

La relación movilidad-disuasión en la reducción de la accidentalidad viaria en España durante el siglo XXI

María P. Sánchez¹, Fernando Miró-Llinares² y Jesús C. Aguerri²

¹ Universidad Miguel Hernández de Elche, ² Centro CRÍMINA para el Análisis y la Prevención del Crimen, Universidad Miguel Hernández de Elche

Sánchez, María, Miró-Llinares, Fernando y Aguerri, Jesús. (2023). La relación movilidad-disuasión en la reducción de la accidentalidad viaria en España durante el siglo XXI. *Revista Electrónica de Criminología*. 07-01, 1-18. <https://doi.org/10.30827/rec.7.33176>

RESUMEN: El presente estudio analiza el papel de la movilidad en la evolución de la accidentalidad en vías interurbanas en España. Numerosos estudios han vinculado la evolución de la accidentalidad con factores conectados con la disuasión policial en materia de tráfico rodado, entendiendo que su reducción continuada durante las últimas décadas en España se relacionaría con el aumento de la vigilancia policial y con la dureza de los marcos regulatorios. Más allá de que estas perspectivas no siempre tienen en consideración todas las dimensiones del elemento "disuasión" y se centran en su medición objetiva, las mismas no siempre atienden al rol esencial que puede desempeñar la movilidad, es decir, el número de desplazamientos viarios que determina la mayor o menor exposición al riesgo. Para explorar el papel de este último factor se han tenido en cuenta los principales marcos normativos imperantes, y tres series de datos obtenidas del Registro de la DGT de los años 2005 a 2021 referidos a accidentalidad, movilidad y sanciones interpuestas. La descomposición de estas series temporales y la construcción de modelos de regresión por mínimos cuadrados ordinarios nos ha permitido observar que la movilidad es el factor que más parece influir en la accidentalidad en vías interurbanas, no encontrándose evidencia clara de que mayor vigilancia o marcos normativos más punitivos conduzcan a una menor accidentalidad viaria. Se discuten brevemente las implicaciones de esto.

PALABRAS CLAVE: Disuasión, Seguridad Vial, Análisis temporal de series, Accidentes de tráfico.

THE MOBILITY-DETERRENCE RELATIONSHIP IN THE REDUCTION OF ROAD ACCIDENTS IN SPAIN IN THE 21ST CENTURY

ABSTRACT: The present research analyses the role of mobility in the evolution of the accident rate on interurban roads in Spain. Numerous studies have linked the evolution of accident rates to factors connected with police deterrence in road traffic, assuming that its continuous reduction over the last decades in Spain is related to the increase in police vigilance and the tightening of regulatory frameworks. These perspectives do not always take into account all the dimensions of the "deterrence" element, moreover they usually do not pay attention to the essential role that mobility can play, i.e. the number of road journeys that determine the greater or lesser exposure to risk. In order to explore the role of this last factor, the main prevailing regulatory frameworks and three series of data, obtained from the DGT Register for the years 2005 to 2021, have been taken into account, referring to accidents, mobility and penalties imposed. The decomposition of these time series and the construction of ordinary least squares regression models has allowed us to observe that mobility is the factor that seems to have the greatest influence on accidents on interurban roads, and no clear evidence has been found that greater vigilance or more punitive regulatory frameworks lead to lower road accidents. The implications of this and the limitations of the study are briefly discussed.

KEY WORDS: Deterrence, Road Safety, Time series analysis, Road traffic accidents.

FECHA RECEPCIÓN REC: 29/10/22

FECHA PUBLICACIÓN REC: 16/02/23

AUTOR/A CORRESPONDENCIA: Jesús C. Aguerri
j.aguerri@crimina.es

SUMARIO: 1. Introducción, 2. Disuasión y seguridad vial, 3. La política española en materia de seguridad vial durante el siglo XXI, 4. Métodos y materiales, 5. Resultados. 5.1. Análisis descriptivo de las series históricas. 5.2. La relación entre movilidad y reducción de la accidentalidad. 6. Discusión.

1. Introducción

Aunque en las últimas décadas se ha avanzado notablemente en materia de seguridad vial, todavía hoy día los accidentes de tráfico causan 1,3 millones de fallecidos cada año, siendo la principal causa de mortalidad de niños y jóvenes en todo el mundo¹. En búsqueda de una solución a este problema, la Organización Mundial de la Salud ha lanzado dos Decenios para la Acción en el ámbito de la seguridad vial: el primero para la década 2011-2020 y el segundo para la década 2021-2030². Ambos tienen como objetivo acelerar la búsqueda de soluciones y unificar a todos los agentes con responsabilidad en la materia, para que los países que se adhieren intenten reducir en dichos periodos las víctimas mortales y los heridos graves derivados de la accidentalidad viaria, al menos en un 50%. Los dos decenios plantean como medida esencial el disponer de marcos jurídicos adecuados para la finalidad que se busca. Sin embargo, y como es sabido, los modelos de regulación administrativa, penal o mixta de la seguridad vial y de concreción de la vigilancia policial y tecnológica relacionada con la misma, son diversos y muy diferentes entre sí (Cardenal Montraveta, 2007). España suscribió ambos decenios, siendo en el primero de ellos uno de los países que logró alcanzar el objetivo de la disminución del 50% de los fallecidos por accidente de tráfico. En concreto, en España se ha reducido en un 80% los fallecidos en vías interurbanas en los últimos 30 años, si bien el objetivo sigue siendo seguir con la disminución hasta la accidentalidad 0³.

Son muchas las acciones que conforman la estrategia nacional adoptada para la reducción de los accidentes de tráfico y los fallecidos y heridos por su causa, y de muy diferente naturaleza. Se ha realizado un ingente esfuerzo en la educación y en la concienciación vial a todos los niveles, ha habido importantes avances en materia de seguridad y se ha llevado a cabo una modernización tanto en los marcos normativos como en

las medidas policiales y administrativas que los aplican. No obstante, también ha habido factores externos que han podido incidir en la evolución de la accidentalidad y sus consecuencias: cambios en la seguridad de los vehículos, mejoras en la reacción sanitaria ante los accidentes, y cambios en los costes y hábitos de circulación, entre otros muchos. Resulta muy difícil, por ello, establecer relaciones inferenciales directas entre la reducción de la mortalidad y la accidentalidad producidas, y cada una de esas acciones. Aun así, se ha señalado que gracias a varias de ellas se ha logrado que los ciudadanos interioricen conductas positivas como reducir la velocidad de conducción, no consumir alcohol o drogas si se va a conducir, o mayor uso del cinturón de seguridad (Pérez, 2009). Sin embargo, también ha sido usual atribuir al endurecimiento de los marcos regulatorios relacionados con conductas de riesgo como la conducción bajo los efectos del alcohol o la conducción a altas velocidades, un efecto positivo en la reducción de la conducción de riesgo y, con ello, en la disminución de la accidentalidad.

El marco teórico que se encuentra en el fondo de esta vinculación entre reducción de la accidentalidad y endurecimiento de los marcos normativos es el de la disuasión (Cardenal Montraveta, 2015), conforme al cual las conductas de riesgo perpetradas en el ámbito viario se verían reducidos por la cierta y pronta amenaza de sanción grave percibida por el sujeto en el caso de optar por la conducta infractora. El incremento de los marcos sancionatorios que se habría producido desde mediados de la década de 2000 y el aumento de la vigilancia policial para lograr la aplicación del mismo habría tenido, conforme a tal hipótesis, una relación directa con la reducción de la accidentalidad viaria (Castillo-Manzano et al., 2019). Frente a esto se ha argumentado que la disuasión suele tener un efecto limitado en la motivación directa de las conductas y que hay otros factores del cumplimiento normativo como la percepción subjetiva de lo que hacen los demás en relación con el mandato normativo (influencia social, norma descriptiva) y la propia percepción moral de la legitimidad de la norma de conducta (legitimidad) que suelen explicar mejor la relación entre norma y cumplimiento en general y en particular en los delitos contra la seguridad vial. (Miró Linares y Bautista Ortuño, 2013; Bautista Ortuño y Miró Linares 2014). El presente estudio entra en esta cuestión, pero centrándose en esta ocasión en la dimensión objetiva y

¹ Plan mundial. Decenio de acción para la seguridad vial 2021-2030. Organización Mundial de la Salud 2021. https://cdn.who.int/media/docs/default-source/documents/health-topics/road-traffic-injuries/21323-spanish-global-plan-for-road-safety-for-web.pdf?sfvrsn=65cf34c8_33&download=true

²Decenio de Acción para la Seguridad Vial 2011-2020 y Segundo Decenio de Acción para la Seguridad Vial 2021-2030 de Naciones

Unidas. <https://www.un.org/es/observances/international-decades->

³ Desde la Dirección General de Tráfico se ha elaborado la Estrategia 2021-2030 donde definen su misión y su visión del siguiente modo: "La misión de la Estrategia de Seguridad Vial 2021-2030 es reducir el número de siniestros de tráfico y personas víctimas en las vías públicas de España, mediante el impulso y coordinación de las acciones y resultados de todos los actores implicados en el ámbito de la movilidad segura".

no, como en otros trabajos, en la subjetiva. La intención, en este caso, no es tanto poner en duda la relación entre el aumento de la disuasión penal y administrativa con el cambio en los hábitos de conducción, como hacerlo del modo que implícitamente se hace a nivel mediático y político y, también, científico: atribuyendo una relación directa e inmediata entre el incremento de la vigilancia policial y el control penal y administrativo viario y la reducción de la accidentalidad. La razón es que, a nuestro parecer, para la comprensión de cuáles son los drivers de la reducción de la accidentalidad en España en las últimas décadas y qué papel concreto desempeñan los factores de la disuasión, no sólo es necesario un entendimiento adecuado del marco teórico de la disuasión, mucho más complejo de lo que se suele percibir, sino que también lo es atender a otros factores que se suelen obviar a la hora de evaluar la evolución de la accidentalidad y que, en el caso del que aquí nos ocupa, la movilidad, por consideraciones de oportunidad y exposición al riesgo, podría tener más relevancia en la reducción de la accidentalidad que los factores disuasorios.

Para llevar a cabo esta tarea hemos usado tres series de datos obtenidas del Registro de la Dirección General de Tráfico de los años 2005 a 2021: la primera, referida a la accidentalidad; la segunda, a la movilidad; y la tercera, al número de sanciones interpuestas en vías interurbanas (entendiendo que un mayor número de sanciones significa una intensificación de la vigilancia, ya sea mediante presencia policial en carretera o través de medios de captación de imágenes). Se han analizado de forma gráfica su evolución en el tiempo, su tendencia y su estacionalidad, además de calcular mediante correlaciones de Pearson la dependencia entre ellas. Por último, se ha dividido el ámbito temporal de análisis en tres periodos de estudio en relación con las reformas del Código Penal, ya que dentro de las diferentes reformas legislativas que se han producido en este periodo, son las que han tenido un cambio de tendencia en cuanto a la severidad de las penas y el grado de cumplimiento de estas.

2. Disuasión y seguridad vial

La Teoría de la Prevención Negativa o Intimidatoria, basándose fundamentalmente en los postulados de la Teoría de la Elección Racional (Becker, 1968), defiende el potencial disuasorio de las sanciones asociadas a las normas penales (Chalfin y McCrary, 2017). Dentro de este planteamiento teórico, el modelo de la disuasión sostiene que tal efecto disuasorio se dará si se cumplen dos premisas básicas: certeza y severidad (Miró Llinares, 2017; Gómez-Bellvís, 2020). La certeza está relacionada con la probabilidad de que se detecte la infracción a la norma, habiendo una mayor certeza

cuanto mayor sea la presencia policial y mayor sea el número de dispositivos tecnológicos de control en las vías públicas. La severidad hace referencia al castigo y su naturaleza: a mayor severidad de los castigos, habrá menos infracciones debido a la amenaza que suponen los castigos rigurosos. Ambas premisas poseen dos dimensiones, que se relacionan con las propiedades objetivas del castigo, por un lado, y con la percepción que de ellas tienen los sujetos -propiedades subjetivas-, por otro (Gómez Bellvís, 2022). Así, según este modelo aumentos en la dimensión objetiva de la severidad y la certeza provocarán descensos en la conducta infractora, pero lo harán de forma mediata por la percepción que tienen los sujetos de las premisas (Paternoster, 2010). Sin embargo, aunque la literatura que aplica este marco a la seguridad vial es extensa, resulta difícil encontrar estudios que hayan puesto en juego una visión global que tenga en cuenta ambos elementos y atienda tanto a sus vertientes objetiva y subjetiva; una cuestión esta última especialmente relevante ya que puede llevar a presuponer la existencia de un automatismo que convierte directamente aumentos en la severidad y la certeza en un descenso en las infracciones.

Gran parte de los estudios que se apoyan exclusivamente en el análisis de la disuasión desde una perspectiva objetiva, que son los que nos interesan en este trabajo, se ocupan solo de analizar el factor certeza, dejando pues a un lado el factor severidad de las normas, bien porque dan por sentada la tendencia al aumento de esta o bien por no considerar necesario atender a él. Zaidel (2002) en el desarrollo del proyecto "Escape", analizó las experiencias desarrolladas en diferentes países de la Unión Europea en relación con la ejecución de las normas, planteando que el cumplimiento de las normas podía reducir la accidentalidad en un 50%; si bien, las experiencias realizadas establecieron reducciones del 10%, alcanzando reducciones del 25% en experiencias concretas en materia de excesos de velocidad y conducción bajo los efectos del alcohol. Para mejorar la seguridad vial, y de esa forma prevenir o reducir los accidentes de tráfico Zaidel (2002) establece dos tipos de herramientas: una primera, relativa a una adecuada gestión para mantener las vías lo más seguras posibles, regulando el tráfico para que sea fluido y sin incidencias; y una segunda, centrada en la vigilancia del cumplimiento de las normas. El sistema se completaría con el análisis de dónde se localizan los mayores problemas para dotar a esos puntos de una mayor protección, en especial de una mayor vigilancia mediante agentes policiales o sistemas automatizados (cámaras, radares, etc). Yannis et al (2008) analizaron el impacto a nivel regional y nacional de intensificar la vigilancia policial en el número de accidentes de tráfico

y fallecidos por dicha causa que se hayan producido por exceso de velocidad o conducción bajo el consumo de alcohol. Para ello, modelizaron los accidentes de tráfico y fallecidos en diferentes regiones de Grecia, tras lo cual utilizaron una técnica de análisis multinivel para verificar si se producía alguna variación en ellos al intensificar la vigilancia policial. Los análisis mostraron un resultado positivo, mejorando el comportamiento de los conductores, en especial en el caso de los accidentes más graves, que suelen estar asociados a comportamientos más peligrosos. Por su parte, Tay (2005) analizó el efecto de la disuasión genérica y específica en la conducción bajo los efectos del alcohol, y consecuentemente en el número de accidentes de tráfico por esa causa. Este autor estableció una relación entre el número de pruebas de verificación de alcoholemia realizadas, el número de conductores que dieron resultados positivos en las pruebas de verificación, el número de conductores sancionados y la reducción de accidentes mensuales. Además, no solo se analizó la eficacia sino también la eficiencia de las medidas disuasorias. El estudio concluyó que manteniendo la tasa de positivos y el resto de los factores constantes, al aumentar el número de pruebas se produce una disminución significativa en el número de accidentes graves, produciendo una disuasión genérica. Del mismo modo, manteniendo el número de pruebas y el resto de los factores constante, al incrementar la tasa de detección de conductores con resultados positivos en las pruebas de verificación, también se produce una disminución significativa del número de accidentes graves, lo que concuerda con el efecto de una disuasión específica. Estos resultados llevan a sugerir que la eficiencia se puede mejorar si se incrementa la tasa de detección; es decir, incrementando la disuasión específica.

Otros estudios centran el análisis de la certeza en la probabilidad de que las conductas no conformes a las normas sean detectados y consecuentemente sancionados, pero siguen sin tener en cuenta la severidad de las normas. En sus respectivos estudios, tanto Hakkert et al. (2001) como Elliott y Broughton (2005) determinaron que la disuasión funcionaba si los conductores percibían una posibilidad alta de detección. Sin embargo, la realidad es que en el ámbito de la seguridad vial la certeza es baja, o al menos así es percibido por los conductores, tal y como mostraron Miró Linares y Bautista Ortuño (2013) al determinar que un alto porcentaje de los conductores transgredían continuamente las normas referentes al tráfico y la seguridad vial, a pesar de la corriente normativa que se había iniciado para potenciar conductas positivas al volante, llegando a la conclusión de que la conducta transgresora reiterada estaba relacionada con la percepción de la misma en el grupo de referencia. En la

misma línea, Vereek y Vrolix (2007) determinaron que la legitimación social de las normas es fundamental para su cumplimiento. Por ello, en este ámbito las intervenciones parecen deber orientarse a aumentar la percepción de los conductores del riesgo de que sus conductas no acordes a la normativa serán detectadas, tanto desde el punto de vista objetivo (posibilidad real de ser detectado) como subjetivo (posibilidad percibida de ser detectado) (Tay, 2005). Además, esas medidas de vigilancia del cumplimiento de las normas se deben mantener con firmeza en el tiempo (Castillo-Manzano et. al., 2011).

En el terreno de la práctica, uno de los sistemas más empleados en las últimas décadas en materia de seguridad vial para la reducción de los accidentes de tráfico mediante la disuasión -y también mediante la incapacitación del infractor reiterado- es el sistema de permisos por puntos (Nolén y Östlin, 2008), cuyo funcionamiento se basa en la suma o resta de puntos, los cuales al llegar a cero o a un máximo provocan la pérdida del permiso de conducir y las consecuencias legales que cada país haya establecido. Castillo-Manzano (2012) realizó un metaanálisis acerca de los diferentes sistemas de permiso por puntos a nivel mundial (26 estudios de 11 países) en el que se planteaba si es un sistema realmente eficaz o solo es una medida que se ha puesto de moda entre países de entornos cercanos. Este estudio llegó a la conclusión de que el permiso por puntos ha funcionado bien en todos los países donde se ha ejecutado, pero que sus efectos son a corto plazo (Montag 2014), concretamente de unos 18 meses. Sin embargo, algunos autores (Twisk y Stacey, 2007; Novoa et al., 2010; Benedettini y Nicita, 2009) sostienen que este plazo podría superarse si el sistema va acompañado de medidas de refuerzo de la vigilancia o de campañas de concienciación y sensibilización. También se ha apreciado que los sistemas de carnet por puntos pueden potenciar el éxito de otras medidas (Zambon, 2007), si bien en ocasiones es complicado diferenciar sus efectos individuales del conjunto de medidas que se estén desarrollando en el mismo periodo (Engström, 2010). Asimismo, Sagberg (2018) analizó los datos del sistema de permiso por puntos noruego, concluyendo que los conductores extremaban las precauciones cuando están cerca de perder el carnet y que existían ciertos conductores con estilos de conducción no respetuosos con las normas a los que el carnet por puntos permitía identificar e incapacitar. A la vista de los estudios mencionados, se podría afirmar que el carnet por puntos tiene un notable efecto en la reducción de la accidentalidad gracias a su efecto disuasorio, lo que reforzaría los postulados del Modelo de la Disuasión. Pero se debe ser cauto a este respecto, ya que los estudios citados no analizan los efectos de la

severidad de la norma, por lo que solo hacen referencia a una parte de la disuasión.

En relación con los efectos del Permiso por Puntos en España, Rebollo-Sanz et al (2021) analizaron su impacto en la accidentalidad, los fallecidos y los heridos desde el punto de vista de la disuasión general y la específica. Para ello utilizaron tres enfoques complementarios cuasi-experimentales y dinámicos para analizar el efecto causal en los conductores del permiso por puntos, que entró en vigor en España el 1 de julio de 2006. En primer lugar, utilizando estimaciones de regresión-continuidad (RD) determinaron que se disminuyeron en un 13,8% las infracciones, y que el efecto de la disuasión estaba directamente relacionado con la severidad de la sanción ya que el número de infracciones graves y muy graves disminuyó en un 26,5% y 19,9% respectivamente. En segundo lugar, las estimaciones de diferencias en diferencias (DiD) determinaron que el efecto disuasorio del permiso por puntos aumentó con el tiempo, reduciendo las infracciones de tráfico en un 21%. Esta diferencia se hace más notable si se tiene en cuenta la gravedad de las infracciones, reduciéndose un 19% en infracciones que detraen 4 puntos y un 28% en infracciones que detraen 6 puntos. Además, se redujeron los accidentes de tráfico en un 14,4%, las lesiones en un 15,7% y las muertes en un 14,5%, manteniéndose la línea descendente en el tiempo. Estos resultados permitieron a los autores concluir que el número de infracciones de tráfico disminuyó sustancialmente después de la aprobación de la Ley del Permiso por Puntos y que el efecto de la disuasión estaba directamente relacionado con una mayor pérdida de puntos, en especial en las infracciones por exceso de velocidad y conducción bajo los efectos del alcohol.

Previamente, Castillo-Manzano et al. (2010) ya había realizado un análisis econométrico sobre los efectos del Permiso por Puntos, llegando a la conclusión que había sido un sistema eficaz para reducir los fallecidos por accidentes de tráfico, pero que sus efectos podían ser transitorios. Por su parte, Izquierdo et al (2011) analizaron el mantenimiento de los efectos tres años después de su aplicación mediante un modelo ARIMA, concluyendo que seguía siendo eficaz, en especial por haberse acompañado su aplicación de mayores medidas de control y vigilancia, la penalización de las conductas más graves y el creciente interés mostrado por los medios de comunicación por los temas de seguridad vial junto con las campañas de concienciación y sensibilización. Sin embargo, el análisis de Martínez -Gabaldon et al (2020) determinó que la entrada en vigor de esta norma, acompañada de campañas de concienciación y sensibilización, y reformas del Código Penal que marcaban claramente

las conductas no admisibles, imposibilitaba el identificar de forma individualizada la eficacia de cada una de estas medidas, no pudiéndose además distinguir entre sus dimensiones objetiva y subjetiva.

La legislación y sus sistemas de control y supervisión deben ser pilares estratégicos en las políticas de seguridad vial (Wegman, 1992), siendo necesario tener un sistema normativo completo y adecuado, que debe hacerse cumplir de manera efectiva (Mäkinen et al. 2003). A la luz de la literatura revisada, ciertas políticas de seguridad vial, especialmente las relativas al Permiso por Puntos, parecen tener efectos en la reducción de la accidentalidad, debido a, entre otras cuestiones, su efecto disuasorio. No obstante, es difícil afirmar que alguno de los estudios mencionados haya abarcado la disuasión de forma global, atendiendo tanto a la severidad como a la certeza y diferenciando entre las vertientes objetiva y subjetiva de ambos elementos. Además, los efectos de las diferentes medidas tienden a mezclarse entre sí, haciendo difícil individualizar los efectos de una concreta medida, y, como veremos a continuación, en España se han sucedido en un periodo relativamente corto de tiempo un volumen importante de reformas normativas en materia de seguridad vial.

3. La política española en materia de seguridad vial durante el siglo XXI.

En España han sido numerosos los cambios normativos que se han producido en las últimas décadas buscando aumentar los niveles de seguridad vial, en especial desde que en mayo de 2004 se incluyera la Seguridad Vial en la Agenda Política del Gobierno (Alonso Pla, 2005). El principal cambio normativo en materia punitiva en el ámbito del tráfico y la seguridad vial en España fue la ley 17/2005 de 19 de julio por la que se regula el permiso y la licencia de conducir por puntos. En Exposición de Motivos esta ley establecía como elementos esenciales, en primer lugar, su carácter reeducador para todos los conductores y en especial para aquellos que sean reincidentes, los cuales tienen que realizar cursos de sensibilización y reeducación cuando pierden de forma parcial o total los puntos otorgados. Y el segundo elemento esencial es su vertiente punitiva, a través de un sistema de pérdida de puntos del crédito inicial otorgado. Inicialmente se otorgan 12 puntos, salvo a los conductores noveles o a los que recuperan el permiso tras una pérdida de vigencia, que se les otorgan 8 puntos. Los buenos conductores ven incrementada esta cantidad hasta 15 puntos si no se cometen infracciones durante 3 años. Los puntos se pierden tras ser sancionado por cometer alguna infracción grave o muy grave. Se pueden perder 2, 3, 4 o 6 puntos por infracción, dependiendo de la

gravedad de las mismas. Conducir una vez perdidos todos los puntos otorgados es constitutivo de delito.

Otro de los hitos legislativos en materia punitiva en España fue la Ley 18/2009, de 23 de noviembre, por la que se modifica el articulado de la Ley sobre Tráfico, Circulación de Vehículos a Motor y Seguridad Vial, aprobado por el Real Decreto Legislativo 339/1990, de 2 de marzo, en materia sancionadora. La Ley 18/2009 supone una reforma integral del procedimiento sancionador en materia de tráfico, que viene a completar el cambio iniciado por la Ley 17/2005, de 19 de julio, por la que se regula el permiso y la licencia de conducir por puntos. En el Preámbulo de la Ley 18/2009 se establece que para el buen funcionamiento del sistema por puntos era necesario tener un sistema sancionador eficaz, pero había que romper tres barreras para ello: la primera, la dilación en el tiempo que suponían los procedimientos sancionadores de tráfico; la segunda, la incertidumbre del sistema, que dificultaba conocer si se estaba inmerso en un procedimiento sancionador y el estado de este; y la tercera, la no adecuada configuración del sistema de responsabilidad cuando la identificación del infractor no se puede realizar en el momento de su comisión.

En el ámbito penal la reforma más significativa fue la Ley Orgánica 15/2007, de 30 de noviembre, por la que se modifica la Ley Orgánica 10/1995 de 23 de noviembre del Código Penal en materia de seguridad vial. Esta reforma buscó adecuar el Código Penal a la línea marcada por el Permiso por Puntos (Gómez Pavón, 2012). Como novedades más importantes de esta reforma destacan la inclusión como delitos de conducir superando en cierto grado la velocidad establecida en la vía - en 60 Km/h en vías urbanas y 80 Km/h en vías interurbanas-, el conducir bajo los efectos del alcohol con una tasa de alcoholemia superior a 0,60 mgr/litro en aire espirado o 1,2 gr/l en sangre, el negarse a realizar las pruebas de alcoholemia y el conducir habiendo perdido todos los puntos del permiso de conducir.

También son especialmente relevantes dos reformas más del Código penal. La Ley Orgánica 5/2010 de 22 de junio, tal y como se establece en su Exposición de Motivos, buscó mantener el principio de proporcionalidad en la respuesta que se da a los delitos contra la seguridad vial, permitiendo establecer como

penas los trabajos en beneficio de la comunidad y la rebaja de las penas en un grado atendiendo a las circunstancias del hecho. Y la reforma establecida por la Ley Orgánica 1/2015 de 30 de marzo, revisa el régimen de penas y su aplicación, suprimiendo conductas que se considera que no deben tener reproche penal. Estas dos últimas reformas mencionadas suponen, por tanto, cierta flexibilización de los marcos punitivos, provocando, en consecuencia, cierta reducción en la severidad de la norma.

Las últimas modificaciones legislativas que afectaban al ámbito punitivo, para paliar en concreto las graves consecuencias de los excesos de velocidad, han sido el Real Decreto 1514/2018, de 28 de diciembre, por el que se modifica el Reglamento General de Circulación aprobado por el Real Decreto 1428/2003, de 21 de noviembre, que establecía el cambio de velocidad a 90 Km/h en todas las carreteras secundarias, y la nueva Ley de Seguridad Vial, la Ley 18/2021 que fue aprobada por Consejo de Ministros el 21 de diciembre de 2021 y que entró en vigor el 21 de marzo de 2022⁴, que introdujo algunas actualizaciones en el sistema de pérdida de puntos, además de la modificación del artículo 382 bis del Código Penal mediante la Ley Orgánica 11/2022, de 13 de septiembre, de modificación del Código Penal en materia de imprudencia en la conducción de vehículos a motor o ciclomotor, que amplió el delito de abandono del lugar del accidente para penar también aquellos casos en los que se abandona el lugar del accidente tras haber provocado lesiones a alguna de las víctimas.

Dada esta rápida sucesión de reformas, individualizar los efectos de cada una ellas es una tarea notablemente difícil. Sin embargo, sí que es posible hablar de dos hitos posteriores a la entrada en vigor del permiso por puntos, las reformas del Código Penal de 2010 y de 2015. Estas reformas son especialmente relevantes porque modifican la severidad del marco penal en materia de seguridad vial, no modifican las conductas objeto de sanción penal, pero sí conllevan un cambio en el marco punitivo que supone una reducción significativa en el rigor efectivo con que se aplican las penas. En consecuencia, si, como es el caso del presente artículo, se busca observar -aunque no exclusivamente- los efectos de la severidad de las normas en la accidentalidad, estas reformas deben ser tenidas en

⁴ Esta ley introdujo los siguientes cambios. En primer lugar, se elimina el poder superar en 20 Km/h la velocidad máxima permitida de turismos y motocicletas para adelantar a otros vehículos en carreteras convencionales. En segundo lugar se modifican algunas detracciones de puntos: no usar el cinturón de seguridad, sistemas de retención infantil y demás elementos de protección o no hacerlo de forma adecuada detrae 4 puntos, conducir sujetando con la mano dispositivos de telefonía móvil detrae 6 puntos, arrojar a la vía o sus inmediaciones objetos que puedan producir incendios o accidentes

detrae 6 puntos, llevar inhibidores de radares o cinemómetros en los vehículos detrae 3 puntos y no usar casco o no hacerlo de forma adecuada detrae 4 puntos. En tercer lugar, en adelantamientos a bicicletas o ciclomotores, si la vía tiene más de dos carriles por sentido, hay que ocupar completamente el carril contiguo. El no respetar la separación lateral mínima de 1,5 metros en vías de un solo carril detrae 6 puntos. En cuarto lugar, se establece la tasa de alcohol de cero para conductores menores de edad.

cuenta pues permiten distinguir diferentes periodos normativos.

4. Métodos y materiales

El objetivo del presente estudio es analizar la evolución de la accidentalidad en vías interurbanas y observar qué factores se relacionan más estrechamente con esta variable. Para realizar esta tarea, y teniendo en cuenta la literatura previa sobre disuasión, se han tomado los datos, agrupados mensualmente, recogidos por la Dirección General de Tráfico para vías interurbanas del territorio nacional, correspondientes a tres series históricas que cubren el periodo 2005 -2022. Estas series históricas son: los accidentes de tráfico con víctimas mortales producidos en vías interurbanas, la movilidad en vías interurbanas, y el número total de sanciones impuestas acorde al procedimiento sancionador en materia de tráfico. Esta última variable está relacionada con la vigilancia del cumplimiento de las normas mediante presencia policial o mediante el uso de dispositivos de control y vigilancia tales como cámaras o cinemómetros.

Asimismo, en esta misma línea, se ha analizado la severidad de las normas dividiendo el ámbito temporal de estudio en tres periodos marcados por dos cambios normativos a nivel penal de especial relevancia ya expuestos: la entrada en vigor de la reforma del Código Penal realizadas por la Ley Orgánica 5/2010, de 22 de junio y la entrada en vigor de la Ley Orgánica 1/2015 de 30 de marzo. Estos dos hitos permiten distinguir 3 periodos en lo relativo a la actuación pública en materia de seguridad vial. Así, el primer periodo comprende de enero de 2005 a junio de 2010, el segundo de julio de 2010 marzo de 2015 y el tercero de abril de 2015 a diciembre de 2021. Aunque se ha tomado como hitos

que los definen las citadas reformas penales, no deben ser entendidos como meros cambios en la severidad, sino como etapas en la actuación de los poderes públicos que van más allá de lo normativo e incluyen otras actuaciones (campañas de concienciación, etc.)

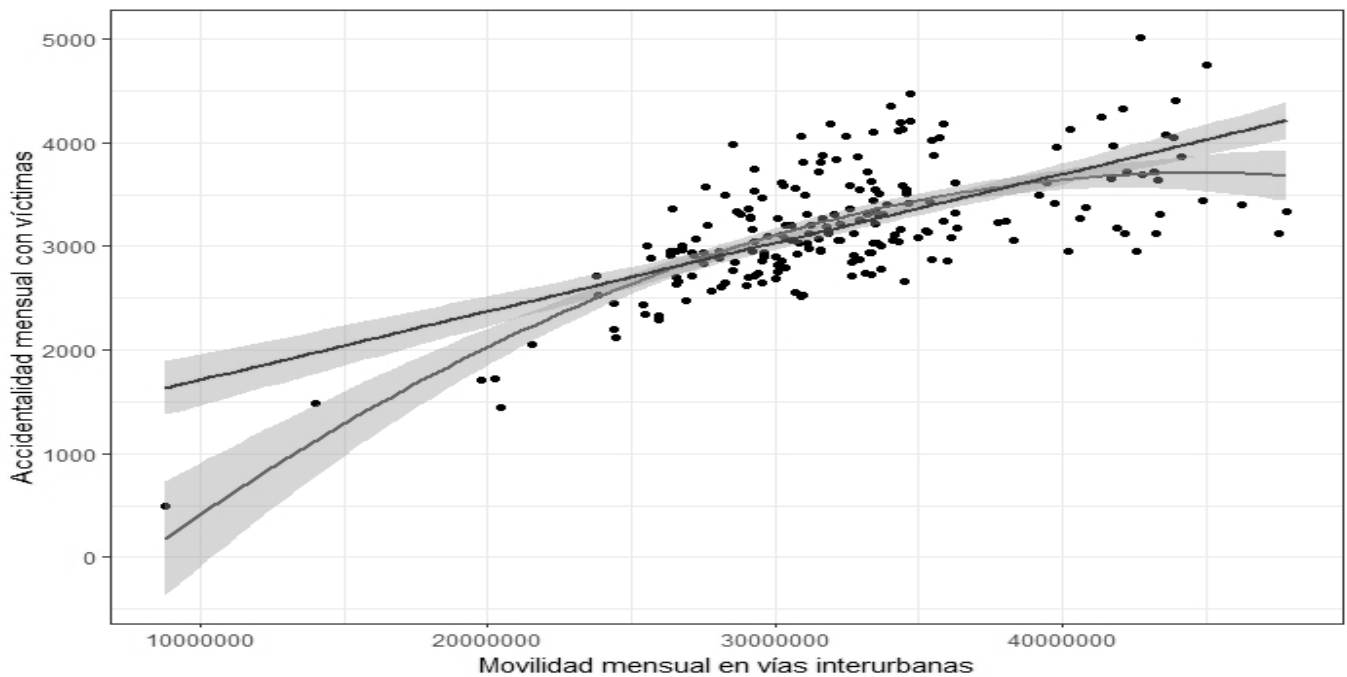
Para el análisis descriptivo de la evolución de las variables de interés se ha recurrido a la descomposición de sus series temporales, extrayendo de estas su tendencia a lo largo del tiempo, su estacionalidad y el ruido -es decir, la variabilidad de los datos que no se puede explicar ni por la tendencia ni por la estacionalidad- mediante al paquete *forecast* (Hyndman and Khandakar, 2008) para el software estadístico *R* (v 3.5.3). Y para el estudio de la relación entre las variables estudiadas se ha recurrido al cálculo de las correlaciones de Pearson y a la construcción de modelos de regresión lineal por mínimos cuadrados ordinarios (Faraway, 2014), método elegido por permitir tanto la jerarquización de los predictores introducidos en el modelo como su interpretación. Tanto para el cálculo de los correlaciones como para la construcción de los modelos y su validación⁵ se ha usado también el software estadístico *R* (v 4.1.2), junto con los paquetes *tidyverse* (Wickham et al., 2019) y *lmtest* (Zeileis y Hothorn, 2002). Asimismo, como muestra la *figura 1*, la relación entre movilidad interurbana y accidentalidad⁶, a pesar de tener cierto carácter lineal, parece describir cierta curva ascendente, por lo que también se ha ajustado un modelo de regresión polinómica (de grado 2) para conseguir un mejor ajuste a los datos (Faraway 2016).

⁵ Los modelos han sido validados mediante la observación gráfica de la distribución de los residuos, el Shapiro-Wilk Test (Shapiro y Wilk, 1965) y el cálculo del Factor de Impacto de Influencia en la Varianza (VIF) (Miles, 2014). Estos test han permitido validar que no los modelos no están afectados ni por heterocasticidad en sus residuos, ni por colinealidad entre los predictores. Los resultados concretos de

estos test, junto con el resto del análisis estadísticos realizados están disponibles en: <https://github.com/jcaguerri/trafico.git>

⁶ En el resto de las variables se cumplían los supuestos necesarios para el uso de regresiones lineales por mínimos cuadrados ordinarios, e incluso el modelo 4, de carácter completamente lineal, quedó validado por los test realizados.

Figura 1: Relación entre accidentalidad y movilidad



*La línea roja representa un modelo lineal de regresión y la línea azul una regresión polinómica de segundo grado

Fuente: elaboración propia

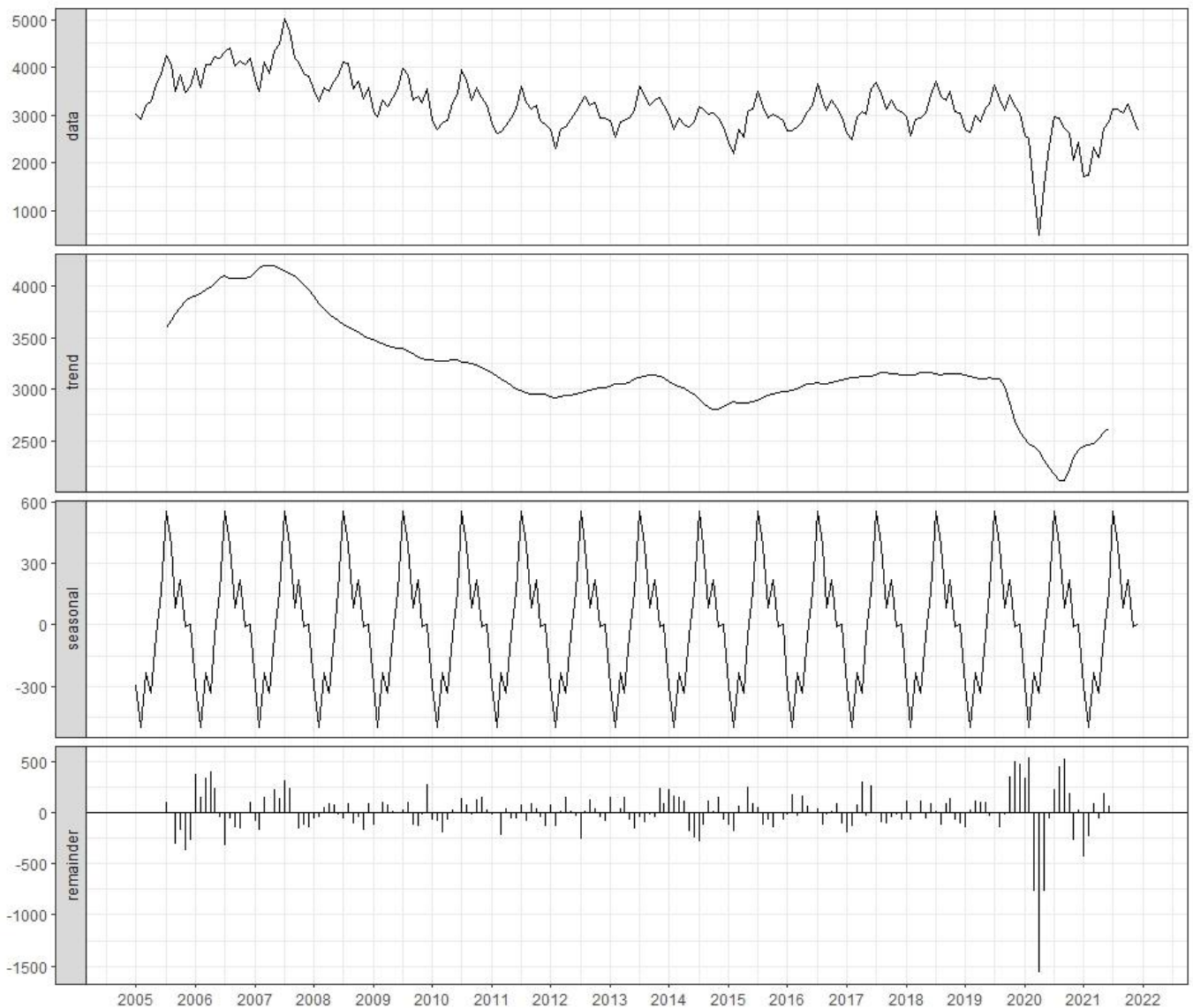
5. Resultados

5.1. Análisis descriptivo de las series históricas.

Al analizar la descomposición de la serie histórica de accidentes con víctimas en vías interurbanas -figura 2-, se puede apreciar un aumento de la accidentalidad del año 2005 al 2007, y a partir de ahí se produce una disminución casi constante hasta el año 2020 en que se aprecia una fuerte caída como consecuencia de las fuertes restricciones a la movilidad que se tuvieron

debido a la crisis sanitaria producida por el virus Covid-19. En el tercer cuadro se puede observar que se repiten los mismos patrones todos los años, lo cual significa que la accidentalidad tiene un claro componente estacional: el mayor número de accidentes se produce durante el verano y en los meses de octubre-noviembre. En cuanto al ruido, se mantiene constante y con escasa incidencia, salvo en el año 2020, también a causa de la pandemia.

Figura 2: Descomposición de la serie histórica de accidentes con víctimas en vías interurbanas

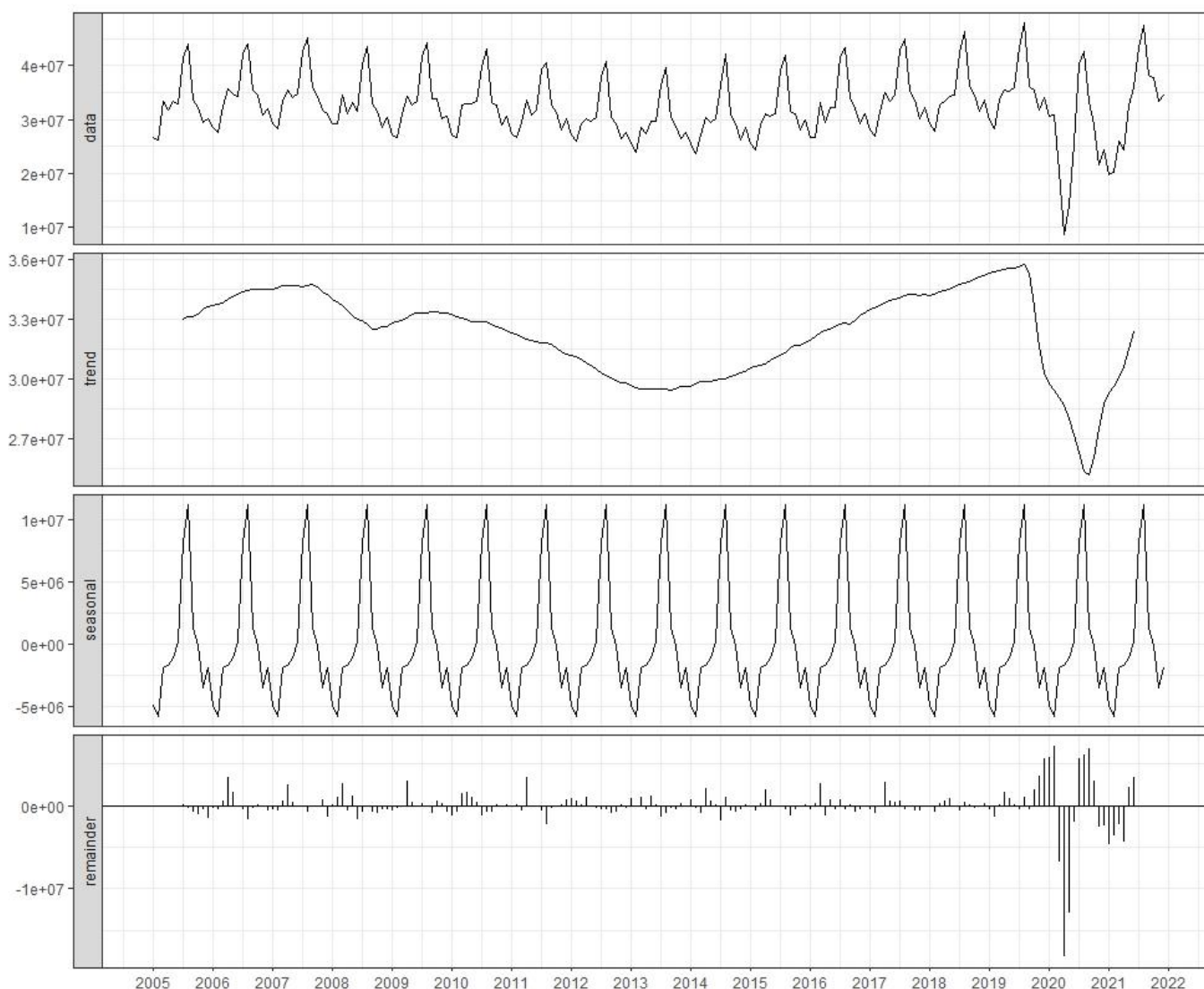


Fuente: elaboración propia

En relación con la movilidad -figura 3-, se observa que desde el año 2005 ha tenido una tendencia oscilante marcada por dos fuertes caídas, la primera desde 2008 hasta 2014 que coincide con una grave crisis económica mundial y la segunda desde finales de 2019 coincidiendo con la crisis sanitaria provocada por el virus Covid-19. La movilidad también sigue una

estacionalidad similar a la de la accidentalidad, siendo superior en los periodos estivales, lo que podría explicar que, a mayor movilidad, a una mayor exposición a los riesgos de la conducción, hay una probabilidad mayor de que se produzcan accidentes de tráfico. El ruido es muy pequeño, salvo en el año 2020 debido a la pandemia.

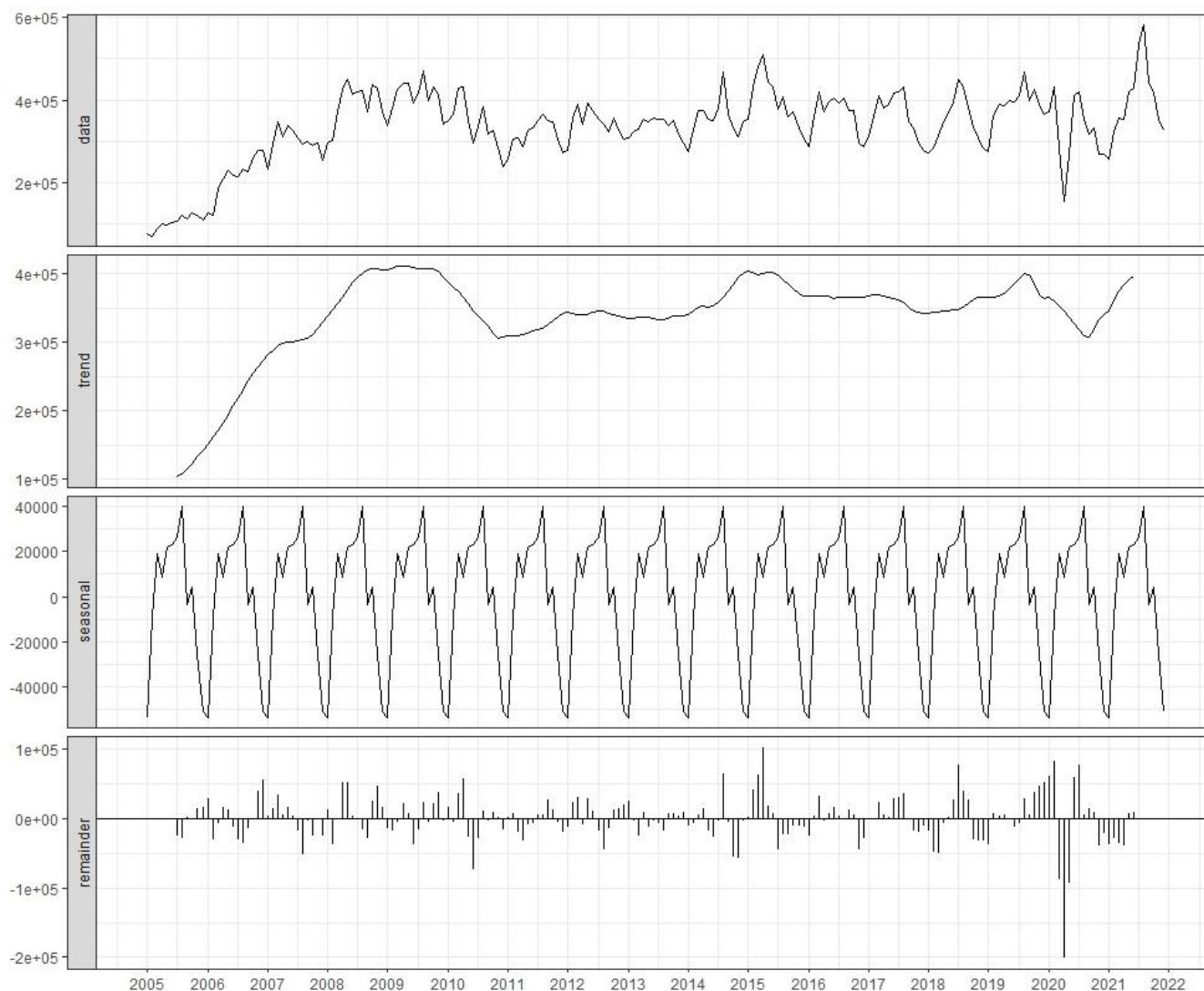
Figura 3: Descomposición de la serie histórica de movilidad en vías interurbanas



Fuente: elaboración propia

En el caso de las sanciones -figura 4- se ha optado por analizar la totalidad de las sanciones interpuestas, por entender que así se puede apreciar mejor cómo se aplica la vigilancia, considerando que cuando aumentan las sanciones es porque se ha intensificado la vigilancia; no obstante, hay que tener en cuenta que en el año 2006 se implantó el permiso por puntos y en el año 2009 se modificó el sistema sancionador en materia de tráfico. Desde el año 2005 hasta el 2008 aumentan progresivamente las sanciones y a partir de ese año hay

oscilaciones, pero menores en rangos altos coincidiendo con las fechas de las reformas en materia sancionadora, hasta el año 2020 donde al igual que con la accidentalidad y la movilidad se produce una disminución debida a la crisis producida por la crisis sanitaria del virus Covid-19, si bien en el caso de las sanciones, esa disminución es menor. En la tercera gráfica se puede apreciar que también hay estacionalidad en los mismos meses, verano y octubre-noviembre.

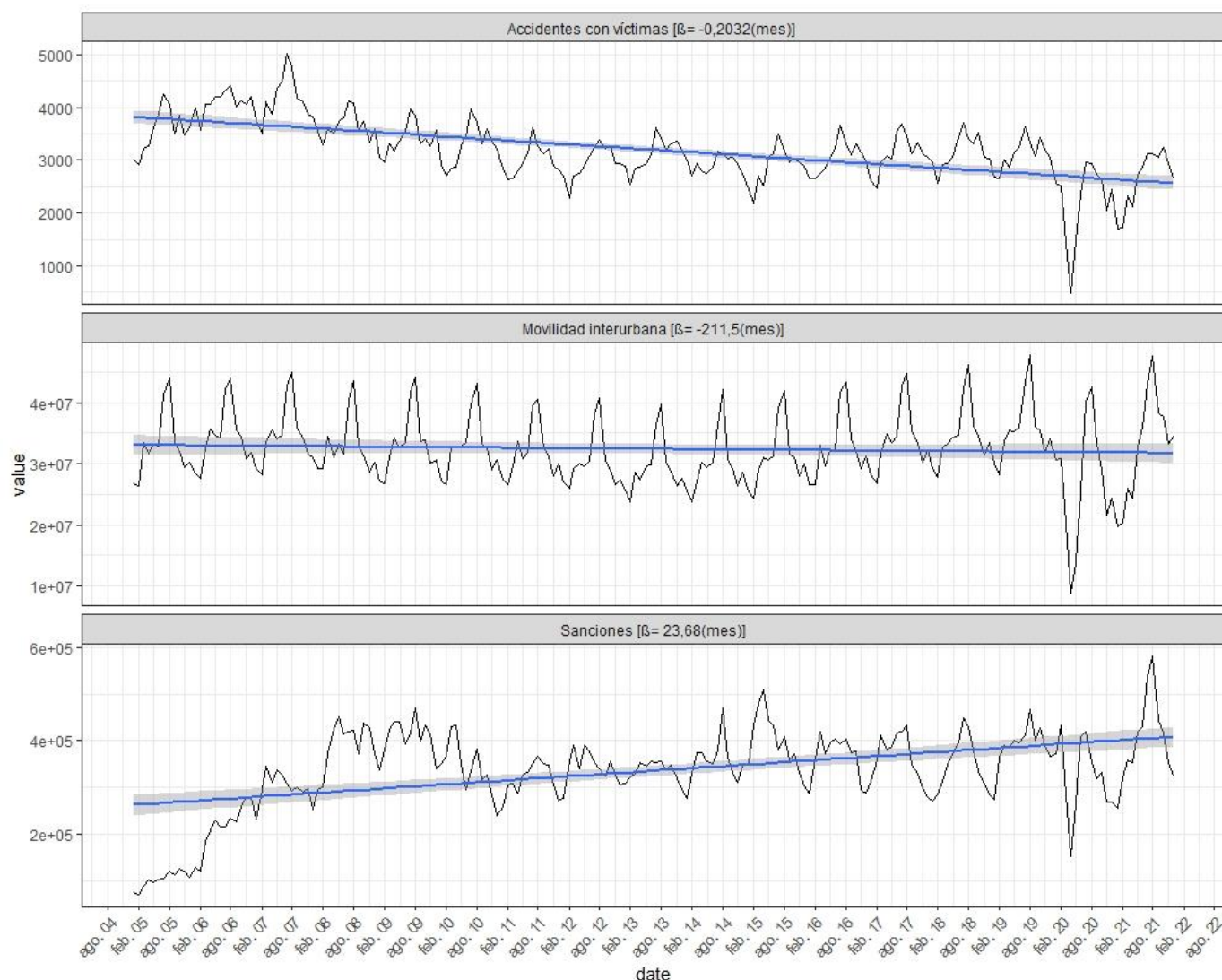
Figura 4: Descomposición de la serie histórica de sanciones totales impuestas

Fuente: elaboración propia

Como se puede observar, las diferentes variables tienen una tendencia con ciertas oscilaciones, pero hay una cierta tendencia general. Para una mayor claridad del análisis, en la figura 5, se han simplificado las tendencias mediante la construcción de un modelo lineal (OLS). Estos modelos lineales permiten apreciar que la movilidad se ha mantenido constante con una pequeña tendencia decreciente a lo largo de los años, mientras que la accidentalidad mantiene una tendencia decreciente y las sanciones interpuestas tienen una tendencia creciente. Ante estas tendencias, se podría afirmar que existe una relación causa-efecto entre la

accidentalidad y las sanciones interpuestas; es decir, entre la accidentalidad y en nivel de vigilancia que se establece. Sin embargo, no hay que olvidar la movilidad, ya que es la que va a determinar el volumen de vehículos que están expuestos al riesgo de la conducción, y que ante los datos que estamos analizando, podría actuar como un “cofounding” que afecta a ambas variables y pondera la relación entre la punitividad y el descenso de la accidentalidad.

Figura 5: Series temporales con tendencia general



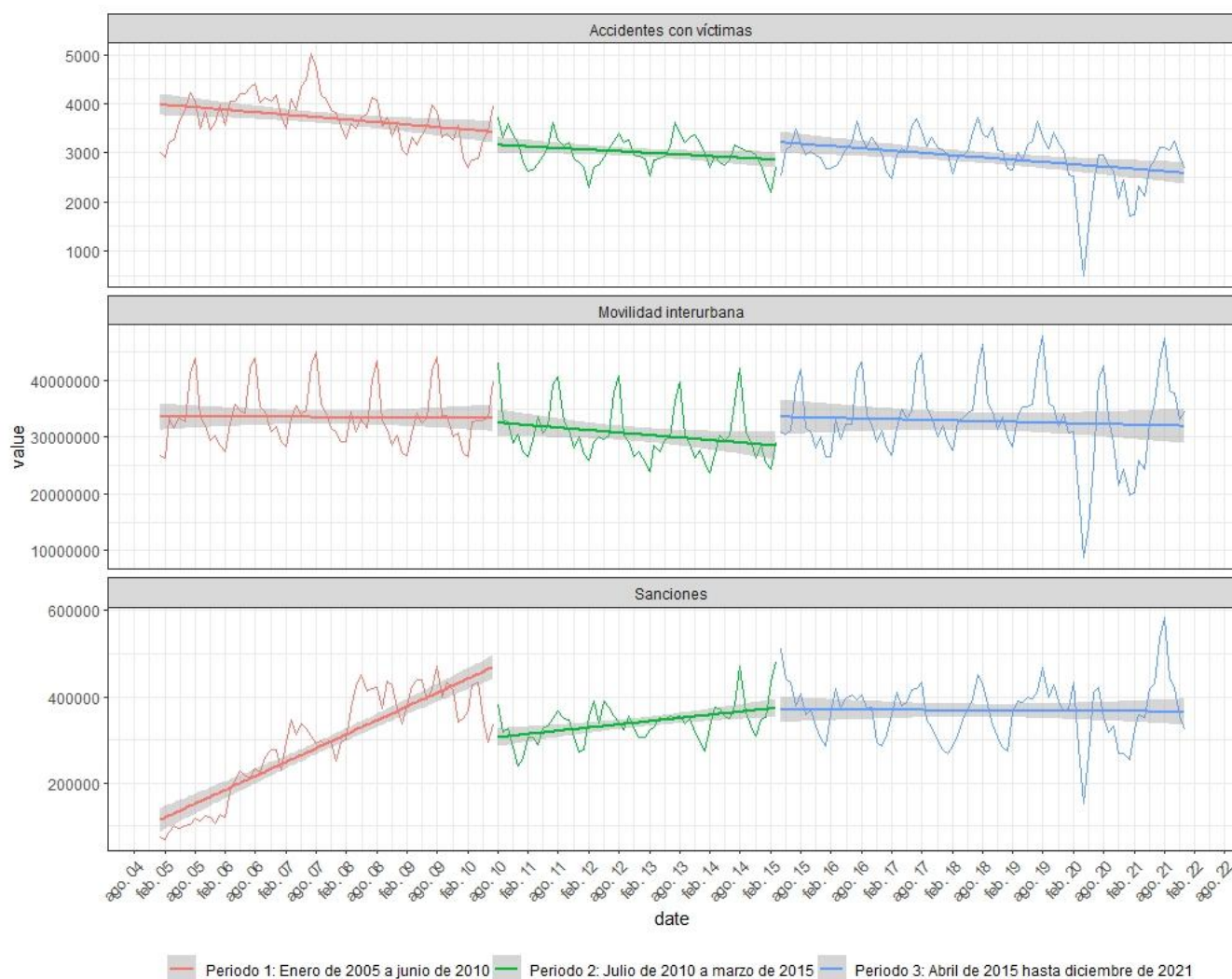
Fuente: elaboración propia

Junto con ello, como ya se ha mencionado, se debe tener en cuenta que hay otros factores asociados que también pueden influir en la conducta de los conductores, como son las reformas legislativas, las reformas penales, los cursos de reeducación vial, las campañas de concienciación y sensibilización, la mejora de las carreteras, etc.

Por último, se han descompuesto las series temporales en tres periodos acorde a las modificaciones que se han introducido en el Código Penal durante el intervalo de análisis por la Ley Orgánica 15/2007 de 30 de noviembre, la Ley Orgánica 5/2010 de 22 de junio y la Ley Orgánica 1/2015 de 30 de marzo: El primero

periodo del año 2005 al 2010, el segundo del año 2010 al 2015 y el tercero del año 2015 al 2021, tal y como se pueden apreciar en la gráfica 6 de series temporales con tendencia fraccionada por periodos.

Figura 6: Series temporales con tendencia fraccionada por periodos



Fuente: elaboración propia

Respecto a la accidentalidad se puede apreciar que hay un descenso de esta casi constante en los tres periodos, comenzando la bajada en el inicio de la serie en el año 2005. En cuanto a la movilidad, si bien la diferencia es menor, los niveles del primer y tercer periodo son similares; sin embargo, en el segundo periodo hay una disminución, provocada por la crisis económica mundial que se vivía en esos momentos. En cuanto a las sanciones, la evolución es muy diferente, se produce un gran aumento en el primer periodo coincidiendo con la aprobación y entrada en vigor del permiso por puntos y de la reforma del procedimiento sancionador en materia de tráfico pasando a una fuerte disminución en el año 2010, que en el periodo 2010-2015 va remontando para permanecer en niveles casi constantes en el tercer periodo de análisis, pero permaneciendo en niveles muy inferiores a los alcanzados en el año 2009.

5.2. La relación entre movilidad y reducción de la accidentalidad.

Como hemos visto, una observación general de las tendencias podría crear la sensación de que la accidentalidad disminuye a medida que aumenta la severidad de las normas penales de tráfico. Sin embargo, y más allá de que no sabemos cuál es la evolución a lo largo del tiempo de la percepción subjetiva de la evolución de la severidad, como muestra la *tabla 1*, el número de sanciones impuestas tiene una relación negativa y pequeña (con un p-valor ligeramente superior a 0,05) con la accidentalidad en vías interurbanas. Mientras, existe una correlación moderada positiva y estadísticamente significativa entre la movilidad interurbana y la accidentalidad en estas vías.

Tabla 1: Correlaciones de Pearson entre variables

	Accidentes con víctimas	Movilidad interurbana	Sanciones
Accidentes con víctimas			
Movilidad interurbana	0,65*		
Sanciones	-0,12	0,29*	

* p-valor <= 0,05

Fuente: elaboración propia

Los modelos de regresión recogidos en la *tabla 2* permiten profundizar en esta relación entre variables, pudiéndose apreciar, en primer lugar, *-modelo 1-* que la relación, en términos lineales, entre sanciones y accidentalidad es tremendamente débil- además. el

Tabla 2: Modelos de regresión 1, 2 y 3

	Modelo 1	Modelo 2	Modelo 3
Predictores	Coefi.	Coef.	Coef.
(intercepción)	3468,58*	1049,54	1481,78*
Sanciones (en miles)	-0,82		-2,27*
Mov. Inter. (en millones)		66,19	76,38*
R ² -ajustado	0,0107*	0,43*	0,533*

Fuente: elaboración propia

Parece por tanto que la movilidad tiene un papel protagonista en la reducción de la accidentalidad, sin embargo, como ya hemos expuesto anteriormente, existen otros factores relevantes relativos a la intervención de la administración más allá de la imposición de un mayor volumen de sanciones. Así, si incluimos en el modelo de regresión lineal⁷, junto con la movilidad y el número de sanciones, los periodos de análisis antes determinados en la Figura 6: primer periodo años 2005-2010, segundo periodo años 2010-2015 y tercer periodo años 2015-2021 (Modelo 4), podemos observar que el coeficiente de determinación ajustado aumenta sustancialmente (R²-ajustado = 0,74) y que los diferentes periodos construidos se relacionan

nivel de significancia estadística de esta relación p-valor = 0,075, queda ligeramente por encima del umbral (p-valor <= 0,05) que suele usarse para hablar de la existencia de evidencia estadística suficiente⁷, y el coeficiente de determinación es notablemente bajo (R²= 0,015), lo que nos permite ver que hay un gran porcentaje de la variabilidad en la accidentalidad no explicada por el modelo, por lo que el volumen de sanciones aisladamente, no parece un buen predictor de la accidentalidad. Por su parte, la movilidad por si sola (modelo 3) sí que permite generar un modelo con un mejor ajuste a los datos. No obstante, si incluimos también como variable independiente la movilidad (Modelo 3), el coeficiente de determinación (R²-ajustado) aumenta hasta 0,53 y, además, nos permite confirmar que la movilidad tiene un efecto muy significativo sobre la accidentalidad, controlando por el número de sanciones⁷.

con una reducción de la accidentalidad con víctimas que va más allá del volumen de sanciones impuestas. La observación de los coeficientes estandarizados permite ver que el volumen de sanciones tiene una influencia inferior que el resto de las variables, así como que la variable con mayor relación con la accidentalidad es la movilidad. Además, los periodos que hemos construido también parecen relacionarse con la reducción de la accidentalidad, correspondiéndose el segundo periodo (julio 2010 a marzo de 2015) con una reducción de 461 accidentes con víctimas mensuales en vías interurbanas respecto al primer periodo, y el tercer periodo con una reducción promedio de 690 accidentes con víctimas mensuales respecto al primer periodo.

⁷ Se aprecia por la variación en los coeficientes que hay una ligera colinealidad entre los dos predictores del modelo 3, un hecho apreciable también en las correlaciones expresadas en la tabla 1. Sin embargo, esta colinealidad es muy baja, como indica que el Factor de Impacto de Influencia en la Varianza (VIF) de las variables sea cercano a 1 (VIF = 1,09). Dada esta baja colinealidad la influencia de las

variables independientes sobre la variable independiente puede observarse a partir de los coeficientes.

⁸ Aunque como ya hemos expresado la relación entre la movilidad y la accidentalidad es de carácter polinómico el modelo 4 permite comparar de forma más sencilla los coeficientes estandarizados de las diferentes variables.

Tabla 3: Modelos de regresión 3 y 4

<i>Predictores</i>	Modelo 4		Modelo 5		ΔR^9
	<i>Coef.</i>	<i>Coef. Estándar.</i>	<i>Coefi.</i>	<i>Coef. Estándar.</i>	
(intercepción)	1745,83*		-359,639*		
Sanciones (en miles)	-0,875*	-0,1328	-0,985*	-0,15	0,13
Mov. Inter. (en millones)	66,121*	0,6541	199,469*	1,973	0,636
Mov. Inter. ²			-2,035*	-1,332	
Periodo 2	-461,12*	-0,3506	-448,719*	-0,341	0,415
Periodo 3	-690,53*	-0,5756	-631,462*	-0,526	
R ² -ajustado	0,743*		0,787*		

Por último, como ya hemos señalado la relación entre movilidad y accidentalidad no es completamente lineal, por lo que se ha construido un quinto modelo, esta vez mediante una regresión polinómica -modelo 4-. Al tener este modelo en cuenta la relación no lineal entre las dos variables mencionadas, la variabilidad de la accidentalidad explicada por el modelo sube hasta casi el 80% y permite observar de manera más clara el alto peso de la movilidad con respecto al resto de variables estudiadas. De hecho, dentro de este último la movilidad tiene un coeficiente de correlación semiparcial de 0,636, por lo que por su inclusión supone un aumento de la proporción de la variación de la accidentalidad explicada por el modelo de 0.40 puntos

6. Discusión.

El análisis de la evolución de las series históricas nos permite apreciar que hay una fuerte reducción de los accidentes de tráfico de 2005 a 2008, coincidiendo con las diferentes medidas de concienciación y sensibilización que enmarcan la puesta en marcha del Permiso por Puntos en el año 2006. La disminución de la accidentalidad se mantiene constante en los siguientes años analizados. En ese mismo primer periodo hay también gran aumento del número de sanciones, que se reducen bruscamente en 2010 y comienzan a crecer lentamente hasta llegar a cierta estabilidad en 2015. Por último, en relación con la movilidad, las cifras más altas se producen en los años 2006-2007 y a partir de ahí se produce una fuerte caída como resultado de la grave crisis económica mundial, mejorando a partir de 2015, y volviendo a caer bruscamente coincidiendo con las restricciones a la circulación establecidas por la crisis sanitaria causada por el virus Covid-19.

Ahondando en la relación entre las variables estudiadas debe observarse que no se han encontrado resultados

que permitan reforzar la relación entre severidad y certeza de las sanciones con la reducción de la accidentalidad. En primer lugar, si se relaciona la certeza con que haya una mayor vigilancia y por tanto más probabilidad de que se detecten las infracciones a la norma, como se ha mostrado en los datos expuestos, no hay una clara relación entre el número de sanciones y la accidentalidad, siendo esta relación muy débil tanto si se observa de forma bivariada, como si se tienen en cuenta más variables. En segundo lugar, el análisis teniendo en cuenta los periodos normativos tampoco permiten apreciar una relación fuerte entre mayor severidad y disminución de la accidentalidad. De hecho, en el segundo periodo de análisis, la reforma introducida en el Código Penal por la Ley Orgánica 5/2010, de 22 de junio, flexibilizaba las penas para mantener el principio de proporcionalidad, reduciendo la severidad de la norma, y además hay una disminución de las sanciones interpuestas, y sin embargo, la accidentalidad sigue disminuyendo. En el tercer periodo de análisis, la reforma introducida por la Ley Orgánica 1/2015, de 30 de marzo, mantenía el nivel de menor severidad que la reforma anterior al revisar el régimen de penas y su aplicación, y el nivel de sanciones se mantiene casi constante, y sin embargo la accidentalidad también baja, si bien no hay que olvidar que los datos de este tercer periodo se ven alterados por todas las circunstancias de la pandemia del Covid-19 en el año 2020. Los modelos de regresión construidos permiten confirmar estas observaciones, y apreciar que los periodos segundo y tercero, los cuales implican una menor severidad, se relacionan con una reducción de la accidentalidad. Asimismo, estos modelos, especialmente el número cinco -que tiene en cuenta la naturaleza no lineal de la relación entre movilidad y accidentalidad y llega a explicar el 79% de la variabilidad de la accidentalidad- permiten apreciar

⁹ Coeficientes calculados suponiendo la entrada de cada variable en último lugar

que el principal factor predictor de la accidentalidad es la movilidad.

Todo ello permite observar que la severidad, al menos en sentido objetivo, no parece tener un fuerte efecto en la mayor o menor accidentalidad lo cual da lugar a varias interpretaciones posibles, no totalmente incompatibles entre sí, con respecto a la teoría de la disuasión como marco adecuado para explicar la evolución de la accidentalidad viaria: la primera, que las teorías de la disuasión no logran explicar de forma completa y satisfactoria la evolución positiva de reducción de la accidentalidad como único y principal factor; la segunda que lo que estamos analizando es la severidad objetiva y no la percibida que, como señala la literatura es la realmente relevante y que podría no haber cambiado al no saber la ciudadanía que el cambio de legislación conllevaba una menor probabilidad de ser sancionado con pena de prisión (Miró Llinares y Bautista Ortuño, 2013; Bautista Ortuño y Miró Llinares 2014); la tercera que, tal y como la literatura en materia de disuasión está mostrando recientemente, el factor severidad parece ser menos relevante de lo que el legislador efectivamente asume en la consecución del efecto preventivo que se le presupone y que hay otros factores como la influencia social y la legitimidad atribuida a la acción de los poderes públicos y de sus normas frente a conductas de riesgo, que podrían explicar mejor el cumplimiento. Desde luego, lo que no parece que confirmen los resultados mostrados es la premisa, asumida por muchos, de que incrementar el número y severidad de las sanciones provoque una disminución de conductas no correctas a la norma, y por lo tanto una disminución de los accidentes de tráfico.

De los datos analizados aquello que parece mostrar una relación sólida con la disminución de los accidentes de tráfico es la evolución de la movilidad viaria, constituyendo la variable que más explica la reducción de la accidentalidad. Por supuesto, se debe ser consciente de que el presente estudio tiene limitaciones impuestas por su forma de conceptualizar la severidad y la certeza. Si bien los periodos construidos para operativizar la certeza proceden del análisis de las diferentes reformas penales en materia de seguridad vial y funcionan bien dentro de los modelos construidos, estos no dejan de ser una aproximación indirecta a la variable de interés que además no solo comprenden la variable sino otros factores, como la mayor concienciación o ciertos cambios tecnológicos que podrían coincidir en el tiempo con las reformas y ser parcialmente responsables de esta relación entre marcos punitivos menos severos y menor accidentalidad. Asimismo, operativizar la certeza como el número de sanciones impuestas implica asumir que las sanciones se producen principalmente por la

vigilancia y no, al menos no en un alto grado, por variaciones en el número de conductas contrarias a la norma.

En vista de los resultados y de las limitaciones descritas, podemos concluir que es necesario seguir investigando, incorporar nuevas variables: cómo y dónde se producen principalmente los desplazamientos interurbanos, mejoras en los vehículos, cambios de comportamiento de los todos los usuarios de las vías a comportamientos más seguros, etc.; que pudieran aportar más información y mejorar el análisis relacional; así como, introducir el uso de otras teorías criminológicas que pudieran tener mayor correlación con el fenómeno analizado. Pero creemos que las observaciones relativas al efecto de la movilidad son sólidas y que, en consecuencia, es necesario prestar más atención a esta variable de lo que se ha hecho hasta el momento.

Bibliografía

- Alonso Plá, F. (2005). *La justicia en el tráfico: análisis del ciclo legislativo-ejecutivo a nivel internacional*. Valencia: Attitudes
- Izquierdo, F. A., Ramírez, B. A., McWilliams, J. M., y Ayuso, J. P. (2011). The endurance of the effects of the penalty point system in Spain three years after. Main influencing factors. *Accident; analysis and prevention*, 43(3), 911-922. doi: 10.1016/j.aap.2010.11.014
- Bautista Ortuño, R. Y Miró Llinares, F. (2014). Delincuencia vial y reincidencia un análisis de su prevalencia y concurrencia con la delincuencia común en la provincia de Alicante. *Revista de Derecho Penal y Criminología*, 11, 387-410.
- Becker, G. (1968). Crime and punishment: An economic approach. En N. G. Fielding, A. Clark y R. Witt (eds.), *The economic dimensions of crime* (pp. 13-68). London: Palgrave Macmillan.
- Benedettini, S. y Nicita, A. (2009) *Deterrence, incapacitation and enforcement design. Evidence from traffic enforcement in Italy*. Department of Economics, University of Siena.
- Cardenal Montraveta, S. (2007). Los delitos relacionados con la seguridad del tráfico en el derecho comparado. *Indret*, 3.
- Cardenal Montraveta, S. (2015). ¿Eficacia preventiva general intimidatoria de la pena? *Revista Electrónica de Ciencia Penal y Criminología*, 17-18
- Castillo-Manzano, J., Castro-Nuño, M., y Pedregal, D. (2011). Can fear of going to jail reduce the number of road fatalities? The Spanish experience. *Journal of Safety Research*, 42(3), 223-228. doi: 10.1016/j.jsr.2011.03.004
- Castillo-Manzano, J., Castro-Nuno, M., y Pedregal D. (2010). An econometric analysis of the effects of the penalty points system driver's license in Spain. *Accident Analysis & Prevention*, 42(4), 1310-1319. doi: 10.1016/j.aap.2010.02.009
- Castillo-Manzano, J. y Castro-Nuño, M. (2012). Driving licenses based on points systems: Efficient road safety strategy or latest fashion in global transport policy? A worldwide meta-analysis. *Transport Policy*, 21, 191-201. doi: 10.1016/j.tranpol.2012.02.003
- Castillo-Manzano, J., Castro-Nuno, M., López-Valpuesta, L., y Pedregal, D. (2019). From legislation to compliance: The power of traffic law enforcement for the case study of Spain. *Transport Policy*, 75, 1-9. doi: 10.1016/j.tranpol.2018.12.009
- Chalfin, A. y Mccrary, J. (2017). Criminal deterrence: A review of the literature. *Journal of Economic Literature*, 55(1), 5-48. DOI: 10.1257/jel.20141147
- Elliott, M. y Broughton, J. (2005). *How methods and levels of policing affect road casualty rates*. London: TRL Limited.
- Engström, I. (2003). *Young novice drivers, driver education and training: Literature review*. London: PTRC Education and Research Services Limited.
- Faraway, J. (2004). *Linear models with R*. London: Chapman and Hall/CRC.
- Faraway, J. (2016). *Extending the linear model with R: generalized linear, mixed effects and nonparametric regression models*. London: Chapman and Hall/CRC.
- Gómez-Bellvis, A.B. (2020). La disuasión penal en el estado de alarma sobre la eficacia de la amenaza del castigo de la desobediencia al confinamiento. *Indret*, 4. doi: 10.31009/Indret.2020.i4.08
- Gómez-Bellvis, A.B. (2022). Los presupuestos fácticos de la preención teneral. Una aproximación empírica al rol de la disuasión en la enunciación de la Ley penal. *Tesis doctoral*. Elche: Universidad Miguel Hernández de Elche
- Gómez Pavón, P. (2012). Las reforma de los delitos contra la seguridad vial, *Revista jurídica Universidad Autónoma de Madrid*, 25, 119-148.
- Hakkert, A. S., Gitelman, V., Cohen, A., Doveh, E., y Umansky, T. (2001). The evaluation of effects on driver behavior and accidents of concentrated general enforcement on interurban roads in Israel. *Accident; analysis and prevention*, 33(1), 43-63. doi: 10.1016/s0001-4575(00)00014-2
- Hyndman, R. y Khandakar, Y. (2008). Automatic time series forecasting: the forecast package for R. *Journal of statistical software*, 27, 1-22.
- Mäkinen, T. (2003). Traffic enforcement in Europe: effects, measures, needs and future. *Escape project*.
- Martínez-Gabaldón, E; Martínez-Méndez, I. y Martínez-Pérez, J. (2020). Estimating the impact of the Penalty Point System on road fatalities in Spain". *Transport policy*, 86,1-8. doi: 10.1016/j.tranpol.2019.11.003
- Miles, J. (2014). Tolerance and Variance Inflation Factor. En N. Balakrishnan, T. Colton, B. Everitt, W. Piegorisch, F. Ruggeri y J.L. Teugels (eds.). *StatsRef: Wiley Statistics Reference Online*. doi: [10.1002/9781118445112.stat06593](https://doi.org/10.1002/9781118445112.stat06593)
- Miró-Llinares, F. (2017). La función de la pena ante "el paso empírico" del derecho penal", *Revista General de Derecho Penal*, 27.
- Miró Llinares, F. y Bautista Ortuño, R (2014). ¿Por qué cumplimos las normas penales? Sobre la disuasión en materia de seguridad vial, *Indret*, 4
- Montag, J. (2014). A radical change in traffic law: effects on fatalities in the Czech Republic. *Journal of Public Health*, 36(4), 539-545. doi: 10.1093/pubmed/dfu005
- Nolén, S. y Östlin, H. (2008). *Penalty points systems: a pre-study*. Road Traffic Inspectorate.
- Novoa, A. (2010). Impact of the penalty points system on road traffic injuries in Spain: a time-series study. *American journal of public health*, 100(11), 2220-2227. doi: 10.2105/AJPH.2010.192104
- Paternoster, R. (2010). How much do we really know about criminal deterrence? *The Journal of Criminal Law and Criminology*, 100(3), 765-823.
- 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
- Rebollo-Sanz, Y., Rodríguez-López, J., y Rodríguez-Planas, N. (2021). Penalty-point system, deterrence and road safety: A quasi-experimental analysis. *Journal of Economic Behavior & Organization*, 190, 408-433. doi: 10.1016/j.jebo.2021.08.007
- Sagberg, F. y Ingebrigtsen, R. (2018). Effects of a penalty point system on traffic violations. *Accident Analysis & Prevention*, 110, 71-77. doi: 10.1016/j.aap.2017.11.002
- Shapiro, S., y Wilk, M. (1965). An analysis of variance test for normality (complete samples). *Biometrika*, 52(3-4), 591-611. doi: 10.1093/biomet/52.3-4.591

- Tay, R. (2005). General and specific deterrent effects of traffic enforcement: do we have to catch offenders to reduce crashes?. *Journal of Transport Economics and Policy (JTEP)*, 39(2), 209-224.
- Twisk, D. y Stacey, C. (2007). Trends in young driver risk and countermeasures in European countries. *Journal of safety research*, 38(2), 245-257. doi: 10.1016/j.jsr.2007.03.006
- Vereeck, L. y Vrolix, K. (2007). The social willingness to comply with the law: The effect of social attitudes on traffic fatalities. *International Review of Law and Economics*, 27(4), 385-408. doi: 10.1016/j.irle.2007.07.002
- Wegman, F. C. (1992). Legislation, regulation and enforcement to improve road safety in developing countries. *Washington DC: World Bank Seminar on Road Safety*.
- Wickham, H., Averick, M., Bryan, J., Chang W., McGowan, L.D., François, R., Grolemond, G., Hayes, A., Henry, L., Hester, J., Kuhn, M., Pedersen, T.L., Miller, E., Bache, S.M., Müller, K., Ooms, J., Robinson, D., Seidel, D.P., Spinu, V., Takahashi, K., Vaughan, D., Wilke, C., Woo, K., Yutani, H. (2019). Welcome to the tidyverse. *Journal of Open Source Software*, 4(43). doi:[10.21105/joss.01686](https://doi.org/10.21105/joss.01686).
- Yannis, G., Papadimitriou, E., y Antoniou, C. (2006). Impact of enforcement on traffic accidents and fatalities: A multivariate multilevel analysis. *Safety Science*, 46(5), 738-750. doi: 10.1016/j.ssci.2007.01.014
- Zaidel, M. (2002). The impact of enforcement on accidents. *The 'Escape' Project (Enhanced Safety Coming from Appropriate Police Enforcement) Deliverable*, 2002, vol. 3, pp.1-59.
- Zambon, F. (2007). Evidence-based policy on road safety: the effect of the demerit points system on seat belt use and health outcomes. *Journal of Epidemiology & Community Health*, 61(10), 877-881. doi: 10.1136/jech.2006.057729
- Zeileis, A., y Hothorn, T. (2002). Diagnostic Checking in Regression Relationships. *R News*, 2(3), 7-10.

