conductores, aunque por otro lado (efecto más importante), reduce el número de desplazamientos impactando en la probabilidad de accidentes; siendo el efecto conjunto de reducción.

Sobre la crisis económico-financiera de 2008, en primer lugar destacamos los estudios de Chi et al. (2013) o Pirdavani et al. (2013), ambos incluidos en la **Tabla 9**. Estos estudios demuestran de forma empírica el impacto que un incremento de los precios del combustible (especialmente en periodos de recesión económica) tiene un efecto significativo en la reducción de la movilidad y, finalmente, implica una reducción de la siniestralidad vial. Sin entrar en los mecanismos ni centrarse únicamente en la seguridad vial, la investigación mostrada en French y Gumus (2014) hace uso de datos de panel para inferir el efecto de la recesión en la mortalidad en accidentes de motocicleta en EE.UU. Asimismo, Toffolutti y Suhrcke (2014) –que si bien no estudia sólo el impacto en la siniestralidad vial- analiza el impacto de la crisis económico-financiera de 2008 en la salud de los ciudadanos de la mayor parte de países de la UE-27+ Reino Unido, concluyendo que esta crisis económica tuvo un impacto positivo (disminuyendo) en los fallecimientos por accidente de tráfico.

En esta misma línea, Lloyd et al. (2015) evalúa el impacto de la crisis económico-financiera de 2008 en la mortalidad vial en el Reino Unido, concluyendo también que

esta tuvo un efecto de reducción de los fallecidos por esta causa, influyendo principalmente en: i) menor tráfico por una menor actividad económica y ii) cambios en la conducta de los conductores (por un lado, una conducción más económica y por ende más moderada; y por otro lado, una reducción en hábitos perjudiciales para la conducción como el abuso de bebidas alcohólicas). Este último hecho, de reducción de infracciones de tráfico por consumo de alcohol, viene refrendado por el estudio que Krüger (2013) realizó para el caso de Suecia.

Por su parte, en Kweon (2015) se presenta el estudio de la importante reducción en la siniestralidad vial en el Estado de Virginia (EE.UU.) durante la crisis económico-financiera de 2008. Concluye que los dos principales factores influyendo en siniestralidad y mortalidad vial son el nivel de precios (medido por las variaciones del índice de precios al consumo) y la actividad económica (medida por el nivel de desempleo). Se demuestra que -para este caso- una reducción de un 1% de cualquiera de dichas variables, implica un impacto de aproximadamente 2.500 accidentes y 40 muertes anuales menos. Rojo et al. (2016) estudian el caso español introduciendo como nueva variable explicativa de la siniestralidad y mortalidad vial la inversión en infraestructura. Demuestran de forma empírica que, durante la crisis económico-financiera de 2008 en España, la reducción de inversión en infraestructura vial (especialmente, en mantenimiento de la misma) ha contribuido a un incremento de la siniestralidad vial. No obstante, el efecto final es una reducción de la mortalidad vial inducida por la menor actividad económica, coincidiendo también con Rodríguez-López et al. (2016), que estudian el periodo 2006-2016 también para España, concluyendo, como se introduce también en la **Tabla 9**, que accidentes y actividad económica mostraron un comportamiento por-cíclico durante el periodo de estudio.

El estudio de He (2016) analiza datos de panel de distintos estados de EE.UU., llegando a la conclusión de que incrementos de desempleo y reducción de mortalidad vial estuvieron fuertemente correlacionadas durante la crisis económico-financiera de 2008, así como que la reducción de la mortalidad está causada más por la reducción de riesgo que por la reducción de exposición. Es decir, como se expone en la **Tabla 9**, durante los periodos de depresión económica, los conductores se vuelven más precavidos al volante. En la misma línea, Noland y Zhou (2017), usan datos de panel de los distintos estados de

EE.UU. entre 1984 y 2014 para demostrar de forma empírica que existe una relación entre la mortalidad vial y el desarrollo económico (medido por la mediana de ingresos y el índice de Gini). De esta forma, reducciones en la mediana de ingresos conllevan reducciones en la mortalidad (elasticidad positiva) y reducciones en la igualdad también llevan a menor mortalidad (elasticidad negativa con el índice de Gini). También se destaca el estudio de Noble et al. (2015), donde se confirma la hipótesis de que la crisis económico-financiera de 2008 redujo la presencia de los conductores más jóvenes, por las barreras económicas para el acceso a un vehículo a motor, y que dado que a su vez estos son los de más riesgo, se indujo así una menor mortalidad vial. Este estudio es también incluido en las conclusiones de Wegman et al. (2017).

No obstante, el efecto de las crisis no es siempre el de reducción de la siniestralidad y mortalidad vial. Los periodos de recesión económica, influyen de forma negativa en el ánimo y la salud psíquica de la población, que a su vez tiene un impacto negativo en la seguridad vial. Se ha demostrado también de forma empírica que el mero anuncio de las políticas de recorte en gasto público realizadas en Grecia en el marco de la crisis económico-financiera de 2008 causó incrementos de la siniestralidad vial (Vandoros et al., 2014). Aunque es importante remarcar que, en términos generales, la mortalidad vial también ha sido pro-cíclica con la actividad económica para este el caso griego como se demuestra en Michas y Micha (2013).

Por otra parte, la austeridad en las Finanzas Públicas ha sido una respuesta típica a la recesión económica (European Commission, 2018b; Sapir et al., 2014) y tiene un impacto negativo en muchas áreas socioeconómicas como son educación (Chalari, 2016) o cuidado de personas vulnerables (Janssen et al., 2016). Incluso, estas medidas de austeridad impactan directamente reduciendo la capacidad de gasto y el bienestar de la población (Botezat, 2017; Hespanha, 2015). Este impacto negativo de los recortes presupuestarios de la Administración Pública también se ha visto reflejado en la asistencia sanitaria, donde muchos estudios demuestran empíricamente que existe una relación entre las medidas de austeridad y una peor salud mental y física (Quaglio et al, 2013; Ifanti et al., 2013; Borisch, 2014) o incluso un aumento de la tasa de suicidios (Antonakakis y Collins, 2015).

Por lo tanto, la intervención financiera y las medidas de austeridad que la acompañan bien pueden haber impactado otras áreas específicas del gasto público cuyos vínculos con los accidentes de tráfico se han abordado previamente en la literatura académica, como, por ejemplo:

- a)** Reducciones presupuestarias como parte de los programas de austeridad para las políticas de seguridad vial (vigilancia de carreteras o campañas publicitarias) (Chen et al., 2012; Dadashova et al., 2016; Jessie y Yuan, 1998; Krüger, 2013; Traynor, 2009) y para mantenimiento y expansión de la red de carreteras que han tenido efectos negativos, como se demuestra en Nguyen-Hoang y Yeung (2014).
- b)** Peor atención sanitaria post accidente de tráfico por reducción de los presupuestos sanitarios (Borisch, 2014; Ifanti et al., 2013), también como parte de programas de austeridad.
- c)** Peor stock de vehículos por la reducción de las políticas de incentivos fiscales a la renovación de vehículos y, en un sentido más general, por la reducción del presupuesto para transporte de los hogares. Esto ha dado lugar a vehículos que son, en promedio, más antiguos y con un nivel de mantenimiento más bajo y más barato (Cascajo et al., 2018).
- d)** Efectos psicológicos de las medidas de austeridad por su comunicación a la opinión pública en los medios de comunicación (Antonakakis y Collins, 2015; Vadoros et al., 2014; Vadoros et al., 2018), que pueden derivar en conductas de conducción más arriesgadas. Sin embargo, por otro lado, la población de un país con intervención financiera es más consciente de la situación económica y puede reaccionar con un comportamiento más responsable, con un menor consumo de alcohol y conduciendo a menor velocidad para evitar multas y ahorrar combustible (Lloyd et al., 2015; Noble et al., 2015; Petrou, 2019).

Respecto a los efectos a medio y largo plazo sobre factores más difíciles de medir directamente, como la menor calidad del sistema educativo e incluso del sistema judicial, que, en última instancia, pueden afectar el comportamiento de los usuarios de la vía y la aplicación de las leyes de tráfico, tenemos un doble efecto contrapuesto: por un lado, las crisis económicas hacen esperar una mejora de la siniestralidad vial debido al comportamiento procíclico de las variables de seguridad vial con la actividad económica; por otro lado, estas crisis económicas conllevan medidas de austeridad y reducción de

presupuesto públicos (principalmente importantes en la crisis financiera de 2008, que se analiza en el epígrafe siguiente), así como empeoramiento de la salud mental de la población, por lo que impactan de forma negativa en la seguridad.

2.2. La crisis financiera de 2008 y su impacto en la seguridad vial

Los orígenes de la crisis financiera y económica que se sufrió a nivel mundial al final de la primera década del siglo XXI (también conocida como Gran Recesión) se remontan aproximadamente a 2008, cuando estalló la burbuja de las llamadas hipotecas *subprime* en Estados Unidos.

Se suele atribuir como principal causa las bajadas generalizadas de tipos de interés y la poca sensibilidad hacia el riesgo de diversas entidades bancarias a la hora de conceder hipotecas. El principal catalizador resultó ser el colapso en EE.UU. del banco de inversión Lehmann Brothers en 2008 (European Commission, 2018b; Mc Donald, 2016; Orviska y Hudson, 2017) y, tras esto, la crisis se expandió rápidamente a otros países y continentes, incluyendo un impacto importante en el conjunto de la UE-27 más el Reino Unido.

Lehman Brothers (multinacional estadounidense de servicios financieros fundada en 1850) era una empresa líder en banca de inversión, gestión de activos financieros e inversiones en renta fija, banca comercial, gestión de inversiones y servicios bancarios en general. Antes de declarar su quiebra en septiembre de 2008, era el cuarto banco de inversión más grande de Estados Unidos, con unos activos de más de 600 millones de dólares. Pese a su fortaleza y trayectoria, en 2008 se descubrió que Lehman Brothers tenía una excesiva exposición a las hipotecas *subprime*, de alto riesgo, lo que generó que las principales agencias de calificación devaluasen su *rating* y que sufriese una pérdida masiva de clientes, entrando en quiebra el 15 de septiembre de 2008. A Lehman Brothers le sucedieron numerosas entidades financieras a nivel mundial y, finalmente, la crisis acabó impactando en las finanzas soberanas de distintos países.

Centrándonos en el caso europeo, el PIB de la UE-27+Reino Unido se mantuvo constante (a precios corrientes) entre 2008 y 2011, mientras que se produjo una enorme reducción del PIB a precios constantes. Además, la crisis llevó a los gobiernos, el Banco Central Europeo, la Comisión Europea y otras instituciones (por ejemplo, el Fondo

Monetario Internacional) a eliminar a muchos actores del sistema bancario europeo, así como a otras medidas, como la expansión cuantitativa (Frank et al., 2008; Frank y Hesse, 2009; Orviska y Hudson, 2017) y el apoyo financiero directo (European Commission, 2018b) a dichas entidades. Pero no sólo las instituciones financieras requirieron estas ayudas, sino que también algunos Estados necesitaron el apoyo financiero de las instituciones internacionales para estabilizar sus cuentas y balances. Las inyecciones de capital estuvieron acompañadas de la intervención de la llamada *Troika* (el grupo de decisión formado por la Comisión Europea, el Banco Central Europeo y el Fondo Monetario Internacional).

El efecto de la crisis en el conjunto de países de la UE fue heterogéneo, tal y como puede apreciarse en la **Tabla 10**. Mientras que algunos países vieron reducido su PIB per cápita en más de un 10% en el periodo entre 2008 y 2013 (Grecia, Chipre, Eslovenia, Croacia, España e Italia); otros incrementaron su renta media, destacando particularmente el caso de Polonia, aunque también incluyendo a Lituania, Eslovaquia y Malta.

Geográficamente, los países más afectados por la crisis por su ratio deuda/PIB, desempleo y déficit y por la intervención de la *Troika*, fueron los de la periferia europea, especialmente los del Mediterráneo, como se puede observar en la **Tabla 11**. De hecho, los medios de comunicación y la academia en ocasiones han descrito la situación diferencial desde esta perspectiva geográfica y distinguido entre los países acreedores en el centro y norte de Europa y los países deudores en la periferia (Cardao-Pito, 2017; Gutiérrez et al., 2013), siendo la versión más ofensiva la de calificar a estos últimos como PIGS (Portugal-Irlanda-Grecia-España).

Tabla 10. Variación del PIB per cápita (euros) y del PIB (millones de euros) para los países de la UE-27+Reino Unido entre 2008 y 2013

País	PIBpc 2008	PIBpc 2013	Var. (%)	PIB 2008	PIB 2013	Var. (%)
Grecia	31.590	23.529	-26%	349.954	258.002	-26%
Chipre	33.871	28.109	-17%	26.644	24.228	-9%
Eslovenia	31.406	27.882	-11%	63.501	57.424	-10%
Croacia	21.339	18.990	-11%	92.029	80.851	-12%
España	31.866	28.649	-10%	1.465.295	1.334.836	-9%
Italia	32.516	29.323	-10%	1.926.301	1.778.318	-8%
Finlandia	38.140	35.321	-7%	202.654	192.113	-5%
Portugal	25.189	23.422	-7%	265.949	244.927	-8%
Irlanda	37.787	35.929	-5%	169.890	165.337	-3%
Luxemburgo	85.931	82.154	-4%	42.040	44.801	7%
Países Bajos	43.926	42.113	-4%	722.151	707.493	-2%
Dinamarca	39.618	38.503	-3%	217.622	216.116	-1%
República Checa	27.202	26.458	-3%	283.706	278.097	-2%
Hungría	22.306	21.765	-2%	223.912	215.325	-4%
Reino Unido	41.003	40.410	-1%	2.534.977	2.590.540	2%
Bélgica	37.773	37.231	-1%	404.439	413.448	2%
Francia	34.000	33.768	-1%	2.187.021	2.226.213	2%
Rumanía	19.815	19.763	0%	406.954	395.045	-3%
Austria	40.734	40.661	0%	338.974	344.695	2%
Suecia	40.510	40.519	0%	373.487	388.997	4%
Estonia	25.119	25.275	1%	33.620	33.369	-1%

**Capítulo II. Análisis del efecto de la intervención económica en la seguridad vial:
el caso de la Unión Europea
Jesús Boby Alcaide**

Letonia	23.259	23.551	1%	50.652	47.404	-6%
Alemania	37.515	38.633	3%	3.029.850	3.115.567	3%
Bulgaria	17.052	17.665	4%	127.763	128.339	0%
Eslovaquia	22.233	23.400	5%	120.189	126.664	5%
Malta	28.127	29.858	6%	11.514	12.641	10%
Lituania	23.509	25.086	7%	75.186	74.198	-1%
Polonia	19.043	21.728	14%	725.861	836.565	15%

NOTA: PIB a PPA calculado a precios de 2010
Fuente: elaboración propia a partir de datos de Eurostat

Tabla 11. Intervención financiera en distintos países de la UE-27+Reino Unido

País	Periodo de intervención	Observaciones
Chipre	2013-2016	Chipre recibió un programa de apoyo financiero ('programa de ajuste económico') que comenzó en 2013 y supuso 10 millardos de € en total. El programa se extendió hasta marzo de 2016, tras comprobar la Comisión Europea, con sus mecanismos de seguimiento, que las finanzas públicas de este Estado habían mejorado y volvía a un crecimiento económico sostenible. Actualmente, Chipre continúa bajo la vigilancia post-programa, que se prevé mantener hasta que devuelva el 75% del préstamo recibido (estimado para el año 2029).
Grecia	2010-actualidad	Grecia recibió el principal paquete de apoyo financiero por parte de la Troika. En total, se apoyó a este país con cerca de 300 millardos de €, con dos primeras fases (2010 y 2014) y con una continuidad posterior con el Mecanismo Europeo de Estabilidad. El programa sigue aún en vigor, estando en seguimiento de las medidas implementadas como respuesta al mismo. En febrero de 2022, la Comisión Europea lanzó el 13er informe de seguimiento como resultado de su colaboración con el gobierno griego y el resto de integrantes de la Troika, cuya principal conclusión es que Grecia va en senda de recuperación aunque con una alta incertidumbre (influenciada también por la pandemia de COVID-19).
Irlanda	2010-2013	Irlanda recibió (tras Grecia) el segundo mayor programa de apoyo financiero por parte de la Troika. En total, recibió ayudas por un total de 85 millardos de € y el programa estuvo activo entre los ejercicios 2010 y 2013. Irlanda cumplió con creces los objetivos planteados y, de hecho, tras la finalización del programa ha mostrado uno de los mejores comportamientos económicos de la UE-27+Reino Unido con un crecimiento del PIB del 85% desde el mínimo alcanzado en 2012.

**Capítulo II. Análisis del efecto de la intervención económica en la seguridad vial:
el caso de la Unión Europea
Jesús Boby Alcaide**

		No obstante, continúa bajo la vigilancia post-programa hasta que devuelva el 75% del préstamo recibido, que se espera para el año 2031.
Portugal	2011-2014	Con 75 millardos de € recibidos, Portugal supuso tras Grecia e Irlanda el tercer mayor rescate financiero ejecutado por la Troika. El programa contenía diversas medidas estructurales orientadas a acelerar el crecimiento potencial, crear empleos y mejorar la productividad; una estrategia de consolidación fiscal para reducir el déficit y la ratio deuda/PIB; y una reestructuración del sector bancario. Tras darse por alcanzados los objetivos marcados en 2014, pasó a la vigilancia post-programa hasta la devolución del 75% de los préstamos recibidos (esperada para 2035).
España	2012-2015	España no estaba incluida dentro del programa de apoyo financiero de la Troika. No obstante, era el país más extenso, en población y relevancia económica, de los que recibieron apoyo financiero bajo el programa de intervención financiera de la Comisión Europea (sin participación del resto de actores de la Troika) y por ello se incluye en el análisis. Dicho programa hizo uso de aproximadamente 39 millardos de euros de los 100 millardos que la Comisión Europea designó para recapitalización bancaria. Entre las medidas, se incluía una reorganización del sistema bancario español y el lanzamiento de diversas políticas para fortalecer la regulación bancaria, mejorar la gestión de la banca comercial e incrementar la protección de los clientes. En 2015, el programa de apoyo se dio por finalizado y se lanzó la vigilancia post-programa.

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de European Commission (2018b)

Una consecuencia de la intervención financiera fue la implementación de políticas de austeridad de diversa índole (*austericidio* para algunos de sus críticos) en las finanzas públicas (European Commission, 2018b; Sapir et al., 2014) de cara a evitar el crecimiento descontrolado del déficit público.

2.3. Objetivos de investigación del Capítulo II

Como se ha introducido anteriormente, el objetivo de investigación de este Capítulo es determinar econométricamente si se puede trazar una tendencia general entre actividad/desarrollo económico y seguridad vial para la UE-27 + Reino Unido, y particularmente si los programas de apoyo financiero liderados por la *Troika* tuvieron algún impacto en este sentido. Como se ha comentado, hay que tener en cuenta el posible doble efecto en la seguridad vial vinculado con la intervención económica de un país. Por un lado, existe una reducción sustancial de la actividad económica y del efecto exposición, impactando positivamente en la seguridad; aunque, por otro lado, existe un aumento de las medidas de austeridad y reducción de presupuestos, junto a un deterioro generalizado de la salud mental de la población. Además, también hay que considerar que

existen distintos ritmos de convergencia económica entre los Estados miembros de la UE (véase Castillo-Manzano et al., 2014b), así como también los diferentes países mostraron una alta heterogeneidad a la hora de consolidar la recuperación de la crisis económica de 2008 y, por último, no todos ellos participaron en un programa de soporte financiero con las consiguientes medidas exigidas.

Nuestra hipótesis plantea que, a priori, las medidas de intervención y austeridad impuestas por la *Troika* podrían haber tenido un claro efecto negativo en los países intervenidos, concretamente al incrementar el número de accidentes de tráfico en sus carreteras, hacerlos más graves y deteriorar la asistencia sanitaria. Como se ha adelantado en el epígrafe 2.1.3, los principales factores detrás de este posible deterioro son una reducción del presupuesto asignado a políticas de seguridad; una peor atención sanitaria post accidente de tráfico vinculada a recortes presupuestarios en los servicios públicos de atención a la salud; el envejecimiento y deterioro del parque automovilístico, influenciado por un menor poder adquisitivo de la población y un cambio en la preferencia en los gastos (la renovación y mantenimiento de los vehículos deja de ser prioritaria para el ciudadano) así como por la retirada por parte de la administración de incentivos a la compra de vehículos nuevos; e incluso efectos psicológicos negativos como consecuencia del deterioro en las expectativas personales y profesionales de las personas. Este efecto sería independiente y debería compensar, al menos en parte, la menor tasa de accidentes de tráfico provocada simplemente por una menor exposición al riesgo en estos países debido a la mayor caída del PIB.

Teóricamente, todos estos factores podrían afectar la evolución de la siniestralidad vial de los países intervenidos durante la crisis económica y la forma de la curva de Kuznets antes descrita.

Esta investigación, por tanto, tiene como objetivo dar respuesta a las siguientes preguntas de investigación:

- ¿La intervención financiera tuvo un impacto negativo en la seguridad vial de los países bajo la misma?

- ¿La intervención financiera atenuó o intensificó los efectos que la crisis *per se* habría tenido sobre la seguridad?
- ¿La intervención financiera afecta el comportamiento a largo plazo predicho por la hipótesis de la curva de Kuznets?

2.4. Metodología y datos del Capítulo II

Para realizar este estudio, se han aplicado modelos econométricos a un panel de datos construido originalmente para el conjunto de los 27 Estados miembros de la UE + Reino Unido durante el periodo 1995-2015, donde se estudia la relación entre variables de seguridad vial y una serie de atributos económicos, demográficos, de movilidad y de políticas de seguridad vial implementadas por cada país.

Hemos utilizado los datos de la UE-27+Reino Unido, desde 1995 hasta 2015, siendo la unidad de observación el par países-años. Se elige 2015 como final del periodo de análisis al ser este el año en el que se superó el nivel de PIB en la UE-27+Reino Unido de 2008 tras la crisis. Para tratar el panel de datos construido, se han estimado varios modelos. Las características diferenciales de cada uno de los modelos respecto al resto se muestran en la **Tabla 15** junto al resultado de las estimaciones, y los modelos tienen la siguiente forma para el país i durante el periodo t :

$$\ln(E[Y_{it}]) = \alpha + (\beta_k + \beta'_k \text{int}_{it})X_{it} + \gamma_k Z_{it} + \nu_t \text{Año}_t + \delta_i \text{País}_{it} + \zeta \text{int}_{it} + \varepsilon_{it}, \quad (2)$$

Como se mencionó anteriormente, el objetivo principal de esta investigación es evaluar el impacto de las intervenciones financieras de la *Troika* en la seguridad vial. Nótese que la ecuación (2) se convierte en (3) cuando un país no ha recibido ninguna intervención financiera y (4) cuando sí la ha recibido.

$$E[Y_{it_nointerv}] = \exp[\alpha + \beta_k X_{it} + \gamma_k Z_{it} + \nu_t \text{Año}_t + \delta_i \text{País}_{it} + \varepsilon_{it}] \quad (3)$$

$$E[Y_{it_interv}] = \exp[\alpha + (\beta_k + \beta'_k) X_{it} + \gamma_k Z_{it} + \nu_t \text{Año}_t + \delta_i \text{País}_{it} + \zeta + \varepsilon_{it}] \quad (4)$$

Así, el cambio total en el comportamiento de un país que ha recibido apoyo financiero se expresa en la ecuación (5).

$$E [Y_{it_interv}] = E [Y_{it_nointerv}] \cdot \exp[\beta' X_{it} + \zeta] \quad (5)$$

A continuación, se definen las variables endógenas y de control consideradas, la cuales se basan en factores tradicionalmente analizados en estudios previos de seguridad vial de países de la UE-27+Reino Unido (Albalate y Bel, 2012; Castillo-Manzano et al., 2014a, 2014b, 2015, 2016; Dee, 1999; y Tolón-Becerra et al., 2013). La **Tabla 12** incluye la descripción de las variables usadas en el estudio, junto a las fuentes de información utilizadas, mientras que la **Tabla 13** presenta los principales estadísticos descriptivos de las mismas.

a) Y_{it} es la variable endógena de los modelos. Se ha utilizado tanto el número total de accidentes de tráfico como el número total de víctimas mortales (dentro de los 30 días siguientes al accidente, siguiendo la Convención de Viena). Como es habitual en la literatura, se eligen variables de conteo en lugar de variables per cápita y la población se utiliza como variable de exposición en el modelo. Pese a que, como se muestra en la **Tabla 12**, los datos de accidentes se toman de una sola fuente (UNECE), esta fuente es alimentada a su vez por distintas bases de datos, como CARE EU o bases de datos nacionales en algunos casos; por lo que, como reconoce directamente la Comisión Europea en European Commission (2018c), existe heterogeneidad entre los datos de accidentes de diferentes países, hecho que puede influir en los resultados y su interpretación. Esta es la razón por la que también hemos analizado los fallecimientos, para los que existe una definición más homogénea y comparable entre países.

b) X_{it} contiene el vector de atributos económicos de cada país (medido por el PIB per cápita y el PIB per cápita al cuadrado). El PIB per cápita se utiliza para probar una posible relación entre el desarrollo económico y la seguridad vial. Como se mencionó en la Introducción, la relación entre el desarrollo económico y la seguridad del tráfico suele ser positiva y lineal (Kopits y Cropper, 2005). Sin embargo, una vez que se ha alcanzado un cierto nivel de ingresos, esta relación puede reducirse o incluso revertirse (Bishai et al, 2006). En este análisis, tanto el PIB per cápita como el PIB per cápita al cuadrado se consideran variables exógenas para modelar cualquier posible cambio en la dinámica después de un nivel específico de desarrollo.

c) Zit son variables de control que miden:

c.1) políticas de seguridad vial (límites de consumo de alcohol, implementación de un sistema de permiso de conducir basado en puntos, límite de velocidad y una variable ficticia para modelar el cambio de medidas en Rumanía con la inauguración de una nueva oficina de Seguridad Vial en 2005).

c.2) parámetros demográficos (edad mediana de la población, densidad de población). Con respecto a la población, se incluye una variable para la edad mediana de la población en cada uno de los países para modelar el efecto que tienen las diferencias en los comportamientos de conducción de las distintas franjas de edad. Según la literatura científica existente (como Kanaan et al., 2009; Keall et al., 2004; Prat et al., 2015; Wegman et al., 2017), los conductores más jóvenes presentan comportamientos de mayor riesgo y mayor consumo de drogas y alcohol y, por tanto, pueden contribuir al aumento de la probabilidad y gravedad de los accidentes. Así, se ha demostrado que la población de más edad tiene una influencia positiva en la seguridad vial (según Albalate et al., 2013); sin embargo, se espera que la mortalidad sea mayor con los conductores de edad avanzada ya que este colectivo es más vulnerable al ser más frágiles en caso de accidente (Koppel et al., 2011; Li et al., 2003).

c.3) movilidad (vehículos·km y densidad de vías de alta capacidad). La variable vehículos·km (o millas) es una variable que se ha utilizado para modelar la exposición en numerosos trabajos de investigación anteriores (Farmer, 1997; Kweon, 2015), mientras que la densidad de vías de alta capacidad o de carreteras también se ha utilizado en varios artículos (Anwaar, 2012; Bester, 2000); Jacobs y Cutting, 1986). Siguiendo estudios previos (Albalate y Bel, 2012; Castillo-Manzano et al., 2015; Kopits y Cropper, 2005), inicialmente se incluyó una variable de tasa de motorización; sin embargo, se ha omitido del modelo final por presentar una correlación muy alta con el PIB per cápita. La relación que debería esperarse para la movilidad no está muy clara. Obviamente, mayores niveles de movilidad implican mayor exposición a accidentes de tráfico; no obstante (principalmente, en países desarrollados), otros parámetros como mejor infraestructura y mejores vehículos, así como políticas y actitudes sociales más orientadas hacia la seguridad vial previsiblemente anularán el efecto.

d) Año_t es el año en que se mide cada dato. Esto equivale a introducir una tendencia de tiempo lineal.

e) País: son efectos fijos por país. Los efectos país se incluyen en el modelo para cuantificar todas las características geográficas y socioeconómicas específicas de los países, que no se miden de forma explícita con las otras variables. El propósito de estas variables es considerar aspectos intrínsecos a cada país como las condiciones climáticas, las características culturales (Haustein y Nielsen, 2016) y las variables geográficas. Los efectos de país normalmente se incluyen cuando se trabaja con datos de panel en análisis de siniestralidad vial en carretera (Toffolutti y Suhrcke, 2014).

f) int_{it} es la variable de Intervención Financiera (usada en cada modelo según lo indicado en la **Tabla 12**). Como se comentó en la Introducción, el aporte más novedoso de este Capítulo radica en la inclusión de variables para analizar los efectos específicos que la Intervención Financiera brindada a un país tiene sobre la seguridad vial. La variable Intervención Financiera se incluye en el modelo de dos formas diferentes: primero, se incluye una variable de Intervención Financiera como independiente en el modelo (efecto directo), vinculada a la notificación e implementación del programa de apoyo financiero en el país. En teoría, esto debería capturar todos los efectos directos e inmediatos, como recortes en los presupuestos de las correspondientes agencias nacionales de seguridad vial y la policía de tráfico. En segundo lugar, la variable Intervención Financiera multiplica la variable o variables económicas (efecto indirecto) ya que representa la influencia que tiene el apoyo financiero en la relación a largo plazo entre la seguridad vial y el desarrollo económico que muestra la curva de Kuznets.

El efecto de la Intervención Financiera puede, por tanto, dividirse en dos partes (directa e indirecta):

f.1) Efecto directo del apoyo financiero, con elasticidad ζ y modelado a través de la variable Intervención Financiera (int_{it}).

f.2) efecto indirecto del apoyo financiero, con elasticidad β'_1 (PIB per cápita)_{it} + β'_2 (PIB per cápita al cuadrado)_{it}.

El efecto total del apoyo financiero se muestra en la Ecuación (6).

$$\text{Efecto_de_asistencia_financiera_total} = \exp [\beta'_k X_{it} + \zeta] \quad (6)$$

g) ε_{it} es el error aleatorio con media cero.

Tabla 12. Descripción de las variables del modelo del Capítulo II

Variables	Descripción	Fuente
Accidentes	Número total de accidentes de tráfico registrados en el país y periodo	Base de datos de la división de Transporte de UNECE
Fallecidos	Número total de fallecidos en accidentes de tráfico dentro de los 30 días desde el accidente (según la Convención de Viena) registrados en el país y periodo	Base de datos de la división de Transporte de UNECE
PIB per cápita	Producto Interior Bruto per cápita (en miles de euros) a precios de mercado	Eurostat
Tasa de alcoholemia	Tasa máxima de alcohol en sangre (g/l) permitida (para conductor 'estándar')	Página web de seguridad vial de la Comisión Europea y Organización Mundial de la Salud
Carnet por puntos	Implantación del carnet por puntos (0=no, 1=sí)	SWOV (2008)
Límite de velocidad	Límite legal de velocidad en las vías de alta velocidad del país (NOTA: para Alemania es recomendación)	Página web de seguridad vial de la Comisión Europea
Cambio Rumanía	Dummy que modela la creación de una nueva Oficina de Seguridad Vial en Rumanía en el año 2005 y que llevó a un cambio en la contabilización. 1 para Rumanía a partir de 2005; 0 en el resto de casos.	Tomescu y Casapu (2009)
Edad mediana	Mediana de la edad de la población en número de años	Eurostat
Densidad de población	Número de habitantes por km ²	Eurostat
Densidad de vías de alta capacidad	Longitud de autovías y autopistas dividido entre superficie del país (medido en km/km ²)	Base de datos de la división de Transporte de UNECE
Vehículos-km	Movilidad medida en vehículos de pasajeros por distancia recorrida (en km)	Informe estadístico de movilidad y transporte de la Comisión Europea
Intervención Financiera	Variable dummy que toma el valor 1 si el país ha recibido Intervención Financiera durante al menos un año; 0 en cualquier otro caso	European Commission (2018b); Sapir et al. (2014)
Población	Número de habitantes según el censo oficial a fecha 1 de enero en el país	Eurostat

Fuente: elaboración propia

Tabla 13. Estadísticos descriptivos de las variables del modelo del Capítulo II

Variable	Nº Observaciones	Mediana	Desviación Estándar	Mínimo	Máximo
Accidentes	583	46.927,17	79.055,22	577	395.689
Fallecidos	585	1.600,23	1.995,79	9	9.454
PIB per cápita	574	29.061,07	12.858,55	9.020	88.590
Tasa de alcoholemia	588	0,40	0,23	0	0,80
Carnet por puntos	588	0,57	0,50	0	1
Límite de velocidad	588	121,50	13,51	80	130
Cambio Rumanía	588	0,02	0,14	0	1
Edad mediana	582	38,76	2,66	30,80	45,90
Densidad de población	573	168,74	237,46	16,80	1.369,50
Densidad de vías de alta capacidad	534	0,018	0,019	0	0,221
Vehículos·km	588	158,23	240,37	1,70	926,90
Intervención Financiera	588	0,046	0,21	0	1
Población	588	17.679.662	22.317.659	376.433	82.536.680

Fuente: elaboración propia

Basándonos en la naturaleza de los datos de panel de la muestra (datos de conteo con alta dispersión), se utiliza una distribución binomial negativa para modelar la variable exógena en la ecuación (2), mediante un método ‘population averaged’ y un ‘link’ logarítmico. Se trata de un modelo que parece ser muy efectivo para casos en los que la variable explicada es una magnitud medida en números naturales y cuando la varianza es mucho mayor que la media para dichas variables -es decir, son muy dispersas-, como se puede observar que es el caso del presente estudio, según se desprende de la **Tabla 13**. La regresión binomial negativa ha sido ampliamente utilizada anteriormente por la literatura científica dedicada al estudio de la siniestralidad vial (Castillo-Manzano et al., 2015; Albalate et al., 2013; Johansson, 1996).

El método escogido es robusto a heterocedasticidad y se ha realizado una corrección de autocorrelación entre países al hacer clusterización entre periodos. Asimismo, se incluye la variable población como factor de exposición de la variable endógena. Igual que sucede en otros casos como Antoniou et al. (2016), nuestro panel no puede clasificarse claramente en ninguno de los grupos: micropanel o macropanel (ya que un período de 20 años se ubica entre las categorías de tiempo “pequeño” y “grande”). Por tanto, se opta por un enfoque de micropanel en el tratamiento de los datos, que es compatible con la introducción de efectos fijos de país, utilizando N-2 variables ficticias. Esto sigue el enfoque introducido por Allison y Watterman (2002) y el utilizado con éxito anteriormente en la literatura científica sobre seguridad vial por Castillo-Manzano et al (2015) y Gilpin (2019).

Se ha realizado, asimismo, una prueba de normalidad (Shapiro-Wilk) sobre las variables endógenas y un test multi-variable de normalidad Doornik-Hansen. No se puede inferir que las variables endógenas sigan una distribución normal, representando este hecho una evidencia adicional para la elección de una distribución binomial negativa para las dos variables explicadas. También se ejecuta la prueba de Wald modificada para heterocedasticidad grupal, obteniendo significatividad alta (para las estimaciones sin correcciones), con lo que se concluye que es necesario el uso de modelos robustos a heterocedasticidad, como así se ha hecho. Por otro lado, también se realiza sobre ambas variables endógenas la prueba de Levin-Lin-Chu de raíces unitarias para datos de panel. Los resultados de esta prueba apoyan la selección de un modelo estacionario (Levin et al., 2002). Adicionalmente a lo anterior, y previamente a analizar la influencia de cada una de las variables, remarcamos que el modelo es significativo al 1% en su conjunto, como muestra el estadístico Wald chi-cuadrado. Además, se realizaron los test de Hausman que llevaron a descartar el uso de modelos de efectos aleatorios y reforzaron la introducción de efectos fijos de país, que también nos han permitido controlar posibles factores no observables que sean intrínsecos a cada uno de los países y constantes en el tiempo, como se realiza de forma generalizada en otros artículos (Verbeek, 2000). Los resultados de todos estos *tests* se incluyen, junto a los resultados, en la **Tabla 15**.

Para realizar el análisis econométrico, aplicamos la lógica de diferencias en diferencias (DiD), que es una metodología comúnmente empleada para la evaluación del

impacto de políticas públicas (ver Angrist y Pischke, 2009; Gertler et al., 2016 para más detalles). La lógica DiD es una técnica cuasi-experimental que se basa en la recopilación de datos para dos grupos de observaciones durante varios años; un grupo afectado por el tratamiento / política en algún momento del período considerado, y el otro grupo, el grupo de control, no afectado por la política, que permita definir un contrafactual apropiado y determinar si existe o no relación significativa y causalidad entre las variables de estudio. DiD se usa típicamente para estimar el efecto de una política, medida o tratamiento, entre otros, ya que permite comparar los cambios producidos a lo largo del tiempo entre una población sujeta a la política (grupo de intervención) y otra población que no está sujeta a dicha política (grupo de control). En este contexto, de cara a controlar las características intrínsecas de determinados individuos introducidos en ambos grupos, un elemento esencial del análisis DiD es la inclusión de efectos fijos por país.

2.5. Resultados y discusión del Capítulo II

La **Tabla 14** a continuación muestra la matriz de correlación para las variables usadas en los modelos. Como se aprecia, no se detectan indicios de correlación entre las variables explicativas usadas para las estimaciones.

Por otro lado, la **Tabla 15** presenta los resultados obtenidos para los diferentes modelos econométricos, así como los *tests* comentados anteriormente.

**Capítulo II. Análisis del efecto de la intervención económica en la seguridad vial:
el caso de la Unión Europea
Jesús Bobby Alcaide**

Tabla 14. Matriz de correlación de las variables exógenas del modelo del Capítulo II

	PIB per cápita	Tasa de alcoholemia	Carnet por puntos	Límite de velocidad	Cambio Rumanía	Edad mediana	Densidad de población	Densidad de vías de alta capacidad	Vehículos·km	Intervención Financiera
PIB per cápita	1									
Tasa de alcoholemia	0,4116	1								
Carnet por puntos	0,2073	0,2359	1							
Límite de velocidad	0,0639	-0,3423	0,0789	1						
Cambio Rumanía	-0,1191	-0,2537	0,0222	0,0988	1					
Edad mediana	0,1557	0,09	0,401	0,095	0,0319	1				
Densidad de población	0,1423	0,3958	0,0758	-0,3956	-0,0452	0,0412	1			
Densidad de vías de alta capacidad	0,5526	0,2614	0,0500	0,248	-0,1183	0,1494	0,1635	1		
Vehículos·km	0,2203	0,3164	0,2748	0,2078	-0,0541	0,2659	0,044	0,1844	1	
Intervención Financiera	0,0068	0,072	0,0222	-0,0708	-0,0224	-0,0035	-0,0436	0,0728	-0,0546	1

**Capítulo II. Análisis del efecto de la intervención económica en la seguridad vial:
el caso de la Unión Europea
Jesús Boby Alcaide**

Tabla 15. Resultados de las estimaciones del Capítulo II

Variable Endógena	Accidentes	Accidentes	Accidentes	Fallecidos	Fallecidos	Fallecidos
¿(PIB per cápita) ² incluido?	Sí	No	Sí	Sí	No	Sí
¿Efectos indirectos incluidos?	Sí	No	No	Sí	No	No
PIB per cápita	0,3804*** (0,1300)	0,1422* (0,0803)	0,3726*** (0,1323)	0,4551*** (0,0979)	0,1982*** (0,0673)	0,4521*** (0,0957)
(PIB ² per cápita)	-0,0268** (0,0125)		-0,0260** (0,0121)	-0,0301*** (0,0076)		-0,0298*** (0,0074)
Tasa de alcoholemia	0,1049 (0,8536)	0,4194 (1,0061)	0,1610 (0,8457)	-2,0791** (0,9130)	-1,5670* (0,8958)	-2,0583** (0,9016)
Carnet por puntos	-0,0028 (0,0193)	-0,0036 (0,0193)	-0,0036 (0,0196)	-0,0111 (0,0284)	-0,0155 (0,0278)	-0,0121 (0,0282)
Límite de velocidad	0,0505*** (0,0059)	0,0488*** (0,0063)	0,0498*** (0,0058)	0,0567*** (0,0126)	0,0541*** (0,111)	0,0565*** (0,0124)
Cambio Rumanía	1,1009*** (0,0167)	1,1087*** (0,0156)	1,1003*** (0,0168)	0,3466*** (0,0327)	0,3430*** (0,0285)	0,3439*** (0,0317)
Edad mediana	0,0233 (0,0369)	0,0456 (0,0388)	0,0299 (0,0369)	-0,0163 (0,0248)	0,0078 (0,0210)	-0,0148 (0,0240)
Densidad de población	0,000535 (0,0023)	-0,000107 (0,0027)	0,00052 (0,0022)	0,0023** (0,0009)	0,0012 (0,0016)	0,00225** (0,0009)
Densidad de vías de alta capacidad	-2,3658*** (0,3733)	-2,6565*** (0,4317)	-2,4571*** (0,3992)	-0,5706 (0,5060)	-0,8685 (0,5823)	-0,5750 (0,4974)
Vehículos·km	0,00071*** (0,0003)	0,00072*** (0,00026)	0,00067** (0,00028)	0,00103 (0,0007)	0,00103 (0,0006)	0,00103 (0,0007)
Intervención financiera	-1,7658 (2,5047)	-0,1633** (0,0802)	-0,1446* (0,0831)	0,3712 (1,2254)	-0,0759** (0,0315)	-0,0528 (0,0383)
(PIB per cápita) x (Intervención Financiera)	1,3022 (1,7211)			-0,2379 (,8313)		
(PIB ² per cápita) x (Intervención Financiera)	-0,2459 (0,2849)			0,0313 (0,1363)		
Año _t (tendencia temporal lineal)	-0,0392*** (0,0135)	-0,0400*** (0,0143)	-0,0405*** (0,0134)	-0,0630*** (0,0069)	-0,0640*** (0,0068)	-0,0632*** (0,0068)

**Capítulo II. Análisis del efecto de la intervención económica en la seguridad vial:
el caso de la Unión Europea
Jesús Boby Alcaide**

Efectos fijos de país	SÍ	SÍ	SÍ	SÍ	SÍ	SÍ
Wald chi2	47.129***	45.056***	45.941***	52.700***	51.757***	52.511***
Test de Wald modificado para heterocedasticidad de grupo (Ho: varianza constante)	10251***	5798***	10311***	1341***	809***	1201***
Test de Wooldridge –autocorrelación. (Ho: No hay autocorrelación de primer orden)	86,98***	82,63***	87,15***	1,16	1,46	1,14
Test de Levin-Lin-Chu - t* ajustada. (Ho: no estacionario)	-3,4971***	-3,4971***	-3,4971***	-4,3515***	-4,3515***	-4,3515***
Test de Shapiro-Wilk para normalidad de la variable endógena	0,9814***	0,9814***	0,9814***	0,9655***	0,9655***	0,9655***
Test multivariable de normalidad de Doornik-Hansen (Chi ²)	38162***	38162***	38162***	37600***	37600***	37600***
Nº observaciones	468	468	468	469	469	469
Nº países	28	28	28	28	28	28

Nota 1: los errores estándar se muestran entre paréntesis, robusto a heterocedasticidad y agrupado por país. La regresiones especifican una estructura de correlación AR(1) dentro del grupo. Se usa la población como variable de exposición

Nota 2: Significatividad estadística al 1% (***), 5% (**), 10% (*), respectivamente.

Nota 3: El estadístico Wald chi2 de significatividad conjunta se calcula con un modelo simplificado sin auto-regresión ni robusto a heterocedasticidad, por limitaciones de cálculo en el modelo completo.

Para todos los modelos que incluyen el PIB al cuadrado per cápita, se evidencia de forma empírica que existe una relación no lineal entre la seguridad vial y el PIB. Esta relación no lineal se aproxima a una parábola cóncava (U invertida). Estos resultados complementan la literatura científica anterior, pues se corrobora la hipótesis de la curva de Kuznets (es decir, el crecimiento económico crea recursos que pueden conducir a una disminución de las muertes por accidentes de tráfico a largo plazo, para altos niveles de desarrollo). Para más referencias en esta línea, puede revisarse, por ejemplo, Antoniou et al. 2016 o Law et al., 2011, entre otros, donde establecen esta relación para el caso de los fallecidos en accidente de tráfico. Además, estos resultados amplían la conclusión también para los accidentes de tráfico (nótese que los artículos científicos nombrados hasta este punto referían una relación en forma de U invertida entre los fallecidos y las variables de desarrollo económico; pero sin mencionar los accidentes de tráfico). De este modo, se refuerzan los hallazgos de otros investigadores con una nueva variable de seguridad vial.

Por tanto, demostramos que, para niveles menores de desarrollo, un crecimiento económico causa externalidades negativas en la seguridad vial (principalmente debidas a la mayor exposición al riesgo), mientras que, a partir de cierto nivel de desarrollo económico, se manifiestan externalidades positivas que hacen que, tanto accidentes como fallecimientos per cápita, se reduzcan.

Por su parte, el efecto total de la intervención financiera sobre la seguridad vial se muestra como una combinación de efectos directos e indirectos, según se describe a continuación. Por un lado, el efecto indirecto [evaluado con las variables '(PIB per capita) x (Intervención financiera)' y '(PIB per capita)² x (Intervención financiera)'] del apoyo financiero no es estadísticamente significativo en ninguno de los modelos utilizados. Por lo tanto, no hay evidencia empírica de un cambio en la dinámica a largo plazo de la seguridad vial y el desarrollo económico modelado con la curva de Kuznets. Es decir, no hallamos en nuestro estudio ninguna prueba de que los planes de intervención financiera junto a las medidas derivadas de contención del gasto público impacten negativamente en los efectos positivos que el desarrollo económico tiene en la seguridad vial en forma de externalidades positivas.

Por otro lado, el efecto directo del apoyo financiero (evaluado con la variable ‘Intervención financiera’) es negativo para la mayoría de los casos. Este hecho, paradójico inicialmente, indica que aquellos países bajo intervención financiera presentan mejores cifras de siniestralidad y mortalidad por accidentes de tráfico que países con características similares y mismo impacto económico de la crisis.

Por tanto, a pesar de su efecto en la reducción de los presupuestos de las políticas de seguridad vial (policía de tráfico, infraestructura vial, campañas publicitarias de seguridad, entre otros), la intervención financiera y las medidas de austeridad derivadas evidencian un efecto positivo en la seguridad vial; es decir, podrían incluso haber reducido la cantidad de accidentes y fallecidos en los países en los que se aplicaron.

No obstante, aunque este posible efecto positivo sea una conclusión directa del análisis empírico realizado, hay que prestar suma atención a las causas reales de esta mejoría, evitando atribuirle a una solución ‘mágica’ que combina el ahorro en presupuestos con la reducción de la siniestralidad vial. Esta paradoja podría, no obstante, deberse a que las medidas de austeridad conducen a una reducción (incluso) mayor de la movilidad, ya que impactan de forma muy importante en la actividad económica. Adicionalmente, contribuyen a un cambio en los comportamientos de conducción, hecho que sí parece estar relacionado con una reducción de accidentes y muertes mediante un mecanismo más plausible.

Una vez analizado el ciclo económico y la intervención financiera, a continuación, se comentan los resultados del resto de variables utilizadas en el modelo.

En primer lugar, el límite de alcohol en sangre no parece tener ninguna influencia en los accidentes mientras que, sorprendentemente, se relaciona negativamente con los fallecimientos. Además, destacamos que, como muestran Castillo-Manzano et al. (2017), el efecto de los límites de alcohol en sangre podría verse distorsionado por los países de Europa del Este, que tienen tasas de mortalidad más altas a pesar de tener estos límites de alcoholemia muy bajos. Esto se debe, entre otras cosas, a las altas tasas de consumo de alcohol en estos países, en oposición a las bajas tasas permitidas, lo que afectaría la relación negativa encontrada aquí.

En cuanto a la implementación de carnet de conducir por puntos, los modelos utilizados no proporcionan ninguna evidencia empírica sobre la influencia en la seguridad vial. Este hallazgo está en línea con Castillo-Manzano et al. (2010), quienes demostraron, para el caso español, que la implementación de un sistema de penalización por puntos tiene un impacto positivo en la seguridad vial, pero que el efecto desaparece tras un período de transición.

El límite de velocidad sí presenta una relación positiva y significativa tanto con accidentes como con fallecidos. La elasticidad es mayor para las muertes por accidentes de tráfico; es decir, los límites de velocidad más altos y, por lo tanto, la velocidad más alta, aumentan la probabilidad de accidentes, y no solo eso, sino que también ejercen una importante influencia en la gravedad y las consecuencias de estos accidentes (Chen et al., 2012; Dadashova et al., 2016).

Según nuestros resultados, no se ha encontrado una relación significativa entre la seguridad vial y la edad mediana de la población. Este hecho no quiere decir que no exista un efecto negativo por la mayor presencia de jóvenes en el parque de conductores, sino que posiblemente sea debido a la heterogeneidad de los países de estudio y al hecho de que la mediana de la edad de la población no muestra de una forma completa la distribución por edades de los conductores.

Por su parte, como se puede ver en los resultados, la densidad de población tiene un impacto negativo en la seguridad vial (ya que aumenta el número de accidentes, ver Nghiem y Connelly, 2015).

Centrándonos en las variables relacionadas con la movilidad, se observa que la densidad de vías de alta capacidad influye positivamente en la seguridad vial al reducir el número de accidentes. Este hallazgo está en línea con los resultados de estudios previos (Anwaar et al., 2012; Bester, 2000). En otros aspectos, la distancia recorrida (modelada con la variable vehículos por km) tiene un impacto negativo (incrementando) en los accidentes de tráfico, ya que es un indicador claro de la exposición al riesgo. Sin embargo, no hay impacto en las muertes, ya que están más influenciadas por otras variables (relacionadas con la gravedad del accidente y la atención médica posterior al accidente)

que anulan el efecto negativo del factor de exposición al accidente para las muertes, como se muestra en Farmer (1997).

También es necesario destacar que la tendencia temporal es negativa. Esto significa que tanto los accidentes como las muertes se están reduciendo con el tiempo, en línea con estudios previos de Castillo-Manzano et al. (2014b). Es decir, más allá de los cambios coyunturales, existe una tendencia de mejora de las cifras de seguridad vial.

Finalmente, la inauguración de una nueva oficina de seguridad vial en Rumanía también tiene un impacto significativo. Esto simplemente muestra el aumento en el número de accidentes y muertes registrados debido a un cambio en el método de registro en el país, como cabría esperar de antemano.

2.6. Conclusiones del Capítulo II

El impacto generado por la crisis económica y financiera que tuvo su origen en 2008 llevó al rescate de algunos Estados europeos por parte del grupo formado por la Comisión Europea, el Fondo Monetario Internacional y el Banco Central Europeo (grupo popularmente conocido como *Troika*). Estas intervenciones financieras dieron lugar a medidas de austeridad y reducciones en los presupuestos públicos en general, con una diferencia geográfica entre los países de la periferia, que en general recibieron paquetes de ayuda financiera con posteriores planes de intervención; y los de Europa Central y del Norte, que no recibieron ese tipo de apoyo ni –por consiguiente– sufrieron planes de intervención financiera con medidas de austeridad.

En este contexto, la investigación presentada en este Capítulo hace uso de herramientas econométricas para probar si estos programas de apoyo financiero e intervención económica tuvieron un impacto en la seguridad vial, así como si ese hipotético impacto fue positivo o negativo. Para ello, se elabora *ad hoc* un conjunto de datos de panel para los países de la UE-27+Reino Unido para el período 1995-2015.

Si nos basamos en los resultados empíricos presentados en el epígrafe 2.4, podemos deducir que las medidas de austeridad que fueron implementadas por los países de la periferia de la UE-27+ Reino Unido no tuvieron absolutamente ningún impacto negativo en la seguridad vial (vía incremento de accidentes o de fatalidad vial), ya sea de

forma directa o indirecta. De hecho, de existir tal relación entre variables de seguridad vial e intervención, este hubiera sido favorable, especialmente en el caso de los accidentes de tráfico, ya que dichos países de la periferia geográfica que han sido objeto de Planes de Intervención Financiera han presentado en términos de seguridad vial un comportamiento que ha sido, en promedio, mejor durante los años de la intervención que el resto de países con características similares.

Una explicación plausible para este efecto observado es que la mayor gravedad de la crisis económica vivida en estos países y la austeridad económica se asocian a una mayor reducción de la movilidad y que la mayor conciencia sobre la situación económica provocada por los programas de intervención favorece un cambio superior en el comportamiento de los conductores, siendo por tanto la población más cuidadosa en su conducción de cara a evitar posibles sanciones viales. Esta combinación genera una especie de ‘tormenta perfecta’ que amplifica el efecto procíclico positivo en la relación entre seguridad vial y variables económicas.

Por otro lado, es también reseñable la relación cuadrática inversa entre el desarrollo económico (medido por el PIB per cápita) y las variables de seguridad vial (no solo para las víctimas mortales, sino también accidentes de tráfico) que se ha demostrado de forma empírica. Este resultado se ha conseguido en un grupo heterogéneo de países como la UE-27+ Reino Unido a lo largo de un período de 21 años (con distintos grados de convergencia económica). Por consiguiente, el hallazgo contribuye a reforzar la prolífica literatura científica sobre el comportamiento en forma de curva de Kuznets de la mortalidad vial. Además, supone una novedad al demostrar empíricamente que esta relación cuadrática inversa es también aplicable al caso de accidentes de tráfico. Por tanto, hemos puesto de manifiesto que el desarrollo económico aporta una serie de externalidades positivas que redundan en una mejora de la seguridad vial, concretamente afectando positivamente (reduciendo) la siniestralidad y letalidad de los accidentes de tráfico rodado.

No obstante, en el periodo de recuperación económica que se produjo entre la crisis económico objeto de estudio y la actual crisis económica derivada de la pandemia de SARS-CoV-2 (European Commission, 2018b; Salmon, 2017; Pezzuto, 2017), se produjo un mayor número de accidentes viales debido al aumento de la movilidad

derivado de una mayor actividad económica, lo que podría explicar el histórico repunte en accidentes que han estado experimentando algunos de estos países.

En este escenario, también deberíamos tener en cuenta la influencia actual en la seguridad vial de los recortes en salud y mantenimiento vial durante la intervención financiera. Por ejemplo, según el Ministerio de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana de España (Ministerio de Fomento, 2016), la inversión media en carreteras españolas se redujo de 41.000 euros por km durante el período 2004-2008 a 23.000 euros por km durante el período 2012-2016. También se encontró que la densidad de población tiene un impacto negativo en la seguridad vial. En concreto, una mayor densidad de población conduce a una mayor mortalidad. De este modo, se pone de manifiesto que aquellas regiones más densamente pobladas, deben invertir en los factores que contribuyen de forma favorable a la mortalidad vial, como es la atención sanitaria, las infraestructuras viales (especialmente, la densidad de autovías), o las redes de transporte comunitario.

Por otro lado, esta investigación también muestra evidencia del impacto positivo de los límites de velocidad en la seguridad vial, lo cual está en línea con múltiples estudios científicos anteriores en la materia (Lloyd et al., 2015). Por tanto, se recomienda a las autoridades tener este factor en cuenta de cara a la legislación correspondiente. No obstante, esta no puede ser una herramienta aislada para la mejora de la seguridad vial, por su limitación y su impacto en otros ámbitos diferentes de la sociedad.

Sin embargo, en los resultados del estudio, se encuentra una relación negativa entre los límites de alcohol en sangre y las muertes por accidentes de tráfico, posiblemente debido a las características heterogéneas de los países evaluados. Esto es especialmente cierto en el caso de los países de Europa del Este, donde las altas tasas de accidentes son comunes a pesar de sus bajas tasas límites de alcohol en sangre. Por ello, este resultado se considera sesgado y no se extraen conclusiones que aplicar en la práctica.

Por su parte, no se encuentran efectos de los sistemas de carnet por puntos de penalización, como también lo demostraron proyectos de investigación anteriores (después de un período de transición, el efecto desaparece), como Castillo-Manzano et al. (2010). Esto quiere decir que, si bien los sistemas de penalización son eficaces al comienzo de su implantación (por el efecto novedoso que ejerce en el censo de

conductores), estos beneficios no son mantenidos en el tiempo y, por tanto, las administraciones deberían priorizar otras políticas frente a esta.

Se pueden desarrollar nuevas líneas de investigación futura en base a los principales resultados aquí mostrados. En primer lugar, dada la libertad que tenían los países intervenidos para realizar los recortes presupuestarios que consideraran más adecuados una vez que la *Troika* había fijado las metas de déficit, tendría sentido realizar análisis individuales de cada uno de los países. Esto nos permitiría determinar los tipos de recortes (desde un menor gasto en campañas de publicidad vial hasta una reducción en las partidas presupuestarias destinadas al mantenimiento de las carreteras) que son menos perjudiciales para la seguridad vial.

Además, en relación con la metodología, se aconseja un estudio de investigación alternativo que utilice análisis de macropanel para abordar las pendientes temporales heterogéneas que muestran las variables de país entre los paneles para complementar los resultados aquí encontrados. Sin embargo, este enfoque tendría más sentido si el período de tiempo fuera mayor que el período que hemos podido utilizar en este análisis (ver Antoniou et al, 2016, sobre la idoneidad de estos modelos para periodos mayores a 30).

CAPÍTULO III. Análisis del efecto de la descentralización de la supervisión policial del tráfico en la seguridad vial: el caso de España

3.1. La eficacia de los distintos niveles de descentralización de la función pública y su influencia en la seguridad vial

3.1.1. Eficacia de la descentralización en la gestión pública

La descentralización y la gestión multinivel de la Administración Pública es una tendencia creciente en la mayoría de los países desarrollados (Koprić et al., 2017; Steiner et al., 2018). Según el Banco Mundial en su informe World Bank (1999), la descentralización se puede definir como la delegación de poderes políticos, fiscales y administrativos a niveles subnacionales. La investigación científica sobre la descentralización se popularizó en la segunda mitad del siglo XX con el Teorema de Descentralización de Oates (Oates, 1972), que delineó un marco para identificar la distribución adecuada de los servicios públicos nacionales, regionales y locales. Como consecuencia, la literatura académica ha abordado el impacto de la descentralización de los servicios públicos, explorando enfoques, modelos y su efectividad. Sin embargo, el debate sigue abierto, ya que hay resultados que apoyan tanto la centralización como la descentralización dependiendo del área de política específica (Kuhlmann y Wayenberg, 2016), ya que cada uno ofrece ventajas y desventajas potenciales.

En primer lugar, la descentralización puede ser justificada por la Teoría del Federalismo Fiscal, que asume que el gobierno descentralizado responde mejor a las preferencias de los ciudadanos y, por lo tanto, es más efectivo para resolver problemas públicos (Oates, 1972). De hecho, existe una gran cantidad de evidencia que muestra que la descentralización permite brindar un servicio más eficiente a los ciudadanos, así como una mayor participación pública y rendición de cuentas (Kuhlmann y Wayenberg, 2016) tanto en los países en vías de desarrollo como en los desarrollados. En este contexto, incluso se ha demostrado que la descentralización puede conducir a una reducción de las desigualdades entre regiones (Ezcurra y Rodríguez-Pose, 2013; Kyriacou et al., 2017). Se supone que la eficacia aumentará debido a la capacidad de los gobiernos regionales y locales de adaptarse mejor a las necesidades locales específicas (Balaguer-Coll et al., 2010) y responder más rápidamente a las demandas debido a su menor tamaño y cercanía al ciudadano.

Sin embargo, también hay evidencia empírica de lo contrario. Para ciertos autores, la descentralización puede derivar en la prestación de servicios más deficientes debido al acceso a personal con niveles de competencia más bajos y experiencia reducida, así como la disponibilidad de menor cantidad de instrumentos de seguimiento y control (Segal, 1997), lo que, por tanto, reduce la eficacia y calidad de los servicios públicos ofrecidos. En este sentido, una administración centralizada podría generar economías de escala en las que los costes fijos no se repitan, mientras que pueden existir múltiples costes fijos cuando la administración está descentralizada (Steiner et al., 2018). Además, la aparición de una competencia entre los gobiernos regionales y locales puede conducir a otros riesgos como la corrupción o el control por parte de las élites políticas locales (Cai y Treisman, 2004; Segal, 1997), especialmente en los países en desarrollo, donde incluso este impacto puede llevar a un desarrollo económico más lento (Davoodi y Zou, 1998).

Por tanto, el debate sobre el nivel más adecuado de distribución de las competencias de la Administración pública es objeto de estudio en el área de los servicios públicos (Aslim y Neyapti, 2017). Por su parte, algunos ejemplos de servicios públicos frecuentemente descentralizados son Educación (Mwinjuma et al., 2015), Salud (Jiménez-Rubio y García-Gómez, 2017) o Justicia y Seguridad (McCluskey et al., 2014).

3.1.2. Efectos de la gestión policial en la seguridad vial

Al igual que otros servicios públicos, los servicios policiales también pueden delegarse en diferentes niveles de gobierno para lograr los mejores resultados (Lowatcharin y Stallmann, 2019). En particular, la vigilancia de la aplicación de la normativa vial está descentralizada en varios países europeos como Bélgica, Alemania, Reino Unido, Suecia y los Países Bajos. En éstos, siempre con particularidades, el enfoque general es la descentralización en la política de tráfico con el deber de implementar objetivos y estrategias compartidos entre las autoridades centrales y regionales (SafetyNet, 2009).

Por otro lado, en términos generales, se ha demostrado empíricamente que la normativa vial es una de las estrategias más efectivas para cambiar el comportamiento del conductor (Adler et al. 2012), especialmente en lo que respecta al exceso de velocidad (Aarts y Van Schagen, 2006), el control del uso de cinturones de seguridad (Acosta-

Rodríguez et al., 2020), y la conducción bajo los efectos de las drogas (Penning et al., 2010) y el alcohol (Stringer, 2019). De esta manera, junto con los avances tecnológicos y la educación de la población, se ha demostrado que la vigilancia policial es un enfoque adecuado para lograr reducciones en los accidentes de tráfico (Stanojević et al., 2013), al alentar a los usuarios de la vía a cumplir con las regulaciones básicas de tráfico y disuadir un comportamiento infractor (Feng et al., 2020). Este efecto beneficioso también se ha demostrado previamente en la literatura académica para el caso de estudio del presente Capítulo: por un lado, el hecho de que la vigilancia policial impacta positivamente en la seguridad vial para el caso de España se muestra en Castillo-Manzano et al., (2019), y el hecho de que esta vigilancia tiene efecto en vías interurbanas (las aquí analizadas) se expone en Delavary Foroutaghe et al., (2020).

En cualquier caso, es aún una pregunta abierta cómo afecta la descentralización de la policía de tráfico a la seguridad vial para el caso de España. A partir de la literatura previa que aborda la descentralización de las políticas públicas (Kuhlmann y Wayenberg, 2016), se puede argumentar que esta influencia podría ser –a priori- positiva o negativa. Como se mencionó anteriormente, el menor tamaño de una fuerza policial regional y su mayor proximidad a los ciudadanos, que le permite adaptarse mejor a la cultura específica, los comportamientos y la geografía de la zona, permitiría una mayor agilidad en la vigilancia de la normativa de tráfico (Lowatcharin y Stallmann, 2019). Sin embargo, el enfoque nacional podría dar a la policía de tráfico acceso a mayores activos y recursos y un mayor nivel de experiencia, así como permitirles una mejor gestión, entre otras cosas (McCluskey et al., 2014).

3.2. La descentralización de la supervisión policial de tráfico en España y la seguridad vial

Territorialmente, España está organizada en 17 Comunidades Autónomas o regiones NUTS-2 Eurostat, dando lugar al denominado "Estado de Autonomías" (Moreno, 2002), junto a dos ciudades norteafricanas (Ceuta y Melilla), a las que también se les ha otorgado la condición de territorios autónomos como Ciudades Autónomas. Cada región NUTS-2 está, a su vez, formada por una o varias regiones NUTS-3 Eurostat (que se conocen como provincias en España), con un total de 50.

Administrativamente, España no es una federación sino un estado unitario descentralizado (Colomer, 1998), con una devolución de la gobernanza a los gobiernos regionales a lo largo del actual régimen democrático, desde la entrada en vigor de la Constitución de 1978 (Balaguer-Coll et al., 2010), hasta alcanzar la situación actual en la que aproximadamente el 80% del presupuesto público es gestionado directamente por las administraciones autonómicas y locales. Este proceso de descentralización no ha sido homogéneo (Martí-Costa et al., 2017), pues algunas regiones tienen niveles más altos de descentralización en muchos servicios y, asimismo, no todos los servicios públicos han seguido el mismo grado de delegación. Por ejemplo, en la actualidad, asuntos como el bienestar social o la sanidad se encuentran descentralizados prácticamente al 100% en España (Costa-Font y Rico, 2006; Costa-Font y Turati, 2018), siendo los Ministerios correspondientes meros coordinadores. Similar caso sucede con la educación (Alegre, 2010; Salinas y Solé-Ollé, 2018), donde el gobierno central tiene prácticamente nulo poder ejecutivo y éste se encuentra prácticamente delegado en su totalidad a las administraciones regionales.

Por su parte, la gestión del tráfico y la seguridad vial han seguido un modelo y un ritmo de descentralización diferente. Al respecto, la Constitución española de 1978 estableció que el Estado se reserva algunas funciones legales y ejecutivas exclusivas en materia de tráfico y circulación de vehículos de motor, lo que ha hecho que, de lejos, no se llegue al nivel de descentralización introducido para las políticas anteriores. Sin embargo, en base a algunos antecedentes históricos, se ha producido un proceso por el que, a través de legislación posterior, se reconoció expresamente que las regiones del País Vasco (1982) y Cataluña (1997) debían ejercer plenas competencias ejecutivas para la supervisión y control de la normativa nacional de tráfico en las vías interurbanas de sus respectivos territorios.

Como consecuencia, la gestión de la policía de tráfico presenta una situación asimétrica, estando centralizada en la mayoría de las regiones españolas y descentralizada mediante autogobierno autonómico solo en unas pocas. En concreto, existen tres niveles de descentralización:

- a) Policía de tráfico centralizada. Este es el enfoque común, con el tráfico rodado controlado por la “Agrupación de Tráfico de la Guardia Civil” (ATGC) dependiente, como el resto de la Guardia Civil, del Ministerio del Interior.
- b) Policía de tráfico totalmente descentralizada. En las regiones de Cataluña y País Vasco, la vigilancia del tráfico rodado está bajo la plena autoridad de los gobiernos regionales, con el tráfico rodado controlado por los Mossos d'Esquadra y la Ertzaintza, respectivamente, cuerpos que son gestionados por las correspondientes Consejerías de Interior de cada Comunidad Autónoma.
- c) Policía de tráfico parcialmente descentralizada. En la región de Navarra, la policía de tráfico está parcialmente descentralizada, y la ATGC comparte la responsabilidad con la policía regional (“Policía Foral”), repartiéndose sus funciones entre ambas.

La **Tabla 16** incluye un resumen del modo de gobernanza de la seguridad vial para las regiones descentralizadas, en la que se añade el marco regulatorio que sirve de base para esta transferencia de competencias. En la misma, se observa que tanto País Vasco como Navarra tienen las competencias (total o parcialmente) transferidas desde la década de 1980, mientras que en Cataluña este proceso se materializó mediante Ley Orgánica en 1997.

Tabla 16. Proceso de descentralización de la policía de tráfico en España

Comunidad Autónoma (NUTS-2)	Provincia (NUTS-3)	Tipo de gobernanza (año de comienzo)	Legislación	Cuerpo policial
País Vasco	Álava	Completamente descentralizada (1982)	Real Decreto 3256/1982 de 15 de octubre	Ertzaintza
	Guipúzcoa			
	Vizcaya			
Cataluña	Barcelona	Completamente descentralizada (2000)	Ley Orgánica 6/1997 de 15 de diciembre	Mossos d'Esquadra
	Girona	Completamente descentralizada (1998)		
	Lleida	Completamente descentralizada (1999)		
	Tarragona	Completamente descentralizada (2000)		
Navarra	Navarra ¹	Parcialmente descentralizada	Ley Orgánica sobre la reintegración y mejora del régimen regional de Navarra, 1982	Policía Foral de Navarra y Agrupación de Tráfico de la Guardia Civil

Fuente: elaboración propia a partir del Boletín Oficial del Estado (BOE)

Cabe reseñar, asimismo, que, en España los cuerpos de policía locales/municipales están a cargo de la supervisión del tráfico en las vías urbanas, mientras que la policía de tráfico nacional o regional es responsable de las carreteras interurbanas. Es por ello que, como se observará a continuación, no se han tenido en cuenta los accidentes urbanos en el estudio, ya que es una situación completamente homogénea en la que las provincias con gestión descentralizada no cuentan con otras con gestión centralizada que sirvan como grupo de control.

También es importante destacar que el marco legal en materia de tráfico es el mismo para todas las regiones del país. Las estrategias de seguridad vial incluidas en la literatura, como los límites de consumo de alcohol (Krüger, 2013), la implementación de un sistema de permiso de conducir por puntos (Rodríguez-López et al., 2016), y los

¹ Nótese que, durante el proceso de elaboración de la presente Memoria, se ha procedido a la transferencia completa de las competencias en materia de gestión del tráfico a la Policía Foral de Navarra, aspecto que, entrará en vigor en julio de 2023 en virtud de Real Decreto 252/2023, de 4 de abril, de traspaso de funciones y servicios de la Administración del Estado a la Comunidad Foral de Navarra en materia de tráfico y circulación de vehículos a motor.

límites de velocidad vigentes (Lloyd al., 2015) están implantados en todas las regiones españolas y, por tanto, no contribuyen a diferencias en las cifras de seguridad.

Centrándonos en las cifras de seguridad, los accidentes de tráfico registrados han mejorado significativamente en España desde principios del siglo XXI, hasta el punto de que ser considerado un ejemplo en los países de su entorno y puede considerarse un país del que aprender (Wegman, 2017), especialmente en el contexto europeo (Castillo-Manzano et al., 2014c). A modo de ejemplo, en la **Tabla 17**, se muestra una comparativa de las cifras de accidentes de tráfico y fallecidos per cápita en España y en la UE-27 + Reino Unido para el periodo 2000 a 2018, y observamos que, si bien las cifras de siniestralidad se mantienen alrededor de la media de las de los países de su entorno, la mortalidad vial convergió durante el mismo y superó el valor medio para Europa, situando a España como un ejemplo de desempeño en el campo y con una reducción de más del 70% en el periodo.

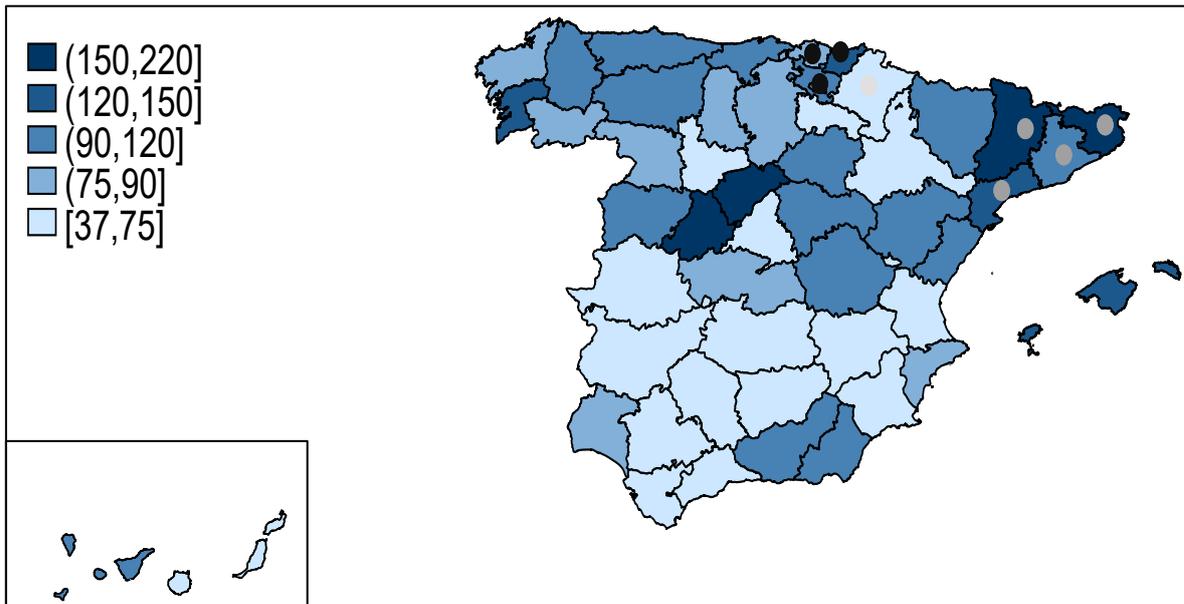
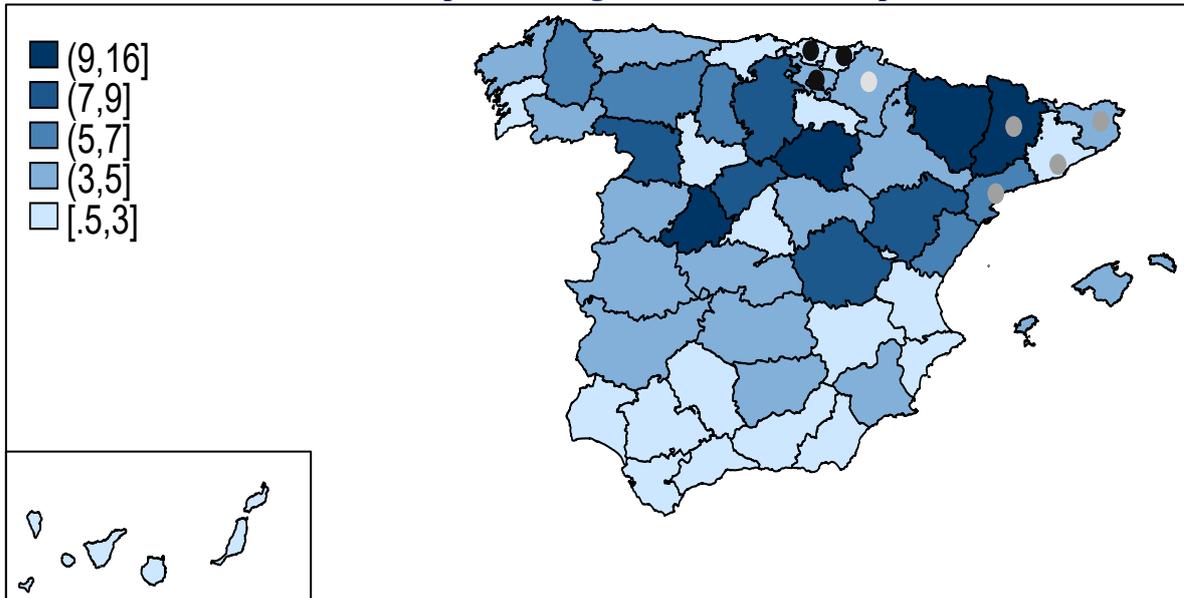
Tabla 17. Siniestralidad y mortalidad vial en España y en la UE-27+ Reino Unido entre 2000 y 2018

Ámbito	Accidentes per cápita			Fallecidos per cápita		
	2000	2018	Variación	2000	2018	Variación
España	251	219	-13%	14,12	3,87	-73%
UE-27+ Reino Unido	302	208	-31%	11,68	4,91	-58%

Fuente: elaboración propia basada en datos de UNECE

Por otro lado, cabe reseñar, como se introdujo en el Capítulo I, que existe un comportamiento heterogéneo en cuando a seguridad vial en el conjunto de provincias españolas. En la **Figura 10** se presentan las cifras de mortalidad y siniestralidad vial para las distintas provincias españolas en 2018, señalando aquellas en las que existen policías autonómicas para la ejecución de la legislación en materia de seguridad vial. A priori, no observamos ningún patrón que nos haga prever una influencia de esta descentralización en la seguridad vial, ya que encontramos provincias tanto con las tasas más altas como más bajas. No obstante, se requiere un análisis riguroso con variables de control para poder establecer conclusiones en esta línea.

Figura 10. Tasa de mortalidad (superior) y tasa de accidentes (inferior) por 100.000 habitantes en vías interurbanas para las regiones NUTS-3 de España en 2018



NUTS-3 con policía de tráfico descentralizada

- NUTS-3 del País Vasco
- NUTS-3 de Cataluña
- NUTS-3 de Navarra

Fuente: elaboración propia basada en datos de la Dirección General de Tráfico (DGT) y el Instituto Nacional de Estadística (INE)

3.3. Objetivos de investigación del Capítulo III

Según lo introducido en el epígrafe anterior, a pesar de que la descentralización es una tendencia común en la mayoría de los países desarrollados (Cerniglia, 2003; Koprić et al., 2017; Steiner et al., 2018), el debate sobre su efectividad aún está abierto, ya que hay resultados que respaldan los enfoques de centralización y descentralización según el caso específico (Kuhlmann y Wayenberg, 2016).

A partir de esta situación, el propósito de esta investigación es doble. En primer lugar, se añade un nuevo campo de estudio al debate sobre la descentralización de la administración pública. Específicamente, se analiza la supervisión de la normativa de tráfico, que, hasta donde sabemos, no ha sido evaluada empíricamente, y ofrece nueva evidencia práctica en la materia. En segundo lugar, aporta a la literatura sobre seguridad vial un nuevo análisis sobre el impacto que ha tenido la descentralización de la supervisión de tráfico en España en términos de fallecidos y accidentes de tráfico en vías interurbanas. El caso de España es importante debido a, como se ha explicado antes, la coexistencia de dos niveles de gobernanza de la policía de tráfico en la seguridad vial y por tanto, su análisis nos permite responder a las siguientes preguntas:

- ¿La descentralización de la Policía de Tráfico afecta la seguridad vial?
- ¿Esta descentralización influye positiva o negativamente en la seguridad vial?
- ¿Los accidentes de tráfico y los fallecidos por accidente se ven igualmente afectados por la descentralización de la Policía de Tráfico?

3.4. Metodología y datos del Capítulo III

De cara a responder a las preguntas planteadas en el epígrafe anterior, se ha construido un panel de datos *ad hoc* utilizando los datos oficiales disponibles para una muestra basada en las 50 provincias españolas (regiones NUTS-3). El periodo de estudio es de 2003 a 2018. El inicio de este periodo corresponde a la entrada en vigor del Real Decreto-Ley 1428/2003, por el que se establece el actual Reglamento General de Circulación en España, siendo 2018 el último año antes de la pandemia de COVID-19 que desvirtuaron los movilidad y seguridad vial. Este período de tiempo también permite un análisis de la influencia de los cambios macroeconómicos, sociales y políticos externos que han impactado la seguridad vial.

Se han estimado dos modelos, utilizando tanto los accidentes de tráfico como las muertes en carreteras interurbanas como variables endógenas y un conjunto de variables exógenas que se detallan a continuación en la **Tabla 18**. Los accidentes y muertes en las vías urbanas (en municipios) se han excluido del análisis pues, como se comentó anteriormente, en España, la seguridad vial en estas carreteras está bajo la responsabilidad de la policía local y está totalmente descentralizada.

Los datos de panel se han tratado econométricamente usando dos modelos econométricos que toman las provincias i durante el periodo t según la expresión (7) a continuación:

$$\text{Ln} (E [Y_{it}]) = \alpha + \zeta \cdot \text{Descentralización}_{it} \cdot \text{Año}_t + \beta_k X_{it} + v_t \text{Año}_t + \delta_i \text{NUTS-3}_i + \varepsilon_{it}, \quad (7)$$

Donde:

a) Y_{it} son las variables endógenas de seguridad vial; es decir, el número de accidentes de tráfico / muertes por accidentes de tráfico en carreteras interurbanas (dentro de un período de 30 días después del accidente, de conformidad con la Convención de Viena). Como se explica en la siguiente sección, se han elegido cifras totales en lugar de variables per cápita, ya que se utilizó el número total de conductores como variable de exposición (Usman et al., 2011).

b) $\text{Descentralización}_{it}$ es una variable ficticia que se utiliza para capturar la descentralización de la gobernanza de la aplicación de la policía de tráfico en algunas regiones españolas. Esta variable ficticia toma un valor de 1 si la vigilancia del tráfico está total o parcialmente descentralizada en la región y 0 si la vigilancia del tráfico depende de las autoridades centrales. Incluimos la variable de descentralización corregida por tendencia temporal para evitar la colinealidad con efectos fijos regionales. Hay que tener en cuenta que la descentralización de la aplicación del tráfico por carretera es constante durante todo el período de evaluación, lo que podría representar una limitación para nuestro análisis. Se trata de una adaptación de las técnicas de Diferencia en Diferencias (D-i-D) en las que hemos introducido el efecto de intervención a lo largo del tiempo. La variable “ $\text{Descentralización}_{it} \cdot \text{Año}_t$ ” se denomina “Tendencia descentralizada” en las tablas correspondientes.

c) X_{it} son variables de control que miden:

c.1) Aspectos económicos y sanitarios, más concretamente la tasa de paro y la densidad hospitalaria, respectivamente. La literatura anterior demuestra ampliamente un comportamiento procíclico entre la situación económica y la seguridad vial, por lo que se espera que la tasa de desempleo muestre un signo negativo con los resultados de la seguridad vial (como en Scuffham y Langley, 2002). La densidad hospitalaria se incluye en el modelo como una aproximación de la capacidad del sistema de atención de salud. Por lo tanto, se estima a priori que la densidad hospitalaria y las muertes por accidentes de tráfico mostrarán una correlación negativa, siguiendo estudios anteriores como Truong et al. (2016).

c.2) Aspectos demográficos relacionados con la edad media de la población y la relación entre la población de la capital y la población regional total. La variable de edad media tiene como objetivo modelar la diferencia en los comportamientos de conducción para diferentes edades. Según la literatura científica existente (Prat et al., 2015), los conductores más jóvenes presentan conductas de conducción más imprudentes con un consumo más frecuente de drogas y alcohol durante la conducción, lo que puede contribuir a incrementar la probabilidad y gravedad de los accidentes. Sin embargo, los conductores de edad avanzada normalmente presentan capacidades físicas y cognitivas deterioradas que pueden conducir a un aumento tanto de los accidentes como de la mortalidad (Li et al., 2003). La relación entre la población de la capital y la población total es una aproximación de la concentración de la población. No existe consenso sobre la influencia de esta variable en la seguridad vial: en algunos casos, se espera que una mayor concentración poblacional conduzca a un aumento de accidentes (Castro-Nuño et al., 2018), lo que puede explicarse por un aumento de viajar desde áreas metropolitanas para acceder a servicios esenciales ubicados principalmente en la capital; pero también se ha encontrado una mejor seguridad vial en otros casos (Tolón-Becerra et al., 2013) como resultado de una reducción de los desplazamientos en las regiones con mayor concentración poblacional.

c.3) Variables de movilidad e infraestructura, específicamente, la tasa de motorización y la densidad de carreteras en todas las vías. La tasa de motorización se

utiliza como *proxy* del factor de riesgo de exposición; por lo tanto, inicialmente se espera que un mayor stock de vehículos y un mayor uso de los mismos puedan conducir a mayores tasas de accidentes y fatalidades (Noble et al., 2015). También se espera inicialmente una relación negativa entre el índice de accidentes y fatalidades y la calidad de las carreteras, ya que se muestra que una mejor infraestructura mejora la seguridad vial (Aparicio-Izquierdo et al., 2013; Sánchez-González et al., 2018). Finalmente, el número total de turistas que visitan la región se incluye como un indicador de exposición y conductas de riesgo. Anteriormente se ha demostrado que el turismo aumenta la congestión del tráfico y se asocia con un aumento en el consumo de alcohol y otros comportamientos imprudentes, por lo que inicialmente se espera que contribuya a un deterioro de la seguridad vial (Castillo-Manzano et al., 2020a).

c.4) Variables meteorológicas: volumen de lluvia anual. Existe evidencia empírica que indica que las condiciones climáticas afectan la seguridad vial; específicamente, esperamos un impacto desfavorable de las lluvias en las variables de seguridad vial (Usman et al., 2011).

d) Para capturar la evolución a lo largo del tiempo, se utiliza una tendencia temporal. En la **Tabla 22** se incluye, como prueba de robustez, una nueva especificación con efectos fijos en el tiempo.

e) NUTS-3_i son efectos fijos por región, que se introducen una vez aplicado el test de Hausman. Los efectos fijos regionales se incluyen en el modelo para cuantificar todas las características específicas de cada región NUTS-3 no medidas por las variables restantes. La inclusión de efectos fijos regionales es un enfoque común cuando se trabaja con datos de panel en análisis de siniestralidad vial (Toffolutti y Suhrcke, 2014).

f) ε_{it} es el error aleatorio con media cero.

Para el tratamiento de los datos se usa el modelo ‘population averaged’.

En la **Tabla 18** se describen las variables consideradas y las fuentes de las que se han extraído. Por su parte, la **Tabla 19** muestra las unidades y los estadísticos descriptivos.

Tabla 18. Descripción de las variables del modelo del Capítulo III

VARIABLES	DESCRIPCIÓN	FUENTE
Accidentes de tráfico en vías interurbanas	Accidentes de tráfico ocurridos en vías interurbanas para cada región NUTS-3	Anuario de la Dirección General de Tráfico (DGT)
Fallecidos en accidentes en vías interurbanas	Fallecidos por accidente de tráfico dentro de los 30 días posteriores al accidente en vías interurbanas para cada región NUTS-3	Anuario de la Dirección General de Tráfico (DGT)
Descentralización	Variable 'dummy' igual a 1 si la policía de tráfico está (total o parcialmente) descentralizada en la región NUTS-3 y 0 en el caso contrario	Ministerio del Interior. Gobierno de España
Tasa de desempleo	Tasa de desempleo durante el 4º trimestre del año para cada región NUTS-3	Instituto Nacional de Estadística (INE)
Densidad hospitalaria	Número de hospitales por cada 1.000 km ² en cada región NUTS-3	Ministerio de Sanidad, Consumo y Bienestar Social, Gobierno de España
Edad media	Edad media de la población viviendo en cada región NUTS-3 a día 1 de enero del año	Instituto Nacional de Estadística (INE)
Ratio de la población en la capital	Ratio de la población que vive en la principal ciudad de la región NUTS-3 comparada con la población total de región NUTS-3	Instituto Nacional de Estadística (INE)
Tasa de motorización	Número de vehículos a motor por cada 1.000 habitantes en cada región NUTS-3	Instituto Nacional de Estadística (INE)
Ratio de autovías	Ratio entre la longitud total de autovías (y autopistas) y la longitud total de carreteras para cada región NUTS-3	Ministerio de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana. Gobierno de España
Turistas	Número total (en millones) de turistas residentes en España, que pernoctaron al menos una noche para cada región NUTS-3	Instituto Nacional de Estadística (INE)
Precipitaciones	Precipitación mensual media (en mm/100) para cada región NUTS-3	Agencia Estatal de Meteorología (AEMET)
PIB per cápita	Producto Interior Bruto per cápita para cada región NUTS-3 en EUR constantes con base 2010	Instituto Nacional de Estadística (INE)
Densidad de población	Millón de habitantes por superficie (en km ²) para cada región NUTS-3	Eurostat
Censo de conductores (variable de exposición)	Licencias de conducir en vigor para cada región NUTS-3	Anuario de la Dirección General de Tráfico (DGT)

Fuente: elaboración propia

Tabla 19. Estadísticos descriptivos de las variables del modelo del Capítulo III

Variable	Núm. Obs.	Mediana	Desv. Est.	Mín.	Máx.
Accidentes en vías interurbanas	800	808,79	772,35	83,00	5.622,00
Fallecidos en accidentes en vías interurbanas	800	44,56	34,19	4,00	241,00
Descentralización	800	0,16	0,37	0,00	1,00
Tasa de desempleo	800	16,49	7,96	2,87	42,34
Densidad hospitalaria	800	0,059	0,264	0,000	2,186
Edad media	800	42,61	2,85	36,29	50,49
Ratio de la población en la capital	800	0,32	0,13	0,09	0,76
Tasa de motorización	800	0,678	0,080	0,072	0,957
Ratio de autovías	800	0,07	0,08	0,004	0,911
Turistas	800	0,905	0,868	0,121	6,560
Precipitaciones	800	486,50	305,16	4,00	1.867,90
PIB per cápita	800	20.243,91	4.898,90	10.111,00	37.675,00
Densidad de población	800	131,62	173,49	8,58	842,89
Censo de conductores (variable de exposición)	800	506.112,40	589.328,10	50.172,00	3.520.477,00
Año	800	2.010,50	4,61	2.003,00	2.018,00

Fuente: elaboración propia

Dada la naturaleza de los datos de panel, hemos utilizado un modelo de Poisson de efectos fijos para nuestras estimaciones. Se han calculado las pruebas de chi-cuadrado de bondad de ajuste de Pearson para los modelos individuales de cada región NUTS-3. La hipótesis nula de sobredispersión a nivel de región NUTS-3 en ambas variables endógenas (accidentes y fallecidos) se rechaza en todos los casos, por lo que el Poisson encaja bien. Además, la desviación estándar es menor que la media en el nivel de la región NUTS-3 para ambas variables endógenas. La única sobredispersión posible proviene de las diferencias entre las regiones NUTS-3 y se ha controlado mediante el uso de errores estándar robustos agrupados por provincia, similar a la técnica realizada en Wu et al. (2014).

Se ha realizado una prueba de normalidad (Shapiro-Wilk) sobre las variables endógenas. No se puede inferir que las variables endógenas sigan una distribución normal, representando este hecho una evidencia adicional para elegir una distribución de datos de conteo (Poisson) para las dos variables endógenas. También se ha realizado la

prueba de Wald modificada para heterocedasticidad, cuyos resultados se muestran en la **Tabla 21**. Dado que para ambos casos tenemos alta significatividad (realizada para las estimaciones sin correcciones), se indica que es necesario el uso de modelos robustos a heterocedasticidad, como así se ha hecho. Por otro lado, también se realiza sobre ambas variables endógenas la prueba de Levin-Lin-Chu de raíces unitarias para datos de panel. Los resultados de esta prueba apoyan la selección de un modelo estacionario (Levin et al., 2002).

3.5. Resultados y discusión del Capítulo III

La **Tabla 20** muestra la matriz de correlación de las variables utilizadas en el análisis. Como se puede observar, no existen altas correlaciones entre las variables exógenas utilizadas.

**Capítulo III. Análisis del efecto de la descentralización de la supervisión policial del tráfico en la seguridad vial:
el caso de España
Jesús Boby Alcaide**

Tabla 20. Matriz de correlación de las variables exógenas del modelo del Capítulo III

	Descentralización	Tasa de desempleo	Densidad hospitalaria	Edad media	Ratio de la población en la capital	Tasa de motorización	Ratio de autovías	Turistas	Precipitaciones	Año	PIB per cápita	Densidad de población
Descentralización	1,0000											
Tasa de desempleo	-0,2248	1,0000										
Densidad hospitalaria	-0,0033	0,1090	1,0000									
Edad media	-0,0738	-0,2201	-0,1986	1,0000								
Ratio de la población en la capital	-0,0179	-0,2226	0,0426	0,1180	1,0000							
Tasa de motorización	-0,0009	0,0337	0,0120	0,2111	-0,2206	1,0000						
Ratio de autovías	-0,0762	0,1634	-0,0143	-0,1360	0,0273	-0,0514	1,0000					
Turistas	0,0769	0,0698	0,0958	-0,3337	-0,0139	-0,0101	0,2673	1,0000				
Precipitaciones	0,2981	-0,1603	-0,1473	0,2679	-0,1084	-0,0497	-0,0886	-0,0354	1,0000			
Año	0,0000	0,4528	0,0177	0,3188	-0,0196	0,3923	0,0781	0,0648	0,1014	1,0000		
PIB per cápita	0,0615	-0,0812	-0,0034	-0,0408	0,2702	0,0155	-0,0521	-0,0866	0,004	-0,0601	1,0000	
Densidad de población	0,2175	0,0474	-0,2964	-0,0662	0,0584	0,2220	0,4235	0,7997	0,0406	0,0301	-0,0293	1,0000

El mayor valor de correlación se presenta entre la densidad de población y el número de turistas, que es cercano a 0,8. Este hecho hace indicar que aquellas provincias más densamente pobladas serán las que más turistas reciban y que ambos efectos estarán muy relacionados. También destaca, con una correlación superior a 0,4, la relación entre la densidad de población y la densidad de autovías; mostrando que –como se puede suponer de forma intuitiva- aquellas regiones con más habitantes por km² también requerirán más infraestructuras y viceversa. Por su parte, el año y la tasa de desempleo también presentan una correlación positiva de 0,45; indicando que el periodo analizado finaliza con una crisis económica de gran impacto que hizo crecer el desempleo súbitamente.

La **Tabla 21** a continuación muestra los resultados de la estimación para el modelo propuesto. Previamente a analizar la influencia de cada una de las variables, remarcamos que el modelo es significativo al 1% en su conjunto, como muestra el estadístico Wald chi-cuadrado.

Tabla 21. Resultados de las estimaciones del Capítulo III

Variables	(I) Fallecidos en vías interurbanas	(II) Accidentes en vías interurbanas
Descentralización	0,01277** (0,0063)	0,05010*** (0,0192)
Tasa de desempleo	-0,02462*** (0,0022)	-0,00798*** (0,0019)
Densidad hospitalaria	-0,2194*** (0,0591)	-0,1484*** (0,0356)
Edad media	0,05492*** (0,0198)	0,04624 (0,0532)
Ratio de la población en la capital	2,1736** (0,9587)	-0,6156* (0,3615)
Tasa de motorización	-0,4431** (0,2075)	-0,0650 (0,1697)
Ratio de autovías	-0,1157** (0,0589)	-0,00485 (0,0165)
Turistas	-0,0595* (0,0317)	0,1503* (0,0797)
Precipitaciones	0,0972** (0,0391)	0,0193 (0,0212)
Año	-0,0994*** (0,00543)	-0,0539*** (0,0213)
Efectos fijos de tiempo	No	No
Efectos fijos de región	Sí	Sí
AR(1)	Sí	Sí
Test de Wald modificado para heterocedasticidad de grupo	629,86***	4903,23***

Test de Hausman - Chi ²	26,39***	88,29***
Test de Levin-Liu - t* ajustado	-1,5752*	-2,7598***
Test de normalidad de Shapiro-Wilk	0,8277***	0,6848***
Test de significatividad conjunta - Wald Chi ²	7462,85***	15.883,73***

Nota 1: se muestran los errores estándar entre paréntesis

Nota 2: modelo robusto a heterocedasticidad y agrupado por provincias. Las regresiones especifican un estructura de correlación AR(1) dentro de las provincias. Se usa el censo de conductores como variable de exposición.

Nota 3: Significatividad estadística al 1% (***), 5% (**), 10% (*), respectivamente.

De cara a completar y reforzar los resultados mostrados en la **Tabla 21**, la **Tabla 22** introduce una serie de variaciones a los modelos incluidos en la misma. Dichas variaciones son útiles a modo de pruebas de robustez:

a) Los modelos III y IV introducen efectos fijos de tiempo en la especificación original, de cara a validar si la introducción de una tendencia tiene algún efecto en los resultados.

b) Los modelos V y VI eliminan la provincia (Navarra) donde la supervisión de la ley de tráfico está parcialmente descentralizada, para probar si esta situación especial conduce a algún sesgo en los resultados.

c) Los modelos VII y VIII introducen nuevas variables en el modelo como sustitutos de exposición y actividad para analizar la influencia que puedan tener.

d) Los modelos IX y X añaden pendientes diferenciadas para cada provincia, con el objetivo de determinar si estas tendencias individuales deben agregarse al modelo original.

e) Los modelos XI y XII introducen una especificación de mínimos cuadrados ordinarios *pooled*.

**Capítulo III. Análisis del efecto de la descentralización de la supervisión policial del tráfico en la seguridad vial:
el caso de España
Jesús Boby Alcaide**

Tabla 22. Resultados de las estimaciones para las pruebas de robustez del Capítulo III

Variable endógena	(III) Fallecidos en vías interurbanas	(IV) Accidentes en vías interurbanas	(V) Fallecidos en vías interurbanas	(VI) Accidentes en vías interurbanas	(VII) Fallecidos en vías interurbanas	(VIII) Accidentes en vías interurbanas	(IX) Fallecidos en vías interurbanas	(X) Accidentes en vías interurbanas	(XI) Fallecidos en vías interurbanas	(XII) Accidentes en vías interurbanas
Características del modelo	Misma especificación que (I) y (II), pero con efectos fijos de tiempo		Misma especificación que (I) y (II), pero quitando Navarra (provincia con descentralización parcial) del panel de datos		Misma especificación que (I) y (II) con variables adicionales para confirmar su influencia		Misma especificación que (I) y (II), introduciendo una forma específica de tendencia para cada provincia		Modelo Pooled OLS y efectos fijos	
Tendencia de descentralización	0,01147*** (0,0054)	0,04372*** (0,0187)	0,01330** (0,00675)	0,05133*** (0,01948)	0,0156*** (0,0060)	0,0586*** (0,0145)			0,0032 (0,0052)	0,0357*** (0,0043)
Descentralización							76,4525*** (9,8749)	16,0488 (12,3883)		
Tasa de desempleo	-0,0144*** (0,0034)	0,0003 (0,0025)	-0,0248*** (0,0022)	-0,0809*** (0,0019)	-0,0241*** (0,0021)	-0,0113*** (0,0019)	-0,0234*** (0,0025)	-0,0095*** (0,0020)	-0,0285*** (0,0018)	-0,0121*** (0,0015)
Densidad hospitalaria	-0,1174*** (0,0286)	-0,0540** (0,0259)	-0,2198*** (0,0600)	-0,1498*** (0,0367)	-0,2205*** (0,0503)	-0,1378*** (0,0347)	-0,2355*** (0,0746)	-0,2457*** (0,0605)	-0,2114 (0,1554)	-0,0128 (0,1242)
Edad media	-0,01649 (0,0268)	-0,04175 (0,0717)	0,0535*** (0,0197)	0,0470 (0,0535)	0,04965** (0,0221)	0,1011** (0,0507)	0,1537*** (0,0400)	-0,0287 (0,0641)	0,0526** (0,0239)	0,0613*** (0,0198)
Ratio de la población en la capital	1,458** (0,6490)	-0,8192** (0,4037)	2,1153** (0,9530)	-0,6178* (0,3647)	2,4755*** (0,9493)	-1,2318 (1,1087)	0,4944 (0,7457)	0,3791* (0,2301)	2,2673*** (0,6931)	-2,6391*** (0,5725)
Tasa de motorización	0,1981 (0,2070)	0,0123 (0,1250)	-0,4263** (0,2054)	-0,0609 (0,1682)	-0,4286 (0,2872)	-0,1370 (0,1918)	-0,2584 (0,3051)	-0,0249 (0,1448)	-0,2389 (0,2045)	-0,4279** (0,1689)
Ratio de autovías	-0,0501 (0,0744)	0,0316 (0,0206)	-0,1144** (0,0584)	-0,04721 (0,0117)	-0,0753* (0,0419)	-0,0059 (0,0196)	-0,1310** (0,0643)	0,0106 (11,3653)	-0,1851 (0,1195)	0,0116 (0,0897)
Turistas	-0,0282 (0,0210)	0,1304* (0,0675)	-0,0612* (0,0321)	0,0150* (0,0079)			-0,0353 (0,0643)	0,1520* (0,0825)	-0,0789 (0,0561)	0,0117** (0,0046)
Precipitaciones	0,0590 (0,0387)	-0,0604** (0,0300)	0,0926** (0,0396)	0,0186 (0,0213)	0,0750* (0,0420)	0,0173 (0,0269)	0,1243*** (0,0418)	0,0252 (0,0257)	0,0571 (0,0553)	-0,0765* (0,0457)
Año			-0,0946*** (0,0057)	-0,0539*** (0,0112)	-0,0928*** (0,0064)	-0,0661*** (0,0112)	-0,1502*** (0,0095)	-0,0463*** (0,0132)	-0,0865*** (0,0064)	-0,0178*** (0,0053)

**Capítulo III. Análisis del efecto de la descentralización de la supervisión policial del tráfico en la seguridad vial:
el caso de España
Jesús Boby Alcaide**

PIB per cápita (·10 ⁶)					0,5260 (2,150)	0,1250 (0,2460)				
Densidad de población					-0,0274** (0,0112)	0,0776** (0,0317)				
Efectos fijos de tiempo	Sí	Sí	No	No	No	No	No	No	No	No
Efectos fijos regionales	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	No	No	Sí	Sí
Distribución específica para provincias	No	No	No	No	No	No	Sí	Sí	No	No
AR(1)	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	No	No	No	No

Nota 1: se muestran los errores estándar entre paréntesis

Nota 2: modelo robusto a heterocedasticidad y agrupado por provincias. Las regresiones especifican un estructura de correlación AR(1) dentro de las provincias. Se usa el censo de conductores como variable de exposición.

Nota 3: Significatividad estadística al 1% (***), 5% (**), 10% (*), respectivamente.

Los resultados muestran que las provincias donde la supervisión de las normas de tráfico está descentralizada (ejercida por los cuerpos de policías de cada comunidad autónoma ('Mossos d'Esquadra', 'Ertzaintza' y 'Policía Foral')) registran, *ceteris paribus*, un mayor número de accidentes de tráfico y fallecidos en vías interurbanas en comparación con aquellas donde la gobernanza de la aplicación de la ley de tráfico está centralizada en el ámbito nacional (por la ATGC). Este hallazgo es estadísticamente significativo al 1% en la mayoría de los casos y se encuentra tanto en los modelos originales como en las verificaciones de robustez (con las únicas excepciones de los modelos X y XI en la **Tabla 22**).

Esto sugiere que, en el caso español y durante el período analizado, la ATGC ha sido más eficaz en la prevención de accidentes que los cuerpos de policía autonómicos a la hora de aplicar las mismas leyes de tráfico y considerando las variables socioeconómicas, de movilidad y ambientales que generalmente se utilizan como variables de control en los estudios científicos de seguridad vial. Este resultado está en línea otros hallazgos en la literatura científica previa que también han analizado el impacto de la descentralización en otras políticas públicas, como por ejemplo Segal (1997), y demuestra, en este caso para los departamentos de tráfico que los cuerpos policiales, que una administración centralizada podría conducir a resultados positivos al permitir el acceso a mayores cantidades y mejores recursos.

Asimismo, una administración centralizada minimiza la competencia entre administraciones y refuerza las prácticas de seguimiento y control como consecuencia de las llamadas economías de escala que también se pueden encontrar en la centralización de otras áreas de políticas públicas (Karjalainen, 2011). Todo ello también se vería reforzado por las características economías de red de la red interurbana de carreteras españolas analizadas en el presente trabajo, ya que atiende a todos los usuarios de la vía que circulan en territorio español (tanto el tráfico de una región a otra como el tráfico continuo generado por los movimientos turísticos), o la operación 'Paso del Estrecho' que ocurre de forma recurrente durante los meses de verano todos los años.

No cabe duda de que estos dos efectos de economías de escala y de economía de red potencian el papel de la gestión centralizada de control policial y vigilancia que lleva a cabo la Guardia Civil en la red central de carreteras. Por otro lado, su servicio

centralizado permite variar la dotación de medios a diferentes regiones según las necesidades puntuales, mejorando de forma considerable la eficiencia (no estudiada en este documento) y eficacia de la actividad.

Una vez analizado el efecto de la descentralización, a continuación, se describen los resultados del resto de variables utilizadas en los modelos.

En primer lugar, tanto los accidentes de tráfico como las víctimas mortales muestran una relación negativa y estadísticamente significativa con la tasa de desempleo. Se demuestra, para ambas variables de seguridad vial, que una menor tasa de paro implica una peor seguridad vial. Este resultado está en línea con los hallazgos anteriores de, entre otros, Sánchez-González et al. (2018) para el caso español y de Bishai et al. (2006) para otros países, que establecen que el ciclo económico y la seguridad vial tienen un comportamiento procíclico, en el que periodos de bonanza económica (con menor desempleo y mayor actividad) vienen acompañados de un empeoramiento de las variables de seguridad vial. De hecho, este comportamiento procíclico es anticipado en el epígrafe 2.1.2 del presente documento y los hallazgos publicados en Castillo-Manzano et al. (2020b) también van en la misma línea.

En segundo lugar, se ha encontrado una relación negativa entre las muertes causadas por accidentes de tráfico en vías interurbanas y la densidad hospitalaria. Esto es una muestra más de la influencia favorable que el gasto sanitario tiene sobre la seguridad vial, como demostraron previamente otros estudios de investigación (Noland, 2003). Una red hospitalaria más densa permitirá una atención médica más rápida y efectiva en caso de accidente de tráfico, que reducirá de forma importante la mortalidad.

En cuanto a la variable de la edad media de la población, para nuestro caso se ha encontrado que guarda una relación positiva con las víctimas mortales por accidentes de tráfico. Este resultado está en línea con otras investigaciones que muestran que, aunque los conductores más jóvenes presentan un comportamiento de conducción más imprudente, los conductores de edad avanzada pueden tener capacidades físicas y cognitivas deterioradas que podrían conducir a peores cifras en las variables de seguridad vial (Li et al., 2003), o como se adelantó en el capítulo introductorio, las condiciones físicas de los heridos son uno de los principales predictores de las consecuencias

(incluyendo letalidad) de los accidentes de tráfico. Esto abre un interesante debate en torno a las medidas a tomar para la renovación de los permisos de conducción para personas de edad avanzada, así como otras posibles medidas de mitigación vinculadas a este problema.

Por su parte, en lo relativo a la relación que la ratio de población en la capital respecto población total regional guarda con las dos variables de seguridad vial analizadas, también se encuentra una relación positiva con la mortalidad por tráfico y una relación negativa con los accidentes de tráfico. Este resultado indica que las provincias con una mayor proporción de población concentrada en la capital de provincia (o en la ciudad más poblada) registran menos accidentes de tráfico, ya que esta concentración de población genera externalidades positivas derivadas de la aglomeración y concentración de servicios, así como mejores servicios de transporte público. Por ejemplo, menos personas necesitan viajar para acceder a servicios esenciales y a actividades de ocio o culturales (Sánchez-González et al., 2018). No obstante, por otro lado, existe una mayor tasa de mortalidad precisamente porque se trata de entornos de tráfico más complejo y, aunque hay menos accidentes por la menor exposición, estos accidentes son más graves y la asistencia médica en carretera es más lenta (Gedeborg et al., 2010) por las retenciones generalmente presentes. Una explicación plausible adicional es que una mayor aglomeración conduce a un aumento en los viajes de placer que eventualmente impactan en la mortalidad.

El coeficiente de la tasa de motorización es negativo para las muertes por accidentes de tráfico, lo que muestra que las tasas de motorización más altas conducen a menos muertes por accidentes de tráfico, lo que está en línea con los hallazgos de la literatura científica anterior (Noble et al., 2015). Inicialmente, este resultado puede aparecer contraintuitivo, ya que se esperaría que una mayor tasa de motorización llevase a una mayor exposición y, por ende, mayor siniestralidad y mortalidad. Sin embargo, una mayor tasa de motorización no implica necesariamente una mayor movilidad y exposición, especialmente en los países desarrollados, donde pueden aparecer consecuencias positivas vinculadas a esta variable, incluida la renovación más frecuente del parque de vehículos que se relaciona con menos accidentes de tráfico (Aparicio-Izquierdo et al., 2013). Es decir, una mayor tasa de motorización puede estar muy relacionada con una menor edad del parque móvil y consecuentemente con el acceso a

vehículos con mayores avances tecnológicos que eviten accidentes y, principalmente, que palién las consecuencias letales de los mismos, resultando en reducción de heridos o fallecidos (como se ha demostrado en esta investigación).

En cuanto a infraestructura, se ha encontrado una relación negativa entre la ratio de autovías y las muertes por accidentes de tráfico, como era de esperar. Este hecho ha sido profusamente demostrado con anterioridad en la literatura científica, donde se ve, para distintas situaciones, que una mayor densidad de carreteras de alta capacidad es uno de los principales predictores de un comportamiento favorable de las variables de seguridad vial (Sánchez-González et al., 2018).

Por su parte, el número de turistas muestra un efecto opuesto sobre las víctimas mortales y los accidentes. Si bien un mayor número de turistas en la provincia se correlaciona con un mayor número de accidentes, la gravedad de estos accidentes y la tasa de mortalidad son menores. La mayor presencia de turistas puede conducir a una mayor congestión del tráfico, lo que implica un mayor número de accidentes (Castillo-Manzano et al., 2020a) a menor velocidad y, por tanto, una menor tasa de letalidad.

Finalmente, el coeficiente hallado para la precipitación anual es positivo para los accidentes de tráfico. Esta es una evidencia empírica de que el clima lluvioso y las malas condiciones meteorológicas conducen a un aumento en la gravedad de los accidentes y el consecuente deterioro de las variables de seguridad vial (Stevens et al., 2019).

También debe destacarse que la tendencia temporal (modelada con la variable año) es negativa para muchos de los modelos incluidos en la **Tabla 21** y la **Tabla 22**. Como la tendencia tiene una relación estadísticamente significativa con las variables, se ha mantenido en la mayoría de los modelos. Este último hecho va en línea con la tendencia mostrada en la Introducción, donde se mostraba claramente que las dos principales variables de seguridad vial –accidentes y fallecidos- se encuentran en claro descenso tanto en España como en los países de su entorno.

3.6. Conclusiones del Capítulo III

En las últimas décadas, ha habido una tendencia en muchos países con mayores ingresos a que la gobernanza central en las políticas públicas sea reemplazada

progresivamente por una toma de decisiones a un nivel local y regional. En esta línea, las responsabilidades de la política de seguridad vial se comparten entre los gobiernos y autoridades nacionales (central o estatal), autonómicas, provinciales y/o locales (municipales) de algunos países como España, donde los servicios policiales de tráfico están descentralizados en un conjunto de regiones.

Nuestros resultados demuestran, tal y como se incluye en Castillo-Manzano et al. (2022), que las regiones de España donde la aplicación de la ley de tráfico está bajo vigilancia nacional (por la ATGC) presentan cifras más bajas de accidentes de tráfico y mortalidad, lo que muestra que la gobernanza regional de la policía de tráfico podría ser menos efectiva que la gestión central de la misma para este caso particular. Esta relación se ha demostrado a través del uso de datos de panel para 50 regiones NUTS-3, en un período de 16 años y con un conjunto de variables de control que se han considerado para evaluar otros factores que influyen en la seguridad vial.

De cara a identificar los puntos clave que podrían explicar esta diferencia en los resultados de seguridad vial, recurrimos a los factores previamente demostrados empíricamente para otros servicios públicos. Concretamente, un enfoque centralizado i) favorece el acceso a recursos más avanzados, ii) permite un mejor sistema de seguimiento y control, y iii) es intrínsecamente más simple de coordinar en comparación con un enfoque descentralizado (Segal, 1997). Para nuestro caso concreto, y según nuestros resultados, la gestión coordinada “de arriba a abajo” de la aplicación del código de circulación parece ser deseable en España ya que, reforzándose además por el hecho de que las mismas normas de tráfico se aplican por igual en todos los territorios. También hay que tener en cuenta que, a diferencia de otros servicios públicos como la sanidad o la educación, de los que sólo pueden beneficiarse la población de cada una de las Comunidades Autónomas, todo aquel que utilice la red de carreteras del Estado español puede hacerlo sin ningún tipo de limitación o distinción en cuanto a sus puntos de origen, lo que genera lo que se conoce como “economías de red”. Además, la gestión centralizada en España permitiría una mejor asignación de los recursos a las regiones, especialmente en el caso de instrumentos de alto coste económico, como los helicópteros de vigilancia del tráfico. Esta ventaja es especialmente importante durante la temporada turística, cuando la gestión centralizada permite el traslado de recursos policiales y materiales, como radares móviles, desde el centro de la península a la costa y archipiélagos en

regiones que comparten la misma policía de tráfico. Nuestros hallazgos también podrían extenderse para explicar la gestión centralizada en otras áreas de seguridad vial, como campañas publicitarias, señalización de tráfico y legislación. Cabe decir, finalmente, que esto contrasta con otros servicios públicos en España (por ejemplo, alumbrado público, limpieza de calles y suministro de agua potable), donde se ha demostrado que la descentralización mejora la eficacia y eficiencia de las administraciones locales (Balaguer-Coll et al., 2010).

Por tanto, teniendo en cuenta las evidencias empíricas encontradas, la gestión de la aplicación de la ley de seguridad vial por la policía de tráfico, donde están involucradas economías de escala y efectos de red, puede centralizarse si se obtienen ganancias en términos de mejores cifras de seguridad vial. En este sentido, podría ser útil extrapolar esta idea a otros territorios y/o países con descentralización tradicional de los departamentos de policía de tráfico, como, por ejemplo, Reino Unido y Alemania, así como a otras políticas con presencia de economías de escala y efectos de red, quizás combinando elementos centralizados y descentralizados para generar algunos posibles beneficios derivados de la gestión central coordinada.

Por otra parte, cabe destacar el caso de los Países Bajos. Aunque la política holandesa de seguridad vial estaba descentralizada y la división de responsabilidades estaba claramente definida por la Ley de planificación del tráfico y el transporte de 2005, después de décadas de descentralización de las actividades de seguridad vial, el "Plan nacional de tráfico y transporte para 2001-2020" recientemente finalizado reconoció el papel clave del gobierno central para llevar a cabo una política de seguridad vial coherente, de acuerdo con el lema: "local donde sea posible, central donde sea necesario" porque *"si el progreso aún es insuficiente, o si una situación tiene una influencia negativa en la seguridad vial, un control central más fuerte puede llegar a ser necesario"* (Ministerio de Transporte, Obras Públicas y Gestión del Agua de los Países Bajos, 2009).

Todo lo anterior puede indicar que no existe un enfoque único válido para la descentralización y se deben realizar análisis detallados caso por caso para determinar el mejor nivel de la administración pública para cada grupo de políticas públicas dependiendo de las características específicas del país / región (Aslim y Neyapti, 2017); incluso que es recomendable avanzar hacia nuevos modelos en los que se habilita a la

sociedad para hacerse corresponsable de la gobernanza más allá del tradicional modelo de gestión del tráfico planificada, como ocurre para el caso de Suecia con la aplicación del concepto de ‘responsabilización’ (Hysing, 2019).

En resumen, los responsables políticos deben considerar estos resultados para definir futuras estrategias de descentralización/recentralización en el debate sobre la descentralización total de la policía de tráfico en Navarra (Calvo, 2018). En este sentido, hay que resaltar que, en el año 2023, el gobierno central de España se ha comprometido a ceder a Navarra la competencia exclusiva de Tráfico y Seguridad Vial, y ya se encuentran en marcha las acciones para esta transferencia de la ATGC a la Policía Foral de Navarra, siguiendo lo marcado en BOE (2023).

Finalmente, y con independencia del grado de descentralización, sería deseable una mayor colaboración y uso compartido de algunos recursos específicos entre la Agrupación de Tráfico de la Guardia Civil, que opera en 43 de las 50 regiones NUTS-3 españolas, y las fuerzas policiales regionales, que operan en las regiones NUTS-3 de Cataluña, Navarra y País Vasco. Y, a nivel supranacional, también debería hacerse un esfuerzo para promover estas mismas estrategias sobre la base de una mayor colaboración y más recursos comunes entre los diferentes departamentos nacionales de policía de tráfico y a través de iniciativas como TISPOL (Red Europea de Policía de Tráfico).

CAPÍTULO IV. Conclusiones y consideraciones finales

El presente documento de tesis doctoral se centra en el análisis del problema de la seguridad vial, que constituye uno de los principales retos a los que se enfrenta nuestra sociedad, y que conlleva un fuerte impacto e influencias en las áreas económica, política y tecnológica.

En concreto, se ha estudiado de forma extensa este problema para el caso de Europa en su conjunto (a través de la UE-27 junto a Reino Unido) y de España en particular durante el final del siglo XX y el comienzo del siglo XXI, presentando las principales variables, políticas e hitos relacionados con el mismo. Particularmente, se ha profundizado en base a dos hechos singulares que permiten establecer sendos casos de estudio de sumo interés. En primer lugar, la crisis económico-financiera de 2008 y los posteriores programas de apoyo financiero (y las medidas de austeridad derivadas de los mismos), con su potencial impacto en las variables de seguridad vial. Y, en segundo lugar, el proceso de descentralización asimétrica (con regiones completamente descentralizadas o centralizadas e incluso híbridas como el caso de Navarra en el periodo analizado) en el ámbito de la policía de tráfico en España.

Junto a las conclusiones concretas para cada uno de los estudios anteriores, las cuales han sido incluidas en los respectivos capítulos, a continuación, se recogen una serie de implicaciones derivadas de ambas investigaciones, con el fin de ofrecer algunas recomendaciones en materia de seguridad vial.

En primer lugar, tanto en el ámbito europeo como en el caso de España, se ha demostrado empíricamente que existe una relación pro-cíclica entre seguridad vial y ciclo económico, que sigue una evolución cuadrática a largo plazo (tanto para accidentes como para fallecidos). Esta relación pro-cíclica se ha confirmado usando como *proxies* de actividad económica tanto el PIB per cápita como la tasa de desempleo, y está en línea con otros hallazgos similares que se presentan en la literatura científica para distintas geografías y periodos.

Por un lado, hemos confirmado la influencia significativa que el ciclo económico tiene en la seguridad del tráfico rodado, para dos casos representativos en los que se cuenta con sistemas de gestión de la seguridad vial muy avanzados: el conjunto de los

países de la UE-27 más Reino Unido y el conjunto de provincias de España. En los dos entornos, pese a que durante décadas se han ido acumulando elementos que mejoran la seguridad del tráfico en términos de políticas avanzadas, mejoras en las vías, educación, o medios tecnológicos para la aplicación de la legislación, entre otros, se pone de manifiesto que la variación de la actividad económica –y, por ende, la exposición- sigue siendo el principal predictor del comportamiento de la siniestralidad y mortalidad vial en el corto plazo.

Por otro lado, los resultados nos muestran que también, para estos casos, tanto el PIB per cápita como la tasa de desempleo pueden utilizarse como variables de actividad económica, en concreto para el análisis de la relación con las variables de seguridad vial. Este hecho es de suma importancia y sería extrapolable, de cara a enriquecer los análisis científicos, al análisis de otros casos de estudio en los que la actividad económica genera externalidades de cualquier signo, como el impacto en el medio ambiente, o la seguridad ciudadana.

Ahondado en este comportamiento pro-cíclico, especialmente en las mejoras observadas durante los periodos de retroceso económico, que se observa de forma muy clara con el resultado paradójico hallado en el **Capítulo II** (donde se ha comprobado de forma empírica que los países que sufrieron una mayor recesión en la crisis económica y financiera de 2008 presentaron mejores datos de seguridad vial), cabe destacar que en los periodos de recesión económica puede producirse un efecto ‘espejismo’ de mejora que lleve a los poderes públicos a relajar las medidas de prevención (reforzado por la necesidad de priorizar gastos e inversiones en otras áreas de políticas públicas). No obstante, no debe perderse de vista que esta reducción es sólo coyuntural y, como también se ha demostrado, la dinámica a largo plazo no varía. Por tanto, los poderes públicos deben tener en cuenta esta diferencia entre los comportamientos a corto y largo plazo para no recortar presupuestos en seguridad vial que puedan afectar a los factores estructurales del sistema, guiados por las mejoras en corto plazo vinculadas a las contracciones económicas.

En cualquier caso, es reseñable también que –por el contrario- el incremento de la actividad económica genera externalidades negativas a corto plazo en la seguridad vial, que deben tenerse en cuenta a la hora de diseñar e implementar las políticas públicas y

gestionar los presupuestos públicos. De este modo, en épocas de crecimiento económico debe preverse un mayor riesgo de siniestralidad y fatalidad vial y dedicar partidas y recursos extraordinarios a la gestión del tráfico y la prevención vial.

En segundo lugar, y junto a la influencia de la actividad económica, se ha encontrado también una relación significativa positiva entre movilidad (expresada en vehículos·km) y siniestralidad, si bien dicha relación no se observa cuando se usa el parque de automóviles como variable exógena, poniendo de manifiesto que la disponibilidad de un mayor número de vehículos en el parque automovilístico no implica de forma necesaria una mayor exposición al riesgo. En este sentido, se deduce que el incentivo a la compra de vehículos y el subsecuente incremento del *stock* total, lejos de suponer un problema para la seguridad vial, supone una palanca de mejora, ya que contribuye a la modernización del mismo.

En tercer lugar, hemos demostrado, mediante modelos econométricos, el efecto negativo que tiene en la seguridad vial la densidad de población, tanto para España como para los países de su entorno. De este modo, se evidencia que una mayor densidad de población o una mayor concentración de la población de la región en un municipio conlleva más mortalidad vial, aunque no necesariamente más siniestralidad. Probablemente, esta mayor concentración de la población viene asociada a mayores desplazamientos y retenciones de tráfico que, además, dificultan el acceso de los equipos de asistencia sanitaria en caso de siniestro. Así, se recomienda a los poderes públicos intensificar las campañas de prevención en estas zonas, así como establecer mecanismos de mitigación (como facilitación del acceso de las asistencias sanitarias) en las zonas que presenten un tráfico denso.

De manera adicional, se ha demostrado también que las características de las vías tienen un fuerte impacto en las variables de seguridad vial. En concreto, una mayor densidad de autovías se ha demostrado determinante para reducir la fatalidad en el conjunto de países de la UE27 + Reino Unido y, para el caso particular de España, concluimos que aquellas provincias con más densidad de autovías muestran una menor mortalidad vial, siendo complementarios ambos resultados. Por tanto, se pone de manifiesto el beneficio social (y económico) que tienen las inversiones en vías de alta

capacidad y el mantenimiento de las mismas en términos de reducción de siniestralidad y fatalidad vial.

Finalmente, con los dos casos analizados de forma empírica, podemos concluir la importancia que las políticas públicas tienen en la seguridad vial, incluso en aquellos casos en que éstas no están directamente relacionadas con la seguridad vial. De este modo, hemos demostrado que la aplicación de medidas de austeridad en las finanzas públicas genera a corto plazo un impacto favorable en la seguridad vial, aunque se estima que dicho impacto a largo plazo será negativo. Por otro lado, hemos encontrado el efecto negativo que la descentralización de las políticas públicas (en este caso, la vigilancia del tráfico) puede tener en la sociedad (en concreto, en las variables de seguridad vial); debiendo remarcar, no obstante, que en múltiples casos (para otras regiones y/o políticas) dicha descentralización se ha demostrado beneficiosa.

La primera derivada de este hecho es que se pone de manifiesto –como sucede de forma frecuente en la literatura científica- que las políticas públicas deben ser guiadas por la evidencia científica, así como adaptadas a cada caso particular con el objeto de considerar todas las características específicas del área. Por tanto, se recomienda a los poderes públicos que sean sumamente cautelosos y meticulosos a la hora de determinar el grado correcto de delegación de responsabilidades para las diferentes políticas, así como establezcan mecanismos de control para mejorar la eficacia cuando resulte necesario.

En concreto, y atendiendo a la seguridad vial, se recomienda el refuerzo de los mecanismos de coordinación en la administración pública, por ejemplo, con la presencia de expertos en seguridad vial en comisiones interministeriales; o con la consideración de este perímetro en los grupos de trabajo del poder legislativo. En estos casos, estos expertos deben aportar las evidencias científicas existentes en la materia. También, e insistiendo en el campo de la coordinación, se consideran convenientes todas aquellas iniciativas que permitan el intercambio de buenas prácticas entre las distintas policías de tráfico, tanto a nivel autonómico y nacionales, como supranacionales, para de este modo, potenciar la eficacia y eficiencia de las estrategias de prevención de los accidentes de tráfico y aprovechar las economías de escala y el efecto red.

Adicionalmente, y como líneas de investigación futura, consideramos recomendable realizar un análisis más detallado de los mecanismos que están detrás de los comportamientos demostrados de forma empírica en las investigaciones realizadas en el seno de esta tesis doctoral. En concreto: ¿en qué variaron los presupuestos de seguridad vial entre los países con programas de intervención y los no intervenidos tras la crisis de 2008?, ¿hubo diferencias entre estos grupos de países en lo referente a las sanciones por infracciones viales?, ¿cuáles son los medios de los que dispone la ATGC frente a las policías regionales en España?

También sería muy oportuno extender análisis similares a situaciones análogas, como la crisis causada por la pandemia de COVID-19, o estudiar el impacto de la descentralización en otras geografías, de cara a validar si los mecanismos aquí detectados también se presentan.

Por último, se espera que los resultados de esta Tesis Doctoral y las líneas de investigación propuestas sirvan de base a futuros estudios que profundicen en la eficacia, así como en el diseño e implantación de nuevas estrategias en materia de seguridad vial y que contribuyan a la ansiada reducción de los accidentes de tráfico y de la mortalidad en las carreteras.

Bibliografía

Aarts, L., Van Schagen, I. (2006). Driving speed and the risk of road crashes: A review. *Accident Analysis and Prevention*, 38(2), 215-224.

Abu-Zidan, F. M., Abbas, A. K., Hefny, A. F., Eid, H. O., & Grivna, M. (2011). Effects of Seat Belt Usage on Injury Pattern and Outcome of Vehicle Occupants After Road Traffic Collisions: Prospective Study. *World Journal of Surgery*, 36(2), 255–259.

Acosta-Rodríguez, L., Kwigizile, V., Oh, J. S., Gates, T. (2020). Presence of additional safety belt enforcement increases safety belt use by drivers. *Transportation research record*, 2674(3), 93-99.

Adler, N., Hakkert, A. S., Kornbluth, J., Sher, M. (2012). Lean management for traffic-police enforcement planning, *Policing: An International Journal of Police Strategies and Management*, 35, 4, 662-686.

Albalate, D., Bel, G. (2012). Motorways, tolls, and road safety: Evidence from Europe'. *SERIES: Journal of the Spanish Economic Association* 3, 457-473.

Albalate, D., Fernández, L., Yarygina, A. (2013). The road against fatalities: Infrastructure spending vs. regulation? *Accident Analysis and Prevention*, 59, 227-239.

Alegre, J. G. (2010). Decentralization and the composition of public expenditure in Spain. *Regional Studies*, 44(8), 1067-1083.

Allison, P. D., Waterman, R. P. (2002). 7. Fixed-Effects Negative Binomial Regression Models. *Sociological Methodology*, 32(1), 247–265.

Anbarci, N., Escalera, M., Register, C. (2006). Traffic Fatalities and Public Sector Corruption. *Kyklos*, 59, 3, 327-344.

Aney, M.S., Ho, C. (2019). Deadlier road accidents? Traffic safety regulations and heterogeneous motorists' behavior. *Regional Science and Urban Economics*, 77, 155–171.

Angrist, J. D., Pischke, J. S. (2009). *Mostly Harmless Econometrics*. New York; Princeton University Press.

Antonakakis, N., Collins, A. (2015). The impact of fiscal austerity on suicide mortality: Evidence across the 'Eurozone periphery'. *Social Science & Medicine*, 145, 63-78.

Antoniou, C., Yannis, G., Papadimitriou, E., Lassarre, S. (2016). Relating traffic fatalities to GDP in Europe on the long term *Accidents Analysis and Prevention*, 92, 89-96.

Anwaar, A., Anastasopoulos, P., Labi, S., Ong, G., Islam, M. (2012). Factors Affecting Highway Safety, Health Care Services, and Motorization-An Exploratory Empirical Analysis using Aggregate Data. *Journal Of Transportation Safety And Security*, 4, 94-115.

Aparicio-Izquierdo, F., Arenas Ramírez, B., Bernardos Rodríguez, A. (2013). The interurban DRAG-Spain model: The main factors of influence on road accidents in Spain. *Research in Transportation Economics* 37, 57-65.

Aslim, E. G., Neyapti, B. (2017). Optimal Fiscal Decentralization: Redistribution and Welfare Implications. *Economic Modelling*, 61, 224–234.

Balaguer-Coll, M. T., Prior, D., Tortosa-Ausina, E. (2010). Decentralization and efficiency of local government. *The Annals of Regional Science*, 45, 571-601.

Bastida J.L., Aguilar P.S., González B.D. (2004). The economic costs of traffic accidents in Spain. *J Trauma*, 56:883-9

Bester, C. (2000). Explaining national road fatalities. *Accident Analysis and Prevention* 33, 663–672.

Bibi, F., Jamil, M. (2021). Testing environment Kuznets curve (EKC) hypothesis in different regions. *Environmental Science and Pollution Research International*, 28(11), 13581–13594.

Bishai, D., Quresh, A., James, P., Ghaffar, A. (2006). National road casualties and economic development. *Health Economics*, 15, 65-81.

Blincoe, L. J., Seay, A. G., Zaloshnja, E., Miller, T. R., Romano, E. O., Luchter, S., Spicer, R. S. (2002). *The economic impact of motor vehicle crashes, 2000*. United States. National Highway Traffic Safety Administration.

BOE (Boletín Oficial del Estado). (2023). Real Decreto 252/2023, de 4 de abril, de traspaso de funciones y servicios de la Administración del Estado a la Comunidad Foral de Navarra en materia de tráfico y circulación de vehículos a motor. Recuperado de <https://www.boe.es/eli/es/rd/2023/04/04/252>

Borisch, B. (2014). Public health in times of austerity. *Journal Of Public Health Policy*, 35(2), 249-257

Borsos, A. (2011). Long-Term Safety Trends as a Function of Vehicle Ownership in 26 Countries. *Transportation Research Record*, 2280, 154-161.

Botezat, A. (2017). Austerity plan announcements and the impact on the employees' wellbeing. *Journal Of Economic Psychology*, 63, 1-16.

Brodeur, A., Cook, N., Wright, T. (2021). On the effects of COVID-19 safer-at-home policies on social distancing, car crashes and pollution. *Journal of environmental economics and management*, 106, 102427.

Brüde, U., Elvik, R. (2015). The turning point in the number of traffic fatalities: Two hypotheses about changes in underlying trends. *Accident Analysis and Prevention*, 74, 60–68.

Cai, H., Treisman, D. (2004). State corroding federalism. *Journal of Public Economics*, 88, 819-843.

Calvo, F. (2018). El Gobierno acuerda con Navarra el traspaso de la competencia de Tráfico, que ejercerá la Policía Foral. *El Mundo*. Retrieved from <https://www.elmundo.es/espana/2018/10/31/5bda073422601dab1d8b460b.html>.

Cardao-Pito, T. (2017). Are They All the Same? Banking and Financial Crises in Debt-Ridden Euroarea Countries. In *Economic Imbalances and Institutional Changes to the Euro and the European Union* (pp. 305-331). Emerald Publishing Limited.

Cascajo, R., Díaz-Olvera, L., Monzón, A., Plat, D., Ray, J. B. (2018). Impacts of the economic crisis on household transport expenditure and public transport policy: Evidence from the Spanish case. *Transport Policy*, 65, 40-50.

Castillo-Manzano, J. I., Castro Nuño, M., Pedregal Tercero, D. J. (2010). An Econometric Analysis of the Effects of the Penalty Points System License in Spain. *Accident Analysis and Prevention*. Vol. 42, 4, 1310-1319.

Castillo-Manzano, J. I., Castro-Nuño, M., Pedregal, D. J. (2011). Can fear of going to jail reduce the number of road fatalities? The Spanish experience. *Journal of Safety Research*, 42(3), 223-228.

Castillo-Manzano, J. I., Castro-Nuño, M., Pedregal, D. J. (2012). How many lives can bloody and shocking road safety advertising save? The case of Spain. *Transportation research part F: traffic psychology and behaviour*, 15(2), 174-187.

Castillo-Manzano, J.I., Castro-Nuño, M., Fageda, X. (2014a). Can health public expenditure reduce the tragic consequences of road traffic accidents? The EU-27 experience. *The European Journal of Health Economics*, 15, 645–652.

Castillo-Manzano, J. I., Castro-Nuño, M., Fageda, X. (2014b). Could being in the European Union save lives? An econometric analysis of the Common Road Safety Policy for the EU-27. *Journal of European Public Policy*, 21(2), 211-229.

Castillo-Manzano, J. I., Castro-Nuño, M., Pedregal, D. J. (2014c). The trend towards convergence in road accident fatality rates in Europe: The contributions of non-economic variables. *Transport Policy*, 35, 229-240.

Castillo-Manzano, J.I., Castro-Nuño, M., Fageda, X. (2015). Can cars and trucks coexist peacefully on highways? Analyzing the effectiveness of road safety policies in Europe. *Accident and analysis prevention*, 77, 120-126.

Castillo-Manzano, J. I., Castro-Nuño, M., Fageda, X. (2016). Exploring the relationship between truckload capacity and traffic accidents in the European Union. *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*, 88, 94-109.

Castillo-Manzano, J.I., Castro-Nuño, M., Fageda, X., Lopez-Valpuesta, L. (2017). An assessment of the effects of alcohol consumption and prevention policies on traffic fatality rates in the enlarged EU. Time for zero alcohol tolerance? *Transportation Research F: Traffic Psychology and Behavior*, 50, 38-49.

Castillo-Manzano, J. I., Castro-Nuño, M., López-Valpuesta, L., Pedregal, D. J. (2019). From legislation to compliance: The power of traffic law enforcement for the case study of Spain. *Transport Policy*, 75, 1-9.

Castillo-Manzano, J. I., Castro-Nuño, M., López-Valpuesta, L., Vassallo, F. (2020a). An assessment of road traffic accidents in Spain: the role of tourism. *Current Issues in Tourism*, 23, 654–658.

Castillo-Manzano, J. I., Castro-Nuño, M., Lopez-Valpuesta, L., Boby, J. (2020b). Looking for traces of the Troika's intervention in European road safety. *Accident Analysis & Prevention*, 137, 105461.

Castillo-Manzano, J. I., Castro-Nuño, M., Lopez-Valpuesta, L., Boby, J. (2022). Centralization versus decentralization of traffic law enforcement governance in Spain. *Regional Studies*, 1-13.

Castro-Nuño, M., Castillo-Manzano, J.I., Fageda, X. (2018). The role of road safety in a sustainable urban mobility: An econometric assessment of the Spanish NUTS-3 case. *International Journal of Sustainable Transportation*, 12 (3), 205-217.

Cerniglia, F. (2003). Decentralization in the public sector: quantitative aspects in federal and unitary countries. *Journal of Policy Modeling*, 25, 749-776.

Chalari, M. (2016). Crisis, Austerity and its Impact on Education in Europe and Greece. *Educate*, 16, 15-24.

Chen, H., Cao, L., Logan, D. (2012). Analysis of Risk Factors Affecting the Severity of Intersection Crashes by Logistic Regression. *Traffic Injury Prevention*, 13(3), 300–307.

Chen, G. (2014). Association between economic fluctuations and road mortality in OECD countries. *European Journal of Public Health*, 24, 612–614.

Chi, G., Quddus, M., Huang, A., Levinson, D. (2013). Gasoline price effects on traffic safety in urban and rural areas: Evidence from Minnesota, 1998–2007. *Safety Science*, 59, 154–162.

Colomer, J. M. (1998). The Spanish ‘state of autonomies’: Non-institutional federalism. *West European Politics*, 21(4), 40-52.

Comisión Europea (2001). Libro blanco del transporte 2001: Hoja de ruta hacia un espacio único europeo de transporte: por una política de transportes competitiva y sostenible. Bruselas.

Comisión Europea (2016). Salvar vidas: impulsar la seguridad de los vehículos en la UE. Informe sobre el seguimiento y la evaluación de las funciones de seguridad avanzadas para vehículos, su rentabilidad y viabilidad con vistas a la revisión de los reglamentos sobre seguridad general de los vehículos y sobre la protección de los peatones y otros usuarios vulnerables de la vía pública Disponible en: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/PDF/?uri=CELEX:52016DC0787&from=EN->

Comisión Europea (2011). Libro blanco del transporte 2011: Hoja de ruta hacia un espacio único europeo de transporte: por una política de transportes competitiva y sostenible. Bruselas.

Commandeur, J. J., Bijleveld, F. D., Bergel-Hayat, R., Antoniou, C., Yannis, G., Papadimitriou, E. (2013). On statistical inference in time series analysis of the evolution of road safety. *Accidents, Analysis and Prevention*, 60, 24-34.

Constantinou, E., Panayiotou, G., Konstantinou, N., Loutsiou-Ladd, A., Kapardis, A. (2011). Risky and aggressive driving in young adults: Personality matters. *Accident Analysis & Prevention*, 43(4), 1323-1331.

Costa-Font, J., Rico, A. (2006). Devolution and the interregional inequalities in health and healthcare in Spain. *Regional Studies*, 40, 875-887.

Costa-Font, J., Turati, G. (2018). Regional healthcare decentralization in unitary states: equal spending, equal satisfaction? *Regional Studies*, 52, 974-985.

Cummings, P. (2002) Association of seat belt use with death: a comparison of estimates based on data from police and estimates based on data from trained crash investigators. *Inj Prev* 8, 338–341

Dadashova, B., Arenas-Ramírez, B., Mira-McWilliams, J., Aparicio-Izquierdo, F. (2016). Methodological development for selection of significant predictors explaining fatal road accidents. *Accident Analysis and Prevention*, 90, 82-94.

Davoodi, H., Zou, H. F. (1998). Fiscal decentralization and economic growth: A cross-country study. *Journal of Urban economics*, 43, 244-257.

Dee, T. S. (1999). State alcohol policies, teen drinking and traffic fatalities. *Journal of Public Economics*, 72, 289-315.

Dee, T. S. (2009). Motorcycle helmets and traffic safety. *Journal of Health Economics*, 28(2), 398–412.

Delavary Foroutaghe, M., Mohammadzadeh Moghaddam, A., Fakoor, V. (2020). Impact of law enforcement and increased traffic fines policy on road traffic fatality, injuries and offenses in Iran: Interrupted time series analysis. *PLoS one*, 15(4).

Delgado, M., Ramos, L. (2019). The Common Transport Policy of the European Union and the Objective of Sustainability.

D'Elia, A., Newstead, S., & Scully, J. (2013). Evaluation of vehicle side airbag effectiveness in Victoria, Australia. *Accident Analysis and Prevention*, 54, 67–72.

DGT (Dirección General de Tráfico). (2022). Estrategia de Seguridad Vial 2030. Madrid (España).

Dong, X., Xie, K., Yang, H. (2022). How did COVID-19 impact driving behaviors and crash Severity? A multigroup structural equation modeling. *Accident Analysis & Prevention*, 172, 106687.

Elvik, R. (2012). Speed limits, enforcement, and health consequences. *Annual review of public health*, 33, 225-238.

Elvik, R., Vadeby, A., Hels, T., van Schagen, I. (2019). Updated estimates of the relationship between speed and road safety at the aggregate and individual levels. *Accident Analysis and Prevention*, 123, 114–122.

European Commission. (2006). *White Paper on European Transport Policy for 2010: Time to Decide*.

European Commission. (2011). *European Mobility Package*.

European Commission (2018a). *Road Safety in the European Union – Trends, statistics and main challenges*. European Union.

European Commission (2018b). Which EU countries have received assistance?. Retrieved 15 April, 2018, from https://ec.europa.eu/info/business-economy-euro/economic-and-fiscal-policy-coordination/eu-financial-assistance/which-eu-countries-have-received-assistance_en.

European Commission (2018c). *Annual Accident Report 2018*. European Road Safety Observatory.

European Commission (2020). Directorate-General for Mobility and Transport, *Next steps towards ‘Vision Zero’: EU road safety policy framework 2021-2030*, Publications Office.

European Transport Safety Council (ETSC) (2006). *A METHODOLOGICAL APPROACH TO NATIONAL ROAD SAFETY POLICIES*.

Ezcurra, R., Rodríguez-Pose, A. (2013). Political Decentralization, Economic Growth and Regional Disparities in the OECD. *Regional Studies*, 47, 388-401.

Farmer, C. (1997). Trends in motor vehicle fatalities. *Journal of Safety Research*, 28, 37-48.

Farmer, C., Wells, J. K. (2010). Effect of enhanced seat belt reminders on driver fatality risk. *Journal of Safety Research*, 41(1), 53–57.

Feng, M., Wang, X., Quddus, M. (2020). Developing multivariate time series models to examine the interrelations between police enforcement, traffic violations, and traffic crashes. *Analytic Methods in Accident Research*, 28, 100139.

Frank, N., Gonzalez-Hermosillo, B., Hesse, H. (2008). Transmission of Liquidity Shocks: Evidence from the 2007 Subprime Crisis. IMF Working Paper 08/200 (Washington: International Monetary Fund).

Frank, N., Hesse, H. (2009). The effectiveness of Central Bank Interventions During the First Phase of the Subprime Crisis. IMF Working Paper 08/200 (Washington: International Monetary Fund).

French, M. T., Gumus, G. (2014). Macroeconomic fluctuations and motorcycle fatalities in the U.S. *Social Science and Medicine* 104,187-193.

García-Ferrer, A., De Juan, A., Poncela, P. (2007). The relationship between road traffic accidents and real economic activity in Spain: common cycles and health issues. *Health Economics*, 16, 603-626.

Garg, N., Hyder, A. (2006). Exploring the relationship between development and road traffic injuries: a case study from India. *European Journal of Public Health*, 16, 487–491.

Gedeborg, R., Thiblin, I., Byberg, L., Melhus, H., Lindbäck, J., Michaelsson, K. (2010). Population density and mortality among individuals in motor vehicle crashes. *Injury Prevention*, 16, 302–308.

Geerlings, H., & Stead, D. (2003). The integration of land use planning, transport and environment in European policy and research. *Transport policy*, 10(3), 187-196.

Gertler, P.J., Martinez, S., Premand, P., Rawlings, L.B., Vermeersch, C.M.J. (2016). *Impact Evaluation in Practice*. Washington, DC: Inter-American Development Bank and World Bank.

Gilpin, G. (2019). Teen driver licensure provisions, licensing, and vehicular fatalities. *Journal of Health Economics*, 66, 54–70.

Gopalakrishnan, S. (2012). A public health perspective of road traffic accidents. *Journal of family medicine and primary care*, 1(2), 144.

Gras, M., Font-Mayolas, S., Planes, M., Sullman, M. (2014). The impact of the penalty point system on the behaviour of young drivers and passengers in Spain. *Safety Science*, 70, 270–275.

Gutiérrez, J., Condeço-Melhorado, A. M., Martín, J. C., Román, C. (2013). Road pricing in the European Union: direct revenue transfer between countries. *Journal of Transport Geography*, 33, 95-104.

Haddon, W. (1968). The changing approach to the epidemiology, prevention, and amelioration of trauma: the transition to approaches etiologically rather than descriptively based. *American Journal of Public Health*, 58, 1431-1439.

Hagl, M., & Kouabenan, D. R. (2020). Safe on the road – Does Advanced Driver-Assistance Systems Use affect Road Risk Perception? *Transportation Research. Part F, Traffic Psychology and Behaviour*, 73, 488–498.

Hakkert, A. S., Gitelman, V. (2014). Thinking about the history of road safety research: Past achievements and future challenges. *Transportation research part F: traffic psychology and behaviour*, 25, 137-149.

Haustein, S., Nielsen, T. A. S. (2016). European mobility cultures: A survey-based cluster analysis across 28 European countries. *Journal of Transport Geography*, 54, 173-180.

He, M. M. (2016). Driving through the Great Recession: Why does motor vehicle fatality decrease when the economy slows down? *Social Science & Medicine*, 155, 1-11.

Heron-Delaney, M., Kenardy, J., Charlton, E., & Matsuoka, Y. (2013). A systematic review of predictors of posttraumatic stress disorder (PTSD) for adult road traffic crash survivors. *Injury*, 44(11), 1413–1422.

Hespanha, P. (2015). Welfare Cuts and Insecurity under the Rule of Austerity: the Impact of the Crisis on Portuguese Social Services. *Oñati Socio-Legal Series*, 5, 4, 1110-1132.

Hezaveh, A. M., Arvin, R., Cherry, C. R. (2019). A geographically weighted regression to estimate the comprehensive cost of traffic crashes at a zonal level. *Accident Analysis & Prevention*, 131, 15-24.

Hu, W., Freudenberg, V., Gong, H., & Huang, B. (2020). The "Golden Hour" and field triage pattern for road trauma patients. *Journal of safety research*, 75, 57–66.

Hyder, A., Aggarwal, A. (2008). The increasing burden of injuries in Eastern Europe and Eurasia: Making the case for safety investments. *Health Policy (Amsterdam)*, 89(1), 1–13.

Hysing, E. (2021). Responsibilization: The case of road safety governance. *Regulation & Governance*, 15(2), 356–369.

Ifanti, A. A., Argyriou, A. A., Kalofonou, F. H., Kalofonos, H. P. (2013). Financial crisis and austerity measures in Greece: Their impact on health promotion policies and public health care. *Health Policy*. 113 (1–2), 8–12.

INE. (2019). Defunciones por causas (lista reducida) por sexo y grupos de edad. Madrid: Instituto Nacional de Estadística.

ITF (International Transport Forum) (2021). Road Safety Annual Report 2021: The Impact of Covid-19, OECD Publishing, Paris.

Izquierdo, F. A., Ramírez, B. A., & Rodríguez, E. B. (2013). The interurban DRAG-Spain model: The main factors of influence on road accidents in Spain. *Research in Transportation Economics*, 37(1), 57-65.

Jacobs, G. D., Cutting, C. A. (1986). Further research on accident rates in developing countries. *Accident Analysis and Prevention*, 18, 119–127.

Janssen, D., Jongen, W., Schröder-Bäck, P. (2016). Exploring the impact of austerity-driven policy reforms on the quality of the long-term care provision for older people in Belgium and the Netherlands. *Journal Of Aging Studies*, 38,92-104.

Jessie, W. S., Yuan, W. (1998). The efficacy of safety policies on traffic fatalities in Singapore. *Accident; Analysis and Prevention*, 30, 745-754.

Jiménez-Rubio, D., García-Gómez, P. (2017). Decentralization of health care systems and health outcomes: Evidence from a natural experiment. *Social Science and Medicine*, 188, 69–81.

Johansson, P. (1996). Speed limitation and motorway casualties: A time series count data regression approach. *Accident Analysis and Prevention*, 28, 73-87.

Joksch, H. (1984). The relation between motor vehicle accident deaths and economic activity. *Accident Analysis and Prevention*, 16, 207-210.

Kanaan, A., Huertas, P., Santiago, A., Sánchez, J. A., Martínez, P. (2009). Incidence of different health factors and their influence on traffic accidents in the province of Madrid, Spain. *Legal Medicine*, 11, S333-S336.

Karjalainen, K. (2011). Estimating the cost effects of purchasing centralization—Empirical evidence from framework agreements in the public sector. *Journal of Purchasing and supply Management*, 17(2), 87-97.

Kazuyuki, I. (2010). The relationship between traffic accidents and economic growth in China, 30, 4, 3306-3314.

Keall, M. D., Frith, W. J., Patterson, T. L. (2004). The influence of alcohol, age and number of passengers on the night-time risk of driver fatal injury in New Zealand. *Accident Analysis and Prevention*, 36, 49-61.

Kim, S., Ro, Y. S., Shin, S. D., Song, K. J., Hong, K. J., & Jeong, J. (2018). Preventive effects of motorcycle helmets on intracranial injury and mortality from severe road traffic injuries. *The American Journal of Emergency Medicine*, 36(2), 173–178.

Kopits, E., Cropper, M. (2005). Traffic fatalities and economic growth. *Accident Analysis and Prevention*, 37, 169–178.

Koppel, S., Bohensky, M., Langford, J., Taranto, D. (2011). Older drivers, crashes and injuries. *Traffic injury prevention*, 12(5), 459-467.

Koprić, I., Wollmann, H., Marcou, G. (2017). *Evaluating Reforms of Local Public and Social Services in Europe: More Evidence for Better Results (Governance and Public Management)*, Palgrave Macmillan, Cham.

Krüger, N. A. (2013). Fatal connections—socioeconomic determinants of road accident risk and drunk driving in Sweden. *Journal Of Safety Research*, 46, 59-65.

Kuhlmann, S., Wayenberg, E. (2016). Institutional impact assessment in multi-level systems: conceptualizing decentralization effects from a comparative perspective. *International Review of Administrative Sciences*, 82, 233–254.

Kuznets, S. (1955). *Economic Growth and Income Inequality*. *The American Economic Review*, 1, 1-28.

Kyriacou, A. P., Muinelo-Gallo, L., Roca-Sagalés, O. (2017). Regional inequalities, fiscal decentralization and government quality. *Regional Studies*, 51, 945-957.

Kweon, Y. J. (2015). What affects annual changes in traffic safety? A macroscopic perspective in Virginia. *Journal of Safety Research*, 53, 17-21.

Law, T. H., Radin Umar, R. S. (2005). The effect of economic cycle and targeted motorcycle program on traffic deaths in Malaysia. *Journal – The Institution of Engineers, Malaysia*, 65, 3-4.

Law, T. H., Noland, R. B., Evans, A. W. (2011). The sources of the Kuznets relationship between road fatalities and economic growth. *Journal Of Transport Geography*, 19, 355-365.

Lee, B. K., Han, E. J., Sohn, S. Y., Kim, Y. S., Yoon, J. Y., & Choi, J. Y. (2017). A cost-benefit analysis to assess the effectiveness of frontal center curtain airbag. *Sustainability (Basel, Switzerland)*, 9(10), 1745.

Levin, A., Lin, C. F., Chu, C. S. J. (2002). Unit root tests in panel data: asymptotic and finite-sample properties. *Journal of Econometrics*, 108, 1–24.

Li, G., Braver, E. R., Chen, L. H. (2003). Fragility versus excessive crash involvement as determinants of high death rates per vehicle-mile of travel among older drivers. *Accident Analysis and Prevention*, 35(2), 227-235.

Li, J., Goerlandt, F., & Reniers, G. (2021). An overview of scientometric mapping for the safety science community: Methods, tools, and framework. *Safety Science*, 134, 105093.

Lloyd, L., Wallbank, C., Broughton, J. (2015). A collection of evidence for the impact of the economic recession on road fatalities in Great Britain. *Accident Analysis and Prevention*, 80, 274-285.

Lowatcharin, G., Stallmann, J. I. (2019). The differential effects of decentralization on police intensity: A cross-national comparison. *The Social Science Journal*, 56(2), 196-207.

Markowski. (2017). Road safety aspects in the management of road maintenance. *MATEC Web of Conferences*, 122, 2009.

Martí-Costa, M., Tomàs, M., Bayırbağ, M., Davies, J., Münch, S. (2017). Urban governance in Spain: From democratic transition to austerity policies. *Urban Studies*, 54(9), 2107–2122.

Matsuo, K., Chigai, N., Chattha, M. I., & Sugiki, N. (2022). Vulnerable road user safety evaluation using probe vehicle data with collision warning information. *Accident Analysis and Prevention*, 165, 106528–106528.

McCartt, A. T., Kyrychenko, S. Y. (2007). Efficacy of Side Airbags in Reducing Driver Deaths in Driver-Side Car and SUV Collisions. *Traffic Injury Prevention*, 8(2), 162–170.

McCluskey, J. D., Cancino, J. M., Tillyer, M. S., Tillyer, R. (2014). Does Organizational Structure Matter? Investigation Centralization, Case Clearances, and Robberies. *Police Quarterly*, 17(3), 250–275.

Mc Donald, O. (2016). *Lehman Brothers: a crisis of value*. Manchester, England: Manchester University Press.

Michas, G., Micha, R. (2013). Road traffic accidents in Greece: have we benefited from the financial crisis? *Journal of epidemiology and community health*, 67, 894-894.

Miller, T. R., Levy, D. T., Swedler, D. I. (2018). Lives saved by laws and regulations that resulted from the Bloomberg road safety program. *Accident Analysis & Prevention*, 113, 131-136.

Ministerio de Fomento (2016). *Anuario Estadístico 2016*. Ministerio de Fomento (Gobierno de España), Dirección General de Programación Económica y Presupuestos, Subdirección General de Estudios Económicos y Estadísticos.

Ministerio del Interior (2021). *INFORME DE EVALUACIÓN DEL CUMPLIMIENTO DE LA “ESTRATEGIA DE SEGURIDAD VIAL 2011-2020” DE LA DIRECCIÓN GENERAL DE TRÁFICO*. Madrid.

Ministerio de Transporte, Obras Públicas y Gestión del Agua de Países Bajos (Dutch Ministry of Transport, Public Works and Water Management) (2009) .*Road Safety Strategic Plan 2008-2020*. (https://ec.europa.eu/transport/road_safety/sites/default/files/pdf/20151210_1_netherlands.pdf).

Moreno, L. (2002). Decentralization in Spain. *Regional Studies*, 36, 399–408.

Mwinjuma, J., Kadir, S., Hamzah, A., Basri, R. (2015). A Review of Characteristics and Experiences of Decentralization of Education. *International Journal of Education and Literacy Studies*, 3, 34–41.

Nghiem, S., Connelly, B. L. (2015). Benchmarking Road Traffic Safety Across OECD Countries A Distance Function Approach. *Journal of Transport Economics and Policy*, 49, 539–559.

Nguyen-Hoang, P., Yeung, R. (2014). Dollars for lives: The effect of highway capital investments on traffic fatalities. *Journal Of Safety Research*, 51, 109-115.

Nhac-Vu, Hours, M., Chossegros, L., Charnay, P., Tardy, H., Martin, J.-L., Mazaux, J.-M., & Laumon, B. (2014). Prognosis of Outcome in Adult Survivors of Road Accidents in France: One-Year Follow-Up in the ESPARR Cohort. *Traffic Injury Prevention*, 15, 138–147.

Noble, B., Lloyd, D., Fletcher, J., Lloyd, L., Reeves, C., Broughton, J., Scoons, J. (2015). Fatal road casualties in Great Britain: two studies relating patterns to wide-ranging exposure factors. Why does road safety improve when economic times are hard? ITF/IRTAD, Paris, 194–227.

Noland, R. B. (2003). Traffic fatalities and injuries: The effects of changes in infrastructure and other trends. *Accident Analysis and Prevention*, 35, 599-611.

Noland, R. B., Zhou, Y. (2017). Has the great recession and its aftermath reduced traffic fatalities? *Accident Analysis and Prevention*, 98, 130-138.

Oates, W. E. (1972). *Fiscal Federalism*. New York: Harcourt Brace Jovanovich.

OECD (Organisation for Economic Co-operation and Development)/International Transport Forum. (2015). *Road Safety Annual Report*. IRTAD, Paris.

Olivier J, Creighton P. (2017). Bicycle injuries and helmet use: a systematic review and meta-analysis. *Int J Epidemiol*, 46(1), 278-292.

Orviska, M., Hudson, J. (2017). Quantitative Easing in the Eurozone. Economic Imbalances and Institutional Changes to the Euro and the European Union (International Finance Review, Volume 18) Emerald Publishing Limited, 143 – 159.

Otte, D., Haasper, C. (2010). Effectiveness of the helmet for bicyclists on injury reduction in German road accident situations - state of affairs on GIDAS. International Journal of Crashworthiness, 15(2), 211–221.

Page, Y. (2001). A statistical model to compare road mortality in OECD countries. Accident Analysis and Prevention, 33, 371-385.

Penning, R., Veldstra, J. L., Daamen, A. P., Olivier, B., Verster, J. C. (2010). Drugs of abuse, driving and traffic safety. Current drug abuse reviews, 3(1), 23-32.

Pérez, K. (2009). Rojo, amarillo y ¿ verde?: La seguridad vial en España en la primera década del siglo XXI. Gaceta Sanitaria, 23(5), 359-361.

Petrou, P. (2019). The Impact of Financial Crisis, Austerity Measures, and Bailout Agreement on Cypriots' Health: The Memorandum Is Dead, Long Live the Memorandum. Value in health regional issues, 19, 99-103.

Pezzuto, I. (2017). An Analysis of the Recent Eurozone Recovery: is It Sustainable? Journal of Governance and Regulation, 6(3), 29–36.

Pirdavani, A., Brijs, T., Bellemans, T., Kochan, B., Wets, G. (2013). Evaluating the road safety effects of a fuel cost increase measure by means of zonal crash prediction modeling. Accident Analysis And Prevention, 50, 186-195.

Prat, F., Planes, M., Gras, M. E., Sullman, M. J. M. (2015). An observational study of driving distractions on urban roads in Spain. Accident Analysis and Prevention, 74, 8-16.

Quaglio, G., Karapiperis, T., Van Woensel, L., Arnold, E., McDaid, D. (2013). Perspective: Austerity and health in Europe. Health Policy, 113,13-19.

Rembalovich, G., Terentyev, V., Andreev, K., Anikin, N., Teterin, V. (2020). Improving the emergency system for a traffic accident. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering* 918.1, 012072.

Rodríguez-López, J., Marrero, G. A., González, R. M., Leal-Linares, T. (2016). Road accidents and business cycles in Spain. *Accident Analysis and Prevention*, 96, 46-55.

Rojo, M., Gonzalo-Orden, H., Linares, A., dell'Olio, L. (2016). Effects of Economic Recession on Road Safety Indexes. *Transportation Research Procedia*, 18, 80-87.

SafetyNet (2009). Road Safety Management, Project co-financed by the European Commission, Directorate-General Transport and Energy.

Salinas, P., Solé-Ollé, A. (2018). Partial fiscal decentralization reforms and educational outcomes: A difference-in-differences analysis for Spain. *Journal of Urban Economics*, 107, 31-46.

Salmon, K. (2017). A Decade of Lost Growth: Economic Policy in Spain through the Great Recession. *South European Society and Politics*, 22(2), 239–260.

Sánchez-González, M., Escribano Sotos, F., Tejada Ponce, Á. (2018). Impact of provincial characteristics on the number of traffic accident victims on interurban roads in Spain. *Accident Analysis and Prevention*, 118, 178–189.

Sapir, A., Wolff, G. B., De Sousa, C., Terzi, A. (2014). The Troika and Financial Intervention in the Euro Area: Successes and Failures. Study on the Request of the Economic and Monetary Affairs Committee of the European Parliament. Brussels. February.

Schipper, F. (2008). Driving Europe : building Europe on roads in the twentieth century. [Phd Thesis 1 (Research TU/e / Graduation TU/e), Industrial Engineering and Innovation Sciences]. Technische Universiteit Eindhoven. Aksant.

Scuffham, P. A., Langley, J. D. (2002). A model of traffic crashes in New Zealand. *Accident Analysis and Prevention*, 34, 673-687.

Segal, L. (1997). The pitfalls of political decentralization and proposals for reform: The case of New York City public schools. *Public administration review*, 57, 141-149.

Sirajudeen, A. O., Law, T. H., Wong, S. V., Jakarni, F. M., Ng, C. P. (2021). The sources of the Kuznets relationship between the road deaths to road injuries ratio and economic growth. *Journal of Safety Research*, 78, 262–269.

Stanojević, P., Jovanović, D., Lajunen, T. (2013). Influence of traffic enforcement on the attitudes and behavior of drivers. *Accident Analysis and Prevention*, 52, 29-38.

Steiner, R., Kaiser, C., Tapscott, C., Navarro, C. (2018). Is local always better? Strengths and limitations of local governance for service delivery. *The International Journal of Public Sector Management*, 31, 394–409.

Stephens, A. N., Bishop, C. A., Liu, S., Fitzharris, M. (2017). Alcohol consumption patterns and attitudes toward drink-drive behaviours and road safety enforcement strategies. *Accident Analysis and Prevention*, 98, 241–251.

Stevens, S., Schreck, C., Saha, S., Bell, J., Kunkel, K. (2019). Precipitation and Fatal Motor Vehicle Crashes: Continental Analysis with High-Resolution Radar Data. *Bulletin of the American Meteorological Society*, 100, 1453–1461.

Stringer, R. J. (2019). Policing the drunk driving problem: A longitudinal examination of DUI enforcement and alcohol related crashes in the US (1985–2015). *American journal of criminal justice*, 44(3), 474-498.

SWOV (Institute for Road Safety Research). 2008. Fact sheet demerit points systems: http://www.swov.nl/rapport/Factsheets/FS_Demerit_points.pdf

Tanaboriboon, Y. (2005). Traffic Accidents in Thailand. *IATSS Research*, 29, 88-100.

Threlfall, M. (2003). European Social Integration: Harmonization, Convergence and Single Social Areas. *Journal of European Social Policy*, 13(2), 121–139.

Toffolutti, V., Suhrcke, T. (2014). Assessing the short-term health impact of the Great Recession in the European Union: A cross-country panel analysis. *Preventive Medicine* 64, 54–62.

Tolón-Becerra, A., Lastra-Bravo, X., Flores-Parra, I. (2013). National and regional analysis of road accidents in Spain. *Traffic Injury Prevention*, 14, 486-495.

Tomescu, C., Casapu, A. (2009). Traffic Injuries Issue in Romania. *Calitatea Vieții XX*, 3–4, 289–297.

Török, A. (2015). Case Study on the Relationship between Road Safety and Economy in Hungary. *American Journal of Vehicle Design*, 3, 1, 1-5.

Traynor, T. L. (2008). Regional economic conditions and crash fatality rates – a cross-county analysis. *Journal Of Safety Research*, 39, 33-39.

Traynor, T. L. (2009). The impact of state level behavioral regulations on traffic fatality rates. *Journal Of Safety Research*, 40, 421-426.

Truong, L. T., Kieu, L. M., Vu, T. A. (2016). Spatiotemporal and random parameter panel data models of traffic crash fatalities in Vietnam. *Accident Analysis and Prevention*, 94, 153-161.

UNDP (United Nations Development Programme). (2013). Human Development Report 2013 - The Rise of the South: Human Progress in a Diverse World. Available at: <http://www.refworld.org/docid/514850672.html>.

Usman, T., Fu, L., Miranda-Moreno, L. (2011). Winter Road Safety: Effects of Weather, Maintenance Operations, and Road Characteristics. In *ICTIS 2011: Multimodal Approach to Sustained Transportation System Development: Information, Technology, Implementation* (pp. 1152–1159).

Vadeby, A., Forsman, Å. (2017). Traffic safety effects of new speed limits in Sweden. *Accident Analysis and Prevention*, in press. DOI: [org/10.1016/j.aap.2017.02.003](https://doi.org/10.1016/j.aap.2017.02.003).

Vandoros, S., Kavetsos, G., Dolan, P. (2014). Greasy roads: The impact of bad financial news on road traffic accidents. *Risk Analysis*, 34, 556-566.

Vandoros, S., Avendano, M., Kawachi, I. (2018). The short-term impact of economic uncertainty on motor vehicle collisions. *Preventive medicine*, 111, 87-93.

Verbeek, M. (2000). *A guide to modern econometrics*. Wiley.

Vujanić, M. (2015). How road traffic safety campaigns influence seat belt use – case study for the city of Banja Luka. *Tehnički Vjesnik*, 22(4), 959–964.

Wagenaar, A. C. (1984). Effects of Macroeconomic Conditions on the incidence of motor vehicle accidents. *Accident Analysis and Prevention*, 16, 191-205.

Wegman, F. (2017). The future of road safety: A worldwide perspective. *IATSS research*, 40(2), 66-71.

Wegman, F., Allsop, R., Antoniou, C., Bergel-Hayat, R., Elvik, R., Lassarre, S., Lloyd, D., Wijnen, W. (2017). How did the economic recession (2008–2010) influence traffic fatalities in OECD-countries? *Accident Analysis and Prevention*, 102, 51–59.

Welki, A. M., Zlatoper, T. J. (2014). The effect of cell phones on international motor vehicle fatality rates: A panel-data analysis. *Transportation Research Part E*, 64, 103–109.

WHO (World Health Organization). (2015). *Global status report on road safety 2015*. Geneva.

WHO (World Health Organization). (2018). *Global status report on road safety 2018*. Geneva.

WHO (World Health Organization). (2021). World health statistics 2021: monitoring health for the SDGs, sustainable development goals. Geneva.

World Bank (1999). *Entering the 21st Century—World Development Report 1999/2000*. Oxford University Press. Washington.

Wu, K., Agüero-Valverde, J., Jovanis, P. (2014). Using naturalistic driving data to explore the association between traffic safety-related events and crash risk at driver level. *Accident Analysis and Prevention*, 72, 210–218.

Young, D. J., Likens, T. W. (2000). Alcohol Regulation and Auto Fatalities. *International Review of Law & Economics*, 20, 107-126.

Yannis, G., Papadimitriou, E., Folla, K. (2014). Effect of GDP changes on road traffic fatalities. *Safety Science*, 63, 42-49.