

FACTORES ASOCIADOS A LA LETALIDAD POR ACCIDENTES DE TRÁFICO EN CICLISTAS EN ESPAÑA.

1993 – 2017

DANIEL MOLINA-SOBERANES



**UNIVERSIDAD
DE GRANADA**

PROGRAMA DE DOCTORADO EN MEDICINA CLÍNICA Y SALUD PÚBLICA

UNIVERSIDAD DE GRANADA

FACULTAD DE MEDICINA

Departamento de Medicina Preventiva y Salud Pública

Programa de Doctorado en Medicina Clínica y Salud Pública



FACTORES ASOCIADOS A LA LETALIDAD POR ACCIDENTES DE TRÁFICO EN CICLISTAS EN ESPAÑA

TESIS DOCTORAL

Daniel Molina Soberanes

DIRECTORES

Pablo Lardelli Claret

Virginia Ana Martínez Ruiz

Granada, 2021

Editor: Universidad de Granada. Tesis Doctorales
Autor: Daniel Molina Soberanes
ISBN: 978-84-1117-184-7
URI: <http://hdl.handle.net/10481/72067>

FACTORES ASOCIADOS A LA LETALIDAD POR ACCIDENTES DE TRÁFICO EN CICLISTAS EN ESPAÑA

Memoria presentada por Daniel Molina Soberanes para aspirar al
grado de DOCTOR por la Universidad de Granada

Dirigido por:

Dr. PABLO LARDELLI CLARET
Catedrático de Medicina Preventiva y Salud Pública
Departamento de Medicina Preventiva y Salud Pública
Facultad de Medicina
Universidad de Granada

Dra. VIRGINIA ANA MARTÍNEZ RUIZ
Profesora Ayudante Doctora
Departamento de Medicina Preventiva y Salud Pública
Facultad de Medicina
Universidad de Granada

Granada, 2021

En memoria de los 1.882 ciclistas que fallecieron en España durante el período comprendido entre 1993 y 2017

El doctorando y los directores de Tesis quisieran agradecer a la Dirección General de Tráfico (DGT - España) por permitir la consulta y el uso de los datos contenidos en el Registro Nacional de Víctimas de Accidentes de Tráfico, información que ha permitido el desarrollo de la presente Tesis Doctoral.

La elaboración del documento ha sido financiada por el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) de México, gracias a la beca número 410668, cuyo único beneficiario ha sido el doctorando Daniel Molina Soberanes.

“Caminando en línea recta no puede uno llegar muy lejos”

Antoine de Saint Exupéry

Índice

I.	INTRODUCCIÓN	27
1.	<i>Definiciones y conceptos generales.....</i>	27
2.	<i>Bicicleta y salud. Efectos beneficiosos y adversos del uso de la bicicleta.....</i>	32
2.1	Efectos a nivel individual	33
2.2	Efectos hacia el medio ambiente.....	38
3.	<i>Frecuencia e intensidad de uso de la bicicleta. Situación actual y perspectivas futuras</i>	39
3.1	A nivel mundial	40
3.2	En España.....	45
4.	<i>Epidemiología de las LCT en los ciclistas</i>	51
4.1	Epidemiología descriptiva de las LCT en ciclistas. Importancia sanitaria. Mortalidad	53
4.2	Epidemiología analítica de las LCT en ciclistas. Factores de riesgo	68
5.	<i>La severidad de las LCT en los ciclistas accidentados.....</i>	72
5.1	Medición de la severidad.....	74
5.2	Tipos de estudios y fuentes de información	77
5.3	Factores asociados a la severidad de las lesiones	79
5.3.1	La velocidad	79
5.3.2	El tipo de accidente.....	80
5.3.3	Factores individuales	82
5.3.3.1	Del ciclista	82
5.3.3.2	De los conductores de otros vehículos implicados	86
5.3.4	Factores de los vehículos implicados	87
5.3.5	Factores ambientales.....	89
5.4	Particularidades del estudio de los factores asociados a la letalidad del ciclista implicado en un accidente de tráfico en España	91
II.	JUSTIFICACIÓN.....	95

III.	HIPÓTESIS.....	101
IV.	OBJETIVOS.....	103
V.	METODOLOGÍA.....	107
1.	<i>Diseño</i>	<i>107</i>
2.	<i>Ámbito</i>	<i>107</i>
3.	<i>Población de estudio</i>	<i>107</i>
4.	<i>Fuente de información</i>	<i>108</i>
5.	<i>Variables del estudio.....</i>	<i>115</i>
6.	<i>Análisis de datos</i>	<i>132</i>
6.1	Imputación múltiple	132
6.2	Estudio descriptivo	139
6.3	Estudio analítico	139
6.3.1	Planteamiento teórico. Consideraciones previas.	139
6.3.2	Estimaciones de asociaciones.....	148
VI.	RESULTADOS	153
1.	<i>Resultados para la cohorte de ciclistas accidentados entre 1993 y 2013</i> <i>(Subperíodo 1; Objetivos 2.1a, 2.2 y 2.3)</i>	<i>153</i>
1.1	Estudio descriptivo (Objetivo 2.1a)	153
1.2	Estudio analítico (Objetivos 2.2 y 2.3)	163
2.	<i>Resultados para la cohorte de ciclistas accidentados entre 2014 y 2017</i> <i>(Subperíodo 2; Objetivos 2.1b, 2.4 y 2.5)</i>	<i>171</i>
2.1	Estudio descriptivo	171
2.2	Estudio analítico (Objetivos 2.4 y 2.5)	184
VII.	DISCUSIÓN.....	192
1.	<i>Discusión de la Metodología</i>	<i>192</i>

1.1	Tipo de estudio	192
1.2	Fuente de información	193
1.3	Técnicas de análisis.....	198
2.	<i>Discusión de los Resultados</i>	200
2.1	Del estudio descriptivo	200
2.2	Del estudio analítico	203
2.2.1	Factores del ambiente y del tipo de accidente	203
2.2.2	Factores del ciclista.....	211
2.2.3	Uso de casco	218
3.	<i>Consideraciones prácticas</i>	223
VIII.	CONCLUSIONES	229
IX.	BIBLIOGRAFÍA	237
X.	ANEXOS	265

Resumen

Introducción: A pesar de la disminución observada en la mortalidad por accidentes de tráfico (AT) en años recientes en España, el colectivo ciclista no ha mostrado el mismo comportamiento, llegando incluso a presentar una mayor mortalidad. Aunado a ello, existe un interés público para fomentar el uso de la bicicleta como medio de transporte sostenible, por lo que la mortalidad derivada de los accidentes en los que se involucren ciclistas podría incrementarse aún más.

Objetivo: Identificar el sentido y cuantificar la magnitud de la asociación de los factores dependientes del ambiente y del ciclista con su riesgo de muerte tras verse implicados en accidentes de tráfico en España, con especial énfasis en el uso del casco.

Metodología: Se diseñó un estudio de cohorte retrospectivo a partir de una serie de casos y se disgregó en dos sub-períodos (1993 – 2013 y 2014 – 2017). Para ello, se utilizó la base de datos de la Dirección General de Tráfico de España, con información sobre 90.582 ciclistas accidentados en el territorio peninsular, de los cuales fallecieron 1.882. Debido a la presencia de datos faltantes, se realizó un procedimiento de imputación múltiple por el método de las ecuaciones encadenadas. Se obtuvieron estimaciones crudas y ajustadas mediante regresiones de Poisson para las asociaciones entre cada variable independiente y el riesgo de fallecer, utilizando modelos multinivel, considerando tanto al ciclista como a la provincia como niveles de agregación. Se aplicaron modelos causales para identificar el valor del posible efecto del uso del casco sobre el riesgo de fallecer y se evaluó el efecto confusor y/o

modificador de efecto que la zona en que ocurre el accidente podría introducir. Todos los análisis se realizaron con el paquete estadístico Stata versión 14.

Resultados: Se observó que el riesgo de fallecer puede variar en función del tipo de accidente y de ciertas circunstancias ambientales imperantes al momento del AT, con un mayor riesgo para aquellos que se presentaron en carretera-travesía, fuera de intersecciones, bajo condiciones atmosféricas adversas, pero con una superficie de la vía sin alteraciones y durante las altas horas de la madrugada. Se observó también que la letalidad ha mostrado un decremento paulatino a lo largo de toda la serie temporal. Los ciclistas que mostraron un mayor riesgo de fallecer fueron los que tenían una mayor edad al momento del AT; los hombres; los que tenían una nacionalidad distinta a la española; y los que habían cometido alguna infracción. Nuestros resultados sugieren un efecto protector del uso del casco respecto del riesgo de fallecer, el cual es de una mayor magnitud si el AT se presentó en carretera-travesía que si lo hizo en zona urbana. De hecho, la zona en que se presentó el AT confunde precisamente a la asociación entre el uso del casco y el riesgo de fallecer, además de modificar su efecto.

Conclusiones: Se identificaron distintos factores asociados con el riesgo de que un ciclista fallezca tras verse involucrado en un AT en España, ya sea el tipo de accidente, las condiciones ambientales o las características del propio ciclista. Dichas asociaciones se mantuvieron en ambos sub-períodos estudiados, principalmente para las características del AT. El uso del casco disminuyó entre un 0,3% y un 2,3% el riesgo de que el ciclista falleciera tras el AT, y la zona en que ocurrió fue el principal confusor de esta asociación.

Abstract

Introduction: Despite the decrease observed in road traffic crashes (TC) mortality in recent years in Spain, cyclists' crashes have not shown the same tendency. They have even a higher mortality rate nowadays. In addition, there is a public interest in promoting the use of bicycles as a sustainable means of transport. This could lead to further increases in mortality rates from TC involving cyclists.

Objective: To identify the direction and to quantify the magnitude of the association of environment- and cyclist-dependent factors with the risk of death after being involved in traffic crashes in Spain, with special emphasis on the use of helmets.

Methodology: A retrospective cohort study was designed from a case series and broken down into two sub-periods (1993 - 2013 and 2014 - 2017). For this purpose, the database of the Spanish General Directorate of Traffic was used, with information on 90,582 cyclists involved in crashes on the Spanish mainland, of whom 1,882 died. A multiple imputation procedure was performed using the chained equations method due to the presence of missing data. Crude and adjusted Poisson regression models were used to estimate the associations between each independent variable and the risk of death, using multilevel models, considering both cyclist and province as aggregation levels. Causal models were used to identify the magnitude of the possible effect of helmet use on the risk of death. We assessed the role of the area of the crash as a confounder and/or as an effect modifier of this association. All analyses were performed with the statistical package Stata 14.

Results: The risk of death can vary according to the type of accident and environmental circumstances at the time of the TC, with a higher risk for those occurring on the road, outside intersections, under adverse weather conditions, with an unaltered road surface and during the early hours. It was also observed that fatality has shown a gradual decrease throughout the time series. Cyclists who showed a higher risk of death were those who were older at the time of the TC; males; those with a nationality other than Spanish; and those who had committed an offence. Our results suggest a protective effect of helmet use on the risk of death, which is of a greater magnitude if the TC occurred on the road than if it occurred in an urban area. In fact, the area in which the TC occurred is a confounder of the association between helmet use and the risk of death, as well as an effect modifier.

Conclusions: We identified different factors associated with the risk of death after a cyclist is involved in a TC in Spain. These factors are either the type of accident, the environmental circumstances, or the characteristics of the cyclist himself. The associations found were maintained in both sub-periods studied. Helmet use decreased the risk of cyclist´s death after the TC by 0,3% to 2,3%, and the area in which the TC occurred was the main confounder of this association.

Daniel Molina Soberanes
Programa de Doctorado en Medicina Clínica y Salud Pública

I. INTRODUCCIÓN

1. Definiciones y conceptos generales

La presente tesis doctoral se desarrolla en torno a las consecuencias fatales que pudieran presentarse cuando un ciclista se involucra en un accidente, por lo que debemos iniciar con la delimitación del concepto “bicicleta”. Para ello, utilizaremos la definición contenida en el apartado denominado “Conceptos básicos”, del Boletín Oficial del Estado 261 de 31 octubre de 2015,(Boletín Oficial del Estado, 2015) al ser el diario oficial del Estado español dedicado a la publicación de leyes, disposiciones y actos de inserción obligatoria.(Boletín Oficial del Estado, 2008) En él se establece que la **bicicleta** es aquel vehículo provisto de dos ruedas y propulsado exclusiva o principalmente por la energía muscular de la persona o personas que están sobre el vehículo, en particular por medio de pedales, lo que incluye el pedaleo asistido propio de las bicicletas eléctricas, pero segrega a los ciclos motorizados que no requieren la realización de actividad física por parte del conductor. Su evolución se ha dado desde los antiguos velocípedos que requerían que su conductor se empujara con los pies para moverse, hasta la bicicleta clásica, que ya incluía un sistema mecánico con pedales y cadena para transmitir la energía de los pies a las ruedas, lo que sigue siendo la base del diseño, sufriendo relativamente pocas transformaciones más de 150 años después.(Bopp, Sims, & Piatkowski, 2018) Inició siendo un caro y peligroso pasatiempo para personas en busca de aventura, pero con los años ha demostrado ser un invento revolucionario que cada vez consigue más adeptos.

Por lo tanto, el **usuario de la bicicleta o ciclista**, indistintamente, será toda persona que monte una bicicleta para desplazarse de forma activa, independientemente del motivo, ya sea lúdico, deportivo, recreativo, laboral, etc. Quedarán excluidas de dicha definición aquellas personas que se desplacen empujando o jalando una bicicleta en lugar de montadas sobre ella, ya que serán consideradas peatones, y las que pudieran estar siendo transportadas de manera pasiva. De la misma forma, la palabra **ciclismo** se refiere al acto de utilizar la bicicleta.

Puesto que, como se verá más adelante, el mayor riesgo para la salud derivado de circular en bicicleta son las consecuencias de verse involucrado en un **accidente de tráfico (AT)**, es necesario definir este concepto. Históricamente, en el ámbito de la seguridad vial, un accidente se ha definido como un “hecho, suceso o acontecimiento inesperado o impremeditado que contiene un elemento de azar o probabilidad y cuyos resultados son indeseables o infortunados.”(J. S. Baker & Fricke, 1970) Sin embargo, esta definición implica una situación inevitable e impredecible, a pesar de que la Organización Mundial de la Salud (OMS) considera que la gran mayoría de los accidentes viales podrían prevenirse por estar relacionados con el factor humano, por lo que la definición antes mencionada es obsoleta. La Asociación Española de Centros Médico-Psicotécnicos define al AT o accidente de circulación (términos que pueden utilizarse de forma intercambiable), como “el resultado de una conjunción o concurrencia desfavorable de múltiples factores (la vía y su entorno, el vehículo, el conductor y otros usuarios, las condiciones meteorológicas y/o ambientales) en un momento y lugar determinados”.(Checa Zavala & Ceamanos Marín, 1997) Si consideramos la legislación española,(Boletín Oficial del Estado,

1993) se especifica además que para poder ser considerados como AT deberán de reunir las siguientes condiciones:

- a) Entorno: producirse, o tener su origen, en una de las vías o terrenos objeto de la legislación sobre tráfico¹, circulación de vehículos a motor y seguridad vial.
- b) Persona: resultar a consecuencia de los mismos:
 - a. Una o varias personas muertas o heridas.
 - b. Sólo daños materiales.
- c) Vehículo: estar implicado al menos un vehículo en movimiento.

Por otra parte, y se transcribe del mismo documento citado anteriormente, se considera que un vehículo tiene una implicación en un accidente de circulación cuando concurren una o varias de las circunstancias detalladas a continuación:

- a) Entrar el vehículo en colisión con:
 - a. Otro u otros vehículos, en movimiento, parados o estacionados.

¹ Se consideran objeto de la Ley sobre Tráfico las vías y terrenos públicos apto para la circulación, tanto urbanos como interurbanos; las vías y terrenos que, sin tener tal aptitud, sean de uso común; y, en defecto de otras normas, las vías y terrenos privados que sean utilizados por una colectividad indeterminada de usuarios.(Boletín Oficial del Estado, 2015)

- b. Peatones.
 - c. Animales.
 - d. Otros obstáculos.
-
- b) Sin haberse producido colisión, haber resultado, como consecuencia del accidente, muertos o heridos el conductor y/o algún pasajero del vehículo, o haberse ocasionado sólo daños materiales.
 - c) Sin haberse producido colisión con el vehículo, estar éste parado o estacionado en forma peligrosa, de modo que constituya uno de los factores del accidente.
 - d) Sin haber sufrido el vehículo directamente las consecuencias del accidente, constituir el comportamiento del conductor o de alguno de los pasajeros uno de los factores que han provocado el mismo.
 - e) Haber sido arrollado el conductor o un pasajero del vehículo por otro en el momento en que subía o descendía de él, en cuyo caso ambos vehículos se consideran implicados en el accidente.

A pesar de considerarse ciertas excepciones a las consideraciones anteriores, se refieren únicamente a circunstancias en las que podrían participar únicamente peatones, por lo que no se ahondará en ellas. Por tanto, por nuestro motivo de interés, nos referiremos a un AT cuando se incluya la participación de al menos una bicicleta. Es importante señalar que la definición de AT no es

homogénea en todo el mundo, lo que podría influir en las conclusiones obtenidas tras comparar cifras entre países. Basta mirar la definición aceptada por la propia OMS, que considera sin más que un AT es una colisión en la que participa al menos un vehículo en movimiento por un camino público o privado y que deja al menos una persona herida o muerta.(Peden, Margie; Scurfield, Richard; Sleet, David; Mohan, Dinesh; Hyder, Adnan A.; Jarawan, Eva; Mathers, 2004) A pesar de que ambas definiciones son diferentes, cabe destacar que incluyen en una posición preponderante a los desenlaces relacionados con la salud, independientemente del grado de severidad de las posibles lesiones, o de si llegan a un desenlace fatal. Si bien el presente trabajo utilizará la definición propia de la legislación española previamente comentada, aceptaremos la nomenclatura utilizada en otros trabajos cuando hagamos referencia a investigaciones de otras latitudes.

Para que un AT pueda presentarse, se requiere de individuos que utilicen la bicicleta. A la intensidad con la que los usuarios hacen uso de la bicicleta la denominaremos **exposición**(Peden, Margie; Scurfield, Richard; Sleet, David; Mohan, Dinesh; Hyder, Adnan A.; Jarawan, Eva; Mathers, 2004) y podrá ser medida en unidades temporales (horas de uso), pero también en unidades de distancia (kilómetros recorridos) o en número de desplazamientos (frecuencia de uso).

Debido a la naturaleza del presente trabajo, consideraremos **lesión a consecuencia del tráfico (LCT)** a todo daño corporal resultante de la participación en un AT, siendo la **defunción** el grado máximo alcanzable, indistintamente de si se trata de una defunción en el sitio del accidente, en las primeras horas tras el mismo o, incluso durante los primeros días, siempre y cuando su causa sea la LCT. En ese mismo

orden de ideas, y considerando que nuestra población de estudio se integra por ciclistas accidentados, nos referiremos a la **letalidad** como la proporción de ciclistas que fallecen (defunciones) partido por el número de ciclistas accidentados o, dicho de otra forma, la probabilidad de que un ciclista accidentado fallezca como consecuencia de la LCT. Por otra parte, entenderemos por **mortalidad** a la proporción resultante de dividir el número de ciclistas fallecidos partido por una población determinada, la cual podrá ser la población total, una población parcial tras un proceso de estratificación, o incluso alguna cifra predeterminada, lo cual se encontrará convenientemente especificado.

Finalmente, diremos que los **usuarios vulnerables de la vía** son aquellos que tienen un mayor riesgo de sufrir LCT, una vez tenida en cuenta la exposición por cada modo de transporte. Por tanto, incluiremos en este grupo a los peatones, a los ciclistas y a los motoristas.

2. Bicicleta y salud. Efectos beneficiosos y adversos del uso de la bicicleta

Entre las ventajas de la bicicleta están su bajo costo, su escasa necesidad de espacio (ya sea para su almacenamiento o durante el desplazamiento), y su gran adaptabilidad a diversas condiciones de infraestructura pública.(Pucher & Buehler, 2017) Es por ello que se le ha considerado como uno de los modos de transporte más sostenibles que existen, si no el que más, pues reporta múltiples beneficios a nivel individual y medioambiental.(Pucher & Buehler, 2008)

A continuación, abordaremos los más representativos:

2.1 Efectos a nivel individual

No existe duda sobre los amplios beneficios sobre la salud física, mental y social que reporta la actividad física (US Department of Health and Human Services, 2018) y que, al montar en bicicleta, estaríamos obteniendo. En un mundo en el que más del 80% de los adolescentes se consideran físicamente inactivos, (Guthold, Stevens, Riley, & Bull, 2020) y en el que se ha observado que los hábitos mantenidos durante la infancia y la adolescencia permanecen hasta la edad adulta, (Telama et al., 2014) el uso de la bicicleta emerge como una oportunidad única para combatir esta pandemia de inactividad y sedentarismo. De hecho, su amplia versatilidad nos permite vincular a la bicicleta con múltiples esferas de la vida diaria, ya sea utilizándola como medio de transporte activo, como herramienta para desarrollar alguna actividad ocupacional e incluso como fin lúdico desde el ámbito recreativo. (2018 Physical Activity Guidelines Advisory Committee, 2018)

En términos generales, la OMS recomienda 60 minutos diarios de actividad física de intensidad moderada o vigorosa para niños y adolescentes de 5 a 17 años, y en el caso de los adultos al menos entre 150 y 300 minutos semanales de intensidad moderada, pudiendo disminuir a la mitad en caso de intensidad vigorosa. (Bull et al., 2020) Utilizar la bicicleta como medio de transporte puede contribuir directa y significativamente para cubrir las recomendaciones, además de que se ha asociado con hasta cuatro veces más propensión en adultos para cumplirlas. (Stewart, Anokye, & Pokhrel, 2016) Donaire-Gonzalez et al. realizaron un estudio en Barcelona con 752 adultos. Observaron que las

personas que utilizaban su bicicleta como principal medio de transporte lo habían hecho durante un promedio de 3,1 horas en la semana previa al cuestionario que cumplimentaron, además de que en lugar de sustituir la actividad física, realizaban media hora más de actividad física en cualquier otro ámbito por cada hora invertida en el desplazamiento activo, si se comparaba con aquellos participantes que se desplazaban en vehículos motorizados.(Donaire-Gonzalez et al., 2015)

Los beneficios específicos obtenidos por montar en bicicleta son muy variados. Kelly et al(Kelly et al., 2014) realizaron un metaanálisis en el que incluyeron datos sobre casi 187.000 participantes y 2,1 millones de personas-año. Observaron una reducción del riesgo de fallecer del 10% (IC95%: 6% - 13%), independientemente de la causa de muerte, al incrementar el uso de la bicicleta en 2,5 horas por semana. Los mayores beneficios se obtuvieron en los incrementos iniciales de la actividad. Dicho de otra forma, la bicicleta se asoció con un menor riesgo de fallecer en aquellas personas que incrementaron su uso, y esta reducción del riesgo fue más pronunciada en las primeras variaciones de tiempo.

Utilizar la bicicleta como medio de transporte se ha asociado a desenlaces más favorables para enfermedades como el cáncer. En un estudio de cohorte con 784.677 individuos, Patterson et al.(Patterson et al., 2020) reportaron un menor riesgo de incidencia de cáncer en ciclistas respecto de usuarios de vehículos de motor (0,89%; IC95% 0,82-0,97), con una menor tasa de mortalidad para aquellos que sí tuvieron la enfermedad (0,84%; IC95% 0,73-0,98). Además, observaron también una menor tasa de mortalidad por enfermedades cardiovasculares (0,74%; IC95% 0,61-0,93). Al respecto, un reciente

metaanálisis(Nordengen, Andersen, Solbraa, & Riiser, 2019) obtenido tras incluir 15 diferentes estudios primarios, evidenció que los ciclistas se asociaron con mejores perfiles de riesgo cardiovascular: presentaron mejores medidas en sus pliegues cutáneos, circunferencia de cintura y en el índice de masa corporal; tuvieron una mejor condición cardiorrespiratoria, medida a través del volumen máximo de oxígeno; y se obtuvieron mejores parámetros en sus perfiles lipídicos, que en sus contrapartes no ciclistas.

Pero los beneficios no son solamente físicos. Un estudio longitudinal con 8.802 participantes adultos de 7 ciudades europeas distintas, entre las que se incluyó Barcelona, evaluó la asociación entre distintos modos de transporte y diversas medidas de salud.(Ávila-Palencia et al., 2018) Se observó que las personas que reportaron desplazarse en bicicleta tuvieron una mejor salud auto reportada en términos generales; tuvieron menor sensación de soledad; y su percepción sobre su salud mental fue mejor, con mayor vitalidad y menor estrés percibido. De hecho, Ávila-Palencia et al. observaron que la asociación inversa entre el uso de la bicicleta y el estrés es gradiente-dependiente: los ciclistas que utilizaban más la bicicleta tenían menos riesgo de percibirse estresados.(Ávila-Palencia et al., 2017) Tal es el posible efecto del uso de la bicicleta a nivel mental, que incluso se ha utilizado como estrategia de tratamiento para mejorar las funciones cognitivas y la sensación de bienestar, con resultados prometedores en adultos mayores.(Leyland, Spencer, Beale, Jones, & van Reekum, 2019)

Sin embargo, el ciclismo también puede tener efectos adversos para la salud de quienes lo practican. Mucho se ha estudiado sobre el riesgo para la salud por la posibilidad de una mayor exposición a

contaminantes ambientales, al utilizar la bicicleta inmersos en el tráfico y respirar con una frecuencia incrementada respecto de las personas que se desplazan de manera pasiva. Una revisión sistemática (Cepeda et al., 2017) evidenció que la exposición a los contaminantes ambientales para cada recorrido era mayor en los usuarios de vehículos motorizados que en los ciclistas. Al ajustar el análisis por el tiempo del recorrido, los ciclistas tenían una mayor inhalación de contaminantes debido a su mayor frecuencia respiratoria, al menos desde el punto de vista teórico. Sin embargo, los beneficios obtenidos por la actividad física realizada al desplazarse en bicicleta se consideraron mayores que los riesgos derivados de la inhalación de contaminantes. Incluso en ciudades altamente contaminadas, con concentraciones de partículas $PM_{2.5} = 100 \mu\text{g}/\text{m}^3$, los riesgos para la salud derivados del ciclismo solo excederían a sus beneficios después de haber montado en bicicleta más de una hora y media cada día. (Tainio et al., 2016) Para contextualizar esta cifra, basta decir que la media anual de concentración de partículas de $PM_{2.5}$ en España del 2001 al 2014 fue de $11,3 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (Liu et al., 2019), y Barcelona, la ciudad española con mayores niveles de $PM_{2.5}$, registró un promedio de $19,88 \mu\text{g}/\text{m}^3$. De hecho, apenas el 22 de septiembre de 2021 la propia OMS fijó los nuevos valores para las Directrices mundiales sobre la calidad del aire establece el límite de concentración de $PM_{2.5}$ a partir del cual la salud de las personas podría verse afectada en $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$. (“Actualización de las Directrices de la OMS sobre al Calidad del Aire,” n.d.)

Al representar una actividad física que no implica ninguna carga adicional al peso corporal, la práctica del ciclismo se ha asociado con menores niveles de densidad mineral ósea que en aquellas personas

cuya actividad física podría considerarse osteogénica, lo que podría favorecer el desarrollo de osteopenia u osteoporosis en personas susceptibles.(Olmedillas, González-Agüero, Moreno, Casajus, & Vicente-Rodríguez, 2012)

Cuando el ciclismo se practica desde el punto de vista deportivo, puede implicar un importante esfuerzo físico. En España, se ha reportado al ciclismo como el principal responsable de las muertes súbitas asociadas con el deporte. Un estudio que incluyó 288 autopsias por dicha causa encontró que el 28% habían estado practicando esta actividad, siendo el deporte más frecuente en esa serie de casos.(Morentin et al., 2021) Es pertinente señalar que casi una tercera parte de estos ciclistas fallecidos presentaba un Índice de Masa Corporal superior a 30 y que el 99% de las causas de muerte fueron de origen cardiovascular, lo que podría estar relacionado. Aun así, la incidencia de la muerte súbita asociada al deporte es tan baja (0,38 por cada 100.000 habitantes), que su impacto en el colectivo ciclista podría considerarse despreciable.

En cuanto al riesgo de lesiones biomecánicas durante el ciclismo, la principal causa es el movimiento repetitivo de la articulación de la rodilla, lo que podría producir dolor a través de múltiples mecanismos.(Bini & Flores-Bini, 2018) Por otra parte, el ajuste inadecuado de las medidas de la bicicleta respecto de la altura del ciclista, particularmente la altura del manillar, se asocia con un mayor ángulo de flexión lumbosacra durante el ciclismo, lo que produciría un desequilibrio en la activación muscular y una postura poco ergonómica, incrementando el riesgo de padecer lumbalgia tras la actividad física.(Streisfeld et al., 2017) Aun así, la mayor gravedad de las lesiones al

utilizar una bicicleta no se debe a algún componente biomecánico inherente a su uso, sino a las lesiones derivadas de los traumatismos, ya sean por caídas o por colisiones, lo cual será abordado en otros apartados.

Aún con estos posibles efectos adversos, se ha demostrado que los beneficios superan a los riesgos asociados al uso de la bicicleta en una media de 9 a 1.(Mueller et al., 2015)

2.2 Efectos hacia el medio ambiente

Los vehículos motorizados son responsables de cerca de un 25% de las emisiones de gases con efecto invernadero relacionados con el uso de energía.(World Health Organization (WHO), 2021) La bicicleta, al utilizar la energía del cuerpo humano para lograr producir movimiento, no emite per se ningún tipo de gases contaminantes hacia el medioambiente. Sin embargo, la demanda de energía extra para producir la actividad física requiere de un incremento en el consumo de alimento para mantener un balance calórico, lo que indirectamente producirá emisión de gases con efecto invernadero. Mizdrak et al.(Mizdrak, Cobiac, Cleghorn, Woodward, & Blakely, 2020) estimaron que para cada kilómetro viajado se requieren de 25 a 40 kcal. Basados en una dieta promedio mundial, ese gasto energético se acompañaría de una emisión de 0,14 kilogramos de dióxido de carbono por cada kilómetro recorrido para compensarse completamente. Estas cifras podrían parecer exageradas, por ser similares a las que emiten los vehículos motorizados a base de derivados del petróleo, aunque hay que contextualizarlas: en el caso del ciclismo, el aumento en la ingesta calórica estaría asociada al incremento en la actividad física, deseable

en un mundo con una pandemia de obesidad y sedentarismo. En cambio, en el caso de los vehículos motorizados, la emisión de contaminantes sería la consecuencia de ofrecer una mayor comodidad para los desplazamientos, fomentando el sedentarismo. En esta última consideración habría que tomar en cuenta, además, la emisión de otros contaminantes como las partículas $PM_{2,5}$, las cuales serían inexistentes en el caso del ciclismo.

Aparte de la contaminación por partículas en suspensión, la OMS ha sugerido que al menos el 20% de los habitantes de la región europea viven en zonas con niveles de contaminación auditiva que podrían ser dañinos para la salud.(World Health Organization (WHO), 2021) El ciclismo podría mitigar los efectos de ambos tipos de contaminación, tanto de partículas como auditiva, ya sea por el uso inherente de la bicicleta en lugar de los vehículos de motor, o al favorecer el flujo del tráfico y disminuir el tiempo de circulación de otros vehículos.(Pucher & Buehler, 2008) A pesar de que las vías exclusivas para ciclistas podrían considerarse la solución ideal para favorecer el uso de la bicicleta,(Bagloee, Sarvi, & Wallace, 2016) se ha observado que el alivio de la congestión del tráfico se puede alcanzar incluso cuando se comparten ciertas vialidades entre ambos modos de transporte, sin incrementar el tiempo de desplazamiento para los vehículos motorizados, incluso al agregar el flujo de bicicletas en la misma infraestructura.(Schaefer, Figliozzi, & Unnikrishnan, 2020)

3. Frecuencia e intensidad de uso de la bicicleta. Situación actual y perspectivas futuras

3.1 A nivel mundial

Históricamente, ha existido una gran variabilidad en cuanto al uso de la bicicleta en las distintas regiones del mundo.(Pucher & Buehler, 2008) Mientras que a inicios de este siglo el 27% de los desplazamientos diarios en los Países Bajos se realizaba en bicicleta, esa cuota era de apenas el 1% en Australia. Estas diferencias no solo se observaban entre distintos países, sino entre regiones de un mismo país. Así, podemos identificar cómo el 27% se desplazaba en bicicleta en la región alemana de Münster, mientras que en la región de Wiesbaden el porcentaje disminuía hasta el 3%.(Pucher & Buehler, 2008)

La Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE), a través del Forum Internacional de Transporte, realizó un estudio comparando los datos de exposición proporcionados por 47 países europeos.(Castro, Kahlmeier, & Gotschi, 2018) En la mayoría de los casos se tuvieron que realizar ajustes o estimar cifras de exposición con la información existente, debido a que no se registra de manera sistemática ni completa en la mayoría de los países. En ausencia de información por parte de los países incluidos, la ecuación general para definir la exposición en términos de distancia recorrida anual fue:

$$DT = CMB * TV * DRP * Pob$$

DT = Distancia total recorrida anual en bicicleta (kilómetros)

CMB = Cuota modal en ciclistas (Viajes en bicicleta / viajes totales)

TV = Total de viajes por todos los modos de transporte (Viajes por persona y día)

DRP = Distancia recorrida promedio (kilómetros por viaje en bicicleta)

Pob = Población (habitantes)

Solamente 13 de los 47 países (Austria, Bélgica, Dinamarca, Finlandia, Francia, Alemania, Irlanda, Italia, Países Bajos, Noruega, Suecia, Suiza y Reino Unido) ofrecieron datos considerados con una alta fiabilidad. Entre ellos, el número de millones de kilómetros viajados en bicicleta en un año varió desde los 482 de Irlanda hasta los 35.367 de Alemania, con una media de 6.291 millones de kilómetros. Por otra parte, de entre los países cuya fiabilidad en la información fue considerada baja (n=22), el número de millones de kilómetros viajados en bicicleta en un año varió desde los 56 de Montenegro hasta los 12.881 de la Federación Rusa, con una media de 1.668 millones de kilómetros. Estas diferencias son significativas entre ambos grupos de países, y aunque parecería adecuado concluir que se viajan más kilómetros en bicicleta en aquellos países con mejor calidad en su información, es precisamente la diferencia en la fiabilidad lo que nos sugiere cautela al momento de establecer este tipo de conclusiones. Es interesante conocer estos datos puesto que, como es lógico, podría inferirse que, a mayor número de kilómetros viajados en un año, mayor probabilidad de participar en un accidente, aunque abordaremos este razonamiento a profundidad en líneas posteriores.

En Europa, Schepers et al (Schepers et al., 2021) realizaron un estudio sobre la exposición al uso de la bicicleta considerando la distancia recorrida y basados en las diferentes Encuestas Nacionales sobre Viajes que se aplican en cada uno de los 14 países incluidos (Países

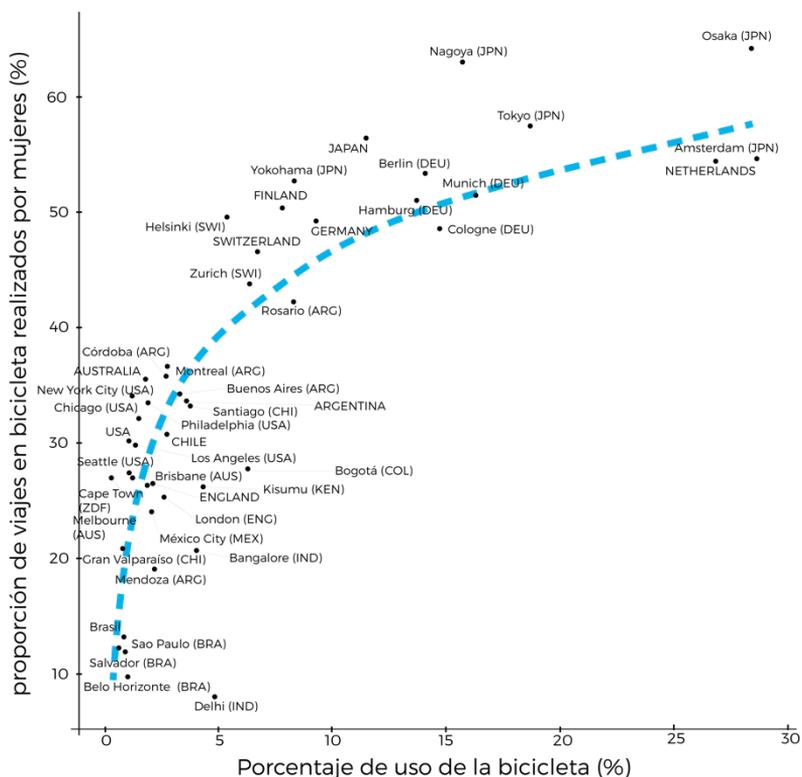
Bajos, Dinamarca, Bélgica, Suiza, Finlandia, Alemania, Suecia, Noruega, Irlanda, Austria, Italia, Inglaterra, Francia e Irlanda del Norte), con información obtenida de 1990 a 2017. Cabe resaltar que la metodología implementada para la realización de cada encuesta fue diferente de país a país, por lo que habrá que ser prudentes al momento de obtener conclusiones. Observaron que existe una enorme diferencia en el promedio de la distancia recorrida, la cual varió de los 30 a los 900 kilómetros por persona por año, sin que se evidenciaran incrementos sostenidos significativos durante el período, salvo en el caso de Alemania, que incrementó la distancia promedio en un 50% (150 km). A pesar de ello, sí que se identificó un aumento en la distancia recorrida en bicicleta en las ciudades capitales de cada uno de los países estudiados, por lo que los autores sugieren la posibilidad de que existan ciertas variaciones en el uso de la bicicleta debidas a la densidad poblacional, aunque no descartan el efecto de las medidas relacionadas con las mejoras en la infraestructura ciclista, que suele iniciar en las ciudades más pobladas.

Pero la diferencia en la exposición no se encuentra solamente entre países, sino que también puede deberse a características del ciclista o del entorno por el que circula. Para desentrañar esas diferencias, Goel et al. (Goel et al., 2021) incluyeron información proveniente de países de diferentes continentes y con distintos niveles de desarrollo económico. Estudiaron múltiples factores relacionados con los ciclistas y su entorno, tanto a nivel nacional como para ciudades representativas de cada país. Consistente con los estudios anteriores, observaron que la diferencia en el uso de la bicicleta entre países se ha mantenido a lo largo de los últimos años, con una mayor prevalencia en

Países Bajos (26,8%), Japón (11,5%) y Alemania (9,3%) mientras que la menor prevalencia se encontró en Australia (1,8%), Estados Unidos de América (1,1%) y Brasil (0,8%).

La distancia más frecuente para los viajes en cada país osciló entre 1,7 y 3,2 kilómetros, y más del 50% de todos los recorridos fueron de menos de 5 km. En cuanto a su duración, la mayor frecuencia se observó para aquellos viajes de entre 10 y 20 minutos. En promedio, utilizar la bicicleta en una zona urbana por motivos laborales fue un 40% más frecuente que hacerlo por motivos no laborales, aunque este porcentaje llegó a ser tan alto como el 60%. Un hallazgo interesante fue que países con menor tradición ciclista reportaban mayor proporción de viajes por motivos laborales que aquellos países en donde el uso de la bicicleta se encuentra más arraigado. De acuerdo con sus resultados, podría decirse que el perfil del ciclista es una persona del género masculino y de mediana edad. Sin embargo, se observaron importantes diferencias de género de país a país. Mientras que los países con una mayor cuota de viajes en bicicleta muestran una mayor paridad por género, llegando incluso a invertir la relación entre usuarias y usuarios, aquellos países en donde la bicicleta se usa menos muestran una mayor propensión a que sea utilizada por los hombres. Es interesante observar también que, en aquellos países con tradición ciclista, la mediana de edad en las mujeres era más elevada que la de los hombres, mientras que, en los países con menor frecuencia de uso de la bicicleta, su mediana era menor.

Figura 1. Representación de la cuota modal del ciclismo observada en mujeres en diferentes ciudades y países



Fuente: Goel et al. 2021

La edad, aparte del género, fue otra característica del ciclista que se asoció con la exposición. Se reportó una mayor intensidad de uso de la bicicleta en menores de 16 años, seguido de las personas de 16 a 59 años, siendo el grupo menos representado el de 60 años y más. Sin embargo, este último grupo mostraba cuotas más elevadas en aquellos países en los que la bicicleta se considera más popular.

Más allá del uso de la bicicleta desde el punto de vista lúdico, recreativo y/o deportivo, es indudable el potencial que posee como medio de transporte. De hecho, la Declaración de Estocolmo, por parte

de la OMS, resalta la importancia de acelerar el cambio de modos de transporte priorizando aquellos sostenibles, y que promueven mayores niveles de actividad física (como caminar o andar en bicicleta), ya que se alinean perfectamente con los Objetivos de Desarrollo Sostenible de la Agenda 2030, de la Organización de las Naciones Unidas.(World Health Organization (WHO), 2020) Un claro ejemplo ha sido la respuesta en múltiples países al enfrentar un problema sanitario de importancia superlativa, como lo ha sido la pandemia por Covid-19, requiriendo espacios que favorezcan el distanciamiento social y que eviten los sitios cerrados pero tratando de no incentivar el uso del automóvil.(Barbieri et al., 2021) Incluso en Estados Unidos, uno de los países en los que la bicicleta ha sido históricamente relegada a un papel menor, se observó que fue el único modo de transporte que no mostró disminución en cuanto al número de usuarios durante el 2020, además de que se preveía un incremento en sus usuarios de un 25,5% para los meses subsecuentes (IC95% 3,2 – 50,2).(Ehsani, Michael, Duren, Mui, & Porter, 2021)

En Europa, la Oficina Regional de la OMS ha promovido recientemente la adhesión de los países de la zona a la Declaración de Viena, con la intención de alinear todos los esfuerzos para incrementar el uso de la bicicleta y lograr duplicar su cuota modal durante la siguiente década.(World Health Organization (WHO), 2021)

3.2 En España

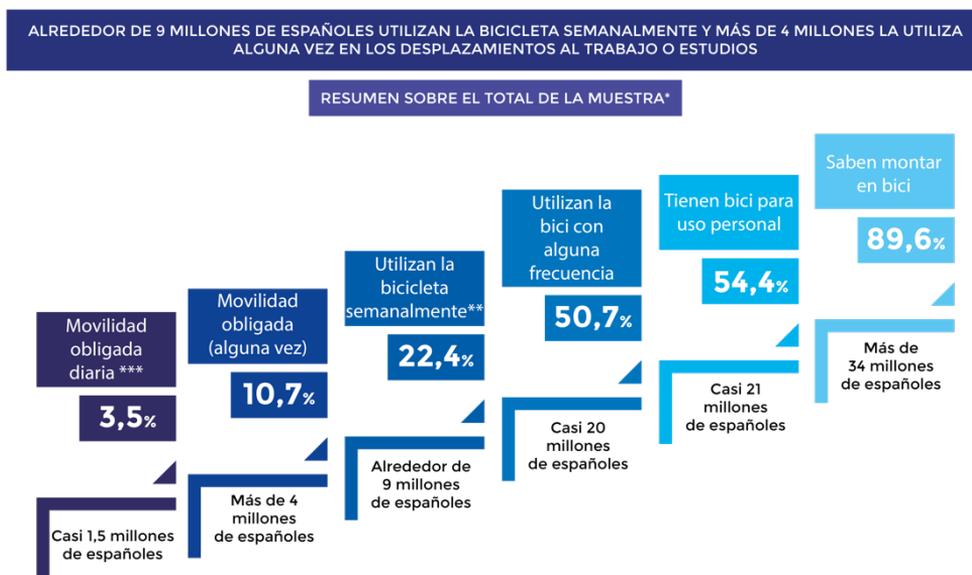
Desafortunadamente, no existen registros nacionales acerca de la exposición de manera sistemática, ni considerando el número de viajes, ni el tiempo invertido en esta actividad, ni la distancia

recorrida.(Castro et al., 2018) Cuando se requiere alguna cifra al respecto, es usual extrapolar datos obtenidos de estudios realizados en otros países europeos o focalizados en alguna ciudad determinada, con la subsecuente pérdida de validez externa. Un ejemplo son los datos obtenidos para el proyecto PASTA (por sus siglas en inglés).(Raser et al., 2018) Gracias a este estudio longitudinal, basado en entrevistas online sobre población adulta, se conoce que los recorridos en el área metropolitana de Barcelona presentan una media de 3,6 (+-1,9) viajes diarios, con una distancia de 7,9 kilómetros recorridos y una duración de poco más de 30 minutos. Sin embargo, los propios autores declaran dentro de las limitaciones de su estudio que tuvieron que sobrerrepresentar a la muestra de ciclistas hasta alcanzar el 16% debido a su escasa proporción dentro de la cuota modal de transporte, la cual se estima que es del 2% en condiciones representativas.(Mueller et al., 2018)

A pesar de lo anterior, sí que hay esfuerzos coordinados para conocer la situación actual sobre el uso de la bicicleta y su evolución en el país. Desde el 2009 se publica en España el Barómetro de la bicicleta. Este estudio tiene actualmente una periodicidad bianual, y su población diana son residentes en España de entre 12 y 79 años, independientemente de su nacionalidad. En su última edición (2019) se realizaron 3.205 entrevistas telefónicas individualizadas asistidas por ordenador y entrevistas online.(Gabinet d'Estudis Socials i Opinió Pública S.L., 2019) Los participantes fueron seleccionados por medio de un muestreo aleatorio considerando un reparto proporcional por Comunidades Autónomas, teniendo en cuenta una estratificación por sexo y por edad acorde con la distribución real de la población española.

La figura 2 presenta la infografía con algunos de los principales resultados de la última edición del Barómetro de la bicicleta, correspondientes al año 2019.

Figura 2. Infografía sobre el uso de la bicicleta en España



* Según datos del INE en España hay 38.358.159 personas de 12 a 79 años (padrón municipal de 2019).

** Sin contar los que la usan sólo los fines de semana

*** Utilizan la bici diariamente para ir a trabajar o estudiar.

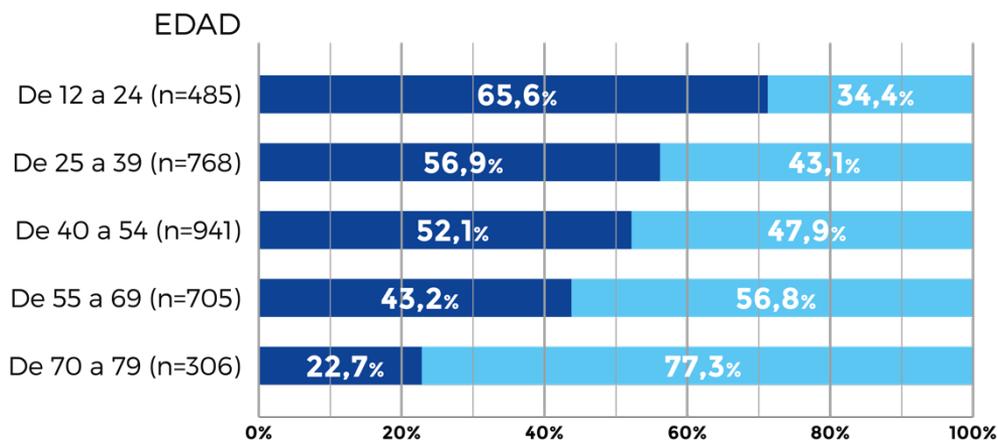
Fuente: Gabinet d'Estudis Socials i Opinió Pública S.L., 2019.

Cabe destacar que 7 de cada 10 hogares españoles cuentan con al menos una bicicleta en propiedad, 9 de cada 10 personas sabe conducir una bicicleta, y más de la mitad de la población (50,7%) lo hace con cierta periodicidad. Esto puede considerarse un hito, pues es la primera ocasión en que se supera el 50%, lo que implica además que desde la

primera publicación del barómetro (2009) se ha incrementado en más de 4 millones el número absoluto de usuarios. Además, el número de ciclistas frecuentes (al menos una vez cada semana, independientemente del motivo) también se ha incrementado, pasando de 12,7% en 2009 a 22,4% en 2019, lo que supone un incremento del 76,3%, y las personas que utilizan la bicicleta como medio de transporte habitual ya alcanzan los 1,5 millones.

La figura 3 muestra cómo el porcentaje de personas que utilizan la bicicleta con cierta frecuencia disminuye gradualmente conforme su edad es mayor, con cifras que inician en el 65,6% para niños y adultos jóvenes, y terminan en apenas un 22,7% para el caso de adultos mayores.

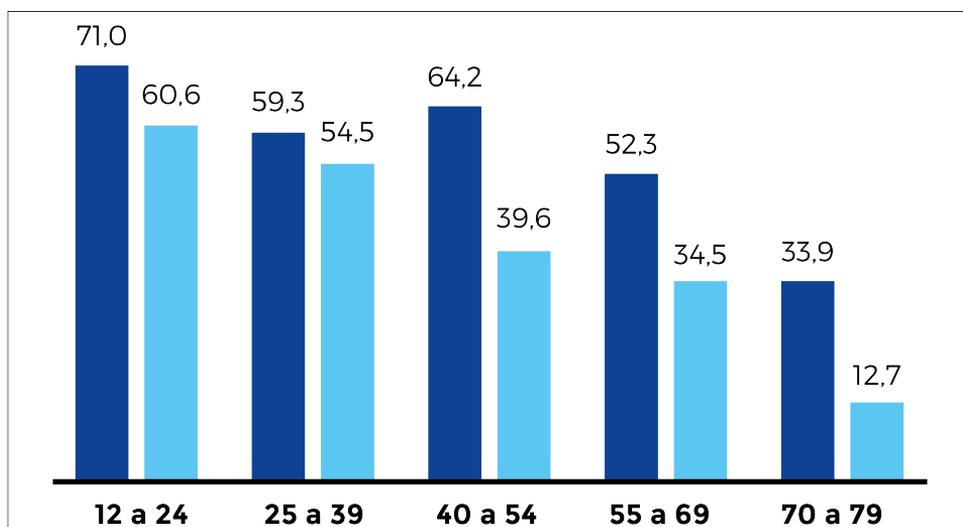
Figura 3. Porcentaje de uso de la bicicleta, estratificado por edad (Sí: azul marino; No: azul claro)



Fuente: Gabinet d'Estudis Socials i Opinió Pública S.L., 2019

Esta diferencia se mantiene una vez que se ha estratificado por género, aunque se identifica una mayor diferencia entre hombres y mujeres en edades más avanzadas, como se puede ver en la figura 4.

Figura 4. Porcentaje de usuarios de la bicicleta según el género y su edad (Hombres: azul marino; mujeres: azul claro)



Fuente: Gabinet d'Estudis Socials i Opinió Pública S.L., 2019

Es notable que, después de una tendencia histórica en la que la brecha por género entre quienes utilizan la bicicleta con alguna frecuencia se mantenía e incluso parecía incrementarse, entre las últimas dos ediciones del barómetro ha disminuido del 21,7% al 16,1%.

Un abordaje alternativo que permite conocer el interés que existe en la población sobre el ciclismo es identificar los patrones de compra. De acuerdo con los datos del Observatorio Cetelem, (El Observatorio Cetelem, 2020) mientras que en el 2019 el 30% de los consumidores

encuestados tenía pensado comprar una bicicleta en los siguientes 12 meses, durante el 2020 esta cifra se incrementó al 42%. Es de interés que durante el 2020 ha disminuido el porcentaje de venta de bicicletas de montaña y carretera en favor de las bicicletas tipo urbanas, las cuales han pasado de representar un 15% del total de las bicicletas vendidas en el 2019 a un 23% durante el 2020, un incremento de más del 50% en ese segmento del mercado, el cual podría estar influido por la pandemia de Covid-19, como ha sucedido en otros países.

A pesar de que España sigue sin ser un país con tradición ciclista, los anteriores son datos representativos del interés que se ha ido despertando en los años recientes. Cabe resaltar que este cambio no se ha generado de manera espontánea. En la última década han existido diferentes estrategias gubernamentales con este objetivo, como la Estrategia de Seguridad Vial 2011 – 2020,(Dirección General de Tráfico, 2010) que pretendía el incremento de 1.000.000 de ciclistas sin aumentar su tasa de mortalidad asociada, o la más reciente Estrategia Estatal por la Bicicleta,(Dirección General de Tráfico, 2019a) que busca incidir directamente sobre la consecución de las recomendaciones diarias de actividad física de la OMS en las distintas etapas de la vida y sobre la consecución de los Objetivos de Desarrollo Sostenible. La directriz de esta estrategia se basa en aglutinar tanto a las administraciones públicas como al sector empresarial y a la sociedad civil para conseguir una transformación modal de transporte que favorezca a la bicicleta, al reducir el uso de vehículos de motor y promover estilos de vida saludables.

Una iniciativa que ha tenido éxito al fomentar el uso de la bicicleta es la creación de sistemas públicos de bicicletas compartidas, que permiten

desplazamientos unidireccionales en bicicletas de alquiler.(Observatorio de la Bicicleta Pública en España, 2019) Ya sean de gestión pública, privada o mixta, suelen funcionar con un cargo económico por número o duración de cada viaje, o con el pago de una membresía temporal. Con información disponible hasta el 2019, en España existen 43 sistemas funcionando, con diversos grados de madurez, con inventarios desde 25 bicicletas (Orense) hasta 2.500 (Sevilla). Este tipo de sistemas ha mostrado que puede coadyuvar a incrementar incluso un 57,1% el número de universitarios españoles que se desplazan habitualmente hacia sus centros de estudios en bicicleta, por lo que sería recomendable evaluar su implementación en diversos campus universitarios y otros centros laborales que reúnan las características adecuadas para ello.(Molina-García, Castillo, Queralt, & Sallis, 2015)

4. Epidemiología de las LCT en los ciclistas

Uno de los primeros documentos internacionales que enfatizó sobre el impacto atribuible a la seguridad vial, señalándole como un problema relevante en el ámbito de actuación de la salud pública a pesar de que apenas se rebasaban las 100.000 muertes anuales a nivel mundial, fue el reporte elaborado por Norman para la OMS en 1962.(Norman, 1962) En él, ya se identificaba a los ciclistas, junto con peatones y motociclistas, como usuarios con un riesgo elevado de sufrir LCT, y sin embargo, la percepción de la época era que debían de establecerse estrategias para que evitasen la vía, en lugar de ofrecerles mayor seguridad. Los AT eran vistos como el inevitable precio que había que pagar por la motorización de las ciudades. Pasaron más de 10 años para que la OMS emitiera una resolución en la que se instara a sus países

miembros a involucrarse activamente para atender los aspectos relacionados a la seguridad vial.(World Health Organization (WHO), n.d.) Con el devenir de los años, se ha logrado posicionar este tema en la agenda internacional, alcanzando mayor relevancia con la declaración del período comprendido entre 2011 y 2020 como el Decenio de Acciones para la Seguridad Vial. Sin embargo, aún hay un gran trecho que recorrer.

En España, de acuerdo con el Barómetro de la bicicleta 2019,(Gabinet d'Estudis Socials i Opinió Pública S.L., 2019) el 16,2% de las personas encuestadas reportaron haber tenido un accidente en su bicicleta durante los últimos 5 años. Sin embargo, la metodología de este reporte ha cambiado recientemente, puesto que en su edición del 2015(GESOP, Gabinet d'Estudis Socials i Opinió Pública, 2015) esta pregunta no se limitaba en el tiempo a los últimos 5 años. El 35,3% de los encuestados había contestado que alguna vez había tenido algún accidente y el 70,9% de ellos mencionó que el accidente no había requerido implicación de terceras personas, al ser una caída o choque. Es interesante la magnitud de esta diferencia porcentual entre ambas ediciones, puesto que intuitivamente se esperaría una mayor diferencia debido a la mera presencia o ausencia de la limitación temporal, ya que tampoco se establece relación alguna con la severidad del accidente, pudiendo haber considerado como accidente al mero hecho de caerse de la bicicleta. De hecho, el Observatorio Europeo de Seguridad Vial reporta que el 31% de los ciclistas presentaban una contusión o un hematoma al momento de su valoración en el ámbito hospitalario, siendo la segunda lesión más frecuente.(European Road Safety Observatory, 2018b)

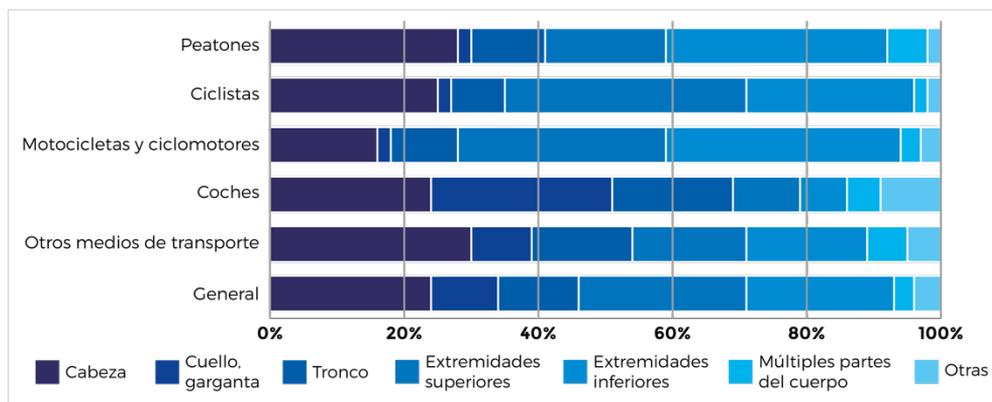
4.1 Epidemiología descriptiva de las LCT en ciclistas. Importancia sanitaria. Mortalidad

El impacto sobre la salud pública de las LCT en ciclistas puede valorarse en términos de indicadores de salud y de indicadores económicos. En relación con los segundos, extrapolando a los ciclistas las estimaciones de costes por AT obtenida con la herramienta desarrollada conjuntamente por la DGT y la Universidad de Murcia (Martínez Pérez, Sánchez Martínez, Abellán Perpiñán, & Pinto Prades, 2015) obtenemos que, en España, durante el año 2019, el coste de las defunciones por AT en ciclistas fue de €129.222.480, el de los heridos hospitalizados de €163.228.696 y el de los heridos no hospitalizados de €47.809.134.

Con respecto a los indicadores de salud, éstos pueden emplear datos de lesividad (número, tipo y gravedad de las lesiones sufridas por los ciclistas implicados en AT) o, específicamente, datos de mortalidad. Con respecto a la lesividad, los ciclistas son, después de los peatones, el colectivo que cuenta con una menor cantidad de elementos pasivos de seguridad. Se entiende por estos a todos aquellos accesorios utilizados para mitigar la gravedad de las LCT, una vez que se ha presentado el siniestro, por lo que podríamos mencionar los guantes, las coderas, las rodilleras, el calzado especial y, principalmente, el casco. Desafortunadamente, los ciclistas urbanos no son muy propensos a utilizar este tipo de elementos, dejando su cuerpo expuesto a sufrir LCT con una mayor gravedad, en caso de participar en un siniestro. En la figura 5 se muestran las regiones corporales lesionadas en los AT

reportados en diversos países europeos.(European Road Safety Observatory, 2018b) A pesar de las similitudes existentes entre conducir una bicicleta y una motocicleta desde el punto de vista de la exposición corporal a las LCT, es de llamar la atención que los motociclistas fueron el grupo con menor proporción de lesiones en la cabeza, con menos del 20%, mientras que más del 25% de los ciclistas se encontraron afectados.

Figura 5. Localización de las lesiones tras un accidente de tráfico, de acuerdo con el modo de transporte



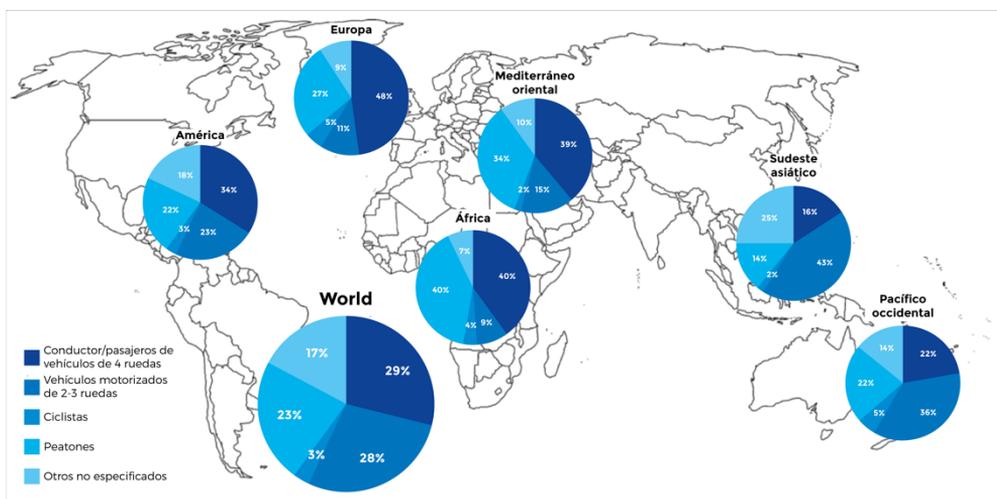
Base de datos de lesiones de la UE (BID AI) - Pacientes tratados en hospitales.
Módulo de transporte de la BID AI y lugar de ocurrencia (código 6.n [vía pública]); n-todo = 73 600; n-admitido = 23.568 (DE, DK, LV, MT, AT, NL, SE, SI, CY, años 2005-2008).

Fuente: European Road Safety Observatory, 2018b

Pero, sin duda, la forma más empleada para cuantificar el impacto de las LCT en ciclistas es empleando indicadores de mortalidad. Ello, unido al objetivo de esta Tesis Doctoral, justifica el que, en los siguientes párrafos, hablemos específicamente de la mortalidad en ciclistas implicados en AT.

De acuerdo con el último reporte mundial de la OMS sobre seguridad vial,(World Health Organization (WHO), 2018) los desplazamientos activos (caminar y andar en bicicleta) integran el 26% de todas las muertes por tráfico a nivel mundial, aunque con una gran variabilidad de acuerdo con la región de que se trate, con un porcentaje tan alto como el 44% para África o tan bajo como el 16% para Asia Sudoriental. Sin embargo, al estratificar los modos de desplazamiento activo, la región europea es la segunda con el porcentaje más elevado de muertes en ciclistas (5% del total), solo por detrás del Pacífico Occidental (6%) (Figura 6).

Figura 6. Distribución de muertes por región de la OMS, de acuerdo con el modo de transporte



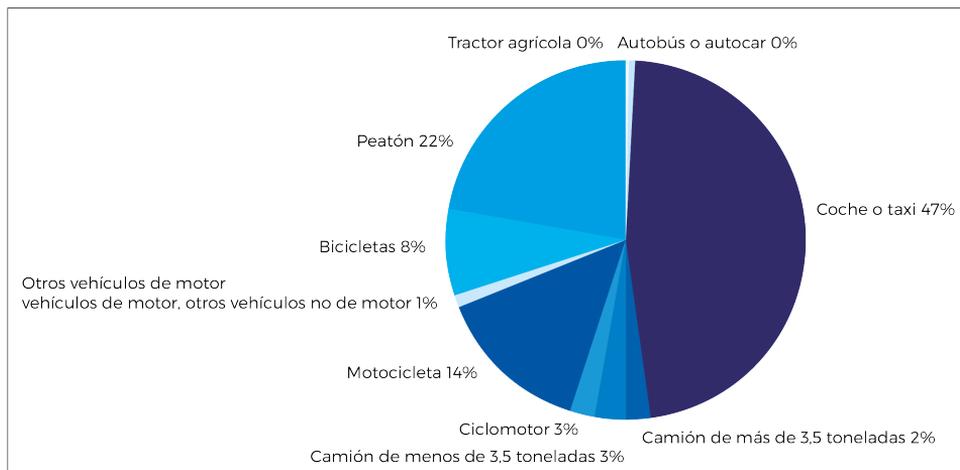
Fuente: World Health Organization (WHO), 2018

Es cierto que estos porcentajes son bajos respecto del total de muertos por AT. Pero también es verdad que representan una

mortandad demasiado alta y un impedimento para lograr incrementar el uso de estos modos de transporte. Lo es más, cuando realizamos una revisión minuciosa de los datos disponibles al respecto, y comprobamos que precisamente a los ciclistas se les incluye en el colectivo de usuarios vulnerables de la vía al comparar el número de kilómetros recorridos, duración y número de viajes con los datos obtenidos de otros modos de transporte. Para ejemplificar lo anterior, basta decir que el número de muertes por kilómetro recorrido llega a ser de hasta 5,5 veces mayor en bicicleta que en coche.(Johan de Hartog, Boogaard, Nijland, & Hoek, 2010)

Para contar con una herramienta que permita analizar la evolución temporal de los AT y el impacto en la salud de sus ciudadanos, la Unión Europea exige desde 1993 a sus Estados Miembros compartir los datos individuales obtenidos de la investigación de los AT resultantes en muerte o lesiones ocurridos en sus territorios, es decir, desagregando a nivel del accidente y no solamente concentrados de las publicaciones de cada país.(Diario Oficial de las Comunidades Europeas, 1993) Posterior a la aplicación de ciertas reglas de transformación de datos para poder homogeneizar lo más posible la base de datos resultante, la Comisión Europea de Movilidad y Transporte publica sus reportes con periodicidad anual. La figura 7 incluye la distribución porcentual de los fallecimientos desagregados por modo de transporte, correspondiente a la última publicación de la Comisión. Se puede observar que los ciclistas contabilizaron el 8% del total de víctimas mortales.(European Road Safety Observatory, 2018a)(European Road Safety Observatory, 2018b)

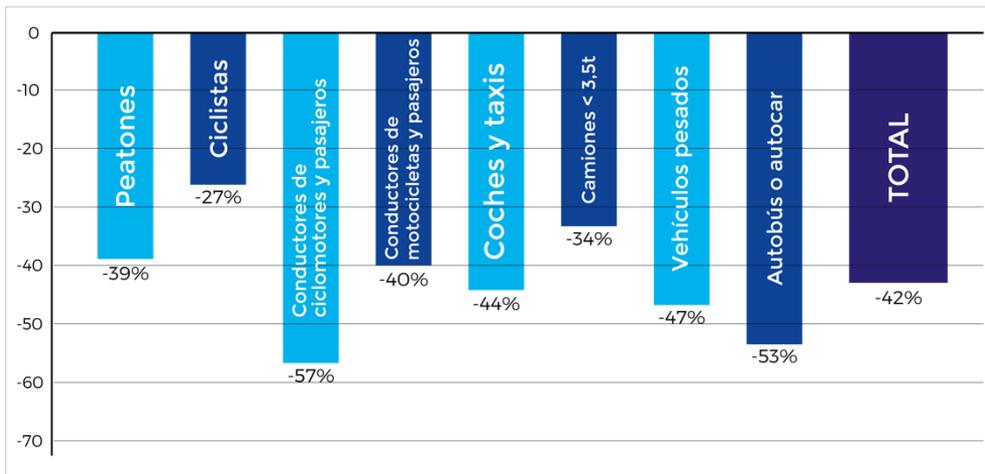
Figura 7. Distribución de muertes de acuerdo con el modo de transporte en la Unión Europea, 2016



Fuente: European Road Safety Observatory, 2018a

Al observar la diferencia porcentual en el número de fallecimientos por modo de transporte de 2007 a 2016, se identifica que existe una disminución total del 42% en el número de muertes ocurridas en los AT (Figura 8). Cuando se estratifica esta información por modo de transporte, se observa que dicha disminución se ha presentado en todos ellos. Sin embargo, es el colectivo ciclista el que muestra una menor disminución (27%).

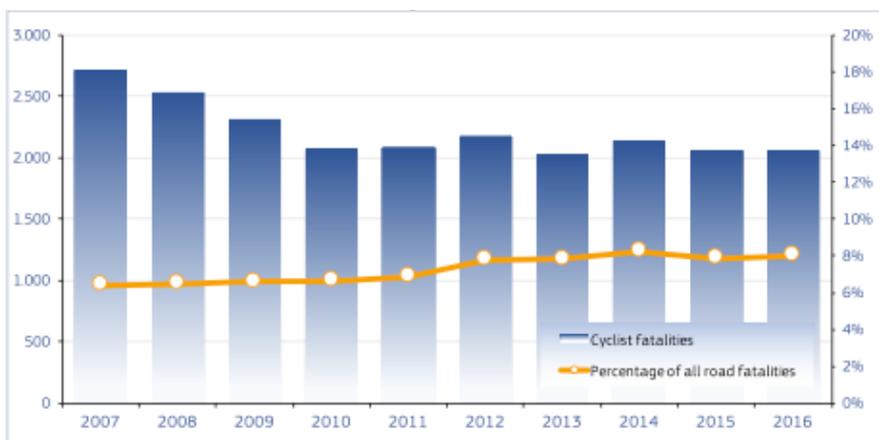
Figura 8. Variación porcentual del número de fallecimientos por modo de transporte en la Unión Europea. 2007 y 2016



Fuente: European Road Safety Observatory, 2018a

Este panorama se aclara al considerar cada período anual por separado. En cuanto al número de ciclistas fallecidos, se percibe una tendencia a la disminución desde 2007 hasta 2010, año a partir del cual la cifra de fallecimientos se estabiliza y permanece sin apenas cambios. Sin embargo, el porcentaje que ocupan los ciclistas respecto del total de fallecidos por AT muestra un incremento sostenido a lo largo de toda la línea temporal (Figura 9).

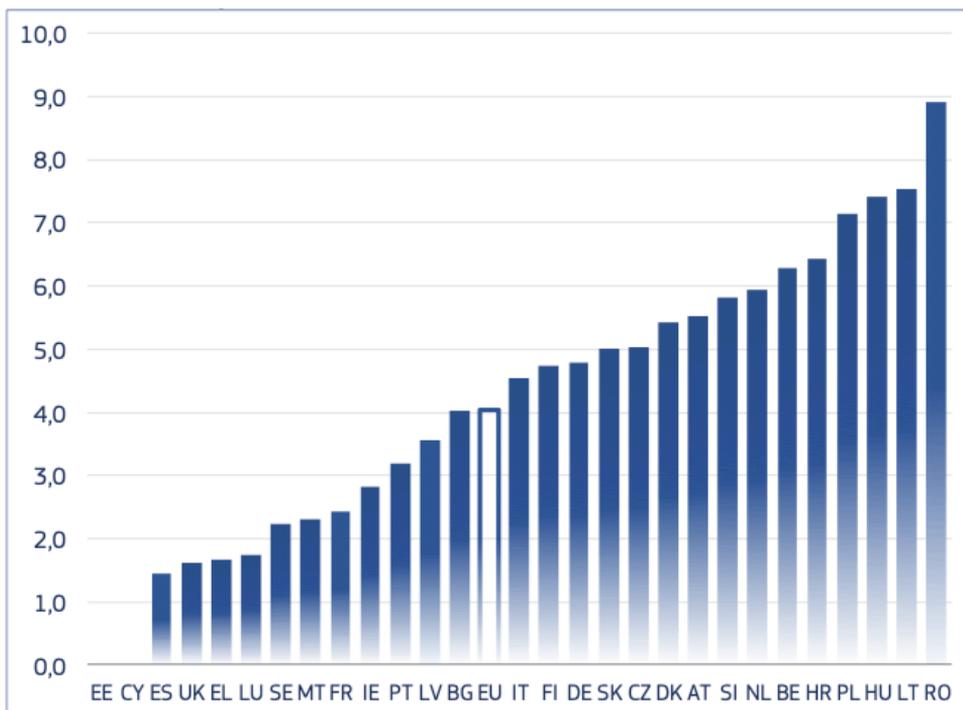
Figura 9. Número de ciclistas fallecidos y porcentaje del total de fallecimientos por accidente de tráfico. Unión Europea, 2007 – 2016 o último año con información disponible.



Fuente: *European Road Safety Observatory, 2018a*

Es esperado que, a igualdad de condiciones, un país con mayor población muestre una mayor mortalidad en números absolutos que otro con menor población. Sin embargo, para comparar la mortalidad entre países, evitando que el número de habitantes incida en el resultado, podemos utilizar la tasa de mortalidad por cada millón de habitantes que ofrece el Observatorio Europeo de Seguridad Vial (Figura 10). A nivel europeo, esta tasa se encuentra en 4,0, aunque existe una gran variabilidad, puesto que la cifra puede fluctuar desde 1,4 en España, hasta 8,9 en Rumania. Desafortunadamente, esta tasa de mortalidad no considera la exposición, es decir, el número de ciclistas en cada país, ni el número de viajes efectuados, ni los kilómetros recorridos, por lo que deberá de utilizarse con prudencia al momento de realizar comparaciones, por ser susceptible de malas interpretaciones.

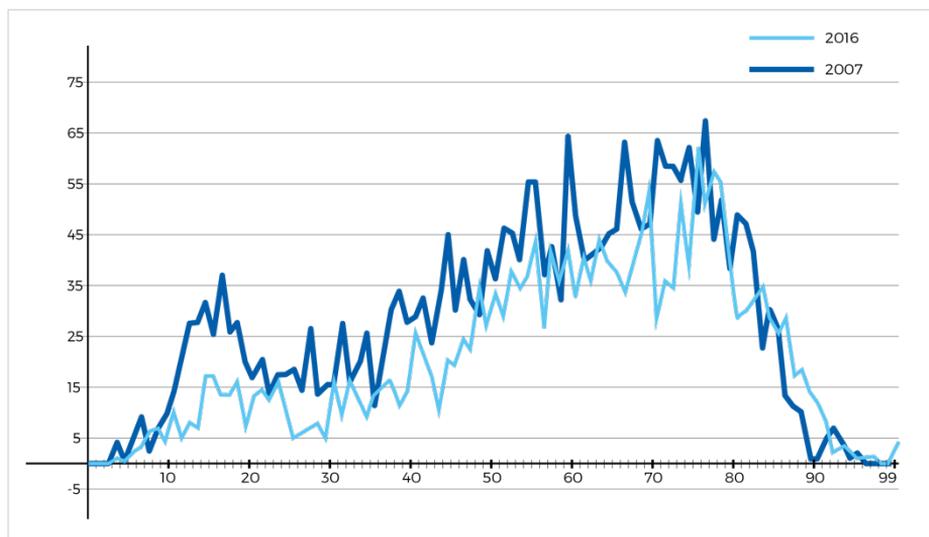
Figura 10. Tasa de ciclistas fallecidos por millón, estratificada por país de la Unión Europea (2016 o último año con información disponible)



Fuente: *European Road Safety Observatory, 2018a*

Cuando se estratifica a los ciclistas fallecidos por un AT en función de su edad (figura 11), observamos cierta disminución en su frecuencia de 2007 a 2016 en casi todos los grupos etarios, a pesar de que la magnitud de la disminución es menor, e incluso nula, en las personas de edades más avanzadas, como se observa en la figura X.(European Road Safety Observatory, 2018b)

Figura 11. Número de ciclistas fallecidos por edad. Unión Europea, 2007 y 2016



Fuente: European Road Safety Observatory, 2018b

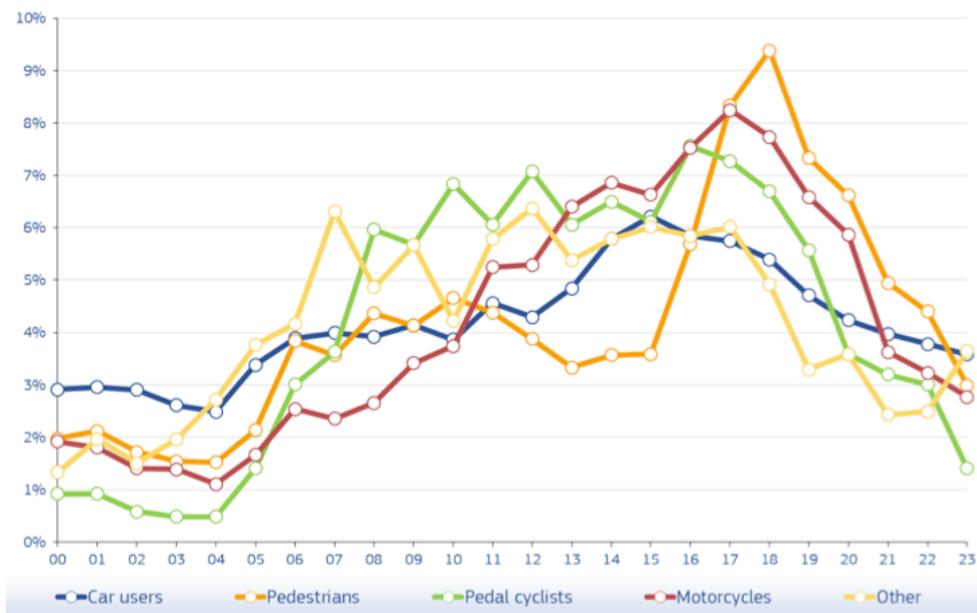
La estratificación por género nos muestra que la mayoría de los ciclistas fallecidos pertenecen al género masculino (80%), aunque existe una gran variabilidad entre países, pues va desde el 62% en los Países Bajos hasta el 90% en Rumania.

El área en la que ocurre el AT también presenta una gran variabilidad, incluso mayor si cabe. A nivel europeo, el 58% de los ciclistas fallecen en AT que se suscitaron en áreas urbanas, pero hay países que no reportaron ningún fallecido en ciudad, como Luxemburgo o Malta, y países que registraron valores superiores al 75%, como Rumania y Croacia (76 y 78%, respectivamente). Pero también habrá que prestar atención al sitio específico de la calzada en el que se presenta el fallecimiento, puesto que los ciclistas son el modo de

transporte individual con mayor carga de mortalidad en intersecciones, con un 28% de ellas.

La hora a la que ocurre un AT con víctimas muestra patrones similares para todos los modos de transporte, como podemos se muestra en la figura 12.(European Road Safety Observatory, 2018b) A pesar de ello, en el caso de los ciclistas existen algunas consideraciones especiales que deberán de llamar nuestra atención, puesto que son el colectivo que presenta un menor porcentaje de fallecidos en las primeras horas de la madrugada, pero al mismo tiempo el que presenta el mayor porcentaje en las primeras horas de la mañana. Sin embargo, la mayoría de las muertes se registran en el horario comprendido entre las 12:00 y las 20:00 horas (53%).

Figura 12. Distribución de los fallecimientos de acuerdo con la hora del día y el modo de transporte. Unión Europea, 2016



Fuente: European Road Safety Observatory, 2018b

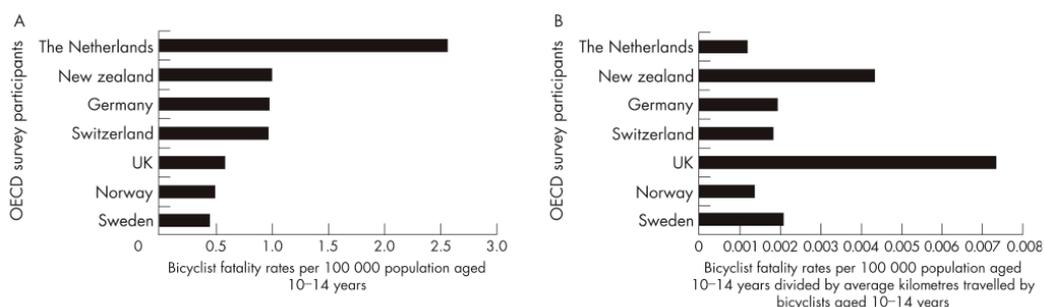
Estos datos pueden tener implicación directa sobre la luminosidad imperante al momento del AT, variable para la cual también existen valores de referencia. De acuerdo con el mismo documento, el 26% de los ciclistas fallece cuando la iluminación es pobre, es decir, con obscuridad o en momentos cercanos al amanecer o anochecer.

Además de la hora del AT, podemos considerar otros marcadores temporales, como el día de la semana o el mes de ocurrencia. Aunque los datos específicos de cada país muestran diferente frecuencia de AT con víctimas fatales para días distintos de la semana, los porcentajes de ocurrencia son similares para cada día si se considera el promedio del total de países, situación que no ocurre con los meses del año, en donde claramente existen frecuencias diferentes entre ellos, siendo que hasta un tercio de los AT con víctimas mortales ocurren entre Julio, Agosto y Septiembre, y que dicha proporción disminuye hasta solamente el 16% entre Diciembre, Enero y Febrero.

Si bien los datos hasta ahora mencionados son de una riqueza superlativa por la información que aportan para ahondar en el conocimiento de las consecuencias fatales de las LCT, habrá que ser cautos con su uso. Christie et al.(Christie, Cairns, Towner, & Ward, 2007) compararon las tasas de mortalidad en ciclistas por 100.000 en niños de 10 a 14 años de distintos países (Figura 13). Con ese dato, parecería que los Países Bajos tuvieran el peor desempeño al prevenir la muerte de ciclistas en niños, mientras que Reino Unido, Noruega y Suecia mostraban los mejores resultados. Pero al dividir esos datos por el

promedio de kilómetros viajados por la población de referencia, el resultado cambia completamente, observando ahora como los Países Bajos son precisamente los que tienen una menor tasa ajustada por exposición, mientras que el Reino Unido muestra el peor desempeño.

Figura 13. Ciclistas de 10 a 14 años para una muestra de países: (A) Tasa de mortalidad en ciclistas por 100.000 habitantes. (B) Tasa de mortalidad ajustada por el promedio de kilómetros viajados, en ciclistas por 100.000 habitantes



Fuente: Christie, Cairns, Towner & Ward, 2007

Desafortunadamente, no es sencillo tener acceso a datos de mortalidad y exposición con una calidad adecuada. Para la región europea, la OCDE publicó un documento en el que no solamente presenta la tasa de mortalidad en ciclistas ajustada por exposición, sino que aporta una evaluación de la calidad de la información que ofrece cada país e, incluso, realiza ciertos procedimientos sistemáticamente para mejorar la comparabilidad entre países. (Castro et al., 2018) Aun así, los propios autores señalan las enormes limitaciones al comparar datos con distintos indicios de calidad. En los países considerados con información de calidad buena y muy buena se reportaron desde 0,9

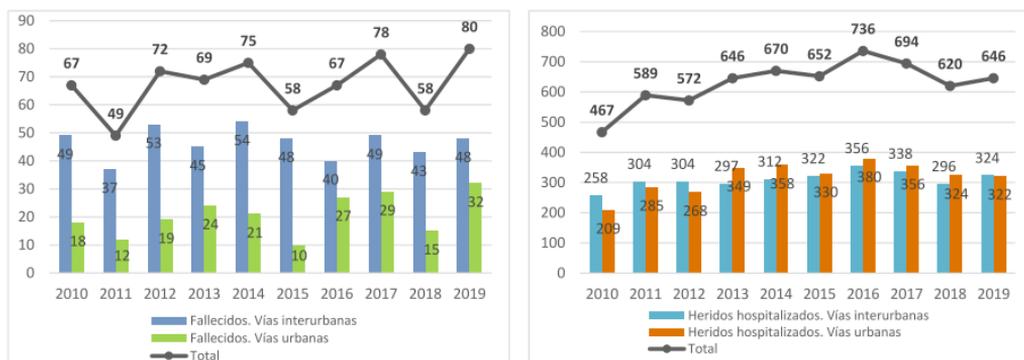
(Noruega) hasta 5,1 (Italia) ciclistas muertos por cada 100 millones de kilómetros viajados. Los países con información de calidad moderada y baja, estas cifras variaron desde 0,1 (Islandia) hasta 24,8 (Chipre) ciclistas muertos por cada 100 millones de kilómetros viajados, aunque en estos casos se tuvieron que hacer suposiciones respecto del número de viajes que podrían haberse realizado y la distancia recorrida, y no solamente extrapolaciones con información representativa, como en el caso de los países con información de calidad buena y muy buena. En España, esta cifra se estableció en 0,4 ciclistas muertos por cada 100 millones de kilómetros viajados, a pesar de considerarse que la calidad de la información es moderada, debido a que no se tienen encuestas nacionales representativas sobre exposición.

A pesar de que España ha sido de los países de la Unión Europea en los que se ha logrado una mayor reducción del número absoluto de fallecimientos por LCT durante los últimos años, cerca de alcanzar en 2019 el objetivo del decenio de disminuir la tasa de mortalidad a menos de 3,7 muertes por 100.000 habitantes, el colectivo ciclista no se ha visto beneficiado en la misma magnitud. El objetivo del Decenio de Acciones para la Seguridad Vial era incrementar 1 millón de ciclistas sin incrementar la tasa de mortalidad. A pesar de que España no cuenta con datos fiables de exposición, el Barómetro de la Bicicleta sugiere que el incremento en la cuota de ciclistas se ha alcanzado con creces.(Gabinet d'Estudis Socials i Opinió Pública S.L., 2019) Sin embargo, la mortalidad base en el 2009 era de 1,2 ciclistas fallecidos por cada millón de habitantes, y para el 2019 fue de 1,7 defunciones,(OECD, n.d.) por lo que se requiere mayor esfuerzo para salvar estas vidas. Además, mientras que en la Unión Europea la cuota porcentual de

fallecidos por AT que representan los ciclistas se ha incrementado del 7% al 8% desde el 2010,(European Road Safety Observatory, 2018b) en España este porcentaje casi se ha duplicado, al pasar del 4% del total de fallecidos en 2010 al 7% en 2019.(Dirección General de Tráfico, 2020)

De acuerdo con los datos provisionales de la DGT para el año 2019, recogidos en su informe anual “Las Principales Cifras de la Siniestralidad Vial”, (Dirección General de Tráfico, 2020) durante ese año fallecieron 1.755 personas por AT en España. Por primera vez desde que se lleva control de la estadística, más de la mitad de los fallecimientos corresponde al colectivo de los usuarios vulnerables (53%). De ellos, 80 fueron ciclistas que perdieron la vida, pero además 646 heridos requirieron hospitalización mientras que 6.793 no lo hicieron, a pesar de presentar algún tipo de lesión. La mayor cantidad de AT con víctimas se presentaron en vías urbanas (n=5.624; 72%) en lugar de vías interurbanas (n=2.213; 28%), aunque los fallecimientos se produjeron principalmente en estas últimas, como puede observarse en la figura 14. Es importante señalar que existe una discreta tendencia al alza, si consideramos los últimos 10 años. Dicho incremento se presenta principalmente a expensas de los fallecidos en vías urbanas: aunque de 2010 a 2019 los fallecidos en vías interurbanas se han mantenido con pocos cambios, incluso llegando a disminuir sus números totales de 49 a 48, representan más de la mitad de los ciclistas fallecidos en cada uno de los años incluidos. A pesar de esto, en el mismo período los fallecidos en vías urbanas muestran una mayor variabilidad y se han incrementado en números totales de 18 a 32.

Figura 14. Evolución de los fallecidos y heridos hospitalizados por accidentes de tráfico en bicicletas en vías interurbanas y urbanas. España, 2010 – 2019



Fuente: Dirección General de Tráfico, 2020

Con respecto a los datos de 2018, ya consolidados, (Dirección General de Tráfico, 2019b) se reportó que los grupos de edad con las cifras totales más elevadas de fallecimientos fueron los ciclistas de 55 a 64 años (n=15) y de 75 y más (n=12). En total, el 91,3% de los ciclistas fallecidos fueron hombres. Más allá de extrañar por su magnitud, esta diferencia por género se presenta de manera rutinaria en las estadísticas de fallecimientos año con año. En cuanto a la frecuencia de fallecimientos relacionada con la estacionalidad, se observa que en general se presentan más durante los meses con temperaturas más cálidas, con máximos en junio (n=8) y septiembre (n=9) y mínimos en los meses más gélidos como diciembre (n=1), enero (n=2) y febrero (n=2).

Pero además sabemos que durante el 2016, en España, un 27% de los ciclistas fallecidos estaban circulando por un cruce de caminos, una glorieta o cualquier otro tipo de intersección. (European Road Safety

Observatory, 2018b) En cuanto a las marcas temporales, el día de la semana con más defunciones ciclistas fue el miércoles, contabilizando el 24% del total de muertes, y el que menos decesos presentó fue el viernes, con 7%. Una tercera parte fallece entre las 8:00 y las 11:59 horas, y solamente un 18% desde las 20:00 hasta las 7:59 horas, lo que correlaciona con el porcentaje de decesos en los que se reportaron bajas condiciones lumínicas, como oscuridad o incluso durante el amanecer o el anochecer (21%).

Con respecto al tipo de lesiones que con más frecuencia provocan la muerte de los ciclistas accidentados, no disponemos de estimaciones forenses en España. Los hallazgos de un estudio australiano basado en 336 reportes de autopsias desde 2006 hasta 2015 (O'Hern, Oxley, O'Hern, & Oxley, 2018) indican que las lesiones múltiples fueron las más frecuentemente asociadas al fallecimiento del ciclista, con un 45,8% de los casos. Pero si solamente considerásemos a las lesiones que se presentaron en una sola región corporal, las de la cabeza tienen la mayor frecuencia, con un 28,6%. Es una cifra trascendente, puesto que ninguna otra localización corporal alcanzó siquiera una frecuencia del 5% en los fallecimientos.

4.2 Epidemiología analítica de las LCT en ciclistas. Factores de riesgo

La década de los 60 no solo fue importante en el ámbito de la seguridad vial por su identificación como un problema de salud pública, sino porque se sentaron las bases del paradigma utilizado hasta nuestros días para investigar las LCT. William Haddon criticaba ferozmente la concepción imperante en la época de que los accidentes

eran sucesos aleatorios, producto de la suerte, en lugar de ser acontecimientos previsibles en los que concurren circunstancias que nada tienen que ver con el azar.(Haddon, 1968) Desarrolló un marco teórico denominado Matriz de Haddon, que aglutinaba en tres fases a todos aquellos factores relacionados con los accidentes, identificando a la transferencia de la energía mecánica como el principal factor causal de las LCT. Adecuando su Matriz al ámbito de la seguridad vial, podemos decir que la primera fase (Pre-Evento) es la correspondiente al tiempo durante el cual se puede prevenir que las fuerzas mecánicas alcancen directa o indirectamente a las personas usuarias de la vía. La segunda fase (Evento) incluye la transferencia de la energía hacia los ocupantes de los vehículos o peatones, con una magnitud suficiente para que resulte una LCT. La tercera fase (Post-Evento) se presenta una vez que el daño ya está hecho, e incluye todas aquellas situaciones y/o actuaciones que podrían mitigar o exacerbar el efecto de la transferencia de energía realizada. Este modelo permite sistematizar el estudio de los AT, para poder identificar situaciones o circunstancias de riesgo que habría que evitar o mitigar, y situaciones o circunstancias protectoras o limitadoras del daño, que habría que favorecer.

Por otra parte, Seguí-Gómez et al. elaboraron una representación gráfica de la cadena epidemiológica de los AT con víctimas, en la que incluyeron cada uno de los eslabones necesarios para enlazar desde la exposición, o uso de la bicicleta, hasta el desenlace final del AT, independientemente de si culmina con la recuperación de la salud, la discapacidad o la muerte como resultado fatal de la LCT (Figura X). De manera similar a lo que ocurre en la Matriz de Haddon, la exposición correspondería a la fase Pre-Evento; la colisión sería igual a la fase del

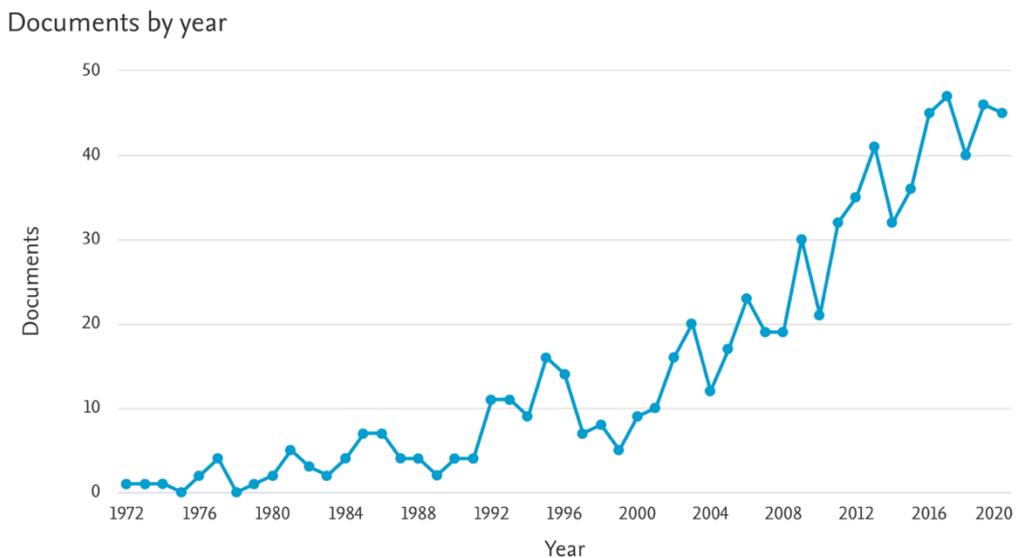
Evento; y tanto la lesión como el desenlace de ésta estarían incluidos en la fase del Post-Evento. El principal aporte de esta representación gráfica es la identificación pronta y expedita de cada uno de los eslabones causales necesarios para que pueda ocurrir una muerte secundaria a la LCT, evidenciando que la eliminación de uno solo de ellos tendría como resultado la interrupción del desenlace fatal.

Guiado por la necesidad de conocer la cadena epidemiológica de los AT en ciclistas españoles, nuestro grupo de investigación se ha basado en el modelo de Seguí et al. para abordar los primeros eslabones, publicando sendos artículos e incluso defendiendo una tesis doctoral. Así, se ha avanzado en el conocimiento acerca del riesgo de verse implicado en un AT y su relación directa con la exposición;(Martínez-Ruiz et al., 2013) sobre el riesgo de provocar una colisión entre un ciclista y un peatón; sobre la asociación de la edad y el sexo con el riesgo de verse involucrado en un AT, ajustando por exposición, en donde se observó un ligero incremento en los extremos de la vida para el caso de lesiones severas y fatales, así como un decremento en el uso del casco;(Martínez-Ruiz et al., 2014) sobre la contribución de la exposición, el riesgo de colisión y la tasa de mortalidad, para explicar la asociación de edad y sexo con las tasas de mortalidad por un AT;(Martínez-Ruiz et al., 2015) e incluso sobre el posible efecto protector del uso del casco y el riesgo de sufrir una lesión en la cabeza y fallecer tras el AT.(Lardelli Claret et al., 2003)

Si observamos a grosso modo las publicaciones incluidas en la base de datos Scopus en las que se exploren los factores asociados al riesgo de fallecer por un AT en ciclistas, introduciendo la ecuación de búsqueda (risk OR epidem*) AND (fatal* OR death OR mortal*)

AND (bicycle OR cyclist*) AND (crash OR accident*), podemos identificar que la cantidad de publicaciones se ha ido incrementando gradualmente, aunque existe un notable interés a partir del inicio del presente milenio (Figura 15).

Figura 15. Frecuencia de publicaciones relacionadas con los factores asociados al riesgo de fallecer por un accidente de tráfico en ciclistas.



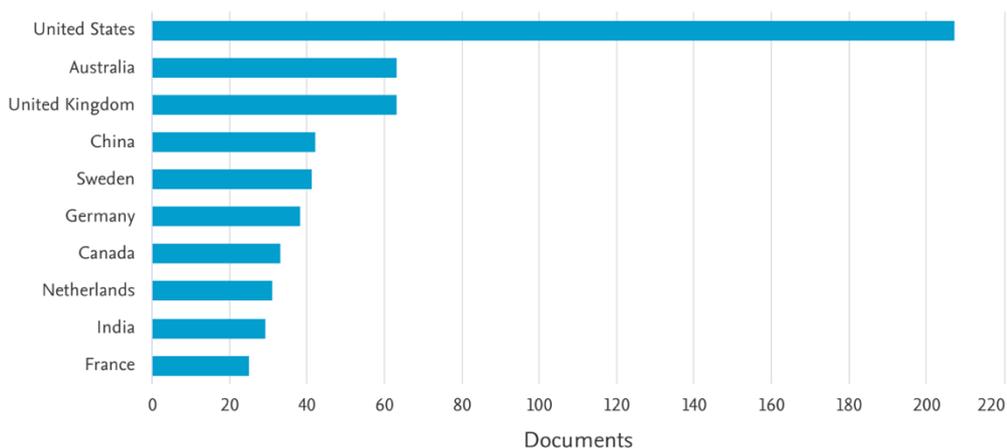
Fuente: Base de datos Scopus, 2021

Si estratificamos los resultados por países, observamos como los Estados Unidos de América concentran la gran mayoría de las publicaciones, a pesar de ser uno de los países más motorizados del mundo (Figura 16).

Figura 16. Frecuencia de publicaciones relacionadas con los factores asociados al riesgo de fallecer por un accidente de tráfico en ciclistas, estratificación por países

Documents by country or territory

Compare the document counts for up to 15 countries/territories.



Fuente: Base de datos Scopus, 2021

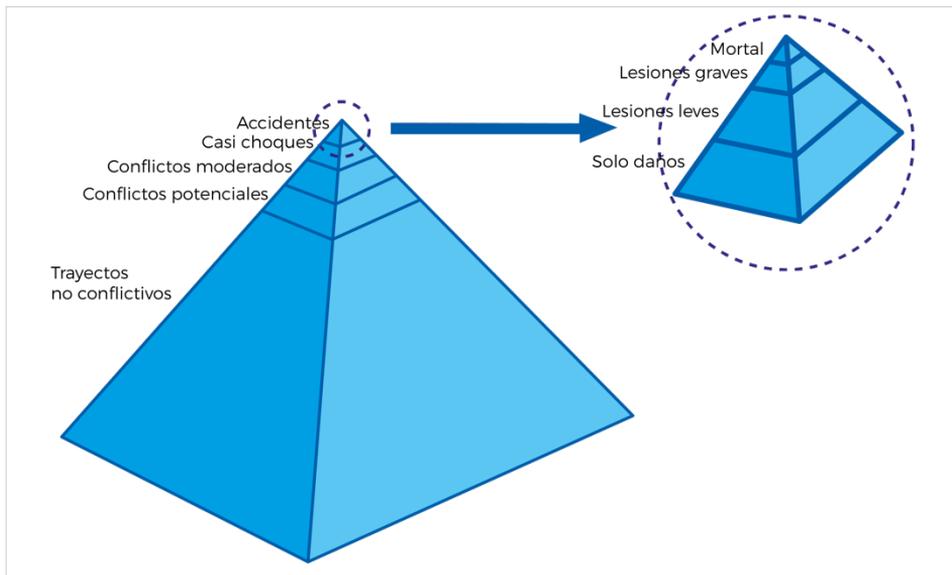
De hecho, estas diferencias en el ámbito sociocultural son una gran barrera al momento de extrapolar el conocimiento obtenido, además del efecto que podría tener la evolución temporal, por lo que es una línea de investigación aún novedosa, pertinente y necesaria.

5. La severidad de las LCT en los ciclistas accidentados

Afortunadamente, la muerte como consecuencia de un AT es un desenlace infrecuente. Primero, para que un AT pueda producirse, será lógico que exista una gran cantidad de viajes sin ningún tipo de inconveniente. Una pequeña proporción de ellos presentará algún conflicto, ya sea potencial o intrascendente, y una menor cantidad aún podrá llegar a considerarse como casi accidente. Así, los AT serán la punta de una pirámide integrada por todos los viajes, representando una proporción extremadamente baja ellos. A la representación gráfica de lo anteriormente expuesto, se le denomina pirámide de Hyden, y

puede observarse en la Figura 17, reproducida del trabajo de Astarita y Giofré.(Astarita & Giofré, 2019)

Figura 17. Pirámide de seguridad de Hyden



Fuente: Astarita & Giofré, 2019

Si consideramos solamente la cúspide de la pirámide compuesta por los AT, la base correspondería a aquellos en los que únicamente existen daños materiales, el siguiente nivel estaría conformado por los AT en los que se presentaron lesiones leves, posteriormente aquellos en los que las lesiones fueron graves, y finalmente la punta estaría representando a los AT en los que se presentó alguna defunción. En consonancia con esto, la propia DGT considera que por cada fallecido existen 11 heridos que requirieron atención hospitalaria superior a 24 horas y 282 heridos leves, sin necesidad de pernoctar en el

hospital.(Dirección General de Tráfico, 2016) Es pues fundamental conocer información más detallada sobre la severidad de las LCT.

5.1 Medición de la severidad

Existen múltiples formas de evaluar la severidad de las lesiones. Para realizar la investigación de los AT suscitados en territorio español, la DGT utiliza criterios prácticos y simples al momento de establecer la severidad de las lesiones. De acuerdo con sus lineamientos, se establece como heridos leves a aquellas personas que participaron en un AT y requirieron atención sanitaria e incluso hospitalización, siempre y cuando sea igual o menor a 24 horas. Por tanto, serán heridos graves aquellos cuya hospitalización es por un período mayor a las 24 horas. Este tipo de clasificaciones son rutinariamente utilizadas por los Departamentos de policía debido a su sencillez, a pesar de la pérdida de información relacionada con el estado de salud de las víctimas, aunque las definiciones utilizadas no son uniformes en todo el mundo, con la consecuente pérdida de comparabilidad de los datos ofrecidos.(Imprialou & Quddus, 2019)

Desde el punto de vista médico, existen múltiples escalas para evaluar la severidad de las lesiones.(Pless, 2005) Por lo general, se basan en la evaluación anatómica de las lesiones y/o en las alteraciones fisiológicas resultantes, y pueden o no requerir estudios complementarios de laboratorio y gabinete.(Ali Ali, Fortún Moral, Belzunegui Otano, Reyero Díez, & Castro Neira, 2017) Su aplicación permite no solo inferir la gravedad de un accidente, sino obtener un pronóstico sobre la evolución del paciente. Cabe mencionar que, en el ámbito de la seguridad vial, las más utilizadas son las que se basan en

la evaluación anatómica de las lesiones. Sin pretender realizar un listado exhaustivo, a continuación, presentaremos las más comunes:

- 1) AIS (Abbreviated Injury Scale). Esta fue una de las primeras escalas utilizadas, desarrollada en la década de los 70 específicamente para evaluar la severidad de las LCT. Ha sufrido distintas modificaciones a lo largo del tiempo, y sigue siendo una de las más utilizadas, a pesar de no estar exenta de polémica.(Loftis, Price, & Gillich, 2018) Para clasificar a los pacientes, la AIS asigna un código alfanumérico basado en el tipo y localización de la lesión, agrupando las regiones corporales en 9 categorías. El resultado final es una evaluación que puntúa desde AIS 1 (lesión menor) hasta AIS 6 (Lesión incompatible con la vida). Una de sus principales limitaciones es que no permite establecer valores únicos en el caso de pacientes con múltiples traumatismos, por lo que este sistema de clasificación obliga a incluir en la misma categoría lesiones que tienen diferente gravedad. Aun así, sigue siendo ampliamente utilizada.(Ali Ali et al., 2017)
- 2) MAIS (Maximum Abbreviated Injury Scale). Es una modificación de la anterior, que corresponde a considerar únicamente la lesión más severa de un paciente con traumatismos múltiples como si fuera su calificación global.(Farmer, 2003)
- 3) ISS (Injury Severity Score). Surgió por la necesidad de evaluar a los pacientes con traumas múltiples. Agrupa a las lesiones en 6 regiones corporales y considera el valor promedio de las

3 regiones más afectadas desde el punto de vista de la gravedad de la lesión, no de su extensión.(S. P. Baker, O'Neill, Haddon, & Long, 1974) Su rango de puntuación va de 1 (gravedad mínima) hasta 75 (gravedad máxima). Desafortunadamente, se ha reportado que esta escala infravalora la calificación de aquellos pacientes que presentan varias lesiones en una misma región anatómica, puesto que considera solamente a la de mayor gravedad.(Ali Ali et al., 2017)

4) NISS (New Injury Severity Score). Es el resultado de una modificación en la aplicación de la ISS. Para mitigar sus deficiencias, la NISS se enfoca en evaluar las tres lesiones con mayor gravedad, independientemente de la región anatómica en la que se localicen.(Osler, Baker, & Long, 1997) Este cambio en la aplicación de la escala ISS ofrecer una mejor predicción de la supervivencia en pacientes con traumas múltiples y se desempeña mejor desde el punto de vista estadístico.(Ali Ali et al., 2017)

Desafortunadamente, la aplicación de distintas escalas dificulta la comparabilidad de resultados. Aun así, no existe una sola que pudiera ser de recomendación universal, debido a que cada una presenta limitaciones propias. De hecho, existe una miríada de escalas, cada una con sus ventajas y sus desventajas, y es rutinaria la aparición de nuevas escalas o la actualización de las ya existentes.(Ali Ali et al., 2017) Lo que se ha observado es que, mientras más compleja sea su aplicación, menos frecuente será su uso, incluso aunque se hubiera logrado mayor capacidad predictiva.

Por otra parte, se ha observado que el grado de severidad de las LCT, obtenida con la aplicación de este tipo de escalas más o menos complejas, se asocia directamente con la fiabilidad de los valores consignados en registros policiales, a pesar de que estos se basan en parámetros mucho más simples, como la necesidad de hospitalización o el fallecimiento, logrando la mayor fiabilidad en el caso de LCT cuyo desenlace es la defunción.(Farmer, 2003)

Independientemente de la escala utilizada, la severidad de las lesiones es el factor más importante para predecir si un AT será reportado o no a la policía,(Shinar et al., 2018) por lo que las bases de datos nacionales que registran cada uno de los AT investigados por la policía podrían ser una buena fuente de información sobre los AT resultantes en lesiones más severas, principalmente para aquellos en los que el desenlace es la defunción.

5.2 Tipos de estudios y fuentes de información

Lejos han quedado los tiempos en los que se veía a los AT como el pago inexorable que la sociedad habría de hacer debido a la movilidad de sus integrantes. Actualmente, se invierten grandes cantidades de recursos para avanzar en el conocimiento sobre los factores que inciden en la siniestralidad y sus consecuencias, así como en la identificación de medidas preventivas o de mitigación.(World Health Organization (WHO), 2018) Mucho se ha avanzado gracias a la información obtenida con el registro de cada AT en los que los cuerpos policiales intervienen, integrando bases de datos nacionales que pueden estar disponibles para su análisis por parte de académicos e investigadores. A pesar de que el objetivo principal de estas fuentes

secundarias de información no es la investigación en salud pública, históricamente han sido las más populares en el ámbito de la seguridad vial, (Imprialou & Quddus, 2019) (Mannering & Bhat, 2014) y ciertamente son muy utilizadas para realizar estudios transversales cuando nos circunscribimos específicamente al colectivo ciclista. A partir de esas bases de datos también pueden elaborarse diseños longitudinales, combinando los registros policíacos con los hospitalarios o forenses para desarrollar estudios de cohortes o incluso de casos y controles. De esta forma, es posible evaluar a detalle el tipo de LCT incluyendo su severidad, las características del daño corporal y las causas de muerte, los costes derivados de la atención médica, la duración de la estancia hospitalaria, y la recuperación o no del estado de salud previo al AT, así como su impacto en la calidad de vida. Actualmente son promisorias las posibilidades reales de vincular los registros policiales con los hospitalarios de forma automática, no solo para validar el número de víctimas, sino para desentrañar las características de los AT y de su impacto en las víctimas. (Mannering & Bhat, 2014)

Por otra parte, el interés por las fuentes de información primaria ha sido creciente en los años recientes. Se han iniciado una multitud de estudios longitudinales de cohortes que permiten recopilar información mucho más detallada sobre todos los eslabones de la cadena causal de los AT. Más allá del enfoque tradicional basado en el reclutamiento de participantes que son seguidos a lo largo del tiempo mediante la aplicación de cuestionarios con distinta periodicidad, los avances tecnológicos permiten obtener información automatizada de manera precisa, lo que brinda una oportunidad sin parangón. (Mannering & Bhat, 2014) Es cierto que una limitante es el

gran número de participantes que se requiere reclutar para que el análisis estadístico de la información relacionada con un AT ofrezca resultados significativos, dado que los AT son sucesos infrecuentes. Pero también es verdad que el uso de dispositivos móviles personales, como los smartphones, ofrece un panorama completamente novedoso. De hecho, los denominados estudios naturalísticos, en los que se les solicita a participantes que circulen con su bicicleta de la forma más rutinaria posible para identificar patrones de desplazamiento y movimiento gracias a diversos dispositivos tecnológicos, han enriquecido el acervo científico relacionado, y lo seguirán haciendo.(Mannering & Bhat, 2014) Si se combinan los avances tecnológicos que han ido surgiendo en los últimos años, con técnicas estadísticas novedosas cuya aplicación se ha ido generalizando gracias a los paquetes estadísticos actuales, se logrará llegar a una etapa sin precedentes en cuanto a los avances en el conocimiento.(Mannering & Bhat, 2014)

5.3 Factores asociados a la severidad de las lesiones

A pesar de que la presente Tesis Doctoral se basa en la identificación de factores asociados con la mortalidad en ciclistas, en las siguientes líneas haremos referencia a la literatura existente sobre los factores asociados tanto con la severidad de las lesiones como específicamente con la mortalidad, entendida como el grado máximo de severidad alcanzable.

5.3.1 La velocidad

La velocidad es uno de los principales factores teóricos asociados a la severidad de las LCT.(Kim, Kim, Ulfarsson, & Porrello, 2007)(Boufous, De Rome, Senserrick, & Ivers, 2012)(Hagel, Romanow, Enns, Williamson,

& Rowe, 2015)(Kaplan, Vavatsoulas, & Prato, 2014)(Rivara, Thompson, & Thompson, 1997) Y no solo la velocidad del ciclista, sino también la del otro vehículo en el caso de una colisión.(Behnood & Mannering, 2017) Un estudio reciente realizó una reconstrucción de 67 AT en los que participaron ciclistas e identificó que el riesgo de fallecer por un AT se duplicaba si el vehículo con el que se colisionaba incrementaba su velocidad de 40 a 50 km/hr. Por el contrario, si la velocidad disminuía de 40 a 30 km/hr, el riesgo de fallecer se disminuía a poco menos que la mitad.(Nie, Li, & Yang, 2015) Más allá de la aplicación de ciertas técnicas de investigación que permiten realizar la reconstrucción de un AT, es sumamente complicado identificar la velocidad a la que se viajaba al momento de un percance. Pero la velocidad máxima permitida en las distintas vialidades debería de verse asociada con la velocidad a la que se presentaron los AT, así que la zona en la que ocurre el AT podría ser considerada como variable proxy de la velocidad.(Eluru, Bhat, & Hensher, 2008)(Stone & Broughton, 2003)

5.3.2 El tipo de accidente

Los AT en los que participan ciclistas pueden clasificarse en función de la participación de otras personas. De esta manera, se dicotomiza entre AT simples, cuando únicamente el ciclista ha participado en el AT, y múltiples, en los cuales se ha involucrado al menos otra persona. Desafortunadamente, el estudio de ambos tipos de accidentes entraña profundas complicaciones, ya que se ha observado que los AT simples se encuentran infrarrepresentados en los registros policiales. La probabilidad de que se reporte un AT a la policía ha llegado a ser 20 veces mayor si estuvo involucrado un vehículo de motor que si fue un AT simple.(Gildea & Simms, 2021) Contextualizando

esta diferencia en las probabilidades de reportes a la policía, basta decir que ese mismo estudio encontró que la probabilidad de reporte para los AT resultantes en ciclistas con lesiones severas era 7 veces mayor que aquellos AT que derivaron en lesiones leves. Este importante sesgo de selección podría estar obscureciendo la verdadera asociación entre el tipo de accidente y la severidad de las lesiones. Tal vez por ello, distintos estudios han encontrado resultados contradictorios, siendo que en ocasiones se reporta que los AT simples presentan lesiones con mayor severidad,(Gildea & Simms, 2021) pero en otras son los AT que involucran a otros vehículos de motor los que se reportan asociados a lesiones más severas,(Heesch, Garrard, & Sahlqvist, 2011) incluso duplicando el riesgo de que los ciclistas participantes sean admitidos en un hospital que aquellos que sufrieron solamente una caída.(Shinar et al., 2018) Sin embargo, estos hallazgos tienen que tomarse con precaución, debido a que existen ciertos factores que se asocian a cada tipo de accidente (género, motivo para desplazarse en bicicleta, velocidad, trazos de la vía, pendiente del camino, estado de la superficie, etc...) y podrían estar sesgando los resultados.(Gildea & Simms, 2021)(Gildea, Hall, & Simms, 2021) Además, es probable que exista cierto sesgo de memoria, en donde los AT simples más graves tengan mayor probabilidad de ser recordados, pero que esto no suceda con la misma magnitud en los AT en donde se involucran otros vehículos de motor, y que sea precisamente la participación de una tercera persona lo que influya en el recuerdo, más que la gravedad de una posible lesión.(Gildea & Simms, 2021)

El ángulo con el que el vehículo impacta con el ciclista también puede asociarse a la severidad de las lesiones, aunque no existe

consenso al respecto. Se han reportado con una mayor severidad aquellos AT frontales y los que se presentan cuando la bicicleta y el vehículo de motor impactan después de haber recorrido el mismo trazado en paralelo, probablemente porque involucran una salida de la vía.(Gildea et al., 2021) Pero otros estudios han encontrado que las colisiones por alcanzamiento mostraron mayor severidad, posiblemente porque no pudieron acompañarse de ninguna acción evasiva por parte del ciclista.(Prati, Pietrantonio, & Fraboni, 2017)

5.3.3 Factores individuales

5.3.3.1 Del ciclista

Uno de los principales factores asociados con el riesgo de fallecer por un AT en ciclistas es la edad. La mayor fragilidad biológica y las comorbilidades que acompañan al envejecimiento, así como la disminución de la capacidad de respuesta para evitar un accidente y, por tanto, mitigar el impacto de las LCT, son una causa posible que pudiera justificar una mayor letalidad o severidad en las lesiones en ciclistas conforme su edad se incrementa.(Bambach, Mitchell, Grzebieta, & Olivier, 2013)(Cripton et al., 2015)(Kaplan et al., 2014)(Rivara et al., 1997)(Vanlaar et al., 2016)(Behnood & Mannering, 2017) En el caso de España, la mortalidad en ciclistas accidentados podrá verse afectada en los años siguientes debido justamente al envejecimiento de la población. En el extremo opuesto de la edad, los más jóvenes también presentan mayor fragilidad, además de un desarrollo psicomotor inmaduro que pudiera llevar a un mayor riesgo de participar en un AT con consecuencias fatales,(Wang, Lu, & Lu, 2015)(Kaplan et al., 2014)(Vanlaar et al., 2016)(Karkhaneh et al., 2008) aunque existe una

clara infrarrepresentación de niños y adolescentes en los estudios publicados.(Vanparijs, Int Panis, Meeusen, & de Geus, 2015)

El sexo y el género son conceptos distintos. Mientras que el sexo se refiere a las diferencias biológicas entre hombres y mujeres, el género se basa en un constructo social, y comprende tanto hábitos como comportamientos. Para efectos del presente documento, cuando nos refiramos a hombres o a mujeres, estaremos refiriéndonos a sexo y género de manera indistinta, debido a que usualmente las investigaciones en el campo no incluyen especificaciones acerca del concepto medido cuando aluden al sexo o al género, y ciertamente ninguna incluye ambas variables en sus resultados. La diferencia por género en el uso de la bicicleta surgió al mismo momento de su invención, pues los ropajes que utilizaban las mujeres en el siglo XIX no permitían montarla adecuadamente.(Bopp et al., 2018) A pesar de que dicha situación ha cambiado, aún existe una diferencia de género importante en cuanto al uso de la bicicleta. Además, las mujeres se asocian con comportamientos más seguros, lo que pudiera estar relacionado con una menor exposición al riesgo de sufrir AT y, en caso de hacerlo, que estos pudieran ser menos graves.(Emond, Tang, & Handy, 2009) Por otra parte, los hombres suelen reportar mayor cantidad de kilómetros viajados en bicicleta y mayor frecuencia de uso, por lo que tienen una mayor exposición al riesgo de participar en un AT y por tanto de iniciar su cadena epidemiológica. Sin embargo, las investigaciones no han mostrado resultados consistentes sobre si ser hombre o ser mujer se asocia con un mayor riesgo de fallecer tras un AT, con resultados cuyas estimaciones incluyen al nulo o incluso que presentan diferentes magnitudes pero de sentidos opuestos.(Rivara et

al., 1997)(Vanlaar et al., 2016)(Bambach et al., 2013)(Cripton et al., 2015)(Behnood & Mannering, 2017)

El consumo de alcohol y otras drogas ha sido uno de los factores históricamente relacionados con los AT, por las alteraciones de comportamiento y de habilidades que generan.(World Health Organization (WHO), n.d.) A pesar de que para usar una bicicleta es necesaria una mayor capacidad psicomotora y para mantener el equilibrio que para andar, la cual podría afectarse severamente con el consumo del alcohol, llegando a imposibilitar su uso así como la consecución de mayores velocidades, disminuyendo así uno de los principales factores de riesgo relacionados con la gravedad de las LT, es claro que las personas que lo ingieren tienen una mayor propensión a presentar comportamientos arriesgados.(Crocker, Zad, Milling, & Lawson, 2010)(Orsi, Ferraro, Montomoli, Otte, & Morandi, 2014) Tal vez sea esta situación la que desempeñe un papel como mediador entre la asociación observada entre el consumo de alcohol y otras drogas, y la severidad de las lesiones tras un AT.(Kim et al., 2007)(Cripton et al., 2015)(Kaplan et al., 2014)(Sethi et al., 2016)(Behnood & Mannering, 2017)

El uso del casco es un factor de importancia superlativa, debido a ser susceptible de modificación: es el resultado de una decisión individual, apoyada o no por la legislación vial. En España se obliga a todos los ciclistas a utilizarlo en sus desplazamientos interurbanos, y a los menores de 16 años en todos sus recorridos.(Boletín Oficial del Estado, 2015) Al ser un factor modificable que podría estar relacionado con el desenlace de los AT, el uso del casco cobra especial relevancia. Además, estudios forenses(O'Hern et al., 2018) han mostrado que a pesar de que los ciclistas que fallecen en un AT suelen tener múltiples

lesiones (38,8%), en caso de lesión única la región más afectada es la cabeza (31,3%) y es evidente que, en caso de que el uso del casco tuviera algún efecto, sería justamente protegiendo de la severidad de las lesiones en esa zona. Recientes meta-análisis han evidenciado su asociación inversa con la severidad de las lesiones, pero no ha podido lograrse el mismo resultado cuando se analizan únicamente los fallecimientos, ya sea porque los estudios agrupan a la muerte junto con otras lesiones graves, (A. Høye, 2018) ya sea porque el número de defunciones registradas en los estudios específicamente centrados en este desenlace sea demasiado bajo para evidenciar una asociación en un sentido o el otro con intervalos de confianza que no incluyan el nulo. (Olivier & Creighton, 2017)

Los extranjeros en España muestran un menor conocimiento sobre como conducir una bicicleta y sobre su autopercepción acerca de lo bien que lo hacen. (Gabinet d'Estudis Socials i Opinió Pública S.L., 2019) Sin embargo, la utilizan ligeramente más. Hasta el momento, no existe ningún estudio en España que pretenda identificar si los ciclistas extranjeros tienen un mayor riesgo de fallecer por AT que los españoles, pero está claro que el conocimiento sobre la conducción de una bicicleta podría tener algún efecto.

La asociación entre la comisión de alguna infracción y la severidad de las lesiones, incluyendo las fatales, ha sido poco estudiada en ciclistas, posiblemente debido a las dificultades técnicas para realizarlo. De hecho, solo se han estudiado en aquellos casos en los que se presentó una colisión con otro vehículo de motor, observándose una mayor severidad de las lesiones presentadas. (Kim et al., 2007)

Conducir una bicicleta para ir al trabajo se considera como una forma de promoción de actividad física y como tal debería de estimularse.(2018 Physical Activity Guidelines Advisory Committee, 2018) Los ciclistas utilitarios o aquellos cuya actividad laboral implica forzosamente utilizar la bicicleta están expuestos a un mayor riesgo de sufrir un AT, debido a una mayor cantidad de kilómetros viajados, número de recorridos o tiempo sobre la bicicleta pero paradójicamente les permite tener una mayor experiencia de conducción y elección de rutas más seguras acordes a las condiciones del tráfico y medioambientales.(Hagel et al., 2015) Los estudios realizados hasta el momento no ofrecen resultados claros sobre si este factor incrementa(Cripton et al., 2015) o disminuye(Hagel et al., 2015) el riesgo de fallecer por AT.

5.3.3.2 De los conductores de otros vehículos implicados

No solo las características de los ciclistas podrían estar asociadas con la severidad de sus lesiones; también podrían hacerlo las características de los conductores de los otros vehículos, en el caso de colisiones entre un ciclista y otro u otros vehículos. De hecho, se ha sugerido que la mayoría de los AT fatales son atribuibles al conductor de un vehículo de motor, más que al propio ciclista.(Bíl, Bílová, & Müller, 2010) Aunque parece claro que, después de la velocidad, el principal factor asociado a la mortalidad y severidad de las lesiones de los ciclistas es que el conductor se encontrara bajo la influencia del alcohol.(Robartes & Chen, 2017)(Moore, Schneider IV, Savolainen, & Farzaneh, 2011)(Kim et al., 2007)(Behnood & Mannering, 2017) Además, se ha observado que tanto las infracciones del conductor al reglamento

de tránsito(Bíl et al., 2010) como sus distracciones durante la conducción del vehículo implicado(Stimpson, Wilson, & Muelleman, 2013) se asocian a con una mayor severidad en las lesiones del ciclista, al igual que la falta de experiencia al volante, medida con base en la edad del conductor.(Behnood & Mannering, 2017)

5.3.4 Factores de los vehículos implicados

El principal mecanismo de las LCT es la liberación de la energía cinética de los ciclistas. Es lógico pensar que si se involucra otro vehículo en movimiento en el AT, la cantidad de energía liberada será mayor y, por tanto, se incrementará la severidad de la posible lesión resultante, como se ha observado en estudios previos,(Cripton et al., 2015)(Hagel et al., 2015)(Rivara et al., 1997)(O'Hern et al., 2018) pero también la probabilidad de que el ciclista fallezca.(Karkhaneh et al., 2008) Más aún, la mayor masa del vehículo implicado deberá de asociarse directamente con una mayor severidad de las LCT.(Yan, Ma, Huang, Abdel-Aty, & Wu, 2011)(Robartes & Chen, 2017)(Moore et al., 2011)(Kim et al., 2007)

El tipo de vehículo implicado también podría ser un factor asociado a la severidad de las lesiones. Utilizando un programa de simulación computacional se recrearon múltiples accidentes y se observó que el ciclista recibe el primer impacto con un vehículo tipo Sedan a nivel de las extremidades inferiores, posteriormente su tórax y extremidades superiores hacen contacto con el capó y finalmente la parte lateral de la cabeza recibe el traumatismo contra el parabrisas. Cuando el vehículo es tipo SUV, el impacto inicial se recibe en la cadera, pudiendo involucrar al tronco e incluso a las extremidades superiores,

posteriormente el cuerpo presenta una rotación importante y la cabeza golpea el parabrisas de manera frontal. Esta situación favorece que las lesiones tengan una mayor gravedad en este tipo de vehículos (SUV) que en los vehículos tipo Sedan, y que aquellos con un capó largo también se asocien con una mayor severidad, comparados con los vehículos que tienen capó corto.(Fanta, Bouček, Hadraba, & Jelen, 2013)

Un hallazgo que llama la atención es que se ha asociado a los vehículos con una antigüedad mayor a 11 años con una disminución en el riesgo de lesiones severas.(Behnood & Mannering, 2017) Sin embargo, cuando se analiza puntualmente las características de los vehículos, es claro que los avances tecnológicos permiten mitigar el impacto de las lesiones en los ciclistas. Posterior a realizar una simulación de 1.340 colisiones frontales entre vehículos de motor y ciclistas, se observó que un equipo para el automóvil integrado por sensores y un sistema automatizado de frenado de emergencia podría disminuir las muertes de los ciclistas en un 65%, además de lo que podría disminuir si se utilizaran bolsas de aire externas para los parabrisas de manera rutinaria.(Jeppsson & Lubbe, 2020) Observaciones similares se han realizado en la vida real, sin simulación computacional, confirmando la validez de estos hallazgos.(Kovaceva, Bálint, Schindler, & Schneider, 2020)

La severidad de las lesiones que pudiera asociarse a las características de las bicicletas se encuentran menos estudiadas en la literatura, pues los esfuerzos se han centrado en identificar el riesgo de sufrir un accidente, no tanto en la severidad de las lesiones.(Gildea et al., 2021) Aun así, se ha encontrado que las bicicletas de montaña se asocian con una mayor severidad de las lesiones que las bicicletas de carretera,

debido a la posición más alta de los ciclistas que desplaza su centro de gravedad hacia arriba, lo cual influye en la dinámica del AT y, principalmente, en el impacto que pudiera darse contra un vehículo de motor.(Fanta et al., 2013)

5.3.5 Factores ambientales

Si bien ya se ha comentado que la presencia de señalización sobre el límite de velocidad puede asociarse a la severidad de los AT, la consideraremos una variable proxy de la velocidad y, por tanto, ya no ahondaremos en ello.(Eluru et al., 2008)(Stone & Broughton, 2003) Pero cuando consideramos otro tipo de señales, sin especificar cuales, se ha observado que su ausencia se asocia con incremento la severidad, específicamente en hombres mayores y en entornos urbanos.(Prati et al., 2017)

Un hallazgo lógico es que la severidad se asocie al tipo de vialidad, con un mayor riesgo en zonas de carretera,(Behnood & Mannering, 2017)(Meuleners, Lee, & Haworth, 2007) caminos interurbanos y rurales,(Meuleners et al., 2007) particularmente en niños,(Macpherson et al., 2004) y menor en entornos densamente poblados.(Amoros, Chiron, Thélot, & Laumon, 2011)(Boufous et al., 2012) Por otra parte, la pendiente existente en la zona del AT también se asocia con la severidad.(Gildea et al., 2021)

En cuanto a la existencia de vías ciclistas, algunos estudios han observado una mayor mortalidad(Kaplan et al., 2014) y severidad de las lesiones en los AT ocurridos en la calzada, en caso de existir una vía ciclista paralela, particularmente cierto para el caso de los accidentes simples en aquellas vías ciclistas con mal mantenimiento.(Myhrmann,

Janstrup, Møller, & Mabit, 2021) En caso de no existir vía ciclista, la separación física de la calzada por medio de elementos de barrera también ha probado que podría disminuir la severidad de las lesiones.(Yan et al., 2011) Sin embargo otros estudios no reportan diferencia en la severidad entre la calzada y la vía ciclista.(Beck et al., 2016)

Respecto del trazado de los caminos pareciera que los AT que se presentan en intersecciones se asocian con una menor severidad,(Behnood & Mannering, 2017) principalmente cuando dichas intersecciones se encuentran correctamente señalizadas.(Eluru et al., 2008)

Un aspecto ampliamente estudiado y que aún no permite alcanzar consenso alguno es la meteorología.(European Road Safety Observatory, 2018a) Existen estudios tanto que han encontrado mayor severidad con condiciones meteorológicas adversas,(Wang et al., 2015)(Kim et al., 2007) específicamente cuando existe presencia de niebla,(Klop & Khattak, 1999) como otros que no han observado ninguna asociación.(Asgarzadeh, Fischer, Verma, Courtney, & Christiani, 2018)(Cripton et al., 2015)(Hagel et al., 2015) El estado de la superficie también es motivo de controversia, pues mientras que algunos autores no han encontrado asociación alguna,(Asgarzadeh et al., 2018)(Boufous et al., 2012) otros han reportado que las condiciones alteradas del pavimento se asocia con mayor severidad del AT,(Wang et al., 2015)(Kaplan et al., 2014) ya sea por estar resbaloso debido a encontrarse mojado o con helado.(Gildea et al., 2021)

La hora en que se presenta el AT puede estar relacionado con distintos comportamientos de riesgo, además de con la visibilidad y la velocidad de otros vehículos involucrados, por lo que deberá de ser un factor a considerar.(Boufous et al., 2012)(Wang et al., 2015)(Asgarzadeh et al., 2018) Se ha reportado una mayor severidad del AT cuando ocurren durante la noche, independientemente de si existió participación de algún vehículo de motor(Myhrmann et al., 2021) o si fueron AT simples.(Eluru et al., 2008) Por último, la época del año también podría estar asociada a la severidad, ya sea durante el verano(Moore et al., 2011) o durante la primavera, en los meses de marzo a mayo.(Prati et al., 2017)

5.4 Particularidades del estudio de los factores asociados a la letalidad del ciclista implicado en un accidente de tráfico en España

Si aplicamos los criterios de búsqueda enlistados en el apartado de Epidemiología analítica, pero los restringimos únicamente a aquellos artículos publicados en España, podemos corroborar que el interés en la materia es relativamente reciente, pues más de la mitad de los artículos han sido publicado del 2015 a la fecha. Sin embargo, a pesar de que puedan estar relacionados con la seguridad vial y/o el uso de la bicicleta, sus hipótesis de trabajo suelen distar de la identificación de factores de riesgo para fallecer en el caso de un AT en bicicleta, incluso en aquellos casos en los que se aborden directamente las lesiones por AT. La mayoría de estos estudios tienen como objetivo evaluar el impacto del uso de la bicicleta sobre la salud, aunque solo consideren a la muerte como un desenlace adverso posible, pero sin pretender identificar factores de riesgo asociados a ella.(Otero, Nieuwenhuijsen, & Rojas-Rueda, 2018)(Rojas-Rueda et al., 2016)(Rojas-

Rueda, de Nazelle, Tainio, & Nieuwenhuijsen, 2011) Por otra parte, se ha estudiado el impacto de la infraestructura urbana y de los factores humanos relacionados con los accidentes en bicicleta, pero no con un desenlace fatal.(S. Useche, Montoro, Alonso, & Oviedo-Trespalacios, 2018) O incluso la identificación de factores de riesgo para la presentación de lesiones, aunque se dirija a todas las causas externas y no se hayan incluido en el estudio participantes que hayan fallecido por el uso de la bicicleta.(Fierro Urturi et al., 2013) En estudios internacionales, se han incluido datos de España tanto para identificar el grado de representatividad que tienen los registros policiales nacionales sobre los AT(Shinar et al., 2018) como para identificar la prevalencia e impacto de la carga de enfermedad por lesiones de causa externa, entre las que se incluye a los ciclistas, pero sin tener como objetivo la identificación de los factores de riesgo propiamente dichos.(Vos et al., 2017)

Como hemos mencionado en apartados anteriores, para identificar los factores de riesgo asociados a la mortalidad podríamos elegir diseños observacionales a partir de fuentes primarias o secundarias, puesto que existe una evidente imposibilidad ética para realizar ensayos controlados aleatorizados, en los que se asignen intervenciones al azar a un grupo de participantes y al otro se le proporcione un placebo, para poder identificar asociaciones causales entre factores de riesgo o medidas de protección y la muerte al tener un AT en bicicleta. Una cuestión por considerar al elegir el diseño metodológico es que la muerte es un suceso infrecuente tras un AT. Esto llega a ser un impedimento para alcanzar una potencia estadística adecuada y, por tanto, evidenciar un potencial efecto de las variables de

estudio sobre la variable de desenlace. La primera solución podría ser incrementar el tamaño muestral, pero se ha observado que, incluso estudios de cohortes con cientos de participantes fallan al momento de establecer la significación estadística de las asociaciones encontradas. Por lo tanto, para solventar estas limitaciones, algunos autores combinan la categoría de ciclistas fallecidos con la categoría de ciclistas con lesiones graves,(A. Høy, 2018) lo que incrementa el número de unidades experimentales en el grupo al que se asignan. Sin embargo, al no existir una escala universalmente aceptada para evaluar la severidad de las LCT, esta solución dificulta aún más la comparabilidad entre estudios.

Por tanto, el uso de las bases de datos policiales emerge como un campo de oportunidad. Por un lado, cuentan con representación nacional y criterios de investigación estrictos, además de estar integrados por amplias series temporales. Además, se ha observado una asociación directa entre la severidad de las lesiones y la probabilidad de verse incluido en una base de datos policial, por lo que el estudio de la mortalidad no debería de verse afectado por la infrarrepresentación del total de AT.(Yannis, Papadimitriou, Chaziris, & Broughton, 2014) Además, se ha reportado que los AT con las LCT con mayor severidad también son aquellos en los que se evalúan mejor los factores concurrentes,(Farmer, 2003) y los países con economías avanzadas suelen tener datos policiales más veraces y precisos.(World Health Organization (WHO), 2018) Aun así, estos registros no están exentos de limitaciones importantes. Es frecuente que existan sesgos de selección en la recopilación de la información. La propia DGT reconoce que, a pesar de que el registro de fallecimientos en su base de datos es el

mismo que el proporcionado por las fuentes sanitarias, ellos solamente registran cerca del 50% de los heridos hospitalizados por AT, y un 25% de los heridos leves que fueron atendidos por los servicios de salud. Esto permite inferir que la población de ciclistas no estará correctamente representada en esta base de datos policial, ni siquiera si nos refiriésemos a la población integrada por los ciclistas accidentados y heridos, pues se asume una relación directa entre la gravedad de las lesiones y la probabilidad de formar parte de las estadísticas de la DGT, quedando los AT menos graves infrarrepresentados.

II. JUSTIFICACIÓN

De todo lo expuesto en la sección anterior, se desprende la pertinencia de afrontar una investigación con los objetivos que se describirán seguidamente. De forma resumida, las razones que justifican este estudio pueden enunciarse en los siguientes puntos:

1. La mortalidad por AT en ciclistas es un problema de salud pública relevante, no tanto por su magnitud actual, sino fundamentalmente por la esperable tendencia a un incremento en años venideros, derivado de tres factores: el aumento en el número de usuarios, en su intensidad de exposición, y el progresivo envejecimiento de la población española, que va a afectar en paralelo a la edad media de los ciclistas. Como sabemos, la edad avanzada es uno de los principales factores asociados a una mayor severidad de las lesiones post-accidente de tráfico. De hecho, y como ya se ha descrito en la introducción, esta tendencia al aumento en el número de defunciones en ciclistas ya es un hecho constatable en España en los últimos años.

2. A diferencia de otros problemas de salud, en los que la reducción de la exposición al riesgo de sufrir el desenlace adverso es la principal alternativa para prevenirlo, no ocurre así en el caso de las LCT en ciclistas. Antes al contrario, los indudables beneficios para la salud pública derivados del uso de la bicicleta como medio de transporte han conducido al desarrollo y aplicación de estrategias cuyo objetivo fundamental es incrementar la intensidad de exposición, aunque se acompañen de un mayor riesgo de lesiones. En este sentido, el conocimiento de todos los factores, modificables y no modificables, que influyen en la severidad de las lesiones y, en última instancia, en la

mortalidad de los ciclistas accidentados, es indispensable para orientar las estrategias de prevención. En el caso de los factores no modificables, el objetivo es identificar subgrupos de usuarios o de entornos ambientales asociados a una mayor severidad, sobre los que actuar de forma preferente (estrategias de alto riesgo). En cuanto a los factores modificables, como el uso de casco, es indispensable aportar estimaciones que cuantifiquen de forma insesgada su impacto sobre el riesgo de muerte del ciclista, a fin de aportar evidencias que justifiquen o desaconsejen la puesta en marcha de estrategias poblacionales orientadas a actuar sobre dichos factores.

3. Si bien es cierto que la bibliografía revisada aporta abundantes estimaciones sobre la asociación de diversos factores individuales y ambientales con la severidad de las lesiones sufridas por los ciclistas implicados en accidentes de tráfico, no ocurre lo mismo en España. Por desgracia, son escasos los estudios orientados a la cuantificación del impacto de estos factores sobre la lesividad y la mortalidad por tráfico en los ciclistas accidentados, lo que limita la posibilidad de priorizar estrategias concretas de prevención basadas en evidencias propias.

4. Aunque la bibliografía revisada aporta evidencias consistentes (y asumimos que razonablemente extrapolables a España), en relación con el efecto específico de diversas circunstancias individuales y ambientales sobre la severidad de las lesiones sufridas por los ciclistas accidentados, aún siguen quedando diversos interrogantes que creemos que nuestro trabajo puede contribuir a resolver, y que enumeramos sucintamente a continuación:

4.1. Muchos de los estudios revisados consideran la muerte como la categoría extrema de severidad de las lesiones, pero no son tantos los estudios que analizan específicamente la muerte como único desenlace. Habitualmente ello es debido a que, afortunadamente, se trata de un fenómeno infrecuente. Sin embargo, desde el punto de vista epidemiológico, este abordaje es una importante limitación, puesto que para estimar la asociación específica de los factores individuales y ambientales con la defunción, el volumen de población expuesta (ciclistas accidentados) requerido para obtener un número suficiente de muertes ha de ser enorme. Son pocos los estudios publicados que utilicen muestras de tan elevado tamaño y, en consecuencia, sus estimaciones de fuerza de asociación para la defunción suelen ser poco precisas.

4.2. Una consecuencia de lo que acabamos de comentar es la relativa escasez de estudios que hayan analizado específicamente el efecto del uso de casco sobre el riesgo de muerte de los ciclistas accidentados. Por desgracia, los estudios que han abordado esta estimación ofrecen resultados inconsistentes, no solo en cuanto a la magnitud de la asociación, sino incluso con respecto al sentido de la misma. Como ya comentamos anteriormente, Esta estimación es esencial a la hora de apoyar o no la implantación de estrategias tendentes a la generalización del uso de casco en los ciclistas, algunas tan controvertidas como hacer obligatorio su empleo.

4.3. Muchos de los estudios revisados se basan en fuente primarias de información, caracterizados por recoger y analizar de forma válida (bajo riesgo de sesgo) abundante información sobre los distintos factores que pueden influir en la severidad de las lesiones

sufridas por los ciclistas accidentados, pero que, por desgracia, trabajan con muestras de ciclistas de pequeño tamaño y/o poco representativas de la población de ciclistas de una comunidad o un país (baja precisión y baja validez externa). Por otra parte, a pesar de que es abundante la literatura basada en fuentes secundarias de información, con estudios realizados sobre grandes poblaciones de ciclistas (alta precisión y generalizabilidad de los resultados), en ocasiones recogen escasa información sobre muchas de las variables potencialmente relevantes y pueden verse afectados por importantes sesgos de selección, información y confusión (baja validez interna), además de que suelen analizar el fallecimiento de los ciclistas solamente como una categoría dentro de la severidad de las LCT y no como una variable individual y dicotómica.

5. Como se describirá en la sección de Metodología, nuestro estudio se basa en una fuente de información secundaria (un registro de base policial). El elevado tamaño muestral y la posibilidad de disponer de datos para todo un país durante un prolongado período de tiempo derivados de este hecho le confiere, a priori, suficiente potencia estadística (elevada precisión), a la par que una elevada validez externa. Sin embargo, creemos que los problemas inherentes al empleo de fuentes secundarias, descritos en el punto anterior, serán minimizados en nuestro estudio. Ello se debe, por una parte, a la disponibilidad en el registro de la DGT de las principales variables del individuo y el ambiente potencialmente asociadas a la severidad de las lesiones, y, por otra, a la aplicación de diversas estrategias de análisis, como la imputación múltiple, los modelos multinivel y los modelos causales, que

reducen la magnitud de los sesgos que tienden a afectar a la validez interna de este tipo de estudios.

III. HIPÓTESIS

La presente Tesis Doctoral se basa en la suposición de que el análisis epidemiológico de los datos contenidos en el Registro Nacional de Víctimas de Accidentes de Tráfico (RENAVIAT) permitirá estimar con suficiente validez y precisión la magnitud de las asociaciones de las características referidas al ciclista y al ambiente en el que se produce el AT con respecto al riesgo de que el ciclista fallezca a consecuencia del mismo. Aunque las asociaciones estimadas no podrán ser interpretadas en términos causales, debido a la naturaleza observacional de nuestro estudio, dicho análisis permitirá aportar evidencias a favor o en contra de las siguientes hipótesis causales, definidas a priori en función de la revisión bibliográfica realizada:

- 1) El riesgo de muerte de un ciclista implicado en un AT varía en función de sus características constitucionales (edad, sexo, nacionalidad) y sus circunstancias previas al accidente (conducción bajo circunstancias psicofísicas alteradas, motivo del desplazamiento, comisión de una infracción).
- 2) El uso del casco reduce el riesgo de que un ciclista fallezca a consecuencia de un accidente de tráfico.
- 3) El efecto protector del uso del casco sobre el riesgo de muerte del ciclista accidentado es diferente en función de las circunstancias ambientales bajo las que ocurre el accidente y, concretamente, es mayor en carretera que en zona urbana.

- 4) Las circunstancias ambientales bajo las que ocurre el accidente (específicamente, la zona y el tipo de vía, las condiciones meteorológicas, la participación de otro vehículo, así como la hora del día) influyen en el riesgo de que el ciclista muera a consecuencia del mismo.

- 5) El período en el que ocurrió el AT se encuentra asociado al riesgo de muerte del ciclista accidentado.

IV. OBJETIVOS

1. Objetivo general

Identificar el sentido y cuantificar la magnitud de la asociación de los factores dependientes del ambiente y del ciclista con su riesgo de muerte tras verse implicados en accidentes de tráfico en España.

2. Objetivos específicos

2.1. Describir las características de los accidentes de tráfico con víctimas en los que se vieron implicados ciclistas en España, así como las características de dichos ciclistas y su riesgo de morir:

a) Para el período comprendido entre 1993 y 2013, considerando las primeras 24 horas tras el accidente.

b) Para el período comprendido entre 2014 y 2017, considerando los primeros 30 días tras el accidente.

2.2. Identificar el sentido y cuantificar la magnitud de la asociación entre las circunstancias ambientales en las que ocurrieron los accidentes de tráfico con víctimas que implican a ciclistas y el riesgo de que alguno muera en las primeras 24 horas tras el accidente en España, entre 1993 y 2013.

2.3. Identificar el sentido y cuantificar la magnitud de la asociación entre las características de los ciclistas y su riesgo de morir

en las primeras 24 horas tras sufrir un accidente de tráfico con víctimas en España, entre 1993 y 2013.

2.4. Identificar el sentido y cuantificar la magnitud de la asociación entre el uso de casco por parte del ciclista y su riesgo de morir en los primeros 30 días tras sufrir un accidente de tráfico con víctimas en España, entre 2014 y 2017.

2.5. Cuantificar el efecto de la zona en la que ocurrió el accidente de tráfico como variable confusora y/o modificadora de la asociación entre el uso de casco por parte del ciclista y su riesgo de muerte en los primeros 30 días tras sufrir un accidente de tráfico con víctimas en España, entre 2014 y 2017.

IV. OBJECTIVES

1. General objective

To identify the direction and to quantify the magnitude of the association between environment- and cyclist-dependent factors with the risk of death of cyclists involved in traffic crashes in Spain.

2. Specific objectives

2.1. To describe the characteristics of traffic crashes with victims involving cyclists in Spain, as well as the characteristics of these cyclists and their risk of death:

- a) For the period from 1993 to 2013, considering the first 24 hours after the crash.
- b) For the period from 2014 to 2017, considering the first 30 days after the crash.

2.2. To identify the direction and to quantify the magnitude of the association between the environmental circumstances in which traffic crashes involving cyclists occurred and the cyclist´s risk of death in the first 24 hours after the crash in Spain, between 1993 and 2013.

- 2.3. To identify the direction and to quantify the magnitude of the association between cyclist´s characteristics and their risk of death in the first 24 hours after being involved in a traffic crash with victims in Spain, between 1993 and 2013.

- 2.4. To identify the direction and to quantify the magnitude of the association between cyclist´s helmet use and their risk of death in the first 30 days after being involved in a traffic crash with victims in Spain, between 2014 and 2017.

- 2.5. To quantify the effect of the area in which the traffic crash occurred as a confounding and/or effect modifier variable of the association between cyclist's helmet use and their risk of death in the first 30 days after being involved in a traffic crash with victims in Spain, between 2014 and 2017

V. METODOLOGÍA

1. Diseño

Para alcanzar los objetivos planteados en la sección anterior, se diseñó un estudio de cohorte retrospectivo a partir de una serie de casos, la cual se disgregó en aquellos datos comprendidos desde 1993 hasta 2013 (Subperíodo 1, para los objetivos específicos 2.1a, 2.2 y 2.3), y en los que se registraron desde 2014 hasta 2017 (Subperíodo 2, para los objetivos específicos 2.1b, 2.4 y 2.5). La necesidad de considerar separadamente ambas cohortes vino motivada por la secuencia cronológica en la que se desarrollaron los trabajos conducentes a la realización de esta Tesis Doctoral, así como a la dificultad para fusionar los datos correspondientes a cada una de las dos poblaciones, como se verá en el apartado denominado Fuentes de información.

2. Ámbito

España peninsular e insular, en el período de tiempo comprendido entre los años 1993 y 2017.

3. Población de estudio

Comprende a todos los ciclistas implicados en un AT con víctimas en territorio español, ya sea peninsular o insular, e incluidos en el Registro Nacional de Víctimas de Accidentes de Tráfico (RENAVIAT) de la Dirección General de Tráfico (DGT), durante el período antes mencionado ($n = 90.582$). Las ciudades autónomas de Ceuta y Melilla fueron excluidas debido a sus características específicas, ya que se encuentran en el continente africano colindando con territorio

marroquí o con el litoral, por lo que no es posible realizar desplazamientos interurbanos en bicicleta. Los análisis correspondientes a los objetivos específicos 2.1a, 2.2 y 2.3 incluyeron 65.977 ciclistas, y los relacionados con los objetivos específicos 2.1b, 2.4 y 2.5 se realizaron con 24.605 ciclistas. En este último caso, se excluyeron también a las regiones de Cataluña y País Vasco para los años 2014 y 2015, por no contar con datos provenientes de dichas comunidades autónomas en ambos años.

4. Fuente de información

España cuenta con información estadística sobre los AT recopilada de manera sistemática desde 1962, tanto por parte del Instituto Nacional de Estadística como por la Jefatura Central de Tráfico.(Boletín Oficial del Estado, 1962) Es a partir de 1981 que la Dirección General de Tráfico (DGT) se encarga de confeccionar la estadística de los accidentes de circulación en carretera y demás vías públicas, en colaboración con la Dirección General de la Guardia Civil y demás autoridades municipales.(Boletín Oficial del Estado, 1981) Con este objetivo, se creó una primera versión de un cuestionario que permitiera recopilar la información necesaria para determinar las causas y circunstancias en que se producen los AT con víctimas, siendo de obligado cumplimiento. Sin embargo, la Orden del Ministerio de Relaciones con las Cortes y de la Secretaría del Gobierno de 18 de febrero de 1993, por la que se modifica la estadística de accidentes de circulación,(Boletín Oficial del Estado, 1993) da un salto cualitativo importante en la comparabilidad de los datos obtenidos, pues se adoptan las definiciones estadísticas propiciadas por las Naciones Unidas y se establecen los mecanismos para garantizar paulatinamente

el seguimiento real de los heridos durante los treinta días siguientes a cada accidente. Toda la información recopilada pasa a integrar el Registro Nacional de Víctimas de Accidentes de Tráfico,(Boletín Oficial del Estado, 2015) anteriormente llamado Registro Estatal de Víctimas de Accidentes de Tráfico, y queda bajo la responsabilidad de la DGT.(Boletín Oficial del Estado, 2009) Es justamente este Registro nuestra fuente de información, por lo que a continuación lo explicaremos a detalle.

Los agentes encargados de la vigilancia y el control del tráfico (Agrupación de Tráfico de la Guardia Civil, Policías de Comunidades Autónomas y Policías locales de los diferentes Ayuntamientos) tienen la obligación de investigar los accidentes viales generados en las vías o terrenos incluidos en el ámbito de aplicación de la legislación sobre tráfico, circulación de vehículos a motor y seguridad vial en los que se contabiliza al menos una víctima, y reportar la información necesaria para la integración del Registro. Para ello, deben de cumplimentar el Formulario de Accidentes de Tráfico con Víctimas (Anexo 1) anteriormente llamado Cuestionario Estadístico del Accidente (Anexo 2), y recabar de los centros sanitarios correspondientes la información complementaria que incluya los datos relacionados con la lesividad derivada del AT.

Las principales diferencias del formulario respecto del cuestionario utilizado previamente son la inclusión de las coordenadas geográficas para mejorar la localización del accidente; el uso de los códigos del Instituto Nacional de Estadística para la identificación de las calles, poblaciones y municipios; la inclusión de los identificadores personales (aunque sea un dato que se reserve, procurando la

privacidad de los implicados); la identificación de factores concurrentes o de posible influencia para la ocurrencia del AT, a juicio del agente; y la secuenciación de los sucesos ocurridos para una mejor comprensión de cada AT.

Tanto formulario como cuestionario contienen información sobre el accidente, los vehículos y las personas implicadas, y deben de completarse totalmente en el plazo de un mes a partir de la fecha en que ocurre un AT. Sin embargo, también incluyen datos de suministro rápido, los cuales tienen que ser cumplimentados durante las primeras 24 horas, en caso de que el AT derive en al menos un fallecido o un herido que requiera ser trasladado a un centro sanitario para su atención de urgencia, o en el plazo máximo de 10 días, para aquellos AT en los que las víctimas resulten con lesiones que no requieran traslado para su atención. La remisión de la información al Registro se realiza por medios electrónicos, garantizando siempre el cumplimiento de la legislación y normativas relacionadas con la protección de datos de carácter personal. La Dirección General de Carreteras complementa la información relativa a la infraestructura del lugar en donde se presentó el AT en el plazo máximo de un mes a partir del momento en el que se le notifica sobre la existencia del suceso.

Cabe resaltar que la migración desde un sistema original de comunicación por medios no electrónicos, con soporte en papel a través de las Jefaturas Provinciales de Tráfico, hasta un registro parcialmente automatizado como el que se utiliza actualmente, ha sido un largo proceso. Desde el 2005, el sistema informático ARENA permitía almacenar y gestionar los datos del Registro de forma automatizada, en conjunto con otras aplicaciones satélite que le complementaban. Sin

embargo, a partir de enero de 2014, se ha desarrollado una nueva versión denominada ARENA2, que pretende mejorar la trazabilidad de sus datos y automatizar su llenado a partir de datos que ya obran en poder de la DGT, como el número de la matrícula y el Documento Nacional de Identidad de los conductores. Algunas de las características de ARENA2 son que se permite la introducción de los datos de suministro rápido y el rellenado de los formularios de forma escalonada, pudiendo conservar distintas versiones del accidente de manera simultánea, pero con un control de accidentes repetidos, comprobando que no puedan existir dos accidentes con las mismas características en el mismo lugar y momento, para evitar duplicidades. Este sistema también permite la comprobación de que los datos introducidos son coherentes en todos los campos de información y controla la inserción completa de los datos en aquellos campos de obligado cumplimiento. Desafortunadamente, su uso no ha sido totalmente adoptado. Existen ciertas comunidades autónomas con competencias ejecutivas en materia de tráfico que tienen la facultad de elaborar sus propios formularios de investigación de los AT, aunque deben respetar los mismos plazos establecidos para el envío de la información requerida para la integración del Registro con los AT que se presenten en las localidades dentro de su jurisdicción. De ellas, Cataluña y País Vasco pospusieron su migración al sistema ARENA2 durante el período comprendido entre 2014 y 2015, por lo que esos datos no se encuentran fusionados con el resto.

Tanto la migración del sistema ARENA al ARENA2 como la evolución del Cuestionario Estadístico del Accidente hacia el Formulario de Accidentes de Tráfico con Víctimas han producido mejoras en la

investigación de los accidentes y el manejo de la información obtenida. Sin embargo, dichas mejoras se acompañan de algunos inconvenientes, como es la dificultad para realizar estudios longitudinales fusionando ambas fuentes de información debido al manejo de los datos. Un ejemplo representativo es la investigación relacionada con el consumo del alcohol: en el Cuestionario, la variable que lo incluía se denominaba Condiciones psicofísicas y contenía un único valor obtenido de las categorías: 0. Aparentemente normal; 1. Alcohol sin prueba de alcoholemia; 2. Alcohol con prueba positiva de alcoholemia; 3. Drogas; 4. Enfermedad súbita; 5. Sueño o sopor; 6. Cansancio; 7. Preocupación; y 8. Se ignora. La asignación de una categoría excluía la posibilidad de asignar cualquier otra. En el Formulario, esas categorías se reparten en tres variables diferentes (Prueba de alcohol, prueba de drogas y factores que pueden afectar a la atención), sin que los valores registrados sean mutuamente excluyentes. Si consideramos la prueba de alcohol, las nuevas categorías son: 1. No se realiza prueba; 2. No, porque se niega; 3. No, porque no puede; 4. Prueba en aire (resultado cuantitativo); y 5. Prueba en sangre (resultado cuantitativo), sin que sean mutuamente excluyentes y pudiendo además registrar si existe presencia de signos de influencia del alcohol. Es claramente asumible que la variable de consumo de alcohol obtenida con el Cuestionario ofrecerá información muy limitada respecto de la que podría obtenerse con el Formulario, y que sería un despropósito asumir que ambas fuentes podrían fusionarse para realizar análisis rigurosos, dadas las diferencias en la recopilación de los datos y la profundidad de estos. Es por ello, que se decidió mantener por separado la información obtenida de cada uno de los dos sistemas, construyendo así dos cohortes independientes.

En cuanto a la estructura del Formulario, este se integra por siete bloques, los cuales contienen datos generales del AT, de los vehículos, de los conductores, de los pasajeros y de los peatones implicados, así como la descripción del accidente (que incluye un croquis, observaciones y factores concurrentes, a opinión del agente). El último bloque está relacionado con la secuenciación de los eventos ocurridos durante el AT, pero solamente se cumplimenta en el caso de que el accidente haya sido considerado como grave o mortal. A partir de ellos, la DGT crea tres bases de datos para cada año:

- Registro de Accidentes de Tráfico. Contiene la información específica de cada accidente, incluyendo un código de identificación para cada evento.

- Registro de Vehículos implicados en el accidente: Contiene la información específica de cada vehículo, incluyendo el código identificador del accidente en el que estuvo implicado.

- Registro de personas implicadas en el accidente. Contiene información específica de cada persona. Hasta el año 2013, inclusive, se trataba de una única base de datos que incluía una variable para especificar el tipo de usuario (conductor, pasajero o peatón). A partir de 2014, la información sobre cada tipo de usuario se ha disgregado y está contenida en una base de datos diferente. Para cada persona incluida en el registro se incluye el código del accidente en que se vio involucrado y, en el caso de que sea conductor o pasajero, el del vehículo que ocupaba.

La DGT permite el acceso público a los registros anteriores para obtener informes predefinidos o personalizados, en los que el

interesado crea sus propias tablas tras la elección de determinados atributos, variables e indicadores. Sin embargo, si se desea disponer de los datos desagregados por caso, debe mediar una petición expresa por escrito ante la DGT, justificando el motivo de la petición (vinculado a un proyecto de investigación), y previa firma de un compromiso de confidencialidad y uso responsable de la información por parte de todos los investigadores del grupo solicitante. En caso de obtener la autorización, la DGT envía la base de datos de forma anonimizada, excluyendo todos los ítems que permitan la identificación individual de las personas o los vehículos implicados en cada accidente, aunque manteniendo los datos generales que permitan caracterizarlos.

Nuestro grupo de investigación ha trabajado activamente con los datos de la DGT desde el año 2000, por lo que previo al inicio de esta Tesis Doctoral ya se contaba con un fichero que contenía la serie de casos comprendida entre 1993 y 2013, ambos inclusive, es decir, el Subperíodo 1 mencionado en el apartado de Diseño. Debido a la migración al sistema informático ARENA 2, a partir de 2014, fue necesario solicitar los datos a la DGT para el período comprendido por el Subperíodo 2.

Una vez recibidas las bases de datos (en formato .txt), el paso previo a su análisis consistió en fusionar los datos contenidos en los tres registros de cada año, para generar una única base de datos que contuviera toda la información completa: las características individuales de cada persona, las del vehículo que ocupaba en caso de que fuera conductor o pasajero y las del accidente en el que estuvo implicada. Para la fusión de registros se emplearon los correspondientes códigos de identificación de vehículo y accidente contenidos en las bases de

datos originales. Finalmente, el proceso culminó con la fusión de las bases de datos anuales para los períodos totales de estudio: 1993 – 2013 y 2014 – 2017.

5. Variables del estudio

La elección de las variables para utilizar en los diferentes análisis se realizó inicialmente con base en la literatura previa (mencionada en la sección de Introducción). El subperíodo 1 se trabajó a partir de la base de datos previamente modificada por nuestro grupo de investigación, y el subperíodo 2 a partir de los datos en bruto proporcionados por la DGT. Se crearon variables con codificación propia a partir de las variables con su codificación original, ya fuese cambiando solamente su etiqueta, transformando el tipo de variable (ej. la edad, que cambió de ser una variable cuantitativa discreta – años cumplidos – a una variable cualitativa o categórica), o recategorizando sus valores (ej. la nacionalidad, que se dicotomizó en las categorías “española” o “no española”; y la edad, cuyos valores registrados como “0” o mayores de “94” se recategorizaron como valores perdidos). Se prestó especial atención en etiquetar correctamente aquellos valores perdidos existentes en cada una de las variables, los cuales llegaron a ser incluso más del 25% (1993 – 2013) y del 50% (2014 – 2017) para algunas de ellas. La sintaxis utilizada para cada subperíodo puede ser revisada en los Anexos 3 y 4.

En las siguientes tablas (1, 2, 3 y 4) presentamos el listado de todos los ítems que contienen la información utilizada para construir las correspondientes variables de estudio en cada subperíodo, así como las características de cada una de las variables construidas para su

Daniel Molina Soberanes
Programa de Doctorado en Medicina Clínica y Salud Pública

posterior imputación (ver apartado Imputación múltiple), tanto para el AT como para el ciclista.

Factores asociados a la letalidad por accidentes de tráfico en España

Tabla 1. Variables originales y construidas con información del accidente de tráfico. Registro Nacional de Víctimas de Accidentes de Tráfico, 1993 - 2013

Ítem del registro	Tipo de ítem	ORIGINAL		CONSTRUIDA	
		Categorías o valores originales	Variable de estudio	Tipo de variable	Categorías para imputación (código y etiqueta)
TIPO_ACC_	Catógórica	<i>Colisión de vehículos en marcha:</i>	TIPO DE ACCIDENTE	Catógórica	0: Colisión
COLISION		<ul style="list-style-type: none"> · Frontal · Frontolateral · Lateral · Por alcance · Múltiple o en caravana 			1: Otro
		<i>Colisión de vehículo con obstáculo en calzada:</i> <ul style="list-style-type: none"> · Vehículo estacionado o averiado 			
		<ul style="list-style-type: none"> · Valla de defensa · Barrera de paso a nivel · Otro objeto o material 			
		<i>Vuelco en la calzada:</i> <ul style="list-style-type: none"> · Vuelco en la calzada 			
		<i>Salida de la calzada por la izquierda:</i> <ul style="list-style-type: none"> · Choque con árbol o poste · Choque con muro o edificio · Choque con cuneta o bordillo · Otro tipo de choque · Con despeñamiento · Con vuelco · En llano · Otra 			
		<i>Salida de la calzada por la derecha:</i> <ul style="list-style-type: none"> · Choque con árbol o poste · Choque con muro o edificio · Choque con cuneta o bordillo · Otro tipo de choque · Con despeñamiento · Con vuelco · En llano · Otra 			
		<i>Otro tipo de accidente:</i> <ul style="list-style-type: none"> · Otro 			

Daniel Molina Soberanes
Programa de Doctorado en Medicina Clínica y Salud Pública

Tabla 1. Continuación

Ítem del registro	ORIGINAL		Variable de estudio	CONSTRUIDA	
	Tipo de ítem	Categorías o valores originales		Tipo de variable	Categorías para imputación (código y etiqueta)
ZONA	Categoría	· Carretera · Zona urbana · Travesía	ZONA DEL ACCIDENTE	Categoría	1: Carretera 2: Zona urbana 3: Travesía
NUDO	Categoría	· Recta · Curva suave · Curva fuerte sin señalizar · Curva fuerte con señal y sin velocidad señalizada · Curva fuerte con señal y velocidad señalizada · Intersección en T o Y · Intersección en X o + · Enlace de entrada · Enlace de salida · Intersección giratoria · Otras intersecciones	LUGAR DEL ACCIDENTE	Categoría	0: Intersección 1: Otro
CONDICION _METEO	Categoría	· Buen tiempo · Niebla intensa · Niebla ligera · Lloviznando · Lluvia fuerte · Granizando · Nevando · Viento fuerte · Otro	CONDICIONES ATMOSFÉRICAS	Categoría	0: Buen tiempo 1: Adverso
CONDICION _FIRME	Categoría	· Limpio y seco · Ubría · Mojada · Helada · Nevada · Barrillo · Gravilla suelta · Aceite · Otro tipo	SUPERFICIE DE LA VÍA	Categoría	0: Normal 1: Alterada
HORA	Discreta	· Hora y minuto	HORA	Categoría	1: 0:00 – 2:59 2: 3:00 – 5:59 3: 6:00 – 8:59 4: 9:00 – 11:59 5: 12:00 – 14:59 6: 15:00 – 17:59 7: 18:00 – 20:59 8: 21:00 – 23:59

Factores asociados a la letalidad por accidentes de tráfico en España

Tabla 1. Continuación

Ítem del registro	ORIGINAL		Variable de estudio	CONSTRUIDA	
	Tipo de ítem	Categorías o valores originales		Tipo de variable	Categorías para imputación (código y etiqueta)
ANYO	Categoría	· Año	TRienio	Categoría	0: 2011 – 2013 1: 2008 – 2010 2: 2005 – 2007 3: 2002 – 2004 4: 1999 – 2001 5: 1996 – 1998 6: 1993 – 1995
PROVINCIA	Categoría	· ALAVA · ALBACETE · ALICANTE · ALMERÍA · ÁVILA · BADAJOZ · BALEARES · BARCELONA · BURGOS · CÁCERES · CÁDIZ · CASTELLÓN · CIUDAD REAL · CÓRDOBA · CORUÑA, LA · CUENCA · GIRONA · GRANADA · GUADALAJARA · GUIPÚZCOA · HUELVA · HUESCA · JAEN · LEÓN · LLEIDA · LA RIOJA · LUGO · MADRID · MÁLAGA · MURCIA · NAVARRA · ORENSE · ASTURIAS · PALENCIA · PALMAS, LAS · PONTEVEDRA · SALAMANCA	PROVINCIA	Categoría	1: ALAVA 2: ALBACETE 3: ALICANTE 4: ALMERÍA 5: ÁVILA 6: BADAJOZ 7: BALEARES 8: BARCELONA 9: BURGOS 10: CÁCERES 11: CÁDIZ 12: CASTELLÓN 13: CIUDAD REAL 14: CÓRDOBA 15: CORUÑA, LA 16: CUENCA 17: GIRONA 18: GRANADA 19: GUADALAJARA 20: GUIPÚZCOA 21: HUELVA 22: HUESCA 23: JAEN 24: LEÓN 25: LLEIDA 26: LA RIOJA 27: LUGO 28: MADRID 29: MÁLAGA 30: MURCIA 31: NAVARRA 32: ORENSE 33: ASTURIAS 34: PALENCIA 35: PALMAS, LAS 36: PONTEVEDRA 37: SALAMANCA

Daniel Molina Soberanes
Programa de Doctorado en Medicina Clínica y Salud Pública

Tabla 1. Continuación

Ítem del registro	Tipo de ítem	ORIGINAL		CONSTRUIDA	
		Categorías o valores originales	Variable de estudio	Tipo de variable	Categorías para imputación (código y etiqueta)
		· SANTA CRUZ			38: SANTA CRUZ
		· CANTABRIA			39: CANTABRIA
		· SEGOVIA			40: SEGOVIA
		· SEVILLA			41: SEVILLA
		· SORIA			42: SORIA
		· TARRAGONA			43: TARRAGONA
		· TERUEL			44: TERUEL
		· TOLEDO			45: TOLEDO
		· VALENCIA			46: VALENCIA
		· VALLADOLID			47: VALLADOLID
		· VIZCAYA			48: VIZCAYA
		· ZAMORA			49: ZAMORA
		· ZARAGOZA			50: ZARAGOZA

Factores asociados a la letalidad por a

Tabla 2. Variables originales y construidas con información del ciclista. Registro Nacional de Víctimas de Accidentes

Ítem del registro	ORIGINAL		Variable de estudio	Tipo de variable	CONSTRUIDA Categorías o valores originales
	Tipo de ítem	Categorías o valores originales			
IND_MU24H	Catagórica	· No · Sí	DEFUNCIÓN*	Catagórica	0: No 1: Sí
EDAD	Discreta	· Número de años cumplidos	EDAD	Catagórica	0: 25 a 1: < 10 2: 10 a 3: 15 a 4: 20 a 6: 30 a 7: 35 a 8: 40 a 9: 45 a 10: 50 11: 55 a 12: 60 13: 65 a 14: 70 15: > 74
COD_SEXO	Catagórica	· Hombre · Mujer	SEXO	Catagórica	0: Hom 1: Muje
ACC_SEG_CASCO	Catagórica	· Sí · No	USO DE CASCO	Catagórica	0: Sí 1: No
PAIS	Catagórica	· Código del país de referencia	NACIONALIDAD	Catagórica	0: Esp 1: Otra
MOTIVO_DESPLAZAMIENTO	Catagórica	· Durante su jornada de trabajo · Dirigirse o regresar del lugar del trabajo · Salida o regreso de vacaciones · Salida o regreso de puentes y festivos · Urgencias · Ocio · Otros	MOTIVO DEL DESPLAZAMIENTO	Catagórica	0: Lab 1: Otro

Daniel Molina Soberanes
 Programa de Doctorado en Medicina Clínica y Salud Pública

Tabla 2. Continuación

CONDICIONES_PSI COFÍSICAS	Categoría	· Aparentemente normal	CIRCUNSTANCIAS PSICOFÍSICAS	Categoría	0: Norma
		· Alcohol sin prueba de alcoholemia			1: Alter
		· Alcohol con prueba positiva de alcoholemia			
		· Drogas			
		· Enfermedad súbita			
		· Sueño o sopor			
		· Cansancio			
		· Preocupación			
		· Se ignora			
PRES_INFRA_COND		· Ninguna	INFRACCIÓN	Categoría	0: Ning
		· Conducción distraída			11: Con
		· Incorrecta utilización del alumbrado			21: Inco
		· Circular en sentido prohibido			22: Cir
		· Invadir el sentido contrario			23: Inva
		· Girar incorrectamente			24: Gir
		· Adelantar antirreglamentariamente			31: Ade
		· No mantener intervalo de seguridad			No ma
		· No respetar la norma de prioridad			41: No
		· No cumplir indicaciones de semáforo			42: No
		· No cumplir la señal de "stop"			43: No
		· No cumplir la señal de "ceda el paso"			44: No
		· No cumplir otra señal de tráfico			46: No
		· No indicar o indicar mal una maniobra			51: No i
		· Entrar sin precaución en la circulación			52: Ent
		· Parado en lugar prohibido o peligroso			53: Par
		· Ciclista en posición paralela			61: Cicl
		· Ciclista circulando fuera de pista			62: Cic
		· Otra infracción			81: Otr

* La variable Defunción considera a los fallecidos en las primeras 24 horas, para el subconjunto 1993 - 2013

Tabla 3. Variables originales y construidas con información del accidente de tráfico. Registro de Accidentes de Tráfico, 2014-2017

Ítem del registro	ORIGINAL		Variable de estudio	CONSTRUIDA	
	Tipo de ítem	Categorías o valores originales		Tipo de variable	Categorías (códigos)
TIPO_ACC_COLISION	Catagórica	<ul style="list-style-type: none"> · Colisión frontal · Colisión frontolateral · Colisión lateral · Alcance · Colisión múltiple · Choque contra obstáculo · Atropello a persona · Atropello a animal · Caída · Vuelco · Despeñamiento · Sólo salida de la vía · Otro 	TIPO DE ACCIDENTE	Catagórica	0: Colisión frontal 1: Otro
ZONA	Catagórica	<ul style="list-style-type: none"> · Carretera · Zona urbana · Camino rural o travesía 	ZONA DEL ACCIDENTE	Catagórica	1: Carretera 2: Zona urbana
NUDO	Catagórica	<ul style="list-style-type: none"> · En intersección o nudo · Fuera de intersección o nudo 	LUGAR DEL ACCIDENTE	Catagórica	0: Intersección 1: Otro

Daniel Molina Soberanes
 Programa de Doctorado en Medicina Clínica y Salud Pública

Tabla 3. Continuación

Ítem del registro	Tipo de ítem	ORIGINAL	Variable de estudio	CONSTRUIDA	Categoría (código)
		Categorías o valores originales		Tipo de variable	
CONDICION _METEO	Categoría	<ul style="list-style-type: none"> · Despejado · Nublado · Lluvia débil · Lluvia fuerte · Granizando · Nevando 	CONDICIONES ATMOSFÉRICAS	Categoría	0: Buen 1: Adver
CONDICION _FIRME	Categoría	<ul style="list-style-type: none"> · Seco y limpio · Con barro o gravilla suelta · Mojado · Muy encharcado o inundado · Nevada · Con hielo · Con nieve · Con aceite · Otra 	SUPERFICIE DE LA VÍA	Categoría	0: Norm 1: Altera
HORA	Discreta	· Hora y minuto	HORA	Categoría	0: 12:00 1: 0:00 - 2: 3:00 - 3: 6:00 - 4: 9:00 - 6: 15:00 7: 18:00 8: 21:00

Tabla 3. Continuación

Ítem del registro	ORIGINAL		Variable de estudio	CONSTRUIDA	
	Tipo de ítem	Categorías o valores originales		Tipo de variable	Categorías (código)
ANYO	Catagórica	· Año	AÑO	Catagórica	2014 2015 2016 2017
PROVINCIA	Catagórica	· ALAVA · ALBACETE · ALICANTE · ALMERÍA · ÁVILA · BADAJOZ · BALEARES · BARCELONA · BURGOS · CÁCERES · CÁDIZ · CASTELLÓN · CIUDAD REAL · CÓRDOBA · CORUÑA, LA · CUENCA · GIRONA · GRANADA · GUADALAJARA	PROVINCIA	Catagórica	1: ALAVA 2: ALBACETE 3: ALICANTE 4: ALMERÍA 5: ÁVILA 6: BADAJOZ 7: BALEARES 8: BARCELONA 9: BURGOS 10: CÁCERES 11: CÁDIZ 12: CASTELLÓN 13: CIUDAD REAL 14: CÓRDOBA 15: CORUÑA, LA 16: CUENCA 17: GIRONA 18: GRANADA 19: GUADALAJARA

Daniel Molina Soberanes
 Programa de Doctorado en Medicina Clínica y Salud Pública

Tabla 3. Continuación

Ítem del registro	Tipo de ítem	ORIGINAL	Variable de estudio	CONSTRUIDA	
		Categorías o valores originales		Tipo de variable	Categorías (código)
		· GUIPÚZCOA			20: GUIPÚZCOA
		· HUELVA			21: HUELVA
		· HUESCA			22: HUESCA
		· JAEN			23: JAEN
		· LEÓN			24: LEÓN
		· LLEIDA			25: LLEIDA
		· LA RIOJA			26: LA RIOJA
		· LUGO			27: LUGO
		· MADRID			28: MADRID
		· MÁLAGA			29: MÁLAGA
		· MURCIA			30: MURCIA
		· NAVARRA			31: NAVARRA
		· ORENSE			32: ORENSE
		· ASTURIAS			33: ASTURIAS
		· PALENCIA			34: PALENCIA
		· PALMAS, LAS			35: PALMAS, LAS
		· PONTEVEDRA			36: PONTEVEDRA
		· SALAMANCA			37: SALAMANCA
		· SANTA CRUZ			38: SANTA CRUZ
		· CANTABRIA			39: CANTABRIA
		· SEGOVIA			40: SEGOVIA
		· SEVILLA			41: SEVILLA
		· SORIA			42: SORIA

Tabla 3. Continuación

Ítem del registro	ORIGINAL		Variable de estudio	CONSTRUIDA	
	Tipo de ítem	Categorías o valores originales		Tipo de variable	Categorías (código)
		· TARRAGONA			43: TA
		· TERUEL			44: TE
		· TOLEDO			45: TO
		· VALENCIA			46: VA
		· VALLADOLID			47: VA
		· VIZCAYA			48: VI
		· ZAMORA			49: ZA
		· ZARAGOZA			50: ZA

Daniel Molina Soberanes
 Programa de Doctorado en Medicina Clínica y Salud Pública

Tabla 4. Variables originales y construidas con información del ciclista. Registro Nacional de Víctimas de Accidentes

ORIGINAL				
Ítem del registro	Tipo de ítem	Categorías o valores originales	Variable de estudio	Tipo de variable
IND_MU30DF	Catagórica	· No · Sí	DEFUNCIÓN*	Catagórica
EDAD	Discreta	· Número de años cumplidos	EDAD	Cuantitativa
COD_SEXO	Catagórica	· Hombre · Mujer	SEXO	Catagórica
ACC_SEG_CASCO	Catagórica	· Sí · No · Supuestamente expulsado	USO DE CASCO	Catagórica
PAIS	Catagórica	· Afganistán · Andorra · Argentina · Australia · Austria · Bélgica · Bolivia	NACIONALIDAD	Catagórica

Tabla 4. Continuación

ORIGINAL			Variable de estudio	Tipo de variable
Ítem del registro	Tipo de ítem	Categorías o valores originales		
		· Brasil		
		· Bulgaria		
		· Canadá		
		· China		
		· Colombia		
		· República Checa		
		· Dinamarca		
		· Ecuador		
		· Finlandia		
		· Francia		
		· Alemania		
		· Gibraltar		
		· Hungría		
		· India		
		· Irlanda		
		· Italia		
		· Letonia		
		· Lituania		
		· Luxemburgo		
		· México		
		· Países Bajos		
		· Nueva Zelanda		
		· Noruega		
		· Polonia		
		· Portugal		
		· Rumania		
		· Rusia		
		· España		

Daniel Molina Soberanes
 Programa de Doctorado en Medicina Clínica y Salud Pública

Tabla 4. Continuación

ORIGINAL				
Ítem del registro	Tipo de ítem	Categorías o valores originales	Variable de estudio	Tipo de variable
		<ul style="list-style-type: none"> · Suecia · Suiza · Ucrania · Reino Unido · Estados Unidos 		
MOTIVO_DESPLAZAMIENTO	Catógórica	<ul style="list-style-type: none"> · Transporte profesional de mercancías · Servicio de limpieza o recogida de basura · Servicio de mantenimiento viario · Bomberos, Policía o Ambulancia · In itinere · En misión · Ocio y entretenimiento · Actividad deportiva particular · Estudiante hacia centro de estudios · Transporte de menores al colegio · En prácticas de autoescuela · Servicio de Auxilio en Carretera · Otras actividades 	MOTIVO DEL	Catógórica
ALCOHOL**	Catógórica	<ul style="list-style-type: none"> · No se realiza prueba · No porque se niega · No, porque no puede · Alcoholimetría negativa en aire espirado · Alcoholimetría positiva en aire espirado · Alcoholemia negativa · Alcoholemia positiva 	ALCOHOL	Catógórica

Tabla 4. Continuación

ORIGINAL				
Ítem del registro	Tipo de ítem	Categorías o valores originales	Variable de estudio	Tipo de variable
PRES_INFRA_COND		<ul style="list-style-type: none"> · Presuntamente no existe infracción · No respetar el STOP · No respetar "Ceda el paso" · No respetar el semáforo · No respetar la norma genérica de prioridad · No respetar el paso de peatones · No respetar las indicaciones de un agente · No respetar otras señales de prioridad de paso · Invadir parcialmente el sentido contrario · Circular en zigzag · Girar o cambiar de sentido incorrectamente · Circular marcha atrás de manera incorrecta · Adelantar antirreglamentariamente · Frenar sin causa justificada · No mantener el intervalo de seguridad · Parado o en estacionamiento prohibido o peligroso · No indicar o indicar mal una maniobra · Circular en sentido contrario · Circular por lugar prohibido · Competiciones o carreras 	INFRACCIÓN	Categoría

* La variable Defunción considera a los fallecidos en los primeros 30 días, para el subconjunto 2014 - 2017

** Construida a partir de diferentes variables

6. Análisis de datos

6.1 Imputación múltiple

Una de las principales limitaciones cuando se trabaja con bases de datos secundarias, aparte de los sesgos de selección y de información ya mencionados en la sección de Introducción, es la elevada proporción de valores perdidos que pueden presentarse. Esta situación puede disminuir la precisión de los estimadores que se obtengan en el análisis de los datos, pero sobre todo puede afectar a su validez interna. La magnitud de ambos fenómenos tendrá relación estrecha con la proporción de datos perdidos respecto del total de posibles valores y, fundamentalmente, con el mecanismo de pérdida. Este último aspecto es de suma importancia de cara a valorar la utilidad de las estrategias de análisis que pueden aplicarse para mitigar el impacto de los valores perdidos. Desde un punto de vista teórico, existen tres posibles mecanismos de pérdida:

- 1) Valores perdidos totalmente al azar (MCAR, por sus siglas en inglés - Missing completely at random). Los datos perdidos por este mecanismo afectan a la precisión de los estimadores, pero no a su validez interna.

- 2) Valores perdidos aleatoriamente (MAR, por sus siglas en inglés - Missing at random). En este caso (y en contra de lo que en principio sugiere la etiqueta asignada a este mecanismo), los datos no se pierden aleatoriamente, sino que su probabilidad de pérdida depende de la magnitud de otras variables que sí están recogidas en la base de datos. De esta

forma, puede considerarse que, dentro de cada estrato definido por el conjunto de variables que influyen en las pérdidas, éstas sí se comportan de forma aleatoria (de ahí la etiqueta asignada). En esta situación, los datos perdidos afectan a la precisión de los estimadores, así como a su validez interna, aunque ambos problemas pueden solventarse mediante un procedimiento de imputación múltiple.

- 3) Valores perdidos no aleatoriamente (MNAR, por sus siglas en inglés – Missing not at random). La probabilidad de pérdida depende, bien de los valores de terceras variables no recogidas en la base datos, o bien de los valores reales de la propia variable para la que existen datos faltantes. En estas situaciones, los datos perdidos afectan a la precisión de los estimadores, así como a su validez interna, y este último problema no puede solventarse mediante un procedimiento de imputación múltiple.

Los tres mecanismos anteriores pueden superponerse unos a otros, por lo que una parte de los valores perdidos para una variable determinada puede deberse a un mecanismo MCAR, otra parte a uno MAR y otra a uno MNAR.

Una exploración detallada de nuestra base de datos nos reveló dos hechos importantes:

1. Tal y como se verá en la sección de Resultados dedicada a la descripción de nuestra población, el volumen de datos

perdidos para algunas variables era relevante (superior al 25% para alguna de las más importantes, como el uso de casco por parte del ciclista).

2. Teníamos evidencias para sospechar que una parte no desdeñable de los datos perdidos para todas las variables que los presentan se debían a un mecanismo MAR. Dichas evidencias estaban basadas, por una parte, en un razonamiento lógico a partir de asunciones altamente plausibles. Por ejemplo, la exhaustividad con la que el agente de policía recoge información sobre algunas de las características del ciclista (por ejemplo, si llevaba casco en el momento de la colisión) debe estar fuertemente relacionada con la severidad de las lesiones sufridas por el mismo. Por otra parte, a través de la aplicación de modelos de regresión logística para cada variable con datos faltantes (no mostrados en esta Tesis), pudimos constatar en nuestra base de datos la existencia de asociaciones de magnitud relevante y estadísticamente significativas entre la probabilidad de pérdida de cada variable (tomada como variable dependiente del modelo), y las restantes variables del ciclista y el accidente (tomadas como variables independientes).

Las observaciones anteriores nos hicieron ver la conveniencia de aplicar un procedimiento de imputación múltiple a nuestra base de datos, con la convicción de que mediante el mismo podríamos minimizar el impacto de los datos perdidos por un mecanismo MAR sobre la precisión y la validez interna de nuestras estimaciones, aunque asumiendo igualmente que dicho procedimiento no corregiría

completamente el sesgo, pues somos conscientes de que una parte desconocida de nuestros datos faltantes se podrían haber perdido también por un mecanismo MNAR.

El procedimiento de imputación múltiple aplicado en nuestro estudio ha sido el basado en las ecuaciones encadenadas, propuesto por Van Buuren.(van Buuren, 2007) Este método se basa en sustituir cada valor perdido por un valor inferido con base en el resto de los valores observados por cada variable incluida en el modelo, utilizadas por tanto como variables predictoras. De esta manera, un algoritmo va generando valores aleatorios de forma secuencial introduciendo una cadena de dependencias para cada variable hasta que se alcanza cierta convergencia en sus propiedades de distribución. Esta secuencia de imputaciones se repetirá n veces para crear otros tantos ficheros diferentes. En nuestro caso, utilizamos el comando "ICE" del paquete estadístico Stata. Este comando de libre creación se desarrolló para simplificar la imputación de variables categóricas.(Royston, 2005)(Royston, 2009) Desafortunadamente, la aplicación de este procedimiento no permitió obtener valores imputados para una cantidad importante de variables en las que había múltiples categorías con una baja frecuencia (resultados no mostrados), por lo que tuvimos que dicotomizarlas, agrupando diferentes categorías entre sí. Este proceso de dicotomización consideró similitudes teóricas entre las categorías originales, como puede observarse en las tablas antes presentadas, tratando de mantener inalteradas las categorías más importantes. Previa a la imputación, la edad se transformó en su logaritmo para obtener valores siempre positivos, y su antilogaritmo se utilizó posteriormente, antes de transformarla en una variable

categoría. Si bien es usual que cuando se realizan este tipo de procedimientos de imputación múltiple se generen de 3 a 5 ficheros con datos imputados, en nuestro caso generamos 50 ficheros, debido a que la proporción de valores perdidos excedió el 25% para el caso de la variable uso del casco, como se ha sugerido en la literatura.(White, Royston, & Wood, 2011)

En las tablas 5 y 6 se muestran las variables a las que se les aplicó el procedimiento de imputación múltiple y sus categorías finales para cada subperíodo, así como sus datos faltantes. Para el subperíodo 1, los valores que permitían referenciar espacial y temporalmente al AT (zona del accidente, hora, trienio y provincia en la que se registró) y aquellos relacionados con la comisión de alguna infracción se encontraron completos. Para el subperíodo 2 no hubo valores faltantes para las variables tipo de accidente, zona del accidente, lugar del accidente, hora, año ni provincia. La variable relacionada con el consumo de alcohol se excluyó de la imputación múltiple para este subperíodo debido a que no permitía que los modelos convergieran.

Todos los análisis se realizaron separadamente en cada uno de los 50 ficheros obtenidos por medio de la imputación. Finalmente, los estimadores resultantes en el análisis de cada fichero se combinaron aplicando el método de Rubin, a fin de obtener el estimador promedio, para lo que se empleó el comando "MIM" de libre acceso del paquete estadístico STATA.(Royston, Carlin, & White, 2009)

Factores asociados a la letalidad por accidentes de tráfico en España

Tabla 5. Variables del accidente de tráfico y del ciclista con valores faltantes y categorías para su imputación múltiple. Registro Nacional de Víctimas de Accidentes de Tráfico, 1993 a 2013

VARIABLE	N (%) DE DATOS FALTANTES	CATEGORÍAS PARA SU IMPUTACIÓN
TIPO DE ACCIDENTE	447 (0,71)	Colisión Otro
LUGAR DEL ACCIDENTE	536 (0,85)	Intersección Otro
CONDICIONES ATMOSFÉRICAS	13 (0,029)	Buen tiempo Adverso
SUPERFICIE DE LA VÍA	259 (0,41)	Normal Alterada
DEFUNCIÓN	1.365 (2,07)	No Sí
EDAD	4.548 (6,89)	< 10 10 a 14 15 a 19 20 a 24 25 a 29 30 a 34 35 a 39 40 a 44 45 a 49 50 a 54 55 a 59 60 a 64 65 a 69 70 a 74 > 74
SEXO	1.817 (2,75)	Hombre Mujer
USO DE CASCO	17.416 (26,40)	Sí No
NACIONALIDAD	3.585 (5,43)	Española Otra nacionalidad
MOTIVO DEL DESPLAZAMIENTO	11.757 (17,82)	Laboral Otra o
CIRCUNSTANCIAS PSICOFÍSICAS	11.440 (17,34)	Normal Alterado

Tabla 5. Variables del accidente de tráfico y del ciclista con valores faltantes y categorías para su imputación múltiple. Registro Nacional de Víctimas de Accidentes de Tráfico, 1993 a 2013

VARIABLE	N (%) DE DATOS FALTANTES	CATEGORÍAS PARA SU IMPUTACIÓN
TIPO DE ACCIDENTE	447 (0,71)	Colisión Otro
LUGAR DEL ACCIDENTE	536 (0,85)	Intersección Otro
CONDICIONES ATMOSFÉRICAS	13 (0,029)	Buen tiempo Adverso
SUPERFICIE DE LA VÍA	259 (0,41)	Normal Alterada
DEFUNCIÓN	1.365 (2,07)	No Sí
EDAD	4.548 (6,89)	< 10 10 a 14 15 a 19 20 a 24 25 a 29 30 a 34 35 a 39 40 a 44 45 a 49 50 a 54 55 a 59 60 a 64 65 a 69 70 a 74 > 74
SEXO	1.817 (2,75)	Hombre Mujer
USO DE CASCO	17.416 (26,40)	Sí No
NACIONALIDAD	3.585 (5,43)	Española Otra nacionalidad
MOTIVO DEL DESPLAZAMIENTO	11.757 (17,82)	Laboral Otra o
CIRCUNSTANCIAS PSICOFÍSICAS	11.440 (17,34)	Normal Alterado

6.2 Estudio descriptivo

Nuestro estudio utilizó únicamente variables categóricas en ambos subperíodos, tanto para aquellas relacionadas con el AT como para las relacionadas con el ciclista. A pesar de que tuvimos que agrupar distintas categorías de una misma variable para dicotomizar algunas de ellas y poder realizar la imputación múltiple de los datos perdidos, como se explicó anteriormente, obtuvimos la distribución de frecuencias absolutas y relativas para cada categoría de las variables originales (Subperíodo 2) y de las variables construidas para los diferentes análisis, tanto considerando los valores perdidos como excluyéndolos en cada uno de los dos períodos (Subperíodo 1 y 2). El riesgo de fallecer se obtuvo para ambos subperíodos estratificando en función de cada una de las variables.

6.3 Estudio analítico

6.3.1 Planteamiento teórico. Consideraciones previas.

a) Niveles de agregación de las unidades de estudio: España se encuentra dividida en 50 provincias, las cuales difieren en múltiples características, como la densidad poblacional, la frecuencia del uso de la bicicleta, los tipos de vías de comunicación, el relieve terrestre, las condiciones socioeconómicas y la capacidad de atención de los servicios sanitarios, entre otros factores que pudieran estar relacionados con el riesgo de verse involucrado en un AT y de fallecer a consecuencia del mismo. Estas provincias incluso pueden contar con diferente normativa de tráfico, aunque sin contraponerse a la legislación nacional. Debido a ello, consideramos que la provincia en la que sucedió el AT podría explicar cierta parte del total de la variabilidad de la variable

dependiente (fallecimiento del ciclista debido a un AT). Para probar esta hipótesis, construimos dos modelos diferentes para el Subperíodo 1 y comparamos las varianzas entre ellos: un modelo clásico, uninivel, en el que la unidad experimental era el ciclista, y otro modelo multinivel con dos niveles, en el que además del ciclista se consideraba a la provincia como nivel de agregación jerárquico. En nuestro estudio observamos diferencias significativas al comparar las varianzas entre el modelo uninivel y el multinivel ($p < 0.001$ para la prueba de razón de verosimilitud), por lo que confirmamos nuestra hipótesis de que existen diferencias interprovinciales que inciden sobre el riesgo de que un ciclista fallezca tras un AT. Asumimos resultados similares para el Subperíodo 2, pues no consideramos plausible considerar que las características interprovinciales se hubieran modificado entre ambos períodos de estudio.

b) Interpretación de las asociaciones. En principio, el carácter observacional de nuestro estudio nos hace asumir que todas las asociaciones que estimemos entre las variables de exposición (características del ciclista y del ambiente) y el desenlace (la muerte del ciclista), serán el resultado de una mezcla de caminos causales y no causales.

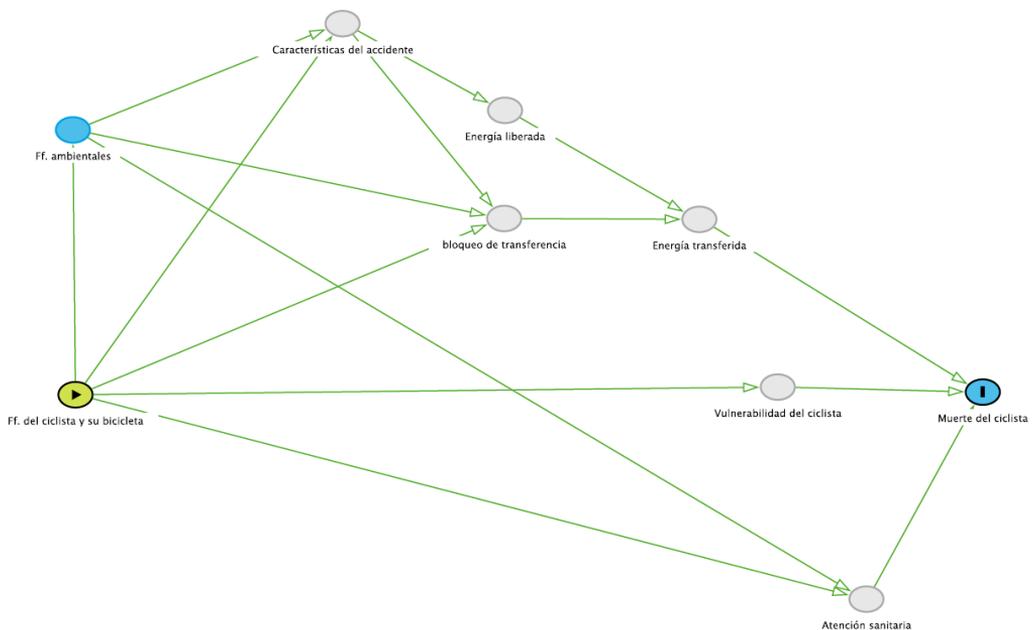
La figura 18 muestra el Gráfico Acíclico Dirigido (DAG, por sus siglas en inglés), en el que se representan las asociaciones que podrían plantearse a priori entre las características del ciclista (tomadas como variables de exposición), y la muerte de este tras sufrir un AT (el desenlace de nuestro estudio). El DAG nos indica que este último depende de tres factores:

- El tipo y la cantidad de energía que, como resultado del accidente, se transfiere al ciclista. Este factor depende de la cantidad de energía liberada en el accidente y del efecto de factores que bloqueen en mayor o menor medida la transferencia de energía al ciclista. A su vez, la liberación y el bloqueo de la transferencia de energía dependen de las características del accidente.

- La vulnerabilidad del ciclista al impacto de la energía transferida.

- La atención sanitaria al ciclista lesionado.

Figura 18. Gráfico Acíclico Dirigido que ilustra las asociaciones entre las variables del ciclista y su riesgo de muerte tras un accidente de tráfico



Ninguno de los factores citados anteriormente se ha medido, y por ello aparecen como círculos de color gris en el DAG, representados

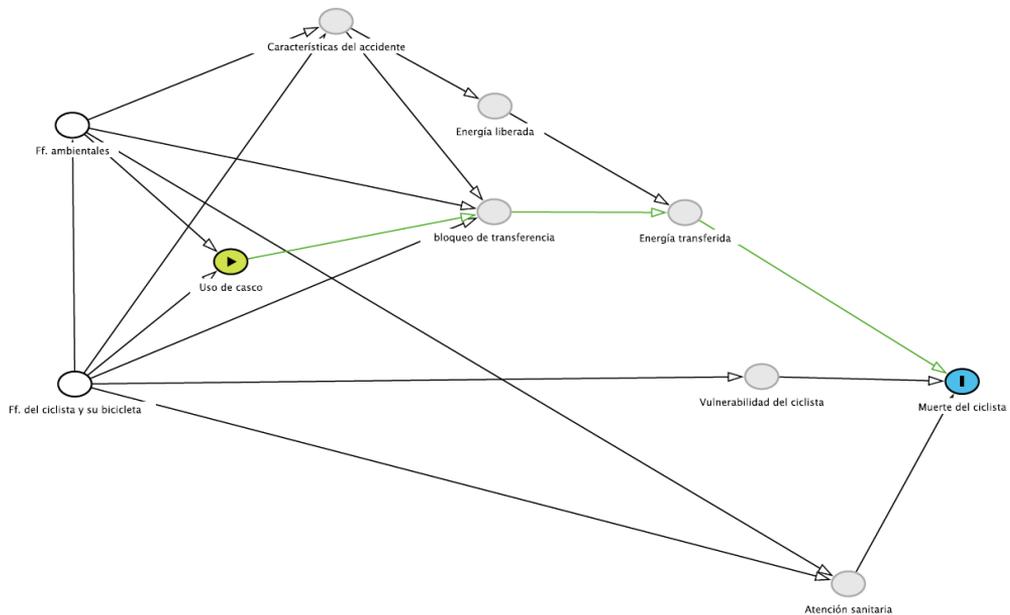
en el gráfico de arriba a abajo en función del orden cronológico en el que actúan causalmente sobre el riesgo de muerte. En principio, las características del ciclista pueden influir causalmente (flechas de color verde) sobre el riesgo de muerte a través de los tres factores antes citados. Por ejemplo, la edad del ciclista puede influir sobre la cantidad de energía transferida bien porque actúe sobre las características del accidente (los jóvenes suelen circular a mayor velocidad, y por ello en los accidentes en los que se implican se suele liberar más energía), o bien por su efecto sobre los mecanismos de bloqueo (los ancianos usan menos el casco que los jóvenes). La edad también puede influir en la vulnerabilidad del ciclista al efecto de la energía (los ancianos son más frágiles que los jóvenes), e incluso en la atención sanitaria recibida (puede plantearse que los niños y los adolescentes sean evacuados al hospital antes que los adultos). Pero, además, las características del ciclista influyen en las circunstancias ambientales bajo las que ocurre el accidente (circunstancias que, a su vez, influyen en las características del accidente, en los mecanismos de bloqueo y en la atención sanitaria), pues son los ciclistas los que deciden cuándo y por dónde circular. Por ejemplo, los ciclistas jóvenes suelen circular de noche con más frecuencia que los de edad avanzada, y sabemos que cuando se circula de noche se suele hacer a mayor velocidad, se usa menos el casco y es más frecuente que se demore la asistencia sanitaria. Las circunstancias ambientales sí se han medido en nuestro estudio y por ello aparecen representadas como un círculo azul.

El color verde de todas las flechas del DAG que parten de las características del ciclista indica que todas las asociaciones entre ellas y el riesgo de morir tras sufrir un AT son causales. No obstante, si, como

parece lógico, quisiéramos identificar cómo influyen específicamente las características del ciclista sobre su riesgo de muerte en accidentes de similares características (por ejemplo, los que ocurren a la misma velocidad) y que se den bajo las mismas circunstancias ambientales, deberíamos condicionar las asociaciones por ambos grupos de variables. Este ha sido el motivo de incluir en los modelos multivariantes a las circunstancias ambientales bajo las que ocurre el AT. Sin embargo, la mayoría de las características de este último (incluyendo la velocidad a la que se produce), son desconocidas. En consecuencia, nuestras estimaciones de asociación entre las características del ciclista y el riesgo de muerte reflejan una mezcla de caminos causales que no pueden individualizarse.

c) El efecto causal del uso de casco. Planteamiento teórico. De todas las variables del ciclista potencialmente asociadas al riesgo de defunción, el uso de casco es la que, a priori, y como ya se ha comentado en las secciones de introducción, hipótesis y objetivos, suscita nuestro mayor interés a la hora de estimar la magnitud de su asociación causal promedio con el desenlace (el riesgo de muerte posterior al AT). Ello es debido a la controversia aún vigente sobre la existencia o no de esta asociación causal, así como a la condición del uso de casco como variable de exposición modificable, con las evidentes implicaciones prácticas que la constatación de una asociación causal promedio de suficiente magnitud podría comportar. El DAG de la figura 19 representa el modelo causal teórico que, encajado en el DAG general de la figura 18, relaciona el uso de casco con el riesgo de muerte.

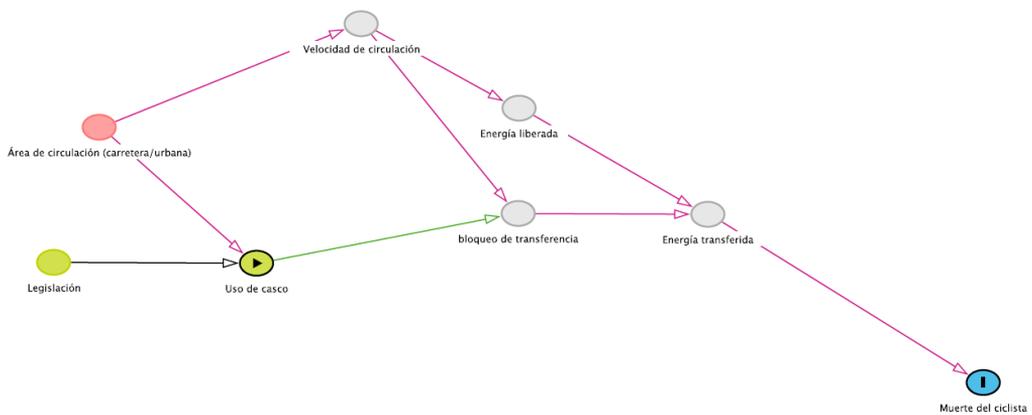
Figura 19. Gráfico Acíclico Dirigido que ilustra la asociación causal entre el uso de casco y las variables del ciclista y su riesgo de muerte tras un accidente de tráfico



Como puede comprobarse, la hipótesis causal es que el casco afecta al riesgo de muerte actuando como mecanismo de bloqueo de la transferencia de energía (flechas verdes). El DAG también nos muestra que, si se condiciona la asociación entre uso de casco y riesgo de muerte por todas las variables ambientales y del ciclista que pueden influir en su uso, quedan bloqueados todos los caminos no causales que unen al uso de casco con la defunción (flechas negras en el DAG). Este es el sustrato teórico que justifica la pertinencia de aplicar técnicas de análisis causal para cuantificar la asociación entre uso de casco y muerte. Por lo demás, el DAG de la figura anterior se puede particularizar para ilustrar cómo es imprescindible condicionar la asociación entre uso de casco y riesgo de muerte por la principal

variable ambiental a tener en cuenta como factor de confusión de dicha asociación: el área en la que ocurre el accidente. Esta particularización se representa en el DAG de la figura 20:

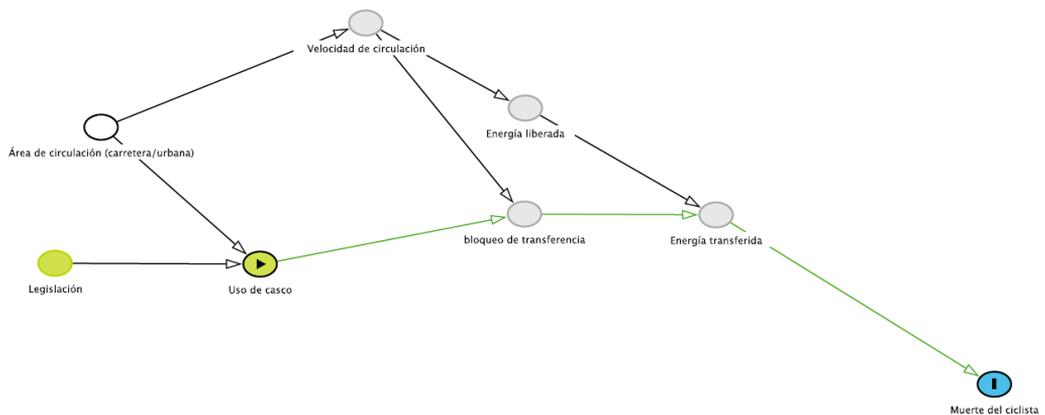
Figura 20. Particularización del Gráfico Acíclico Dirigido de la Figura 19 para ilustrar la confusión que introduce el área en la que ocurre el accidente en la estimación causal del efecto del casco sobre el riesgo de muerte.



Ya se ha comentado previamente que la legislación española obliga al uso del casco en adultos solamente en zonas interurbanas, siendo voluntario para ellos en zona urbana. Por lo tanto, como se observa en la figura 20, el área en la que ocurre el AT (carretera/urbana) está fuertemente asociada con el uso del casco. Por otra parte, el área del accidente también se asocia causalmente con la muerte del ciclista, puesto que las bicicletas (y los otros vehículos involucrados, en su caso) circulan más rápido en las zonas interurbanas, lo que a su vez produciría una mayor liberación y transferencia de energía en caso de accidente, como hemos comentado previamente, y por tanto una mayor susceptibilidad para la presentación de lesiones y su desenlace fatal.

Este efecto confusor se representa en el DAG en las flechas de color rojo. Cuando se condiciona por el área (Figura 21) se observa cómo se bloquea el camino no causal (flechas negras) y la asociación estimada entre uso de casco y muerte solo depende del camino causal (flechas verdes).

Figura 21. Particularización del Gráfico Acíclico Dirigido de la figura 19 para ilustrar cómo, al condicionar por el área la asociación entre el uso de casco y la muerte, se obtiene una estimación insesgada del efecto causal



d) El efecto causal del uso de casco. Modelos causales. Una vez establecida la posibilidad teórica de estimar el efecto causal del casco sobre el riesgo de muerte, nos planteamos la pertinencia de aplicar para ello técnicas de análisis causal basadas en el modelo de causalidad contrafáctico. Con dichas técnicas se pretende simular un diseño experimental puro a partir de un estudio observacional, tratando de lograr mediante el análisis causal el equilibrio en la distribución de los valores de las variables confusoras que en los diseños experimentales se alcanza mediante la asignación aleatoria de la exposición. No obstante,

incluso con este abordaje, las estimaciones obtenidas podrían seguir estando confundidas por todos aquellos confusores no medidos, así como por la confusión residual derivada de posibles errores en la medición de los confusores incluidos en los modelos o de una mala especificación de estos últimos.

A nuestro juicio, la hipótesis planteada y los datos en los que se basa su verificación cumplen, aunque sea de forma aproximada, las cuatro condiciones requeridas a priori para la aplicación de las técnicas de análisis causal a los estudios observaciones de cohortes:

1. Supuesto de no interferencia entre las unidades bajo estudio (SUTVA, por sus siglas en inglés): la exposición de una unidad experimental (uso del casco) solo le afecta a ella misma. Es decir, el uso de casco por parte de una persona solo afectará a su propio riesgo de muerte, y no al de otras unidades de estudio.
2. Supuesto de consistencia: el tratamiento (el uso de casco), es el mismo en todas las unidades de estudio.
3. Supuesto de intercambiabilidad: la probabilidad de estar expuesto al tratamiento no depende de variables que, afectando causalmente al desenlace, no se hayan medido. Por ello, en cada estrato del conjunto de variables medidas que afecten de forma independiente a la probabilidad de aparición del desenlace y a la probabilidad de tratamiento, las unidades tratadas y no tratadas (ciclistas que usan el casco y ciclistas que no lo usan), son intercambiables: la probabilidad

de que en dicho estrato el ciclista use el casco dependería únicamente del azar. La validez de este supuesto se basa en el DAG de la Figura XX.

4. Supuesto de positividad: en todos los estratos definidos por la combinación de variables medidas que influyen en la probabilidad de ser tratado, dicha probabilidad es mayor que 0 y menor que 1. En nuestro caso, la probabilidad de llevar casco es mayor que 0 y menor que 1 sea cual sea el subgrupo de ciclistas definido por el conjunto de factores que influyen en la probabilidad de llevar casco.

Del conjunto de técnicas de análisis causal que pueden aplicarse, en el presente estudio se emplearon dos: el Emparejamiento por puntaje de propensión (PSM, por sus siglas en inglés) y la Ponderación por el inverso de la probabilidad (IPW, por sus siglas en inglés). Ambas pretenden equiparar el efecto que tendría la asignación aleatoria de participantes en un estudio con diseño experimental, pero a partir de un diseño observacional, como es nuestro caso. El PSM se basa en emparejar expuestos y no expuestos en función de que tengan una probabilidad (puntuación de propensión) semejante de estar expuestos. El IPW permite obtener una pseudopoblación de unidades de estudio mediante la ponderación del desenlace en cada unidad realmente observada por el inverso de la probabilidad de haber recibido cada nivel de exposición.

6.3.2 *Estimaciones de asociaciones*

De acuerdo con los objetivos del estudio, aplicamos modelos de regresión univariante y multivariantes para estimar la magnitud de las asociaciones entre las variables del AT y del ciclista su el riesgo de defunción a consecuencia del accidente en el que se ha visto implicado. La secuencia de análisis ha sido la siguiente:

a) Para el Subperíodo 1 (cohorte de 1993 a 2013).

a.1) Obtención de estimaciones de asociación crudas. Puesto que la defunción fue un desenlace infrecuente en nuestra cohorte de ciclistas (2.4%), tras la imputación múltiple de los valores perdidos construimos un modelo de regresión de Poisson de efectos fijos para cada una de las variables de las características del AT y del ciclista (variables independientes), tomando como variable dependiente la defunción del ciclista en las primeras 24 horas tras el accidente. Mediante este procedimiento obtuvimos, para cada categoría de cada variable independiente, su correspondiente estimación de fuerza de asociación cruda con la frecuencia del desenlace, en términos de Razones de Densidad de Incidencia crudas (RDIc), junto con su correspondiente intervalo de confianza al 95% (IC95%). Puesto que asumimos que el tiempo de seguimiento es fijo para todos los miembros de la cohorte (24 horas), los valores de RDI son interpretables como Riesgos Relativos.

a.2) Obtención de estimaciones de asociación ajustadas. De acuerdo con las consideraciones expuestas en el apartado 6.3.1, aplicamos modelos multivariantes de regresión de Poisson multinivel, considerando la provincia como variable de efectos aleatorios. La variable dependiente, al igual que en el caso anterior, fue la defunción

del ciclista en las primeras 24 horas tras el accidente. De acuerdo con el planteamiento teórico representado en el DAG de la Figura X, se plantearon dos modelos multivariantes:

- En primer lugar, se diseñó un modelo incluyendo únicamente todas las características del ciclista. De esta forma obtenemos estimaciones de asociación globales para todas ellas.

- En segundo lugar, se añadieron al modelo todas las variables del AT, a fin de aproximarnos a la estimación del efecto de los factores dependientes del ciclista sobre su riesgo de muerte en accidentes de iguales características. Como ya se comentó, este ajuste es incompleto, al no disponer de suficiente información sobre las características del accidente. No obstante, con este modelo sí obtenemos una estimación del efecto de los factores ambientales sobre el riesgo de muerte de ciclistas de características similares.

En ambos modelos se obtuvieron, para cada categoría de cada variable independiente, su correspondiente razón de densidad de incidencia ajustada (RDI_a).

b) Para el subperíodo 2 (cohorte de 2014 a 2017)

Este subperíodo se ha empleado específicamente para cuantificar la magnitud de la asociación causal entre el uso de casco y el riesgo de muerte del ciclista en los primeros 30 días tras el accidente. El análisis se ha realizado en la siguiente secuencia:

- b.1) Obtención de estimadores clásicos de asociación. En primer lugar, se aplicó la misma estrategia de análisis que la descrita en el

apartado 6.3.2.a para el subperíodo 1, con la consiguiente obtención de RDlc y RDla para cuantificar la asociación del uso de casco con el riesgo de defunción en los primeros 30 días tras el accidente.

b.2) Valoración del efecto de la zona en la que ocurre el accidente como variable de confusión y/o de modificación del efecto del uso de casco sobre el riesgo de muerte.

Para ello se aplicaron dos estrategias sucesivas:

- Excluir, del modelo ajustado en el paso anterior, la variable “zona del accidente”, y valorar la diferencia entre la estimación de la asociación del uso del casco con el riesgo de muerte así resultante con la obtenida en los modelos descritos en el punto b.1.

- Incluir, en los modelos univariantes y multivariante, un término de interacción entre las variables “uso de casco” y “zona del accidente”, valorando la significación estadística del mismo y estimando, a partir de él, la magnitud de la asociación del uso de casco con el riesgo de muerte del ciclista separadamente en carretera y en zona urbana.

b.3) Aplicación de los métodos PSM e IPW. Tras la construcción de los modelos causales con cada uno de los métodos PSM e IPW, obtuvimos el valor del efecto promedio del uso del casco (variable de exposición) sobre el riesgo de fallecer, con su intervalo de confianza al 95%. Esta medida de impacto, conocida en epidemiología como la Reducción Absoluta del Riesgo (RAR), se obtiene tras restar la Incidencia Acumulada (IA_e) del desenlace en el grupo expuesto (ciclistas que usan el casco), a la Incidencia Acumulada (IA_o) del desenlace en el grupo de los no expuestos (ciclistas que no usan el casco):

$$RAR = IA_o - IA_e$$

La estimación así obtenida podrá interpretarse como la reducción del riesgo de morir en un ciclista tras un accidente de tráfico debido a haber utilizado el casco. Para clarificar la interpretación de la cifra obtenida, construimos el Número Necesario a Tratar (NNT), que permite identificar desde el punto de vista teórico cuantos ciclistas implicados en un AT deberían haber llevado el casco en el momento del accidente para que uno de ellos no hubiera fallecido gracias a ello. La fórmula para obtenerlo sería:

$$NNT = 1/RAR$$

Los análisis mencionados se realizaron con los comandos “TEFFECTS PSMATCH” y “TEFFECTS IPW” del paquete estadístico STATA, utilizando un modelo uninivel basado en el ciclista, debido a que dichos comandos no permiten su ejecución con modelos multinivel

Todos los análisis, incluyendo aquellos para los que no se ha especificado un comando específico, fueron realizados con el software estadístico STATA versión 14.(StataCorp, 2015)

VI. RESULTADOS

Para dar respuesta a los objetivos establecidos, los datos del Registro Nacional de Víctimas de Accidentes de Tráfico (RENAVIAT) se desglegaron en dos subperíodos, tal y como se mencionó en la sección anterior. Por lo tanto, los resultados obtenidos se presentarán por separado para cada uno de ellos, manteniendo el orden de presentación de los objetivos específicos.

1. Resultados para la cohorte de ciclistas accidentados entre 1993 y 2013 (Subperíodo 1; Objetivos 2.1a, 2.2 y 2.3)

1.1 Estudio descriptivo (Objetivo 2.1a)

La cohorte integrada por la información correspondiente a los años de 1993 a 2013 incluyó 63.077 AT en los que se vieron involucrados 65.977 ciclistas, de los cuales fallecieron 1.643 en las primeras 24 horas, sin que se pudiera comprobar el desenlace en 1.365 de ellos (2,5%).

En la Tabla 7 se presenta la distribución de las características de los AT antes mencionados, mostrando tanto las frecuencias absolutas como las frecuencias relativas para cada categoría una vez que se excluyeron los valores perdidos.

Una vez que se excluyeron los valores perdidos, observamos que el tipo de accidente más frecuente fue la colisión (70,0%). Las condiciones atmosféricas reportadas como “buen tiempo” (94,0%) tuvieron la mayor frecuencia, al igual que la superficie de la vía no alterada o normal (92,6%).

Con respecto al riesgo de muerte del ciclista en función de las características del AT, éste fue mayor en carretera que en cualquiera de las otras categorías (5,5%, frente 3,7% en travesía y 0,6% en zona urbana); fue menor en las intersecciones que fuera de ellas (1,7% vs 3,1%), y mayor en las horas de madrugada, especialmente entre las 3 y las 5.59 horas (11,2%). Con respecto a la evolución temporal, se observa una disminución progresiva del riesgo de fallecer, que ha ido desde un máximo de 3,9% para el período comprendido entre 1999 y 2001, hasta el 0,9% para el período más reciente (2011 – 2013). Las provincias de Zamora, Orense y Toledo fueron las que mostraron un mayor riesgo de fallecer, por encima del 8% (10,7%; 9,3% y 8,1% respectivamente).

Factores asociados a la letalidad por a

Tabla 7. Características de los accidentes de tráfico con víctimas y riesgo de fallecer de los ciclistas a 2013

VARIABLE	CATEGORÍA	N.	% TOTAL	N.	% VÁLIDO	N. DEFUNCIÓN
TOTAL		63.077	100			1.64
TIPO DE ACCIDENTE	Colisión	43.812	69,46	43.812	69,95	1.23
	Otro	18.818	29,83	18.818	30,05	407
	Desconocido	447	0,71	-	-	0
ZONA DEL ACCIDENTE	Carretera	21.596	34,24	21.596	34,24	1.30
	Zona urbana	39.193	62,14	39.193	62,14	252
	Travesía	2.288	3,63	2.288	3,63	88
LUGAR DEL ACCIDENTE	Intersección	27.661	43,85	27.661	44,23	482
	Otro	34.880	55,30	34.880	55,77	1.16
	Desconocido	536	0,85	-	-	0
CONDICIONES ATMOSFÉRICAS	Buen tiempo	59.251	93,93	59.251	93,95	1.53
	Adverso	3.813	6,04	3.813	6,05	110
	Desconocido	13	0,02	-	-	0
SUPERFICIE DE LA VÍA	Normal	58.167	92,22	58.167	92,60	1.54
	Alterada	4.651	7,37	4.651	7,40	99
	Desconocido	259	0,41	-	-	0
HORA	0:00 – 2:59	959	1,52	959	1,52	42
	3:00 – 5:59	398	0,63	398	0,63	45
	6:00 – 8:59	3.436	5,45	3.436	5,45	146
	9:00 – 11:59	11.557	18,32	11.557	18,32	359
	12:00 – 14:59	14.989	23,76	14.989	23,76	336
	15:00 – 17:59	10.814	17,14	10.814	17,14	230
	18:00 – 20:59	15.078	23,90	15.078	23,90	334
	21:00 – 23:59	5.846	9,27	5.846	9,27	151

Daniel Molina Soberanes
Programa de Doctorado en Medicina Clínica y Salud Pública

Tabla 7. Continuación

VARIABLE	CATEGORÍA	N.	% TOTAL	N.	% VÁLIDO	N. DEFUNC S
TRIENIO	2011 - 2013	15.340	24,32	15.340	24,32	153
	2008 - 2010	9.957	15,79	9.957	15,79	149
	2005 - 2007	7.489	11,87	7.489	11,87	210
	2002 - 2004	6.970	11,05	6.970	11,05	227
	1999 - 2001	6.392	10,13	6.392	10,13	261
	1996 - 1998	7.878	12,49	7.878	12,49	280
	1993 - 1995	9.051	14,35	9.051	14,35	363
PROVINCIA	ALAVA	1.413	2,24	1.413	2,24	19
	ALBACETE	549	0,87	549	0,87	19
	ALICANTE	1.771	2,81	1.771	2,81	72
	ALMERÍA	628	1,00	628	1,00	40
	ÁVILA	281	0,45	281	0,45	2
	BADAJOS	480	0,76	480	0,76	23
	BALEARES	2.606	4,13	2.606	4,13	100
	BARCELONA	12.578	19,94	12.578	19,94	135
	BURGOS	896	1,42	896	1,42	29
	CÁCERES	145	0,23	145	0,23	8
	CÁDIZ	1.338	2,12	1.338	2,12	23
	CASTELLÓN	976	1,55	976	1,55	32
	CIUDAD REAL	721	1,14	721	1,14	27
	CÓRDOBA	783	1,24	783	1,24	21
	CORUÑA, LA	802	1,27	802	1,27	27
	CUENCA	156	0,25	156	0,25	13
	GIRONA	1.853	2,94	1.853	2,94	42
	GRANADA	854	1,35	854	1,35	30
	GUADALAJARA	156	0,25	156	0,25	6

Tabla 7. Continuación

VARIABLE	CATEGORÍA	N.	% TOTAL	N.	% VÁLIDO	N. DEFUNC S
	GUIPÚZCOA	2.352	3,73	2.352	3,73	26
	HUELVA	319	0,51	319	0,51	10
	HUESCA	359	0,57	359	0,57	16
	JAEN	288	0,46	288	0,46	10
	LEÓN	1.033	1,64	1.033	1,64	53
	LLEIDA	600	0,95	600	0,95	22
	LA RIOJA	514	0,81	514	0,81	25
	LUGO	292	0,46	292	0,46	17
	MADRID	6.479	10,27	6.479	10,27	75
	MÁLAGA	1.203	1,91	1.203	1,91	29
	MURCIA	1.000	1,59	1.000	1,59	75
	NAVARRA	373	0,59	373	0,59	31
	ORENSE	225	0,36	225	0,36	21
	ASTURIAS	1.902	3,02	1.902	3,02	34
	PALENCIA	427	0,68	427	0,68	16
	PALMAS, LAS	577	0,91	577	0,91	26
	PONTEVEDRA	773	1,23	773	1,23	25
	SALAMANCA	453	0,72	453	0,72	14
	SANTA CRUZ	615	0,97	615	0,97	19
	CANTABRIA	878	1,39	878	1,39	27
	SEGOVIA	188	0,30	188	0,30	9
	SEVILLA	2.092	3,32	2.092	3,32	53
	SORIA	86	0,14	86	0,14	6
	TARRAGONA	1.512	2,40	1.512	2,40	68
	TERUEL	98	0,16	98	0,16	7
	TOLEDO	461	0,73	461	0,73	39
	VALENCIA	4.803	7,61	4.803	7,61	106

Daniel Molina Soberanes
Programa de Doctorado en Medicina Clínica y Salud Pública

Tabla 7. Continuación

VARIABLE	CATEGORÍA	N.	% TOTAL	N.	% VÁLIDO	N. DEFUNC S
	VALLADOLID	647	1,03	647	1,03	26
	VIZCAYA	1.867	2,96	1.867	2,96	27
	ZAMORA	196	0,31	196	0,31	22
	ZARAGOZA	1.479	2,34	1.479	2,34	41

* Incidencia acumulada

La tabla 8 muestra la distribución de las características de los ciclistas que participaron en un AT, mostrando tanto las frecuencias absolutas como las frecuencias relativas para cada categoría una vez que se excluyeron los valores perdidos.

La proporción de datos faltantes fue elevada para las variables uso de casco (26,4%), motivo de desplazamiento (17,8%) y circunstancias psicofísicas (17,3%). Restringiendo el estudio a los ciclistas sin datos faltantes para cada variable, destacan los siguientes hechos: con respecto a la distribución por edades, el mayor porcentaje se observa en el grupo de 15 a 19 años (14,8%), a partir de esta edad los porcentajes de ciclistas van disminuyendo conforme aumenta la edad. La mayor proporción de ciclistas accidentados eran varones (87,1%), no usaban casco (64,6%), y solo el 8,3% eran extranjeros. El motivo más frecuente para desplazarse era no laboral (87,5%) y únicamente el 1,7% circulaba en circunstancias psicofísicas anormales. Mas de la mitad no había cometido ninguna infracción (52,5%). Al margen de la categoría "otras infracciones", la infracción más frecuentemente reportada fue la conducción distraída (10,4%).

El 2,5% de los ciclistas fallecieron a consecuencia del accidente. Al estratificar este valor en función de las características del ciclista, se observó el menor riesgo de muerte en el grupo de 20 a 24 años (1,2%), para ir progresivamente en aumento en los sucesivos grupos etarios, hasta alcanzar el valor más elevado en los mayores de 74 años (10,8%). Existió un mayor riesgo de fallecer entre los varones (2,7%), los no usuarios de casco (3,6%), los extranjeros (4,3%), los que circulaban por motivos no laborales (3,0%), y los que circulaban bajo circunstancias psicofísicas anormales (4,8%). Las infracciones que mostraron un mayor

Daniel Molina Soberanes
Programa de Doctorado en Medicina Clínica y Salud Pública

riesgo de fallecer fueron “Circular fuera de pista” (9,2%), “Girar incorrectamente” (7,6%) y “No cumplir la señal de stop” (7,4%).

Factores asociados a la letalidad por a

Tabla 8. Características y riesgo de fallecer de los ciclistas que participaron en un accidente de trá

VARIABLE	CATEGORÍA	N.	% TOTAL	N.	% VÁ
	<i>Total</i>	<i>65.977</i>	<i>100</i>		
DEFUNCIÓN	No	62.969	95,44	62.969	97,4
	Sí	1.643	2,49	1.643	2,5
	Desconocido	1.365	2,07	-	-
EDAD	< 10	1.596	2,42	1.596	2,4
	10 a 14	6.073	9,20	6.073	9,2
	15 a 19	9.065	13,74	9.065	14,0
	20 a 24	6.130	9,29	6.130	9,3
	25 a 29	5.963	9,04	5.963	9,1
	30 a 34	5.797	8,79	5.797	8,8
	35 a 39	5.244	7,95	5.244	7,9
	40 a 44	4.632	7,02	4.632	7,0
	45 a 49	4.119	6,24	4.119	6,2
	50 a 54	3.357	5,09	3.357	5,1
	55 a 59	2.555	3,87	2.555	3,9
	60 a 64	2.256	3,42	2.256	3,4
	65 a 69	1.804	2,73	1.804	2,7
	70 a 74	1.361	2,06	1.361	2,0
> 74	1.477	2,24	1.477	2,2	
	Desconocido	4.548	6,89	-	-
SEXO	Hombre	55.901	84,73	55.901	87,4
	Mujer	8.259	12,52	8.259	12,5
	Desconocido	1.817	2,75	-	-
USO DE CASCO	Sí	17.183	26,04	17.183	35,1
	No	31.378	47,56	31.378	64,4
	Desconocido	17.416	26,40	-	-
NACIONALIDAD	Española	57.208	86,71	57.208	91,4
	Otra nacionalidad	5.184	7,86	5.184	8,0
	Desconocido	3.585	5,43	-	-

Daniel Molina Soberanes
Programa de Doctorado en Medicina Clínica y Salud Pública

Tabla 8. Continuación

VARIABLE	CATEGORÍA	N.	% TOTAL	N.	% VÁ
MOTIVO DEL DESPLAZAMIENTO	Laboral	6.770	10,26	6.770	12,
	Otro	47.450	71,92	47.450	87,
	Desconocido	11.757	17,82	-	-
CIRCUNSTANCIAS PSICOFÍSICAS	Normal	53.622	81,27	53.622	98,
	Alterado	915	1,39	915	1,6
	Desconocido	11.440	17,34	-	-
INFRACCIÓN	Ninguna	34.607	52,45	34.607	52,
	Conducción distraída	6.851	10,38	6.851	10,
	Incorrecta utilización del alumbrado	296	0,45	296	0,4
	Circular en sentido prohibido	1.335	2,02	1.335	2,0
	Invadir el sentido contrario	1.200	1,82	1.200	1,8
	Girar incorrectamente	1.879	2,85	1.879	2,8
	Adelantar antirreglamentariamente	489	0,74	489	0,7
	No mantener intervalo de seguridad	676	1,02	676	1,0
	No respetar la norma de prioridad	1.595	2,42	1.595	2,4
	No cumplir indicaciones de semáforo	1.558	2,36	1.558	2,3
	No cumplir la señal de "stop"	1.639	2,48	1.639	2,4
	No cumplir la señal de "ceda el paso"	937	1,42	937	1,4
	No cumplir otra señal de tráfico	214	0,32	214	0,3
	No indicar o indicar mal una maniobra	157	0,24	157	0,2
	Entrar sin precaución en la circulación	1.112	1,69	1.112	1,6
	Parado en lugar prohibido o peligroso	22	0,03	22	0,0
	Ciclista en posición paralela	213	0,32	213	0,3
Ciclista circulando fuera de pista	914	1,39	914	1,3	
Otra infracción	10.283	15,59	10.283	15,	

* Incidencia acumulada

1.2 Estudio analítico (Objetivos 2.2 y 2.3)

La tabla 9 muestra el sentido y la magnitud de la asociación entre las características de los AT y el riesgo de que algún ciclista falleciera en las primeras 24 horas, tanto con una estimación cruda (RDlc), como ajustada por el resto de las variables del modelo (RDla), con sus correspondientes intervalos de confianza al 95%. Como se mencionó en la sección de Metodología, se muestran valores obtenidos mediante una regresión de Poisson en un modelo multinivel (individuo y provincia del AT) tras la imputación múltiple de los valores perdidos.

A pesar de que los accidentes distintos a las colisiones mostraron una estimación que sugiere un menor riesgo de fallecer, esta asociación no alcanzó significación estadística (RDla= 0,89; IC95% 0,78 – 1,00; p= 0,056). Con respecto a los accidentes que ocurren en carretera, la letalidad es menor para aquellos que se dan en travesías (RDla= 0,61; IC95% 0,48 – 0,76; p <0,001), y mucho menor para los que ocurren en zona urbana (RDla= 0,18; IC95% 0,16 – 0,21; p <0,001), sin que se aprecien mayores diferencias entre las estimaciones crudas y ajustadas. Por otra parte, el riesgo de muerte del ciclista es superior cuando el accidente no ocurre en una intersección que cuando si lo hace (RDla= 1,65; IC95% 1,46 – 1,87; p <0,001). Las condiciones atmosféricas adversas mostraron un mayor riesgo, especialmente en el análisis ajustado (RDlc= 1,25; IC95% 1,03 – 1,51; p= 0,027; RDla= 1,36; IC95% 1,07 – 1,72; p <0,001), si bien la superficie alterada de la vía se asoció con un menor riesgo de fallecer tanto en el análisis crudo como en el ajustado (RDlc=0,85; IC95% 0,69 – 1,04; p= 0,122; RDla=0,75; IC95% 0,59 – 0,96; p= 0,022), aunque solo alcanzó significación estadística en este último. Con respecto a las variables temporales, se observaron diferencias importantes en el

riesgo de muerte en función de la hora a la que ocurre el accidente. Tomando como referencia la franja horaria comprendida entre las 0 y las 2h, el período inmediatamente posterior (entre las 3 y las 5h) es el que se asocia con un mayor riesgo de muerte del ciclista (RDlc= 2,47, IC95% 1,62 – 3,76, $p < 0,001$; RDla= 1,58, IC95% 1,03 – 2,41, $p = 0,036$). A partir de esta franja, el riesgo va disminuyendo hasta alcanzar los valores más bajos entre las 12 y las 14h (RDla= 0,40; IC95% 0,29 – 0,56; $p < 0,001$). Finalmente, en el análisis crudo se aprecia una clara tendencia descendente de los valores de la RDlc a lo largo del tiempo, pasando de un valor de RDlc= 3,65 (IC95% 3,01 – 4,41; $p < 0,001$) en el trienio 1993 – 1995, al valor de referencia (1), en el 2011 – 2013. Esta tendencia también se aprecia en el análisis ajustado, aunque de forma más atenuada (RDla= 2,67; IC95% 2,17 – 3,28; $p < 0,001$ en la categoría 1993 –1995).

Tabla 9. Razones de Densidades de Incidencia para la asociación entre las variables dependientes y el riesgo de que el ciclista involucrado fallezca en las primeras 24 horas. España, 1993 - 2013

VARIABLE	CATEGORÍA	ESTIMACIONES CRUDAS				ESTIMACION	RD1a*
		RD1c*	IC95%		p	VARIABLE	
TIPO DE ACCIDENTE	Colisión	1	-	-	-	-	1
	Otro	0,82	0,73	-	0,92	0,001	0,89
ZONA DEL ACCIDENTE	Carretera	1	-	-	-	-	1
	Zona urbana	0,13	0,11	-	0,14	<0,001	0,18
	Travesía	0,61	0,49	-	0,77	<0,001	0,61
LUGAR DEL ACCIDENTE	Intersección	1	-	-	-	-	1
	Otro	1,81	1,63	-	2,02	<0,001	1,65
CONDICIONES ATMOSFÉRICAS	Buen tiempo	1	-	-	-	-	1
	Adverso	1,25	1,03	-	1,51	0,027	1,36
SUPERFICIE DE LA VÍA	Normal	1	-	-	-	-	1
	Alterada	0,85	0,69	-	1,04	0,122	0,75
HORA	0:00 – 2:59	1	-	-	-	-	1
	3:00 – 5:59	2,47	1,62	-	3,76	<0,001	1,58
	6:00 – 8:59	0,88	0,62	-	1,24	0,455	0,78
	9:00 – 11:59	0,60	0,44	-	0,83	0,002	0,46
	12:00 – 14:59	0,45	0,33	-	0,62	<0,001	0,40
	15:00 – 17:59	0,43	0,31	-	0,60	<0,001	0,45
	18:00 – 20:59	0,44	0,32	-	0,61	<0,001	0,49
	21:00 – 23:59	0,53	0,38	-	0,75	<0,001	0,61

Daniel Molina Soberanes
 Programa de Doctorado en Medicina Clínica y Salud Pública

Tabla 9. Continuación

VARIABLE	CATEGORÍA	ESTIMACIONES CRUDAS				ESTIMACIONES AJUSTADAS	
		RDic*	IC95%		p	RDia*	
	2011 - 2013	1	-	-	-	1	
	2008 - 2010	1,53	1,22	-	1,91	<0,001	1,34
	2005 - 2007	2,68	2,18	-	3,31	<0,001	2,11
TRienio	2002 - 2004	3,00	2,44	-	3,68	<0,001	2,16
	1999 - 2001	3,60	2,94	-	4,40	<0,001	2,42
	1996 - 1998	3,22	2,64	-	3,93	<0,001	2,30
	1993 - 1995	3,65	3,01	-	4,41	<0,001	2,67

Método: Regresión de Poisson en modelo multinivel tras imputación múltiple

* RDic: Razones de densidades de incidencia crudas

** RDia: Razones de densidades de incidencia ajustadas por todas las variables incluidas en el modelo

La tabla 10 muestra el sentido y la magnitud de la asociación entre las características de los ciclistas y su riesgo de morir en las primeras 24 horas tras participar en el accidente de tráfico, tanto con una estimación cruda (RDlc), ajustada por las variables del ciclista (RDla1) y ajustada conjuntamente por las variables del ciclista y del accidente (RDla2), con sus correspondientes intervalos de confianza al 95%. De la misma manera que para la tabla 9, se muestran valores obtenidos mediante una regresión de Poisson en un modelo multinivel (individuo y provincia del AT) tras la imputación múltiple de los valores perdidos.

Las estimaciones ajustadas, ya fuese por las variables del ciclista como por todas las variables incluidas en nuestro modelo, arrojaron valores más cercanos al nulo que aquellas provenientes de los modelos crudos para el sexo, la nacionalidad, el motivo del desplazamiento y las circunstancias psicofísicas. En el caso del motivo del desplazamiento incluso se perdió la significación estadística observada previamente para el riesgo de fallecer de la categoría “otro” respecto de los ciclistas utilitarios o laborales, puesto que su intervalo de confianza al 95% incluyó al valor nulo (RDlc= 1,34; IC95% 1,12 – 1,61, p= 0,001; RDla1= 1,30; IC95% 1,08 – 1,56, p= 0,005; RDla2= 1,12; IC95% 0,93 – 1,34, p= 0,249). A continuación, enunciaremos los resultados más relevantes refiriéndonos a las estimaciones ajustadas por todas las variables incluidas en el modelo (RDla2). Se observó un mayor riesgo de fallecer a partir de la cuarta década de la vida respecto de aquellos ciclistas con una edad de 25 a 29 años, con su máximo valor en aquellos con más de 74 años (RDla2= 4,61; IC95% 3,49 – 6,08; p <0,001). Las mujeres mostraron un menor riesgo de fallecer que los hombres (RDla2= 0,82; IC95% 0,68 –

0,99; $p = 0,047$). Los ciclistas que no llevaban casco se asociaron con un mayor riesgo de fallecer que los que sí lo usaban ($RD_{Ia2} = 1,43$; IC95% 1,25 – 1,64; $p < 0,001$). De la misma forma, los ciclistas cuya nacionalidad era distinta a la española presentaron un mayor riesgo que los que sí eran españoles ($RD_{Ia2} = 1,39$; IC95% 1,18 – 1,62; $p < 0,001$). Solamente dos infracciones sugirieron un menor riesgo de fallecer que no haber cometido ninguna infracción al momento del AT: “Conducción distraída” ($RD_{Ia2} = 0,73$; IC95% 0,58 – 0,90; $p = 0,004$) y “No mantener intervalo de seguridad” ($RD_{Ia2} = 0,45$; IC95% 0,20 – 1,01; $p = 0,052$). Las 16 categorías restantes mostraban un mayor riesgo, aunque de ellas solamente 11 eran estadísticamente significativas con un valor p menor a 0,05.

Factores asociados a la letalidad por a

Tabla 10. Razones de Densidades de Incidencia para la asociación entre las variables dependientes del ciclista y el riesgo de fallecer por accidente de tráfico. España, 1993 - 2013.

VARIABLE	CATEGORÍA	ESTIMACIONES CRUDAS				ESTIMACIONES AJUSTADAS POR LAS VARIABLES DEL CICLISTA					
		RDic*	IC95%		p	RDla1**	IC95%		p		
EDAD	< 10	0,89	0,57	-	1,41	0,629	0,69	0,44	-	1,09	0,110
	10 a 14	1,07	0,79	-	1,43	0,667	0,85	0,63	-	1,14	0,270
	15 a 19	1,09	0,83	-	1,44	0,530	0,98	0,74	-	1,30	0,910
	20 a 24	0,89	0,64	-	1,22	0,470	0,87	0,63	-	1,21	0,410
	25 a 29	1	-	-	-	-	1	-	-	-	-
	30 a 34	1,20	0,89	-	1,63	0,235	1,26	0,93	-	1,71	0,140
	35 a 39	1,73	1,30	-	2,30	<0,001	1,88	1,42	-	2,51	<0,001
	40 a 44	1,65	1,23	-	2,21	0,001	1,79	1,33	-	2,41	<0,001
	45 a 49	1,82	1,36	-	2,45	<0,001	2,08	1,54	-	2,79	<0,001
	50 a 54	2,09	1,55	-	2,82	<0,001	2,37	1,75	-	3,19	<0,001
	55 a 59	3,13	2,34	-	4,18	<0,001	3,36	2,51	-	4,50	<0,001
	60 a 64	4,02	3,03	-	5,31	<0,001	4,18	3,15	-	5,54	<0,001
	65 a 69	5,74	4,40	-	7,49	<0,001	5,49	4,19	-	7,18	<0,001
70 a 74	4,90	3,52	-	6,81	<0,001	4,25	3,04	-	5,94	<0,001	
> 74	5,97	4,56	-	7,81	<0,001	5,07	3,85	-	6,66	<0,001	
SEXO	Hombre	1	-	-	-	-	1	-	-	-	-
	Mujer	0,54	0,45	-	0,65	<0,001	0,62	0,51	-	0,75	<0,001
USO DE CASCO	Sí	1	-	-	-	-	1	-	-	-	-
	No	1,40	1,25	-	1,57	<0,001	1,48	1,30	-	1,67	<0,001
NACIONALIDAD	Española	1	-	-	-	-	1	-	-	-	-
	Otra nacionalidad	1,59	1,36	-	1,84	<0,001	1,51	1,30	-	1,77	<0,001
MOTIVO DEL DESPLAZAMIENTO	Laboral	1	-	-	-	-	1	-	-	-	-
Otro	1,34	1,12	-	1,61	0,001	1,30	1,08	-	1,56	0,001	
CIRCUNSTANCIAS PSICOFÍSICAS	Normal	1	-	-	-	-	1	-	-	-	-
	Alterado	2,60	1,98	-	3,43	<0,001	1,86	1,42	-	2,45	<0,001
INFRACCIÓN	Ninguna	1	-	-	-	-	1	-	-	-	-
	Conducción distraída	0,78	0,63	-	0,96	0,019	0,81	0,66	-	1,00	0,050
	Incorrecta utilización del alumbrado	2,95	1,87	-	4,66	<0,001	2,95	1,86	-	4,67	<0,001
	Circular en sentido prohibido	0,87	0,58	-	1,33	0,527	1,05	0,69	-	1,59	0,830
	Invadir el sentido contrario	2,48	1,92	-	3,21	<0,001	3,22	2,48	-	4,17	<0,001
	Girar incorrectamente	3,11	2,58	-	3,75	<0,001	2,33	1,92	-	2,83	<0,001
	Adelantar antirreglamentariamente	1,70	1,04	-	2,80	0,036	2,13	1,30	-	3,51	0,001

Daniel Molina Soberanes
Programa de Doctorado en Medicina Clínica y Salud Pública

Tabla 10. Continuación

VARIABLE	CATEGORÍA	ESTIMACIONES CRUDAS			ESTIMACIONES AJUSTADAS POR LAS VARIABLES DEL CICLISTA		
		RDic*	IC95%	p	RDia1**	IC95%	p
	No mantener intervalo de seguridad	0,48	0,22 - 1,08	0,075	0,55	0,25 - 1,24	0,14
	No respetar la norma de prioridad	1,99	1,56 - 2,54	<0,001	2,05	1,60 - 2,63	<0,001
	No cumplir indicaciones de semáforo	0,60	0,36 - 0,98	0,043	0,71	0,43 - 1,18	0,18
	No cumplir la señal de "stop"	3,11	2,55 - 3,80	<0,001	2,70	2,20 - 3,31	<0,001
	No cumplir la señal de "ceda el paso"	0,89	0,56 - 1,43	0,639	1,04	0,65 - 1,67	0,87
	No cumplir otra señal de tráfico	1,73	0,82 - 3,65	0,151	2,17	1,02 - 4,58	0,04
	No indicar o indicar mal una maniobra	1,84	0,82 - 4,12	0,137	1,37	0,61 - 3,08	0,44
	Entrar sin precaución en la circulación	1,55	1,10 - 2,17	0,012	1,84	1,30 - 2,59	0,00
	Parado en lugar prohibido o peligroso	2,32	0,33 - 16,54	0,400	2,69	0,38 - 19,21	0,32
	Ciclista en posición paralela	2,62	1,44 - 4,77	0,002	3,32	1,82 - 6,05	<0,001
	Ciclista circulando fuera de pista	4,66	3,70 - 5,86	<0,001	4,42	3,50 - 5,58	<0,001
	Otra infracción	1,82	1,58 - 2,10	<0,001	1,94	1,68 - 2,24	<0,001

Método: Regresión de Poisson en modelo multinivel tras imputación múltiple

* RDic: Razones de densidades de incidencia crudas

** RDia1: Razones de densidades de incidencia ajustadas por las variables del ciclista

*** RDia2: Razones de densidades de incidencia ajustadas por las variables del ciclista

2. Resultados para la cohorte de ciclistas accidentados entre 2014 y 2017 (Subperíodo 2; Objetivos 2.1b, 2.4 y 2.5)

2.1 Estudio descriptivo

Entre 2014 y 2017 se incluyeron en el registro 22.790 AT con víctimas, que implicaron a 24.605 ciclistas, de los cuales fallecieron 239 (1%) en los primeros 30 días, sin que se pudiera comprobar el desenlace en 103 ciclistas.

En la Tabla 11 se muestra la distribución de los AT en función de sus características y el riesgo de que algún ciclista involucrado fallezca durante los primeros 30 días. Se presentan las frecuencias absolutas y relativas para cada categoría original, una vez que se excluyeron los valores perdidos, y se estratifica por la zona en donde ocurrió el AT. La tabla 12 se construye de forma similar, aunque lo hace a partir de las categorías fusionadas para el procedimiento de imputación múltiple y para los estudios analíticos. La distribución de los ciclistas en función de sus características y su riesgo de fallecer durante los primeros 30 días tras el AT se recogen en las tablas 13 y 14, considerando tanto las categorías originales directamente proporcionadas por la DGT (tabla 13) como las construidas con las categorías fusionadas (Tabla 14).

En general, el riesgo de fallecer fue menor en zona urbana (0,4%) que en carretera-travesía (2,2%). Esta situación se mantuvo para todas las variables, tanto las relacionadas con el AT como con las características de los ciclistas, una vez que se construyeron las categorías utilizadas para los análisis. Las únicas excepciones fueron algunas que agrupaban a los valores perdidos y las provincias de

Castellón, Guadalajara, La Rioja, Cantabria y Soria, en las cuales el riesgo fue mayor para zona urbana.

Las colisiones frontolaterales con un vehículo de motor (n=7.438; 32,6%) fueron el tipo de AT más frecuente, seguido de las caídas (n= 3.669; 16,1%) y de las colisiones laterales (n= 2.597; 11,4%). Al dicotomizar el tipo de accidente, observamos que el total de colisiones fue del 56,8% (n=12.960) del total de los AT. Esta proporción ha disminuido respecto del subperíodo 1, en el que las colisiones representaban al 69,5% de los AT, una vez que se excluían los datos faltantes. Al estratificar por la zona se observa que las caídas pasan de contribuir con el 14,1% de los AT en zona urbana, hasta un 20,6% para carretera y travesía. Que el AT se haya presentado en una intersección mantuvo su proporción para el Subperíodo 1 (44,2%) y para el Subperíodo 2 (42,2%).

En cuanto a su ubicación temporal, existió una diferencia sustantiva tanto para la proporción de los AT que ocurrieron en horario nocturno (21.00 a 5:59 hrs) en función de la zona (urbana= 11,7%; carretera-travesía= 3,6%), como para sus frecuencias (1.931 víctimas en zona urbana, 8 defunciones; 269 víctimas en carretera, 12 defunciones). Además, se observa un mayor número de AT registrados en la base de datos conforme más reciente sea el año reportado, de 3.470 AT ocurridos en 2014 a 7.836 en 2017, pero con riesgo de fallecer que ha ido en decremento, desde 1,5% en 2014 hasta 0,9% en 2017. Sin embargo, el número de defunciones ha pasado de 43 en 2015, a 66 en 2016 y hasta las 76 para el 2017.

Las características de los ciclistas mostraron diferentes proporciones para las categorías en función de la zona del AT. Una vez

que se excluyeron los datos faltantes, el uso del casco se registró en el 43,1% de los ciclistas en zona urbana y en el 88,2% en carretera-travesía; los menores de 16 años correspondieron al 7,6% de los ciclistas en zona urbana, pero solamente el 2,1% en carretera-travesía, mientras que los de 65 años y mayores mostraron el patrón inverso, siendo el 6,4% en zona urbana pero el 11,9% en carretera-travesía; las mujeres integraron el 20,1% del total de ciclistas en zona urbana, mientras que solamente el 8,2% en carretera-travesía; los extranjeros variaron del 1,9% en zona urbana al 6,4% en carretera-travesía; el motivo de desplazamiento distinto al laboral fue del 86,0% en zona urbana y del 96,8% en carretera, pero sus valores perdidos eran del 64,8% y del 24,3% respectivamente; y el porcentaje de pruebas negativas de alcohol respecto del total de ciclistas fue del 2,6% en zona urbana y del 22,9% en carretera-travesía, con porcentajes de positividad de 0,4% tanto para zona urbana como para carretera-travesía. El 29,2% del total de los ciclistas del Subperíodo 2 había cometido una infracción al momento del AT contra el 47,6% del Subperíodo 1, aunque en el Subperíodo 2 se presentó hasta el 43,7% de valores perdidos, contra ningún valor perdido para el Subperíodo 1.

Daniel Molina Soberanes
Programa de Doctorado en Medicina Clínica y Salud Pública

Tabla 11. Características de los accidentes de tráfico con víctimas y riesgo de fallecer de los ciclistas implicados. Categorías utilizadas por la Dirección General de Tráfico que se presentó el accidente. España, 2014 - 2017

VARIABLES	CATEGORÍAS	TODOS LOS ACCIDENTES										ZONA URBANA				
		N.	% TOTAL	N. VÁLIDO	% VÁLIDO	DEFUNC*	VÍCTIMAS	IA** (%)	N.	%	N. VÁLIDO	% VÁLIDO	DEFUNC*	VÍCTIMAS	IA** (%)	N.
	Total	22.790	100			239	24.605	0,97	15.738	100			65	16.574	0,39	7.052
TIPO DE ACCIDENTE	Colisión frontal	861	3,78	861	3,78	19	1.081	1,76	581	3,69	581	3,69	3	751	0,40	280
	Colisión frontolateral	7.438	32,64	7.438	32,64	65	7.766	0,84	5.796	36,83	5.796	36,83	28	6.040	0,46	1.642
	Colisión lateral	2.597	11,40	2.597	11,40	7	2.848	0,25	1.673	10,63	1.673	10,63	2	1.790	0,11	924
	Alcance	1.999	8,77	1.999	8,77	51	2.316	2,20	1.212	7,70	1.212	7,70	10	1.303	0,77	787
	Colisión múltiple	65	0,29	65	0,29	1	132	0,76	37	0,24	37	0,24	0	46	0,00	28
	Choque contra obstáculo	752	3,30	752	3,30	7	801	0,87	472	3,00	472	3,00	3	488	0,61	280
	Atropello a persona	2.401	10,54	2.401	10,54	26	2.476	1,05	2.140	13,60	2.140	13,60	3	2.188	0,14	261
	Atropello a animal	88	0,39	88	0,39	1	98	1,02	35	0,22	35	0,22	1	35	2,86	53
	Caída	3.669	16,10	3.669	16,10	26	3.914	0,66	2.217	14,09	2.217	14,09	8	2.285	0,35	1.452
	Vuelco	1.079	4,73	1.079	4,73	10	1.171	0,85	510	3,24	510	3,24	1	531	0,19	569
LUGAR DEL ACCIDENTE	Despeñamiento	49	0,22	49	0,22	5	50	10,00	4	0,03	4	0,03	2	4	50,00	45
	Sólo salida de la vía	124	0,54	124	0,54	0	124	0,00	48	0,30	48	0,30	0	48	0,00	76
	Otro	1.668	7,32	1.668	7,32	21	1.828	1,15	1.013	6,44	1.013	6,44	4	1.065	0,38	655
CONDICIONES ATMOSFÉRICAS	En intersección o nudo	9.621	42,22	9.621	42,22	67	10.075	0,67	6.959	44,22	6.959	44,22	25	7.225	0,35	2.662
	Fuera de intersección	13.169	57,78	13.169	57,78	172	14.530	1,18	8.779	55,78	8.779	55,78	40	9.349	0,43	4.390
SUPERFICIE DE LA VÍA	Despejado	18.485	81,11	18.485	92,59	202	20.061	1,01	12.043	76,52	12.043	92,75	49	12.707	0,39	6.442
	Nublado	884	3,88	884	4,43	21	944	2,22	505	3,21	505	3,89	6	523	1,15	379
	Lluvia débil	511	2,24	511	2,56	6	534	1,12	380	2,41	380	2,93	1	392	0,26	131
	Lluvia fuerte	80	0,35	80	0,40	1	87	1,15	51	0,32	51	0,39	0	54	0,00	29
	Granizando	3	0,01	3	0,02	0	3	0,00	3	0,02	3	0,02	0	3	0,00	0
	Nevando	2	0,01	2	0,01	0	77	0,00	2	0,01	2	0,02	0	2	0,00	0
	Desconocido	2.825	12,40	-	-	9	2.899	0,31	2.754	17,50	-	-	9	2.893	0,31	71
SUPERFICIE DE LA VÍA	Seco y limpio	19.709	86,48	19.709	91,42	219	21.306	1,03	13.402	85,16	13.402	92,27	55	14.102	0,39	6.307
	Con barro o gravilla suelta	368	1,61	368	1,71	3	397	0,76	154	0,98	154	1,06	2	164	1,22	214
	Mojado	1.072	4,70	1.072	4,97	10	1.134	0,88	758	4,82	758	5,22	3	788	0,38	314
	Muy encharcado	13	0,06	13	0,06	0	16	0,00	8	0,05	8	0,06	0	10	0,00	5
	Con hielo	15	0,07	15	0,07	0	15	0,00	9	0,06	9	0,06	0	9	0,00	6
	Con nieve	2	0,01	2	0,01	0	2	0,00	2	0,01	2	0,01	0	2	0,00	0
	Con aceite	49	0,22	49	0,23	0	53	0,00	32	0,20	32	0,22	0	34	0,00	17
	Otra	331	1,45	331	1,54	4	366	1,09	159	1,01	159	1,09	2	171	1,17	172
	Desconocido	1.231	5,40	-	-	3	1.316	0,23	1.214	7,71	-	-	3	1.294	0,23	17

Factores asociados a la letalidad por a

Tabla II. Continuación

VARIABLES	CATEGORÍAS	TODOS LOS ACCIDENTES							ZONA URBANA							
		N.	% TOTAL	N. VÁLIDO	% VÁLIDO	DEFUNC*	VÍCTIMAS	IA** (%)	N.	%	N. VÁLIDO	% VÁLIDO	DEFUNC*	VÍCTIMAS	IA** (%)	N.
HORA	0:00 – 2:59	322	1,41	322	1,41	2	343	0,58	281	1,79	281	1,79	1	299	0,33	41
	3:00 – 5:59	148	0,65	148	0,65	9	152	5,92	123	0,78	123	0,78	3	126	2,38	25
	6:00 – 8:59	1.818	7,98	1.818	7,98	25	1.959	1,28	1.321	8,39	1.321	8,39	6	1.384	0,43	497
	9:00 – 11:59	5.318	23,33	5.318	23,33	72	5.938	1,21	2.902	18,44	2.902	18,44	15	3.054	0,49	2.416
	12:00 – 14:59	5.317	23,33	5.317	23,33	51	5.765	0,88	3.490	22,18	3.490	22,18	14	3.670	0,38	1.827
	15:00 – 17:59	3.605	15,82	3.605	15,82	27	3.812	0,71	2.681	17,04	2.681	17,04	9	2.820	0,32	924
	18:00 – 20:59	4.638	20,35	4.638	20,35	44	4.931	0,89	3.505	22,27	3.505	22,27	13	3.715	0,35	1.133
21:00 – 23:59	1.624	7,13	1.624	7,13	9	1.705	0,53	1.435	9,12	1.435	9,12	4	1.506	0,27	189	
AÑO	2014	3.470	15,23	3.470	15,23	54	3.735	1,45	2.190	13,92	2.190	13,92	12	2.291	0,52	1.280
	2015	3.972	17,43	3.972	17,43	43	4.307	1,00	2.600	16,52	2.600	16,52	5	2.741	0,18	1.372
	2016	7.512	32,96	7.512	32,96	66	8.091	0,82	5.419	34,43	5.419	34,43	23	5.714	0,40	2.093
	2017	7.836	34,38	7.836	34,38	76	8.472	0,90	5.529	35,13	5.529	35,13	25	5.828	0,43	2.307
PROVINCIA	ALAVA	664	2,91	664	2,91	3	715	0,42	623	3,96	623	3,96	2	668	0,30	41
	ALBACETE	239	1,05	239	1,05	5	254	1,97	198	1,26	198	1,26	0	205	0,00	41
	ALICANTE	1.015	4,45	1.015	4,45	15	1.092	1,37	458	2,91	458	2,91	4	475	0,84	557
	ALMERÍA	258	1,13	258	1,13	8	275	2,91	84	0,53	84	0,53	1	87	1,15	174
	ÁVILA	132	0,58	132	0,58	0	147	0,00	50	0,32	50	0,32	0	53	0,00	82
	BADAJOS	185	0,81	185	0,81	3	191	1,57	146	0,93	146	0,93	1	150	0,67	39
	BALEARES	1.264	5,55	1.264	5,55	13	1.394	0,93	844	5,36	844	5,36	1	903	0,11	420
	BARCELONA	3.095	13,58	3.095	13,58	19	3.351	0,57	2.484	15,78	2.484	15,78	6	2.666	0,23	611
	BURGOS	433	1,90	433	1,90	7	479	1,46	370	2,35	370	2,35	1	399	0,25	63
	CÁCERES	70	0,31	70	0,31	1	76	1,32	35	0,22	35	0,22	0	36	0,00	35
	CÁDIZ	588	2,58	588	2,58	2	617	0,32	500	3,18	500	3,18	0	517	0,00	88
	CASTELLÓN	365	1,60	365	1,60	10	419	2,39	173	1,10	173	1,10	5	183	2,73	192
	CIUDAD REAL	150	0,66	150	0,66	5	166	3,01	96	0,61	96	0,61	0	100	0,00	54
	CÓRDOBA	335	1,47	335	1,47	2	361	0,55	226	1,44	226	1,44	1	235	0,43	109
	CORUÑA, LA	232	1,02	232	1,02	3	243	1,23	107	0,68	107	0,68	0	111	0,00	125
	CUENCA	37	0,16	37	0,16	2	46	4,35	18	0,11	18	0,11	0	19	0,00	19
	GIRONA	558	2,45	558	2,45	2	601	0,33	336	2,13	336	2,13	1	360	0,28	222
	GRANADA	384	1,68	384	1,68	5	398	1,26	217	1,38	217	1,38	0	222	0,00	167
	GUADALAJARA	53	0,23	53	0,23	2	59	3,39	19	0,12	19	0,12	1	20	5,00	34
	GUIPÚZCOA	391	1,72	391	1,72	0	436	0,00	205	1,30	205	1,30	0	227	0,00	186
	HUELVA	124	0,54	124	0,54	6	129	4,65	57	0,36	57	0,36	2	57	3,51	67
	HUESCA	150	0,66	150	0,66	5	160	3,13	85	0,54	85	0,54	2	88	2,27	65
	JAEN	119	0,52	119	0,52	2	131	1,53	70	0,44	70	0,44	0	77	0,00	49
	LEÓN	212	0,93	212	0,93	5	224	2,23	121	0,77	121	0,77	1	123	0,81	91
	LLEIDA	193	0,85	193	0,85	5	212	2,36	100	0,64	100	0,64	1	105	0,95	93
	LA RIOJA	326	1,43	326	1,43	1	342	0,29	226	1,44	226	1,44	1	232	0,43	100
	LUGO	48	0,21	48	0,21	0	51	0,00	15	0,10	15	0,10	0	15	0,00	33
MADRID	2.669	11,71	2.669	11,71	14	2.831	0,49	2.197	13,96	2.197	13,96	7	2.280	0,31	472	
MÁLAGA	412	1,81	412	1,81	4	441	0,91	261	1,66	261	1,66	2	270	0,74	151	
MURCIA	626	2,75	626	2,75	7	673	1,04	539	3,42	539	3,42	4	566	0,71	87	

Daniel Molina Soberanes
Programa de Doctorado en Medicina Clínica y Salud Pública

Tabla 11. Continuación

VARIABLES	CATEGORÍAS	TODOS LOS ACCIDENTES							ZONA URBANA							
		N.	% TOTAL	N. VÁLIDO	% VÁLIDO	DEFUNC* VÍCTIMAS	IA** (%)	N.	%	N. VÁLIDO	% VÁLIDO	DEFUNC* VÍCTIMAS	IA** (%)	N.		
	NAVARRA	264	1,16	264	3,54	7	290	2,41	179	1,14	179	3,67	1	188	0,53	85
	ORENSE	45	0,20	45	0,60	0	48	0,00	21	0,13	21	0,43	0	21	0,00	24
	ASTURIAS	861	3,78	861	11,54	3	922	0,33	459	2,92	459	9,41	0	477	0,00	402
	PALENCIA	77	0,34	77	1,03	0	84	0,00	57	0,36	57	1,17	0	58	0,00	20
	PALMAS, LAS	356	1,56	356	4,77	5	373	1,34	185	1,18	185	3,79	1	193	0,52	171
	PONTEVEDRA	319	1,40	319	4,27	3	374	0,80	125	0,79	125	2,56	0	128	0,00	194
	SALAMANCA	159	0,70	159	2,13	0	170	0,00	109	0,69	109	2,23	0	112	0,00	50
	SANTA CRUZ	336	1,47	336	4,50	6	355	1,69	160	1,02	160	3,28	1	163	0,61	176
	CANTABRIA	229	1,00	229	3,07	4	255	1,57	34	0,22	34	0,70	1	35	2,86	195
	SEGOVIA	48	0,21	48	0,64	2	49	4,08	18	0,11	18	0,37	0	18	0,00	30
	SEVILLA	1.487	6,52	1.487	19,92	8	1.578	0,51	1.344	8,54	1.344	27,55	5	1.412	0,35	143
	SORIA	16	0,07	16	0,21	1	17	5,88	5	0,03	5	0,10	1	5	20,00	11
	TARRAGONA	277	1,22	277	3,71	8	294	2,72	135	0,86	135	2,77	1	140	0,71	142
	TERUEL	39	0,17	39	0,52	1	42	2,38	10	0,06	10	0,21	0	10	0,00	29
	TOLEDO	106	0,47	106	1,42	5	113	4,42	52	0,33	52	1,07	1	53	1,89	54
	VALENCIA	1.740	7,63	1.740	23,32	15	1.933	0,78	1.240	7,88	1.240	25,42	6	1.327	0,45	500
	VALLADOLID	214	0,94	214	2,87	5	225	2,22	177	1,12	177	3,63	0	184	0,00	37
	VIZCAYA	355	1,56	355	4,76	1	386	0,26	155	0,98	155	3,18	0	163	0,00	200
	ZAMORA	20	0,09	20	0,27	1	23	4,35	6	0,04	6	0,12	0	6	0,00	14
	ZARAGOZA	515	2,26	515	6,90	8	560	1,43	407	2,59	407	8,34	3	432	0,69	108

* DEFUNC: Número de defunciones

** IA: Incidencia acumulada

Factores asociados a la letalidad por a

Tabla 12. Características de los accidentes de tráfico con víctimas y riesgo de fallecer de los ciclistas implicados. Estratificación por la zona en que se pro

VARIABLES	CATEGORÍAS	TODOS LOS ACCIDENTES							ZONA URBANA									
		N	% TOTAL	N VÁLIDO	% VÁLIDO	DEFUNC*	VÍCTIMAS	IA** (%)	N	%	N VÁLIDO	% VÁLIDO	DEFUNC*	VÍCTIMAS	IA** (%)	N		
	<i>Total</i>	22.790	100				239	24.605	0,97	15.738	100				65	16.574	0,39	7.052
TIPO DE ACCIDENTE	Colisión	12.960	56,87	12.960	56,87	143	14.143	1,01	9.299	59,09	9.299	59,09	43	9.930	0,43	3.661		3.391
	Otro	9.830	43,13	9.830	43,13	96	10.462	0,92	6.439	40,91	6.439	40,91	22	6.644	0,33	3.391		
LUGAR DEL ACCIDENTE	Intersección	9.621	42,22	9.621	42,22	67	10.075	0,67	6.959	44,22	6.959	44,22	25	7.225	0,35	2.662		
	Otros	13.169	57,78	13.169	57,78	172	14.530	1,18	8.779	55,78	8.779	55,78	40	9.349	0,43	4.390		
CONDICIONES ATMOSFÉRICAS	Buen tiempo	18.485	81,11	18.485	92,59	202	20.061	1,01	12.043	76,52	12.043	92,75	49	12.707	0,39	6.442		
	Adverso	1.480	6,49	1.480	7,41	28	1.570	1,78	941	5,98	941	7,25	7	974	0,72	539		
	Desconocido	2.825	12,40	-	-	9	2.974	0,30	2.754	17,50	-	-	9	2.893	0,31	71		
SUPERFICIE DE LA VÍA	Normal	19.709	86,48	19.709	91,42	219	21.306	1,03	13.402	85,16	13.402	92,27	55	14.102	0,39	6.307		
	Alterada	1.850	8,12	1.850	8,58	17	1.983	0,86	1.122	7,13	1.122	7,73	7	1.178	0,59	728		
	Desconocido	1.231	5,40	-	-	3	1.316	0,23	1.214	7,71	-	-	3	1.294	0,23	17		
HORA	0:00 – 2:59	322	1,41	322	1,41	2	343	0,58	281	1,79	281	1,79	1	299	0,33	41		
	3:00 – 5:59	148	0,65	148	0,65	9	152	5,92	123	0,78	123	0,78	3	126	2,38	25		
	6:00 – 8:59	1.818	7,98	1.818	7,98	25	1.959	1,28	1.321	8,39	1.321	8,39	6	1.384	0,43	497		
	9:00 – 11:59	5.318	23,33	5.318	23,33	72	5.938	1,21	2.902	18,44	2.902	18,44	15	3.054	0,49	2.416		
	12:00 – 14:59	5.317	23,33	5.317	23,33	51	5.765	0,88	3.490	22,18	3.490	22,18	14	3.670	0,38	1.827		
	15:00 – 17:59	3.605	15,82	3.605	15,82	27	3.812	0,71	2.681	17,04	2.681	17,04	9	2.820	0,32	924		
	18:00 – 20:59	4.638	20,35	4.638	20,35	44	4.931	0,89	3.505	22,27	3.505	22,27	13	3.715	0,35	1.133		
	21:00 – 23:59	1.624	7,13	1.624	7,13	9	1.705	0,53	1.435	9,12	1.435	9,12	4	1.506	0,27	189		
AÑO	2014	3.470	15,23	3.470	15,23	54	3.735	1,45	2.190	13,92	2.190	13,92	12	2.291	0,52	1.280		
	2015	3.972	17,43	3.972	17,43	43	4.307	1,00	2.600	16,52	2.600	16,52	5	2.741	0,18	1.372		
	2016	7.512	32,96	7.512	32,96	66	8.091	0,82	5.419	34,43	5.419	34,43	23	5.714	0,40	2.093		
	2017	7.836	34,38	7.836	34,38	76	8.472	0,90	5.529	35,13	5.529	35,13	25	5.828	0,43	2.307		
	PROVINCIA	ALAVA	664	2,91	664	2,91	3	715	0,42	623	3,96	623	3,96	2	668	0,30	41	
ALBACETE	239	1,05	239	1,05	5	254	1,97	198	1,26	198	1,26	0	205	0,00	41			
ALICANTE	1.015	4,45	1.015	4,45	15	1.092	1,37	458	2,91	458	2,91	4	475	0,84	557			
ALMERÍA	258	1,13	258	1,13	8	275	2,91	84	0,53	84	0,53	1	87	1,15	174			
ÁVILA	132	0,58	132	0,58	0	147	0,00	50	0,32	50	0,32	0	53	0,00	82			
BADAJOS	185	0,81	185	0,81	3	191	1,57	146	0,93	146	0,93	1	150	0,67	39			
BALEARES	1.264	5,55	1.264	5,55	13	1.394	0,93	844	5,36	844	5,36	1	903	0,11	420			
BARCELONA	3.095	13,58	3.095	13,58	19	3.351	0,57	2.484	15,78	2.484	15,78	6	2.666	0,23	611			
BURGOS	433	1,90	433	1,90	7	479	1,46	370	2,35	370	2,35	1	399	0,25	63			
CÁDIZ	70	0,31	70	0,31	1	76	1,32	35	0,22	35	0,22	0	36	0,00	35			
CÁDIZ	588	2,58	588	2,58	2	617	0,32	500	3,18	500	3,18	0	517	0,00	88			
CASTELLÓN	365	1,60	365	1,60	10	419	2,39	173	1,10	173	1,10	5	183	2,73	192			
CIUDAD REAL	160	0,66	160	0,66	5	166	3,01	96	0,61	96	0,61	0	100	0,00	54			
CÓRDOBA	335	1,47	335	1,47	2	361	0,55	226	1,44	226	1,44	1	235	0,43	109			
CORUÑA, LA	232	1,02	232	1,02	3	243	1,23	107	0,68	107	0,68	0	111	0,00	125			
CUENCA	37	0,16	37	0,16	2	46	4,35	18	0,11	18	0,11	0	19	0,00	19			
GIJÓN	558	2,45	558	2,45	2	601	0,33	336	2,13	336	2,13	1	360	0,28	222			
GRANADA	384	1,68	384	1,68	5	398	1,26	217	1,38	217	1,38	0	222	0,00	167			

Daniel Molina Soberanes
Programa de Doctorado en Medicina Clínica y Salud Pública

Tabla 12. Continuación

VARIABLES	CATEGORÍAS	TODOS LOS ACCIDENTES							ZONA URBANA							N
		N	% TOTAL	N VÁLIDO	% VÁLIDO	DEFUNC* VÍCTIMAS	IA** (%)	N	%	N VÁLIDO	% VÁLIDO	DEFUNC* VÍCTIMAS	IA** (%)			
	GUADALAJARA	53	0,23	53	0,23	2	59	3,39	19	0,12	19	0,12	1	20	5,00	34
	GUIPÚZCOA	391	1,72	391	1,72	0	436	0,00	205	1,30	205	1,30	0	227	0,00	186
	HUELVA	124	0,54	124	0,54	6	129	4,65	57	0,36	57	0,36	2	57	3,51	67
	HUESCA	150	0,66	150	0,66	5	160	3,13	85	0,54	85	0,54	2	88	2,27	65
	JAEN	119	0,52	119	0,52	2	131	1,53	70	0,44	70	0,44	0	77	0,00	49
	LEÓN	212	0,93	212	0,93	5	224	2,23	121	0,77	121	0,77	1	123	0,81	91
	LLEIDA	193	0,85	193	0,85	5	212	2,36	100	0,64	100	0,64	1	105	0,95	93
	LA RIOJA	326	1,43	326	1,43	1	342	0,29	226	1,44	226	1,44	1	232	0,43	100
	LUGO	48	0,21	48	0,21	0	51	0,00	15	0,10	15	0,10	0	15	0,00	33
	MADRID	2.669	11,71	2.669	11,71	14	2.831	0,49	2.197	13,96	2.197	13,96	7	2.280	0,31	472
	MÁLAGA	412	1,81	412	1,81	4	441	0,91	261	1,66	261	1,66	2	270	0,74	151
	MURCIA	626	2,75	626	2,75	7	673	1,04	539	3,42	539	3,42	4	566	0,71	87
	NAVARRA	264	1,16	264	1,16	7	290	2,41	179	1,14	179	1,14	1	188	0,53	85
	ORENSE	45	0,20	45	0,20	0	48	0,00	21	0,13	21	0,13	0	21	0,00	24
	ASTURIAS	861	3,78	861	3,78	3	922	0,33	459	2,92	459	2,92	0	477	0,00	402
	PALENCIA	77	0,34	77	0,34	0	84	0,00	57	0,36	57	0,36	0	58	0,00	20
	PALMAS, LAS	356	1,56	356	1,56	5	373	1,34	185	1,18	185	1,18	1	193	0,52	171
	PONTEVEDRA	319	1,40	319	1,40	3	374	0,80	125	0,79	125	0,79	0	128	0,00	194
	SALAMANCA	159	0,70	159	0,70	0	170	0,00	109	0,69	109	0,69	0	112	0,00	50
	SANTA CRUZ	336	1,47	336	1,47	6	355	1,69	160	1,02	160	1,02	1	163	0,61	176
	CANTABRIA	229	1,00	229	1,00	4	255	1,57	34	0,22	34	0,22	1	35	2,86	195
	SEGOVIA	48	0,21	48	0,21	2	49	4,08	18	0,11	18	0,11	0	18	0,00	30
	SEVILLA	1.487	6,52	1.487	6,52	8	1.578	0,51	1.344	8,54	1.344	8,54	5	1.412	0,35	143
	SORIA	16	0,07	16	0,07	1	17	5,88	5	0,03	5	0,03	1	5	20,00	11
	TARRAGONA	277	1,22	277	1,22	8	294	2,72	135	0,86	135	0,86	1	140	0,71	142
	TERUEL	39	0,17	39	0,17	1	42	2,38	10	0,06	10	0,06	0	10	0,00	29
	TOLEDO	106	0,47	106	0,47	5	113	4,42	52	0,33	52	0,33	1	53	1,89	54
	VALENCIA	1.740	7,63	1.740	7,63	15	1.933	0,78	1.240	7,88	1.240	7,88	6	1.327	0,45	500
	VALLADOLID	214	0,94	214	0,94	5	225	2,22	177	1,12	177	1,12	0	184	0,00	37
	VIZCAYA	355	1,56	355	1,56	1	386	0,26	155	0,98	155	0,98	0	163	0,00	200
	ZAMORA	20	0,09	20	0,09	1	23	4,35	6	0,04	6	0,04	0	6	0,00	14
	ZARAGOZA	515	2,26	515	2,26	8	560	1,43	407	2,59	407	2,59	3	432	0,69	108

* DEFUNC: Número de defunciones

** IA: Incidencia acumulada

Factores asociados a la letalidad por a

Tabla 13. Características y riesgo de fallecer de los ciclistas que participaron en un accidente de tráfico. Categorías utilizadas por la Dirección General

VARIABLES	CATEGORÍAS	TODOS						ZONA URBANA					
		N	% TOTAL	N VÁLIDO	% VÁLIDO	DEFUNC.*	IA** (%)	N	%	N VÁLIDO	% VÁLIDO	DEFUNC.*	IA** (%)
	<i>Total</i>	24.605	100			239	0,97	16.574	100			65	0,39
DEFUNCION	No fallecido	24.263	98,61	24.263	99,02			16.408	99,00	16.408	99,61		
	Fallecido	239	0,97	239	0,98			65	0,39	65	0,39		
	<i>Desconocido</i>	103	0,42	-	-			101	0,61	-	-		
USO DE CASCO	No	6.932	28,17	6.932	62,55	88	1,27	6.068	36,61	6.068	56,86	38	0,63
	Sí	11.070	44,99	11.070	99,88	138	1,25	4.596	27,73	4.596	43,07	20	0,44
	Supuestamente expulsado	13	0,05	13	0,12	1	7,69	7	0,04	7	0,07	0	0,00
	<i>Desconocido</i>	6.590	26,78	-	-	12	0,18	5.903	35,62	-	-	7	0,12
EDAD	< 10	299	1,22	299	1,27	0	0,00	270	1,63	270	1,73	0	0,00
	10 a 14	1.045	4,25	1.045	4,45	6	0,57	909	5,48	909	5,84	4	0,44
	15 a 19	2.453	9,97	2.453	10,44	7	0,29	2.070	12,49	2.070	13,30	1	0,05
	20 a 24	1.895	7,70	1.895	8,07	7	0,37	1.606	9,69	1.606	10,32	5	0,31
	25 a 29	1.928	7,84	1.928	8,21	8	0,41	1.510	9,11	1.510	9,70	0	0,00
	30 a 34	2.183	8,87	2.183	9,29	8	0,37	1.526	9,21	1.526	9,80	1	0,07
	35 a 39	2.608	10,60	2.608	11,10	20	0,77	1.601	9,66	1.601	10,28	3	0,19
	40 a 44	2.467	10,03	2.467	10,50	14	0,57	1.433	8,65	1.433	9,20	2	0,14
	45 a 49	2.187	8,89	2.187	9,31	19	0,87	1.208	7,29	1.208	7,76	7	0,58
	50 a 54	1.872	7,61	1.872	7,97	25	1,34	1.071	6,46	1.071	6,88	6	0,56
	55 a 59	1.494	6,07	1.494	6,36	17	1,14	821	4,95	821	5,27	2	0,24
	60 a 64	1.114	4,53	1.114	4,74	22	1,97	543	3,28	543	3,49	7	1,29
	65 a 69	913	3,71	913	3,89	22	2,41	444	2,68	444	2,85	6	1,35
	70 a 74	523	2,13	523	2,23	25	4,78	253	1,53	253	1,63	4	1,58
> 74	511	2,08	511	2,18	36	7,05	304	1,83	304	1,95	15	4,93	
<i>Desconocido</i>	1.113	4,52	-	-	3	0,27	1.005	6,06	-	-	2	0,20	
SEXO	Hombre	20.321	82,59	20.321	83,81	224	1,10	12.959	78,19	12.959	79,87	61	0,47
	Mujer	3.926	15,96	3.926	16,19	15	0,38	3.266	19,71	3.266	20,13	4	0,12
	<i>Desconocido</i>	358	1,45	-	-	0	0,00	349	2,11	-	-	0	0,00
NACIONALIDAD	Afganistán	2	0,01	2	0,01	0	0,00	2	0,01	2	0,02	0	0,00
	Andorra	1	0,00	1	0,01	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00
	Argentina	1	0,00	1	0,01	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00
	Australia	8	0,03	8	0,04	0	0,00	1	0,01	1	0,01	0	0,00
	Austria	11	0,04	11	0,06	0	0,00	5	0,03	5	0,04	0	0,00
	Bélgica	56	0,23	56	0,30	1	1,79	22	0,13	22	0,18	0	0,00
	Bolivia	1	0,00	1	0,01	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00
	Brasil	3	0,01	3	0,02	0	0,00	2	0,01	2	0,02	0	0,00
	Bulgaria	1	0,00	1	0,01	0	0,00	1	0,01	1	0,01	0	0,00
	Canadá	4	0,02	4	0,02	0	0,00	2	0,01	2	0,02	0	0,00
	China	1	0,00	1	0,01	0	0,00	1	0,01	1	0,01	0	0,00
	Colombia	3	0,01	3	0,02	0	0,00	3	0,02	3	0,03	0	0,00
	República Checa	9	0,04	9	0,05	0	0,00	1	0,01	1	0,01	0	0,00
	Dinamarca	34	0,14	34	0,18	0	0,00	11	0,07	11	0,09	0	0,00
	Ecuador	1	0,00	1	0,01	0	0,00	1	0,01	1	0,01	0	0,00

Daniel Molina Soberanes
Programa de Doctorado en Medicina Clínica y Salud Pública

Tabla 13. Continuación

VARIABLES	CATEGORÍAS	TODOS						ZONA URBANA					
		N	% TOTAL	N VÁLIDO	% VÁLIDO	DEFUNC* IA** (%)	N	%	N VÁLIDO	% VÁLIDO	DEFUNC* IA** (%)		
	Finlandia	6	0,02	6	0,03	0	0,00	4	0,02	4	0,03	0	0,00
	Francia	58	0,24	58	0,31	1	1,72	18	0,11	18	0,15	0	0,00
	Alemania	171	0,69	171	0,92	4	2,34	66	0,40	66	0,55	1	1,52
	Gibraltar	11	0,04	11	0,06	0	0,00	4	0,02	4	0,03	0	0,00
	Hungría	1	0,00	1	0,01	0	0,00	1	0,01	1	0,01	0	0,00
	India	1	0,00	1	0,01	0	0,00	0	0	0	0,00	0	0,00
	Irlanda	9	0,04	9	0,05	0	0,00	4	0,02	4	0,03	0	0,00
	Italia	14	0,06	14	0,08	1	7,14	7	0,04	7	0,06	0	0,00
	Letonia	2	0,01	2	0,01	0	0,00	1	0,01	1	0,01	0	0,00
	Lituania	2	0,01	2	0,01	0	0,00	1	0,01	1	0,01	0	0,00
	Luxemburgo	1	0,00	1	0,01	0	0,00	1	0,01	1	0,01	0	0,00
	México	1	0,00	1	0,01	0	0,00	0	0	0	0,00	0	0,00
	Países Bajos	51	0,21	51	0,27	1	1,96	25	0,15	25	0,21	1	4,00
	Nueva Zelanda	1	0,00	1	0,01	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00
	Noruega	20	0,08	20	0,11	1	5,00	5	0,03	5	0,04	0	0,00
	Polonia	12	0,05	12	0,06	0	0,00	3	0,02	3	0,03	0	0,00
	Portugal	7	0,03	7	0,04	0	0,00	1	0,01	1	0,01	0	0,00
	Rumania	2	0,01	2	0,01	0	0,00	1	0,01	1	0,01	0	0,00
	Rusia	3	0,01	3	0,02	0	0,00	1	0,01	1	0,01	0	0,00
	España	17.936	72,90	17.936	96,50	208	1,16	11.757	70,94	11.757	98,08	49	0,42
	Suecia	16	0,07	16	0,09	0	0,00	3	0,02	3	0,03	0	0,00
	Suiza	16	0,07	16	0,09	1	6,25	4	0,02	4	0,03	0	0,00
	Ucrania	2	0,01	2	0,01	0	0,00	1	0,01	1	0,01	0	0,00
	Reino Unido	97	0,39	97	0,52	2	2,06	26	0,16	26	0,22	1	3,85
	Estados Unidos	11	0,04	11	0,06	0	0,00	1	0,01	1	0,01	0	0,00
	<i>Desconocido</i>	6.018	24,46	-	-	19	0,32	4.587	27,68	-	-	13	0,28
MOTIVO DEL DESPLAZAMIENTO	Transporte profesional de mercancías	4	0,02	4	0,03	0	0,00	3	0,02	3	0,05	0	0,00
	Servicio de limpieza o recogida de basura	1	0,00	1	0,01	0	0,00	1	0,01	1	0,02	0	0,00
	Servicio de mantenimiento viario	1	0,00	1	0,01	0	0,00	1	0,01	1	0,02	0	0,00
	Bomberos, Policía o Ambulancia	1	0,00	1	0,01	0	0,00	1	0,01	1	0,02	0	0,00
	In itinere	851	3,46	851	7,14	6	0,71	676	4,08	676	11,59	2	0,30
	En misión	43	0,17	43	0,36	0	0,00	32	0,19	32	0,55	0	0,00
	Ocio y entretenimiento	8.380	34,06	8.380	70,34	112	1,34	3.810	22,99	3.810	65,33	25	0,66

Factores asociados a la letalidad por a

Tabla 13. Continuación

VARIABLES	CATEGORÍAS	TODOS						ZONA URBANA					
		N	% TOTAL	N VÁLIDO	% VÁLIDO	DEFUNC*	IA** (%)	N	%	N VÁLIDO	% VÁLIDO	DEFUNC*	IA** (%)
	Actividad deportiva particular	1.299	5,28	1.299	10,90	36	2,77	431	2,60	431	7,39	2	0,46
	Estudiante hacia centro de estudios	106	0,43	106	0,89	1	0,94	97	0,59	97	1,66	1	1,03
	Transporte de menores al colegio	1	0,00	1	0,01	0	0,00	1	0,01	1	0,02	0	0,00
	En prácticas de autoescuela	3	0,01	3	0,03	0	0,00	3	0,02	3	0,05	0	0,00
	Servicio de Auxilio en Carretera	3	0,01	3	0,03	0	0,00	3	0,02	3	0,05	0	0,00
	Otras actividades	1.220	4,96	1.220	10,24	17	1,39	773	4,66	773	13,25	8	1,03
	<i>Desconocido</i>	12.692	51,58	-	-	67	0,53	10.742	64,81	-	-	27	0,25
ALCOHOL	No se realiza prueba	15.288	62,13	15.288	87,30	156	1,02	11.082	66,86	11.082	95,53	43	0,39
	No, porque se niega	40	0,16	40	0,23	0	0,00	25	0,15	25	0,22	0	0,00
	No, porque no puede	463	1,88	463	2,64	23	4,97	149	0,90	149	1,28	2	1,34
	Alcoholimetría negativa en aire espirado	1.640	6,67	1.640	9,37	0	0,00	294	1,77	294	2,53	0	0,00
	Alcoholimetría positiva en aire espirado	68	0,28	68	0,39	0	0,00	44	0,27	44	0,38	0	0,00
	Alcoholemia negativa	8	0,03	8	0,05	2	25,00	3	0,02	3	0,03	0	0,00
	Alcoholemia positiva	5	0,02	5	0,03	0	0,00	4	0,02	4	0,03	0	0,00
	<i>Desconocido</i>	7.093	28,83	-	-	58	0,82	4.973	30,00	-	-	20	0,40
INFRACCIÓN	Presuntamente no existe infracción	10.555	42,90	10.555	70,98	98	0,93	6.211	37,47	6.211	66,59	26	0,42
	No respetar el STOP	322	1,31	322	2,17	19	5,90	194	1,17	194	2,08	4	2,06
	No respetar "Ceda el paso"	248	1,01	248	1,67	3	1,21	208	1,25	208	2,23	3	1,44
	No respetar el semáforo	313	1,27	313	2,10	3	0,96	296	1,79	296	3,17	3	1,01
	No respetar la norma genérica de prioridad	546	2,22	546	3,67	10	1,83	414	2,50	414	4,44	1	0,24
	No respetar el paso de peatones	196	0,80	196	1,32	0	0,00	180	1,09	180	1,93	0	0,00
	No respetar las indicaciones de un agente	7	0,03	7	0,05	0	0,00	7	0,04	7	0,08	0	0,00
	No respetar otras señales de prioridad de paso	109	0,44	109	0,73	0	0,00	96	0,58	96	1,03	0	0,00
	Invadir parcialmente el sentido contrario	330	1,34	330	2,22	7	2,12	121	0,73	121	1,30	1	0,83
	Circular en zigzag	43	0,17	43	0,29	0	0,00	34	0,21	34	0,36	0	0,00
	Girar o cambiar de sentido incorrectamente	236	0,96	236	1,59	13	5,51	111	0,67	111	1,19	2	1,80

Daniel Molina Soberanes
Programa de Doctorado en Medicina Clínica y Salud Pública

Tabla 13. Continuación

VARIABLES	CATEGORÍAS	N	% TOTAL	TODOS				ZONA URBANA					
				N VÁLIDO	% VÁLIDO	DEFUNC* IA** (%)	IA** (%)	N	%	N VÁLIDO	% VÁLIDO	DEFUNC* IA** (%)	IA** (%)
	Circular marcha atrás de manera incorrecta	2	0,01	2	0,01	0	0,00	2	0,01	2	0,02	0	0,00
	Adelantar antirreglamentariamente	168	0,68	168	1,13	2	1,19	132	0,80	132	1,42	1	0,76
	Frenar sin causa justificada	35	0,14	35	0,24	0	0,00	25	0,15	25	0,27	0	0,00
	No mantener el intervalo de seguridad	615	2,50	615	4,14	3	0,49	245	1,48	245	2,63	0	0,00
	Parado o en estacionamiento prohibido o peligroso	2	0,01	2	0,01	0	0,00	2	0,01	2	0,02	0	0,00
	No indicar o indicar mal una maniobra	49	0,20	49	0,33	1	2,04	41	0,25	41	0,44	1	2,44
	Circular en sentido contrario	326	1,32	326	2,19	3	0,92	304	1,83	304	3,26	2	0,66
	Circular por lugar prohibido	738	3,00	738	4,96	7	0,95	684	4,13	684	7,33	1	0,15
	Competiciones o carreras	30	0,12	30	0,20	0	0,00	20	0,12	20	0,21	0	0,00
	<i>Desconocido</i>	9.735	39,57	-	-	70	0,72	7.247	43,73	-	-	20	0,28

* DEFUNC: Número de defunciones

** IA: Incidencia acumulada

Factores asociados a la letalidad por a

Tabla 14. Características y riesgo de fallecer de los ciclistas que participaron en un accidente de tráfico. España, 2014 a 2017

VARIABLES	CATEGORÍAS	TODOS						ZONA URBANA						
		N	% TOTAL	N VÁLIDO	% VÁLIDO	DEFUNC.*	IA** (%)	N	% TOTAL	N VÁLIDO	% VÁLIDO	DEFUNC.*	IA** (%)	N
		24.605	100			239	0,97	16.574	100			65	0,39	8.037
	<i>Total</i>													
DEFUNCION	No fallecido	24.263	98,61	24.263	99,02			16.408	99,00	16.408	99,61			7.855
	Fallecido	239	0,97	239	0,98			65	0,39	65	0,39			174
	Desconocido	103	0,42	-	-			101	0,61	-	-			2
USO DE CASCO	No	6.932	28,17	6.932	38,48	88	1,27	6.068	36,61	6.068	56,86	38	0,63	864
	Si	11.083	45,04	11.083	61,52	139	1,25	4.603	27,77	4.603	43,14	20	0,43	6.480
	Desconocido	6.590	26,78	-	-	12	0,18	5.903	35,62	-	-	7	0,12	687
EDAD	< 10	299	1,22	299	1,27	0	0,00	270	1,63	270	1,73	0	0,00	29
	10 a 14	1.045	4,25	1.045	4,45	6	0,57	909	5,48	909	5,84	4	0,44	136
	15 a 19	2.453	9,97	2.453	10,44	7	0,29	2.070	12,49	2.070	13,30	1	0,05	383
	20 a 24	1.895	7,70	1.895	8,07	7	0,37	1.606	9,69	1.606	10,32	5	0,31	289
	25 a 29	1.928	7,84	1.928	8,21	8	0,41	1.510	9,11	1.510	9,70	0	0,00	418
	30 a 34	2.183	8,87	2.183	9,29	8	0,37	1.526	9,21	1.526	9,80	1	0,07	657
	35 a 39	2.608	10,60	2.608	11,10	20	0,77	1.601	9,66	1.601	10,28	3	0,19	1.007
	40 a 44	2.467	10,03	2.467	10,50	14	0,57	1.433	8,65	1.433	9,20	2	0,14	1.034
	45 a 49	2.187	8,89	2.187	9,31	19	0,87	1.208	7,29	1.208	7,76	7	0,58	979
	50 a 54	1.872	7,61	1.872	7,97	25	1,34	1.071	6,46	1.071	6,88	6	0,56	801
	55 a 59	1.494	6,07	1.494	6,36	17	1,14	821	4,95	821	5,27	2	0,24	673
	60 a 64	1.114	4,53	1.114	4,74	22	1,97	543	3,28	543	3,49	7	1,29	571
	65 a 69	913	3,71	913	3,89	22	2,41	444	2,68	444	2,85	6	1,35	469
70 a 74	523	2,13	523	2,23	25	4,78	253	1,53	253	1,63	4	1,58	270	
> 74	511	2,08	511	2,18	36	7,05	304	1,83	304	1,95	15	4,93	207	
Desconocido	1.113	4,52	-	-	3	0,27	1.005	6,06	-	-	2	0,20	108	
SEXO	Hombre	20.321	82,59	20.321	83,81	224	1,10	12.959	78,19	12.959	79,87	61	0,47	7.362
	Mujer	3.926	15,96	3.926	16,19	15	0,38	3.266	19,71	3.266	20,13	4	0,12	660
	Desconocido	358	1,45	-	-	0	0,00	349	2,11	-	-	0	0,00	9
NACIONALIDAD	Española	17.936	72,90	17.936	96,50	208	1,16	11.757	70,94	11.757	98,08	49	0,42	6.179
	Otra nacionalidad	651	2,65	651	3,50	12	1,84	230	1,39	230	1,92	3	1,30	421
	Desconocido	6.018	24,46	-	-	19	0,32	4.587	27,68	-	-	13	0,28	1.431
MOTIVO DEL DESPLAZAMIENTO	Laboral	1.014	4,12	1.014	8,51	7	0,69	818	4,94	818	14,03	3	0,37	196
	Otro	10.899	44,30	10.899	91,49	165	1,51	5.014	30,25	5.014	85,97	35	0,70	5.885
	Desconocido	12.692	51,58	-	-	67	0,53	10.742	64,81	-	-	27	0,25	1.950
ALCOHOL	Sin prueba	15.791	64,18	15.791	90,17	179	1,13	11.256	67,91	11.256	97,03	45	0,40	4.535
	Prueba negativa	1.648	6,70	1.648	9,41	2	0,12	297	1,79	297	2,56	0	0,00	1.351
	Prueba positiva	73	0,30	73	0,42	0	0,00	48	0,29	48	0,41	0	0,00	25
	Desconocido	7.093	28,83	-	-	58	0,82	4.973	30,00	-	-	20	0,40	2.120
INFRACCIÓN	No	10.555	42,90	10.555	70,98	98	0,93	6.211	37,47	6.211	66,59	26	0,42	4.344
	Si	4.315	17,54	4.315	29,02	71	1,65	3.116	18,80	3.116	33,41	19	0,61	1.199
	Desconocido	9.735	39,57	-	-	70	0,72	7.247	43,73	-	-	20	0,28	2.488

* DEFUNC: Número de defunciones

** IA: Incidencia acumulada

2.2 Estudio analítico (Objetivos 2.4 y 2.5)

Las tablas 15 y 16 muestran la asociación cruda y ajustada entre las variables dependientes del AT (tabla 15) y las de las características del ciclista (tabla 16) sobre el riesgo de fallecer en los primeros 30 días tras el AT. En ambos casos, se utilizaron modelos multinivel (ciclista y provincia) y se obtuvieron las estimaciones tras aplicar un procedimiento de imputación múltiple.

Si bien no existieron cambios de sentido para las asociaciones ajustadas por todas las variables incluidas en el modelo si comparamos el Subperíodo 1 (RD1a) con el Subperíodo 2 (RD1a2), si se pudieron observar algunos cambios de magnitud o de significación estadística. Las condiciones atmosféricas mostraron una diferente fuerza de asociación con una variación de una RD1a= 1,36 (IC95% 1,07 – 1,72, p= 0,011) para el Subperíodo 1 hasta una RD1a2= 2,33 (IC95% 1,49 – 3,66; p <0,001) para el Subperíodo 2. Por el contrario, el estado de la superficie de la vía perdió su significación estadística (Subperíodo 1: RD1a= 0,75; IC95% 0,59 – 0,96; p = 0,022; Subperíodo 2: RD1a2= IC95% 0,61; IC95% 0,35 – 1,07; p= 0,087). Al igual que para el Subperíodo 1, la hora del AT con mayor riesgo de fallecer para el Subperíodo 2 fue entre las 3:00 y las 5:59 hrs (RD1a2= 11,4; IC95% 5,3 – 24,6; p < 0,001), aunque no puede compararse la estimación debido a haberse utilizado diferentes categorías de referencia (ver Metodología). En cuanto al riesgo de fallecer basado en las características de los ciclistas, no se pudieron obtener estimaciones para la variable relacionada con el consumo del alcohol, por lo que no se incluyó en la tabla. En cuanto a la edad, tampoco fue posible para la categoría integrada por los menores de 10 años, pero se observó el mismo patrón en ambos subperíodos, con el

mayor riesgo en los grupos etarios mayores. Sin embargo, salvo por los ciclistas de 55 a 59 años, la significación estadística se alcanzó a partir de la 5ª década de la vida. A pesar de que la estimación puntual del riesgo de fallecer para las mujeres tuvo variaciones menores entre ambos subperíodos, el intervalo de confianza para el subperíodo 2 incluyó al nulo (Subperíodo 2: $RD_{Ia2} = 0,64$; IC95% 0,37 – 1,10; $p = 0,107$). El intervalo de confianza al 95% para el motivo de desplazamiento distinto al laboral también incluyó al nulo ($RD_{Ia2} = 1,82$; IC95% 0,81 – 4,08; $p = 0,145$). Haber cometido una infracción mostró un mayor riesgo que no haberlo hecho ($RD_{Ia2} = 1,67$; IC95% 1,19 – 2,33; $p = 0,003$).

Con respecto a la variable uso de casco, en la estimación cruda, se observó un mayor riesgo de fallecer para aquellos ciclistas que utilizaron casco, aunque sin significación estadística ($RD_{Ic} = 1,10$; IC95% 0,84 – 1,45; $p = 0,487$). Sin embargo, tras ajustar por aquellas variables relacionadas con las características de los ciclistas, la estimación cambió de sentido, aunque no de forma estadísticamente significativa ($RD_{Ia1} = 0,80$; IC95% 0,59 – 1,08; $p = 0,146$). Cuando se ajustó por todas las variables incluidas en el modelo, la asociación inversa entre el uso de casco y el riesgo de fallecer aumento considerablemente su magnitud, resultando estadísticamente significativa ($RD_{Ia2} = 0,45$; IC95% 0,32 – 0,64; $p < 0,001$). Dicha estimación se mantuvo al ajustar únicamente por la zona del AT: $RDI = 0,43$; IC95% 0,31 – 0,58; valor $p < 0,001$ (resultados no mostrados en la tabla). Finalmente, cuando se ajustó por todas las variables excepto por la zona, el valor fue similar al obtenido tras ajustar solo por las variables del ciclista ($RD_{Ia3} = 0,81$; IC95% 0,60 – 1,11; $p = 0,198$).

Daniel Molina Soberanes
Programa de Doctorado en Medicina Clínica y Salud Pública

Tabla 15. Razones de Densidades de Incidencia crudas y ajustadas para la asociación entre las variables dependientes y el riesgo de que el ciclista involucrado fallezca en los primeros 30 días. España, 2014 - 2017

VARIABLES	CATEGORÍAS	ESTIMACIONES CRUDAS				ESTIMACIONES AJUSTADAS POR TODAS LAS VARIABLES					
		RDic*	IC95%		p	RDla1*	IC95%		p		
TIPO DE ACCIDENTE	Colisión	1	-	-	-	1	-	-	-	-	
	Otro	0,95	0,73	-	1,23	0,672	0,79	0,60	-	1,05	0,101
ZONA	Carretera y Travesía	1	-	-	-	1	-	-	-	-	
	Urbana	0,19	0,14	-	0,25	<0,001	0,18	0,13	-	0,25	<0,001
LUGAR DEL ACCIDENTE	Intersección	1	-	-	-	1	-	-	-	-	
	Otros	1,85	1,39	-	2,45	<0,001	1,86	1,39	-	2,51	<0,001
CONDICIONES ATMOSFÉRICAS	Buen tiempo	1	-	-	-	1	-	-	-	-	
	Adverso	1,78	1,19	-	2,67	0,005	2,33	1,49	-	3,66	<0,001
SUPERFICIE DE LA VIA	Normal	1	-	-	-	1	-	-	-	-	
	Alterada	0,83	0,51	-	1,37	0,469	0,61	0,35	-	1,07	0,087
HORA	0:00 – 2:59	0,75	0,18	-	3,09	0,693	1,16	0,28	-	4,85	0,843
	3:00 – 5:59	8,46	4,13	-	17,35	<0,001	11,37	5,26	-	24,57	<0,001
	6:00 – 8:59	1,42	0,88	-	2,29	0,155	1,85	1,12	-	3,04	0,016
	9:00 – 11:59	1,32	0,92	-	1,90	0,128	1,04	0,73	-	1,50	0,815
	12:00 – 14:59	1	-	-	-	-	1	-	-	-	-
	15:00 – 17:59	0,82	0,51	-	1,30	0,392	1,04	0,65	-	1,67	0,875
	18:00 – 20:59	1,02	0,68	-	1,52	0,938	1,43	0,94	-	2,18	0,091
	21:00 – 23:59	0,63	0,31	-	1,27	0,197	1,26	0,61	-	2,63	0,530
AÑO	2014	1	-	-	-	1	-	-	-	-	
	2015	0,70	0,47	-	1,05	0,083	0,73	0,49	-	1,10	0,130
	2016	0,64	0,44	-	0,94	0,021	0,71	0,49	-	1,04	0,077
	2017	0,71	0,49	-	1,02	0,062	0,76	0,53	-	1,10	0,148

Método: Regresión de Poisson en modelo multinivel tras imputación múltiple

* RDic: Razones de densidades de incidencia crudas

** RDla1: Razones de densidades de incidencia ajustadas por todas las variables incluidas en el modelo (tipo de accidente, condiciones atmosféricas, superficie de la vía, hora, año, edad, sexo, uso de casco, nacionalidad, motivo)

*** RDla2: Razones de densidades de incidencia ajustadas por todas las variables incluidas en el modelo, excepto p

Factores asociados a la letalidad por a

Tabla 16. Razones de Densidades de Incidencia crudas y ajustadas para la asociación entre las variables dependientes y fallecer en los primeros 30 días tras un accidente de tráfico. España, 2014 - 2017

VARIABLES	CATEGORÍAS	ESTIMACIONES CRUDAS					ESTIMACIONES AJUSTADAS POR LAS VARIABLES DEL CICLISTA					ESTIMACIONES AJUSTADAS POR TODAS LAS VARIABLES				
		RDic*	IC95%			p	RDia1	IC95%		p	RDia2	IC95%				
USO DE CASCO	No	1	-	-	-	-	1	-	-	-	-	1	-	-	-	
	Sí	1,10	0,84	-	1,45	0,487	0,80	0,59	-	1,08	0,15	0,45	0,32	-	0,64	
EDAD	< 10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	10 a 14	1,25	0,43	-	3,61	0,679	0,94	0,32	-	2,73	0,910	1,20	0,41	-	3,52	
	15 a 19	0,67	0,24	-	1,84	0,437	0,54	0,20	-	1,50	0,238	0,58	0,21	-	1,62	
	20 a 24	0,87	0,32	-	2,40	0,792	0,82	0,30	-	2,25	0,695	0,91	0,33	-	2,52	
	25 a 29	1	-	-	-	-	1	-	-	-	-	1	-	-	-	
	30 a 34	0,91	0,34	-	2,43	0,856	0,94	0,35	-	2,50	0,905	0,86	0,32	-	2,29	
	35 a 39	1,85	0,82	-	4,20	0,141	1,93	0,85	-	4,38	0,119	1,65	0,72	-	3,77	
	40 a 44	1,36	0,57	-	3,24	0,490	1,40	0,59	-	3,35	0,450	1,22	0,51	-	2,94	
	45 a 49	2,06	0,90	-	4,69	0,086	2,13	0,93	-	4,89	0,074	1,72	0,74	-	3,96	
	50 a 54	3,15	1,42	-	6,98	0,005	3,24	1,45	-	7,22	0,004	2,93	1,31	-	6,58	
	55 a 59	2,71	1,17	-	6,29	0,020	2,77	1,19	-	6,45	0,018	2,25	0,96	-	5,29	
	60 a 64	4,62	2,06	-	10,39	<0,001	4,74	2,09	-	10,75	<0,001	4,05	1,76	-	9,28	
	65 a 69	5,60	2,53	-	12,39	<0,001	5,64	2,53	-	12,58	<0,001	5,04	2,24	-	11,36	
70 a 74	10,83	4,62	-	25,41	<0,001	10,18	4,30	-	24,07	<0,001	8,57	3,58	-	20,53		
> 74	14,54	6,79	-	31,14	<0,001	13,18	6,11	-	28,44	<0,001	12,76	5,83	-	27,92		
SEXO	Hombre	1	-	-	-	-	1	-	-	-	-	1	-	-	-	
	Mujer	0,35	0,21	-	0,60	<0,001	0,49	0,29	-	0,83	0,01	0,64	0,37	-	1,10	
NACIONALIDAD	Española	1	-	-	-	-	1	-	-	-	-	1	-	-	-	
	Otra nacionalidad	1,54	0,82	-	2,88	0,179	1,20	0,63	-	2,28	0,572	1,03	0,54	-	1,96	
MOTIVO	Laboral	1	-	-	-	-	1	-	-	-	-	1	-	-	-	
	Otro	2,67	1,24	-	5,73	0,012	2,09	0,96	-	4,54	0,063	1,82	0,81	-	4,08	
INFRACCIÓN	No	1	-	-	-	-	1	-	-	-	-	1	-	-	-	
	Sí	1,50	1,10	-	2,04	0,010	1,87	1,35	-	1,63	<0,001	1,67	1,19	-	2,33	

Método: Regresión de Poisson en modelo multinivel tras imputación múltiple

* RDic: Razones de densidades de incidencia crudas

** RDia1: Razones de densidades de incidencia ajustadas por todas las variables del ciclista (edad, sexo, uso de casco, desplazamiento e infracción)

** RDia2: Razones de densidades de incidencia ajustadas por todas las variables incluidas en el modelo (tipo de accidente, condiciones atmosféricas, superficie de la vía, hora, año, edad, sexo, uso de casco, nacionalidad, motivo de infracción)

*** RDia3: Razones de densidades de incidencia ajustadas por todas las variables incluidas en el modelo, excepto por el tipo de accidente

Los valores estratificados por zona para la asociación entre el uso del casco y el riesgo de fallecer se muestran en la tabla 17. La estimación cruda en carretera-travesía para el modelo univariante fue de 0,34 (IC95% 0,25 – 0,49; $p < 0,001$), mientras que para zona urbana fue de 0,73 (IC95% 0,43 – 1,27; $p = 0,264$). Al introducir en el modelo el término de interacción entre casco y zona se obtuvo para el mismo un valor p igual a 0,021. La estimación ajustada por el resto de las variables incluidas en el modelo multivariante fue de 0,40 para carretera (IC95% 0,27 – 0,58; valor $p < 0,001$) y 0,61 para zona urbana (IC95% 0,35 – 1,06; $p = 0,081$). El valor p del término de interacción entre el uso del casco y zona fue de 0.198.

La tabla 18 presenta la estimación de la Reducción Absoluta del Riesgo de fallecer tras un AT asociada a utilizar el casco ciclista, tras la imputación y construcción de los modelos causales. Se incluyeron todas las variables mostradas en las tablas descriptivas para el Subperíodo 2 (tabla x y tabla x), excepto la variable relacionada con el consumo del alcohol, debido a que los análisis no obtuvieron ninguna estimación de su asociación con el riesgo de fallecer y los modelos no convergían en caso de incluirla. Se observó una disminución del riesgo de fallecer del 1,3% para ambos métodos (PSM: IC95% 0,3% – 2,3%; $p = 0,010$; IPW: IC95% 0,6% – 2,0%; $p < 0,001$), alcanzando un Número Necesario a Tratar (NNT) de 75 para PSM y de 78 para IPW. Al estratificar por zona, la disminución del riesgo de fallecer en carretera fue del 2,4% para el método PSM (IC95% 1,5% – 4,7%; $p = 0,037$) y de 2,5% para el método IPW (IC95% 0,6 – 4,3; $p = 0,008$), alcanzando un Número Necesario a Tratar (NNT) de 41 para ambos métodos. En zona urbana no fue posible obtener ninguna

estimación, independientemente del modelo utilizado, ya que no se alcanzó su convergencia.

Daniel Molina Soberanes
 Programa de Doctorado en Medicina Clínica y Salud Pública

Tabla 17. Razones de Densidades de Incidencia para la asociación entre el uso del casco y el riesgo de fallecer en los primeros 30 días tras un accidente de tráfico. Estratificación por zona del AT. España, 2014 - 2017

	ESTIMACIÓN CRUDA				ESTIMACIÓN AJUSTADA	
	RD _{IC}	IC95%		p	RD _{1a3}	IC95%
CARRETERA - TRAVESÍA	0,34	0,25	- 0,49	<0,001	0,40	0,27 - 0,61
ZONA URBANA	0,73	0,43	- 1,27	0,264	0,61	0,35 - 1,06
p**	0,021				0,198	

* Edad, sexo, nacionalidad, motivo del desplazamiento, comisión de infracción, tipo de accidente, intersección, condiciones atmosféricas, superficie de la vía, hora

** Valor p para la interacción entre la zona del accidente y el uso del casco

Factores asociados a la letalidad por a

Tabla 18. Reducción absoluta del riesgo de fallecer en los primeros 30 días tras un accidente de tráfico 2014 - 2017

MÉTODO	VARIABLE	CATEGORÍAS	RAR (%)	TODAS LAS ZONAS				NNT	RAR (%)	SÓLO
				IC95%	p					
PSM	USO DEL CASCO	No	1	-	-	-	-	-	1	-
		Sí	1,33	0,32	-	2,34	0,010	75	2,43	1,5
IPW	USO DEL CASCO	No	1	-	-	-	-	-	1	-
		Sí	1,28	0,61	-	1,95	<0,001	78	2,45	0,6

Modelos uninivel tras imputación múltiple

PSM: Apareamiento por puntaje de propensión (Propensity Score Matching)

IPW: Ponderación por el inverso de la probabilidad (Inverse probability weighting)

RAR: Reducción absoluta del riesgo

NNT: Número necesario a tratar

VII. DISCUSIÓN

La primera parte de esta sección está dedicada a comentar los principales aspectos metodológicos que deben ser tenidos en cuenta para poder hacer una correcta interpretación de los resultados, que serán comentados en la segunda parte. Finalmente, dedicaremos una tercera parte a exponer las principales consideraciones prácticas que se derivan de los resultados obtenidos.

1. Discusión de la Metodología

1.1 Tipo de estudio

Aunque, en sentido estricto, la etiqueta de diseño que mejor se ajusta a nuestro estudio es la de una serie de casos (ciclistas accidentados) retrospectiva, es evidente que, a efectos de análisis, hemos tomado esta serie de casos como una cohorte fija de ciclistas accidentados seguida desde el momento del accidente (instante 0), hasta las 24 horas posteriores al mismo (en el subperíodo 1), o hasta los 30 días posteriores (subperíodo 2). En cualquier caso, debe quedar claro que el carácter observacional del diseño impide aportar suficiente evidencia al respecto de la causalidad de las asociaciones identificadas, incluso en los modelos multivariantes basados en el planteamiento contrafáctico, pues la posibilidad de confusión residual dependiente de variables no medidas no puede descartarse. (Brookhart, Stürmer, Glynn, Rassen, & Schneeweiss, 2010). Sin embargo, no somos los primeros, ni seremos los últimos, en emplear diseños observacionales para obtener evidencias de causalidad en el ámbito de la seguridad vial (Elvik, 2002), ante la imposibilidad de diseñar experimentos basados en la asignación

aleatoria de distintas estrategias de intervención a poblaciones de ciclistas. Se ha reportado que el impacto de no controlar por confusores puede exagerar el efecto atribuido a medidas preventivas en seguridad vial en un 20 o hasta un 30%.(Elvik, 2002). En cualquier caso, siguiendo el camino marcado por numerosos estudios previos de tipo observacional, creemos que, una vez consideradas todas las limitaciones derivadas del tipo de estudio y de la fuente de información (que se verá en el siguiente apartado), y aplicando de forma rigurosa y prudente los criterios de causalidad en epidemiología,(Rothman & Greenland, 2005) estamos en condiciones de afirmar que algunas de las asociaciones reportadas en nuestros resultados avalan fuertemente una interpretación causal (ver segunda parte de esta sección).

1.2 Fuente de información

Como ya se ha referido en la sección de Metodología, la presente Tesis Doctoral se basa en el análisis de una fuente de información secundaria (el Registro Nacional de Víctimas de Accidentes de Tráfico), realizado separadamente para dos subperíodos de tiempo debido a las modificaciones que, entre ambos, ha sufrido la herramienta primaria con que se recoge la información. Son bien conocidas las limitaciones derivadas de emplear fuentes secundarias en epidemiología. Seguidamente referimos el impacto específico de algunas de ellas en nuestro ámbito.

En primer lugar, es necesario recalcar que, al tratarse de un registro policial de AT con víctimas, los accidentes incluidos en el mismo (y analizados en nuestro estudio), no serán una muestra representativa del total de AT que implican a ciclistas en España, sino únicamente de

aquellos que son analizados por la policía y que tienen la suficiente gravedad como para que haya habido al menos una víctima a consecuencia de ellos. De hecho, se ha observado que los ciclistas son el colectivo con víctimas que se encuentra más infrarrepresentado en las bases de datos policiales,(Loo & Tsui, 2007) incluso más que los peatones y los motociclistas, junto a los que conforman el grupo de usuarios vulnerables, encontrándose que hasta el 92,7% de los ciclistas que acudieron a recibir atención hospitalaria no había reportado su caso a la policía.(Watson, Watson, & Vallmuur, 2015) Esta situación podría ser común a todos los registros policiales empleados en otros países con fines similares a los nuestros. Un estudio multicéntrico en el que se obtuvo información de 30 países encontró que solamente se reportó a la policía el 10% de los AT en los que participó algún ciclista, aunque se apreciaba una gran variabilidad por países, desde el 0,0% de Israel hasta el 35,0% de Alemania, pasando por el 9,2% de España.(Shinar et al., 2018) En ese mismo estudio se observó que existían ciertos factores asociados a una mayor frecuencia con que los AT se reportaron a la policía, como el tipo de AT (si involucran la colisión contra otro vehículo), el tipo de vehículo involucrado (si el otro vehículo era de motor) y, por supuesto, la severidad de la lesión (a mayor gravedad de las lesiones, mayor probabilidad de ser reportadas a la policía), aunque no existió relación con el género del ciclista, la edad, ni el uso del casco. Estos patrones de subregistro de acuerdo a la participación de un vehículo de motor y a la severidad de las lesiones han sido ampliamente descritos en la literatura previamente.(Langley, Dow, Stephenson, & Kyprí, 2003)(Gildea et al., 2021)(Watson et al., 2015)(Imprialou & Quddus, 2019)

De acuerdo con la pirámide de Hyden, un AT con víctimas en el que acude la policía para realizar el reporte es un evento sumamente infrecuente (y más infrecuente cuanto mayor es la severidad de la lesión resultante), si consideramos el total de viajes ciclistas que se realizan todos los días. Asumimos que la probabilidad de que los ciclistas fallecidos (máxima severidad de las lesiones) se encuentren registrados en la base de datos es cercana al 100%, y que esta probabilidad disminuye a medida en que lo hace la severidad de las lesiones. En esta situación, es evidente que nuestros datos contienen un importante sesgo de selección: los AT que derivan en lesiones más leves están infrarrepresentados. Esta ha sido una de las principales críticas esgrimidas contra el uso de este tipo de fuentes secundarias de información, junto con el sesgo de información derivado en gran medida de la evaluación subjetiva por parte de los oficiales de policía sobre las circunstancias en que ocurre el AT y las características de los involucrados. Por ejemplo, se han reportado diferencias significativas entre la fatiga autorreportada por los conductores y la percibida por el oficial de policía (Imprialou & Quddus, 2019). Estas diferencias podrían ser aún más trascendentes en el ámbito de las lesiones. De hecho, se ha reportado que hasta un 49% de los participantes en un AT que fueron clasificados en una base de datos policial como lesionados graves (lesiones incapacitantes), en realidad tenían lesiones menores, de acuerdo con las escalas de severidad utilizadas en los registros hospitalarios correspondientes.(Farmer, 2003)

Otra de las limitaciones frecuentes asociadas al uso de fuentes de información secundarias es la existencia de valores perdidos o faltantes. En nuestro caso, para ambos subperíodos, la mayor proporción de ellos

corresponde a variables del ciclista (Subperíodo 1: Uso del casco, 26,4%; Subperíodo 2: Motivo del desplazamiento, 51,6%), y la mayor cantidad de variables sin valores perdidos se agrupan en aquellas relacionadas con el AT. De hecho, en ninguno de ellos existen valores perdidos para las variables relacionadas con la ubicación espacio-temporal del mismo, lo que indica una mayor facilidad por parte de la policía para recoger este tipo de datos, sin duda más fáciles de objetivar sin el concurso voluntario del ciclista implicado. Sin embargo, consideramos que nuestro manejo de los valores perdidos ha sido el adecuado. Es frecuente que los estudios que abordan la letalidad de los ciclistas no reporten la forma en que lidiaron con los valores perdidos,(Chandia-Poblete, Hill, Aguilar-Farias, & Heesch, 2021)(Kim et al., 2007)(Prati et al., 2017)(Stone & Broughton, 2003) por lo que no es posible realizar ningún tipo de comparación al respecto. Aquellos que sí lo hacen, suelen excluir a los sujetos que los contienen,(Rivara et al., 1997)(Kaplan et al., 2014) excluir a las variables con más alta proporción de ellos,(Eluru et al., 2008) asignarles un valor basándose en el promedio del resto de valores,(Vanlaar et al., 2016) o establecer un punto de corte (10%) para incluir a las variables o no en los modelos analíticos.(Carvajal et al., 2020) Ninguno de los estudios citados anteriormente reporta la proporción de valores perdidos para cada variable.

Aun considerando las limitaciones antes mencionadas, las bases de datos policiales han sido la principal fuente de información en el ámbito de la seguridad vial.(Imprialou & Quddus, 2019) Además, en nuestro caso, el objetivo es identificar los factores asociados a la letalidad tras el AT, por lo que la variable dependiente (defunción) ha sido dicotomizada entre dos categorías: los ciclistas que fallecen con

posterioridad al AT y aquellos que sobreviven. De esta forma, todos los supervivientes al AT estarán en la misma categoría, sin importar si presentaron una lesión leve o severa, por lo que el impacto del posible error de clasificación en la variable dependiente será menor que en aquellos estudios que consideran la severidad de las lesiones como una variable cuantitativa.

Una fortaleza de nuestra base de datos es que el gran número de sujetos que incluye permite identificar con suficiente precisión asociaciones de pequeña magnitud, que de otra forma podrían pasarse por alto. Además, nuestro estudio posee a priori una elevada validez externa debida a la representatividad nacional de nuestra base de datos, aunque la variabilidad introducida por las características particulares de las distintas demarcaciones provinciales podría afectar a su validez interna. Otros autores han utilizado también bases policiales o registros sanitarios, aunque con representatividad local.(Carvajal et al., 2020)(Kim et al., 2007)(Rivara et al., 1997) Aquellos que buscan mayor representatividad en sus trabajos, lo hacen mediante muestreo representativo,(Eluru et al., 2008) o con bases de datos nacionales,(Vanlaar et al., 2016) pero que usualmente utilizan períodos temporales que suelen ser menores,(Chandia-Poblete et al., 2021)(Stone & Broughton, 2003) ya sea por cambios legislativos, que modifican la información contenida en los registros policiales,(Prati et al., 2017) o para evitar que las variaciones en las condiciones de los caminos y del tráfico incidan en sus resultados.(Kaplan et al., 2014) Sus tamaños muestrales son, por tanto, menores al alcanzado en el presente trabajo, a pesar de contener una proporción de fallecidos similar, siempre menor al 5% del total de víctimas.

1.3 Técnicas de análisis

Tal y como se describió en la sección de Metodología, las limitaciones comentadas en los apartados anteriores, ya previstas antes de iniciar el análisis, nos indicaron la pertinencia de aplicar técnicas especiales de análisis a fin de mitigarlas, cuyas ventajas y limitaciones comentaremos a continuación.

Dada la heterogeneidad dependiente de la provincia y que acabamos de comentar, se decidió aplicar modelos multinivel que tuvieran en cuenta el nivel de agregación provincial, a fin de mitigar el posible efecto introducido por las características propias de esta variable. Se ha reportado en la literatura que un manejo inadecuado de este tipo de situaciones podría llegar a oscurecer asociaciones tan trascendentes como el efecto de la velocidad sobre la probabilidad de una colisión, y es precisamente la importancia jerárquica del área geográfica en donde se presentó el AT una de las posibles agrupaciones que se sugiere valorar.(Dupont, Papadimitriou, Martensen, & Yannis, 2013) A pesar de ello, los estudios relacionados con la letalidad de los ciclistas no suelen considerarla como variable de agregación, ni siquiera cuando cuentan con representatividad nacional, independientemente del tamaño y las características particulares del país del que se trate,(Kaplan et al., 2014)(Prati et al., 2017)(Stone & Broughton, 2003)(Vanlaar et al., 2016) sino como variable de ajuste para modelos multivariantes.(Chandía-Poblete et al., 2021) En nuestro caso, la importancia de considerar a la provincia como nivel de agregación se incrementa, ya que existen incluso diferencias legislativas interprovinciales y de usos y costumbres respecto del uso de la bicicleta, por lo que la aplicación de modelos multinivel nos permite controlar la

variabilidad introducida sin necesidad de añadir variables para las cuales carecemos de información.

Con respecto al problema generado por las pérdidas de datos, realizamos un procedimiento de imputación múltiple con 50 iteraciones. Este número de iteraciones se obtuvo bajo la consideración de que no existe un número máximo a realizar, sino que, a mayor número de ellas, mayor reproductibilidad de los resultados obtenidos con los mismos datos. Bajo ese precepto, seguimos las consideraciones comentadas por White et al. (White et al., 2011) para tomar al porcentaje de datos faltantes en la variable con mayor pérdida como referencia para establecer el número de imputaciones a realizar, que para nuestro caso sería el Motivo de desplazamiento en el subperíodo 2 (51,6%). Si bien esto mismo no aplicaría para el subperíodo 1, se decidió arbitrariamente utilizar el mismo número de iteraciones, bajo la premisa de que un mayor número de iteraciones que el correspondiente a la variable con mayor proporción de valores perdidos (Uso de casco, 26,4%) sería inocuo, en el peor de los casos.

Finalmente, y específicamente para la cuantificación de la asociación entre el uso de casco y el riesgo de defunción, nos hemos atrevido a emplear modelos de análisis causal basados en el planteamiento contrafáctico. La validez de las estimaciones basadas en estas técnicas depende de la aceptación de un conjunto de premisas previas, descritas en la sección de Metodología. Somos conscientes de que se puede objetar que su cumplimiento en nuestro caso es solo aproximado, pero las ventajas que ofrecen este tipo de técnicas respecto de otras medidas de asociación les convierten en una excelente oportunidad en la identificación del efecto del uso del casco.

A pesar de un notable incremento en los últimos años sobre la aplicación de estas técnicas en el ámbito de la sanidad, aun son escasos los trabajos relacionados con las lesiones en ciclistas.(Kuo et al., 2017)

2. Discusión de los Resultados

Nuestra variable dependiente o de desenlace fue la defunción del ciclista. Es cierto que podría considerarse como el grado máximo de severidad de las lesiones, pero sería incorrecto equiparar nuestros resultados con aquellos que se obtuvieron al integrar en la misma categoría tanto a ciclistas con lesiones severas como a los que hubieran fallecido. Si bien es habitual encontrar estudios que lo hagan(Moore et al., 2011)(Bambach et al., 2013)(Chandia-Poblete et al., 2021), se ha observado que factores que están asociados a las lesiones severas podrían no estarlo con la defunción. Un ejemplo que ilustra esta situación es el trabajo realizado por Kim et al.(Kim et al., 2007) en el que la mitad de las variables (8/16) incluidas en su modelo mostraban un cambio de sentido, dependiendo de si la asociación de cada una se valoraba con respecto a la defunción o con respecto a una lesión severa o incapacitante. Por lo anterior, en esta sección nos enfocaremos en discutir nuestros resultados en relación con aquellos trabajos que hayan considerado a la defunción como una categoría separada dentro de la severidad de las lesiones.

2.1 Del estudio descriptivo

Una característica común a los estudios que pretenden identificar los factores asociados al riesgo de que un ciclista fallezca por un accidente de tráfico, es que se basan en datos policiales,(Chandia-Poblete et al., 2021)(Eluru et al., 2008)(Kaplan et al., 2014)(Kim et al.,

2007)(Prati et al., 2017)(Stone & Broughton, 2003) pudiendo complementar la información con otras fuentes.(Carvajal et al., 2020)(Vanlaar et al., 2016) Solamente una publicación utilizó registros hospitalarios como fuente de información principal.(Rivara et al., 1997)

La proporción de ciclistas fallecidos en nuestro estudio fue del 2,5% para el subperíodo 1993 – 2013 y del 1% para el subperíodo 2014 – 2017. Este porcentaje es similar al encontrado en las publicaciones referidas anteriormente (0,4% - 3,6%). Precisamente el menor porcentaje se reportó en el único estudio que solamente se basó en registros hospitalarios sin incluir datos policiales,(Rivara et al., 1997) posiblemente por el subregistro de todos aquellos ciclistas que pudieron haber fallecido en el sitio del AT. El mayor porcentaje correspondió a uno de los estudios que complementaron los datos policiales con otras fuentes de información, lo que sugiere la importancia de vincular los datos de diferentes fuentes de información para mitigar el impacto del subregistro de casos.(Carvajal et al., 2020)

El tipo de AT registrado con mayor frecuencia fue la colisión con otro vehículo de motor. Ya se han mencionado las limitaciones de compararlos con los AT simples que no se requieren la participación de otro vehículo, pues se ha identificado que se encuentran infrarrepresentados en porcentajes considerables, motivo por el cual llegan a ser excluidos de los análisis correspondientes.(Kaplan et al., 2014) Además, Es frecuente que las bases de datos policiales de otros países no incluyan a los AT simples como definición operacional de un AT, por lo que dicha información no estaría contenida en sus bases de datos. Los AT ocurridos con circunstancias atmosféricas favorables y sin alteraciones en el estado de la superficie mostraron la mayor frecuencia

en ambos subperíodos de nuestra base de datos, al igual que en aquellos estudios que se reportaba. Si bien es cierto que existen diferencias porcentuales importantes, es muy factible que se deban a las características climatológicas de cada región.(Kaplan et al., 2014) El horario diurno mostró también una alta frecuencia al igual que en otros estudios similares,(Kaplan et al., 2014) debido posiblemente a que una de las barreras para el uso de la bicicleta es precisamente la falta de iluminación, que interfiere con la visibilidad del ciclista y le representa una mayor percepción de peligro.(Thornley, Woodward, Langley, Ameratunga, & Rodgers, 2008)

El perfil del ciclista que se encuentra representado en nuestra base de datos es un hombre de mediana edad, cuyo motivo de desplazamiento es distinto al laboral. Esto coincide con el reportado tanto en estudios basados en datos policiales como en resultados de autopsias.(Kaplan et al., 2014)(O'Hern et al., 2018)(Vanlaar et al., 2016) Tal vez la edad haya sido diferente en aquellos estudios que incluyeron registros hospitalarios, mostrando una mayor proporción de ciclistas menores de 13 años, pero esto podría estar evidenciando una mayor propensión a buscar atención médica en caso AT en los que participan menores de edad.(Rivara et al., 1997)

El uso del casco tuvo una importante diferencia tanto entre subperíodos (35% en 1993 – 2013 y 61% en 2014 – 2017) como al estratificar por la zona del AT (43% en zona urbana y 88% en zona urbana). Estos datos no son comparables con otros estudios por considerar series de casos con períodos temporales menores y por no reportar el uso del casco de manera diferenciada de acuerdo a la zona en que se presentó el AT.

2.2 Del estudio analítico

Para una mejor organización del apartado, agruparemos su discusión de acuerdo con el orden de presentación de cada una de nuestras variables independientes o de exposición, agrupándoles en tres conjuntos: ambientales (incluyendo aquí el tipo de accidente), del ciclista y, dentro de estas últimas, específicamente el uso de casco.

2.2.1 Factores del ambiente y del tipo de accidente

Que un vehículo de motor haya estado involucrado en una colisión con un ciclista ha sido frecuentemente reportado como factor de riesgo asociado al fallecimiento del ciclista,(Rivara et al., 1997) con una mayor fuerza de asociación conforme se incrementa el volumen del vehículo involucrado.(Kaplan et al., 2014)(Prati et al., 2017) A pesar de que la estimación puntual en nuestro estudio también mostraba un menor riesgo de fallecer en caso de AT simples, en los que no participaban vehículos de motor (salvo en caso de estar aparcados fungiendo meramente como obstáculos en la vía, al igual que cualquier otro objeto inmóvil), dicha estimación no alcanzó significación estadística en ninguno de los dos subperíodos (Subperíodo 1 = RDI 0,89; IC95%: 0,78-1,00; Subperíodo 2 = RDI 0,79; IC95%: 0,60-1,05). Sin embargo, es altamente posible que nuestras estimaciones estén sesgadas hacia el nulo. Un estudio en Nueva Zelanda con 2.925 ciclistas atendidos en el ámbito hospitalario encontró que solamente el 22% de ellos había sido registrado en una base de datos policial. Al estratificar por el tipo de accidente, la base de datos policial contenía al 54% de los AT en los que había participado un vehículo de motor, pero solo al 5% de los AT simples.(Langley et al., 2003) Esta infraestimación ha sido observada

también en otras latitudes.(Gildea & Simms, 2021) En su estudio, Gildea et al. se basaron en 3.904 cuestionarios autorreportados a ciclistas mayores de 18 años residentes en Irlanda. No solo encontraron una infraestimación para los AT simples, sino que también para aquellos AT resultantes en lesiones con mayor severidad. Ambas circunstancias ya han sido consistentemente reportadas a nivel internacional.(Shinar et al., 2018) Asumiendo que, tanto la infraestimación de los AT simples como de las lesiones con menor severidad es altamente probable en nuestra base de datos, y que ambas circunstancias podrían estar relacionadas (los ciclistas involucrados en los AT simples no reportados a la policía presentaban lesiones menos severas que los que sí lo reportaban), nuestra estimación para la asociación entre la colisión múltiple y un mayor riesgo de muerte estaría fuertemente sesgada hacia el nulo.

El posible mecanismo para que exista una mayor severidad en las lesiones resultantes de los AT en los que participa un vehículo de motor es claro desde el punto de vista teórico, puesto que en los AT simples solo existe una caída o golpe contra un obstáculo fijo, al contrario de lo que sucede en los que se involucran vehículos de motor, siendo éstos otros objetos con una masa y velocidad determinadas que a su vez podrán añadir parte de su energía hacia el ciclista, incrementando la transferencia de energía que podrá producir las lesiones. Pero incluso cuando los vehículos de motor participan sin entrar en contacto directo con el ciclista podrían incrementar este riesgo. Un estudio realizado en simulador, con modelos representando a adultos y a niños, demostró que durante el adelantamiento a un ciclista por parte de un vehículo de motor existe tanto una fase de presión, en la cual el volumen de aire

desplazado por el paso del vehículo empuja lateralmente al ciclista lejos del propio vehículo (exterior de la calzada, en un adelantamiento tipo), y otra fase de succión, que jala al ciclista hacia el sitio que ocupaba anteriormente el vehículo (interior de la calzada, en un adelantamiento tipo). Éstas dos fuerzas antagónicas están directamente relacionadas con la diferencia de velocidades en que ocurre el adelantamiento, e inversamente con la distancia entre el vehículo y el ciclista.(Gromke & Ruck, 2021) Es evidente que el ciclista adelantado tendrá que compensar la dirección de la fuerza a la que se ve sometido para evitar una caída, lo que podrá provocar variaciones en el ángulo de la rueda y, por tanto, desestabilización en la conducción de la bicicleta.(Chuang, Hsu, Lai, Doong, & Jeng, 2013) Este movimiento podrá ser más sutil cuanto menor sea la fuerza aplicada, y más brusco en el caso contrario. Así, todos aquellos factores que pudieran estar asociados con adelantamientos más estrechos podrían estar a su vez relacionados con la probabilidad de participar en un accidente e incluso con la transferencia de energía del vehículo de motor hacia el ciclista por incidir en el ángulo del contacto y, por tanto, con la severidad de las lesiones resultantes.

Cabe mencionar que en un estudio forense basado en 129 autopsias se observó que 8 de cada 10 AT registrados inicialmente como simples, en realidad habían sido la consecuencia del fallecimiento por alguna causa médica no violenta (ej. Infarto Agudo de Miocardio).(Bíl, Bílová, Dobiáš, & Andrášik, 2016) Este dato es alarmante debido a la proporción que representa, aunque en nuestra base de datos no contamos con información que nos permitiera hacer ningún tipo de aproximación.

El lugar en el que ocurrió el AT fue una de las variables que mostró una asociación más estrecha con el riesgo de fallecer, observándose el menor riesgo para los AT ocurridos en zona urbana respecto de los de carretera. Numerosos estudios previos han mostrado también una asociación inversa entre la densidad poblacional (zona urbana) y el riesgo de fallecer,(Kaplan et al., 2014)(Prati et al., 2017) así como una asociación directa entre las áreas en donde es posible alcanzar una mayor velocidad y el riesgo de fallecer.(Eluru et al., 2008)(Kaplan et al., 2014)(Nie et al., 2015)(Rivara et al., 1997)(Stone & Broughton, 2003) Esta asociación podría deberse a la mayor velocidad alcanzada en zonas de carretera, ya sea por un vehículo de motor o por el ciclista en sí mismo, con el consecuente incremento en la transferencia de energía resultante en caso de un AT.

Por otra parte, la zona del AT mostró un claro efecto confusor sobre la asociación entre el uso del casco y el riesgo de fallecer. Su asociación cruda cambió de sentido tras el ajuste por todas las variables incluidas en nuestro modelo, exceptuando a la zona del AT (RDlc= 1,10; RDla= 0,81). Al incluirla también como variable de ajuste, la estimación se alejó aún más del nulo (RDla= 0,45). Sin embargo, esta estimación fue muy similar a la obtenida por el ajuste únicamente por la zona del AT (RDla= 0,43), resaltando la importante magnitud de su efecto confusor.

Nuestros análisis también evidenciaron la modificación de efecto producida por la zona del AT respecto de la asociación entre el uso del casco y el riesgo de fallecer. La RDI cruda en ambas zonas mostró una asociación inversa, aunque de mayor magnitud en aquella zona en la que es más factible alcanzar altas velocidades (Carretera-travesía RDlc= 0,34, IC95% 0,25 – 0,49, p <0,001; zona urbana RDlc= 0,73, IC95% 0,43 –

1,27; $p= 0,264$). Sin embargo, al ajustar por todas las demás variables incluidas en el modelo, sus intervalos de confianza se traslaparon (Carretera-travesía RDla= 0,40, IC95% 0,27 – 0,58, $p < 0,001$; zona urbana RDla 0,61, IC95% 0,35 – 1,06, $p= 0,081$) No es usual el reporte de este tipo análisis de interacción en la literatura, por lo que solamente identificamos el caso de un estudio previo que también reportó una interacción de la zona del AT (rural/urbana) entre la asociación del uso del casco y el riesgo de severidad de las lesiones.(Amoros, Chiron, Martin, Thélot, & Laumon, 2012)

Pero también habría que tomar en cuenta otras conductas de riesgo que podrían estar asociadas a la zona en que ocurre el AT. Tras analizar el cruce de 12.447 ciclistas en intersecciones, se encontró que una diferencia de 10 km/hr en la velocidad de circulación permitida estaba asociada a un incremento del doble de ciclistas sin respetar la señal de Stop en el semáforo.(Pai & Jou, 2014)

En cuanto al trazado de la vía, en nuestro estudio identificamos un menor riesgo de fallecer cuando el AT se presentaba en una intersección. Es cierto que, al haber dicotomizado la variable, las categorías resultantes eran muy heterogéneas, puesto que por un lado se mezclaban rotondas con intersecciones en “Y” y en “X”, pero por otro lo hacían caminos en curva con caminos en recta. Independientemente de esta heterogeneidad, existe cierto consenso internacional sobre el menor riesgo de fallecer cuando el AT se presenta en intersecciones,(Eluru et al., 2008)(Kaplan et al., 2014)(Kim et al., 2007)(Prati et al., 2017) aunque también se ha reportado un mayor riesgo cuando el trazado de la vialidad es en curva,(Kim et al., 2007) por

lo que en nuestro estudio ambas categorías de riesgo (No intersección y curva) estarían agrupadas en una misma.

En nuestros resultados observamos un mayor riesgo de que el ciclista falleciera bajo condiciones atmosféricas adversas. Esta misma asociación se ha reportado previamente,(Kim et al., 2007) aunque investigaciones recientes realizadas en otras latitudes no han encontrado asociación entre ambas variables, aunque ciertamente provienen de países (Colombia) con características climatológicas muy diferentes.(Carvajal et al., 2020) Por el contrario, Eluru et al.(Eluru et al., 2008) encontraron en un estudio con una muestra representativa de Estados Unidos que, cuando el AT ocurría en presencia de nieve, el riesgo de fallecer era menor, lo que iría en contra de nuestros hallazgos. Sin embargo, se referían a las características de la superficie de la vía (alterada, con nieve) más que a las condiciones atmosféricas adversas (nevando). Es interesante esta precisión, ya que otros autores han reportado una alta correlación entre las condiciones atmosféricas adversas y las alteraciones en la superficie de la vía, lo que ha hecho que solamente incluyeran uno de estos dos factores en sus modelos de análisis, para evitar problemas por multicolinealidad.(Kaplan et al., 2014) Así, en ese estudio realizado con datos provenientes de 8,892 AT incluidos en la base de datos de la Dirección de Tráfico de Dinamarca, se encontró que cuando la superficie de la vía se reportaba alterada (resbalosa) existía un mayor riesgo de que el ciclista falleciera por el AT. Debido a la alta correlación comentada previamente, podemos asumir que el riesgo de fallecer también era mayor en el caso de condiciones atmosféricas adversas, al igual que en nuestro estudio.

Si nos circunscribimos al estado de la superficie de la vía, encontramos que su alteración se asoció con un menor riesgo de que el ciclista falleciera. Sin embargo, los resultados comparados con otras investigaciones no son homogéneos y permiten diferentes interpretaciones. Como ya se mencionó previamente, la asociación inversa encontrada en nuestro estudio ya había sido reportada en el mismo sentido, aunque especificando que la alteración se refería a la presencia de nieve.(Eluru et al., 2008) En ese caso, los autores sugerían que las alteraciones de la superficie podrían ser percibidas por el ciclista como una situación que incrementara la probabilidad de accidentarse, por lo que por medio de un mecanismo de compensación de riesgo, se favorecerían las conductas preventivas (por ejemplo, con la disminución de la velocidad), lo que a su vez podría mediar para disminuir el riesgo de un desenlace fatal. Pero también existen estudios en donde la superficie de la vía se ha asociado a un mayor riesgo de fallecer,(Carvajal et al., 2020) particularmente cuando se reporta como resbalosa,(Kaplan et al., 2014) lo que podría favorecer no solo que ocurra un AT, sino que este sea de una mayor gravedad, al disminuir la superficie de contacto entre el pavimento y la rueda de la bicicleta y, por tanto, incrementar la distancia de frenado, permitiendo que los AT se presenten a una mayor velocidad. Además, se ha observado que cuando la superficie de la vía está alterada, los conductores de vehículos de motor siguen comportamientos que pueden comprometer la integridad de los ciclistas, como disminuir la distancia con la que inician su adelantamiento hasta en más de un 15%.(Chuang et al., 2013)

La hora del día en que ocurre el AT se asoció con un mayor riesgo de fallecer durante la noche, específicamente en las primeras horas de

la madrugada (entre las 3:00 y las 5:59 hrs). Los diversos autores que han abordado este problema lo han hecho ya sea considerando la hora local, basados en un reloj de 24 horas, o registrando la luminosidad u oscuridad imperante, considerando o no la presencia de elementos urbanos de iluminación. Salvo por los resultados de Kaplan et al. que reportan un menor riesgo de fallecer en las horas en las que hay oscuridad,(Kaplan et al., 2014) el resto de los autores coinciden con que el período nocturno se asocia con un mayor riesgo de fallecer.(Eluru et al., 2008)(Stone & Broughton, 2003) La menor visibilidad imperante en las horas nocturnas, que afectaría tanto a ciclista como a conductores de vehículo de motor, para el caso de las colisiones, podría alargar el tiempo de reacción necesario para evitar un AT, favoreciendo que este ocurra a una mayor velocidad por la falta de frenado o acción de evasión y, por consiguiente, que genere una mayor severidad en las lesiones resultantes. Este factor (visibilidad) ha mostrado ser incluso más importante que la fatiga o el consumo de alcohol.(Wood, 2020) Una conducta de riesgo tan extendida como es precisamente la ingesta de alcohol también tiene relación con las horas del día, como era lógico suponer. Se ha observado una mayor proporción de ciclistas alcoholizados por la noche.(Mitra, Charters, Spencer, Fitzgerald, & Cameron, 2017) (Andersson & Bunketorp, 2002) Debido a que en nuestro estudio la variable relacionada con el alcohol presenta ciertas deficiencias (ver Metodología), su presencia podría estar confundiendo esta asociación entre la hora y el riesgo de fallecer.

Tal vez sería más difícil comparar nuestros resultados con los de Kim et al.(Kim et al., 2007), pues ellos encontraron un mayor riesgo en el período comprendido entre la 6 y las 10 horas. En ese período, además

de incluir algunas horas de oscuridad, en las que la escasa visibilidad podría ser un factor que contribuyera a un mayor riesgo de fallecer, también estarían refiriéndose a las horas pico del tráfico, en donde se ha observado que los ciclistas respetaron más la señal de stop en el semáforo, (Pai & Jou, 2014), aunque estos autores no ajustaron sus estimaciones por la intensidad del tráfico. De hecho, esa misma investigación encontró que las conductas de riesgo se presentaban más frecuentemente en volúmenes de tráfico más ligeros.

La asociación del año en el que se presentó el AT con el riesgo de fallecer es característica. Mientras que en el subperíodo 1 se observa que a mayor antigüedad del AT mayor es el riesgo, en el subperíodo 2 el período no presenta diferencias estadísticamente significativas. Una posible explicación es el esfuerzo de la DGT para disminuir la infrarrepresentación que tienen algunos AT en la base de datos, particularmente los que se asocian con lesiones menos severas. Como se recordará, el establecimiento de ambos subperíodos estuvo motivado por la migración entre los Sistemas de Reporte Arena 1 y Arena 2, y por la aparición de un nuevo cuestionario estadístico del AT, lo que viene a reforzar lo anteriormente dicho.

2.2.2 Factores del ciclista

La edad y el género son dos variables de fundamental importancia en salud pública, puesto que pueden estar asociadas con innumerables condiciones con base biológica, psicológica y social. En nuestra base de datos se observó un mayor riesgo de morir en ciclistas pertenecientes a grupos etarios mayores. Esto fue estadísticamente significativo a partir de la 4ª década de la vida, con el mayor riesgo en el

grupo más longevo (75 años y mayores). La literatura internacional es coincidente con este hallazgo, aunque es cierto que la significación estadística puede alcanzarse en ciclistas pertenecientes a grupos etarios un poco mayores.(Eluru et al., 2008)(Kaplan et al., 2014)(Kim et al., 2007)(Prati et al., 2017)(O'Hern et al., 2018)(Stone & Broughton, 2003)(Vanlaar et al., 2016) Las principales explicaciones esgrimidas han sido el incremento en la fragilidad atribuible a la edad avanzada, que pudiera estar potenciado por la presencia de enfermedades concomitantes; la alteración en las funciones cognitivas, que se asocian con un mayor tiempo de reacción; la menor fortaleza física, indispensable para hacer frente al momento de evitar una situación conflictiva en el tráfico, que puede ser la diferencia entre un casi-accidente o un AT; y las deficiencias sensoriales, ya sea en la función auditiva (lo que podría disminuir la percepción del peligro) o en la función visual (ya sea por falta de agudeza visual o por pérdida en la sensibilidad al contraste de imágenes, lo cual incluso podría exacerbarse bajo condiciones de baja luminosidad), lo que en definitiva también incrementaría el tiempo de reacción.(Wood, 2020) Es interesante que también haya algunas investigaciones que hayan reportado un mayor riesgo de fallecer en menores de 16 años, puesto que ambos extremos de la vida se asocian con tiempos de reacción alargados y, en el caso de los niños, una menor experiencia.(Kaplan et al., 2014)(Vanlaar et al., 2016) En nuestro estudio no observamos indicios de que los menores de edad tuvieran un mayor riesgo que la categoría de referencia (25 a 29 años).

Como se comentó en la Introducción, debido a las propias limitaciones de nuestra base de datos y de las otras investigaciones

realizadas en el ámbito, consideraremos género y sexo como sinónimos salvo que se especifique lo contrario, a pesar de que el primer término se refiere a un constructo sociocultural y el segundo a las características biológicas. En ambos subperíodos se observó que las mujeres tenían un menor riesgo de fallecer que los hombres. Sin embargo, en el subperíodo 1 se alcanzó significación estadística mientras que en el subperíodo 2 no (Subperíodo 1 RDI = 0,82; IC95% 0,68 – 0,99; $p = 0,047$; Subperíodo 2 RDI = 0,64; IC95% 0,37 – 1,10; $p = 0,107$). A pesar de ser una variable de suma importancia, los resultados de las diferentes investigaciones no son consistentes, puesto que es frecuente que se reporte a los hombres con un mayor riesgo de fallecer,(Eluru et al., 2008)(Prati et al., 2017)(Vanlaar et al., 2016) pero también existen varias investigaciones en las que el riesgo es similar para cada uno de los dos estratos (hombre, mujer)(Kaplan et al., 2014)(O'Hern et al., 2018)(Rivara et al., 1997) o incluso en donde el género solamente se utiliza como variable de ajuste.(Kim et al., 2007) Es interesante observar como no existen estudios que reporten un mayor riesgo en mujeres cuando se estratifica a la defunción como una categoría específica dentro de la severidad de las lesiones, solamente cuando se considera la severidad de las lesiones.(Cripton et al., 2015)

El menor riesgo de fallecer reportado en las mujeres podría deberse a múltiples factores. Ser hombre se asocia a diversas conductas de riesgo, como no conducir con luces por la noche o tratar de ganarle el paso semaforizado al tren,(Cobey, Stulp, Laan, Buunk, & Pollet, 2013) a pasarse el semáforo en rojo,(Pai & Jou, 2014) a circular en bicicleta bajo los efectos del alcohol,(Mitra et al., 2017) a no utilizar el casco de protección(O'Hern et al., 2018) e incluso a elegir ruta menos

seguras,(Rubie, Haworth, Twisk, & Yamamoto, 2020) además de las diferencias físicas que pudieran existir entre ambos sexos biológicos.(Emond et al., 2009) Por otra parte, más allá de las diferencias por género en cuanto a la propensión para tomar riesgos, el comportamiento de los otros conductores de vehículos de motor también podría afectar a la probabilidad de verse involucrado en un accidente y/o que este fuese de una mayor severidad. Un conocido estudio naturalístico utilizó una bicicleta equipada con diversos sensores para medir la distancia que guardaban los vehículos de motor al adelantar a un ciclista. A pesar de que solamente contó con un participante hombre, se le solicitó recorrer una cierta cantidad de kilómetros con una larga peluca femenina para aparentar ser mujer. Se observó que los vehículos de motor que adelantaban al ciclista guardaban una mayor distancia cuando el participante utilizaba la peluca que cuando no lo hacía.(Walker, 2007) Sin entrar en el debate sobre si las diferencias observadas podrían deberse a un cambio en el comportamiento de los conductores en función del género percibido del ciclista al que adelantan, es verdad que ese estudio ha favorecido que otros investigadores aborden el mismo tema. Un reciente metaanálisis ha evidenciado la ausencia de consenso al respecto, reportando artículos que encontraron una asociación directa de la distancia de adelantamiento con el género masculino, con el femenino e incluso alguno que no encontró diferencias significativas entre ambos géneros.(Rubie et al., 2020)

Sin embargo, también es posible que nuestros resultados contengan un sesgo derivado de una infranotificación desbalanceada por sexos. Algunos autores han observado que las mujeres tienen una

mayor probabilidad que los hombres de reportar los AT a la policía.(Loo & Tsui, 2007) Asumiendo que los AT con lesiones de menor severidad tienen una mayor probabilidad de estar infranotificados,(Shinar et al., 2018) las mujeres con lesiones leves estarían sobrerrepresentadas respecto de los hombres con lesiones leves.

Uno de los problemas que existen al abordar el tema del consumo del alcohol en ciclistas es que su cuantificación en sangre o en aire espirado puede variar entre el momento de la medición y del AT, independientemente de que suceda primero, debido a la continua absorción del alcohol presente en el sistema digestivo, a la metabolización del alcohol circulante en el torrente sanguíneo, y a la producción de etanol por el cuerpo después de la muerte.(Kugelberg & Jones, 2007) Sin embargo, es necesario seguir investigando al respecto por la elevada incidencia de ciclistas intoxicados con alcohol que se involucran en un AT. Se ha reportado que hasta 1 de cada 10 ciclistas que se presentaron en un centro de atención traumatológica con lesiones severas estaba intoxicado con alcohol (0,05 g/100 ml en aire espirado).(Mittra et al., 2017) Desafortunadamente, en nuestra base de datos el consumo de alcohol en el subperíodo 1 tuvo que incluirse en una categoría junto al consumo de otras drogas y alteraciones psicofísicas percibidas por el oficial de tráfico al momento del AT. A pesar de que el consumo de alcohol fue la condición con mayor prevalencia en la categoría construida y mostró una asociación directa con el riesgo de fallecer, deberemos de considerar que la verdadera asociación del consumo de alcohol con el fallecimiento podría estar enmascarada por el resto de las condiciones incluidas en la misma categoría. Es cierto que el consumo de alcohol pudo aislarse en una

variable dicotómica en el subperíodo 2, en la cual la presencia de alcohol podría haberse registrado por medio de alcoholimetría o de alcoholemia. En este caso, los casos positivos fueron únicamente 74, por lo que los modelos analíticos no permitieron identificar ningún tipo de asociación y tuvo que retirarse de ellos por no permitir la convergencia en los análisis implementados.

Reportar una nacionalidad distinta a la española se asoció directamente con el riesgo de fallecer. Nuevamente, la dicotomización que se tuvo que implementar para realizar el procedimiento de imputación múltiple obliga a tomar esta estimación con precaución, puesto que incluye tanto a nacionales de países con una mayor cultura ciclista de prevención de AT y sus consecuencias, como a nacionales de países con mayores limitaciones al respecto. Además, no existe información sobre el tiempo de residencia en España, por lo que el impacto que la cultura vial de sus países de origen pudiera tener en los ciclistas accidentados podría tener una amplia variabilidad.

El motivo de desplazamiento no mostró una asociación significativa con el riesgo de fallecer. Las categorías construidas pretendieron dicotomizar entre los ciclistas que utilizaban su bicicleta como modo de transporte y aquellos cuya finalidad era más bien recreativa, deportiva o lúdica. A pesar de que se ha reportado que la severidad de las lesiones podría estar inversamente asociada con los desplazamientos por motivos laborales o utilitarios, posiblemente por una mayor experiencia, uso de casco y elección de rutas más seguras,(Hagel et al., 2015) también se ha observado que aquellos ciclistas con mayor exposición al riesgo de tener un AT se asociaban directamente con el riesgo de fallecer.(Cripton et al., 2015) No se

encontraron otros estudios en los que la defunción se considerase una categoría única, pero parece acertado asumir que el comportamiento de aquellos ciclistas utilitarios podría ser distinto que el de los ciclistas que utilizan la bicicleta por motivos lúdicos, deportivos o recreativos. De hecho, se ha reportado que aquellos que utilizaban su bicicleta enfundados en un uniforme escolar ignoraban las señales de tránsito con mayor frecuencia que los otros ciclistas jóvenes. (Pai & Jou, 2014) Un reciente metaanálisis encontró que la apariencia de las ropas de los ciclistas podrían incidir en la distancia con que otros vehículos de motor les adelantan, siendo que la menor distancia se guardaba con aquellos que aparentaban ser deportistas y la mayor distancia cuando el ciclista parecía pertenecer a la fuerzas del orden público.(Rubie et al., 2020)

La infracción del reglamento de tráfico merece una consideración especial. Podríamos asumir que un ciclista que comete una infracción está evidenciando un comportamiento de riesgo, ya sea por alguna motivación particular o por mero desconocimiento. En el subperíodo 2 se consideró como una variable dicotómica y se observó una asociación directa entre la comisión de una infracción y el riesgo de fallecer, al igual que otros autores previamente.(Kim et al., 2007) En el subperíodo 1 no tuvo que ser dicotomizada al no tener datos faltantes, con lo cual ofreció una información más completa: La mayoría de las infracciones (11 de 18) mostraron una asociación directa estadísticamente significativa con el riesgo de fallecer. Solo una mostró una asociación inversa, y fue la conducción distraída. Este hallazgo fue inesperado. A pesar de que se sabe que la distracción puede incrementar el riesgo de participar en un AT,(S. A. Useche, Alonso, Montoro, & Esteban, 2018) hasta donde sabemos, aún no se había

reportado su asociación con el riesgo de fallecer. Hay que mencionar que en esta categoría se engloban todas las causas de conducción distraída a criterio del policía, desde el uso de dispositivos tecnológicos hasta cualquier otro comportamiento no intencional que pudiera presentarse. Una posible causa para la asociación inversa observada es la presumible disminución en la velocidad del ciclista durante la distracción. De esta forma podría ser más probable que participase en un AT pero, en caso de hacerlo, la velocidad sería menor y por tanto también la transferencia de energía, derivando en lesiones menos graves y, por tanto, menor probabilidad de fallecimiento.

2.2.3 Uso de casco

El uso del casco merece especial atención. Por una parte, puede verse como el resultado de una decisión individual y, por tanto, como un comportamiento preventivo que pudiera estar asociado a otras conductas relacionadas con la seguridad en los ciclistas. Por la otra, también puede argüirse que los ciclistas pueden sentir una mayor seguridad al sentirse protegidos por el posible efecto del casco en caso de participar en un AT y asumir riesgos en la conducción de sus bicicletas que de otra forma no aceptarían.(A. K. Høye, Jensen, & Sørensen, 2020) A esto último se le llama compensación del riesgo. Un estudio en España pretendió identificar si este mecanismo pudiera estarse presentando en nuestro medio. Se asumió que, en caso de existir la compensación de riesgo por utilizar el casco, los ciclistas afectados mostrarían también otro tipo de comportamientos de riesgo, lo que podría verse reflejado en la comisión de infracciones al reglamento de tráfico, por lo que usar el casco debería de estar asociado positivamente con el hecho de cometer una infracción. De acuerdo con

sus resultados, tras analizar los datos de 22.814 ciclistas accidentados entre 1990 y 1999, no pudo encontrarse evidencia a favor de este mecanismo.(Lardelli-Claret et al., 2003) Una reciente revisión sistemática tampoco encontró evidencia suficiente para sostener su existencia. De los 23 estudios incluidos en la revisión cualitativa, solamente los resultados de 2 estudios apoyaron la existencia de la compensación del riesgo, ambos estudios llevados a cabo en el Reino Unido. Por el contrario, 10 estudios reportaron una asociación directa entre el uso del casco y la presencia de comportamientos seguros al conducir una bicicleta.(Esmailikia, Radun, Grzebieta, & Olivier, 2019) Uno de los artículos incluidos en la revisión sistemática es particularmente interesante, puesto que los autores intentaron obtener resultados más objetivos al utilizar un entorno experimental en el que se midieron diferentes variables psicofisiológicas y de conducción de la bicicleta. Se dividió a los sujetos participantes en dos grupos: uno que usaba el casco regularmente (grupo 1) y otro que no lo hacía (grupo 2). Los resultados mostraron que los ciclistas del grupo 1 redujeron su velocidad cuando no llevaban casco y se mostraron más aprehensivos durante la conducción. Sin embargo, los ciclistas del grupo 2 no incrementaron su velocidad ni mostraron variación en las variables psicofisiológicas medidas al conducir con casco. Estos resultados apoyan la no existencia del mecanismo de compensación del riesgo.(Fyhri & Phillips, 2013)

Pero no usar casco puede asociarse a conductas de riesgo, como pasarse el semáforo en rojo,(Pai & Jou, 2014) o conducir la bicicleta bajo los influjos del alcohol. Un estudio forense en Australia con 336 autopsias reportó que, de aquellos ciclistas fallecidos en los que se

registraba el uso del casco, el 19.6% no lo utilizaba al momento del AT, a pesar de ser obligatorio legalmente. Además, estos ciclistas tenían una mayor probabilidad de arrojar un resultado positivo a la prueba de cuantificación de alcohol postmortem y de tener lesiones en la cabeza, comparados con aquellos que sí llevaban el casco al momento del AT.(O'Hern et al., 2018)

Incluso el casco ciclista podría estar condicionando el comportamiento de algunos conductores de vehículos de motor. Se ha reportado que pudiera favorecer los adelantamientos que guardan una distancia estrecha entre un vehículo de motor y una bicicleta, aunque no existe consenso, debido en gran medida a que no se ha podido establecer un parámetro que permita discriminar adecuadamente entre un adelantamiento que guarda la distancia adecuada y otro que no lo hace.(Walker & Robinson, 2019) Más allá de tratar de dicotomizar la distancia de los adelantamientos, lo que pareciera claro es que diversos estudios han identificado que los conductores de vehículos de motor guardan una menor distancia con los ciclistas que utilizan el casco respecto de aquellos que no lo hacen, lo que podría colocarles en una posición vulnerable e incrementar su riesgo de participar en un accidente.(Rubie et al., 2020)

Es pertinente aclarar que el casco es prácticamente inocuo: su uso no se asoció a mayor severidad de lesiones ni a mayor mortalidad en sendos metaanálisis,(A. Høyve, 2018)(Olivier & Creighton, 2017) independientemente del material con el que estuviera confeccionado (cobertura rígida, delgada o sin cobertura).(Rivara et al., 1997) Es cierto que podría asociarse a cierto malestar derivado del incremento en la percepción de la temperatura, sin embargo, un estudio experimental

demonstró que los participantes no tuvieron afectación alguna al desarrollar tareas cognitivas complejas, por lo que los autores concluyeron que no había evidencia de que el casco afectara al desempeño cognitivo;(Bogerd, Walker, Brühwiler, & Rossi, 2014)

A pesar de la importancia del casco como medida de mitigación del impacto de un AT y el amplio número de investigaciones que han evidenciado una asociación inversa entre el uso del casco y el riesgo de presentar lesiones tras un AT, su asociación con el riesgo de fallecer no ha quedado del todo aclarada, a pesar de la publicación de sendos metaanálisis.(A. Høye, 2018)(Olivier & Creighton, 2017) Sin embargo, los artículos incluidos rara vez controlan por variables que pudieran estar confundiendo la posible asociación entre el uso del casco y la defunción, en todo caso lo hacen por edad y sexo, pero no por otras variables que, a priori requerirían de este tipo de abordajes. Esta deficiencia podría estar relacionada con las inconsistencias observadas. De hecho, en un estudio utilizando nuestra misma base de datos Aldred et al.(Aldred, García-Herrero, Anaya, Herrera, & Mariscal, 2020) encontraron que el uso del casco se asociaba con un mayor riesgo de muerte o lesiones severas en ciclistas después de un AT. Este hallazgo en principio inesperado podría haberse debido a que los autores no controlaron por la zona en la que se había presentado el AT. Además, que la legislación en España obligue a su uso a todos los ciclistas en trayectos interurbanos, pero solo a los menores de 16 años en zonas urbanas, le convierten en una variable de especial interés en nuestro trabajo.

En el subperíodo 1 observamos que no usar el casco se asociaba directamente con el riesgo de fallecer, tras controlar por el resto de las variables incluidas en el modelo (RDI = 1,43, IC95% 1,25 – 1,64, $p < 0,001$).

Para el subperíodo 2 se cambió la categoría de referencia, aunque el resultado fue similar desde el punto de vista de lo que representaba: usar el casco mostró una asociación inversa con la defunción (RDI = 0,45, IC95% 0,32 – 0,64, $p < 0,001$).

Tras la aplicación de los modelos causales, se observó una Reducción Absoluta del Riesgo de fallecer de 1,3% por el uso del casco para ambos métodos (PSM: IC95% 0,3 – 2,3, $p = 0,010$, IPW: IC95% 0,6 – 2,0, $p < 0,001$), lo que significa que bastaría lograr que entre 75 (PSM) y 78 (IPW) ciclistas accidentados reportados en el RENAVIAT hubieran utilizado casco para haber salvado una vida. Si nos circunscribimos al ámbito de los AT en carretera-travesía, este número disminuiría, por lo que se salvaría una vida por cada 41 ciclistas que utilizaran el casco (NNT carretera-travesía PSM= 41; IPW= 41). Esto contrasta con lo observado por Kuo et al., (Kuo et al., 2017) puesto que ellos no encontraron un efecto protector del casco. En su trabajo, discuten sobre los factores que pudieran estar involucrados para obtener este resultado inesperado, (material y diseño del casco, así como velocidad e intensidad de la contusión resultante del AT) debido a que sí que encontraron un efecto protector del casco en motociclistas. Y, sin embargo, una limitación aún mayor podría ser la escasez de su muestra, puesto que solo incluyeron 76 ciclistas con casco (4 fallecidos) y 647 sin él (24 fallecidos) y sus resultados distaron mucho de la significación estadística (Diferencia de medias para la mortalidad en ambas categorías 1,3%; IC95% 0,30 – 5,96; $p = 0,706$). Lo que es más, para su estudio utilizaron datos hospitalarios, por lo que no incluyeron ninguna variable relacionada con el AT, sino que se centraron en aquellas relacionadas con el ciclista (edad, sexo y otras comorbilidades) para obtener el emparejamiento de los casos. El

resultado del presente trabajo y de aquellos citados a lo largo del texto, sugieren que puede existir una miríada de factores asociados con la letalidad en los ciclistas tras un AT, ya sean relacionados con el propio AT o con las características del ciclista, más allá que la edad y el sexo.

3. Consideraciones prácticas

Con nuestro trabajo, pretendemos identificar los factores que pudieran estar asociados con una mayor o menor letalidad en ciclistas tras involucrarse en un AT en España. Sabemos que, al diseñar un estudio observacional basado en una fuente de información secundaria, nuestros resultados podrán estar afectados por los datos faltantes, confundidos por el efecto de otras variables y sujetos a sufrir el efecto de distintos sesgos, principalmente de selección y de información, con una magnitud variable y un efecto incierto. Hemos utilizado técnicas estadísticas para mitigar estas limitaciones, y sin embargo no estamos exentos de cierto efecto residual producido principalmente por variables no medidas. Debido a esto, ni la ausencia de asociación entre las variables incluidas en nuestros modelos puede traducirse en desdén sobre su posible efecto en cuanto al riesgo de fallecer, ni la presencia de asociaciones estadísticamente significativas deberá de considerarse como una demostración fehaciente de su efecto. Más aún, no debemos de declarar causalidad para ninguna de las asociaciones encontradas. En el mejor de los casos, nuestros resultados podrían sugerirla, pero nunca declararla, debido al diseño de nuestro estudio.

Más allá del interés académico de dar respuesta a nuestra pregunta de investigación por el mero hecho de aportar al ámbito del

conocimiento sobre la seguridad vial en ciclistas, nuestros resultados nos permiten identificar circunstancias del AT sobre las que se podría incidir para lograr que el ciclismo sea una actividad más segura, y que la población española pueda beneficiarse de todos los efectos positivos que tiene para cada individuo, para la sociedad en su conjunto e incluso para el medio ambiente.

La implementación de medidas de prevención del riesgo de participar en un AT siempre será deseable por encima de medidas de mitigación de su impacto en la salud de los involucrados. Por lo tanto, se deberá de buscar interrumpir la cadena epidemiológica en sus etapas más tempranas, pero asumiendo que la pretensión debería de ser evitar las muertes por AT en ciclistas no por evitar la exposición al riesgo, entendida como la frecuencia y el tiempo de uso de la bicicleta, así como el número de los kilómetros recorridos, sino por convertir al ciclismo en una actividad más segura.

Los cambios recientes a la legislación de tráfico sobre la disminución de los límites de velocidad permitidos en las ciudades españolas son un paso importante pues podrían tener un impacto positivo al disminuir la velocidad a la que ocurren los AT y por tanto la transferencia de energía hacia el ciclista, logrando una menor severidad de las lesiones y menor riesgo de fallecer tras un AT. Son medidas relativamente sencillas que pueden tener un gran impacto. Pero no por ello se debe de obviar que existen medidas que podrían tomarse para evitar que el AT suceda, y no solo para mitigar su impacto. Dentro de las que podrían tener mayor trascendencia sería la implementación de medidas urbanísticas de separación de espacios en el tráfico, es decir, que permitan evitar al mínimo el posible contacto entre los vehículos

de motor y los ciclistas. Esto no necesariamente significa construir nuevas vialidades, sino modificar el uso de las ya existentes. Obviamente, estas acciones deberán de ir siempre acompañadas de campañas de difusión, concienciación y educación hacia todos los usuarios de la vía.

Esta educación podría iniciar con los ciclistas, pues son ellos los principales beneficiados en incrementar su seguridad. Tras identificar el riesgo que implica la conducción de una bicicleta en el horario nocturno, se podría hacer una campaña para mejorar la visibilidad de los ciclistas. De hecho, se ha observado que ellos mismos sobreestiman la visibilidad que les confiere la utilización de luces externas (las cuales llegan a ser caras y requieren de baterías con una vida útil por carga que es variable) e infraestiman el efecto de los reflejantes, ya sea colocados sobre la bicicleta o sobre la ropa del mismo ciclista.(Wood, 2020)

La migración del sistema informático de la DGT al Arena2 promete una mayor riqueza en la información disponible y en la posibilidad de vincularla con las fuentes sanitarias. Hemos visto cómo el estudio del efecto del consumo de alcohol sobre la seguridad vial del ciclista podrá ser más riguroso. Pero no debemos de esperar más mejoras en las herramientas informáticas para ir tomando decisiones en este sentido. Sería deseable incrementar el número de cuantificaciones de alcohol en ciclistas, ya sea en sangre o aire espirado, puesto que el escaso número de pruebas no nos permitió analizar adecuadamente esta variable. Idealmente, estas pruebas deberían de realizarse de manera metódica y no sujetas únicamente a la voluntad o criterio del policía. Se debería de evitar la percepción de que las alcoholimetrías son una herramienta de confirmación diagnóstica de la

intoxicación alcohólica, utilizada para sustentar una multa por una falta al reglamento de tráfico, y favorecer la idea de que son un elemento de investigación sobre la prevalencia de la conducción bajo los efectos del alcohol, y como tal no debería de estar condicionado por otras variables como el sexo o género del ciclista, ni la zona o la hora en que se valora su aplicación.

El grupo etario integrado por los adultos mayores presenta un reto importante. Por un lado, los mayores de 74 años fueron la categoría que presentó el mayor riesgo de fallecer respecto de cualquier categoría de referencia. Por otro, los adultos mayores son una parte de la población necesitada de espacios para realizar actividad física y recreativa, que puede verse limitada en su movilidad por muchos factores, por lo que la bicicleta podría ser una solución para estas situaciones. Será fundamental identificar en la literatura experiencias exitosas que permitan disminuir el riesgo al que se exponen los adultos mayores cuando utilizan una bicicleta, como puede ser la detección oportuna de comorbilidades que pudieran afectar en sus habilidades de conducción, la adecuación de los diseños ergonómicos de las bicicletas para facilitar su uso por población con ciertas restricciones en el movimiento y la flexibilidad, e incluso el correcto ajuste de los elementos móviles que contienen (altura del sillín).

En España, la brecha de género se ha ido cerrando paulatinamente, aunque todavía queda trayecto por recorrer. Considerando la experiencia internacional en la que se observa que aquellos países con mayor uso de la bicicleta también son aquellos en los que existe una mayor paridad por género, no queda más que continuar fomentando el uso de la bicicleta y visibilizando a los ciclistas

para que permee la idea de que puede ser opción más de transporte, la más saludable y sostenible, y no solo una herramienta para realizar actividad física.

Es importante resaltar el uso del casco de protección. Es cierto que el debate sobre su posible efecto para disminuir el riesgo de fallecer no ha terminado. Ni tampoco sobre la obligatoriedad de su uso. España es un país en el que ha habido buenos resultados en el ámbito de la seguridad vial en general, que se encuentra en una fase temprana de fomento del uso de la bicicleta, y que cuenta con una de las pocas legislaciones en el mundo que discrimina por edad y por zona al momento de obligar al uso del casco. Todo ello confluye para que sea pertinente explorar el efecto de la legislación sobre la prevalencia del uso del casco y de las lesiones a consecuencia de un AT.

Finalmente, cabe mencionar que el uso de las nuevas tecnologías para estudiar las características de exposición de la población española se ofrece como un área de oportunidad a considerar para nuevas investigaciones. Contar con datos válidos y representativos de toda la población permitiría avanzar más rápidamente sobre el conocimiento de los factores que inciden a nivel local en la seguridad vial, con el objetivo de establecer políticas públicas exitosas.

VIII. CONCLUSIONES

A la luz de los resultados, de la presente Tesis Doctoral se desprenden las siguientes conclusiones:

- 1) La mayoría de los accidentes de tráfico en donde se involucran ciclistas se presentan en zona urbana, a pesar de que el mayor número de defunciones se registra en carretera. Incluso después de controlar por el efecto del resto de las variables consideradas, el riesgo de fallecer tras el accidente permanece más elevado si ocurrió en carretera que en zona urbana. De la misma forma, se presentan más accidentes durante el día, pero el riesgo de fallecer es mayor durante la noche, particularmente en las horas de la madrugada.
- 2) Aunque entre los ciclistas implicados en accidentes con víctimas predominan los adolescentes y adultos jóvenes, el riesgo de fallecer a consecuencia del accidente se incrementa con la edad, hasta alcanzar el máximo riesgo en los mayores de 74 años.
- 3) Entre los ciclistas implicados en accidentes con víctimas, más del 80% fueron varones, y su riesgo de fallecer tras el accidente fue ligeramente superior al de las mujeres.
- 4) Un comportamiento de riesgo por parte del ciclista, como es la comisión de alguna infracción previa al accidente, se asoció con un mayor riesgo de fallecer a consecuencia de este.

- 5) Aunque el tipo de accidente y las restantes circunstancias ambientales bajo las que éste se presenta no difieren sustancialmente en función de que el accidente tenga lugar en carretera o en zona urbana, sí que existen diferencias en cuanto a las características de los ciclistas implicados: en carretera éstos son con más frecuencia varones y de mayor edad, circulan más frecuentemente con casco y se desplazan menos por motivos laborales.
- 6) A pesar de que algunas de las características de los ciclistas presentan cierta variación entre los dos subperíodos temporales estudiados (1993-2013 y 2014-2017), tanto las circunstancias ambientales bajo las que el accidente se presenta, como el sentido de sus asociaciones y las de los ciclistas con el riesgo de fallecer tras el accidente son similares.
- 7) En los ciclistas implicados en accidentes de tráfico con víctimas, la reducción absoluta del riesgo de fallecer en los primeros 30 días tras el accidente asociada al uso de casco se estima entre un 0,3 y un 2,3%. A pesar de que el uso del casco es obligatorio en España para los ciclistas menores de 16 años en zona urbana y para toda la población en carretera, aún existe una proporción nada despreciable de ciclistas que no lo utilizan.
- 8) La zona en la que ocurre el accidente es el principal confusor de la probable asociación causal existente entre el uso de casco y un menor riesgo de que el ciclista fallezca en los 30

días posteriores al accidente. Por lo demás, indirectamente se comporta como un modificador del posible efecto protector del casco, pues éste es significativamente mayor cuando el accidente ocurre en carretera.

IX. CONCLUSIONS

Considering the results, the following conclusions can be drawn from this Doctoral Thesis:

1. Most traffic crashes involving cyclists occur in urban areas, even though the highest number of deaths is recorded on the road. Even after controlling for the effect of other variables considered, the risk of death after the crash remains higher if it occurred on the road than in urban areas. Similarly, more crashes occur during the day, but the risk of death is higher at night, particularly in the early hours of the morning.
2. Although teenagers and young adults predominate among cyclists involved in crashes with victims, the risk of death because of the crash increases with age, reaching the highest risk in those over 74 years of age.
3. More than 80% of cyclists involved in crashes with victims were male, and their risk of death after the crash was slightly higher than that of women.
4. Cyclist's risky behavior, such as committing a pre-crash offence, was associated with an increased risk of death because of the crash.
5. Although the type of crash and other environmental circumstances in which it occurs do not differ substantially

depending on whether it takes place on the road or in an urban area, there are differences in the characteristics of the cyclists involved: on the road they are more often male and older, they ride more frequently wearing helmets and they commute less frequently.

6. Although some of the characteristics of the cyclists vary somewhat between the two sub-periods (1993-2013 and 2014-2017), both the environmental circumstances under which the crash occurs and the direction of their associations and those of the cyclists with the risk of death after the crash are similar.
7. For cyclists involved in road crashes with victims, the absolute reduction in the risk of death in the first 30 days after the crash associated with helmet use is estimated to be between 0,3 and 2,3%. Although helmet use is compulsory in Spain for cyclists under 16 years of age in urban areas and for the entire population on the road, there is still a significant proportion of cyclists who do not wear helmets.
8. The area in which the crash occurs is the main confounder of the likely causal association between helmet use and a lower risk of death in the first 30 days after the cyclist's crash. Moreover, it indirectly behaves as an effect modifier of the possible protective effect of the helmet, as it is significantly higher when the crash occurs on the road than when it occurs in urban areas.

Factores asociados a la letalidad por accidentes de tráfico en España

IX. BIBLIOGRAFÍA

- 2018 Physical Activity Guidelines Advisory Committee. (2018). 2018 Physical Activity Guidelines Advisory Committee Scientific Report. *US Department of Health and Human Services*, 1–779. <https://doi.org/10.1115/1.802878.ch1>
- Actualización de las Directrices de la OMS sobre al Calidad del Aire. (n.d.). Retrieved from [https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/ambient-\(outdoor\)-air-quality-and-health](https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/ambient-(outdoor)-air-quality-and-health)
- Aldred, R., García-Herrero, S., Anaya, E., Herrera, S., & Mariscal, M. Á. (2020). Cyclist injury severity in Spain: A Bayesian analysis of police road injury data focusing on involved vehicles and route environment. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 17(1). <https://doi.org/10.3390/ijerph17010096>
- Ali Ali, B., Fortún Moral, M., Belzunegui Otano, T., Reyero Díez, D., & Castro Neira, M. (2017). Escalas para predicción de resultados tras traumatismo grave. *Anales Del Sistema Sanitario de Navarra*, 40(1), 1–14. <https://doi.org/10.23938/ASSN.001>
- Amoros, E., Chiron, M., Martin, J.-L., Thélot, B., & Laumon, B. (2012). Bicycle helmet wearing and the risk of head, face, and neck injury: a French case-control study based on a road trauma registry. *Injury Prevention: Journal of the International Society for Child and Adolescent Injury Prevention*, 18(1), 27–32. <https://doi.org/10.1136/ip.2011.031815>
- Amoros, E., Chiron, M., Thélot, B., & Laumon, B. (2011). The injury

epidemiology of cyclists based on a road trauma registry. *BMC Public Health*, 11. <https://doi.org/10.1186/1471-2458-11-653>

Andersson, A. L., & Bunketorp, O. (2002). Cycling and alcohol. *Injury*, 33(6), 467–471. [https://doi.org/10.1016/S0020-1383\(02\)00028-1](https://doi.org/10.1016/S0020-1383(02)00028-1)

Asgarzadeh, M., Fischer, D., Verma, S. K., Courtney, T. K., & Christiani, D. C. (2018). The impact of weather, road surface, time-of-day, and light conditions on severity of bicycle-motor vehicle crash injuries. *American Journal of Industrial Medicine*, 61(7), 556–565. <https://doi.org/10.1002/ajim.22849>

Astarita, V., & Giofré, V. P. (2019). From traffic conflict simulation to traffic crash simulation: Introducing traffic safety indicators based on the explicit simulation of potential driver errors. *Simulation Modelling Practice and Theory*, 94(September 2018), 215–236. <https://doi.org/10.1016/j.simpat.2019.03.003>

Avila-Palencia, I., De Nazelle, A., Cole-Hunter, T., Donaire-Gonzalez, D., Jerrett, M., Rodriguez, D. A., & Nieuwenhuijsen, M. J. (2017). The relationship between bicycle commuting and perceived stress: A cross-sectional study. *BMJ Open*, 7(6), 1–11. <https://doi.org/10.1136/bmjopen-2016-013542>

Avila-Palencia, I., Int Panis, L., Dons, E., Gaupp-Berghausen, M., Raser, E., Götschi, T., ... Nieuwenhuijsen, M. J. (2018). The effects of transport mode use on self-perceived health, mental health, and social contact measures: A cross-sectional and longitudinal study. *Environment International*, 120(June), 199–206. <https://doi.org/10.1016/j.envint.2018.08.002>

- Bagloee, S. A., Sarvi, M., & Wallace, M. (2016). Bicycle lane priority: Promoting bicycle as a green mode even in congested urban area. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 87, 102–121. <https://doi.org/10.1016/j.tra.2016.03.004>
- Baker, J. S., & Fricke, L. B. (1970). *Manual de Investigación de Accidentes de Tráfico*. Sictra Ibérica S.L.
- Baker, S. P., O'Neill, B., Haddon, W. J., & Long, W. B. (1974). The injury severity score: a method for describing patients with multiple injuries and evaluating emergency care. *The Journal of Trauma*, 14(3), 187–196.
- Bambach, M. R., Mitchell, R. J., Grzebieta, R. H., & Olivier, J. (2013). The effectiveness of helmets in bicycle collisions with motor vehicles: a case-control study. *Accident; Analysis and Prevention*, 53, 78–88. <https://doi.org/10.1016/j.aap.2013.01.005>
- Barbieri, D. M., Lou, B., Passavanti, M., Hui, C., Hoff, I., Lessa, D. A., ... Rashidi, T. H. (2021). Impact of COVID-19 pandemic on mobility in ten countries and associated perceived risk for all transport modes. *PLoS ONE*, 16(2 February), 1–18. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0245886>
- Beck, B., Stevenson, M., Newstead, S., Cameron, P., Judson, R., Edwards, E. R., ... Gabbe, B. (2016). Bicycling crash characteristics: An in-depth crash investigation study. *Accident Analysis and Prevention*, 96, 219–227. <https://doi.org/10.1016/j.aap.2016.08.012>
- Behnood, A., & Mannering, F. (2017). Determinants of bicyclist injury

- severities in bicycle-vehicle crashes: A random parameters approach with heterogeneity in means and variances. *Analytic Methods in Accident Research*, 16, 35–47. <https://doi.org/10.1016/j.amar.2017.08.001>
- Bíl, M., Bílová, M., Dobiáš, M., & Andrášik, R. (2016). Circumstances and causes of fatal cycling crashes in the Czech Republic. *Traffic Injury Prevention*, 17(4), 394–399. <https://doi.org/10.1080/15389588.2015.1094183>
- Bíl, M., Bílová, M., & Müller, I. (2010). Critical factors in fatal collisions of adult cyclists with automobiles. *Accident Analysis and Prevention*, 42(6), 1632–1636. <https://doi.org/10.1016/j.aap.2010.04.001>
- Bini, R., & Flores-Bini, A. (2018). Potential factors associated with knee pain in cyclists: a systematic review. *Open Access Journal of Sports Medicine*, Volume 9, 99–106. <https://doi.org/10.2147/oajsm.s136653>
- Bogerd, C. P., Walker, I., Brühwiler, P. A., & Rossi, R. M. (2014). The effect of a helmet on cognitive performance is, at worst, marginal: A controlled laboratory study. *Applied Ergonomics*, 45(3), 671–676. <https://doi.org/10.1016/j.apergo.2013.09.009>
- Boletín Oficial del Estado, num 261. (2015). *Real Decreto Legislativo 6/2015, de 30 de octubre, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley sobre Tráfico, Circulación de Vehículos a Motor y Seguridad Vial*.
- Boletín Oficial del Estado, num 283. (2009). *Ley 18/2009, de 23 de noviembre, por la que se modifica el texto 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.

Boletín Oficial del Estado, num 37. (2008). *Real Decreto 181/2008, de 8 de febrero, de ordenación del diario oficial <<Boletín Oficial del Estado>>.*

Boletín Oficial del Estado, num 47. (1993). *ORDEN de 18 de febrero de 1993 por la que se modifica la estadística de accidentes de circulación.*

Boletín Oficial del Estado, num 50. (1962). *ORDEN de 21 de febrero de 1962 por la que se regula la Estadística de Accidentes de Circulación. Presidencia del Gobierno (pp. 2822–2824). pp. 2822–2824.*

Boletín Oficial del Estado, num 72. (1981). *ORDEN de 13 de marzo de 1981 por la que se modifica la estadística de accidentes de circulación en carretera y demás vías públicas. Presidencia del Gobierno. (pp. 6438–6441). pp. 6438–6441.*

Bopp, M., Sims, D., & Piatkowski, D. (2018). The Bicycle: A Technological and Social History. In *Bicycling for Transportation* (pp. 1–19). <https://doi.org/10.1016/b978-0-12-812642-4.00001-5>

Boufous, S., De Rome, L., Senserrick, T., & Ivers, R. (2012). Risk factors for severe injury in cyclists involved in traffic crashes in Victoria, Australia. *Accident; Analysis and Prevention*, 49, 404–409. <https://doi.org/10.1016/j.aap.2012.03.011>

- Brookhart, M. A., Stürmer, T., Glynn, R. J., Rassen, J., & Schneeweiss, S. (2010). Confounding control in healthcare database research: challenges and potential approaches. *Medical Care*, 48(6 Suppl), S114-20. <https://doi.org/10.1097/MLR.0b013e3181d8bebe3>
- Bull, F. C., Al-Ansari, S. S., Biddle, S., Borodulin, K., Buman, M. P., Cardon, G., ... Willumsen, J. F. (2020). World Health Organization 2020 guidelines on physical activity and sedentary behaviour. *British Journal of Sports Medicine*, 54(24), 1451-1462. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2020-102955>
- Carvajal, G. A., Sarmiento, O. L., Medaglia, A. L., Cabrales, S., Rodríguez, D. A., Quistberg, D. A., & López, S. (2020). Bicycle safety in Bogotá: A seven-year analysis of bicyclists' collisions and fatalities. *Accident Analysis and Prevention*, 144(April). <https://doi.org/10.1016/j.aap.2020.105596>
- Castro, A., Kahlmeier, S., & Gotschi, T. (2018). Exposure-Adjusted Road Fatality Rates for Cycling and Walking in European Countries. *Discussion Paper, International Transport Forum, Paris*. Retrieved from <http://www.google.com/patents?hl=en&lr=&vid=USPAT656244&id=svFXAAAAEBAJ&oi=fnd&dq=Alberto+Castro,&printsec=abstract%5Cnhttp://www.google.com/patents?hl=en&lr=&vid=USPAT656244&id=svFXAAAAEBAJ&oi=fnd&dq=Alberto+Castro&printsec=abstract>
- Cepeda, M., Schoufour, J., Freak-Poli, R., Koolhaas, C. M., Dhana, K., Bramer, W. M., & Franco, O. H. (2017). Levels of ambient air pollution according to mode of transport: a systematic review. *The Lancet Public Health*, 2(1), e23-e34. <https://doi.org/10.1016/S2468->

2667(16)30021-4

- Chandia-Poblete, D., Hill, R. L., Aguilar-Farias, N., & Heesch, K. C. (2021). Individual and contextual factors associated with bicyclist injury severity in traffic incidents between bicyclists and motorists in Chile. *Accident Analysis and Prevention*, 154(March), 106077. <https://doi.org/10.1016/j.aap.2021.106077>
- Checa Zavala, E., & Ceamanos Marín, R. (1997). *Diccionario de Términos de Tráfico, Circulación y Seguridad Vial*. Asociación Española de Centros Médico-Psicotécnicos.
- Christie, N., Cairns, S., Towner, E., & Ward, H. (2007). How exposure information can enhance our understanding of child traffic “death leagues.” *Injury Prevention*, 13(2), 125–129. <https://doi.org/10.1136/ip.2006.011692>
- Chuang, K. H., Hsu, C. C., Lai, C. H., Doong, J. L., & Jeng, M. C. (2013). The use of a quasi-naturalistic riding method to investigate bicyclists' behaviors when motorists pass. *Accident Analysis and Prevention*, 56, 32–41. <https://doi.org/10.1016/j.aap.2013.03.029>
- Cobey, K. D., Stulp, G., Laan, F., Buunk, A. P., & Pollet, T. V. (2013). Sex differences in risk taking behavior among dutch cyclists. *Evolutionary Psychology*, 11(2), 350–364. <https://doi.org/10.1177/147470491301100206>
- Cripton, P. A., Shen, H., Brubacher, J. R., Chipman, M., Friedman, S. M., Harris, M. A., ... Teschke, K. (2015). Severity of urban cycling injuries and the relationship with personal, trip, route and crash

characteristics: analyses using four severity metrics. *BMJ Open*, 5(1), e006654. <https://doi.org/10.1136/bmjopen-2014-006654>

Crocker, P., Zad, O., Milling, T., & Lawson, K. A. (2010). Alcohol, bicycling, and head and brain injury: a study of impaired cyclists' riding patterns R1. *American Journal of Emergency Medicine*, 28(1), 68–72. <https://doi.org/10.1016/j.ajem.2008.09.011>

Diario Oficial de las Comunidades Europeas. (1993). Decisión del Consejo de 30 de noviembre de 1993 relativa a la creación de un banco de datos comunitario sobre los accidentes de circulación en carretera (93/704/CE). N° L 329, 63–65.

Dirección General de Tráfico. (2010). *Estrategia de Seguridad Vial 2010-2020*. Dirección General de Tráfico.

Dirección General de Tráfico. (2016). *Las principales cifras de la Siniestralidad Vial España 2015*. Retrieved from <http://www.dgt.es/Galerias/seguridad-vial/estadisticas-e-indicadores/publicaciones/principales-cifras-siniestralidad/Las-principales-cifras-2016.pdf>

Dirección General de Tráfico. (2019a). *Estrategia Estatal por la Bicicleta. Documento ejecutivo*. 26.

Dirección General de Tráfico. (2019b). *Las principales cifras de la siniestralidad vial. España 2018. Edición ampliada* (pp. 5–12). pp. 5–12. Retrieved from <http://www.dgt.es/Galerias/seguridad-vial/estadisticas-e-indicadores/publicaciones/principales-cifras-siniestralidad/Las-principales-cifras-2016.pdf>

- Dirección General de Tráfico. (2020). *Las principales cifras de la siniestralidad vial. España 2019*. 1–226. Retrieved from http://www.dgt.es/Galerias/seguridad-vial/estadisticas-e-indicadores/publicaciones/principales-cifras-siniestralidad/2015-2228_principales_cifras_de_la_Siniestralidad_Vial_2014_ACCESIBLE.pdf
- Donaire-Gonzalez, D., De Nazelle, A., Cole-Hunter, T., Curto, A., Rodriguez, D. A., Mendez, M. A., ... Nieuwenhuijsen, M. J. (2015). The Added Benefit of Bicycle Commuting on the Regular Amount of Physical Activity Performed. *American Journal of Preventive Medicine*, 49(6), 842–849. <https://doi.org/10.1016/j.amepre.2015.03.036>
- Dupont, E., Papadimitriou, E., Martensen, H., & Yannis, G. (2013). Multilevel analysis in road safety research. *Accident Analysis and Prevention*, 60, 402–411. <https://doi.org/10.1016/j.aap.2013.04.035>
- Ehsani, J. P., Michael, J. P., Duren, M. L., Mui, Y., & Porter, K. M. P. (2021). Mobility Patterns Before, During, and Anticipated After the COVID-19 Pandemic: An Opportunity to Nurture Bicycling. *American Journal of Preventive Medicine*, 60(6), e277–e279. <https://doi.org/10.1016/j.amepre.2021.01.011>
- El Observatorio Cetelem. (2020). *El consumidor del sector bici en España* (Vol. 1, pp. 1–48). Vol. 1, pp. 1–48.
- Eluru, N., Bhat, C. R., & Hensher, D. A. (2008). A mixed generalized ordered response model for examining pedestrian and bicyclist injury severity level in traffic crashes. *Accident Analysis and*

Prevention, 40(3), 1033–1054. <https://doi.org/10.1016/j.aap.2007.11.010>

Elvik, R. (2002). The importance of confounding in observational before-and-after studies of road safety measures. *Accident; Analysis and Prevention*, 34(5), 631–635. [https://doi.org/10.1016/s0001-4575\(01\)00062-8](https://doi.org/10.1016/s0001-4575(01)00062-8)

Emond, C. R., Tang, W., & Handy, S. L. (2009). Explaining Gender Difference in Bicycling Behavior. *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board*, 2125(1), 16–25. <https://doi.org/10.3141/2125-03>

Esmailikia, M., Radun, I., Grzebieta, R., & Olivier, J. (2019). Bicycle helmets and risky behaviour: A systematic review. *Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour*, 60, 299–310. <https://doi.org/10.1016/j.trf.2018.10.026>

European Road Safety Observatory. (2018a). Annual Accident Report 2018. *Erso*, 86. Retrieved from https://ec.europa.eu/transport/road_safety/sites/roadsafety/files/pdf/statistics/dacota/asr2018.pdf

European Road Safety Observatory. (2018b). *Traffic Safety Basic Facts 2018. Cyclists*.

Fanta, O., Bouček, J., Hadraba, D., & Jelen, K. (2013). Influence of the front part of the vehicle and cyclist's sitting position on the severity of head injury in side collision. *Acta of Bioengineering and Biomechanics*, 15(1), 105–112. <https://doi.org/10.5277/abb130113>

Farmer, C. M. (2003). Reliability of police-reported information for

determining crash and injury severity. *Traffic Injury Prevention*, 4(1), 38–44. <https://doi.org/10.1080/15389580309855>

Fierro Urturi, A., Vázquez Fernández, M. E., Muñoz Moreno, M. F., Alfaro González, M., Rodríguez Molinero, L., & García Gutiérrez, P. (2013). Lesiones no intencionales: factores de riesgo en seguridad vial y práctica de actividades acuáticas en adolescentes de 13 a 18 años. *Pediatría Atención Primaria*, 15(60), 315–328. <https://doi.org/10.4321/S1139-76322013000500006>

Fyhri, A., & Phillips, R. O. (2013). Emotional reactions to cycle helmet use. *Accident Analysis and Prevention*, 50, 59–63. <https://doi.org/10.1016/j.aap.2012.03.027>

Gabinet d'Estudis Socials i Opinió Pública S.L. (2019). *Barómetro de la bicicleta en España. Informe de resultados. Noviembre de 2019.*

GESOP, Gabinet d'Estudis Socials i Opinió Pública, S. L. (2015). *Barómetro de la Bicicleta en España. Informe de Resultados.* Retrieved from <http://www.ciudadesporlabicicleta.org/web/wp-content/uploads/Barómetro de la Bicicleta en España 2015 - Red de Ciudades por la Bicicleta.pdf>

Gildea, K., Hall, D., & Simms, C. (2021). Configurations of underreported cyclist-motorised vehicle and single cyclist collisions: Analysis of a self-reported survey. *Accident Analysis and Prevention*, 159(April), 106264. <https://doi.org/10.1016/j.aap.2021.106264>

Gildea, K., & Simms, C. (2021). Characteristics of cyclist collisions in Ireland: Analysis of a self-reported survey. *Accident Analysis and*

Prevention, 151(December 2020), 105948.
<https://doi.org/10.1016/j.aap.2020.105948>

Goel, R., Goodman, A., Aldred, R., Nakamura, R., Tatah, L., Garcia, L. M. T., ... Woodcock, J. (2021). Cycling behaviour in 17 countries across 6 continents: levels of cycling, who cycles, for what purpose, and how far? *Transport Reviews*.
<https://doi.org/10.1080/01441647.2021.1915898>

Gromke, C., & Ruck, B. (2021). Passenger car-induced lateral aerodynamic loads on cyclists during overtaking. *Journal of Wind Engineering and Industrial Aerodynamics*, 209(December 2020), 104489. <https://doi.org/10.1016/j.jweia.2020.104489>

Guthold, R., Stevens, G. A., Riley, L. M., & Bull, F. C. (2020). Global trends in insufficient physical activity among adolescents: a pooled analysis of 298 population-based surveys with 1.6 million participants. *The Lancet Child and Adolescent Health*, 4(1), 23–35.
[https://doi.org/10.1016/S2352-4642\(19\)30323-2](https://doi.org/10.1016/S2352-4642(19)30323-2)

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 and the Nation's Health*, 58(8), 1431–1438.
<https://doi.org/10.2105/ajph.58.8.1431>

Hagel, B. E., Romanow, N. T. R., Enns, N., Williamson, J., & Rowe, B. H. (2015). Severe bicycling injury risk factors in children and adolescents: A case–control study. *Accident Analysis & Prevention*, 78, 165–172. <https://doi.org/10.1016/j.aap.2015.03.002>

- Heesch, K. C., Garrard, J., & Sahlqvist, S. (2011). Incidence, severity and correlates of bicycling injuries in a sample of cyclists in Queensland, Australia. *Accident Analysis and Prevention*, 43(6), 2085–2092. <https://doi.org/10.1016/j.aap.2011.05.031>
- Høye, A. (2018). Bicycle helmets - To wear or not to wear? A meta-analysis of the effects of bicycle helmets on injuries. *Accident Analysis and Prevention*, 117, 85–97. <https://doi.org/10.1016/j.aap.2018.03.026>
- Høye, A. K., Jensen, M. L., & Sørensen, M. W. J. (2020). Are helmeted cyclists taking more risk at signalized intersections? *Traffic Injury Prevention*, 21(8), 552–557. <https://doi.org/10.1080/15389588.2020.1817417>
- Imprialou, M., & Quddus, M. (2019). Crash data quality for road safety research: Current state and future directions. *Accident Analysis and Prevention*, 130, 84–90. <https://doi.org/10.1016/j.aap.2017.02.022>
- Jeppsson, H., & Lubbe, N. (2020). Simulating Automated Emergency Braking with and without Torricelli Vacuum Emergency Braking for cyclists: Effect of brake deceleration and sensor field-of-view on accidents, injuries and fatalities. *Accident Analysis and Prevention*, 142(April), 105538. <https://doi.org/10.1016/j.aap.2020.105538>
- Johan de Hartog, J., Boogaard, H., Nijland, H., & Hoek, G. (2010). Do the health benefits of cycling outweigh the risks? *Environmental Health Perspectives*, 118(8), 1109–1116. <https://doi.org/10.1289/ehp.0901747>

- Kaplan, S., Vavatsoulas, K., & Prato, C. G. (2014). Aggravating and mitigating factors associated with cyclist injury severity in Denmark. *Journal of Safety Research*, 50, 75–82. <https://doi.org/10.1016/j.jsr.2014.03.012>
- Karkhaneh, M., Naghavi, M., Rowe, B. H., Hagel, B. E., Jafari, N., & Saunders, L. D. (2008). Epidemiology of bicycle injuries in 13 health divisions, Islamic Republic of Iran 2003. *Accident Analysis and Prevention*, 40(1), 192–199. <https://doi.org/10.1016/j.aap.2007.05.006>
- Kelly, P., Kahlmeier, S., Götschi, T., Orsini, N., Richards, J., Roberts, N., ... Foster, C. (2014). Systematic review and meta-analysis of reduction in all-cause mortality from walking and cycling and shape of dose response relationship. *International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity*, 11(1), 1–15. <https://doi.org/10.1186/s12966-014-0132-x>
- Kim, J.-K., Kim, S., Ulfarsson, G. F., & Porrello, L. A. (2007). Bicyclist injury severities in bicycle-motor vehicle accidents. *Accident; Analysis and Prevention*, 39(2), 238–251. <https://doi.org/10.1016/j.aap.2006.07.002>
- Klop, J. R., & Khattak, A. J. (1999). Factors influencing bicycle crash severity on two-lane, undivided roadways in North Carolina. *Transportation Research Record*, (1674), 78–85. <https://doi.org/10.3141/1674-11>
- Kovaceva, J., Bálint, A., Schindler, R., & Schneider, A. (2020). Safety benefit assessment of autonomous emergency braking and steering systems for the protection of cyclists and pedestrians based on a

combination of computer simulation and real-world test results. *Accident Analysis and Prevention*, 136(May 2019), 105352. <https://doi.org/10.1016/j.aap.2019.105352>

Kugelberg, F. C., & Jones, A. W. (2007). Interpreting results of ethanol analysis in postmortem specimens: A review of the literature. *Forensic Science International*, 165(1), 10–29. <https://doi.org/10.1016/j.forsciint.2006.05.004>

Kuo, S. C. H., Kuo, P. J., Rau, C. S., Chen, Y. C., Hsieh, H. Y., & Hsieh, C. H. (2017). The protective effect of helmet use in motorcycle and bicycle accidents: A propensity score-matched study based on a trauma registry system. *BMC Public Health*, 17(1), 1–10. <https://doi.org/10.1186/s12889-017-4649-1>

Langley, J. D., Dow, N., Stephenson, S., & Kypri, K. (2003). Missing cyclists. *Injury Prevention : Journal of the International Society for Child and Adolescent Injury Prevention*, 9(4), 376–379. <https://doi.org/10.1136/ip.9.4.376>

Lardelli-Claret, P., De Dios Luna-del-Castillo, J., Jiménez-Moleón, J. J., García-Martín, M., Bueno-Cavanillas, A., & Gálvez-Vargas, R. (2003). Risk compensation theory and voluntary helmet use by cyclists in Spain. *Injury Prevention*, 9(2), 128–132. <https://doi.org/10.1136/ip.9.2.128>

Lardelli Claret, P., de Dios Luna del Castillo, J., Juan Jiménez Moleón, J., García Martín, M., Bueno Cavanillas, A., & Gálvez Vargas, R. (2003). Valoración del efecto del uso de casco en los ciclistas sobre el riesgo de sufrir lesiones craneales y de morir en España, entre 1990 y 1999.

Medicina Clínica, 120(3), 85–88. [https://doi.org/10.1016/S0025-7753\(03\)73611-2](https://doi.org/10.1016/S0025-7753(03)73611-2)

Leyland, L. A., Spencer, B., Beale, N., Jones, T., & van Reekum, C. M. (2019). The effect of cycling on cognitive function and well-being in older adults. *PLoS ONE*, 14(2), 1–17. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0211779>

Liu, C., Chen, R., Sera, F., Vicedo-Cabrera, A. M., Guo, Y., Tong, S., ... Kan, H. (2019). Ambient Particulate Air Pollution and Daily Mortality in 652 Cities. *New England Journal of Medicine*, 381(8), 705–715. <https://doi.org/10.1056/nejmoa1817364>

Loftis, K. L., Price, J., & Gillich, P. J. (2018). Evolution of the Abbreviated Injury Scale: 1990–2015. *Traffic Injury Prevention*, 19(sup2), S109–S113. <https://doi.org/10.1080/15389588.2018.1512747>

Loo, B. P. Y., & Tsui, K. L. (2007). Factors affecting the likelihood of reporting road crashes resulting in medical treatment to the police. *Injury Prevention*, 13(3), 186–189. <https://doi.org/10.1136/ip.2006.013458>

Macpherson, A. K., To, T. M., Parkin, P. C., Moldofsky, B., Wright, J. G., Chipman, M. L., & Macarthur, C. (2004). Urban/rural variation in children's bicycle-related injuries. *Accident Analysis and Prevention*, 36(4), 649–654. [https://doi.org/10.1016/S0001-4575\(03\)00086-1](https://doi.org/10.1016/S0001-4575(03)00086-1)

Mannering, F. L., & Bhat, C. R. (2014). Analytic methods in accident research: Methodological frontier and future directions. *Analytic*

Methods in Accident Research, 1, 1–22.
<https://doi.org/10.1016/j.amar.2013.09.001>

Martínez-Ruiz, V., Jiménez-Mejías, E., Amezcua-Prieto, C., Olmedo-Requena, R., Luna-del-Castillo, J. de D., & Lardelli-Claret, P. (2015). Contribution of exposure, risk of crash and fatality to explain age- and sex-related differences in traffic-related cyclist mortality rates. *Accident; Analysis and Prevention*, 76(158–152), ١٥٢-١٥٨. <https://doi.org/10.1016/j.aap.2015.01.008>

Martínez-Ruiz, V., Jiménez-Mejías, E., Luna-Del-Castillo, J. D. D., García-Martín, M., Jiménez-Moleón, J. J., & Lardelli-Claret, P. (2014). Association of cyclists' age and sex with risk of involvement in a crash before and after adjustment for cycling exposure. *Accident Analysis and Prevention*, 62, 259–267. <https://doi.org/10.1016/j.aap.2013.10.011>

Martínez-Ruiz, V., Lardelli-Claret, P., Jiménez-Mejías, E., Amezcua-Prieto, C., Jiménez-Moleón, J. J., & Luna del Castillo, J. de D. (2013). Risk factors for causing road crashes involving cyclists: An application of a quasi-induced exposure method. *Accident; Analysis and Prevention*, 51, 228–237. <https://doi.org/10.1016/j.aap.2012.11.023>

Martínez Pérez, J. E., Sánchez Martínez, F. I., Abellán Perpiñán, J. M., & Pinto Prades, J. L. (2015). [Monetary value of the human costs of road traffic injuries in Spain]. *Gaceta Sanitaria*, 29 Suppl 1, 76–78. <https://doi.org/10.1016/j.gaceta.2015.02.001>

Meuleners, L. B., Lee, A. H., & Haworth, C. (2007). Road environment, crash type and hospitalisation of bicyclists and motorcyclists

- presented to emergency departments in Western Australia. *Accident Analysis and Prevention*, 39(6), 1222–1225. <https://doi.org/10.1016/j.aap.2007.03.006>
- Mitra, B., Charters, K. E., Spencer, J. C., Fitzgerald, M. C., & Cameron, P. A. (2017). Alcohol intoxication in non-motorised road trauma. *EMA - Emergency Medicine Australasia*, 29(1), 96–100. <https://doi.org/10.1111/1742-6723.12682>
- Mizdrak, A., Cobiac, L. J., Cleghorn, C. L., Woodward, A., & Blakely, T. (2020). Fuelling walking and cycling: human powered locomotion is associated with non-negligible greenhouse gas emissions. *Scientific Reports*, 10(1), 1–6. <https://doi.org/10.1038/s41598-020-66170-y>
- Molina-García, J., Castillo, I., Queralt, A., & Sallis, J. F. (2015). Bicycling to university: Evaluation of a bicycle-sharing program in Spain. *Health Promotion International*, 30(2), 350–358. <https://doi.org/10.1093/heapro/dat045>
- Moore, D. N., Schneider IV, W. H., Savolainen, P. T., & Farzaneh, M. (2011). Mixed logit analysis of bicyclist injury severity resulting from motor vehicle crashes at intersection and non-intersection locations. *Accident Analysis and Prevention*, 43(3), 621–630. <https://doi.org/10.1016/j.aap.2010.09.015>
- Morentin, B., Suárez-Mier, M. P., Monzó, A., Ballesteros, J., Molina, P., & Lucena, J. (2021). Muerte súbita relacionada con la actividad deportiva en España. Estudio poblacional multicéntrico forense de 288 casos. *Revista Española de Cardiología*, 74(3), 225–232.

- Mueller, N., Rojas-Rueda, D., Cole-Hunter, T., de Nazelle, A., Dons, E., Gerike, R., ... Nieuwenhuijsen, M. (2015). Health impact assessment of active transportation: A systematic review. *Preventive Medicine*, 76, 103–114. <https://doi.org/10.1016/j.ypmed.2015.04.010>
- Mueller, N., Rojas-Rueda, D., Salmon, M., Martinez, D., Ambros, A., Brand, C., ... Nieuwenhuijsen, M. (2018). Health impact assessment of cycling network expansions in European cities. *Preventive Medicine*, 109(January), 62–70. <https://doi.org/10.1016/j.ypmed.2017.12.011>
- Myhrmann, M. S., Janstrup, K. H., Møller, M., & Mabit, S. E. (2021). Factors influencing the injury severity of single-bicycle crashes. *Accident Analysis and Prevention*, 149(January 2020). <https://doi.org/10.1016/j.aap.2020.105875>
- Nie, J., Li, G., & Yang, J. (2015). A Study of Fatality Risk and Head Dynamic Response of Cyclist and Pedestrian Based on Passenger Car Accident Data Analysis and Simulations. *Traffic Injury Prevention*, 16(1), 76–83. <https://doi.org/10.1080/15389588.2014.881477>
- Nordengen, S., Andersen, L. B., Solbraa, A. K., & Riiser, A. (2019). Cycling and cardiovascular disease risk factors including body composition, blood lipids and cardiorespiratory fitness analysed as continuous variables: Part 2 - Systematic review with meta-analysis. *British Journal of Sports Medicine*, 53(14), 879–885. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2018-099778>
- Norman, L. G. (1962). *Road traffic accidents*. World Health Organization.

- O'Hern, S., Oxley, J., O'Hern, S., & Oxley, J. (2018). Fatal cyclist crashes in Australia. *Traffic Injury Prevention, 19*(sup2), S27–S31. <https://doi.org/10.1080/15389588.2018.1497166>
- Observatorio de la Bicicleta Pública en España. (2019). Análisis de los sistemas de bicicletas compartidas en España Sistemas públicos – Informe extendido. *Red de Ciudades Por La Bicicleta*. Retrieved from <https://www.ciudadesporlabicicleta.org/wp-content/uploads/2019/03/Estudio-bicicleta-compartida-en-España-2019-Sistemas-con-Estaciones-Informe-extendido.pdf>
- OECD, I. T. F. (n.d.). *IRTAD Road Safety Sata 2019 - Spain*.
- Olivier, J., & Creighton, P. (2017). Bicycle injuries and helmet use: A systematic review and meta-analysis. *International Journal of Epidemiology, 46*(1), 278–292. <https://doi.org/10.1093/ije/dyw153>
- Olmedillas, H., González-Agüero, A., Moreno, L. A., Casajus, J. A., & Vicente-Rodríguez, G. (2012). Cycling and bone health: A systematic review. *BMC Medicine, 10*. <https://doi.org/10.1186/1741-7015-10-168>
- Orsi, C., Ferraro, O. E., Montomoli, C., Otte, D., & Morandi, A. (2014). Alcohol consumption, helmet use and head trauma in cycling collisions in Germany. *Accident Analysis and Prevention, 65*, 97–104. <https://doi.org/10.1016/j.aap.2013.12.019>
- Osler, T., Baker, S. P., & Long, W. (1997). A modification of the injury severity score that both improves accuracy and simplifies scoring. *The Journal of Trauma, 43*(6), 922–926. <https://doi.org/10.1097/00005373-199712000-00009>

- Otero, I., Nieuwenhuijsen, M. J., & Rojas-Rueda, D. (2018). Health impacts of bike sharing systems in Europe. *Environment International*, 115(April), 387–394. <https://doi.org/10.1016/j.envint.2018.04.014>
- Pai, C.-W., & Jou, R.-C. (2014). Cyclists' red-light running behaviours: an examination of risk-taking, opportunistic, and law-obeying behaviours. *Accident; Analysis and Prevention*, 62, 191–198. <https://doi.org/10.1016/j.aap.2013.09.008>
- Patterson, R., Panter, J., Vamos, E. P., Cummins, S., Millett, C., & Lavery, A. A. (2020). Associations between commute mode and cardiovascular disease, cancer, and all-cause mortality, and cancer incidence, using linked Census data over 25 years in England and Wales: a cohort study. *The Lancet Planetary Health*, 4(5), e186–e194. [https://doi.org/10.1016/S2542-5196\(20\)30079-6](https://doi.org/10.1016/S2542-5196(20)30079-6)
- Peden, Margie; Scurfield, Richard; Sleet, David; Mohan, Dinesh; Hyder, Adnan A.; Jarawan, Eva; Mathers, C. (2004). *Informe mundial sobre prevención de los traumatismos causados por el tránsito*. Organización Panamericana de la Salud.
- Pless, I. B. (2005). Injury prevention: a glossary of terms. *Journal of Epidemiology & Community Health*, 59(3), 182–185. <https://doi.org/10.1136/jech.2003.017715>
- Prati, G., Pietrantoni, L., & Fraboni, F. (2017). Using data mining techniques to predict the severity of bicycle crashes. *Accident Analysis and Prevention*, 101, 44–54. <https://doi.org/10.1016/j.aap.2017.01.008>

- Pucher, J., & Buehler, R. (2008). Making cycling irresistible: Lessons from the Netherlands, Denmark and Germany. *Transport Reviews*, 28(4), 495–528. <https://doi.org/10.1080/01441640701806612>
- Pucher, J., & Buehler, R. (2017). Cycling towards a more sustainable transport future. *Transport Reviews*, 37(6), 689–694. <https://doi.org/10.1080/01441647.2017.1340234>
- Raser, E., Gaupp-Berghausen, M., Dons, E., Anaya-Boig, E., Avila-Palencia, I., Brand, C., ... Gerike, R. (2018). European cyclists' travel behavior: Differences and similarities between seven European (PASTA) cities. *Journal of Transport and Health*, 9(January), 244–252. <https://doi.org/10.1016/j.jth.2018.02.006>
- Rivara, F. P., Thompson, D. C., & Thompson, R. S. (1997). Epidemiology of bicycle injuries and risk factors for serious injury. *Injury Prevention : Journal of the International Society for Child and Adolescent Injury Prevention*, 3(2), 110–114. <https://doi.org/10.1136/injprev-00002-0038rep>
- Robartes, E., & Chen, T. D. (2017). The effect of crash characteristics on cyclist injuries: An analysis of Virginia automobile-bicycle crash data. *Accident Analysis and Prevention*, 104(April), 165–173. <https://doi.org/10.1016/j.aap.2017.04.020>
- Rojas-Rueda, D., De Nazelle, A., Andersen, Z. J., Braun-Fahrländer, C., Bruha, J., Bruhova-Foltynova, H., ... Nieuwenhuijsen, M. J. (2016). Health impacts of active transportation in Europe. *PLoS ONE*, 11(3), 1–14. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0149990>

- Rojas-Rueda, D., de Nazelle, A., Tainio, M., & Nieuwenhuijsen, M. J. (2011). The health risks and benefits of cycling in urban environments compared with car use: health impact assessment study. *BMJ (Clinical Research Ed.)*, *343*(7819), d4521. <https://doi.org/10.1136/bmj.d4521>
- Rothman, K. J., & Greenland, S. (2005). Causation and causal inference in epidemiology. *American Journal of Public Health*, *95*(SUPPL. 1), 144–150. <https://doi.org/10.2105/AJPH.2004.059204>
- Royston, P. (2005). Multiple Imputation of Missing Values: Update of Ice. *The Stata Journal: Promoting Communications on Statistics and Stata*, *5*(4), 527–536. <https://doi.org/10.1177/1536867X0500500404>
- Royston, P. (2009). Multiple Imputation of Missing Values: Further Update of Ice, with an Emphasis on Categorical Variables. *The Stata Journal: Promoting Communications on Statistics and Stata*, *9*(3), 466–477. <https://doi.org/10.1177/1536867X0900900308>
- Royston, P., Carlin, J. B., & White, I. R. (2009). Multiple Imputation of Missing Values: New Features for Mim. *The Stata Journal: Promoting Communications on Statistics and Stata*, *9*(2), 252–264. <https://doi.org/10.1177/1536867X0900900205>
- Rubie, E., Haworth, N., Twisk, D., & Yamamoto, N. (2020). Influences on lateral passing distance when motor vehicles overtake bicycles: a systematic literature review. *Transport Reviews*, *40*(6), 754–773. <https://doi.org/10.1080/01441647.2020.1768174>
- Schaefer, J. S., Figliozzi, M. A., & Unnikrishnan, A. (2020). Evidence from

Urban Roads without Bicycle Lanes on the Impact of Bicycle Traffic on Passenger Car Travel Speeds. *Transportation Research Record*, 2674(7), 87–98. <https://doi.org/10.1177/0361198120920880>

Schepers, P., Helbich, M., Hagenzieker, M., de Geus, B., Dozza, M., Agerholm, N., ... Aldred, R. (2021). The development of cycling in european countries since 1990. *European Journal of Transport and Infrastructure Research*, 21(2), 41–70. <https://doi.org/10.18757/ejtir.2021.21.2.5411>

Sethi, M., Heyer, J. H., Wall, S., DiMaggio, C., Shinseki, M., Slaughter, D., & Frangos, S. G. (2016). Alcohol use by urban bicyclists is associated with more severe injury, greater hospital resource use, and higher mortality. *Alcohol (Fayetteville, N.Y.)*, 53, 1–7. <https://doi.org/10.1016/j.alcohol.2016.03.005>

Shinar, D., Valero-Mora, P., van Strijp-Houtenbos, M., Haworth, N., Schramm, A., De Bruyne, G., ... Tzamalouka, G. (2018). Under-reporting bicycle accidents to police in the COST TU1101 international survey: Cross-country comparisons and associated factors. *Accident; Analysis and Prevention*, 110, 177–186. <https://doi.org/10.1016/j.aap.2017.09.018>

StataCorp. (2015). *Stata Statistical Software: Release 14 SE*.

Stewart, G., Anokye, N. K., & Pokhrel, S. (2016). Quantifying the contribution of utility cycling to population levels of physical activity: An analysis of the Active People Survey. *Journal of Public Health (United Kingdom)*, 38(4), 644–652. <https://doi.org/10.1093/pubmed/fdv182>

- Stimpson, J. P., Wilson, F. A., & Muelleman, R. L. (2013). Fatalities of pedestrians, bicycle riders, and motorists due to distracted driving motor vehicle crashes in the U.S., 2005-2010. *Public Health Reports*, 128(6), 436–442. <https://doi.org/10.1177/003335491312800603>
- Stone, M., & Broughton, J. (2003). Getting off your bike: Cycling accidents in Great Britain in 1990-1999. *Accident Analysis and Prevention*, 35(4), 549–556. [https://doi.org/10.1016/S0001-4575\(02\)00032-5](https://doi.org/10.1016/S0001-4575(02)00032-5)
- Streisfeld, G. M., Bartoszek, C., Creran, E., Inge, B., McShane, M. D., & Johnston, T. (2017). Relationship Between Body Positioning, Muscle Activity, and Spinal Kinematics in Cyclists With and Without Low Back Pain: A Systematic Review. *Sports Health*, 9(1), 75–79. <https://doi.org/10.1177/1941738116676260>
- Tainio, M., de Nazelle, A. J., Götschi, T., Kahlmeier, S., Rojas-Rueda, D., Nieuwenhuijsen, M. J., ... Woodcock, J. (2016). Can air pollution negate the health benefits of cycling and walking? *Preventive Medicine*, 87, 233–236. <https://doi.org/10.1016/j.ypmed.2016.02.002>
- Telama, R., Yang, X., Leskinen, E., Kankaanpää, A., Hirvensalo, M., Tammelin, T., ... Raitakari, O. T. (2014). Tracking of physical activity from early childhood through youth into adulthood. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 46(5), 955–962. <https://doi.org/10.1249/MSS.0000000000000181>
- Thornley, S. J., Woodward, A., Langley, J. D., Ameratunga, S. N., & Rodgers, A. (2008). Conspicuity and bicycle crashes: preliminary findings of the Taupo Bicycle Study. *Injury Prevention: Journal of the International Society for Child and Adolescent Injury Prevention*,

14(1), 11–18. <https://doi.org/10.1136/ip.2007.016675>

US Department of Health and Human Services. (2018). *2018 Physical Activity Guidelines Advisory Committee Scientific Report. To the Secretary of Health and Human Service*. <https://doi.org/10.1111/j.1753-4887.2008.00136.x>

Useche, S. A., Alonso, F., Montoro, L., & Esteban, C. (2018). Distraction of cyclists: how does it influence their risky behaviors and traffic crashes? *PeerJ*, 6, e5616. <https://doi.org/10.7717/peerj.5616>

Useche, S., Montoro, L., Alonso, F., & Oviedo-Trespalacios, O. (2018). Infrastructural and human factors affecting safety outcomes of cyclists. *Sustainability (Switzerland)*, 10(2). <https://doi.org/10.3390/su10020299>

van Buuren, S. (2007). Multiple imputation of discrete and continuous data by fully conditional specification. *Statistical Methods in Medical Research*, 16(3), 219–242. <https://doi.org/10.1177/0962280206074463>

Vanlaar, W., Mainegra Hing, M., Brown, S., McAteer, H., Crain, J., & McFaull, S. (2016). Fatal and serious injuries related to vulnerable road users in Canada. *Journal of Safety Research*, 58, 67–77. <https://doi.org/10.1016/j.jsr.2016.07.001>

Vanparijs, J., Int Panis, L., Meeusen, R., & de Geus, B. (2015). Exposure measurement in bicycle safety analysis: A review of the literature. *Accident; Analysis and Prevention*, 84, 9–19. <https://doi.org/10.1016/j.aap.2015.08.007>

- Vos, T., Abajobir, A. A., Abbafati, C., Abbas, K. M., Abate, K. H., Abd-Allah, F., ... Murray, C. J. L. (2017). Global, regional, and national incidence, prevalence, and years lived with disability for 328 diseases and injuries for 195 countries, 1990-2016: A systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2016. *The Lancet*, 390(10100), 1211–1259. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(17\)32154-2](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(17)32154-2)
- Walker, I. (2007). Drivers overtaking bicyclists: Objective data on the effects of riding position, helmet use, vehicle type and apparent gender. *Accident Analysis and Prevention*, 39(2), 417–425. <https://doi.org/10.1016/j.aap.2006.08.010>
- Walker, I., & Robinson, D. L. (2019). Bicycle helmet wearing is associated with closer overtaking by drivers: A response to Olivier and Walter, 2013. *Accident Analysis and Prevention*, 123(November 2018), 107–113. <https://doi.org/10.1016/j.aap.2018.11.015>
- Wang, C., Lu, L., & Lu, J. (2015). Statistical analysis of bicyclists' injury severity at unsignalized intersections. *Traffic Injury Prevention*, 16(5), 507–512. <https://doi.org/10.1080/15389588.2014.969802>
- Watson, A., Watson, B., & Vallmuur, K. (2015). Estimating under-reporting of road crash injuries to police using multiple linked data collections. *Accident Analysis and Prevention*, 83, 18–25. <https://doi.org/10.1016/j.aap.2015.06.011>
- White, I. R., Royston, P., & Wood, A. M. (2011). Multiple imputation using chained equations: Issues and guidance for practice. *Statistics in Medicine*, 30(4), 377–399. <https://doi.org/10.1002/sim.4067>

- Wood, J. M. (2020). Nighttime driving: visual, lighting and visibility challenges. *Ophthalmic and Physiological Optics*, 40(2), 187–201. <https://doi.org/10.1111/opo.12659>
- World Health Organization (WHO). (n.d.). *Twenty-seventh World Health Assembly, Geneva, 7-23 May 1974: part I: resolutions and decisions: annexes*.
- World Health Organization (WHO). (2018). *Global status report on road safety 2018* (Vol. 16).
- World Health Organization (WHO). (2020). *Declaración de Estocolmo* (pp. 19–20). pp. 19–20.
- World Health Organization (WHO). (2021). *Declaración de Viena*.
- Yan, X., Ma, M., Huang, H., Abdel-Aty, M., & Wu, C. (2011). Motor vehicle-bicycle crashes in Beijing: Irregular maneuvers, crash patterns, and injury severity. *Accident Analysis and Prevention*, 43(5), 1751–1758. <https://doi.org/10.1016/j.aap.2011.04.006>
- Yannis, G., Papadimitriou, E., Chaziris, A., & Broughton, J. (2014). Modeling road accident injury under-reporting in Europe. *European Transport Research Review*, 6(4), 425–438. <https://doi.org/10.1007/s12544-014-0142-4>

X. ANEXOS

1. Formulario de accidentes de tráfico con víctimas

ANEXO I

FORMULARIO DE ACCIDENTES DE TRÁFICO CON VÍCTIMAS

MINISTERIO DEL INTERIOR		Dirección General de Tráfico		FORMULARIO DE ACCIDENTES DE TRÁFICO CON VÍCTIMAS	
Nº EXPEDIENTE POLICIAL		2. Accidente			
1. Ubicación Temporal		3. Localización		4. Características de la Vía	
HORA Y FECHA DEL ACCIDENTE: ____/____/____ ZONA: <input type="radio"/> CARRETERA <input type="radio"/> AUTOPISTA O AUTOVÍA URBANA <input type="radio"/> TRAVESÍA <input type="radio"/> CALLE		MUNICIPIO: _____ CÓDIGO DE POBLACIÓN: _____ CÓDIGO CALLE: _____ CALLE: _____ nº _____		TIPO DE VÍA: <input type="radio"/> CALLE DEL PRIMER PUNTO DE CONVECTO <input type="radio"/> AUTOPISTA DE PEAJE <input type="radio"/> CAMINO VECINAL <input type="radio"/> AUTOPISTA LIBRE <input type="radio"/> RECINTO DE LIMITADO <input type="radio"/> ACTIVADA <input type="radio"/> VÍA PARA AUTOMÓVILES <input type="radio"/> VÍA CICLISTA <input type="radio"/> CARRETERA CONVENCIONAL <input type="radio"/> SENDA CICLABLE <input type="radio"/> CARRETERA CONVENCIONAL DE CALZADA ÚNICA <input type="radio"/> OTRO <input type="radio"/> VÍA DE SENSADO <input type="radio"/> RAMAL DE ENLACE	
NUDO: <input type="radio"/> EN NUDO INCLUYENDO SU ZONA DE INFLUENCIA (20m / > 200m) <input type="radio"/> FUERA DE NUDO DE SU ZONA DE INFLUENCIA (20m / > 200m)		INFORMACIÓN SOBRE EL NUDO: <input type="radio"/> INTERSECCIÓN <input type="radio"/> ENLACE ENLACE: <input type="radio"/> ENLACE CON CABLES DE CAMBIO DE VELOCIDAD PARALELO AL TRONCO <input type="radio"/> ENLACE SIN CABLES DE CAMBIO DE VELOCIDAD PARALELO AL TRONCO <input type="radio"/> GLOBETA <input type="radio"/> REBIFURCACIÓN O CONVERGENCIA <input type="radio"/> GLOBETA PARABOLA <input type="radio"/> MINIGLOBETA <input type="radio"/> GLOBETA DOBLE <input type="radio"/> PASO A NIVEL CON BARRERA <input type="radio"/> PASO A NIVEL SIN BARRERA		REGULACIÓN DE PRIORIDAD: <input type="checkbox"/> SOLO NORMA GENÉRICA <input type="checkbox"/> PASO PARA PEATONES NO ELEVADO <input type="checkbox"/> AGENTE PERSONA AUTORIZADA <input type="checkbox"/> PASO PARA PEATONES SOBRE ELEVADO <input type="checkbox"/> SEMAFORO <input type="checkbox"/> MARCA DE VÍA PARA PASADOS CICLISTAS <input type="checkbox"/> SEÑAL VERTICAL de "STOP" <input type="checkbox"/> SEÑAL CIRCUNSTANCIAL <input type="checkbox"/> SEÑAL VERTICAL de "Ceda el paso" <input type="checkbox"/> OTRA SEÑAL <input type="checkbox"/> SEÑAL HORIZONTAL de "STOP" <input type="checkbox"/> SEÑAL HORIZONTAL de "Ceda el paso" <input type="checkbox"/> SEÑAL HORIZONTAL de "Ceda el paso" <input type="checkbox"/> SOLO MARCAS VALES SIN INSCRIPCIONES	
3. Nº Implicados: FALLECIDOS 24b __ HERIDOS INGRESO >24b __ HERIDOS ASISTENCIA SANITARIA <=24b __ VÍCTIMAS __ VEHÍCULOS __ CONDUCTORES __ PASAJEROS __ PEATONES __					
4. Tipo y Circunstancias					
TIPO DE ACCIDENTE: <input type="radio"/> SALIDA DE VÍA NO DEFINIDA (APARTADO A) <input type="radio"/> SALIDA DE VÍA SI <input type="radio"/> SALIDA DE LA VÍA POR LA DERECHA (CON. APARTADO B) <input type="radio"/> SALIDA DE LA VÍA POR LA IZQUIERDA (CON. APARTADO B) APARTADO B): <input type="radio"/> COLISIÓN FRONTAL <input type="radio"/> ATROPELLA A PERSONA <input type="radio"/> COLISIÓN FRONTAL LATERAL <input type="radio"/> ATROPELLA ANIMAL <input type="radio"/> COLISIÓN LATERAL <input type="radio"/> VEHICULO <input type="radio"/> ALICANCE <input type="radio"/> CAIDA <input type="radio"/> CALLEJÓN DEL TRIPLE <input type="radio"/> DESPESAMIENTO <input type="radio"/> CHOCÓ CONTRA OBSTÁCULO O ELEMENTO DE LA VÍA <input type="radio"/> SOLO SALIDA DE LA VÍA <input type="radio"/> OTRO		CONDICIONES EN EL MOMENTO DEL ACCIDENTE: <input type="checkbox"/> NIVEL DE CIRCULACIÓN: <input type="radio"/> BLANCO <input type="radio"/> ROJO <input type="radio"/> VERDE <input type="radio"/> NEGRO <input type="radio"/> AMARILLO <input type="radio"/> SE DESCONOCE <input type="checkbox"/> SUPERFICIE DEL FIRME: <input type="radio"/> SECO Y LIMPIO <input type="radio"/> MUY ENCHUBADO O INCHUBADO <input type="radio"/> MOJADO <input type="radio"/> CON HIELO <input type="radio"/> CON NIEVE <input type="radio"/> CON ACEITE <input type="radio"/> OTRA		ILUMINACIÓN: <input type="checkbox"/> LEZ DEL DÍA NATURAL-SOLAR <input type="checkbox"/> AMANECER O ATARDECER, SIN LEZ ARTIFICIAL <input type="checkbox"/> AMANECER O ATARDECER, CON LEZ ARTIFICIAL <input type="checkbox"/> SIN LEZ NATURAL Y CON ILLUMINACIÓN ARTIFICIAL MENOR DE LA VÍA <input type="checkbox"/> SIN LEZ NATURAL NI ARTIFICIAL <input type="checkbox"/> SIN LEZ NATURAL Y CON ILLUMINACIÓN ARTIFICIAL MENOR DE LA VÍA ESTADO METEOROLÓGICO: <input type="checkbox"/> DESPESADO <input type="checkbox"/> NUBLADO <input type="checkbox"/> LUEVIA DÉBIL <input type="checkbox"/> NUBLADO <input type="checkbox"/> LUEVIA FUERTE <input type="checkbox"/> GRANIZANDO <input type="checkbox"/> SEVANDO <input type="checkbox"/> VIENTO FUERTE	
5. Características Vía: <input type="radio"/> ZONA PERIURBANA <input type="radio"/> CIRCUNVALACIÓN <input type="radio"/> CALLE RESIDENCIAL <input type="radio"/> ZONA RESIDENCIAL <input type="radio"/> ZONA A-28 <input type="radio"/> OTRA DE ESPECIAL REGULACIÓN <input type="radio"/> NINGUNA DE LAS ANTERIORES		LÍMITE DE VELOCIDAD: <input type="checkbox"/> LIMITACIÓN GENÉRICA <input type="checkbox"/> SEÑALIZACIÓN VELOCIDAD: _____ km/h ANCHURA DEL CARREIL: <input type="checkbox"/> MENOS DE 2,25 m <input type="checkbox"/> ENTRE 2,25 Y 2,75 m <input type="checkbox"/> MÁS DE 2,75 m		SENSIDOS DE LA VÍA: <input type="checkbox"/> DOBLE SENTIDO <input type="checkbox"/> SENTIDO ÚNICO NÚMERO DE CALZADAS: <input type="checkbox"/> CALZADA ÚNICA <input type="checkbox"/> CALZADA DOBLE <input type="checkbox"/> MÁS DE DOS N.º CARRILES EN CALZADA: <input type="checkbox"/> SENTIDO ASCENDENTE <input type="checkbox"/> SENTIDO DESCENDENTE	
BARRERA DE SEGURIDAD: <input type="checkbox"/> NO METALICA <input type="checkbox"/> HOMERIGON <input type="checkbox"/> OTRO <input type="checkbox"/> PROTECCIÓN MOTOCICLISTA		ELEMENTOS DEL TRAMO: <input type="checkbox"/> PUENTE, VIADUCTO O PASADIZO <input type="checkbox"/> TUNEL <input type="checkbox"/> PASO INFERIOR <input type="checkbox"/> ESTRECHAMIENTO DE SECCIÓN <input type="checkbox"/> SEÑALES REDUCTORES DE VELOCIDAD <input type="checkbox"/> BARRAN <input type="checkbox"/> APARTADERO		ELEMENTOS DE BALIZAMIENTO: <input type="checkbox"/> PANELES RECTANGULARES <input type="checkbox"/> BITOS DE ARBETA <input type="checkbox"/> CAPTAFAROS ELEMENTOS DE SEPARACIÓN DE SENTIDOS: <input type="checkbox"/> SOLO LINEA LONGITUDINAL DE SEPARACIÓN <input type="checkbox"/> CERREADO <input type="checkbox"/> MERAÑA <input type="checkbox"/> BARRERA DE SEGURIDAD DELIMITACIÓN DE LA CALZADA: <input type="checkbox"/> BORDEADO <input type="checkbox"/> BORDEADO O VALLAS DE PROTECCIÓN <input type="checkbox"/> SETOS <input type="checkbox"/> MARCAS VIALES <input type="checkbox"/> BARRERA SEGURIDAD <input type="checkbox"/> SILETA O REFUGIO <input type="checkbox"/> ZONA PRATONAL <input type="checkbox"/> MARCAS VERTICALES ELEVADAS <input type="checkbox"/> OTRO <input type="checkbox"/> SIN DELIMITAR	
CIRCUNSTANCIAS ESPECIALES: <input type="checkbox"/> NINGUNA <input type="checkbox"/> DESPRENMIENTOS <input type="checkbox"/> ESCALÓN <input type="checkbox"/> ZANJA O SUECO <input type="checkbox"/> FIRME CON BACHES <input type="checkbox"/> TAPA DE REGISTRO DEFECTUOSA <input type="checkbox"/> FIRME DETERIORADO <input type="checkbox"/> OTRAS <input type="checkbox"/> OTRAS		TRAZADO EN ALZADO: <input type="radio"/> LANSO <input type="radio"/> RANPA >5% <input type="radio"/> PENDIENTE >5% <input type="radio"/> CAMBIO BRUSCO DE RASANTE <input type="radio"/> SE DESCONOCE		MARCAS VIALES: <input type="checkbox"/> INEXISTENTES O BORRADAS <input type="checkbox"/> SEÑALES PUBLICIDAD <input type="checkbox"/> OTRAS OBSTACULOS	
NORMAS DE CUMPLIMENTACIÓN: Los campos con <input type="checkbox"/> permiten marcar una única alternativa. Los campos con <input type="checkbox"/> permiten marcar distintas alternativas. El campo con <input type="checkbox"/> indica posible influencia del factor en el accidente. En un accidente en intersección la vía principal es la que tiene prioridad. Las variables en VERDE, se cumplimentan SOLO cuando el accidente ocurre en vías urbanas, calles. Las variables en AZUL, se cumplimentan SOLO en aquellos accidentes que se producen en zona interurbana o urbana cuando la vía no tiene características constitutivas de una calle.					

cve:BOE-A-2014-12411

1. Descripción del vehículo		3. Vehículo	
INFORMACIÓN DEL VEHÍCULO <input type="checkbox"/> SIN CONDUCTOR		INFORMACIÓN DEL VEHÍCULO <input type="checkbox"/> SIN CONDUCTOR	
MATRÍCULA	FECHA 1ª MATRÍCULA	MATRÍCULA	FECHA 1ª MATRÍCULA
CODIGO NACIONALIDAD	CODIGO NACIONALIDAD	CODIGO NACIONALIDAD	CODIGO NACIONALIDAD
MARCA	MODELO	MARCA	MODELO
SEGURO	ITV	SEGURO	ITV
<input type="radio"/> SI <input type="radio"/> NO <input type="radio"/> SE DESCONOCE	<input type="radio"/> CORRECTA <input type="radio"/> CANCELADA <input type="radio"/> SE DESCONOCE	<input type="radio"/> SI <input type="radio"/> NO <input type="radio"/> SE DESCONOCE	<input type="radio"/> CORRECTA <input type="radio"/> CANCELADA <input type="radio"/> SE DESCONOCE
<input type="radio"/> TURISMO <input type="radio"/> FERGONETA <input type="radio"/> TODO TERRENO <input type="radio"/> CICLO <input type="radio"/> BICICLETA <input type="radio"/> CICLOMOTOR <input type="radio"/> MOTOCICLETA <125 <input type="radio"/> MOTOCICLETA >125 <input type="radio"/> QUAD LIGERO <input type="radio"/> QUAD NO LIGERO	<input type="radio"/> CUABRICILO LIGERO <input type="radio"/> CUABRICILO NO LIGERO <input type="radio"/> AUTOCARAVANA (CARRETA TRACTORA) <input type="radio"/> MAQUINARIA PARA OBRAS <input type="radio"/> MAQUINARIA PARA SERVICIOS <input type="radio"/> MICROBUS-OCCUP. <input type="radio"/> AUTOBUS <input type="radio"/> AUTOMÓVIL ARTICULADO <input type="radio"/> TRANÍA	<input type="radio"/> CAMIÓN <input type="radio"/> CAMIÓN RIGIDO <input type="radio"/> TRACTOCAMIÓN (CARRETA TRACTORA) <input type="radio"/> VEHÍCULO ARTICULADO <input type="radio"/> FRENETRO <input type="radio"/> OTROS VEH. SIN MOTOR <input type="radio"/> OTROS VEH. CON MOTOR <input type="radio"/> VEHÍCULO SIN ESPECIFICAR	<input type="radio"/> REMOLQUE <input type="radio"/> REMOLQUE CARAVANA <input type="radio"/> SEMIREMOLQUE <input type="radio"/> OTRO TIPO <input type="radio"/> VEHÍCULO ADAPTADO
TIPO DE VEHÍCULO: <input type="checkbox"/> TURISMO, <input type="checkbox"/> FERGONETA, <input type="checkbox"/> TODO TERRENO, <input type="checkbox"/> CICLO, <input type="checkbox"/> BICICLETA, <input type="checkbox"/> CICLOMOTOR, <input type="checkbox"/> MOTOCICLETA <125, <input type="checkbox"/> MOTOCICLETA >125, <input type="checkbox"/> QUAD LIGERO, <input type="checkbox"/> QUAD NO LIGERO.		MATRÍCULA DEL REMOLQUE: <input type="text"/>	
ANOMALÍAS PREVIAS: <input type="checkbox"/> APARENTEMENTE NINGUNA, <input type="checkbox"/> SEMÁFOROS MUY BENSIGNIFICATIVOS, <input type="checkbox"/> REVENTÓN, <input type="checkbox"/> DIRECCIÓN, <input type="checkbox"/> FRENOS, <input type="checkbox"/> OTRAS.		Nº DE LA ONU: <input type="text"/>	
2. Circunstancias del vehículo			
Nº OCUPANTES: <input type="text"/> (0 a 12)		DISCO TACÓGRAFO (SI ES): <input type="checkbox"/> FUNCIONA CORRECTAMENTE, <input type="checkbox"/> VELOCIDAD FINAL (km/h), <input type="checkbox"/> MANIPULADO, <input type="checkbox"/> FUNCIONAMIENTO INCORRECTO, <input type="checkbox"/> NO LLEVA Y DEBERÍA LLEVARLO, <input type="checkbox"/> SE DESCONOCE.	
TIPO DE ACCIDENTE: <input type="checkbox"/> FUGADO, <input type="checkbox"/> INCENDIADO.		TIEMPOS DE DESCANSO: <input type="checkbox"/> HA RESPETADO EL DESCANSO DIARIO, <input type="checkbox"/> HA SUPERADO LAS HORAS DE CONDUCCIÓN CONTINUA, <input type="checkbox"/> HA SUPERADO LAS HORAS DE CONDUCCIÓN DIARIA.	
CUANDO EL ACCIDENTE OCURRIÓ: <input type="checkbox"/> EN LA VÍA PRINCIPAL, <input type="checkbox"/> EN LA VÍA SECUNDARIA, <input type="checkbox"/> SE DESCONOCE.		HORAS CONDUCCIÓN CONTINUADA: <input type="text"/>	
POSICIÓN RESPECTO A LA VÍA: <input type="checkbox"/> CIRCULABA POR LA VÍA PRINCIPAL QUE TIENE PRIORIDAD, <input type="checkbox"/> CIRCULABA POR LA VÍA SECUNDARIA, <input type="checkbox"/> SE DESCONOCE.		AREA MÁS DAÑADA DEL VEHÍCULO: <input type="checkbox"/> FRONTAL IZQUIERDO, <input type="checkbox"/> FRONTAL DERECHO, <input type="checkbox"/> FRONTAL CENTRO, <input type="checkbox"/> DELANTE NO ESPECIFICADO, <input type="checkbox"/> POSTERIOR DERECHO, <input type="checkbox"/> POSTERIOR IZQUIERDO, <input type="checkbox"/> POSTERIOR CENTRO, <input type="checkbox"/> DELANTAS NO ESPECIFICADO, <input type="checkbox"/> LADO DERECHO, <input type="checkbox"/> LADO IZQUIERDO, <input type="checkbox"/> PARTE SUPERIOR, <input type="checkbox"/> SE DESCONOCE.	
APROXIMACIÓN AL NUDO: <input type="checkbox"/> APROXIMÁNDOSE, <input type="checkbox"/> EN EL NUDO, <input type="checkbox"/> ALJANÓSE, <input type="checkbox"/> SE DESCONOCE.		MANIOBRA DEL VEHÍCULO PREVIA AL ACCIDENTE: <input type="checkbox"/> SIGUIENDO TRAYECTORIA RECTA, <input type="checkbox"/> TOMANDO CURVA A LA DERECHA, <input type="checkbox"/> TOMANDO CURVA A LA IZQUIERDA, <input type="checkbox"/> ABRELANDO POR LA DERECHA, <input type="checkbox"/> ABRELANDO POR LA IZQUIERDA, <input type="checkbox"/> CAMBIANDO AL CARRIL DE LA DERECHA, <input type="checkbox"/> CAMBIANDO AL CARRIL DE LA IZQUIERDA, <input type="checkbox"/> GIRANDO EN U-TRUO O CAMBIO DE SENTIDO, <input type="checkbox"/> CIRCULANDO EN PARALELO, <input type="checkbox"/> CHEZANDO LA CALZADA, <input type="checkbox"/> INCORPORÁNDOSE A LA CIRCULACIÓN, <input type="checkbox"/> INCORPORÁNDOSE A UNA VÍA DE MAYOR NIVEL QUE QUEDA A LA DERECHA, <input type="checkbox"/> INCORPORÁNDOSE A UNA VÍA DE MAYOR NIVEL QUE QUEDA A LA IZQUIERDA, <input type="checkbox"/> ESPERANDO EN UNA SÉALIZACIÓN DE PRIORIDAD SEMAFORO, <input type="checkbox"/> ATRAVESANDO INTERSECCIÓN, NO GIRANDO, <input type="checkbox"/> SIGUIENDO TRAYECTORIA EN GLOBETA, <input type="checkbox"/> GIRANDO O SALIENDO HACIA OTRA VÍA QUE QUEDA A LA DERECHA, <input type="checkbox"/> GIRANDO O SALIENDO HACIA OTRA VÍA QUE QUEDA A LA IZQUIERDA, <input type="checkbox"/> RETENCIÓN POR IMPERATIVO DE LA CIRCULACIÓN, <input type="checkbox"/> MANOBRA RÁPIDA PARA SALVAR OBSTÁCULO VEHÍCULO, <input type="checkbox"/> MANOBRA RÁPIDA PARA SALVAR PEATÓN, <input type="checkbox"/> MANOBRA RÁPIDA PARA SALVAR ANIMAL, <input type="checkbox"/> ACCIÓN DE FRENADO, <input type="checkbox"/> PARADO A LA DERECHA, <input type="checkbox"/> PARADO A LA IZQUIERDA, <input type="checkbox"/> PARADO EN DOBLE FILA, <input type="checkbox"/> ESTACIONADO O SALIENDO DEL ESTACIONAMIENTO, <input type="checkbox"/> ESTACIONADO A LA DERECHA, <input type="checkbox"/> ESTACIONADO A LA IZQUIERDA, <input type="checkbox"/> SE DESCONOCE.	
SI HAY MÁS DE UN VEHÍCULO IMPLICADO Y CIRCULABAN POR LA MISMA VÍA: <input type="checkbox"/> CIRCULABAN POR CALZADAS DIFERENTES, <input type="checkbox"/> POR LA MISMA CALZADA, <input type="checkbox"/> SE DESCONOCE.		LUGAR POR EL QUE CIRCULABA EL VEHÍCULO: <input type="checkbox"/> CARRIL DERECHO, <input type="checkbox"/> CARRIL IZQUIERDO, <input type="checkbox"/> CARRIL CENTRAL, <input type="checkbox"/> CARRIL REVERSIBLE, <input type="checkbox"/> ARCÉN HABILITADO, <input type="checkbox"/> CARRIL DE ACCELERACIÓN, <input type="checkbox"/> CARRIL DE DECELERACIÓN, <input type="checkbox"/> CARRIL DE FRENADO, <input type="checkbox"/> CARRIL ADICIONAL PARA CIRCULACIÓN RÁPIDA, <input type="checkbox"/> CARRIL ADICIONAL PARA CIRCULACIÓN LENTA, <input type="checkbox"/> CARRIL HABILITADO EN SENTIDO CONTRARIO, <input type="checkbox"/> CARRIL PARA CAMBIO DE SENTIDO/DIRECCIÓN, <input type="checkbox"/> CARRIL BUS, <input type="checkbox"/> CARRIL YAO, <input type="checkbox"/> CARRIL TRANÍA, <input type="checkbox"/> MEDIANA, <input type="checkbox"/> CUNETA, <input type="checkbox"/> ACERA-BICI, <input type="checkbox"/> CARRIL-BICI, <input type="checkbox"/> CARRIL-BICI PROTEGIDO, <input type="checkbox"/> PISTA-BICI, <input type="checkbox"/> ARCÉN, <input type="checkbox"/> ACERA-REFUGIO, <input type="checkbox"/> OTRO, <input type="checkbox"/> SE DESCONOCE.	
1. Datos Personales			
DATOS DEL CONDUCTOR		DATOS DEL CONDUCTOR	
NOMBRE Y APELLIDOS	FECHA DE NACIMIENTO	NOMBRE Y APELLIDOS	FECHA DE NACIMIENTO
<input type="radio"/> NP <input type="radio"/> TARJETA DE RESIDENCIA <input type="radio"/> OTRO	<input type="radio"/> H <input type="radio"/> M <input type="radio"/> D	<input type="radio"/> NP <input type="radio"/> TARJETA DE RESIDENCIA <input type="radio"/> OTRO	<input type="radio"/> H <input type="radio"/> M <input type="radio"/> D
NACIONALIDAD (SI EXTRANJERO)	POBLACIÓN DE RESIDENCIA (PAÍS EN CASO DE EXTRANJERO)	NACIONALIDAD (SI EXTRANJERO)	POBLACIÓN DE RESIDENCIA (PAÍS EN CASO DE EXTRANJERO)
<input type="radio"/> SI <input type="radio"/> SE DESCONOCE	<input type="radio"/> SI <input type="radio"/> SE DESCONOCE	<input type="radio"/> SI <input type="radio"/> SE DESCONOCE	<input type="radio"/> SI <input type="radio"/> SE DESCONOCE
LESIVIDAD: <input type="checkbox"/> FALLECIDO <24 HORAS, <input type="checkbox"/> INGRESO SUPERIOR A 24 HORAS, <input type="checkbox"/> INGRESO INFERIOR O IGI AL A 24 HORAS, <input type="checkbox"/> ATENCIÓN EN URGENCIAS SIN POSTERIOR INGRESO, <input type="checkbox"/> ASISTENCIA SANITARIA AMBULATORIA CON POSTERIORIDAD, <input type="checkbox"/> ASISTENCIA SANITARIA INMEDIATA EN CENTRO DE SALUD/FAMILIA, <input type="checkbox"/> ASISTENCIA SANITARIA SOLO EN EL LUGAR DEL ACCIDENTE, <input type="checkbox"/> SIN ASISTENCIA SANITARIA, <input type="checkbox"/> SE DESCONOCE.		HOSPITAL AL QUE SE TRASLADA (Nombre del hospital): <input type="text"/>	
NORMAS DE CUMPLIMENTACIÓN: Los selectores de color amarillo corresponden al vehículo 1. Igual sucede con el conductor y los pasajeros. Los selectores de color azul corresponden al vehículo 2. Igual sucede con el conductor y los pasajeros.		NO CONTABILIZABLE POR: <input type="checkbox"/> MUERTE NATURAL, <input type="checkbox"/> SUICIDIO, <input type="checkbox"/> INTENTO DE SUICIDIO, <input type="checkbox"/> HOMICIDIO, <input type="checkbox"/> INTENTO DE HOMICIDIO.	

cve:BOE-A-2014-12411

2. Datos Permiso		4. Conductor	
PERMISO O LICENCIA DE CONDUCCIÓN (VEHÍCULOS A MOTOR) FECHA EXPEDICIÓN: <input type="text"/> CLASE: <input type="text"/> FECHA EXPIRACIÓN: <input type="text"/> CLASE: <input type="text"/> <input type="radio"/> SE DESCONOCE <input type="radio"/> SE DESCONOCE		CARACTERÍSTICAS DEL PERMISO <input type="radio"/> EN VIGOR <input type="radio"/> CANCELADO <input type="radio"/> ANULADO O SUSPENDIDO <input type="radio"/> NO HA TENIDO NUNCA <input type="radio"/> CANEADO <input type="radio"/> CARGADO <input type="radio"/> NO LO PRESENTA <input type="radio"/> PERMISO TOTAL DE PUNTOS DECLARADA <input type="radio"/> INAPROPIADO <input type="radio"/> CON MENORISTAS AUTORIZADO <input type="radio"/> NO LO PRESENTA <input type="radio"/> PERMISO TOTAL DE PUNTOS DECLARADA	
3. Circunstancias			
ACCESORIOS DE SEGURIDAD <input type="radio"/> CINTURÓN UTILIZADO <input type="radio"/> CASCO UTILIZADO <input type="radio"/> CASCO SIN PUESTAMENTE EXPULSADO <input type="radio"/> CINTURÓN NO UTILIZADO <input type="radio"/> CASCO NO UTILIZADO <input type="radio"/> SE DESCONOCE		PRUEBA DE ALCOHOL <input type="radio"/> NO SE REALIZA PRUEBA <input type="radio"/> CARREGADO <input type="radio"/> ANULADO O SUSPENDIDO <input type="radio"/> NO HA TENIDO NUNCA <input type="radio"/> NO PORQUE SE NEGÓ <input type="radio"/> NO LO PRESENTA <input type="radio"/> PERMISO TOTAL DE PUNTOS DECLARADA <input type="radio"/> PRUEBA EN AIRE <input type="radio"/> NO LO PRESENTA <input type="radio"/> PERMISO TOTAL DE PUNTOS DECLARADA mg/l <input type="text"/> mg/l <input type="text"/> mg/l <input type="text"/> mg/l <input type="text"/> <input type="radio"/> PRUEBA EN SANGRE <input type="radio"/> ANULADO O SUSPENDIDO <input type="radio"/> NO HA TENIDO NUNCA g/l <input type="text"/> g/l <input type="text"/> SIGNOS DE INFLUENCIA <input type="radio"/> SIN SIGNOS <input type="radio"/> CARREGADO <input type="radio"/> ANULADO O SUSPENDIDO <input type="radio"/> NO HA TENIDO NUNCA <input type="radio"/> CON SIGNOS <input type="radio"/> NO LO PRESENTA <input type="radio"/> PERMISO TOTAL DE PUNTOS DECLARADA	
OTROS ACCESORIOS DE SEGURIDAD EQUIPAMIENTO DE PROTECCIÓN EN: <input type="checkbox"/> BRAZOS <input type="checkbox"/> PERNAS REFLECTANTE <input type="checkbox"/> ESPALDA <input type="checkbox"/> PIES <input type="checkbox"/> TUBOS <input type="checkbox"/> MANOS <input type="checkbox"/> PIERNAS		PRUEBA DE DROGAS <input type="radio"/> NO SE REALIZA PRUEBA <input type="radio"/> CARREGADO <input type="radio"/> ANULADO O SUSPENDIDO <input type="radio"/> NO HA TENIDO NUNCA <input type="radio"/> EN SALIVA <input type="radio"/> NO LO PRESENTA <input type="radio"/> PERMISO TOTAL DE PUNTOS DECLARADA <input type="radio"/> EN SANGRE <input type="radio"/> SIN SIGNOS <input type="radio"/> CARREGADO <input type="radio"/> ANULADO O SUSPENDIDO <input type="radio"/> NO HA TENIDO NUNCA <input type="radio"/> OTRAS <input type="radio"/> CON SIGNOS <input type="radio"/> NO LO PRESENTA <input type="radio"/> PERMISO TOTAL DE PUNTOS DECLARADA SIGNOS DE INFLUENCIA <input type="radio"/> SIN SIGNOS <input type="radio"/> CARREGADO <input type="radio"/> ANULADO O SUSPENDIDO <input type="radio"/> NO HA TENIDO NUNCA <input type="radio"/> CON SIGNOS <input type="radio"/> NO LO PRESENTA <input type="radio"/> PERMISO TOTAL DE PUNTOS DECLARADA RESULTADO +/-: <input type="checkbox"/> CONFIRMADO SI/NO AMP: <input type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO BDZ: <input type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO COC: <input type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO THC: <input type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO OPI: <input type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO METH: <input type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO OTRAS: <input type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO	
MOTIVO DE DESPLAZAMIENTO <input type="radio"/> TRANSPORTE PROFESIONAL DE MERCANCÍAS <input type="radio"/> BUS DE LÍNEA REGULAR <input type="radio"/> BUS DE LÍNEA DISCRICIONAL <input type="radio"/> TAXI <input type="radio"/> EN MISIÓN (TRANSP. NO PROFESIONAL) <input type="radio"/> BUS URBANO <input type="radio"/> OTRAS ACTIVIDADES PARTICULARES <input type="radio"/> BUS ESCOLAR <input type="radio"/> OCHO Y ENTRETENIMIENTO <input type="radio"/> SERVICIO DE LIMPIEZA, RECOGIDA DE BASURA <input type="radio"/> ACTIVIDAD DEPORTIVA PARTICULAR <input type="radio"/> SERVICIO DE MANTENIMIENTO VIARIO <input type="radio"/> ESTUDIANTE HACIA CENTRO DE ESTUDIOS <input type="radio"/> BOMBEROS, POLICÍA, AMBULANCIA <input type="radio"/> TRANSPORTE DE MENORES AL COLEGIO <input type="radio"/> SIN FINES (TRANSP. NO PROFESIONAL) <input type="radio"/> BAÑEROS DE PUENTES FESTIVOS VACACIONES <input type="radio"/> EN PRÁCTICAS DE AUTOSCUOLA <input type="radio"/> EN PRÁCTICAS DE AUTOSCUOLA <input type="radio"/> SERVICIO AUXILIO EN CARRETERA <input type="radio"/> SE DESCONOCE		DESPLAZAMIENTO PREVISTO <input type="radio"/> LOCAL (<50KM) <input type="radio"/> CARREGADO <input type="radio"/> ANULADO O SUSPENDIDO <input type="radio"/> NO HA TENIDO NUNCA <input type="radio"/> MEDIO (50-200KM) <input type="radio"/> NO LO PRESENTA <input type="radio"/> PERMISO TOTAL DE PUNTOS DECLARADA <input type="radio"/> LARGO (MÁS DE 200KM) <input type="radio"/> NO LO PRESENTA <input type="radio"/> PERMISO TOTAL DE PUNTOS DECLARADA <input type="radio"/> SE DESCONOCE	
PREUNTAS INFRACCIONES DEL CONDUCTOR <input type="radio"/> PRESENTAMENTE NO EXISTE INFRACCIÓN <input type="radio"/> ADELANTAR ANTIREGLEMENTARIAMENTE <input type="radio"/> NO RESPETAR EL STOP <input type="radio"/> FRENAR SIN CAUSA JUSTIFICADA <input type="radio"/> NO RESPETAR "CEDA EL PASO" <input type="radio"/> NO MANTENER EL INTERVALO DE SEGURIDAD <input type="radio"/> NO RESPETAR EL SEMAFORO <input type="radio"/> PARADO O EN ESTACIONAMIENTO PROHIBIDO O PELIGROSO <input type="radio"/> NO RESPETAR LA NORMA GENÉRICA DE PRIORIDAD <input type="radio"/> SIN LUCES DE EMERGENCIA <input type="radio"/> NO RESPETAR EL PASEO DE PEATONES <input type="radio"/> EN SU CASO, SIN TRIANGULO DE PRESEÑALIZACIÓN <input type="radio"/> NO RESPETAR LAS INDICACIONES DE UN AGENTE <input type="radio"/> NO INDICAR O INDICAR MAL UNA MANIOBRA <input type="radio"/> NO RESPETAR OTRAS SEÑALES DE PRIORIDAD DE PASEO <input type="radio"/> CIRCULAR EN SENTIDO CONTRARIO <input type="radio"/> INVADIR PARCIALMENTE EL SENTIDO CONTRARIO <input type="radio"/> N° kms <input type="text"/> N° kms <input type="text"/> <input type="radio"/> CIRCULAR EN ZIG ZAG <input type="radio"/> CIRCULAR POR EL LUGAR PROHIBIDO <input type="radio"/> GIRAR O CAMBIAR DE SENTIDO INCORRECTAMENTE <input type="radio"/> COMPLETAR O SIN COMPLETAR LAS CARRERAS <input type="radio"/> CIRCULAR MARCHA ATRÁS DE MANERA INCORRECTA <input type="radio"/> SE DESCONOCE		PREUNTAS INFRACCIONES DE VELOCIDAD <input type="radio"/> NINGUNA <input type="radio"/> CARREGADO <input type="radio"/> ANULADO O SUSPENDIDO <input type="radio"/> NO HA TENIDO NUNCA <input type="radio"/> VELOCIDAD INADECUADA PARA LAS CONDICIONES DE LA VÍA <input type="radio"/> NO LO PRESENTA <input type="radio"/> PERMISO TOTAL DE PUNTOS DECLARADA <input type="radio"/> SOBREPASA LA VELOCIDAD ESTABLECIDA <input type="radio"/> NO LO PRESENTA <input type="radio"/> PERMISO TOTAL DE PUNTOS DECLARADA <input type="radio"/> MARCHA LENTA ENTORPECIENDO LA CIRCULACIÓN <input type="radio"/> NO LO PRESENTA <input type="radio"/> PERMISO TOTAL DE PUNTOS DECLARADA <input type="radio"/> SE DESCONOCE	
POSIBLE RESPONSABLE DEL ACCIDENTE <input type="radio"/> SI <input type="radio"/> NO <input type="radio"/> SE DESCONOCE		OTRA INFRACCIÓN <input type="radio"/> NINGUNA <input type="radio"/> CARREGADO <input type="radio"/> ANULADO O SUSPENDIDO <input type="radio"/> NO HA TENIDO NUNCA <input type="radio"/> CIRCULAR SIN LUZ <input type="radio"/> INCURSO DE OCUPANTES <input type="radio"/> NO LO PRESENTA <input type="radio"/> PERMISO TOTAL DE PUNTOS DECLARADA <input type="radio"/> CIRCULAR DESLUMBRANDO <input type="radio"/> OTRAS INFRACCIONES <input type="radio"/> NO LO PRESENTA <input type="radio"/> PERMISO TOTAL DE PUNTOS DECLARADA <input type="radio"/> CARGA MAL ACONDICIONADA <input type="radio"/> SE DESCONOCE <input type="radio"/> EXCESO DE CARGA <input type="radio"/> NO LO PRESENTA <input type="radio"/> PERMISO TOTAL DE PUNTOS DECLARADA <input type="radio"/> SOBREPESAMIENTO DE CARGA <input type="radio"/> NO LO PRESENTA <input type="radio"/> PERMISO TOTAL DE PUNTOS DECLARADA <input type="radio"/> APERTURA DE PUERTAS SIN PRECAUCIÓN <input type="radio"/> NO LO PRESENTA <input type="radio"/> PERMISO TOTAL DE PUNTOS DECLARADA	
FACTORES QUE PUEDEN AFECTAR LA ATENCIÓN Y PRESUNTOS ERRORES			
FACTORES QUE PUEDEN AFECTAR A LA ATENCIÓN <input type="radio"/> USO DE TELÉFONO MÓVIL <input type="radio"/> PRESENCIA ACCIDENTE ANTERIOR <input type="radio"/> CARREGADO <input type="radio"/> ANULADO O SUSPENDIDO <input type="radio"/> NO HA TENIDO NUNCA <input type="radio"/> USO DE MANOS LIBRES <input type="radio"/> MIRAR EL ENTORNO (PASAJE, PUBLICIDAD, SEÑALES...) <input type="radio"/> NO LO PRESENTA <input type="radio"/> PERMISO TOTAL DE PUNTOS DECLARADA <input type="radio"/> USO DE GPS <input type="radio"/> ESTAR PENSATIVO O ABSTRAYDO <input type="radio"/> NO LO PRESENTA <input type="radio"/> PERMISO TOTAL DE PUNTOS DECLARADA <input type="radio"/> USO DE RADIO, DVD, VIDEO, APLICACIONES... <input type="radio"/> SUEÑO, CANSANCIO FATIGA <input type="radio"/> NO LO PRESENTA <input type="radio"/> PERMISO TOTAL DE PUNTOS DECLARADA <input type="radio"/> FUMAR <input type="radio"/> ENFERMEDAD SÉBITA INMISPOSICIÓN <input type="radio"/> NO LO PRESENTA <input type="radio"/> PERMISO TOTAL DE PUNTOS DECLARADA <input type="radio"/> ACTIVIDADES SIMULTÁNEAS A LA CONDUCCIÓN (COMER, BEBER, RESCALAR OBJETOS...) <input type="radio"/> NO SE Aprecia NINGÚN FACTOR <input type="radio"/> NO LO PRESENTA <input type="radio"/> PERMISO TOTAL DE PUNTOS DECLARADA <input type="radio"/> INTERACCIÓN CON LOS OCUPANTES <input type="radio"/> NO SE Aprecia NINGÚN FACTOR <input type="radio"/> NO LO PRESENTA <input type="radio"/> PERMISO TOTAL DE PUNTOS DECLARADA		PRESUNTOS ERRORES DEL CONDUCTOR <input type="radio"/> NO SE Aprecian ERRORES <input type="radio"/> CARREGADO <input type="radio"/> ANULADO O SUSPENDIDO <input type="radio"/> NO HA TENIDO NUNCA <input type="radio"/> NO VER UNA SEÑAL <input type="radio"/> NO LO PRESENTA <input type="radio"/> PERMISO TOTAL DE PUNTOS DECLARADA <input type="radio"/> NO VER UN VEHÍCULO PEQUEÑO U OBSTÁCULO... <input type="radio"/> NO LO PRESENTA <input type="radio"/> PERMISO TOTAL DE PUNTOS DECLARADA <input type="radio"/> NO ENTENDER UNA SEÑAL DE TRÁFICO O CONVENIENCIA <input type="radio"/> NO LO PRESENTA <input type="radio"/> PERMISO TOTAL DE PUNTOS DECLARADA <input type="radio"/> PERDERSER, DORMIR O DETERASO EN TOMAR UNA DECISIÓN <input type="radio"/> NO LO PRESENTA <input type="radio"/> PERMISO TOTAL DE PUNTOS DECLARADA <input type="radio"/> REDUCCIÓN INCORRECTA DE MANEBRA/MANIOBRA <input type="radio"/> NO LO PRESENTA <input type="radio"/> PERMISO TOTAL DE PUNTOS DECLARADA <input type="radio"/> OLVIDOS (ENTERTENISTAS, LUCES...) <input type="radio"/> NO LO PRESENTA <input type="radio"/> PERMISO TOTAL DE PUNTOS DECLARADA	

5. Pasajero

INFORMACIÓN DE LOS PASAJEROS*			
PASAJERO NOMBRE Y APELLIDOS	<input type="radio"/> NIF <input type="radio"/> PASAPORTE <input type="radio"/> T. DE RESIDENCIA <input type="radio"/> OTRO	VEHÍCULO	SEXO <input type="radio"/> HOMBRE <input type="radio"/> MUJER <input type="radio"/> DESCONOCIDO
FECHA DE NACIMIENTO	NACIONALIDAD (SI EXTRANJERO)	POBLACIÓN DE RESIDENCIA (PAÍS EN CASO DE EXTRANJERO) <input type="radio"/> SE DESCONOCE	
PASAJERO NOMBRE Y APELLIDOS	<input type="radio"/> NIF <input type="radio"/> PASAPORTE <input type="radio"/> T. DE RESIDENCIA <input type="radio"/> OTRO	VEHÍCULO	SEXO <input type="radio"/> HOMBRE <input type="radio"/> MUJER <input type="radio"/> DESCONOCIDO
FECHA DE NACIMIENTO	NACIONALIDAD (SI EXTRANJERO)	POBLACIÓN DE RESIDENCIA (PAÍS EN CASO DE EXTRANJERO) <input type="radio"/> SE DESCONOCE	
POSICIÓN EN EL VEHÍCULO	LESIVIDAD	ACCESORIOS DE SEGURIDAD	OTROS ACCESORIOS DE SEGURIDAD
TURISMO/CAMBIONAUTAS <input type="radio"/> ASIENTO DELANTERO <input type="radio"/> ASIENTO DELANTERO CENTRAL <input type="radio"/> ASIENTO TRASERO IZQUIERDO <input type="radio"/> ASIENTO TRASERO DERECHO <input type="radio"/> ASIENTO TRASERO CENTRAL <input type="radio"/> OTROS ASIENTOS O LÍNEAS <input type="checkbox"/> DE PIE <input type="checkbox"/> NIÑO EN BRAZOS	<input type="radio"/> FALLECIDO 24 HORAS <input type="radio"/> INGRESO SUPERIOR A 24 HORAS <input type="radio"/> INGRESO SUPERIOR O IGUAL A 24 HORAS <input type="radio"/> ATENCIÓN EN URGENCIAS SIN POSTERIOR INGRESO <input type="radio"/> ASISTENCIA SANITARIA AMBULATORIA CON POSTERIORIDAD <input type="radio"/> ASISTENCIA SANITARIA EMERGENCIA EN CENTRO DE SALUD O MUTUA <input type="radio"/> ASISTENCIA SANITARIA SOLO EN EL LUGAR DEL ACCIDENTE <input type="radio"/> SIN ASISTENCIA SANITARIA <input type="radio"/> SE DESCONOCE	ADULTOS 4 RUEDAS <input type="radio"/> CINTURÓN SI <input type="radio"/> CINTURÓN NO <input type="radio"/> SE DESCONOCE 2 RUEDAS QUAD O BICI <input type="radio"/> CASCO SI <input type="radio"/> CASCO NO <input type="radio"/> CASCO <input type="radio"/> SUFICIENTEMENTE EXPLIADO <input type="radio"/> SE DESCONOCE	EQUIPAMIENTO DE PROTECCIÓN (2 RUEDAS A MOTOR) <input type="checkbox"/> BRAZOS <input type="checkbox"/> PRENSA REFLECTANTE <input type="checkbox"/> ESPALDA <input type="checkbox"/> TORZO <input type="checkbox"/> MANOS <input type="checkbox"/> PIERNAS <input type="checkbox"/> PIES
2 RUEDAS QUAD <input type="radio"/> POSICIÓN PASAJERO <input type="radio"/> PASAJERO ADICIONAL	HOSPITAL AL QUE SE TRASLADA (Nombre del hospital)	ACCIÓN ESPECIAL DEL PASAJERO <input type="radio"/> BAJANDO O SUBIENDO DEL VEHÍCULO <input type="radio"/> CAÍDA EN LA VÍA DESDE EL VEHÍCULO <input type="radio"/> CAÍDA DENTRO DEL BUS	NO CONTABILIZABLE POR <input type="radio"/> MUERTE NATURAL <input type="radio"/> MUERIDO <input type="radio"/> INTENTO DE SUICIDIO <input type="radio"/> HOMICIDIO <input type="radio"/> INTENTO DE HOMICIDIO
PASAJERO NOMBRE Y APELLIDOS	<input type="radio"/> NIF <input type="radio"/> PASAPORTE <input type="radio"/> T. DE RESIDENCIA <input type="radio"/> OTRO	VEHÍCULO	SEXO <input type="radio"/> HOMBRE <input type="radio"/> MUJER <input type="radio"/> DESCONOCIDO
FECHA DE NACIMIENTO	NACIONALIDAD (SI EXTRANJERO)	POBLACIÓN DE RESIDENCIA (PAÍS EN CASO DE EXTRANJERO) <input type="radio"/> SE DESCONOCE	
PASAJERO NOMBRE Y APELLIDOS	<input type="radio"/> NIF <input type="radio"/> PASAPORTE <input type="radio"/> T. DE RESIDENCIA <input type="radio"/> OTRO	VEHÍCULO	SEXO <input type="radio"/> HOMBRE <input type="radio"/> MUJER <input type="radio"/> DESCONOCIDO
FECHA DE NACIMIENTO	NACIONALIDAD (SI EXTRANJERO)	POBLACIÓN DE RESIDENCIA (PAÍS EN CASO DE EXTRANJERO) <input type="radio"/> SE DESCONOCE	
POSICIÓN EN EL VEHÍCULO	LESIVIDAD	ACCESORIOS DE SEGURIDAD	OTROS ACCESORIOS DE SEGURIDAD
TURISMO/CAMBIONAUTAS <input type="radio"/> ASIENTO DELANTERO <input type="radio"/> ASIENTO DELANTERO CENTRAL <input type="radio"/> ASIENTO TRASERO IZQUIERDO <input type="radio"/> ASIENTO TRASERO DERECHO <input type="radio"/> ASIENTO TRASERO CENTRAL <input type="radio"/> OTROS ASIENTOS O LÍNEAS <input type="checkbox"/> DE PIE <input type="checkbox"/> NIÑO EN BRAZOS	<input type="radio"/> FALLECIDO 24 HORAS <input type="radio"/> INGRESO SUPERIOR A 24 HORAS <input type="radio"/> INGRESO SUPERIOR O IGUAL A 24 HORAS <input type="radio"/> ATENCIÓN EN URGENCIAS SIN POSTERIOR INGRESO <input type="radio"/> ASISTENCIA SANITARIA AMBULATORIA CON POSTERIORIDAD <input type="radio"/> ASISTENCIA SANITARIA EMERGENCIA EN CENTRO DE SALUD O MUTUA <input type="radio"/> ASISTENCIA SANITARIA SOLO EN EL LUGAR DEL ACCIDENTE <input type="radio"/> SIN ASISTENCIA SANITARIA <input type="radio"/> SE DESCONOCE	ADULTOS 4 RUEDAS <input type="radio"/> CINTURÓN SI <input type="radio"/> CINTURÓN NO <input type="radio"/> SE DESCONOCE 2 RUEDAS QUAD O BICI <input type="radio"/> CASCO SI <input type="radio"/> CASCO NO <input type="radio"/> CASCO <input type="radio"/> SUFICIENTEMENTE EXPLIADO <input type="radio"/> SE DESCONOCE	EQUIPAMIENTO DE PROTECCIÓN (2 RUEDAS A MOTOR) <input type="checkbox"/> BRAZOS <input type="checkbox"/> PRENSA REFLECTANTE <input type="checkbox"/> ESPALDA <input type="checkbox"/> TORZO <input type="checkbox"/> MANOS <input type="checkbox"/> PIERNAS <input type="checkbox"/> PIES
2 RUEDAS QUAD <input type="radio"/> POSICIÓN PASAJERO <input type="radio"/> PASAJERO ADICIONAL	HOSPITAL AL QUE SE TRASLADA (Nombre del hospital)	ACCIÓN ESPECIAL DEL PASAJERO <input type="radio"/> BAJANDO O SUBIENDO DEL VEHÍCULO <input type="radio"/> CAÍDA EN LA VÍA DESDE EL VEHÍCULO <input type="radio"/> CAÍDA DENTRO DEL BUS	NO CONTABILIZABLE POR <input type="radio"/> MUERTE NATURAL <input type="radio"/> MUERIDO <input type="radio"/> INTENTO DE SUICIDIO <input type="radio"/> HOMICIDIO <input type="radio"/> INTENTO DE HOMICIDIO
PASAJERO NOMBRE Y APELLIDOS	<input type="radio"/> NIF <input type="radio"/> PASAPORTE <input type="radio"/> T. DE RESIDENCIA <input type="radio"/> OTRO	VEHÍCULO	SEXO <input type="radio"/> HOMBRE <input type="radio"/> MUJER <input type="radio"/> DESCONOCIDO
FECHA DE NACIMIENTO	NACIONALIDAD (SI EXTRANJERO)	POBLACIÓN DE RESIDENCIA (PAÍS EN CASO DE EXTRANJERO) <input type="radio"/> SE DESCONOCE	
PASAJERO NOMBRE Y APELLIDOS	<input type="radio"/> NIF <input type="radio"/> PASAPORTE <input type="radio"/> T. DE RESIDENCIA <input type="radio"/> OTRO	VEHÍCULO	SEXO <input type="radio"/> HOMBRE <input type="radio"/> MUJER <input type="radio"/> DESCONOCIDO
FECHA DE NACIMIENTO	NACIONALIDAD (SI EXTRANJERO)	POBLACIÓN DE RESIDENCIA (PAÍS EN CASO DE EXTRANJERO) <input type="radio"/> SE DESCONOCE	
POSICIÓN EN EL VEHÍCULO	LESIVIDAD	ACCESORIOS DE SEGURIDAD	OTROS ACCESORIOS DE SEGURIDAD
TURISMO/CAMBIONAUTAS <input type="radio"/> ASIENTO DELANTERO <input type="radio"/> ASIENTO DELANTERO CENTRAL <input type="radio"/> ASIENTO TRASERO IZQUIERDO <input type="radio"/> ASIENTO TRASERO DERECHO <input type="radio"/> ASIENTO TRASERO CENTRAL <input type="radio"/> OTROS ASIENTOS O LÍNEAS <input type="checkbox"/> DE PIE <input type="checkbox"/> NIÑO EN BRAZOS	<input type="radio"/> FALLECIDO 24 HORAS <input type="radio"/> INGRESO SUPERIOR A 24 HORAS <input type="radio"/> INGRESO SUPERIOR O IGUAL A 24 HORAS <input type="radio"/> ATENCIÓN EN URGENCIAS SIN POSTERIOR INGRESO <input type="radio"/> ASISTENCIA SANITARIA AMBULATORIA CON POSTERIORIDAD <input type="radio"/> ASISTENCIA SANITARIA EMERGENCIA EN CENTRO DE SALUD O MUTUA <input type="radio"/> ASISTENCIA SANITARIA SOLO EN EL LUGAR DEL ACCIDENTE <input type="radio"/> SIN ASISTENCIA SANITARIA <input type="radio"/> SE DESCONOCE	ADULTOS 4 RUEDAS <input type="radio"/> CINTURÓN SI <input type="radio"/> CINTURÓN NO <input type="radio"/> SE DESCONOCE 2 RUEDAS QUAD O BICI <input type="radio"/> CASCO SI <input type="radio"/> CASCO NO <input type="radio"/> CASCO <input type="radio"/> SUFICIENTEMENTE EXPLIADO <input type="radio"/> SE DESCONOCE	EQUIPAMIENTO DE PROTECCIÓN (2 RUEDAS A MOTOR) <input type="checkbox"/> BRAZOS <input type="checkbox"/> PRENSA REFLECTANTE <input type="checkbox"/> ESPALDA <input type="checkbox"/> TORZO <input type="checkbox"/> MANOS <input type="checkbox"/> PIERNAS <input type="checkbox"/> PIES
2 RUEDAS QUAD <input type="radio"/> POSICIÓN PASAJERO <input type="radio"/> PASAJERO ADICIONAL	HOSPITAL AL QUE SE TRASLADA (Nombre del hospital)	ACCIÓN ESPECIAL DEL PASAJERO <input type="radio"/> BAJANDO O SUBIENDO DEL VEHÍCULO <input type="radio"/> CAÍDA EN LA VÍA DESDE EL VEHÍCULO <input type="radio"/> CAÍDA DENTRO DEL BUS	NO CONTABILIZABLE POR <input type="radio"/> MUERTE NATURAL <input type="radio"/> MUERIDO <input type="radio"/> INTENTO DE SUICIDIO <input type="radio"/> HOMICIDIO <input type="radio"/> INTENTO DE HOMICIDIO

6. Peatón

DATOS DEL PEATÓN <small>NOMBRE Y APELLIDOS</small>			
<input type="radio"/> NP <input type="radio"/> PASAPORTE <input type="radio"/> TARJETA DE <input type="radio"/> OTRO	FECHA DE NACIMIENTO ____/____/____	SEXO <input type="radio"/> H <input type="radio"/> M <input type="radio"/> D	NACIONALIDAD (SI EXTRANJERO) <input type="radio"/> SE <input type="radio"/> DESCONOCE
POBLACION DE RESIDENCIA (PAIS EN CASO DE EXTRANJERO) <input type="radio"/> SE <input type="radio"/> DESCONOCE			
LESIVIDAD <input type="radio"/> FALLECIDO 24 HORAS <input type="radio"/> INGRESO SUPERIOR A 24 HORAS <input type="radio"/> INGRESO INFERIOR O IGUAL A 24 HORAS <input type="radio"/> ATENCION EN URGENCIAS SIN POSTERIOR INGRESO <input type="radio"/> ASISTENCIA SANITARIA AMBULATORIA CON POSTERIORIDAD <input type="radio"/> ASISTENCIA SANITARIA INMEDIATA EN CENTRO DE SALUD O UTE/IA <input type="radio"/> ASISTENCIA SANITARIA SOLO EN EL LUGAR DEL ACCIDENTE <input type="radio"/> SIN ASISTENCIA SANITARIA <input type="radio"/> SE DESCONOCE	NO CONTABILIZABLE POR <input type="radio"/> MUERTE NATURAL <input type="radio"/> SUICIDIO <input type="radio"/> INTENTO DE SUICIDIO <input type="radio"/> BOMBERISMO <input type="radio"/> EVENTO DE BOMBERISMO ACCESORIOS DE SEGURIDAD <input type="radio"/> SIN REFLECTANTES <input type="radio"/> CON CABLECO <input type="radio"/> CON OTRO REFLECTANTE <input type="radio"/> SE DESCONOCE	PRUEBA DE ALCOHOL <input type="radio"/> NO SE REALIZA PRUEBA <input type="radio"/> NA, PORQUE SE NEGÓ <input type="radio"/> NO, PORQUE NO PUEDE <input type="radio"/> PRUEBA EN ADE mg/l _____ mg/l _____ <input type="radio"/> PRUEBA EN SANGRE g/l _____ SIGNOS DE INFLUENCIA <input type="radio"/> SIN SIGNOS <input type="radio"/> CON SIGNOS	PRUEBA DE DROGAS <input type="radio"/> NO SE REALIZA PRUEBA <input type="radio"/> EN SALIVA <input type="radio"/> EN SANGRE <input type="radio"/> OTRAS SIGNOS DE INFLUENCIA <input type="radio"/> SIN SIGNOS <input type="radio"/> CON SIGNOS RESULTADO +/- → CONFIRMADO SI/NO AMP <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> BDZ <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> COC <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> THC <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> OPI <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> METH <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> OTRAS <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> (OTR. RESULTADOS +/-) CONFIRMADO SI/NO SI No SI No SI No SI No SI No SI No SI No
HOSPITAL AL QUE SE TRASLADA <input type="radio"/> SE DESCONOCE			
MOTIVO DE DESPLAZAMIENTO <input type="radio"/> SERVICIO DE LIMPIEZA, RECOGIDA DE BASURA <input type="radio"/> SERVICIO DE MANTENIMIENTO VIARIO <input type="radio"/> BOMBEROS, POLICIA, AMBULANCIA <input type="radio"/> INTERESE <input type="radio"/> EN MISIÓN <input type="radio"/> OCIO Y ENTRETENIMIENTO <input type="radio"/> ESTUDIANTE HACIA CENTRO DE ESTUDIOS <input type="radio"/> TRANSPORTE DE MENORES AL COLEGIO <input type="radio"/> OTRAS ACTIVIDADES <input type="radio"/> SE DESCONOCE			
ACCIÓN DEL PEATÓN PREVIA AL <input type="radio"/> SALENDSE ENTRE VEHICULOS APARCADOS <input type="radio"/> EN LA CALZADA DELANTE DE LA PARADA DEL BUS <input type="radio"/> CRUZANDO LA CALZADA JUSTO ANTES DE UNA INTERSECCIÓN <input type="radio"/> CRUZANDO LA CALZADA JUSTO DESPUÉS DE UNA INTERSECCIÓN <input type="radio"/> CRUZANDO LA CALZADA EN INTERSECCIÓN <input type="radio"/> CRUZANDO LA CALZADA EN SECCIÓN <input type="radio"/> CAMBIANDO O PARANDO EN LA ACERA O REFUGIO <input type="radio"/> CAMBIANDO POR LA CALZADA O ARCÉN <input type="radio"/> PARADO EN LA CALZADA O ARCÉN <input type="radio"/> TRABAJANDO EN LA CALZADA O ARCÉN <input type="radio"/> REPARANDO EL VEHÍCULO <input type="radio"/> SERVICIO AUXILIO EN CARRETERA <input type="radio"/> PRECIPITACIÓN A LA VÍA (PUENTE, EDIFICIO...) <input type="radio"/> BROMPE EN LA CALZADA CORRIENDO/JUGANDO <input type="radio"/> AUXILIANDO ACCIDENTE ANTERIOR <input type="radio"/> SE DESCONOCE			
PRESUNTAS INFRACCIONES DEL PEATÓN <input type="radio"/> NINGUNA INFRACCIÓN <input type="radio"/> NO RESPETA SEMAFORO DE PEATONES <input type="radio"/> NO CRUZA POR PASO PARA PEATONES <input type="radio"/> ESTÁ O CAMINA POR LA VÍA ANTI-REGULAMENTARIAMENTE <input type="radio"/> NO OBEDECE LAS INDICACIONES DEL AGENTE <input type="radio"/> OTRAS INFRACCIONES <input type="radio"/> SE DESCONOCE			
POSIBLE RESPONSABLE DEL ACCIDENTE <input type="radio"/> SI <input type="radio"/> NO <input type="radio"/> SE DESCONOCE			
FACTORES QUE PUEDEN AFECTAR A LA ATENCIÓN <input type="radio"/> USO DE TELÉFONO MÓVIL <input type="radio"/> USO DE RADIO, DVD, VIDEO, AURICULARES... <input type="radio"/> PRESENCIA ACCIDENTE ANTERIOR <input type="radio"/> MIRAR EL ENTORNO (PARQUE, PUBLICIDAD, SEÑALES...) <input type="radio"/> ESTAR PENSATIVO O ABSTRAYDO <input type="radio"/> ENFERMEDAD SÉPTICA/INDISPOSICIÓN <input type="radio"/> NO SE APERCIBE NINGÚN FACTOR			
PRESUNTOS ERRORES DEL CONDUCTOR/ PEATÓN <input type="radio"/> NO SE APERCIBEN ERRORES <input type="radio"/> NO VER UNA SEÑAL <input type="radio"/> NO VER UN VEHÍCULO/PEATÓN SOBRETÚCULO... <input type="radio"/> NO ENTENDER UNA SEÑAL DE TRÁFICO CONFUSIBLE <input type="radio"/> INDEBIDIÓN, BEMBORA O RETRASO EN TOMAR UNA DECISIÓN <input type="radio"/> EJECUCIÓN INCORRECTA DE MANOBRAS/MANIOBRAS INADECUADA			

Daniel Molina Soberanes
Programa de Doctorado en Medicina Clínica y Salud Pública

2. Cuestionario estadístico del accidente

ANEXO II

CUESTIONARIO ESTADÍSTICO DE ACCIDENTES DE CIRCULACIÓN CON VÍCTIMAS

45	1. AÑO	2. NÚMERO DE ACCIDENTE <small>(A. y B. tener en cuenta la fecha de Emisión de la Tarjeta)</small>	HOJA		DE CONFORMIDAD CON LO DISPUESTO EN LOS ARTÍCULOS 10, 11 Y 13 DE LA LEY DE LA FUNCIÓN ESTADÍSTICA PÚBLICA, LAS PERSONAS QUE HAYAN INTERVENIDO EN UN ACCIDENTE ESTÁN OBLIGADAS A COLABORAR EN LA CUMPLIMENTACIÓN DE ESTE CUESTIONARIO, CUYOS DATOS PERSONALES SE HAN AMPARADOS POR EL SECRETO ESTADÍSTICO.	59												
46	3. PROVINCIA	ISLA	DIRECCIÓN GENERAL DE TRÁFICO			60												
47	4. MES	5. DÍA	6. HORA	7. DÍA SEMANA	8. TIPO DÍA L A T P	9. TOTAL VÍCTIMAS	10. MUERTOS	11. HERIDOS GRAVES	12. HERIDOS LEVES	13. VEHÍCULOS IMPLICADOS	18. HABITANTES (en miles)	19. ZONA	61					
48	14. RED CARRETERA	NÚMERO	15. km.	16. SENTIDO	17. CÓDIGO MUNICIPIO	Nombre de la calle y número		Población		Entrada calle y salida		62						
49	20. TIPO DE VÍA	21. ANCHURA DE LA CALZADA		23. MARCAS VIALES		25. ARCÉN PAVIMENTADO		26. ELEMENTOS DE SEGURIDAD DE LA VÍA				63						
50	27. FUERA DE INTERSECCIÓN	28. TIPO		29. ACONDICIONAMIENTO		30. PRIORIDAD REGULADA POR:		31. SUPERFICIE				64						
51	32. LUMINOSIDAD	33. FACTORES ATMOSFÉRICOS		34. VISIBILIDAD RESTRICTIDA POR:		35. OTRA CIRCUNSTANCIA		36. SEMALIZACIÓN DE PELIGRO				65						
52	40. TIPO DE ACCIDENTE	41. CIRCULACIÓN		42. CIRCULACIÓN		43. MATRÍCULA Y AÑO DE MATRÍCULACIÓN		44. MARCA Y MODELO				66						
53	45. MATRÍCULA Y AÑO DE MATRÍCULACIÓN	46. MARCA Y MODELO		47. DESCRIPCIONES		48. DESCRIPCIONES		49. DESCRIPCIONES				67						
54	<p style="text-align: center;">SÍMBOLOS A UTILIZAR</p> <p> <input type="checkbox"/> Vehículo de 0 a 6 meses de antigüedad <input type="checkbox"/> Pasajero <input type="checkbox"/> Vehículo de 6 a 12 meses de antigüedad <input type="checkbox"/> Anual <input type="checkbox"/> Vehículo de 12 a 24 meses de antigüedad <input type="checkbox"/> Obstrucción en calzada <input type="checkbox"/> Vehículo de 24 a 36 meses de antigüedad <input type="checkbox"/> Obstrucción en calzada </p>												68					
55	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	69

PARTE FORMULADO POR: _____ UNIDAD: _____ NÚMERO DEL AGENTE: _____ FECHA: _____

EJEMPLO PARA LA REALIDAD PROVINCIAL DE TRÁFICO

TIPO DE VEHICULOS IMPLICADOS 45 VEH. A 0.1 BICICLETA O TRICICLO SIN MOTOR 0.2 CICLOMOTOR 1.0 COCHE DE MINUSVALIDO 1.1 MOTOCICLETA 2.1 TURISMO DE SP HASTA 9 PLAZAS 2.2 TURISMO SIN REMOLQUE 2.3 TURISMO CON REMOLQUE 2.4 AMBULANCIA 3.0 MAQUINARIA DE OBRAS Y AGRICOLA 3.1 TRACTOR AGRICOLA SIN REMOLQUE 3.2 TRACTOR AGRICOLA CON REMOLQUE 4.1 CAMION (PM ≤ 3.500 KI) SIN REMOLQUE 4.2 CAMION (PM ≤ 3.500 KI) CON REMOLQUE 4.3 FURGONETA 5.1 CAMION (PM ≥ 3.500 KI) SIN REMOLQUE 5.2 CAMION (PM ≥ 3.500 KI) CON REMOLQUE 5.3 CAMION CISTERNA SIN REMOLQUE 5.4 CAMION CISTERNA CON REMOLQUE 5.5 VEHICULO ARTICULADO 6.1 AUTOBUS DE LINEA REGULAR 6.2 AUTOBUS ESCOLAR 6.3 OTRO AUTOBUS 7.0 TREN 8.0 CARRO 9.0 DESCONOCIDO 3.1 OTROS VEHICULOS (añotar observaciones)		NACIONALIDAD DEL CONDUCTOR 0. ESPAÑA 1. PORTUGAL 2. FRANKIA 3. MARRUECOS 4. ALEMANIA 5. GRAN BRETANA 6. ITALIA 7. SUIZA 8. BELGICA 9. HOLANDA 10. ESTADOS UNIDOS 11. OTROS PAISES DEL MAGREB 12. OTROS PAISES 13. DESCONOCIDA	
ESTADO DEL VEHICULO 47 VEH. A 0. APARENTEMENTE NINGUN DEFECTO 1. NEUMATICOS MUY DESGASTADOS 2. PINTAZO O REVENTON 3. PERDIDA DE RUEDA 48 VEH. B 4. LUCES DELANTERAS DEFICIENTES 5. LUCES TRASERAS DEFICIENTES 6. FRENOS DEFICIENTES 7. DIRECCION ROTA O DEFECTUOSA 8. SOBRECARGADO 9. CARGA MAL ACONDICIONADA 10. OTROS DEFECTOS 11. SE IGNORA		ACCION DEL CONDUCTOR 0.1 SIGUIENDO LA RUTA 0.2 ADELANTANDO POR LA DERECHA 0.3 ADELANTANDO POR LA IZQUIERDA 1.1 GIRANDO O SALIENDO HACIA OTRA VIA O ACCESO POR LA DERECHA 1.2 GIRANDO O SALIENDO HACIA OTRA VIA O ACCESO POR LA IZQUIERDA 1.3 GIRANDO EN "U" 2.1 INCORPORANDOSE DESDE OTRA VIA O ACCESO 2.2 CRUZANDO INTERSECCION 2.3 ESTACIONANDO O SALIENDO DEL ESTACIONAMIENTO 3.1 CIRCULANDO HACIA ATRAS 4.1 MANIOBRA SUBITA PARA SALVAR OBSTACULO O VEHICULO 4.2 MANIOBRA SUBITA PARA SALVAR PEATON AISLADO O EN GRUPO 4.3 BRUSCA REDUCCION DE VELOCIDAD 5.1 RETENCION POR IMPERATIVO DE LA CIRCULACION 5.2 PARADO O ESTACIONADO 6.1 FUGADO 7.1 OTRA	
NUMERO DE OCUPANTES POR VEHICULO 49 VEH. A 50 VEH. B		PRESUNTAS INFRACCIONES DEL CONDUCTOR 0.1 CONDUCCION DISTRAIDA O DESATENTA 1.1 INCORRECTA UTILIZACION DEL ALUMBRADO 2.1 CIRCULAR POR MANO CONTRARIA O SENTIDO PROHIBIDO 2.2 INVADIR PARCIALMENTE EL SENTIDO CONTRARIO 2.3 GIRAR INCORRECTAMENTE 2.4 ADELANTAR ANTIREGLEMENTARIAMENTE 2.5 CIRCULAR EN ZIG-ZAG 3.1 NO MANTENER INTERVALO DE SEGURIDAD 3.2 IAR SIN CAUSA JUSTIFICADA 4.1 RESPETAR LA NORMA GENERAL DE PRIORIDAD 4.2 NO CUMPLIR LAS INDICACIONES DE SEMAFORO 4.3 NO CUMPLIR LA SENAL DE "STOP" 4.4 NO CUMPLIR LA SENAL DE "CEDA EL PASO" 4.5 NO RESPETAR EL PASO PARA PEATONES 4.6 NO CUMPLIR OTRA SENAL DE TRAFICO O POLICIA 5.1 NO INDICAR O INDICAR MAL UNA MANIOBRA 5.2 ENTRAR SIN PRECAUCION EN LA CIRCULACION 5.3 PARADO O ESTACIONAMIENTO PROHIBIDO O PELIGROSO 6.1 CICLISTAS O CICLOMOTORIZAS EN POSICION PARALELA 6.2 CICLISTA O CICLOMOTORIZA CIRCULANDO FUERA DE PISTA O ARGEN 7.1 APERTURA DE PUERTAS SIN PRECAUCION 8.1 OTRA INFRACCION 9.1 NINGUNA INFRACCION	
MOTIVO DEL DESPLAZAMIENTO 53 VEH. A 1. DURANTE SU JORNADA DE TRABAJO 2. DIRIGIRSE O REGRESAR DEL LUGAR DEL TRABAJO 3. SALIDA O REGRESO DE VACACIONES 4. SALIDA O REGRESO DE PUENTES Y FESTIVOS 5. URGENCIAS 6. OCIO 7. OTRO		ACCION DEL PEATON 1. ATRAVESANDO INTERSECCION 2. CRUZANDO CALZADA FUERA DE INTERSECCION 3. EN ARGEN POR SU DERECHA 4. EN ARGEN POR SU IZQUIERDA 5. EN CALZADA POR SU DERECHA 6. EN CALZADA POR SU IZQUIERDA 7. TRABAJAR EN LA CALZADA 8. REPARANDO VEHICULO 9. SUBIR O DESCENDER DE UN VEHICULO 10. SOBRE ACERA O REFUGIO 11. OTRA	
DESPLAZAMIENTO PREVISTO 55 VEH. A 1. LOCAL (MENOS DE 50 km.) 2. MEDIO (DE 50 A 200 km.) 3. LARGO (MAS DE 200 km.) 4. SE DESCONOGE		PRESUNTAS INFRACCIONES ADMINISTRATIVAS 1. CAREER DEL PERMISO DE CONDUCCION ADECUADO 2. PERMISO DE CONDUCCION CADUCADO 3. EXCESO DE VIAJES O CARGA 4. NO TENER EFECTUADA LA INSPECCION TECNICA REGLAMENTARIA DEL VEHICULO 5. TACOGRAFO NO REVISADO 6. NINGUNA DE LAS RELACIONADAS 7. SE IGNORA	
TRANSPORTE DE MERCANCIAS PELIGROSAS 57 VEH. A 1. EXPLOSIVOS 2. RADIACTIVOS 3. INFLAMABLES 4. OTRAS MP		PRESUNTAS INFRACCIONES SOBRE VELOCIDAD 1. VELOCIDAD INADECUADA PARA LAS CONDICIONES EXISTENTES 2. SOBREPASAR LA VELOCIDAD ESTABLECIDA 3. MARCHA LENTA EN TORPECIENDO LA CIRCULACION 4. NINGUNA 5. SE IGNORA	
VEHICULO EN QUE VIAJABA 58 VEH. A 1. EXPLOSIVOS 2. RADIACTIVOS 3. INFLAMABLES 4. OTRAS MP		CONDICIONES PSICOFISICAS 0. APARENTEMENTE NORMAL 1. ALCOHOL SIN PRUEBA DE ALCOHOLEMIA 2. ALCOHOL CON PRUEBA POSITIVA DE ALCOHOLEMIA 3. DROGAS 4. ENFERMEDAD SUBITA 5. SUEÑO O SOPOR 6. CANSANCIO 7. PREOCUPACION 8. SE IGNORA	
USO DE ACCESORIOS DE SEGURIDAD 59 VEH. A 1. UTILIZANDO CINTURON 2. SISTEMA DE RETENCION INFANTIL 3. UTILIZANDO CASCO 4. CON REFLECTANTES (Identif) 5. NINGUNO 6. SE DESCONOCE		LOCALIZACION DE LAS LESIONES MAS GRAVES 1. CABEZA 2. CARA 3. CUELLO 4. PECHO 5. ESPALDA 6. ABDOMEN 7. EXTREMIDADES SUPERIORES 8. EXTREMIDADES INFERIORES 9. TODO EL CUERPO 10. SE IGNORA	
VEHICULO EN QUE VIAJABA 65 POSICION EN EL VEHICULO 1 2 3 4 5 6 7 8 9 OTROS SENTADOS 0 OTROS DE PIE		PERMISOS DE CONDUCCION 1. MUERTO 2. HERIDO GRAVE 3. HERIDO LEVE 4. LESO 5. SE IGNORA	
VEHICULO EN QUE VIAJABA 66 POSICION EN EL VEHICULO 1 2 3 4 5 6 7 8 9 OTROS SENTADOS 0 OTROS DE PIE		PERMISOS DE CONDUCCION 1. MUERTO 2. HERIDO GRAVE 3. HERIDO LEVE 4. LESO 5. SE IGNORA	
VEHICULO EN QUE VIAJABA 67 POSICION EN EL VEHICULO 1 2 3 4 5 6 7 8 9 OTROS SENTADOS 0 OTROS DE PIE		PERMISOS DE CONDUCCION 1. MUERTO 2. HERIDO GRAVE 3. HERIDO LEVE 4. LESO 5. SE IGNORA	
VEHICULO EN QUE VIAJABA 68 POSICION EN EL VEHICULO 1 2 3 4 5 6 7 8 9 OTROS SENTADOS 0 OTROS DE PIE		PERMISOS DE CONDUCCION 1. MUERTO 2. HERIDO GRAVE 3. HERIDO LEVE 4. LESO 5. SE IGNORA	
VEHICULO EN QUE VIAJABA 69 POSICION EN EL VEHICULO 1 2 3 4 5 6 7 8 9 OTROS SENTADOS 0 OTROS DE PIE		PERMISOS DE CONDUCCION 1. MUERTO 2. HERIDO GRAVE 3. HERIDO LEVE 4. LESO 5. SE IGNORA	
VEHICULO EN QUE VIAJABA 70 POSICION EN EL VEHICULO 1 2 3 4 5 6 7 8 9 OTROS SENTADOS 0 OTROS DE PIE		PERMISOS DE CONDUCCION 1. MUERTO 2. HERIDO GRAVE 3. HERIDO LEVE 4. LESO 5. SE IGNORA	
VEHICULO EN QUE VIAJABA 71 POSICION EN EL VEHICULO 1 2 3 4 5 6 7 8 9 OTROS SENTADOS 0 OTROS DE PIE		PERMISOS DE CONDUCCION 1. MUERTO 2. HERIDO GRAVE 3. HERIDO LEVE 4. LESO 5. SE IGNORA	
VEHICULO EN QUE VIAJABA 72 POSICION EN EL VEHICULO 1 2 3 4 5 6 7 8 9 OTROS SENTADOS 0 OTROS DE PIE		PERMISOS DE CONDUCCION 1. MUERTO 2. HERIDO GRAVE 3. HERIDO LEVE 4. LESO 5. SE IGNORA	
VEHICULO EN QUE VIAJABA 73 POSICION EN EL VEHICULO 1 2 3 4 5 6 7 8 9 OTROS SENTADOS 0 OTROS DE PIE		PERMISOS DE CONDUCCION 1. MUERTO 2. HERIDO GRAVE 3. HERIDO LEVE 4. LESO 5. SE IGNORA	
VEHICULO EN QUE VIAJABA 74 POSICION EN EL VEHICULO 1 2 3 4 5 6 7 8 9 OTROS SENTADOS 0 OTROS DE PIE		PERMISOS DE CONDUCCION 1. MUERTO 2. HERIDO GRAVE 3. HERIDO LEVE 4. LESO 5. SE IGNORA	
VEHICULO EN QUE VIAJABA 75 POSICION EN EL VEHICULO 1 2 3 4 5 6 7 8 9 OTROS SENTADOS 0 OTROS DE PIE		PERMISOS DE CONDUCCION 1. MUERTO 2. HERIDO GRAVE 3. HERIDO LEVE 4. LESO 5. SE IGNORA	
VEHICULO EN QUE VIAJABA 76 POSICION EN EL VEHICULO 1 2 3 4 5 6 7 8 9 OTROS SENTADOS 0 OTROS DE PIE		PERMISOS DE CONDUCCION 1. MUERTO 2. HERIDO GRAVE 3. HERIDO LEVE 4. LESO 5. SE IGNORA	
VEHICULO EN QUE VIAJABA 77 POSICION EN EL VEHICULO 1 2 3 4 5 6 7 8 9 OTROS SENTADOS 0 OTROS DE PIE		PERMISOS DE CONDUCCION 1. MUERTO 2. HERIDO GRAVE 3. HERIDO LEVE 4. LESO 5. SE IGNORA	
VEHICULO EN QUE VIAJABA 78 POSICION EN EL VEHICULO 1 2 3 4 5 6 7 8 9 OTROS SENTADOS 0 OTROS DE PIE		PERMISOS DE CONDUCCION 1. MUERTO 2. HERIDO GRAVE 3. HERIDO LEVE 4. LESO 5. SE IGNORA	
VEHICULO EN QUE VIAJABA 79 POSICION EN EL VEHICULO 1 2 3 4 5 6 7 8 9 OTROS SENTADOS 0 OTROS DE PIE		PERMISOS DE CONDUCCION 1. MUERTO 2. HERIDO GRAVE 3. HERIDO LEVE 4. LESO 5. SE IGNORA	
VEHICULO EN QUE VIAJABA 80 POSICION EN EL VEHICULO 1 2 3 4 5 6 7 8 9 OTROS SENTADOS 0 OTROS DE PIE		PERMISOS DE CONDUCCION 1. MUERTO 2. HERIDO GRAVE 3. HERIDO LEVE 4. LESO 5. SE IGNORA	
VEHICULO EN QUE VIAJABA 81 POSICION EN EL VEHICULO 1 2 3 4 5 6 7 8 9 OTROS SENTADOS 0 OTROS DE PIE		PERMISOS DE CONDUCCION 1. MUERTO 2. HERIDO GRAVE 3. HERIDO LEVE 4. LESO 5. SE IGNORA	

ANEXO III
CUESTIONARIO ESTADÍSTICO DE ACCIDENTES DE CIRCULACIÓN
CON SÓLO DAÑOS MATERIALES

AÑO	NUMERO DE ACCIDENTE <small>(A rellenar por la Jefatura Provincial de Tráfico)</small>	 DIRECCION GENERAL DE TRAFICO	DE CONFORMIDAD CON LO DISPUESTO EN LOS ARTICULOS 10, 11 Y 13 DE LA LEY DE LA FUNCION ESTADISTICA PUBLICA, LAS PERSONAS QUE HAYAN INTERVENIDO EN UN ACCIDENTE ESTAN OBLIGADAS A COLABORAR EN LA CUMPLIMENTACION DE ESTE CUESTIONARIO, CUYOS DATOS PERSONALES SE HALLAN AMPARADOS POR EL SECRETO ESTADISTICO.		
PROVINCIA	ISLA				
MES	DIA	HORA	DIA SEMANA		
			L A F P		
POBLACION		Nombre de la calle y numero			
RED CARRETERA		CODIGO MUNICIPIO			
NUMERO		SENTIDO			
		ZONA			
		LUGAR			
		<input type="checkbox"/> Carretera <input type="checkbox"/> Urbana <input type="checkbox"/> Travesía <input type="checkbox"/> Variante			
		<input type="checkbox"/> Recta <input type="checkbox"/> Curva <input type="checkbox"/> Interseccion			
TIPO DE VIA	1 AUTOPISTA	NUMERO DE VEHICULOS	TURISMOS	TIPO DE ACCIDENTE	COLISION
	2 AUTOVIA		FURGONETAS		SALIDA DE LA VIA
	3 VIA RAPIDA		CAMIONES		VUELCO EN LA CALZADA
	4 VIA CONVENCIONAL CON CARRIL LENTO		AUTOBUSES		OTRO
	5 VIA CONVENCIONAL		MOTOCICLETAS		INFRAACCION A LA NORMA
	6 CAMINO VECINAL		CICLOMOTORES		ESTADO DE LA VIA
	7 VIA DE SERVICIO		BICICLETAS		ESTADO DEL VEHICULO
	8 RAMAL DE ENLACE		OTROS		OTRO
	9 OTRO TIPO				
	Número de carriles calzados				
CROQUIS				DESCRIPCIONES	
SIMBOLOS A UTILIZAR					
<input type="checkbox"/> Vehículo de 4 o más ruedas <input type="checkbox"/> Vehículo de 2 o 3 ruedas <input type="checkbox"/> Vehículo de tracción animal		<input type="checkbox"/> Peatón <input type="checkbox"/> Animal <input type="checkbox"/> Obstáculo en la calzada			

PARTE FORMULADO POR

UNIDAD

NUMERO DEL AGENTE

FECHA

NORMAS PARA SU CONFECCIÓN

Se tendrán en cuenta las normas dictadas para la cumplimentación del cuestionario estadístico de accidentes de circulación con víctimas, con las siguientes particularidades:

Lugar. - Se marcará con una X el apartado que corresponda.

Tipo de vía. - Consignar una X en el apartado correspondiente.

Número de vehículos. - Consignar, en número, los vehículos que aparecen implicados.

Tipo de accidente. - Consignar una X en el apartado correspondiente.

Factor determinante (Opinión del agente). - Se pondrá una X al factor de mayor importancia, según la opinión del agente, en la producción del accidente, ampliándose en el casillero de "Descripciones" lo necesario para conocer la naturaleza de este factor (v. g., exceso de velocidad, vía en obras, carencia de alumbrado posterior del ciclomotor, etcétera).

EJEMPLAR PARA LA JEFATURA PROVINCIAL DE TRAFICO

Daniel Molina Soberanes
Programa de Doctorado en Medicina Clínica y Salud Pública

3. Sintaxis

```
1  /*
2  SINTAXIS TESIS: SUBCONJUNTO 2. PERÍODO 2014 - 2017
3
4  FUENTE DE INFORMACIÓN: Base de datos original DGT, "GEVEPE"*/
5
6
7  /* EXCLUIR NO CICLISTAS*/
8  keep if TIPO_VEHICULO==4
9
10 /*Se renombra como "ciclistas1417" (No incluye país vasco ni
11 cataluña en 2014 ni 2015. De 788,786 unidades experimentales la
12 cifra disminuye
13 a 24.745 y a 24.605 cuando hayamos excluido Ceuta y Melilla */
14 /*
15 PREPARACIÓN DE VARIABLES PARA ESTUDIO ANALÍTICO (ALCOHOL
16 EXCLUIDO):
17 */
18 /* DEFUNCIÓN */
19 /* Se creamos a partir de IND_MU30DF y no de
20 ASISTENCIA_SANITARIA, pues hay menos
21 valores perdidos.
22 0 = No
23 1 = Sí
24 */
25 gen mdefuncion=.
26 replace mdefuncion=1 if IND_MU30DF==1
27 replace mdefuncion=0 if IND_MU30DF==0
28 /* EDAD */
29 /*Recategorizamos valores perdidos(0 años y de 95 y más) y
30 obtenemos logaritmo */
31 clonevar edad = EDAD
32 mvdecode edad, mv(0, 998, 999)
33 gen ledad=.
34 replace ledad=log(edad)
35 /* SEXO
36 0 = Hombre
37 1 = Mujer
38 */
39 gen msexn=.
40 replace msexn=0 if COD_SEXO==1
41 replace msexn=1 if COD_SEXO==2
42
43 /* CASCO inicial
44 0 = Sí
45 1 = No
46 */
47 gen mnocasco=.
48 replace mnocasco=0 if ACC_SEG_CASCO==1 | ACC_SEG_CASCO==3
```

```
49  replace mnocasco=1 if ACC_SEG_CASCO==2
50
51  /* NACIONALIDAD
52  0 = Española
53  1 = Otra nacionalidad
54  */
55  gen mnacioncat=1
56  replace mnacioncat=0 if PAIS==724
57  replace mnacioncat=. if PAIS==. | PAIS==999
58
59  /* MOTIVO DE DESPLAZAMIENTO
60  0 = Laboral
61  1 = Otro
62  */
63  gen mmotivo=.
64  replace mmotivo=0 if MOTIVO_DESPLAZAMIENTO==1 |
MOTIVO_DESPLAZAMIENTO==2 | MOTIVO_DESPLAZAMIENTO==3 |
MOTIVO_DESPLAZAMIENTO==4 | MOTIVO_DESPLAZAMIENTO==5 |
MOTIVO_DESPLAZAMIENTO==6 | MOTIVO_DESPLAZAMIENTO==7 |
MOTIVO_DESPLAZAMIENTO==8 | MOTIVO_DESPLAZAMIENTO==9 |
MOTIVO_DESPLAZAMIENTO==10 | MOTIVO_DESPLAZAMIENTO==11 |
MOTIVO_DESPLAZAMIENTO==12 | MOTIVO_DESPLAZAMIENTO==15 |
MOTIVO_DESPLAZAMIENTO==16 | MOTIVO_DESPLAZAMIENTO==17 |
MOTIVO_DESPLAZAMIENTO==18 | MOTIVO_DESPLAZAMIENTO==19
65  replace mmotivo=1 if MOTIVO_DESPLAZAMIENTO==13 |
MOTIVO_DESPLAZAMIENTO==14 | MOTIVO_DESPLAZAMIENTO==20
66
67  /* INFRACCIÓN
68  0 = No
69  1 = Sí
70  */
71  clonevar infcond = PRES_INFRAC_COND
72  mvdecode infcond, mv (999, 77)
73  replace infcond=0 if PRES_INFRAC_COND==1
74  replace infcond=1 if PRES_INFRAC_COND==2 | PRES_INFRAC_COND==3 |
PRES_INFRAC_COND==4 | PRES_INFRAC_COND==5 | PRES_INFRAC_COND==6 |
PRES_INFRAC_COND==7 | PRES_INFRAC_COND==8 | PRES_INFRAC_COND==9
| PRES_INFRAC_COND==10 | PRES_INFRAC_COND==11 | PRES_INFRAC_COND
==12 | PRES_INFRAC_COND==13 | PRES_INFRAC_COND==14 |
PRES_INFRAC_COND==15 | PRES_INFRAC_COND==16 | PRES_INFRAC_COND==
17 | PRES_INFRAC_COND==18 | PRES_INFRAC_COND==19 |
PRES_INFRAC_COND==20
75
76  /* TIPO DE ACCIDENTE
77  0 = Colisión
78  1 = Otro
79  */
80  gen mtipoaccrec=.
81  replace mtipoaccrec=0 if TIPO_ACC_COLISION==1 | TIPO_ACC_COLISION
==2 | TIPO_ACC_COLISION==3 | TIPO_ACC_COLISION==4 |
TIPO_ACC_COLISION==5
82  replace mtipoaccrec=1 if TIPO_ACC_COLISION==6 | TIPO_ACC_COLISION
```

```
==7 | TIPO_ACC_COLISION==8 | TIPO_ACC_COLISION==9 |
TIPO_ACC_COLISION==10 | TIPO_ACC_COLISION==11 | TIPO_ACC_COLISION
==12 | TIPO_ACC_COLISION==13
83
84 /* ZONA DEL ACCIDENTE
85 1 = Carretera
86 2 = Urbana
87 3 = Travesía */
88 gen zona=.
89 replace zona=1 if ZONA==1 | ZONA==4
90 replace zona=2 if ZONA==3
91 replace zona=3 if ZONA==2
92
93 /* INTERSECCIÓN
94 0 = Intersección
95 1 = Otra
96 */
97 gen mdonde=.
98 replace mdonde=0 if NUDO==1
99 replace mdonde=1 if NUDO==2
100
101 /* CONDICIONES ATMOSFÉRICAS
102 0 = Buen tiempo
103 1 = Adverso
104 */
105 gen matmosf=.
106 replace matmosf=0 if CONDICION_METEO==1
107 replace matmosf=1 if CONDICION_METEO==2 | CONDICION_METEO==3 |
CONDICION_METEO==4 | CONDICION_METEO==5 | CONDICION_METEO==6
108
109 /* SUPERFICIE DE LA VÍA
110 0 =
111 1 =
112 */
113 gen msuperfic=.
114 replace msuperfic=0 if CONDICION_FIRME==1
115 replace msuperfic=1 if CONDICION_FIRME==2 | CONDICION_FIRME==3 |
CONDICION_FIRME==4 | CONDICION_FIRME==5 | CONDICION_FIRME==6 |
CONDICION_FIRME==7 | CONDICION_FIRME==8
116
117 /* HORA */
118 gen horacat=.
119 replace horacat=1 if HORA==0 | HORA==1 | HORA==2
120 replace horacat=2 if HORA==3 | HORA==4 | HORA==5
121 replace horacat=3 if HORA==6 | HORA==7 | HORA==8
122 replace horacat=4 if HORA==9 | HORA==10 | HORA==11
123 replace horacat=0 if HORA==12 | HORA==13 | HORA==14
124 replace horacat=6 if HORA==15 | HORA==16 | HORA==17
125 replace horacat=7 if HORA==18 | HORA==19 | HORA==20
126 replace horacat=8 if HORA==21 | HORA==22 | HORA==23
127
128 /* AÑO */
```

```
129 rename ANYO anyo
130
131 /* PROVINCIA */
132 clonevar provinc = COD_PROVINCIA
133
134 /* Excluir a Ceuta (n=21) y Melilla (n=99) */
135 drop if provinc==51 | provinc==52
136
137
138 /* Eliminar variables no utilizadas */
139 keep mdefuncion ledad msexn mncasco mnacioncat mmotivo infcond
    mtipoacrec msuperfic matmosf horacat anyo zona provinc m donde
140
141 /* CASCO recategorizado
142 0 = No
143 1 = Sí*/
144 gen msicasco=.
145 replace msicasco=0 if mncasco==1
146 replace msicasco=1 if mncasco==0
147
148 drop mncasco
149
150 /*IMPUTACIÓN*/
151
152 ice mdefuncion ledad msexn msicasco mnacioncat mmotivo infcond i.
    mtipoacrec msuperfic matmosf i.horacat i.anyo i.zona i.provinc i
    .m donde, saving(/Volumes/GoogleDrive/Mi unidad/1Master Actividad
    física/ASIGNATURAS MASTER DEPORTE/Publicación científica II/PAPER
    on CONFOUNDING/IMPUT50ciclistas1417SINalcohol.dta) m(50)
153
154 /* Archivo guardado como "IMPUT50ciclistas1417SINalcohol"*/
155
156 /*EDAD antilogaritmo*/
157 gen edad=.
158 replace edad=exp(ledad)
159
160 /*EDAD Recategorizada */
161
162 gen edadcat=.
163 replace edadcat=0 if edad>=25 & edad<30
164 replace edadcat=1 if edad<10
165 replace edadcat=2 if edad>=10 & edad<15
166 replace edadcat=3 if edad>=15 & edad<20
167 replace edadcat=4 if edad>=20 & edad<25
168 replace edadcat=6 if edad>=30 & edad<35
169 replace edadcat=7 if edad>=35 & edad<40
170 replace edadcat=8 if edad>=40 & edad<45
171 replace edadcat=9 if edad>=45 & edad<50
172 replace edadcat=10 if edad>=50 & edad<55
173 replace edadcat=11 if edad>=55 & edad<60
174 replace edadcat=12 if edad>=60 & edad<65
175 replace edadcat=13 if edad>=65 & edad<70
```

```

176         replace edadcat=14 if edad>=70 & edad<75
177         replace edadcat=15 if edad>74 & edad!=.
178
179     /* ZONA DEL ACCIDENTE
180     1 = Carretera y travesía
181     2 = Urbana
182     */
183         clonevar ZONA = zona
184         replace zona=1 if ZONA==3
185
186     /* ESTUDIOS ANALÍTICOS */
187
188         log using RESULTADOStesisMULTIunivarIMPUSinALCOHOL,
replace
189         /* Estudios univariantes */
190         /* ESTIMACIÓN CRUDA */
191
192             xi: mim, category(fit): mepoisson mdefuncion i.
msicasco || provinc: , irr
193             xi: mim, category(fit): mepoisson mdefuncion i.
edadcat || provinc: , irr
194             xi: mim, category(fit): mepoisson mdefuncion i.
msexn || provinc: , irr
195             xi: mim, category(fit): mepoisson mdefuncion i.
mnacioncat || provinc: , irr
196             xi: mim, category(fit): mepoisson mdefuncion i.
mmotivo || provinc: , irr
197             xi: mim, category(fit): mepoisson mdefuncion i.
infcond || provinc: , irr
198             xi: mim, category(fit): mepoisson mdefuncion i.
mtipoacrec || provinc: , irr
199             xi: mim, category(fit): mepoisson mdefuncion i.
msuperfic || provinc: , irr
200             xi: mim, category(fit): mepoisson mdefuncion i.
matmosf || provinc: , irr
201             xi: mim, category(fit): mepoisson mdefuncion i.
horacat || provinc: , irr
202             xi: mim, category(fit): mepoisson mdefuncion i.
anyo || provinc: , irr
203             xi: mim, category(fit): mepoisson mdefuncion i.
zona || provinc: , irr
204             xi: mim, category(fit): mepoisson mdefuncion i.
mdonde || provinc: , irr
205
206         log close
207
208
209         log using
RESULTADOStesisMULTIunivarIMPUCarrtravSInalcohol, replace
210         /* ZONA CARRETERA Y TRAVESÍA*/
211         /* ESTIMACIÓN CRUDA */
212

```

```
213             xi: mim, category(fit): mepoisson mdefuncion i.  
msicasco if zona==1 || provinc: , irr  
214             xi: mim, category(fit): mepoisson mdefuncion i.  
edadcat if zona==1 || provinc: , irr  
215             xi: mim, category(fit): mepoisson mdefuncion i.  
msexn if zona==1 || provinc: , irr  
216             xi: mim, category(fit): mepoisson mdefuncion i.  
mnacioncat if zona==1 || provinc: , irr  
217             xi: mim, category(fit): mepoisson mdefuncion i.  
mmotivo if zona==1 || provinc: , irr  
218             xi: mim, category(fit): mepoisson mdefuncion i.  
infcond if zona==1 || provinc: , irr  
219             xi: mim, category(fit): mepoisson mdefuncion i.  
mtipoacrec if zona==1 || provinc: , irr  
220             xi: mim, category(fit): mepoisson mdefuncion i.  
msuperfic if zona==1 || provinc: , irr  
221             xi: mim, category(fit): mepoisson mdefuncion i.  
matmosf if zona==1 || provinc: , irr  
222             xi: mim, category(fit): mepoisson mdefuncion i.  
horacat if zona==1 || provinc: , irr  
223             xi: mim, category(fit): mepoisson mdefuncion i.  
anyo if zona==1 || provinc: , irr  
224             xi: mim, category(fit): mepoisson mdefuncion i.  
mdonde if zona==1 || provinc: , irr  
  
225  
226             log close  
227  
228  
229             log using  
RESULTADOStesisMULTIUnivarIMPURbSINalcohol, replace  
230             /* ZONA URBANA*/  
231             /* CRUDA */  
232  
233             xi: mim, category(fit): mepoisson mdefuncion i.  
msicasco if zona==2 || provinc: , irr  
234             xi: mim, category(fit): mepoisson mdefuncion i.  
edadcat if zona==2 || provinc: , irr  
235             xi: mim, category(fit): mepoisson mdefuncion i.  
msexn if zona==2 || provinc: , irr  
236             xi: mim, category(fit): mepoisson mdefuncion i.  
mnacioncat if zona==2 || provinc: , irr  
237             xi: mim, category(fit): mepoisson mdefuncion i.  
mmotivo if zona==2 || provinc: , irr  
238             xi: mim, category(fit): mepoisson mdefuncion i.  
infcond if zona==2 || provinc: , irr  
239             xi: mim, category(fit): mepoisson mdefuncion i.  
mtipoacrec if zona==2 || provinc: , irr  
240             xi: mim, category(fit): mepoisson mdefuncion i.  
msuperfic if zona==2 || provinc: , irr  
241             xi: mim, category(fit): mepoisson mdefuncion i.  
matmosf if zona==2 || provinc: , irr  
242             xi: mim, category(fit): mepoisson mdefuncion i.
```

```
243 horacat if zona==2 || provinc: , irr
      xi: mim, category(fit): mepoisson mdefuncion i.
244 anyo if zona==2 || provinc: , irr
      xi: mim, category(fit): mepoisson mdefuncion i.
245 mdonde if zona==2 || provinc: , irr
246
247         log close
248
249 /* ESTIMACIÓN AJUSTADA POR EL ÁREA DEL ACCIDENTE*/
250         log using
251 RESULTADOStesisMULTIIMPUTAjustadoZONAsinALCOHOL, replace
252 /* AJUSTADO POR ZONA*/
253         xi: mim, category(fit): mepoisson mdefuncion i.
254 msicasco i.zona || provinc: , irr
      xi: mim, category(fit): mepoisson mdefuncion i.
255 edadcat i.zona || provinc: , irr
      xi: mim, category(fit): mepoisson mdefuncion i.
256 msexn i.zona || provinc: , irr
      xi: mim, category(fit): mepoisson mdefuncion i.
257 mnacioncat i.zona || provinc: , irr
      xi: mim, category(fit): mepoisson mdefuncion i.
258 mmotivo i.zona || provinc: , irr
      xi: mim, category(fit): mepoisson mdefuncion i.
259 infcond i.zona || provinc: , irr
      xi: mim, category(fit): mepoisson mdefuncion i.
260 mtipoaccrec i.zona || provinc: , irr
      xi: mim, category(fit): mepoisson mdefuncion i.
261 msuperfic i.zona || provinc: , irr
      xi: mim, category(fit): mepoisson mdefuncion i.
262 matmosf i.zona || provinc: , irr
      xi: mim, category(fit): mepoisson mdefuncion i.
263 horacat i.zona || provinc: , irr
      xi: mim, category(fit): mepoisson mdefuncion i.
264 anyo i.zona || provinc: , irr
      xi: mim, category(fit): mepoisson mdefuncion i.
265 mdonde i.zona || provinc: , irr
266
267         log close
268 /* AJUSTADA POR VARIABLES DEL CICLISTA */
269         log using
270 RESULTADOStesisMULTIimputAJUSTADOciclistaSINalcohol, replace
271 /*AJUSTADO POR VARIABLES DEL CICLISTA*/
272         xi: mim, category(fit): mepoisson mdefuncion i.
273 msicasco i.edadcat i.msexn i.mnacioncat i.mmotivo i.infcond ||
274         provinc: , irr
275
276         log close
```

```
276
277
278 /* AJUSTADA POR TODAS LAS VARIABLES */
279     log using
RESULTAD0StesisMULTIImputAJUSTAD0allSINalcohol, replace
280     /* AJUSTADO POR TODAS LAS VARIABLES*/
281
282         xi: mim, category(fit): mepoisson mdefuncion i.
msicasco i.edadcat i.msexn i.mnacioncat i.mmotivo i.infcond i.
mtipoaccrec i.msUPERfIC i.matmosf i.horacat i.anyo i.zona i.
m donde || provinc: , irr
283
284         log close
285
286
287 /* AJUSTADA POR TODAS LAS VARIABLES MENOS POR LA ZONA */
288     log using
RESULTAD0StesisMULTIImputAJUSTAD0alLEXCEPT0zonaSINalcohol, replace
289     /* AJUSTADO POR TODAS LAS VARIABLES EXCEPTO POR LA ZONA*/
290
291         xi: mim, category(fit): mepoisson mdefuncion i.
msicasco i.edadcat i.msexn i.mnacioncat i.mmotivo i.infcond i.
m tipoaccrec i.msUPERfIC i.matmosf i.horacat i.anyo i.m donde ||
provinc: , irr
292
293         log close
294
295
296 /* EVALUACIÓN DE LA INTERACCIÓN DE LA ZONA*CASCO. */
297
298
299     log using
RESULTAD0StesisMULTIImputINTERACCIONsinALCOHOL, replace
300
301         xi: mim, category(fit): mepoisson mdefuncion i.
msicasco || provinc: , irr
302         xi: mim, category(fit): mepoisson mdefuncion i.
msicasco i.zona || provinc: , irr
303         xi: mim, category(fit): mepoisson mdefuncion i.
msicasco*i.zona || provinc: , irr
304         xi: mim: lincom _Imsicasco_1 + _ImsiXzon_1_2, irr
305         xi: mim, category(fit): mepoisson mdefuncion i.
msicasco i.edadcat i.msexn i.mnacioncat i.mmotivo i.infcond i.
m tipoaccrec i.msUPERfIC i.matmosf i.horacat i.anyo i.m donde ||
provinc: , irr
306         xi: mim, category(fit): mepoisson mdefuncion i.
msicasco i.edadcat i.msexn i.mnacioncat i.mmotivo i.infcond i.
m tipoaccrec i.msUPERfIC i.matmosf i.horacat i.anyo i.m donde i.
zona || provinc: , irr
307         xi: mim, category(fit): mepoisson mdefuncion i.
edadcat i.msexn i.mnacioncat i.mmotivo i.infcond i.m tipoaccrec i.
msUPERfIC i.matmosf i.horacat i.anyo i.m donde i.msicasco*i.zona
```

```

308     || provinc: , irr
309         xi: mim: lincom _Imsicasco_1 + _ImsiXzon_1_2, irr
310         log close
311
312 /* MODELOS CAUSALES UNINIVEL*/
313
314 log using RESULTADOSstesisUNINIVELimputMODELOScausalesSINalcohol,
315 replace
316 /*Modelos causales*/
317 /*LOGIT*/
318
319         xi: mim, category(fit): logistic mdefuncion msicasco
320         edadcat msexn mnacioncat mmotivo msuperfic matmosf infcond i.
321         mdonde i.mtipoacrec i.horacat i.anyo i.zona i.provinc, or
322 /*PSM*/
323         xi: mim, category(fit): teffects psmatch (mdefuncion)
324         (msicasco edadcat msexn mnacioncat mmotivo msuperfic matmosf
325         infcond i.mdonde i.mtipoacrec i.horacat i.anyo i.zona i.provinc)
326 /*PSM CARRETERA
327 */
328         xi: mim, category(fit): teffects psmatch (mdefuncion)
329         (msicasco edadcat msexn mnacioncat mmotivo msuperfic matmosf
330         infcond i.mdonde i.mtipoacrec i.horacat i.anyo i.provinc) if
331         zona==1
332 /*IPW*/
333         xi: mim, category(fit): teffects ipw (mdefuncion) (
334         msicasco edadcat msexn mnacioncat mmotivo msuperfic matmosf
335         infcond i.mdonde i.mtipoacrec i.horacat i.anyo i.zona i.provinc)
336 /*IPW carretera*/
337         xi: mim, category(fit): teffects ipw (mdefuncion) (
338         msicasco edadcat msexn mnacioncat mmotivo msuperfic matmosf
339         infcond i.mdonde i.mtipoacrec i.horacat i.anyo i.provinc) if
340         zona==1
341 /*PSM URBANA
342 */
343         xi: mim, category(fit): teffects psmatch (mdefuncion)
344         (msicasco edadcat msexn mnacioncat mmotivo msuperfic matmosf
345         infcond i.mdonde i.mtipoacrec i.horacat i.anyo i.zona i.provinc)
346         if zona==2
347 /* Zona urbana no alcanzó a converger*/
348

```

```
343 log close
344
345 /* COMANDOS UTILIZADOS PARA DESCRIPTIVOS, DESDE EL ARCHIVO NO
    IMPUTADO "ciclistas1417"*/
346
347
348 gen mdefuncion=.
349 replace mdefuncion=1 if IND_MU30DF==1
350 replace mdefuncion=0 if IND_MU30DF==0
351
352 clonevar edad = EDAD
353 mvdecode edad, mv(0, 998, 999)
354
355 gen msexn=.
356 replace msexn=0 if COD_SEX0==1
357 replace msexn=1 if COD_SEX0==2
358
359 gen mnocasco=.
360 replace mnocasco=0 if ACC_SEG_CASCO==1 | ACC_SEG_CASCO==3
361 replace mnocasco=1 if ACC_SEG_CASCO==2
362
363 gen TASA_ALCOHOLEMIA1_n = real(TASA_ALCOHOLEMIA1)
364 gen alcoholcat=.
365 replace alcoholcat=0 if TASA_ALCOHOLEMIA1_n==0
366 replace alcoholcat=1 if TASA_ALCOHOLEMIA1_n!=. &
    TASA_ALCOHOLEMIA1_n!=0
367 gen TASA_ALC_SANGRE_n = real(TASA_ALC_SANGRE)
368 gen alcoholcat2=.
369 replace alcoholcat2=0 if TASA_ALC_SANGRE_n==0
370 replace alcoholcat2=1 if TASA_ALC_SANGRE_n!=. & TASA_ALC_SANGRE_n
    !=0
371 gen ALCOHOL_ORIGINAL=.
372 replace ALCOHOL_ORIGINAL=1 if PRUEBA_ALCOHOLEMIA==1
373 replace ALCOHOL_ORIGINAL=2 if PRUEBA_ALCOHOLEMIA==2
374 replace ALCOHOL_ORIGINAL=3 if PRUEBA_ALCOHOLEMIA==3
375 /*Alcoholimetría - */
376 replace ALCOHOL_ORIGINAL=4 if alcoholcat==0
377 /*Alcoholimetría + */
378 replace ALCOHOL_ORIGINAL=5 if alcoholcat==1
379 /*Alcoholemia - */
380 replace ALCOHOL_ORIGINAL=6 if alcoholcat2==0
381 /*Alcoholemia + */
382 replace ALCOHOL_ORIGINAL=7 if alcoholcat2==1
383
384 gen alcohol=.
385 /*sin prueba*/
386 replace alcohol=0 if ALCOHOL_ORIGINAL==1 | ALCOHOL_ORIGINAL==2 |
    ALCOHOL_ORIGINAL==3
387 /*prueba negativa*/
388 replace alcohol=1 if ALCOHOL_ORIGINAL==4 | ALCOHOL_ORIGINAL==6
389 /*prueba positiva*/
390 replace alcohol=2 if ALCOHOL_ORIGINAL==5 | ALCOHOL_ORIGINAL==7
```

```

391
392 gen mnacioncat=1
393 replace mnacioncat=0 if PAIS==724
394 replace mnacioncat=. if PAIS==. | PAIS==999
395
396 gen mmotivo=.
397 replace mmotivo=0 if MOTIVO_DESPLAZAMIENTO==1 |
MOTIVO_DESPLAZAMIENTO==2 | MOTIVO_DESPLAZAMIENTO==3 |
MOTIVO_DESPLAZAMIENTO==4 | MOTIVO_DESPLAZAMIENTO==5 |
MOTIVO_DESPLAZAMIENTO==6 | MOTIVO_DESPLAZAMIENTO==7 |
MOTIVO_DESPLAZAMIENTO==8 | MOTIVO_DESPLAZAMIENTO==9 |
MOTIVO_DESPLAZAMIENTO==10 | MOTIVO_DESPLAZAMIENTO==11 |
MOTIVO_DESPLAZAMIENTO==12 | MOTIVO_DESPLAZAMIENTO==15 |
MOTIVO_DESPLAZAMIENTO==16 | MOTIVO_DESPLAZAMIENTO==17 |
MOTIVO_DESPLAZAMIENTO==18 | MOTIVO_DESPLAZAMIENTO==19
398 replace mmotivo=1 if MOTIVO_DESPLAZAMIENTO==13 |
MOTIVO_DESPLAZAMIENTO==14 | MOTIVO_DESPLAZAMIENTO==20
399
400 clonevar infcond = PRES_INFRAC_COND
401 mvdecode infcond, mv (999, 77)
402 replace infcond=0 if PRES_INFRAC_COND==1
403 replace infcond=1 if PRES_INFRAC_COND==2 | PRES_INFRAC_COND==3 |
PRES_INFRAC_COND==4 | PRES_INFRAC_COND==5 | PRES_INFRAC_COND==6 |
PRES_INFRAC_COND==7 | PRES_INFRAC_COND==8 | PRES_INFRAC_COND==9
| PRES_INFRAC_COND==10 | PRES_INFRAC_COND==11 | PRES_INFRAC_COND
==12 | PRES_INFRAC_COND==13 | PRES_INFRAC_COND==14 |
PRES_INFRAC_COND==15 | PRES_INFRAC_COND==16 | PRES_INFRAC_COND==
17 | PRES_INFRAC_COND==18 | PRES_INFRAC_COND==19 |
PRES_INFRAC_COND==20
404
405 gen mtipoaccrec=.
406 replace mtipoaccrec=0 if TIPO_ACC_COLISION==1 | TIPO_ACC_COLISION
==2 | TIPO_ACC_COLISION==3 | TIPO_ACC_COLISION==4 |
TIPO_ACC_COLISION==5
407 replace mtipoaccrec=1 if TIPO_ACC_COLISION==6 | TIPO_ACC_COLISION
==7 | TIPO_ACC_COLISION==8 | TIPO_ACC_COLISION==9 |
TIPO_ACC_COLISION==10 | TIPO_ACC_COLISION==11 | TIPO_ACC_COLISION
==12 | TIPO_ACC_COLISION==13
408
409 gen msuperfic=.
410 replace msuperfic=0 if CONDICION_FIRME==1
411 replace msuperfic=1 if CONDICION_FIRME==2 | CONDICION_FIRME==3 |
CONDICION_FIRME==4 | CONDICION_FIRME==5 | CONDICION_FIRME==6 |
CONDICION_FIRME==7 | CONDICION_FIRME==8
412
413 gen matmosf=.
414 replace matmosf=0 if CONDICION_METEO==1
415 replace matmosf=1 if CONDICION_METEO==2 | CONDICION_METEO==3 |
CONDICION_METEO==4 | CONDICION_METEO==5 | CONDICION_METEO==6
416
417 gen horacat=.
418 replace horacat=1 if HORA==0 | HORA==1 | HORA==2

```

```
419 replace horacat=2 if HORA==3 | HORA==4 | HORA==5
420 replace horacat=3 if HORA==6 | HORA==7 | HORA==8
421 replace horacat=4 if HORA==9 | HORA==10 | HORA==11
422 replace horacat=0 if HORA==12 | HORA==13 | HORA==14
423 replace horacat=6 if HORA==15 | HORA==16 | HORA==17
424 replace horacat=7 if HORA==18 | HORA==19 | HORA==20
425 replace horacat=8 if HORA==21 | HORA==22 | HORA==23
426
427 rename ANY0 anyo
428
429 gen zona=.
430 replace zona=1 if ZONA==1 | ZONA==4
431 replace zona=2 if ZONA==3
432 replace zona=3 if ZONA==2
433
434 clonevar provinc = COD_PROVINCIA
435
436 drop if provinc==51 | provinc==52
437
438 gen mdonde=.
439 replace mdonde=0 if NUDO==1
440 replace mdonde=1 if NUDO==2
441
442 gen edadcat=.
443     replace edadcat=0 if edad>=25 & edad<30
444     replace edadcat=1 if edad<10
445     replace edadcat=2 if edad>=10 & edad<15
446     replace edadcat=3 if edad>=15 & edad<20
447     replace edadcat=4 if edad>=20 & edad<25
448     replace edadcat=6 if edad>=30 & edad<35
449     replace edadcat=7 if edad>=35 & edad<40
450     replace edadcat=8 if edad>=40 & edad<45
451     replace edadcat=9 if edad>=45 & edad<50
452     replace edadcat=10 if edad>=50 & edad<55
453     replace edadcat=11 if edad>=55 & edad<60
454     replace edadcat=12 if edad>=60 & edad<65
455     replace edadcat=13 if edad>=65 & edad<70
456     replace edadcat=14 if edad>=70 & edad<75
457     replace edadcat=15 if edad>74 & edad!=.
458
459
460 /* TABLA DESCRIPTIVA ESTRATIFICADA PARA CADA VARIABLE ORIGINAL
461 */
462
463 log using
464 TABLAdescriptivaTESISoriginalCARRconALCOHOLvariablesORIGINALES,
465 replace
466 /* CARRETERA Y TRAVESÍA */
467
468     tab IND_MU30DF if zona==1 | zona==3 ,m
469     tab edadcat mdefuncion if zona==1 | zona==3 ,m
470     tab COD_SEX0 mdefuncion if zona==1 | zona==3 ,m
```

```

469     tab ACC_SEG_CASCO mdefuncion if zona==1 | zona==3 ,m
470     tab PAIS mdefuncion if zona==1 | zona==3 ,m
471     tab MOTIVO_DESPLAZAMIENTO mdefuncion if zona==1 | zona==3 ,m
472     tab ALCOHOL_ORIGINAL mdefuncion if zona==1 | zona==3 ,m
473     tab PRES_INFRA_COND mdefuncion if zona==1 | zona==3 ,m
474     tab TIPO_ACC_COLISION mdefuncion if zona==1 | zona==3 ,m
475     tab NUDO mdefuncion if zona==1 | zona==3 ,m
476     tab CONDICION_METEO mdefuncion if zona==1 | zona==3 ,m
477     tab CONDICION_FIRME mdefuncion if zona==1 | zona==3 ,m
478     tab HORA mdefuncion if zona==1 | zona==3 ,m
479     tab anyo mdefuncion if zona==1 | zona==3 ,m
480     tab provinc mdefuncion if zona==1 | zona==3 ,m
481
482 log close
483
484 /* ZONA URBANA*/
485 log using
TABLAdescriptivaTESISoriginalURBconALCOHOLvariablesORIGINALES,
replace
486
487     tab IND_MU30DF if zona==2 ,m
488     tab edadcat mdefuncion if zona==2 ,m
489     tab COD_SEX0 mdefuncion if zona==2 ,m
490     tab ACC_SEG_CASCO mdefuncion if zona==2 ,m
491     tab PAIS mdefuncion if zona==2 ,m
492     tab MOTIVO_DESPLAZAMIENTO mdefuncion if zona==2 ,m
493     tab ALCOHOL_ORIGINAL mdefuncion if zona==2 ,m
494     tab PRES_INFRA_COND mdefuncion if zona==2 ,m
495     tab TIPO_ACC_COLISION mdefuncion if zona==2 ,m
496     tab NUDO mdefuncion if zona==2 ,m
497     tab CONDICION_METEO mdefuncion if zona==2 ,m
498     tab CONDICION_FIRME mdefuncion if zona==2 ,m
499     tab HORA mdefuncion if zona==2 ,m
500     tab anyo mdefuncion if zona==2 ,m
501     tab provinc mdefuncion if zona==2 ,m
502
503 log close
504
505 /* Mantenemos variables a utilizar */
506 keep mdefuncion edadcat msexn mnocascat mmotivo alcohol
infcnd mtipoaccrec msuperfic matmosf horacat anyo zona provinc
mdonde
507
508 /* CASCO recategorizada */
509 gen msicasco=.
510 replace msicasco=0 if mnocasco==1
511 replace msicasco=1 if mnocasco==0
512 drop mnocasco
513
514
515
516 /* ZONA DEL ACCIDENTE recategorizada

```

```
517 1 = Carretera y travesía
518 2 = Urbana
519 */
520 clonevar ZONA = zona
521 replace zona=1 if ZONA==3
522
523 /* TABLA DESCRIPTIVA ESTRATIFICADA PARA CADA VARIABLE CONSTRUIDA
524 */
525 /* CARRETERA Y TRAVESÍA*/
526 log using TABLAdescriptivaTESISfusionadasCARRconALCOHOL, replace
527
528     tab mdefuncion if zona==1 ,m
529     tab edadcat mdefuncion if zona==1 ,m
530     tab msexn mdefuncion if zona==1 ,m
531     tab msicasco mdefuncion if zona==1 ,m
532     tab mnacioncat mdefuncion if zona==1 ,m
533     tab mmotivo mdefuncion if zona==1 ,m
534     tab alcohol mdefuncion if zona==1 ,m
535     tab infcond mdefuncion if zona==1 ,m
536     tab mtipoaccrec mdefuncion if zona==1 ,m
537     tab msuperfic mdefuncion if zona==1 ,m
538     tab matmosf mdefuncion if zona==1 ,m
539     tab horacat mdefuncion if zona==1 ,m
540     tab anyo mdefuncion if zona==1 ,m
541     tab provinc mdefuncion if zona==1 ,m
542     tab mdonde mdefuncion if zona==1 ,m
543
544 log close
545
546
547 /*URBANA*/
548
549 log using TABLAdescriptivaTESISfusionadasURBconALCOHOL, replace
550
551     tab mdefuncion if zona==2 ,m
552     tab edadcat mdefuncion if zona==2 ,m
553     tab msexn mdefuncion if zona==2 ,m
554     tab msicasco mdefuncion if zona==2 ,m
555     tab mnacioncat mdefuncion if zona==2 ,m
556     tab mmotivo mdefuncion if zona==2 ,m
557     tab alcohol mdefuncion if zona==2 ,m
558     tab infcond mdefuncion if zona==2 ,m
559     tab mtipoaccrec mdefuncion if zona==2 ,m
560     tab msuperfic mdefuncion if zona==2 ,m
561     tab matmosf mdefuncion if zona==2 ,m
562     tab horacat mdefuncion if zona==2 ,m
563     tab anyo mdefuncion if zona==2 ,m
564     tab provinc mdefuncion if zona==2 ,m
565     tab mdonde mdefuncion if zona==2 ,m
566
567 log close
568
```

```

569
570 /*ESTUDIO DESCRIPTIVO DEL ACCIDENTE SIN REPETIR AT'S CON MÁS DE
UN CICLISTA
571 ACCIDENTADO*/
572 /* SOBRE EL ARCHIVO "ciclistas1417" */
573
574 gen mdefuncion=.
575 replace mdefuncion=1 if IND_MU30DF==1
576 replace mdefuncion=0 if IND_MU30DF==0
577
578 clonevar edad = EDAD
579 mvdecode edad, mv(0, 998, 999)
580
581 gen msexn=.
582 replace msexn=0 if COD_SEX0==1
583 replace msexn=1 if COD_SEX0==2
584
585 gen mnocasco=.
586 replace mnocasco=0 if ACC_SEG_CASCO==1 | ACC_SEG_CASCO==3
587 replace mnocasco=1 if ACC_SEG_CASCO==2
588
589 gen mnacioncat=1
590 replace mnacioncat=0 if PAIS==724
591 replace mnacioncat=. if PAIS=. | PAIS==999
592
593 gen mmotivo=.
594 replace mmotivo=0 if MOTIVO_DESPLAZAMIENTO==1 |
MOTIVO_DESPLAZAMIENTO==2 | MOTIVO_DESPLAZAMIENTO==3 |
MOTIVO_DESPLAZAMIENTO==4 | MOTIVO_DESPLAZAMIENTO==5 |
MOTIVO_DESPLAZAMIENTO==6 | MOTIVO_DESPLAZAMIENTO==7 |
MOTIVO_DESPLAZAMIENTO==8 | MOTIVO_DESPLAZAMIENTO==9 |
MOTIVO_DESPLAZAMIENTO==10 | MOTIVO_DESPLAZAMIENTO==11 |
MOTIVO_DESPLAZAMIENTO==12 | MOTIVO_DESPLAZAMIENTO==15 |
MOTIVO_DESPLAZAMIENTO==16 | MOTIVO_DESPLAZAMIENTO==17 |
MOTIVO_DESPLAZAMIENTO==18 | MOTIVO_DESPLAZAMIENTO==19
595 replace mmotivo=1 if MOTIVO_DESPLAZAMIENTO==13 |
MOTIVO_DESPLAZAMIENTO==14 | MOTIVO_DESPLAZAMIENTO==20
596
597 clonevar infcond = PRES_INFRAC_COND
598 mvdecode infcond, mv(999, 77)
599 replace infcond=0 if PRES_INFRAC_COND==1
600 replace infcond=1 if PRES_INFRAC_COND==2 | PRES_INFRAC_COND==3 |
PRES_INFRAC_COND==4 | PRES_INFRAC_COND==5 | PRES_INFRAC_COND==6 |
PRES_INFRAC_COND==7 | PRES_INFRAC_COND==8 | PRES_INFRAC_COND==9 |
PRES_INFRAC_COND==10 | PRES_INFRAC_COND==11 | PRES_INFRAC_COND
==12 | PRES_INFRAC_COND==13 | PRES_INFRAC_COND==14 |
PRES_INFRAC_COND==15 | PRES_INFRAC_COND==16 | PRES_INFRAC_COND==
17 | PRES_INFRAC_COND==18 | PRES_INFRAC_COND==19 |
PRES_INFRAC_COND==20
601
602 gen mtipoaccrec=.
603 replace mtipoaccrec=0 if TIPO_ACC_COLISION==1 | TIPO_ACC_COLISION

```

```
==2 | TIPO_ACC_COLISION==3 | TIPO_ACC_COLISION==4 |
TIPO_ACC_COLISION==5
604 replace mtipoaccrec=1 if TIPO_ACC_COLISION==6 | TIPO_ACC_COLISION
==7 | TIPO_ACC_COLISION==8 | TIPO_ACC_COLISION==9 |
TIPO_ACC_COLISION==10 | TIPO_ACC_COLISION==11 | TIPO_ACC_COLISION
==12 | TIPO_ACC_COLISION==13
605
606 gen msuperfic=.
607 replace msuperfic=0 if CONDICION_FIRME==1
608 replace msuperfic=1 if CONDICION_FIRME==2 | CONDICION_FIRME==3 |
CONDICION_FIRME==4 | CONDICION_FIRME==5 | CONDICION_FIRME==6 |
CONDICION_FIRME==7 | CONDICION_FIRME==8
609
610 gen matmosf=.
611 replace matmosf=0 if CONDICION_METEO==1
612 replace matmosf=1 if CONDICION_METEO==2 | CONDICION_METEO==3 |
CONDICION_METEO==4 | CONDICION_METEO==5 | CONDICION_METEO==6
613
614 gen horacat=.
615 replace horacat=1 if HORA==0 | HORA==1 | HORA==2
616 replace horacat=2 if HORA==3 | HORA==4 | HORA==5
617 replace horacat=3 if HORA==6 | HORA==7 | HORA==8
618 replace horacat=4 if HORA==9 | HORA==10 | HORA==11
619 replace horacat=0 if HORA==12 | HORA==13 | HORA==14
620 replace horacat=6 if HORA==15 | HORA==16 | HORA==17
621 replace horacat=7 if HORA==18 | HORA==19 | HORA==20
622 replace horacat=8 if HORA==21 | HORA==22 | HORA==23
623
624 rename ANY0 anyo
625
626 gen zona=.
627 replace zona=1 if ZONA==1 | ZONA==4
628 replace zona=2 if ZONA==3
629 replace zona=3 if ZONA==2
630
631 clonevar provinc = COD_PROVINCIA
632
633 drop if provinc==51 | provinc==52
634
635 gen mdonde=.
636 replace mdonde=0 if NUDO==1
637 replace mdonde=1 if NUDO==2
638
639 gen edadcat=.
640     replace edadcat=0 if edad>=25 & edad<30
641     replace edadcat=1 if edad<10
642     replace edadcat=2 if edad>=10 & edad<15
643     replace edadcat=3 if edad>=15 & edad<20
644     replace edadcat=4 if edad>=20 & edad<25
645     replace edadcat=6 if edad>=30 & edad<35
646     replace edadcat=7 if edad>=35 & edad<40
647     replace edadcat=8 if edad>=40 & edad<45
```

```

648         replace edadcat=9 if edad>=45 & edad<50
649         replace edadcat=10 if edad>=50 & edad<55
650         replace edadcat=11 if edad>=55 & edad<60
651         replace edadcat=12 if edad>=60 & edad<65
652         replace edadcat=13 if edad>=65 & edad<70
653         replace edadcat=14 if edad>=70 & edad<75
654         replace edadcat=15 if edad>74 & edad!=.
655
656         /* REMOVER AT'S REPETIDOS*/
657         sort ID_ACCIDENTE
658         quietly by ID_ACCIDENTE: gen dup = cond(_N==1,0,_n)
659         drop if dup>1
660
661         /*TABLA DESCRIPTIVA ESTRATIFICADA POR LA ZONA CON VARIABLES
662         ORIGINALES, SIN
663         REPETIR AT 'S*/
664         log using
665         TABLAdescriptivaCONFOUNDINGoriginalCARRsinDUPLICADOSsinALCOHOLvari
666         ablesORIGINALES, replace
667         tab TIPO_ACC_COLISION mdefuncion if zona==1 | zona==3 ,m
668         tab CONDICION_FIRME mdefuncion if zona==1 | zona==3 ,m
669         tab CONDICION_METEO mdefuncion if zona==1 | zona==3 ,m
670         tab HORA mdefuncion if zona==1 | zona==3 ,m
671         tab anyo mdefuncion if zona==1 | zona==3 ,m
672         tab provinc mdefuncion if zona==1 | zona==3 ,m
673         tab NUDO mdefuncion if zona==1 | zona==3 ,m
674         log close
675
676         /* HAREMOS UNA TABLA DESCRIPTIVA PARA CADA VARIABLE en zona
677         urbana SIN DUPLICADOS AMBIENTE
678         y la guardamos en el folder */
679         log using
680         TABLAdescriptivaCONFOUNDINGoriginalURBsinDUPLICADOSsinALCOHOLvaria
681         blesORIGINALES, replace
682         tab TIPO_ACC_COLISION mdefuncion if zona==2 ,m
683         tab CONDICION_FIRME mdefuncion if zona==2 ,m
684         tab CONDICION_METEO mdefuncion if zona==2 ,m
685         tab HORA mdefuncion if zona==2 ,m
686         tab anyo mdefuncion if zona==2 ,m
687         tab provinc mdefuncion if zona==2 ,m
688         tab NUDO mdefuncion if zona==2 ,m
689         log close
690
691         keep mdefuncion edadcat msexn mnocasco mnacioncat mmotivo infcond
692         mtipoaccrec msuperfic matmosf horacat anyo zona provinc mdonde
693
694         gen msicasco=.
695         replace msicasco=0 if mnocasco==1
696         replace msicasco=1 if mnocasco==0
697

```

```
693 drop mnocasco
694
695     clonevar ZONA = zona
696     replace zona=1 if ZONA==3
697
698
699     log using
RESULTADOSdescriptivoTESIS2014_2017sinDUPLICADOSmedioambienteSINal
cohol, replace
700     tab mtipoaccrec, m
701     tab msuperfic, m
702     tab matmosf, m
703     tab horacat, m
704     tab anyo, m
705     tab zona, m
706     tab provinc, m
707     tab mdonde, m
708     log close
709
710 /*TABLA DESCRIPTIVA ESTRATIFICADA POR LA ZONA DEL AT, SIN
REPETIR AT'S*/
711     /* CARRETERA Y TRAVESÍA*/
712     log using
TABLAdescriptivaCONFOUNDINGoriginalCARRsinDUPLICADOSsinALCOHOL,
replace
713     tab mtipoaccrec mdefuncion if zona==1 ,m
714     tab msuperfic mdefuncion if zona==1 ,m
715     tab matmosf mdefuncion if zona==1 ,m
716     tab horacat mdefuncion if zona==1 ,m
717     tab anyo mdefuncion if zona==1 ,m
718     tab provinc mdefuncion if zona==1 ,m
719     tab mdonde mdefuncion if zona==1 ,m
720
721     log close
722
723 /*URBANA */
724     log using
TABLAdescriptivaCONFOUNDINGoriginalURBsinDUPLICADOSsinALCOHOL,
replace
725     tab mtipoaccrec mdefuncion if zona==2 ,m
726     tab msuperfic mdefuncion if zona==2 ,m
727     tab matmosf mdefuncion if zona==2 ,m
728     tab horacat mdefuncion if zona==2 ,m
729     tab anyo mdefuncion if zona==2 ,m
730     tab provinc mdefuncion if zona==2 ,m
731     tab mdonde mdefuncion if zona==2 ,m
732
733     log close
734
```

```
1  /* SINTAXIS TESIS: SUBCONJUNTO 1. PERÍODO 1993 - 2013
2  ARCHIVO CON COMENTARIOS
3
4  FUENTE DE INFORMACIÓN: Base de datos del grupo,
   "ciclistas9313original"
5
6  PREPARACIÓN DE VARIABLES (1/2): */
7
8
9
10 /* VARIABLES DEL CICLISTA*/
11 /* DEFUNCION
12 0= NO
13 1= SÍ */
14 gen mdefuncion=.
15 replace mdefuncion=0 if defuncion==0
16 replace mdefuncion=1 if defuncion==1
17
18 /* EDAD CATEGÓRICA Y LOGARÍTMICA */
19 mvdecode edad, mv(0, 95, 96, 97, 98, 99, 100, 999)
20 gen ledad=.
21 replace ledad=log(edad)
22
23 gen edadcatres=.
24 replace edadcatres=0 if edad>=25 & edad<30
25 replace edadcatres=1 if edad<10
26 replace edadcatres=2 if edad>=10 & edad<15
27 replace edadcatres=3 if edad>=15 & edad<20
28 replace edadcatres=4 if edad>=20 & edad<25
29 replace edadcatres=6 if edad>=30 & edad<35
30 replace edadcatres=7 if edad>=35 & edad<40
31 replace edadcatres=8 if edad>=40 & edad<45
32 replace edadcatres=9 if edad>=45 & edad<50
33 replace edadcatres=10 if edad>=50 & edad<55
34 replace edadcatres=11 if edad>=55 & edad<60
35 replace edadcatres=12 if edad>=60 & edad<65
36 replace edadcatres=13 if edad>=65 & edad<70
37 replace edadcatres=14 if edad>=70 & edad<75
38 replace edadcatres=15 if edad>74 & edad!=.
39
40 /* SEXO
41 0= HOMBRE
42 1= MUJER */
43 gen msexn=.
44 replace msexn=0 if sex=="V"
45 replace msexn=1 if sex=="M"
46
47 /* CASCO
48 0=SÍ
49 1=NO */
50 mvdecode mnocasco, mv(99)
51
```

```
52 /* NACIONALIDAD
53 0= ESPAÑOLA
54 1= OTRA NACIONALIDAD */
55 gen mnacioncat=.
56 replace mnacioncat=0 if mnacion==0
57 replace mnacioncat=1 if mnacion==1
58
59 /* MOTIVO DEL DESPLAZAMIENTO
60 0= LABORAL
61 1= OTRA */
62 gen mmotivocat=.
63 replace mmotivocat=0 if mmotivo==1
64 replace mmotivocat=1 if mmotivo==0
65 replace mmotivocat=1 if mmotivo==2
66
67 /* CIRCUNSTANCIAS PSICOFÍSICAS
68 0=NO
69 1=SÍ */
70 gen mpsficat=.
71 replace mpsficat=0 if mpsfi==0
72 replace mpsficat=1 if mpsfi==1 | mpsfi==4 | mpsfi==5
73
74 /* INFRACCIÓN */
75 replace infcond=0 if infcond==91
76 replace infcond=81 if infcond==25 | infcond==32 | infcond==45 |
77 infcond==71
78
79 /* TIPO DE ACCIDENTE
80 0= COLISIÓN
81 1= OTRO */
82 gen mtipoaccrec=.
83 replace mtipoaccrec=0 if tipoacc==0 | tipoacc==11 | tipoacc==12 |
84 tipoacc==13 | tipoacc==14 | tipoacc==15
85 replace mtipoaccrec=1 if tipoacc==21 | tipoacc==22 | tipoacc==23
86 | tipoacc==24 | tipoacc==31 | tipoacc==32 | tipoacc==33 | tipoacc
87 ==34 | tipoacc==35 | tipoacc==36 | tipoacc==41 | tipoacc==51 |
88 tipoacc==52 | tipoacc==53 | tipoacc==54 | tipoacc==55 | tipoacc==
89 56 | tipoacc==57 | tipoacc==58 | tipoacc==61 | tipoacc==62 |
90 tipoacc==63 | tipoacc==64 | tipoacc==65 | tipoacc==66 | tipoacc==
91 67 | tipoacc==68 | tipoacc==71
92
93 /*ZONA DEL ACCIDENTE */
94 replace zona=1 if zona==4
95
96 /* LUGAR DEL ACCIDENTE
97 0= INTERSECCIÓN
98 1= OTRO */
99 gen mdonde=.
100 replace mdonde=0 if donde==10 | donde==20 | donde==30 | donde==40
101 | donde==50 | donde==60
102 replace mdonde=1 if donde==1 | donde==2 | donde==3 | donde==4 |
103 donde==5
```

```
94
95 /* CONDICIONES ATMOSFÉRICAS
96 0= BUEN TIEMPO
97 1= ADVERSO */
98 mvdecode matmosf, mv(99)
99
100 /* SUPERFICIE DE LA VÍA
101 0= NORMAL
102 1= ALTERADA */
103 mvdecode msuperfic, mv(99)
104
105 /*
106 ESTUDIO DESCRIPTIVO DEL CICLISTA E INCIDENCIA ACUMULADA DE LA
107 DEFUNCIÓN POR CADA VARIABLE
108 (RIESGO DE FALLECER):
109 */
110 log using RESULTADOSdescriptivoTESIS1993_2013, replace
111 tab edadcatres mdefuncion, m
112 tab msexn mdefuncion, m
113 tab mnocasco mdefuncion, m
114 tab mpsficat mdefuncion, m
115 tab mnacioncat mdefuncion, m
116 tab mmotivocat mdefuncion, m
117 tab infcond mdefuncion, m
118 tab mtipoacrec mdefuncion, m
119 tab msuperfic mdefuncion, m
120 tab matmosf mdefuncion, m
121 tab horacat mdefuncion, m
122 tab periodo mdefuncion, m
123 tab zona mdefuncion, m
124 tab provinc mdefuncion, m
125 tab mdonde mdefuncion, m
126 log close
127
128 /*SE GUARDAN CAMBIOS EN NUEVO ARCHIVO:
129 "ciclistas9313postpabloLOG"*/
130
131 /*ESTUDIO DESCRIPTIVO DEL ACCIDENTE PARA EVITAR REPETIR AT´S CON
132 MÁS DE UN
133 CICLISTA INVOLUCRADO*/
134
135 /* SOBRE EL ARCHIVO "ciclistas9313postpabloLOG"*/
136 collapse (mean) mtipoacrec msuperfic matmosf horacat periodo
137 zona provinc mdonde, by(empacc)
138
139 log using
140 RESULTADOSdescriptivoTESIS1993_2013sinDUPLICADOSmedioambiente,
141 replace
142 tab mtipoacrec, m
143 tab msuperfic, m
144 tab matmosf, m
145 tab horacat, m
```

```
140     tab periodo, m
141     tab zona, m
142     tab provinc, m
143     tab mdonde, m
144 log close
145
146 *****
147 /*
148 PROCEDIMIENTO DE IMPUTACIÓN MÚLTIPLE
149 */
150 /* SOBRE EL ARCHIVO "ciclistas9313postpabloLOG"*/
151
152 ice mdefuncion ledad msexn mnocasco mpsficat mnacioncat
mmotivocat i.infcond mtipoacrec msuperfic matmosf i.horacat i.
periodo i.zona i.provinc mdonde, saving(/Users/danielmolina/
Google Drive/Articulo 1er sem 2017/Imput50postpabloFINALlog.dta)
m(50)
153
154 /* PARA OPTIMIZAR RECURSOS, GUARDAR EL ARCHIVO COMO
"Imput50postpabloFINALlog"*/
155
156 /*
157 PREPARACIÓN DE VARIABLES (2/2)
158 */
159
160 /* ANTILOGARITMO DE LA EDAD Y RECATEGORIZACIÓN */
161 replace edad=exp(ledad)
162
163 gen edadcat=.
164 replace edadcat=0 if edad>=25 & edad<30
165 replace edadcat=1 if edad<10
166 replace edadcat=2 if edad>=10 & edad<15
167 replace edadcat=3 if edad>=15 & edad<20
168 replace edadcat=4 if edad>=20 & edad<25
169 replace edadcat=6 if edad>=30 & edad<35
170 replace edadcat=7 if edad>=35 & edad<40
171 replace edadcat=8 if edad>=40 & edad<45
172 replace edadcat=9 if edad>=45 & edad<50
173 replace edadcat=10 if edad>=50 & edad<55
174 replace edadcat=11 if edad>=55 & edad<60
175 replace edadcat=12 if edad>=60 & edad<65
176 replace edadcat=13 if edad>=65 & edad<70
177 replace edadcat=14 if edad>=70 & edad<75
178 replace edadcat=15 if edad>74 & edad!=.
179
180 /*
181 ESTUDIOS ANALÍTICOS
182 */
183
184 /*
185 ESTIMACIÓN CRUDA / UNIVARIANTE MULTINIVEL
```

```
186 */
187
188 log using RESULTADOStesisFINALunivarMULTImim, replace
189
190 xi: mim, category(fit): mepoisson mdefuncion i.edadcat || provinc
: , irr
191
192 xi: mim, category(fit): mepoisson mdefuncion i.msexn || provinc:
, irr
193
194 xi: mim, category(fit): mepoisson mdefuncion i.mnocasco ||
provinc: , irr
195
196 xi: mim, category(fit): mepoisson mdefuncion i.mpsficat ||
provinc: , irr
197
198 xi: mim, category(fit): mepoisson mdefuncion i.mnacioncat ||
provinc: , irr
199
200 xi: mim, category(fit): mepoisson mdefuncion i.mmotivocat ||
provinc: , irr
201
202 xi: mim, category(fit): mepoisson mdefuncion i.infcond ||
provinc: , irr
203
204 xi: mim, category(fit): mepoisson mdefuncion i.mtipoaccrec ||
provinc: , irr
205
206 xi: mim, category(fit): mepoisson mdefuncion i.msuperfic ||
provinc: , irr
207
208 xi: mim, category(fit): mepoisson mdefuncion i.matmosf ||
provinc: , irr
209
210 xi: mim, category(fit): mepoisson mdefuncion i.horacat ||
provinc: , irr
211
212 xi: mim, category(fit): mepoisson mdefuncion i.periodo ||
provinc: , irr
213
214 xi: mim, category(fit): mepoisson mdefuncion i.zona || provinc:
, irr
215
216 xi: mim, category(fit): mepoisson mdefuncion i.mdonde || provinc
: , irr
217
218 log close
219
220 /*
221 MULTIVARIANTE MULTINIVEL AJUSTADO POR VARIABLES DEL CICLISTA
222 */
223
```

```
224 log using ResultadosPOISSONpostpabloLOGsinAMB, replace
225 xi: mim, category(fit): mepoisson mdefuncion i.edadcat i.msexn i.
    mnocasco i.mpsficat i.mnacioncat i.mmotivocat i.infcond ||
    provinc: , irr
226 log close
227
228 /*
229 MULTIVARIANTE MULTINIVEL AJUSTADO POR TODAS LAS VARIABLES
230 */
231
232 log using ResultadosPOISSONpostpabloLOG, replace
233 xi: mim, category(fit): mepoisson mdefuncion i.edadcat i.msexn i.
    mnocasco i.mpsficat i.mnacioncat i.mmotivocat i.infcond i.
    mtipoacrec i.msuperfic i.matmosf i.horacat i.periodo i.zona i.
    mdonde || provinc: , irr
234 log close
235
236
237
```

4. Publicación científica

BMJ Open Individual and environmental factors associated with death of cyclists involved in road crashes in Spain: a cohort study

Daniel Molina-Soberanes,^{1,2} Virginia Martínez-Ruiz,^{1,3,4} Pablo Lardelli-Claret,^{1,3,4} José Pulido-Manzanero,^{3,5,6} Luis Miguel Martín-delosReyes,^{1,2} Elena Moreno-Roldán,^{1,3,4} Eladio Jiménez-Mejías^{1,3,4}

To cite: Molina-Soberanes D, Martínez-Ruiz V, Lardelli-Claret P, *et al.* Individual and environmental factors associated with death of cyclists involved in road crashes in Spain: a cohort study. *BMJ Open* 2019;**9**:e028039. doi:10.1136/bmjopen-2018-028039

► Prepublication history and additional material for this paper are available online. To view these files, please visit the journal online (<http://dx.doi.org/10.1136/bmjopen-2018-028039>).

Received 19 November 2018
Revised 16 July 2019
Accepted 31 July 2019



© Author(s) (or their employer(s)) 2019. Re-use permitted under CC BY-NC. No commercial re-use. See rights and permissions. Published by BMJ.

For numbered affiliations see end of article.

Correspondence to
Dr Virginia Martínez-Ruiz;
vmrui@ugr.es

ABSTRACT

Objective To quantify the magnitude of associations between cyclist fatalities and both cyclist and environment related characteristics in Spain during the first 24 hours after a crash.

Design Cohort study.

Setting Spain.

Participants 65 977 cyclists injured in road crashes recorded between 1993 and 2013 in the Spanish Register of Road Crashes with Victims.

Main outcome Death within the first 24 hours after the crash.

Methods A multiple imputation procedure was used to mitigate the effect of missing values. Differences between regions were assumed and managed with multilevel analysis at the cyclist and province levels. Incidence density ratios (IDR) with 95% CI were calculated with a multivariate Poisson model.

Results Non-use of a helmet was directly associated with death (IDR 1.43, 95% CI 1.25 to 1.64). Among other cyclist characteristics, age after the third decade of life was also directly associated with death, especially in older cyclists ('over 74' category, IDR 4.61, 95% CI 3.49 to 6.08). The association with death did not differ between work-related cycling and other reasons for cycling.

There was an inverse association with death for crashes in urban areas and on community roads. Any adverse meteorological condition also showed a direct association with death, whereas altered road surfaces showed an inverse association. Crashes during nighttime were directly associated with death, with a peak between 3:00 and 5:59 am (IDR 1.58, 95% CI 1.03 to 2.41).

Conclusions We found strong direct and inverse associations between several cyclist and environment related variables and death. These variables should be considered in efforts to prioritise public health measures aimed at reducing the number of cycling-related fatalities.

INTRODUCTION

Cycling is considered a healthy alternative to private cars because it helps increase physical activity and reduce carbon emissions.¹ But it can also be harmful: there are about 5.5 times more traffic deaths per kilometre travelled

Strengths and limitations of this study

- We used a nationwide database with information on 65 977 cyclists.
- The database compiles abundant information on the characteristics of the people involved, their vehicles and the environment.
- Because the database is a police-based registry, it can be assumed that less serious crashes are underrepresented.
- Because of missing data, information biases cannot be ruled out despite the multiple imputation procedure used.

by bicycle than by car.² In fact, cyclists along with pedestrians are the most vulnerable road users because of their lack of protection and comparatively greater likelihood of suffering severe injuries or dying after a crash.³ These outcomes can be caused mainly by factors related to the cyclist (as in single-vehicle crashes) or related to other road users (as in collisions with other vehicles), or even by environment-related factors. Understanding the factors involved in cyclist injuries and deaths is necessary in order to design and promote better public policies worldwide to encourage safe cycling. The current transition in commuting patterns in Spain merits attention, because the number of people who use bicycles daily or almost daily has nearly doubled since the mid-2000s.⁴ Public policies in this country promote cycling not only as a leisure activity, but as a regular mode of transport. Although the annual number of cyclist deaths decreased from 75 to 58 between 2006 and 2015,⁵ this tendency is reverting, and interventions aimed at making cycling a safer activity are needed.⁶

Many previous studies have identified individual and/or environmental factors



associated with injury severity or fatalities among cyclists.⁷⁻¹⁸ However, there is no consensus regarding the magnitude or even the direction of some observed associations. Death is sometimes considered the most severe injury category along with other serious injuries, rather than as a specific category itself.^{7-9 11 16} Because death of one or more cyclists after a crash is uncommon, some studies found no statistically significant associations between this outcome and a number of variables,⁷ and multivariate analysis was not possible in some studies because of the small numbers involved.¹⁶ In studies that reported significant associations, the findings may still be debatable: recent meta-analyses have consistently shown an inverse association between helmet use and head injury severity, although these studies focused mainly on non-fatal injuries.^{19 20} Olivier and Creighton¹⁹ found only two studies that reported effect sizes for fatalities, and Høyø²⁰ was obliged to merge fatalities with serious injuries in a single category for most of her analyses.

Regarding age and gender differences, the biological effect of ageing is a plausible cause for the association between cyclist involvement in a road crash and greater injury severity,^{8-12 14 16 18} but the relationship between age and death in some age groups (eg, children or adolescents) awaits clarification.^{9 13 14 16 18} Both males^{13 16 18} and females¹² have been reported to be at increased risk of more severe injuries. Physical and behavioural aspects related to gender have been argued to explain differences in injury severity,²¹⁻²³ but there is no consensus.

Although alcohol consumption is known to be associated with risky behaviour while cycling,^{24 25} studies focusing on the association between this factor and injury severity or fatality are inconclusive.^{10 12 14 17 18} The commission of infractions is reportedly associated with injury severity or death, but only in bicycle collisions with a motor vehicle, not on other types of crashes.¹⁰

Environmental factors can also play a major role as independent variables in fatal outcomes. Traffic lane characteristics, for example, intersections as opposed to open roadways, are usually related to an increased risk of collision but not necessarily with more severe injuries^{11 12 14} except in unsignalised intersections.⁹ Road surface and adverse weather circumstances appear to be related to the likelihood of crashes, but their association with injury severity or death also requires clarification, given that previous studies have found both a direct association with injuries or death^{9 10 14} and no association.^{7 11-13} Time of day is related to conspicuity, and has been linked to crash rates. However, the association found for injury severity has not shown a clear direction: a direct association with severity has been reported during daytime^{7 10 14} and during nighttime,^{9 11} with some analyses finding no association at all.^{12 13}

It seems obvious that cycling speed would be related to death after a crash. Although the speed at the time of the crash can be estimated with ad hoc studies using accident reconstruction techniques,²⁶ proxy variables such as speed limit at the site of the crash,^{10 11 13 14} or the area of

the crash^{7 11 14} have been widely used. In fact, speed may be the main reason for the greater severity of cyclists' injuries in crashes involving a motor vehicle compared with single crashes, as reported in previous studies.^{12 13 16}

Previous research in Spain has focused on impacts on cyclists' health,^{27 28} their behaviour and other correlates with crash involvement,^{21 22 29 30} and the causal chain of events related to death after a crash.³¹ However, to our knowledge, there have been no attempts to analyse personal and environmental characteristics and their relationship with the risk of death.

To help fill the gaps in our current knowledge, we designed a large nationwide study to quantify the magnitude of the associations between cyclist and environment related characteristics and the likelihood of cyclist fatality within the first 24 hours post crash in Spain between 1993 and 2013.

METHODS

Data source and study population

We analysed the cohort comprising all 65 977 cyclists involved in road crashes recorded in the Spanish National Registry of Road Crashes with Victims between 1993 and 2013 once the crashes in the autonomous cities of Ceuta and Melilla were excluded because of their specific characteristics and low mortality: both cities are located in northern Africa, and all road crashes involving cyclists occurred in urban areas.

The aforementioned registry is a nationwide electronic database maintained by the Spanish General Directorate of Traffic. It has high security standards to protect anonymity, and was developed to support the design and evaluation of public policies concerning road safety. Researchers can use these data on specific request, after a motivation letter is accepted by the Directorate authorities. This database contains information from the Statistical Questionnaire of the Accident documents submitted for every crash resulting in injury or death and involving at least one moving vehicle in areas subject to traffic laws. Information in the registry includes the characteristics of the persons involved (eg, age and sex), their vehicles (eg, type and condition) and the environment (eg, type of crash, geographic coordinates and road characteristics). It does not include information that may lead to personal identification. Victims are categorised as injured if they are seen by a healthcare service, or as dead if they die at the crash scene or within the first 30 days. This questionnaire is completed by national police agents at the crash scene, and filed within the first 24 hours for crashes that result in death or severe injury (needing hospitalisation), or within the next 10 days after the crash. All data must be submitted within the first 30 days post event, including follow-up information from healthcare services. Amendments to the infrastructure data recorded at the crash scene can be made within the next 30 days by the appropriate authorities.³²



Patient and public involvement

This study relies on data collected by the Spanish General Directorate of Traffic; no patients or participants interacted with the study authors.

Variables

We collected information about a subset of variables which, according to previous studies and based on univariate analysis, may be associated directly or indirectly with injury severity. Our dependent variable was death within the first 24 hours after the crash, and the independent variables were cyclist related (age, sex, helmet use, psychophysical circumstances, nationality, commission of infraction and reason for cycling) and crash or environment related (type of crash, traffic lane characteristics, area, meteorological conditions, road surface, time of day, year and province). Original categories and dichotomised categories (see Statistical analysis section) can be viewed in the frequency distribution tables (tables 1 and 2).

Statistical analysis

Univariate analysis was first done for each variable included as an independent variable and for death as the dependent variable. Then we built a Poisson regression model (a generalised linear model which uses log (rate) as the link function). Spain is divided into 50 provinces which differ markedly regarding cycling density, cyclist-friendly environment, socioeconomic conditions and healthcare facilities, among other important factors potentially related with cyclists' risk of death. Therefore, we first tested the hypothesis that the province level would explain a significant part on the total variance in the outcome variable (cyclist fatalities). For this purpose, we constructed both unilevel (online supplementary appendices 1 and 2) and multilevel empty models (including cyclist-level and province-level), and compared the variances explained by each. Significant differences ($p < 0.001$ for the likelihood ratio test) between the two models were obtained, thus confirming our hypothesis. This led us to choose a multilevel multivariate model for the main results.

More than 25% of the data were missing for some variables (eg, helmet use) (see tables 1 and 2 for details). The overall amount of these missing values may be explained by missing at random (MAR) and missing not at random (MNAR) mechanisms. Although we cannot compensate for MNAR values, we can control MAR values through a multiple imputation procedure. Therefore, we initially assumed that some missing values might be explained by the combination of the values observed for some of the remaining variables in the database. To test this assumption, for each variable with missing values, we constructed a multivariate regression model with the existence or not of missing values as the dependent variable, and the observed values for the remaining variables as independent terms. In all cases, we observed parameters of association significantly away from the null. These results supported our initial hypothesis and led us to build 50

files in which missing data were represented as stabilised variances estimated from different variables, according to the chained equations method described by van Buuren³³ and implemented with the 'ice' command in Stata.³⁴ This is a community-contributed Stata command focused on simplifying the imputation of categorical variables. However, this procedure was unable to provide missing values for many categorical variables with more than two strata when the frequency of responses in different categories was low, and we thus opted to dichotomise these variables. The dichotomisation process considered theoretical similarities between original categories (eg, any adverse weather circumstances such as rain, snow and hail were grouped in the category 'any adverse circumstances') and tried to keep the most important category for analysis unaltered (eg, intersections). Age was imputed based on its logarithm to maintain positive values, and its antilogarithm was then used to transform it into a categorical variable. We used this approach to build a multilevel fixed-effect multivariate Poisson regression model for each of our 50 complete datasets. Thus, we obtain adjusted incidence density ratios (IDR) for death for each category of every variable, to assess the magnitude of associations with cyclist death rates. IDR is a good estimate of the relative risk of death across categories of independent variables when, as in this analysis, the risk of death yields exactly the same value as the death rate for a fixed amount of persons-time (ie, the number of cyclists involved in road crashes multiplied by the same follow-up period for all of them). For each IDR, its corresponding 95% CI was also calculated. We then used the community-contributed 'mim' command for Stata³⁵ to combine the estimates obtained for each imputed file according to the Rubin method.³⁶

All analyses were done with Stata software (V. 14).³⁷

RESULTS

Tables 1 and 2 summarise descriptive information on cyclist and crash/environment related characteristics. Fatality was a rare event (2.49%). The male-to-female ratio was almost 8:1. The main mechanism for crashes was collision with another vehicle (69.40%), and most crashes occurred in urban areas (60.71%), followed by highways (35.71%) and community roads (3.58%). Although most crashes occurred during the day (83.44% between 9:00 and just before 21:00), many of them (47.48%) occurred shortly after the end of the morning and afternoon work shifts, that is, from 12:00 to just before 15:00, and from 18:00 to just before 21:00.

Table 3 shows the IDR for the association between cyclist characteristics and the risk of death. A tendency towards a direct association between cyclists' age and death was observed from the third decade of life; the association was statistically significant ($p < 0.05$) in categories from 35 to 39 years and older, and was greatest in the 'over 74 years' category (IDR 4.61, 95% CI 3.49 to 6.08). Non-use of a helmet was associated with a 43.45% higher chance

Open access



Table 1 Distribution of cyclist related variables, Spain, 1993–2013

Variable	Category	N	% Total	N	% Excluding missing values
Death	Yes	1643	2.49	1643	2.54
	No	62 969	95.44	62 969	97.46
	Unknown	1365	2.07	–	–
	Total	65 977	100	64 612	100
Sex	Male	55 901	84.73	55 901	87.13
	Female	8259	12.52	8259	12.87
	Unknown	1817	2.75	–	–
	Total	65 977	100	64 160	100
Age (years)	<10	1596	2.42	1596	2.60
	10–14	6073	9.20	6073	9.89
	15–19	9065	13.74	9065	14.76
	20–24	6130	9.29	6130	9.98
	25–29	5963	9.04	5963	9.71
	30–34	5797	8.79	5797	9.44
	35–39	5244	7.95	5244	8.54
	40–44	4632	7.02	4632	7.54
	45–49	4119	6.24	4119	6.71
	50–54	3357	5.09	3357	5.46
	55–59	2555	3.87	2555	4.16
	60–64	2256	3.42	2256	3.67
	65–69	1804	2.73	1804	2.94
	70–74	1361	2.06	1361	2.22
>74	1477	2.24	1477	2.40	
Unknown	4548	6.89	–	–	
Total	65 977	100	61 429	100	
Helmet use	Yes	17 183	26.04	17 183	35.38
	No	31 378	47.56	31 378	64.62
	Unknown	17 416	26.40	–	–
	Total	65 977	100	48 561	100
Psychophysical circumstances	Normal	53 622	81.27	53 622	98.32
	Altered*	915	1.39	915	1.68
	Unknown	11 440	17.34	–	–
	Total	65 977	100	54 537	100
Nationality	Spanish	57 208	86.71	57 208	91.69
	Other nationality†	5184	7.86	5184	8.31
	Unknown	3585	5.43	–	–
	Total	65 977	100	62 392	100
Commission of infraction	None	34 607	52.45	34 607	52.45
	Distraction	6851	10.38	6851	10.38
	Incorrect use of lighting	296	0.45	296	0.45
	Wrong way	1335	2.02	1335	2.02
	Invading the opposite lane	1200	1.82	1200	1.82
	Incorrect turning	1879	2.85	1879	2.85
	Illegal passing	489	0.74	489	0.74

Continued



Table 1 Continued

Variable	Category	N	% Total	N	% Excluding missing values
	Disregarding safety distance	676	1.02	676	1.02
	Failure to yield right of way	1595	2.42	1595	2.42
	Disregarding traffic lights	1558	2.36	1558	2.36
	Disregarding stop lights	1639	2.48	1639	2.48
	Disregarding crossing signals	937	1.42	937	1.42
	Disregarding other signals	214	0.32	214	0.32
	Not indicating a manoeuvre	157	0.24	157	0.24
	Entering traffic flow without precaution	1112	1.69	1112	1.69
	Cycling while standing	22	0.03	22	0.03
	Cycling in parallel	213	0.32	213	0.32
	Cycling outside traffic lanes	914	1.39	914	1.39
	Other	10283	15.59	10283	15.59
	<i>Total</i>	65977	100	65977	100
Reason for cycling	Work-related	6770	10.26	6770	12.49
	Other reason‡	47450	71.92	47450	87.51
	Unknown	11757	17.82	–	–
	<i>Total</i>	65977	100	54220	100

*Including alcohol consumption with breath test, alcohol consumption without breath test, drug consumption, sudden illness, sleepiness or drowsiness, tiredness, or appearing worried, as perceived by the police officer.

†Including French, Moroccan, German, British, Italian, Swiss, Belgian, Dutch, American, other Magreb countries and other countries.

‡Including leaving for or returning from vacation, leaving for or returning from a holiday or long weekend, emergency and leisure.

of death (IDR 1.43, 95% CI 1.25 to 1.64). Male gender, psychophysical circumstances and nationality other than Spanish showed a direct association with death. Many recorded cyclist infractions were directly associated with death, with IDR higher than 2 for infractions such as disregarding stop lights or other signals, cycling while standing, illegal passing, invading the opposite lane and cycling outside traffic lanes. However, 'Disregarding safety distance' and 'distraction' were inversely associated with death, but this association was statistically significant only for the latter ($p < 0.05$). The association for work-related cycling did not differ compared with other motives for cycling (ie, for leisure or for other reasons).

Table 4 shows the IDR for the association between environmental characteristics and the risk of death. There were no conclusive trends according to the type of crash (IDR 0.89, 95% CI 0.78 to 1.00), but cycling through an intersection (IDR 1.65 for 'other', 95% CI 1.46–1.87), in urban areas and on community roads were inversely associated with death. This association was also found when the road surface was altered. However, for adverse meteorological conditions, the association was direct. A direct

association with death was also found after midnight, in the category '03:00-05:59' (IDR 1.58, 95% CI 1.03 to 2.41), whereas an inverse association was found during the day, with a peak at midday between 12:00 and 14:59 (IDR 0.40, 95% CI 0.29 to 0.56). Over the 10-year period analysed here, there was a trend towards a higher likelihood of death in the earlier years.

DISCUSSION

Our results are generally in agreement with those of previous studies regarding the direction and magnitude of the associations between cyclist and environment related factors and the severity of crashes involving cyclists.⁷⁻¹⁸ Perhaps, our most important finding is the association between non-use of a helmet and a higher chance of death. Although the protective effect of helmet use on the risk of head trauma is widely accepted,^{8-11 13-16} its association with injury severity has been addressed mostly for non-fatal injuries given that relatively few studies to date have focused on its association with death.^{19 20} Although our study is observational and causality cannot

Open access



Table 2 Distribution of crash and environment related variables, Spain, 1993–2013

Variable	Category	N	% Total	N	% Excluding missing values
Type of crash	Collision with moving vehicle	45791	69.40	45791	69.90
	Other*	19722	29.89	19722	30.10
	Unknown	464	0.70	–	–
	Total	65977	100	65513	100
Traffic lane characteristics	Intersection†	28283	42.87	28283	43.23
	Other‡	37139	56.29	37139	56.77
	Unknown	555	0.84	–	–
	Total	65977	100	65422	100
Area	Highway	23561	35.71	23561	35.71
	Urban area	40056	60.71	40056	60.71
	Community road	2360	3.58	2360	3.58
	Total	65977	100	65977	100
Meteorological conditions	Good weather	61972	93.93	61972	93.95
	Any adverse circumstances§	3991	6.05	3991	6.05
	Unknown	14	0.02	–	–
	Total	65977	100	65963	100
Road surface	Normal	60835	92.21	60835	92.58
	Altered¶	4876	7.39	4876	7.42
	Unknown	266	0.40	–	–
	Total	65977	100	65711	100
Time of day (24 hours clock)	0:00–2:59	972	1.47	972	1.47
	3:00–5:59	401	0.61	401	0.61
	6:00–8:59	3580	5.43	3580	5.43
	9:00–11:59	12582	19.07	12582	19.07
	12:00–14:59	15753	23.88	15753	23.88
	15:00–17:59	11144	16.89	11144	16.89
	18:00–20:59	15572	23.60	15572	23.60
	21:00–23:59	5973	9.05	5973	9.05
Total	65977	100	65977	100	
Years	2011–2013	16315	24.73	16315	24.73
	2008–2010	10468	15.87	10468	15.87
	2005–2007	7826	11.86	7826	11.86
	2002–2004	7229	10.96	7229	10.96
	1999–2001	6628	10.05	6628	10.05
	1996–1998	8154	12.36	8154	12.36
	1993–1995	9357	14.18	9357	14.18
Total	65977	100	65977	100	

*Including collision with an obstacle (eg, stopped vehicles, pedestrians or animals), overturning, running off the road or other types of crash.

†Including T or Y configuration, X or + configuration, entrance ramp, exit ramp, traffic circle, or other intersections.

‡Including straightaway, gentle curve, unmarked sharp curve, marked sharp curve without posted speed limit, marked sharp curve with posted speed limit or others.

§Including heavy fog, light fog, light rain, heavy rain, hail, snow, strong winds or other adverse meteorological conditions.

¶Including shaded, wet, ice, snow, slick formed from water + dirt + oil, loose gravel, oil, or other altered surfaces.

be demonstrated, it is unlikely that residual confounding could entirely explain an association of the magnitude we observed. We are confident that our approach to the

analysis was robust given that it included appropriate management of missing values, controlling for between-province-level variance and multivariate adjustment



Table 3 Adjusted IDR for the association between cyclist related variables and the risk of death in the first 24 hours after a road crash, Spain, 1993–2013

Variable	Category	IDR	95% CI	P value	FMI
Sex	Male*	1	–	–	–
	Female	0.82	0.68 to 0.99	0.047	0.019
Age (years)	<10	0.95	0.60 to 1.50	0.813	0.020
	10–14	1.02	0.75 to 1.38	0.906	0.038
	15–19	1.12	0.85 to 1.49	0.416	0.036
	20–24	0.97	0.70 to 1.33	0.832	0.047
	25–29*	1	–	–	–
	30–34	1.26	0.93 to 1.71	0.134	0.057
	35–39	1.79	1.35 to 2.39	<0.001	0.035
	40–44	1.67	1.24 to 2.25	0.001	0.039
	45–49	1.85	1.37 to 2.48	<0.001	0.035
	50–54	2.15	1.59 to 2.90	<0.001	0.029
	55–59	2.91	2.17 to 3.90	<0.001	0.033
	60–64	3.59	2.70 to 4.77	<0.001	0.034
	65–69	4.49	3.43 to 5.89	<0.001	0.034
70–74	3.67	2.62 to 5.13	<0.001	0.028	
>74	4.61	3.49 to 6.08	<0.001	0.038	
Helmet use	Yes*	1	–	–	–
	No	1.43	1.25 to 1.64	<0.001	0.091
Psychophysical circumstances	Normal*	1	–	–	–
	Altered	1.43	1.08 to 1.89	0.011	0.305
Nationality	Spanish*	1	–	–	–
	Other nationality	1.39	1.18 to 1.62	<0.001	0.016
Commission of infraction	None*	1	–	–	–
	Distraction	0.73	0.58 to 0.90	0.004	0.004
	Incorrect use of lighting	1.54	0.96 to 2.45	0.072	0.007
	Wrong way	1.21	0.79 to 1.84	0.386	0.004
	Invading the opposite lane	2.04	1.57 to 2.66	<0.001	0.004
	Incorrect turning	1.58	1.30 to 1.92	<0.001	0.004
	Illegal passing	2.15	1.30 to 3.54	0.003	0.001
	Disregarding safety distance	0.45	0.20 to 1.01	0.052	0.003
	Failure to yield right of way	1.84	1.43 to 2.37	<0.001	0.005
	Disregarding traffic lights	1.47	0.88 to 2.43	0.140	0.016
	Disregarding stop lights	2.61	2.09 to 3.26	<0.001	0.003
	Disregarding crossing signals	1.70	1.05 to 2.74	0.031	0.001
	Disregarding other signals	2.95	1.39 to 6.24	0.005	0.017
	Not indicating a manoeuvre	1.23	0.55 to 2.76	0.613	<0.001
	Entering traffic flow without precaution	1.96	1.39 to 2.76	<0.001	0.004
	Cycling while standing	2.08	0.29 to 14.87	0.465	<0.001
	Cycling in parallel	1.95	1.07 to 3.56	0.030	0.002
Cycling outside traffic lanes	2.16	1.70 to 2.74	<0.001	0.004	
Other	1.92	1.66 to 2.22	<0.001	0.014	
Reason for cycling	Work-related*	1	–	–	–
	Other reason	1.12	0.93 to 1.34	0.249	0.081

*Reference category.
FMI, fraction of missing information; IDR, incidence density ratio.

Open access

**Table 4** Adjusted IDR for the association between crash and environment related variables and the risk of death in the first 24 hours after a road crash, Spain, 1993–2013

Variable	Category	IDR	95% CI	P value	FMI
Type of crash	Collision with a moving vehicle*	1	–	–	–
	Other	0.89	0.78 to 1.00	0.056	0.013
Traffic lane characteristics	Intersection*	1	–	–	–
	Other	1.65	1.46 to 1.87	<0.001	0.007
Area	Highway*	1	–	–	–
	Urban area	0.18	0.16 to 0.21	<0.001	0.016
	Community road	0.61	0.48	<0.001	0.002
Meteorological conditions	Good weather*	1	–	–	–
	Any adverse circumstances	1.36	1.07 to 1.72	0.011	0.005
Road surface	Normal*	1	–	–	–
	Any adverse circumstances	0.75	0.59 to 0.96	0.022	0.006
Time of day (24 hours clock)	0:00–2:59*	1	–	–	–
	3:00–5:59	1.58	1.03 to 2.41	0.036	0.010
	6:00–8:59	0.78	0.54 to 1.11	0.165	0.013
	9:00–11:59	0.46	0.33 to 0.64	<0.001	0.015
	12:00–14:59	0.40	0.29 to 0.56	<0.001	0.015
	15:00–17:59	0.45	0.32 to 0.63	<0.001	0.013
	18:00–20:59	0.49	0.35 to 0.68	<0.001	0.013
	21:00–23:59	0.61	0.43 to 0.87	0.006	0.013
Years	2011–2013*	1	–	–	–
	2008–2010	1.34	1.07 to 1.68	0.011	0.012
	2005–2007	2.11	1.71 to 2.61	<0.001	0.015
	2002–2004	2.16	1.75 to 2.67	<0.001	0.012
	1999–2001	2.42	1.97 to 2.99	<0.001	0.011
	1996–1998	2.30	1.86 to 2.84	<0.001	0.012
	1993–1995	2.67	2.17 to 3.28	<0.001	0.015

*Reference category.

FMI, fraction of missing information; IDR, incidence density ratio.

for the most well-known confounders of the association between helmet use and death. Therefore, taking into account that helmet use is the most easily modifiable cyclist-dependent risk factor, our results suggest that a non-negligible amount of cyclist deaths might be prevented by increasing helmet use in our population of cyclists.

Regarding other cyclist-related variables, the association we found between age and risk of death is consistent with previous studies.^{8 10 11} This association may be explained on the basis of mechanisms such as greater fragility, loss of physical agility, decreased visual acuity and concomitant diseases.³⁸ In contrast to other authors,^{9 14 18} we found no association between younger age and death.

In relation to gender, we found that the risk of death was higher for males, as reported previously.^{16 18} This

association has been explained as a result of either physical differences or safer behaviours in females,²³ which may be associated with the severity of the crash itself. Other explanations have been based on the presumably riskier behaviour in males when failing to stop for red lights³⁹ and when their risk perception is lower.²¹ On the other hand, female gender has been associated with higher rates of reporting road crashes.⁴⁰ Because we considered only injured cyclists or death as our main outcomes, and assuming there was no difference between genders in deaths recorded in our database, differences in reporting non-fatal road crashes could lead to overestimation of the association with death (if any) in the under-reported category. In fact, some authors did not observe this association,⁸ or found female gender to be related with injury severity.¹²



According to some authors, alcohol consumption is associated with risky behaviours^{24 25} when cycling and driving other types of vehicles, and is directly associated with injury severity.^{10 12 14 17} This condition could not be investigated in our study because of the dichotomisation process used to account for missing values. The low number of cyclists in the original categories for the 'psychophysical circumstances' variable forced us to combine alcohol consumption, drug consumption, tiredness, sleepiness and other psychophysical circumstances into a single 'altered' category, obscuring the true association between each type of psychophysical circumstance and death. Nevertheless, alcohol consumption with and without a breath test was the most prevalent condition included in the 'altered' category, and showed a direct association with death. However, this association should be viewed with caution because of potential shortcomings in the validity of our data source.

Non-Spanish nationality also showed a stronger association with death, but this should likewise be interpreted with care. We could not obtain information about cyclists' expertise, and for non-Spanish cyclists, we did not know how long they had been living in Spain, or whether they had changed their cycling patterns while living abroad. Furthermore, all non-Spanish cyclists were clustered in a single subgroup which included people from countries which may differ widely in a large variety of aspects such as social and cultural characteristics as well as cycling infrastructure in their country of origin. This subgroup was thus too heterogeneous for informative comparisons. Consequently, the association found in our study undoubtedly deserves further research designed to address its underlying factors.

Like Kim and colleagues,¹⁰ we observed that most traffic infractions (11 out of 18) were directly associated with death. Distraction while walking or driving has been deeply explored, but it is not the case while bicycling.⁴¹ There are inherent limitations to record distractions when the cyclist died at the crash scene. In our study, 'Distraction' was unexpectedly the only infraction inversely associated with death and statistically significant, but this category included a wide range of sources of distraction, such as involuntary risky behaviours and intentionally committed behaviours (eg, use of technological devices). Although other authors have found distraction to be associated with a higher risk of crash,²² to our knowledge, the association between distractions and the severity of the crash has not been previously assessed. A possible explanation for this inverse association with death could be the lower speed (an unobserved variable) while cycling distracted.⁴¹ In relation with the reason for cycling, we found no associations with the likelihood of death. However, previous studies showed that work-related or utilitarian cycling was associated with less severe injuries because of cyclists' expertise, choice of safer routes and helmet use,¹³ although greater injury severity was also associated with more experience and more frequent cycling.¹² Although some authors have reported

different injury severity depending on the type of crash, especially when a motor vehicle was involved,^{12 13 16 42} in the present study, the direct association between death and collisions with moving vehicles did not differ significantly in comparison to other types of crashes (IDR 0.89, 95% CI 0.78 to 1.00). Nevertheless, because type of crash was a binary variable in our analysis (see Statistical analysis section), all other types of collisions with moving vehicles were included in a single category and compared with other types of crashes (such as collisions with an obstacle, overturning or running off the road), hence the two groups were heterogeneous. Furthermore, unless the cyclist is fatally injured, cyclists are probably more likely to receive police assistance when they collide with another vehicle. Therefore, cyclists who sustained minor injuries in the 'other crashes' category were likely to be underrepresented in our sample.

Regarding environment-related variables, although some authors found no clear association with traffic lane characteristics or road geometry,^{11 12} we identified an inverse association between intersections and death compared with other road configurations (straight roads or curves), in accordance with previous findings for injury severity.¹⁴ But again, our two categories were heterogeneous, and the risks may differ among for different types of intersection.^{9 43}

The location of the crash showed a close relationship with fatalities. Previous studies have reported less severe injuries in dense urban settings, and more severe injuries on rural or community roads. We found an inverse association with death for crashes in urban areas and community roads compared with highways. This association is probably related to the higher speeds reached on highways by cyclists or the other vehicles involved in crashes. In fact, speed has been previously associated with injury severity.^{10 11 13 14 16}

Adverse meteorological conditions were directly associated with death, as reported by other authors.^{9 10} This association is probably due to lower cyclist conspicuity under adverse weather conditions, although other authors found no clear association.^{7 12 13} On the other hand, altered road surfaces were inversely associated with risk of death, which may be the result of cycling or driving at lower speeds. Nevertheless, other authors have reported more severe injuries on altered surfaces,^{9 14} or found no association at all.^{7 11} More research is needed to characterise the influence of weather and road conditions on risk of death among cyclists, given the discrepancies among findings from different studies.

Although the frequency of crashes was much greater during daylight hours, there was a direct association between crashes that occurred at night and death, as also found by Boufous *et al*¹¹ and Wang *et al*,⁹ with a peak in the early morning hours, as reported by Asgarzadeh *et al*.⁷ Other authors, however, found no association between time of the crash and injury severity or death, although one Danish study reported an association with daylight hours, probably because of the high standard of

Open access



nighttime roadway lighting in Denmark.¹⁴ Apart from the lack of conspicuity,⁴⁴ factors such as alcohol consumption, speed and exhaustion may play major roles in this association.^{7,45} Finally, the lower risk of death in crashes recorded in more recent years in Spain may be explained by improvements in cycling infrastructure,⁴⁶ improved healthcare for injured cyclists¹ and increased reporting of less serious road crashes by the police.

Strengths and limitations

Our data source for this analysis was the Spanish National Registry of Road Crashes with Victims. This registry contains information recorded over many years by police officers on a standard form. Our large sample size and total number of cyclist deaths made it possible for us to precisely estimate the magnitude of the associations between each variable in the model and fatal injuries. Our choice of main outcome categories reduced the possible effect of misrepresentation for certain independent variables in this police-based registry. Furthermore, the statistical approach used here considered variability in the outcome variable across provinces in Spain, and was intended to decrease the effect of missing values that could be explained by the remaining variables.

Nevertheless, a main limitation of our study is its observational nature, which prevents us from suggesting causal interpretations for the associations we found. Given that our analysis is based on information from a police-based registry designed to collect information on all types of road traffic crashes, as noted in the Methods section, selection bias is an important issue given the assumption that less serious crashes were underrepresented, because of a direct association between injury severity and reporting rates to the police.^{47–49} Behavioural differences and differences in representation rates related to the categories for specific variables (eg, gender) could not be measured with the available data, and this may have led to overestimation or underestimation of some of the observed associations. Regarding helmet use, we do not have information on the characteristics of the helmets, and cannot confirm that they were being worn correctly at the moment of the crash. Although we used a multiple imputation procedure to compensate for missing information, this method only partially resolves issues related with missing data; therefore, our results may still be affected by biases of an undetermined magnitude. Furthermore, the dichotomisation used for our multiple imputation procedure forced us to combine heterogeneous categories for some of the variables (eg, psychophysical circumstances), so the results for these variables should be considered with due caution. Bias is also a potential limitation, because of the subjective nature of some variables recorded by police officers at the crash scene.

Finally, the lack of information regarding vehicle speed is an important limitation in our study. Although this is probably the most important factor affecting the severity of cyclists' injuries, no direct information was available for vehicle speed when the crash occurred.

CONCLUSIONS

We found strong associations between several cyclist and environment related variables and the probability of death, and suggest that these associations should be taken into account in efforts to prioritise public health measures aimed at reducing the number of cycling-related fatalities. In particular, we believe helmet use by cyclists needs to be encouraged. Although we are aware that the magnitude of the association between non-helmet use and death is not entirely causal, it supports the hypothesis that helmet use may significantly reduce the risk of death among cyclists involved in road crashes. Although using a helmet is now mandatory for all cyclists on open roads in Spain, our data show that even in recent years, the proportion of non-helmet use has been non-negligible. Another topic that deserves attention is the risk in older cyclists, considering that this subgroup of cyclists will very likely grow in the coming years. Finally, the reasons for the higher risk of death during nighttime cycling merit further investigation in order to manage factors that are potentially modifiable by, for example, encouraging measures to improve cyclist conspicuity.

Author affiliations

¹Department of Preventive Medicine and Public Health, School of Medicine, University of Granada, Granada, Spain

²Doctoral Program in Clinical Medicine and Public Health, University of Granada, Granada, Spain

³Centros de Investigación Biomédica en Red de Epidemiología y Salud Pública (CIBERESP), Barcelona, Spain

⁴Instituto de Investigación Biosanitaria de Granada (ibs.GRANADA), Granada, Spain

⁵Escuela Nacional de Sanidad, Instituto de Salud Carlos III, Madrid, Spain

⁶Department of Public Health & Maternal and Child Health, Complutense University of Madrid, Madrid, Spain

Acknowledgements We wish to thank the Spanish General Directorate of Traffic (DGT) for allowing access to their database of Road Crashes with Victims, CIBERESP and ibs.GRANADA for their help and K. Shashok for improving the English usage in the manuscript.

Contributors All authors meet the conditions for authorship. PLC conceived and designed the study, helped to draft the manuscript and critically revised it. DMS and VMR carried out the literature review and prepared the first draft of the manuscript. JPM, EMR and LMMR helped with the literature review and critically reviewed the manuscript. EJM critically reviewed the first draft of the manuscript, proposed corrections and provided methodological advice. All authors approved the final version of this manuscript. The present article is part of the doctoral thesis of Daniel Molina-Soberanes in the Clinical Medicine and Public Health program at the University of Granada.

Funding This work was partially supported by the National Council of Science and Technology of Mexico [doctorate grant number 410668].

Competing interests None declared.

Patient consent for publication Not required.

Provenance and peer review Not commissioned; externally peer reviewed.

Data availability statement All data relevant to the study are included in the article or uploaded as supplementary information.

Open access This is an open access article distributed in accordance with the Creative Commons Attribution Non Commercial (CC BY-NC 4.0) license, which permits others to distribute, remix, adapt, build upon this work non-commercially, and license their derivative works on different terms, provided the original work is properly cited, appropriate credit is given, any changes made indicated, and the use is non-commercial. See: <http://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>.



REFERENCES

1. World Health Organization (WHO). *Global status report on road safety 2015*, 2015.
2. Johan de Hartog J, Boogaard H, Nijland H, et al. Do the health benefits of cycling outweigh the risks? *Environ Health Perspect* 2010;118:1109–16.
3. Rifaat SM, Tay R, de Barros A. Effect of street pattern on the severity of crashes involving vulnerable road users. *Accid Anal Prev* 2011;43:276–83.
4. GESOP. Gabinet d'Estudis Socials i Opinió Pública SL. Barómetro de la Bicicleta en España. Informe de Resultados, 2015. Available: <http://www.ciudadesporlabicicleta.org/web/wp-content/uploads/Barómetro de la Bicicleta en España 2015 - Red de Ciudades por la Bicicleta.pdf>
5. Dirección General de Tráfico. Las principales cifras de la Sinistralidad vial España 2015, 2016. Available: <http://www.dgt.es/Galerias/seguridad-vial/estadisticas-e-indicadores/publicaciones/principales-cifras-siniestralidad/Las-principales-cifras-2016.pdf>
6. Dirección General de Tráfico. Las principales cifras de la Sinistralidad vial España 2017, 2018. Available: <http://www.dgt.es/Galerias/seguridad-vial/estadisticas-e-indicadores/publicaciones/principales-cifras-siniestralidad/Las-principales-cifras-2017-Internet.pdf>
7. Asgarzadeh M, Fischer D, Verma SK, et al. The impact of weather, road surface, time-of-day, and light conditions on severity of bicycle-motor vehicle crash injuries. *Am J Ind Med* 2018;61:556–65.
8. Bambach MR, Mitchell RJ, Grzebieta RH, et al. The effectiveness of helmets in bicycle collisions with motor vehicles: a case-control study. *Accid Anal Prev* 2013;53:78–88.
9. Wang C, Lu L, Lu J. Statistical analysis of bicyclists' injury severity at unsignalized intersections. *Traffic Inj Prev* 2015;16:507–12.
10. Kim J-K, Kim S, Ulfarsson GF, et al. Bicyclist injury severities in bicycle-motor vehicle accidents. *Accid Anal Prev* 2007;39:238–51.
11. Boufous S, de Forne L, Senserrick T, et al. Risk factors for severe injury in cyclists involved in traffic crashes in Victoria, Australia. *Accid Anal Prev* 2012;49:404–9.
12. Crompton PA, Shen H, Brubacher JR, et al. Severity of urban cycling injuries and the relationship with personal, trip, route and crash characteristics: analyses using four severity metrics. *BMJ Open* 2015;5:e006654.
13. Hagel BE, Romanow NTR, Enns N, et al. Severe bicycling injury risk factors in children and adolescents: a case-control study. *Accid Anal Prev* 2015;78:165–72.
14. Kaplan S, Vavatsoulas K, Prato CG. Aggravating and mitigating factors associated with cyclist injury severity in Denmark. *J Safety Res* 2014;50:75–82.
15. Persaud N, Coleman E, Zwolakowski D, et al. Nonuse of bicycle helmets and risk of fatal head injury: a proportional mortality, case-control study. *Can Med Assoc J* 2012;184:E921–3.
16. Rivara FP, Thompson DC, Thompson RS. Epidemiology of bicycle injuries and risk factors for serious injury. *Inj Prev* 1997;3:110–4.
17. Sethi M, Heyer JH, Wall S, et al. Alcohol use by urban bicyclists is associated with more severe injury, greater hospital resource use, and higher mortality. *Alcohol* 2016;53:1–7.
18. Vanlaar W, Mainegra Hing M, Brown S, et al. Fatal and serious injuries related to vulnerable road users in Canada. *J Safety Res* 2016;58:67–77.
19. Olivier J, Creighton P. Bicycle injuries and helmet use: a systematic review and meta-analysis. *Int J Epidemiol* 2017;46:dyw360–92.
20. Hoyer A. Bicycle helmets - To wear or not to wear? A meta-analysis of the effects of bicycle helmets on injuries. *Accid Anal Prev* 2018;117:85–97.
21. Useche SA, Montoro L, Alonso F, et al. Does gender really matter? A structural equation model to explain risky and positive cycling behaviors. *Accid Anal Prev* 2018;118:86–95.
22. Useche SA, Alonso F, Montoro L, et al. Distraction of cyclists: how does it influence their risky behaviors and traffic crashes? *PeerJ* 2018;6:e5616.
23. Emond CR, Tang W, Handy SL. Explaining gender difference in bicycling behavior. *Transp Res Rec* 2009;2125:16–25.
24. Crocker P, Zad O, Milling T, et al. Alcohol, bicycling, and head and brain injury: a study of impaired cyclists' riding patterns R1. *Am J Emerg Med* 2010;28:68–72.
25. Orsi C, Ferraro OE, Montomoli C, et al. Alcohol consumption, helmet use and head trauma in cycling collisions in Germany. *Accid Anal Prev* 2014;65:97–104.
26. Peng Y, Chen Y, Yang J, et al. A study of pedestrian and bicyclist exposure to head injury in passenger CAR collisions based on accident data and simulations. *Saf Sci* 2012;50:1749–59.
27. Rojas-Rueda D, de Nazelle A, Tainio M, et al. The health risks and benefits of cycling in urban environments compared with CAR use: health impact assessment study. *BMJ* 2011;343:d4521.
28. Rojas-Rueda D, de Nazelle A, Teixidó O, et al. Health impact assessment of increasing public transport and cycling use in Barcelona: a morbidity and burden of disease approach. *Prev Med* 2013;57:573–9.
29. Useche SA, Alonso F, Montoro L, et al. When age means safety: data to assess trends and differences on rule knowledge, risk perception, aberrant and positive road behaviors, and traffic crashes of cyclists. *Data Brief* 2019;22:627–34.
30. Alonso F, Esteban C, Useche S, et al. Effect of road safety education on road risky behaviors of Spanish children and adolescents: findings from a national study. *Int J Environ Res Public Health* 2018;15:2828.
31. Martínez-Ruiz V, Jiménez-Mejías E, Amezcuza-Prieto C, et al. Contribution of exposure, risk of crash and fatality to explain age- and sex-related differences in traffic-related cyclist mortality rates. *Accid Anal Prev* 2015;76:152–8.
32. 32 Boletín Oficial del Estado, num 289 2014. Orden INT/2223/2014, de 27 de octubre, POR La que Se regula La comunicación de la información al Registro Nacional de Víctimas de Accidentes de Tráfico. Available: <https://www.boe.es/boe/dias/2014/11/29/pdfs/BOE-A-2014-12411.pdf>
33. van Buuren S. Multiple imputation of discrete and continuous data by fully conditional specification. *Stat Methods Med Res* 2007;16:219–42.
34. Royston P. Multiple imputation of missing values: further update of ice, with an emphasis on categorical variables. *Stata J* 2009;9:466–77.
35. Royston P, Carlin JB, White IR. Multiple imputation of missing values: new features for MIM. *Stata J* 2009;9:252–64.
36. KH L, Raghunathan TE, Rubin DB. Large-Sample significance levels from multiply imputed data using Moment-Based statistics and an F reference distribution. *J Am Stat Assoc* 1991;86:1065–73.
37. StataCorp. *Stata statistical software: release 14 SE*. Release 14, 2015.
38. Anstey KJ, Wood J, Lord S, et al. Cognitive, sensory and physical factors enabling driving safety in older adults. *Clin Psychol Rev* 2005;25:45–65.
39. Pai C-W, Jou R-C. Cyclists' red-light running behaviours: An examination of risk-taking, opportunistic, and law-obeying behaviours. *Accident Analysis & Prevention* 2014;62:191–8.
40. Loo BPY, Tsui KL. Factors affecting the likelihood of reporting road crashes resulting in medical treatment to the police. *Inj Prev* 2007;13:186–9.
41. Stavrimos D, Pope CN, Shen J, et al. Distracted walking, Bicycling, and driving: systematic review and meta-analysis of mobile technology and youth crash risk. *Child Dev* 2018;89:118–28.
42. O'Hern S, Oxley J. Fatal cyclist crashes in Australia. *Traffic Inj Prev* 2018;19:S27–31.
43. Harris MA, Reynolds CCO, Winters M, et al. Comparing the effects of infrastructure on bicycling injury at intersections and non-intersections using a case-crossover design. *Inj Prev* 2013;19:303–10.
44. Thornley SJ, Woodward A, Langley JD, et al. Conspicuity and bicycle crashes: preliminary findings of the Taupo bicycle study. *Injury Prevention* 2008;14:11–18.
45. de Waard D, Houwing S, Lewis-Evans B, et al. Bicycling under the influence of alcohol. *Transp Res Part F Traffic Psychol Behav* 2016;41:302–8.
46. Reynolds CCO, Harris MA, Teschke K, et al. The impact of transportation infrastructure on bicycling injuries and crashes: a review of the literature. *Environ Health* 2009;8.
47. Elvik R, Mysen A. Incomplete accident reporting: meta-analysis of studies made in 13 countries. *Transp Res Rec* 1999;1665:133–40.
48. Langley J, et al. Missing cyclists. *Injury Prevention* 2003;9:376–9.
49. Shinar D, Valero-Mora P, van Strijp-Houtenbos M, et al. Under-Reporting bicycle accidents to police in the cost TU1101 international survey: Cross-country comparisons and associated factors. *Accid Anal Prev* 2018;110:177–86.