



## VI Congreso Iberoamericano de Seguridad Vial

Lima (Perú) – 16, 17 y 18 de Octubre de 2018

Título del trabajo: **Investigación sobre las causas directas e indirectas que desencadenan los siniestros de tránsito en ciudades colombianas.**

Tema (Pilar del Plan Mundial): Gestión Seguridad Vial

Autor/a: Carlos Fabian Flórez <sup>1</sup>, Camilo Patiño <sup>2</sup>, Jorge Rodríguez, Liany Ariza, Rafael González

Empresa / Institución: Pontificia Universidad Javeriana

Cargo: Profesor Investigador<sup>1</sup>, Asistente de investigación<sup>2</sup>

Dirección: Carrera 7 No. 40 – 62 Edificio 42. Oficina 29

Email: florez.carlos@javeriana.edu.co, camilo.patino@javeriana.edu.co

Teléfono: (57 1) 3208320 ext. 5261

### RESUMEN:

La investigación de siniestros viales tiene tres objetivos específicos: legales, epidemiológicos y jurídicos; esta investigación se enmarcó dentro de los objetivos epidemiológicos. El estudio buscaba realizar el análisis de causalidad a una muestra de accidentes de tránsito mediante la recolección de información in-situ, que fue analizada desde una perspectiva holística, involucrando análisis de la escena, testimonios de testigos e involucrados, mediante el registro audiovisual una vez ocurrido el siniestro. El proceso permitió construir una metodología para la investigación independiente, transparente y detallada de accidentes de tránsito en el país, de acuerdo con estándares globales, y teniendo en cuenta los parámetros de operación vial y la legislación colombiana.

La metodología aplicada fue la planteada por el método de investigación de accidentes utilizado en la Unión Europea, llamado DREAM (Driving reliability and error analysis method). Ésta metodología, busca organizar las causas asociadas a cualquier accidente de tránsito dentro de unas interrelaciones determinadas, agrupando los factores observados en una serie de causas pre-establecidas que se clasifican en directas y desencadenantes; y que, a su vez, pueden haber tenido origen en el factor humano, el factor tecnológico o/y el factor organizacional.

El método se aplicó en una muestra de 61 accidentes en las ciudades de Ibagué y Valledupar, utilizando la observación en escena como fuente de información. El objetivo principal era lograr la determinación correcta de causas directas y desencadenantes (intermedias o indirectas) estableciendo la relación existente entre las mismas, en la medida en que una causa pueda verse desencadenada por otra al darse ciertas condiciones determinantes.



Se encontró que para las dos ciudades los factores humanos son los que más contribuyen con la ocurrencia de siniestros viales, agravados por claras deficiencias en infraestructura y algunos problemas organizacionales. En ambas ciudades se ratificó el precepto de la multicausalidad de los accidentes de tránsito, con promedios de 9 causas asociadas por accidente para Ibagué, y de 12 causas asociadas para Valledupar.

### **PALABRAS CLAVES**

Análisis causal. Seguridad vial. Accidentalidad

### **INTRODUCCIÓN**

Las lesiones causadas por el tránsito (LCT) se han posicionado como uno de los principales problemas de salud pública a nivel mundial; según la Organización Mundial de la Salud [1], constituían la primera causa de muertes en el mundo. La OMS [2] estima que anualmente cerca de 1.328 millones de personas pierden la vida por LCT y más de 50 millones son víctimas de traumatismos asociados a esta problemática.

La OMS [1] ha predicho que, si no se fortalecen los esfuerzos para evitar las LCT, las muertes por esta causa se incrementarían hasta en un 80% en países de medianos y bajos ingresos, donde la mayoría de las muertes corresponden a usuarios vulnerables de la vía pública (UVP): peatones, ciclistas y motociclistas.

En las Américas, según el informe regional de seguridad vial, la tasa de mortalidad fue de 15,8 por 100.000 habitantes. Aunque para Colombia se reportó una tasa de 11,7 por 100.000 habitantes, existe una brecha para llegar a las tasas de países como Canadá, Cuba o Uruguay [3] Según el Instituto Nacional de Medicina Legal y Ciencias Forenses de Colombia, la tasa de mortalidad por LCT descendió de 15,5/100.000 habitantes en el año 2000 a 12,6/100.000 en 2011 [4]. Los más afectados por esta problemática son los UVP, dentro de los que se destacan los peatones, quienes entre 1996-2006 aportaron el 44% de las víctimas por LCT, con los automóviles, motos y motocarros como responsables de más del 50% de estas muertes.

Otros actores viales donde se hace crítica esta problemática en Colombia son los motociclistas, los cuales son víctimas y victimarios. La mortalidad proporcional de motociclistas entre las LCT para 2001 fue 24% y para 2010 fue 45%. Los más afectados dentro de este grupo han sido hombres, quienes, entre 2001 y 2010, comprendieron el 80% de los casos. La mortalidad es alta también entre las personas en edad productiva: cerca del 65% de los fallecidos se encontraban entre los 15 y 45 años [4], generando grandes pérdidas para la sociedad al dejar niños huérfanos y familias en situación de desamparo, con alto riesgo de caer en la pobreza.

Se han desarrollado diversos estudios para identificar factores asociados a la ocurrencia de incidentes de tránsito. Dentro de las características inherentes al conductor, factores tales como edades menores de 25 años, consumo de alcohol, y conducción a altas velocidades, entre otros, han sido asociados a choques simples [5] Las lesiones severas y muertes han sido relacionadas además con no usar el cinturón de seguridad, conducir a velocidades superiores a 90 km/h, y consumir alcohol [6,7].



A pesar del peso que las LCT tienen dentro de la carga de enfermedad, su manejo ha resultado complejo, debido, entre otros hechos, a la multiplicidad de sectores involucrados y a la complejidad de las causas que las originan [8]. Las LCT son un fenómeno donde participan múltiples factores, por lo que su manejo y prevención requiere de abordajes multidisciplinarios y multisectoriales, que comprendan y sean sensibles al contexto [9-10-11].

Esta investigación, busca profundizar en la determinación de las causas que generaron la ocurrencia de una serie de siniestros de tránsito en dos ciudades de Colombia, con la finalidad de determinar la pertinencia del sistema actual de investigación de incidentes de tránsito en el país y de las acciones adelantadas para abordar la problemática. La metodología utilizada como referencia fue la establecida para el análisis causal de siniestros viales por el Observatorio Europeo de Seguridad Vial. Dicha agencia diseñó un método denominado “DREAM 3.0” (Driving Reliability and Error Analysis Method), que se utiliza para realizar un análisis a los eventos que desencadenaron un siniestro de tránsito, evaluando todos los posibles factores en varios niveles causales.

En Colombia, más de la mitad de los incidentes viales con muertos o lesionados que cuentan con información de hipótesis causal, son atribuidos a la violación de las normas de tránsito y al exceso de velocidad, de acuerdo al reporte típico elaborado por la Policía en los informes de ‘accidentes’. La presente investigación se basa en un análisis a las causas mencionadas anteriormente, utilizando información in situ, que es más detallada y confiable que la información utilizada para modelos de investigación retrospectiva; como es el caso de la investigación de incidentes de tránsito utilizada en Colombia realizadas recientemente [12]. De esta manera, el propósito de esta investigación es responder a la pregunta ¿Cuáles son las causas principalmente asociadas a la ocurrencia de siniestros de tránsito en ciudades intermedias de Colombia y cuál es su relación causal dentro de la ocurrencia de los mismos? Por medio de un análisis causal multinivel para siniestros viales ocurridos en las ciudades de Ibagué y Valledupar, utilizando la metodología DREAM 3.0.

## **METODOLOGÍA**

### **Diseño:**

La investigación se realizó con un estudio descriptivo, el cual analizó un grupo de incidentes de tránsito ocurridos en las ciudades de Ibagué y Valledupar en Colombia. La información fue tomada de manera directa en el lugar del evento y en el momento inmediatamente posterior a su ocurrencia por medio de entrevistas, fotografías y videos. El análisis de la información se hizo por medio de la aplicación de la metodología DREAM 3.0 [13], con el fin de identificar y clasificar las causas de los siniestros viales.

### **Recolección de información:**

La toma de información de los siniestros viales se realizó in situ, es decir, que el equipo investigador debió asistir a los lugares donde estos ocurrieron en ambas ciudades en el momento en que estos fueron reportados, con la mayor brevedad posible para acceder a la mayor cantidad de información disponible. Existieron principalmente tres fuentes de información para el análisis:



- En primer lugar, estaba la observación primaria de los investigadores que permitió identificar elementos evidentes que dieran una idea de lo ocurrido en el hecho vial.

- En segundo lugar, estaban los testimonios que se pudieron tomar de las personas involucradas en el evento, sean conductores, pasajeros de los vehículos o testigos. Estos testimonios fueron libres y es posible que los involucrados decidieran omitir información que los pueda inculpar ante las autoridades, por lo que los investigadores debieron indagar a fondo para obtener la mayor cantidad de información posible.

- Por último, estaba la toma de fotografías y videos que mostraban la posición y estado de los vehículos después del choque, huellas en caliente, el entorno de la vía, estado del pavimento, estado de la demarcación y señalización, diseño geométrico, iluminación, pendiente, estado del clima y condiciones de tráfico, entre otros.

Para facilitar la toma de información se utilizaron una serie de formatos que fueron diligenciados para cada uno de los vehículos o usuarios involucrados en cada siniestro, y permitieron encaminar la toma de información hacia la aplicación del método con preguntas concretas que enlazaron o descartaron directa o indirectamente algunas de las causas posibles.

La Policía Nacional era la encargada de informar al grupo investigador la ocurrencia de algún evento, aunque en Ibagué también se contó con el apoyo de la Secretaría Departamental de Ambiente y Riesgo que informó al equipo de algunos siniestros viales. Para la información tomada en la ciudad de Valledupar, existieron dificultades en la captura de la información debido a que la Policía no permitió acudir ante la ocurrencia de eventos con muertos o heridos graves.

#### **Procesamiento de la información:**

En el manual para la aplicación del método DREAM 3.0 [13], se describen tres elementos principales que conformaron el análisis:

- El primero es la determinación de un modelo del siniestro vial. El método, utiliza un modelo basado en la interfaz de tres elementos: el humano, el tecnológico y el organizacional (conocido como HTO por sus siglas en inglés). Esta interfaz funciona como una red en la que varios elementos suceden al mismo tiempo y están relacionados entre sí, y no como una serie de pasos que ocurren en un orden determinado. El modelo de siniestro vial utilizado por el método, supone entonces una interacción no exitosa entre los tres elementos; el conductor representando el factor humano, el vehículo y el entorno de la vía representando el factor tecnológico y las organizaciones involucradas en regir las condiciones de transporte terrestre por carreteras.

- El segundo elemento es el esquema de clasificación del método. El método considera una serie de causas directas asociadas al incidente vial, que se conocen como *fenotipos* y constituyen los factores observables en el momento de su ocurrencia. También se consideran una serie de factores que están asociados con el siniestro vial, pero que no necesariamente ocurrieron en el mismo momento o el mismo lugar de este; y se dividen según los tres grupos ya mencionados anteriormente (factores humanos, factores del vehículo y del entorno y factores organizacionales). Estos factores se denominan *genotipos*, y se dividen en causas intermedias y





causas indirectas. Finalmente, el esquema de clasificación incluye posibles enlaces o conexiones entre causas directas (fenotipos) e indirectas (genotipos).

- El tercer elemento es la aplicación del método. El cual busca analizar el evento basándose en el esquema de clasificación; también presenta lineamientos para su aplicación, así como reglas para su finalización, ya que sin ellas se podría seguir iterando de manera infinita.

#### **Análisis de la información:**

La metodología DREAM 3.0 fue aplicada para cada uno de los 61 siniestros. Teniendo toda la información completa y organizada, se procedió a realizar el análisis causal multinivel; para esto fue necesario identificar y relacionar las posibles causas percibidas de cada incidente y relacionarlas con las que el método ofrece. El método inicia con una causa directa e involucra causas desencadenantes que vayan surgiendo a partir del análisis. Se debe realizar el análisis para cada vehículo o usuario que estuvo involucrado en el incidente vial. A continuación, se presenta una explicación sobre cada uno de los pasos seguidos para la aplicación de la metodología:

1. Descripción del incidente: Después de la toma de información, se debió realizar una descripción imparcial y detallada de todo lo ocurrido, involucrando toda la información necesaria para asociar o rechazar cada una de las causas descritas en el método.
2. Evaluación del contexto: El siguiente paso consistió en resaltar todos los factores que se considera pudieron contribuir a la ocurrencia del siniestro, basándose en una revisión crítica de la descripción del incidente vial.
3. Elección de la causa directa: Se eligió únicamente una causa directa para cada vehículo o usuario involucrado en el incidente, y fue escogida de acuerdo la acción realizada en el momento justo antes de que ocurriera el choque.
4. Selección de las causas intermedias ligadas a las causas directas (causas intermedias): Estas son las causas que permiten ligar las causas directas con las causas desencadenantes.
5. Selección de las causas desencadenantes: Las causas desencadenantes, pueden a su vez estar ligadas entre sí, por lo tanto, para las causas intermedias escogidas se seleccionaron otras causas desencadenantes y así sucesivamente para cada una de las causas seleccionadas, dependiendo del caso y siempre teniendo en cuenta el método y la descripción del siniestro vial.

Para finalizar el análisis, y responder a la pregunta planteada se realizó un estudio de estadística descriptiva de las causas encontradas en todos los incidentes.

Toda esta información fue recolectada durante el primer semestre de 2013, contó con un profesional en Ingeniería suficientemente capacitado y entrenado, bajo la supervisión de un experto en el manejo de la metodología del DREAM 3.0

#### **RESULTADOS**

Para el análisis de los resultados es importante aclarar que en la ciudad de Valledupar no se autorizó la asistencia a los eventos con muertos o heridos graves. Tomando en cuenta la información encontrada en los anuarios nacionales de accidentalidad, al realizar la revisión de



los muertos en eventos de tránsito durante el 2013, se encontró que la tasa de muertos por cada 100.000 habitantes fue de 16,62 para la ciudad de Valledupar y de 13,45 para la ciudad de Ibagué, y la tasa de lesionados por cada 1.000.000 de habitantes para cada ciudad, fue de 121,64 y 251,99 respectivamente [7].

Se encuentra algo interesante relacionado también con la dinámica urbana de las mismas ciudades; la tasa de mortalidad en Valledupar es superior a la media nacional y a otras ciudades similares como Barranquilla, Montería o Cartagena, mientras que la de Ibagué es del mismo orden de la nacional. Esto denota la complejidad en el tránsito de Valledupar y los altos niveles de riesgo que asumen los actores de la movilidad, lo cual se argumenta entre otras por la deficiente señalización vial, la falta de dispositivos de control en intersecciones, el fenómeno del mototaxismo y el desorden en el transporte público.

Por su parte, la ciudad de Ibagué presenta una tasa de lesionados muy superior a la de Valledupar, y tres veces superior a la media nacional, debido principalmente a aspectos como la topografía, la cantidad de motocicletas, el funcionamiento del transporte público colectivo y el creciente parque automotor ante una infraestructura insuficiente.

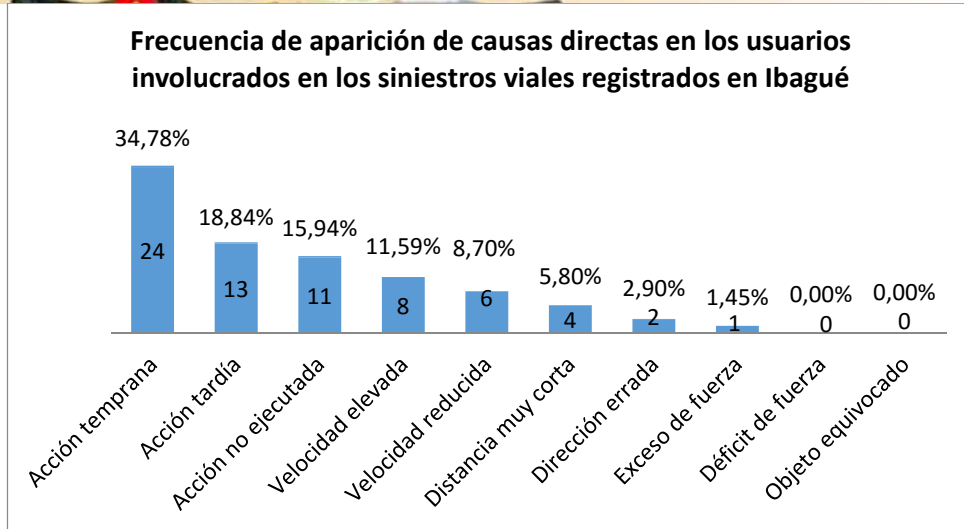
A continuación, se presentan los resultados del análisis de la información aplicando la metodología DREAM 3.0.

#### **Causas directas:**

La causa directa más común para los siniestros de tránsito de la ciudad de Ibagué fue la denominada *acción no ejecutada* (A1.3), encontrada en un 34,78% del total de incidentes viales y con una diferencia considerable con las demás causas. Esta causa se relaciona a cualquier tipo de acción que el conductor o usuario debió haber realizado para evitar el choque. Las acciones pueden ser por ejemplo no frenar al ver que otro vehículo se aproxima, no respetar la señal de pare, no verificar que la intersección esté libre para pasar, o no fijarse en los puntos ciegos, entre otros.

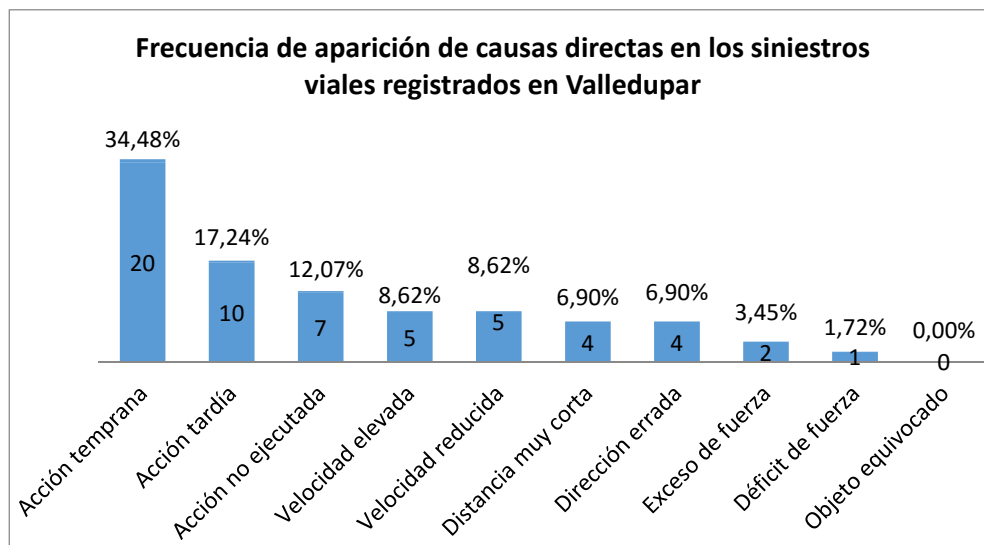
La segunda causa directa más común para Ibagué fue la denominada *acción temprana* (A1.1), presente en un 18,84% del total de casos. Esta causa se refiere a los casos en los que el conductor se adelanta a hacer una maniobra antes de que sea segura. Incluye acciones como entrar en una intersección antes de que esté libre, hacer un giro antes de que las condiciones de la vía lo permitan o adelantar otro vehículo antes de tener visibilidad, entre otros casos similares.

La siguiente causa directa más frecuente en esta ciudad fue *exceso de fuerza* (A5.1). Esta causa se escogió principalmente para casos en los que el conductor, buscando evitar alguna reacción, decidía efectuar una maniobra con mucha intensidad, principalmente frenar o girar para desviarse. En cuarto lugar, estuvo *acción tardía* (A1.2), la cual consiste principalmente en situaciones en las cuales el conductor no frena o realiza una acción que pueda evitar el choque con el tiempo suficiente. La Figura 3 muestra los resultados de la frecuencia de aparición de las causas directas en los incidentes analizados en la ciudad de Ibagué.



**Figura 1.** Frecuencia de aparición de causas directas en los incidentes viales registrados en Ibagué. Fuente: Elaboración propia con base en Warner H, et al (2012.)

Al igual que en Ibagué, La causa directa más común para los eventos de Valledupar fue *acción no ejecutada* (A1.3), con 34,48% del total. De manera similar, la segunda causa directa encontrada en Valledupar fue *acción temprana* (A1.1), para un 17,24% de los casos. En tercer lugar, se encontró la causa directa *exceso de velocidad* (A2.1). Se presentó en 7 usuarios, (12,07% del total). La siguen empatadas las causas *exceso de fuerza* (A5.1) y *déficit de fuerza* (A5.2), en un 8,6% del total de los eventos. La Figura 4, muestra los resultados de la frecuencia de aparición de las causas directas en los incidentes analizados en la ciudad de Valledupar.





**Figura 2.** Frecuencia de aparición de causas directas en los siniestros viales registrados en Valledupar. *Fuente: Elaboración propia con base en Warner H, et al (2012).*

### Causas desencadenantes

La causa desencadenante o indirecta más frecuente encontrada en los siniestros viales en Ibagué fue *mala interpretación de la situación* (C2), que ocurre cuando el conductor o usuario piensa que la situación es segura para realizar o no alguna maniobra. Se pueden considerar dentro de esta causa acciones como no percibir el cambio de luz del semáforo, no advertir un vehículo aproximándose, entre otras. Esto se debe a que la mayoría de incidentes viales parten de una mala interpretación de alguna situación por parte de alguno de los usuarios, y a partir de esta causa se pueden encontrar otras causas desencadenantes siguiendo la metodología DREAM. La causa *mala interpretación de los intervalos de tiempo* (C1), también apareció en un 39% de los incidentes. La segunda más común, fue *expectativa de ciertos comportamientos de otros usuarios* (F2), debido a que los conductores esperan que otros conductores sigan las normas estipuladas y tengan comportamientos normales y seguros.

La causa B1 (35%), se refiere a una *observación no realizada* que probablemente generó una mala interpretación de la situación o de los intervalos de tiempo. Las causas B2 (25%) y B3 (7%) son similares, y corresponden a *observación tardía* y *observación falsa* respectivamente, también ligadas en su mayoría a una mala interpretación.

Para un 61% de los eventos, se encontró que alguno de los usuarios tuvo *falta de atención* (E2) como causa asociada al siniestro. También en más del 40% de los casos se encontraron las causas: *error de prioridad* (D1), relacionada con la falta de claridad al tomar decisiones no seguras, *estrés psicológico* (E7), cuando los conductores se notan estresados por presión de tiempo, trabajo y otros factores; y *sobreestimación de las propias habilidades* (F5), cuando los conductores tienen exceso de confianza en sí mismos antes de hacer una maniobra peligrosa.

La causa más común asociada a los factores del vehículo y del entorno de la vía en Ibagué fue *orientación insuficiente* (L1). Esta causa se refiere a la falta de demarcación horizontal sobre las vías, en la mayoría de casos se encontró falta de demarcación sobre las intersecciones, y en algunos casos se relacionó con las líneas de carril. También para varios siniestros viales la demarcación existía, pero estaba borrada por el mal estado de la vía, por lo cual también se seleccionó esta causa.

La segunda causa más común relacionada al factor vehículo/entorno encontrada en esta ciudad, fue *comunicación inadecuada del entorno de la vía* (M2). Esta causa está relacionada con las fallas en la señalización y mecanismos de control del tráfico. Generalmente se escogió cuando se consideró que el evento pudo estar relacionado con inexistencia de señales que ayudaran a que los conductores fueran precavidos. También existieron casos en los cuales se consideró que los semáforos estaban mal diseñados, o que hacían falta mecanismos que ayudaran a reducir velocidades en la llegada a las intersecciones.

De manera similar, la tercera causa más común dentro de este factor fue *inadecuada comunicación de otros usuarios de la vía* (M1), que se escogió generalmente cuando otros





usuarios no activaron luces direccionales o de parqueo, y cuando se consideró que debieron anunciar alguna maniobra y no lo hicieron. La siguiente causa fue *degradación de la superficie de rodadura* (L3), que se refiere al mal estado del pavimento en los lugares donde ocurrieron los eventos.

La causa asociada a factores organizacionales más común fue *inadecuado mantenimiento de la vía* (O2), esta, suele estar ligada a la causa L3 (*degradación de la superficie de rodadura*) y algunas veces a la L1 (*orientación insuficiente*).

Muy cerca, estuvo la causa *diseño inadecuado del sistema de información* (Q1). Esta causa todas las veces estuvo ligada a la causa M2 (*inadecuada comunicación del entorno de la vía*), y se refiere a una inadecuada planeación de las señales de la vía y de los mecanismos de control de tráfico. Un deficiente diseño a las fases semafóricas puede ser un buen ejemplo de esta causa, como se vio en algunos de los eventos. La causa *entrenamiento inadecuado* (N4) que se relaciona con falta de entrenamiento para conducir de manera segura, se escogió para algunos de los usuarios en los que se encontró la causa F6 (*habilidades o conocimientos insuficientes*). La Tabla 1 muestra la frecuencia de aparición de las causas desencadenantes en los siniestros registrados en la ciudad de Ibagué. Es importante tener en cuenta que la tabla muestra la frecuencia en que cada causa desencadenante fue registrada en los eventos, y que debido a que cada siniestro puede tener varias causas asociadas, la suma de las proporciones no es igual a 100.

**Tabla 1.** Frecuencia de aparición de causas desencadenantes en los siniestros viales registrados en Ibagué.

Causa	Identificador	Frecuencia	Porcentaje
Observación no realizada	B1	24	35%
Observación tardía	B2	17	25%
Observación falsa	B3	5	7%
Mala interpretación de los intervalos de tiempo	C1	15	22%
Mala interpretación de la situación	C2	56	81%
Error de prioridad	D1	20	29%
Miedo	E1	9	13%
Falta de atención	E2	23	33%
Fatiga	E3	7	10%
Bajo la influencia de sustancias	E4	1	1%
Disminución funcional repentina	E6	1	1%
Estrés psicológico	E7	19	28%
Disminución funcional permanente	F1	6	9%
Expectativa de ciertos comportamientos	F2	35	51%
Incumplimiento usual de normas y recomendaciones	F4	12	17%
Sobreestimación de las habilidades	F5	18	26%
Habilidades o conocimientos insuficientes	F6	13	19%
Problemas de ruido temporales	G2	3	4%



Obstrucción temporal de la vista	G3	1	1%
Limitación de acceso temporal	G4	1	1%
Obstrucción permanente de la vista	H3	3	4%
Fallas en el vehículo	I1	2	3%
Visibilidad reducida	J1	11	16%
Viento fuerte	J2	1	1%
Obstrucción temporal de la visual	K1	10	14%
Obstrucción permanente de la visual	K2	2	3%
Orientación insuficiente	L1	29	42%
Fricción reducida	L2	10	14%
Degradación de la superficie de rodadura	L3	12	17%
Geometría de la vía inadecuada	L5	7	10%
Inadecuada comunicación de otros usuarios de la vía	M1	16	23%
Inadecuada comunicación del entorno de la vía	M2	26	38%
Presión de tiempo	N1	7	10%
Horas de trabajo irregulares	N2	4	6%
Entrenamiento inadecuado	N4	12	17%
Mantenimiento inadecuado del vehículo	O1	1	1%
Mantenimiento inadecuado de la vía	O2	22	32%
Diseño inadecuado del ambiente de conducción	P1	2	3%
Construcción inadecuada de partes o estructuras del vehículo	P3	1	1%
Diseño inadecuado del sistema de información.	Q1	23	33%
Diseño inadecuado de la vía	Q2	8	12%

Fuente: Elaboración propia con base en Warner H, et al (2012)

Al igual que para la ciudad de Ibagué, la causa asociada a factores humanos más común en Valledupar fue *mala interpretación de la situación* (C2), encontrada en el 96% de los eventos. En esta misma línea, la causa *mala interpretación de los intervalos de tiempo* (C1) se asoció con un 46% de los incidentes. La causa *expectativa de ciertos comportamientos* (F2), volvió a ser la segunda más frecuente en un 82% de los casos.

Las causas *observación no realizada* (B1), *observación tardía* (B2) y *observación falsa* (B3) aparecieron para un 68%, 46% y 18% de los eventos respectivamente, igualmente asociadas a problemas para ver una maniobra o un vehículo o usuario dentro de la vía, y desencadenando muchas veces en las causas C1 y C2. La causa *falta de atención* (E2) se encontró en el 68% de los incidentes viales.

Las causas *sobreestimación de habilidades* (F5) y *habilidades o conocimientos insuficientes* (F6) se asociaron a 61% y 54% de los usuarios respectivamente, presentando una proporción mayor a la encontrada en Ibagué. También en más del 30% de los casos se encontraron las causas *error*



de prioridad (D1), relacionada con la falta de claridad al tomar decisiones no seguras, estrés psicológico (E7), fatiga (E3) e incumplimiento usual de normas y recomendaciones (F4).

Para Valledupar, la causa más común asociada a los factores del vehículo y del entorno de la vía fue *orientación insuficiente* (L1). Un 82% de los siniestros viales en la ciudad presentaron esta causa. La mayoría de las vías e intersecciones en Valledupar no tienen todavía ningún tipo de demarcación horizontal, lo que se considera influye de manera contundente en la ocurrencia de siniestros viales, como se puede ver en los resultados de la investigación.

Al igual que en Ibagué, *comunicación inadecuada del entorno de la vía* (M2) fue una de las causas más comunes, encontrada para un 68% de los usuarios. En algunas intersecciones donde ocurrieron siniestros se encontró que hacían falta incluso señales de pare y había otras donde posiblemente hacía falta semaforización. También existieron casos en los cuales se consideró que las fases semafóricas estaban mal diseñadas, o que hacían falta mecanismos que ayudaran a reducir velocidades en la llegada a las intersecciones.

La segunda causa más común, empatada con la anterior fue *inadecuada comunicación de otros usuarios de la vía* (M1), la siguiente causa fue *obstrucción temporal de la visual* (K1). Y a continuación se presentaron las causas *degradación de la superficie de rodadura* (L3), y *fallas en el vehículo* (I1). La causa asociada a factores organizacionales más relevante en Valledupar fue *diseño inadecuado del sistema de información* (Q1). Esta causa también estuvo ligada a la causa M2 (*inadecuada comunicación del entorno de la vía*), dejando ver una problemática de deficiencia de infraestructura de información y de mecanismos de control de tráfico en la ciudad, sumada a la ya resaltada falta de demarcación.

La causa *entrenamiento inadecuado* (N4), fue la segunda más común dentro de la muestra en el factor organizacional, y se relaciona con falta de entrenamiento para conducir de manera segura; se escogió para algunos de los usuarios en los que se encontró la causa F6 (*habilidades o conocimientos insuficientes*). A continuación, estuvo la causa *inadecuado mantenimiento de la vía* (O2), que suele estar ligada a la causa L3 (*degradación de la superficie de rodadura*). La Tabla 2 muestra la frecuencia de aparición de las causas desencadenantes en los siniestros registrados en Valledupar.

**Tabla 2.** Frecuencia de aparición de causas desencadenantes en los siniestros viales registrados en Valledupar.

Causa	Identificador	Frecuencia	Porcentaje
Orientación insuficiente	L1	49	83%
Mal interpretación de la situación	C2	47	80%
Inadecuada comunicación del entorno de la vía	M2	38	64%
Diseño inadecuado del sistema de información	Q1	38	64%
Expectativa de ciertos comportamientos	F2	30	51%
Observación no realizada	B1	27	46%
Falta de atención	E2	22	37%



Inadecuada comunicación de otros usuarios de la vía	M1	21	36%
Sobreestimación de las habilidades	F5	18	31%
Observación tardía	B2	16	27%
Habilidades o conocimientos insuficientes	F6	16	27%
Entrenamiento inadecuado	N4	16	27%
Error de prioridad	D1	15	25%
Obstrucción temporal de la visual	K1	15	25%
Mantenimiento inadecuado de la vía	O2	15	25%
Mala interpretación de los intervalos de tiempo	C1	14	24%
Estrés psicológico	E7	13	22%
Fatiga	E3	12	20%
Incumplimiento usual de normas y recomendaciones	F4	10	17%
Degradación de la superficie de rodadura	L3	8	14%
Miedo	E1	7	12%
Observación falsa	B3	6	10%
Horas de trabajo irregulares	N2	6	10%
Diseño inadecuado de la vía	Q2	6	10%
Fallas en el vehículo	I1	4	7%
Visibilidad reducida	J1	4	7%
Obstrucción permanente de la visual	K2	4	7%
Obstrucción permanente de la vista	H3	3	5%
Objeto en la vía	L4	3	5%
Mantenimiento inadecuado del vehículo	O1	3	5%
Disminución funcional permanente	F1	2	3%
Fricción reducida	L2	2	3%
Limitación de acceso temporal	G4	1	2%
Diseño inadecuado del ambiente de conducción	P1	1	2%
Construcción inadecuada de partes o estructuras del vehículo	P3	1	2%

Fuente: Elaboración propia con base en Warner H, et al (2012)

Otras causas que se identificaron en ambas ciudades con menor frecuencia incluyen: *Miedo (E1), Influencia de Sustancias Psicoactivas (E4), Disminución Funcional Repentina (E6), Disminución Funcional Permanente (F1), Problemas Temporales de Ruido (G2), Obstrucción Temporal de la Vista (G3), Limitación Temporal de Acceso (G4), Visibilidad Reducida (J1), Viento Fuerte (J2), Obstrucción Permanente de la Visual (K2), Fricción Reducida (L2), Inadecuada Geometría de la Vía (L5), Presión de Tiempo (N1), Horas de Trabajo Irregulares (N2), Mantenimiento Inadecuado del Vehículo (O1), Diseño Inadecuado del Ambiente de Conducción (P1), Construcción Inadecuada de Partes o Estructuras del Vehículo (P3) y Diseño Inadecuado de la Vía (Q2).*





En Ibagué, fue más común encontrar eventos con 9 causas desencadenantes involucradas (19%) y con 12 causas involucradas (18%). También hubo una alta participación de usuarios con 13 y 15 causas asociadas, ambos grupos con un 12% del total. En orden siguen los usuarios con 8 causas (9%); y con 10, 11 y 14 causas (6% cada uno). El mayor número de causas asociado a algún incidente fue 20 en sólo un caso, mientras que el menor fue 1, también para un solo caso. La Tabla 3 muestra el número total de causas asociadas a cada siniestro vial analizado para la ciudad de Ibagué, discriminado en tres grupos: causas asociadas al factor humano, causas asociadas a factores del vehículo o del entorno y causas asociadas al factor organizacional.

**Tabla 3.** Número de causas asociadas a cada siniestro analizado en Ibagué

Siniestros	Humano	Vehículo-Entorno	Organizacional
Siniestro 1	7	2	0
Siniestro 2	6	3	1
Siniestro 3	8	0	1
Siniestro 4	8	0	1
Siniestro 5	8	4	2
Siniestro 6	9	3	2
Siniestro 7	5	4	3
Siniestro 8	8	4	3
Siniestro 9	5	3	3
Siniestro 10	5	3	1
Siniestro 11	5	1	2
Siniestro 12	6	4	2
Siniestro 13	7	3	1
Siniestro 14	6	5	2
Siniestro 15	9	4	2
Siniestro 16	7	2	0
Siniestro 17	6	4	2
Siniestro 18	4	1	0
Siniestro 19	8	2	3
Siniestro 20	6	3	3
Siniestro 21	9	4	2
Siniestro 22	2	3	3
Siniestro 23	6	1	1
Siniestro 24	9	2	1
Siniestro 25	11	2	3
Siniestro 26	1	0	0
Siniestro 27	6	3	1
Siniestro 28	7	3	3



Siniestro 29	10	2	3
Siniestro 30	11	5	4
Siniestro 31	8	1	0
Siniestro 32	5	5	2
Siniestro 33	10	2	1

Fuente: Elaboración propia.

Para el caso de Valledupar, fue más común encontrar usuarios con 12 causas involucradas (21%) y con 11 causas involucradas (14%). También hubo una alta participación de usuarios con 10, 13, 14 y 15 causas, con un 11% cada una. En orden siguen los usuarios con 17 causas (7%); con 16 y 18 causas (4% cada uno) y con 8 y 9 causas (3% cada una). La Tabla 4 muestra para Valledupar el número total de causas asociadas a cada siniestro vial analizado, discriminado también en los tres grupos de causas definidos.

**Tabla 4.** Número de causas asociadas a cada siniestro analizado en Valledupar

Siniestros	Humano	Vehículo-Entorno	Organizacional
Siniestro 1	5	6	4
Siniestro 2	7	3	1
Siniestro 3	7	3	2
Siniestro 4	11	2	3
Siniestro 5	6	4	1
Siniestro 6	7	7	3
Siniestro 7	9	3	2
Siniestro 8	7	2	1
Siniestro 9	9	2	1
Siniestro 10	8	3	2
Siniestro 11	5	2	3
Siniestro 12	7	4	1
Siniestro 13	9	4	2
Siniestro 14	8	3	3
Siniestro 15	11	4	3
Siniestro 16	6	3	1
Siniestro 17	7	4	2
Siniestro 18	1	4	3
Siniestro 19	8	3	2
Siniestro 20	3	5	2
Siniestro 21	8	3	1
Siniestro 22	8	1	0
Siniestro 23	9	2	1
Siniestro 24	7	3	1



Siniestro 25	10	4	3
Siniestro 26	5	4	3
Siniestro 27	9	3	3
Siniestro 28	9	3	2

Fuente: Elaboración propia.

## CONCLUSIONES

Los siniestros viales y las lesiones fatales y no fatales derivadas por el tránsito (LCT) son un importante problema de salud pública en el mundo, derivado de la falta de seguridad vial o de la omisión de las acciones que en esta temática los países deben asegurar. Según la Organización Mundial de la Salud (OMS), las LCT contribuyen con más de 1,3 millones de muertes y más de 50 millones de lesionados por año; es decir, cada dos segundos mueren cinco personas y 190 son lesionadas por estos hechos [1,3]. Un poco más del 90% de los siniestros viales suceden en países de medianos y bajos ingresos, aunque en estos países, tan solo existe cerca del 48% del tráfico vehicular del mundo [2,15].

En Colombia, según reportes del Instituto Nacional de Medicina Legal y Ciencias Forenses, durante los últimos años han ocurrido más de 7.000 muertes, con una tendencia al aumento de unos años a la fecha [16,17]. Según los últimos reportes, los más afectados han sido los motociclistas, quienes han pasado de ser víctimas a victimarios; ellos, junto con los peatones, considerados actores vulnerables de la vía pública (AVP) [18], suman cerca del 80% de los lesionados y muertos por el tránsito, contrario a lo que ocurre en países de altos ingresos donde tan solo estos actores viales corresponden al 49% [19]. De este grupo de actores vulnerables de la vía pública, más del 80 % son hombres, de estrato socioeconómicos bajo o medio, en su mayoría en plena edad productiva (15-44 años), residen en zonas urbanas, quienes ante lesiones discapacitantes o muerte, se genera situaciones de dificultad económica a sus familias [20,21].

Dentro de los resultados de esta investigación se encontró que para las causas más frecuentes asociadas a la ocurrencia de incidentes viales en ambas ciudades intermedias de Colombia, existe la asociación de al menos un factor humano, bien sea que se deba a una mala interpretación de la situación, o a alguna distracción u observación no realizada; lo cual es de alguna manera lógico, entendiendo que finalmente el conductor es el encargado de tomar las decisiones antes que suceda el siniestro vial. No obstante, es usual que las autoridades de la seguridad vial imputen en un alto grado, la causalidad de los siniestros viales en Colombia exclusivamente al factor humano, lo cual con los resultados de la presente investigación queda desvirtuado; asimismo cuando se ha realizado investigaciones similares, como es el caso de ciudades como Bogotá o Cúcuta, que mediante tesis de grados de maestrías y pregrado, se han hechos abordajes similares con resultados análogos; o como fue el caso de una investigación auspiciada por el Ministerio de Transporte de Colombia, en la cual se aplicó por primera vez un piloto del método Dream 3.0 en Colombia para la ciudad de Medellín, con resultados similares. [22-23-24].

Con relación a los factores del vehículo y del entorno vial, para ambas ciudades se obtuvo una falta de orientación causada por ausencia o mal estado de la señalización vial tanto horizontal



como vertical, sumado a una inadecuada comunicación de otros usuarios de la vía. Por último, para los factores organizacionales, es común el deficiente mantenimiento de las vías y el inadecuado diseño de los sistemas de información para el sistema de transporte terrestre por vías urbanas. Lo anterior nos corrobora, que los mal llamado ‘accidentes’ de tránsito, son hechos viales que se pueden estudiar, caracterizar y prevenir, tal como lo hizo Haddon Jr. en el pasado [25], y como lo enfatizan ciertos autores en el presente [26].

Otro punto muy importante que se evidenció con la investigación, fue encontrar como el informe de registro de incidentes de tránsito del país es deficiente en cuanto al registro de las hipótesis causales de los incidentes viales, entendiendo que el formato para el registro de los informes policiales de estos hechos viales solo dan cabida para máximo dos hipótesis causales, lo cual quedó desvirtuado al haber observado, por la investigación llevada a cabo en Valledupar e Ibagué, que los siniestros viales son eventos multicausales. Al considerar únicamente una o dos causas para un siniestro vial, se evaden responsabilidades de factores potencialmente asociados a su ocurrencia, y que se dejan de lado a la hora de estructurar la política pública de seguridad vial, como los factores institucionales o de infraestructura, que indudablemente tienen relación con la gran mayoría de eventos en el tránsito que fueron analizados en la presente investigación [1,16].

A manera de ilustración, en ambas ciudades, 97% de los incidentes viales analizados tenían entre 2 y 20 causas asociadas a su ocurrencia, derribando el argumento histórico que los incidentes viales tienen como causa única el comportamiento humano. Tradicionalmente en seguridad vial, se ha considerado que los choques suelen ser responsabilidad exclusiva de los usuarios individuales de la vía pública [1]. Usualmente la literatura menciona que la causa de estos eventos es imputable al factor humano en aproximadamente el 90% de los casos [27,28]; Inclusive, se han establecido dos grupos de siniestros imputables al ser humano, uno relacionado con el incumplimiento de las normas; y el segundo con el estado psicofísico de la persona [29]. Otros autores, enuncian que la mayoría de los incidentes viales son consecuencia de un comportamiento social inadecuado por parte de los diferentes actores viales: conductores, peatones y otras personas que intervienen en ellos. [30] Otras publicaciones mencionan que los usuarios de las vías, ya sea como un factor único o como factor contribuyente a la ocurrencia del siniestro vial, están presente en 94% de los casos en los Estados Unidos y en 95% de los casos en el Reino Unido. [31]

Más allá de este punto, que sin duda debe ser un aspecto importante en la agenda de política pública de seguridad vial, hay otros aspectos que deben ser tenidos en cuenta para la construcción de soluciones integrales a la problemática, partiendo de los factores estructurales de la organización de las instituciones que inciden y comparten la responsabilidad de los miles de muertos y lesionados en eventos en el tránsito [32].

Como ya se mencionó, en Colombia la metodología DREAM 3.0 se había aplicado en sólo tres (3) ciudades antes de esta investigación, resultados que se encuentran en repositorios de la biblioteca de la Universidad Javeriana [22,23]. Para el caso de la ciudad de Medellín, en el Ministerio de Transporte de Colombia, quien fue el patrocinador de esa investigación específica [24]. Los resultados obtenidos, sugieren que existe un abordaje equivocado en el problema de la seguridad vial en el país, al creer que el factor humano es la principal, y casi única causa, de





los incidentes viales, por esto es de mucha importancia que más ciudades desarrollen investigaciones como esta, sobre la causalidad de los siniestros viales, para así poder construir una herramienta de vigilancia epidemiológica y/o comunitaria que redunde en el control y reducción efectiva en el número de muertos y lesionados por el tránsito.

## BIBLIOGRAFÍA

1. World Health Organization (WHO). **Informe Mundial sobre prevención de los traumatismos causados por el tránsito**. Gineve: WHO; 2004.
2. World Health Organization (WHO). **Global status report on road safety 2013. Supporting a decade of action**. Gineve: WHO; 2013.
3. Organización Panamericana de la Salud (OPS). **Informe sobre el Estado de la Seguridad Vial en la Región de las Américas**. Washington: OPS; 2009.
4. Valbuena S. **Muertes y lesiones no fatales por accidentes de transporte, Colombia, 2011**. Bogotá D.C: Instituto Nacional de Medicina Legal y Ciencias Forenses; 2011.
5. Cabrera G, Velásquez N, Valladares M. **Seguridad vial, un desafío de salud pública en la Colombia del siglo XXI**. *Revista Facultad Nacional de Salud Pública* 2009; 27(2):218-225.
6. Departamento Administrativo Nacional de Estadística de Colombia. **Registros de Mortalidad por causa básica de Muerte 2001-2010**. Bogotá: DANE; 2012.
7. Instituto Nacional de Medicina Legal y Ciencias Forenses. **Forensis, datos para la vida 2008**. Bogotá D.C.: INMLCF; 2008
8. Roberts I, Mohan D, Abbasi K. **War on the roads. The public health community must intervene**. *BMJ* 2000; 324:1107-8.
9. Híjar M. **Necesidad de la interdisciplinariedad en la Seguridad Vial**. Bogotá: Instituto Nacional de Medicina Legal y Ciencias Forenses; 2014.
10. Híjar-Medina M, Carrillo-Ordaz C, Flores-Aldana M, Anaya R, Lopez-Lopez M. **Risk factors for injuries caused by traffic accidents and the impact of an intervention on the road**. *Salud Pública* 1999; 33(5):505-12.
11. Híjar M, Carrillo C, Flores M, Anaya R, Lopez V. **Risk factors in highway traffic accidents: a case control study**. *Accident Analysis & Prevention*. *Accid Anal Prev*. 2000; 32(5):703-9.
12. Rodríguez J, Peñalosa E, Ariza K, Flórez C, Montoya S, Camelo F, et al. **Factores de riesgo asociados a lesiones causadas por el tránsito y propuesta de intervenciones para el contexto colombiano**. Colciencias & PUJ: Ecoe Ediciones; 2015.
13. Warner H, Ljung M, Sandin J, Johansson E, Björklund G. **Manual for DREAM 3.0, Driving Reliability and Error Analysis Method. Building the European Road Safety Observatory**. Gothenburg: European Commission, Directorate-General Transport and Energy; 2008.
14. Ministerio de Salud de Colombia. **Resolución número 8430**. Bogotá: Ministerio de Salud; 1993.
15. Organización Mundial de la Salud. **Informe sobre la situación de la seguridad vial**. Ginebra: Organización Mundial de la Salud; 2015.
16. Instituto Nacional de Medicina Legal y Ciencias Forenses. **Forensis: Datos para la vida 2015**. Bogotá: Imprenta Nacional; 2016.
17. Instituto Nacional de Medicina Legal y Ciencias Forenses. **Forensis: Datos para la vida 2016**. Bogotá: Imprenta Nacional; 2017.



18. Rodríguez J. **Necesidad de reorientar el análisis de los lesionados por el tránsito según usuarios de la vía pública.** *Revista de la Universidad Industrial de Santander* 2013;45(2):7-8.
19. Fleiter J. **Vulnerable Road Safers.** **Global Road Safety Partnership.** Nairobi: Regional course of Road Safety; 2018.
20. Rodríguez J, Camelo F, Chaparro P. **Seguridad vial en Colombia en la década de la seguridad vial: resultados parciales 2010-2015.** *Revista de la Universidad Industrial de Santander* 2017;49(2):290-99.
21. Híjar M, Vásquez E, Arreola C. **Pedestrian traffic injuries in Mexico: a country update.** *International Journal of Injury Control and Safety Promotion* 2003;10(1-2):37-43.
22. Bastidas J, Quintero M. **Análisis causal multinivel de accidentes de tránsito en la ciudad de Cúcuta** [Internet]. Repositorio institucional Pontificia Universidad Javeriana; 2012 [actualizado Dic 2012; citado agosto 2016]. Disponible en: <https://repository.javeriana.edu.co/bitstream/handle/10554/11177/BastidasEspitiaJavierAlberto2012.pdf;sequence=1>.
23. Castillo J. **Adaptación de la metodología Dream 3.0 para el análisis e investigación de accidentes de tránsito en la ciudad de Bogotá** [Internet]. Repositorio institucional Pontificia Universidad Javeriana; 2012 [actualizado Dic 2012; citado agosto 2016]. Disponible en: <https://repository.javeriana.edu.co/bitstream/handle/10554/2704/CastilloMaradiagaJosueFrancisco2012.pdf;sequence=1>
24. Ministerio de Transporte de Colombia. **Estructuración del Observatorio Nacional de Seguridad Vial.** Bogotá: MT; 2010
25. Haddon W, Suchman E, Klein D. **Accident research. Methods and approaches.** Nueva York. Harper & Row; 1964.
26. Bonilla F, Gutiérrez M. **Las lesiones no son accidentes: el impacto de la terminología en salud pública.** *Colombia Médica* 2014;45(3):132-35.
27. Valdés A. **Ingeniería de Tráfico.** Madrid: Editorial Dossat SA; 1978.
28. Ledesma R, Poó F, Montes S. **Psicología del tránsito: logros y desafíos de la investigación.** *Revista Latinoamericana de Ciencia Psicológica* 2011;3(2):108-19.
29. Dirección General de Tráfico. Ministerio del interior de España. **Cuestiones de seguridad Vial, conducción eficiente, medio ambiente y contaminación.** Madrid: DGT; 2015
30. Alfaro C, Díaz C. **Los accidentes de tránsito: creciente problema para la salud pública.** *Boletín de la oficina sanitaria Pan-Americana* 1977; 83(4):310-18.
31. Evans L. **The dominant role of driver behavior in traffic safety.** *American Journal of Public Health* 1996; 86(6):784-86.
32. Organización Mundial de la Salud. **Salve vidas: Paquete de medidas técnicas de seguridad vial.** Ginebra: OMS; 2017