

Indicadores de seguridad vial para analizar accidentalidad de camiones en la calle 13 de Bogotá (2015-2021)

IRoad safety indicators to analyze truck accidents on Calle 13 of Bogotá (2015-2021)

Indicadores de segurança rodoviária para analisar acidentes com caminhões na Rua 13 em Bogotá (2015-2021)

Autores: Sonia Lucila Meneses Velosa¹; Leila Nayibe Ramírez Catañeda²; Edwin Alberto Bulla Pereira³

Fecha de recibido: enero 15 de 2024; **Fecha de aprobado:** marzo 01 de 2024;

Fecha de publicado: junio 28 de 2024

Resumen

El presente estudio analiza el comportamiento de la accidentalidad vial en el principal eje vial de carga de Bogotá, la Calle 13. Los camiones, como actores viales, son fundamentales en la distribución urbana de mercancías, en especial de alimentos. La Calle 13 tiene la mayor carga de tráfico de camiones de distribución de alimentos, moviendo el 28 % de la carga anual. La magnitud del fenómeno de accidentalidad vial es relevante tanto a nivel nacional e internacional en centros urbanos. Naciones Unidas registra cifras 1,3 fallecidos en el mundo en accidentes viales por cada 100 mil habitantes, por lo tanto, las estrategias de seguridad vial deben ser parte de los Objetivos de Desarrollo Sostenible de ciudades resilientes. Metodológicamente, este estudio inició con la comparación de seis tipos de análisis de accidentalidad vial. Tres de ellas de entidades internacionales: International Transport Forum (ITF), indicadores de seguridad Vial de la CEPAL y de Argentina. A nivel nacional, se analizaron indicadores del Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE), Agencia Nacional de Seguridad Vial y la Secretaria de Movilidad de Bogotá para accidentes donde hay involucrados camiones. Mediante un análisis multicriterio, se definieron 5 indicadores que interpretan el fenómeno de la accidentalidad vial de camiones. Finalmente, se aplican los indicadores a los datos de accidentalidad para 6 años (2015 a 2021) para evaluar su utilidad para su caracterización como aporte a definición de políticas de prevención vial.

Palabras clave: accidentalidad, camiones, distribución urbana, indicador vial, seguridad vial.

Como citar este artículo: S-L. Meneses Velosa y L-N. Ramírez Catañed, "Indicadores de seguridad vial para analizar accidentalidad de camiones en la calle 13 de Bogotá (2015-2021)", *Inventum*, vol. 19, no. 36, pp. 3-16, enero-junio año. DOI: 10.26620/uniminuto.inventum.19.36.2024.3-16.

Editorial: Corporación Universitaria Minuto de Dios – UNIMINUTO. ISSN: 1909-2520 eISSN: 2590-8219

Copyright:



1. Docente de tiempo completo del Programa de Ingeniería Industrial, Facultad de Ingeniería, Universidad Libre de Colombia, Sede Bogotá. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0251-8308>; , email: autor1 sonial.menesesv@unilibre.edu.co

2. Docente de tiempo completo del Programa de Ingeniería Industrial, Facultad de Ingeniería, Universidad Libre de Colombia, Sede Bogotá. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0651-0971>; email: autor 2 leylan.ramirez@unilibre.edu.co

3. Docente de tiempo completo del Programa de Ingeniería Industrial, Facultad de Ingeniería, Universidad Libre de Colombia, Sede Bogotá. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7244-8929>; email: autor 3 edwina.bulla@unilibre.edu.co

Abstract

This study analyzes the behavior of road accidents on Bogotá's main cargo road, Calle 13. Trucks, as road actors, are fundamental in the urban distribution of goods, especially foodstuffs. Calle 13 has the highest traffic load of food distribution trucks, moving 28% of the annual load. The magnitude of the road accident phenomenon is relevant both nationally and internationally in urban centers. The United Nations records figures of 1.3 deaths in the world in road accidents per 100,000 inhabitants, therefore road safety strategies should be part of the Sustainable Development Objectives of resilient cities. Methodologically, this study started with the comparison of six types of road accident analysis. Three of them from international entities: International Transport Forum (ITF), ECLAC road safety indicators and indicators from the Argentina. At the national level, indicators from the National Administrative Department of Statistics (DANE), the National Road Safety Agency and the Mobility Secretary of Bogotá were analyzed for accidents involving trucks. Through multivariate analysis, 5 indicators were defined to interpret the phenomenon of truck accidents. Finally, the indicators were applied to the accident data for 6 years (2015 to 2021) to evaluate their usefulness for their characterization as a contribution to policy definition.

Keywords: accident rate, road indicator, road safety, trucks, , urban distribution.

Resumo

Este estudo analisa o comportamento dos acidentes rodoviários na principal estrada de carga de Bogotá, a Calle 13. Os caminhões, como atores rodoviários, são fundamentais na distribuição urbana de mercadorias, especialmente alimentos. A rua 13 tem o maior tráfego de caminhões de distribuição de alimentos, movimentando 28% da carga anual. A magnitude do fenômeno da sinistralidade rodoviária é relevante tanto a nível nacional como internacional nos centros urbanos. As Nações Unidas registam números de 1,3 mortes no mundo em acidentes rodoviários por 100.000

habitantes, pelo que as estratégias de segurança rodoviária devem fazer parte dos Objectivos de Desenvolvimento Sustentável das cidades resilientes. Metodologicamente, este estudo partimos da comparação de seis tipos de análise de acidentes rodoviários. Três deles de entidades internacionais: Fórum Internacional de Transportes (IFT), indicadores de segurança viária da CEPAL e indicadores da Argentina. Em nível nacional, foram analisados indicadores do Departamento Administrativo Nacional de Estatística (DANE), da Agência Nacional de Segurança Viária e da Secretaria de Mobilidade de Bogotá para acidentes com caminhões. Através da análise multivariada foram definidos 5 indicadores para interpretar o fenômeno dos acidentes com caminhões. Por último, os indicadores foram aplicados aos dados de acidentes durante 6 anos (2015 a 2021) para avaliar a sua utilidade para a sua caracterização como contribuição para a definição de políticas.

Palavras-chave: caminhões, distribuição urbana, indicador, sinistralidade, segurança viária.

INTRODUCCIÓN

Con base en las cifras emitidas por Naciones Unidas en su conferencia de junio del 2022, anualmente fallecen en el mundo 1,3 millones de personas, accidentes prevenibles y cerca de 50 millones heridas [1]. Desde el 2021, la Organización Mundial de la Salud [OMS] inicia una década de acciones para prevenir al menos el 50 % de los accidentes mortales viales, con el fin de evitar pérdidas entre el 2 % y 5 % del producto interno bruto de países en vías de desarrollo [2]. Estos esfuerzos se unen a procesos a nivel mundial de campañas y estrategias para impactar la accidentalidad, como lo comprueba la reducción de los incidentes de tránsito en cerca de un 53 % en Europa, según lo reportan la European Transport Safety Council y la Organización Mundial de la Salud [3].

En este mismo informe, se expresa que por los accidentes, donde el camión es un actor vial, su gravedad es alta, pero están incluido en otras causales que suman el 40 % de otros agentes de accidentalidad. Esto dificulta la focalización para medir su desempeño en este tema, la efectividad y la política pública en este tema. Se calcula que, en Europa, el 25 % de las

muertes en carretera son el resultado de un accidente con un vehículo de carga, estos datos son con base en estadísticas del Consejo Europeo del Transporte en el 2020 [3]. Algunos indicadores sobre accidentalidad por kilómetro de carretera indican que ocurren hasta tres veces más accidentes fatales viales, en los que está involucrado un camión. Sumado a lo anterior, el estudio titulado “How to improve the safety of goods vehicles in the EU?” [3], que cubre 9 años hasta el 2022, presenta que la reducción de accidentalidad de esta tipología de vehículos es más lenta que otras. Como respuesta a esta realidad, se acordó que hasta el 2026 se incrementarán los estándares mínimos de seguridad vial de camiones y equipos de seguridad. Se suma a estas campañas, la necesidad de mejorar la infraestructura vial e incrementar la inversión [4]. Otras campañas se han centrado en proteger a los demás actores viales como los peatones y ciclistas [5].

Con base en los datos del Observatorio de Seguridad Vial de Colombia, del año 2021 al 2022, la accidentalidad vial con fallecimientos creció en un 13,06 %, usando el estándar internacional de medición de mortalidad a 30 días, aplicado a nivel nacional para todos los actores viales. Si se compara con el crecimiento de la accidentalidad vial en el mismo periodo, pero para el actor vial “usuario de transporte de carga”, este indicador se incrementó en 19,23 % [6].

Por otra parte, en el Observatorio de Movilidad de Bogotá, hay datos completos del año 2020 de camiones y accidentalidad, pero de allí en adelante, hasta la fecha, solo hay datos de accidentalidad, pero no de cantidad de camiones involucrados en accidentes [7].

El uso de indicadores es importante debido a que estos permiten medir el nivel de desempeño de las medidas de seguridad vial y comparar la situación con otras ciudades, países o metas a nivel nacional e internacional. Sin embargo, si solo se presentan indicadores que sumen eventos solo de ocurrencia accidentes y su severidad, esto no permite evaluar el comportamiento de la siniestralidad vial para algún actor vial en particular, en este caso, de los vehículos de carga. Se calculó que para el año 2020, de los 195 166 camiones que circulan en la ciudad en un año, el porcentaje que se accidentan es del 1,65 % [8]. Esto dificulta conocer cuál es el desempeño en materia de seguridad vial del

sector de camiones y, por tanto, es importante armonizar estas mediciones a los estándares de indicadores usados a nivel internacional y de la Agencia Nacional de Seguridad Vial.

En particular la Calle 13 de Bogotá es un corredor logístico que mueve el 25 % del transporte de carga de la ciudad, donde transitan 6700 camiones de entrega y 6500 camiones de salida sin tener en cuenta fines de semana y días festivos [9]. Según un estudio de la Asociación Nacional de Industrial (ANDI) y la Corporación Calle titulado “Corredor logístico de la Calle 13: hallazgos y recomendaciones” [9], desde el 2019 al 2021 se ha deteriorado de manera constante la velocidad promedio en el corredor vial, pasando de 8,5 k/h a 7,7 k/h en estos dos años, aportando a los factores de exposición que ocasionan accidentes [10]. La baja velocidad de este eje vial impacta en los costos logísticos y aumenta los fenómenos de congestión y exposición a riesgos de accidentalidad [11]. La suma de estos aspectos evidencia su vulnerabilidad frente a la seguridad vial por carecer de indicadores para conocer su estado actual frente a este fenómeno, con el objetivo de tener esta información como base para proponer políticas públicas y campañas de prevención.

II. METODOLOGÍAS DE INDICADORES DE SEGURIDAD VIAL

Con el fin de identificar los indicadores adecuados para medir la seguridad vial de la Calle 13, se realiza una búsqueda de los indicadores usados por las entidades internacionales que estudian la seguridad vial a nivel global. Los indicadores relevantes se presentan a continuación.

A. Entidades internacionales

Con el objeto de conocer el estado de las condiciones de seguridad vial y de la evolución para alcanzar metas y propósitos de seguridad vial, se han desarrollado indicadores como mecanismos de seguimiento, control y mejora por parte de organizaciones internacionales y adoptados por entes locales, basados en la calidad estadística de los datos y observatorios de seguridad vial, tal como lo desarrollado por Agencia Nacional de Seguridad Vial y el Observatorio de Movilidad de Bogotá [12]. A continuación, se presentan tres grupos de indicadores a nivel internacional:

1. Indicadores de seguridad vial del International Transport Forum (ITF)

Con 64 países miembros, es un centro de reflexión sobre políticas de transporte, integrada a la Organización para la Cooperación y Desarrollo Económico (OCDE).

Esta entidad desarrolló una base de datos internacional con información de tránsito y accidentes viales, incluido los ocasionados por la actividad de transporte de carga [13].

Desarrolla un sistema de indicadores en seguridad vial en nueve secciones así:

Sección 1: perfiles de país.

Sección 2: red de carreteras.

Sección 3: tráfico de camiones.

Sección 4: comparendos multimodales de tráfico.

Sección 5: vehículos funcionando.

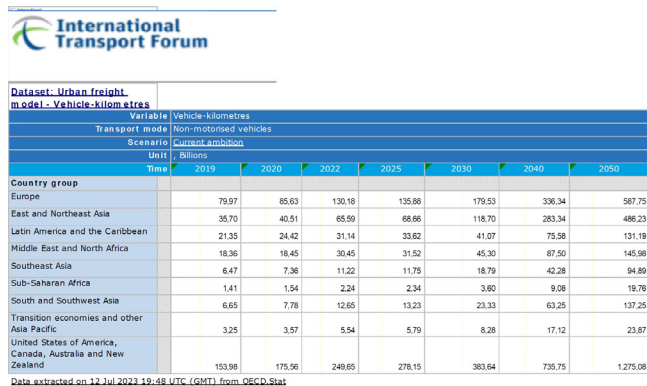
Sección 6: accidentes de carretera.

Sección 7: producción, importaciones.

Sección 8: gastos del camino.

Sección 9: energía.

El observatorio de la OCDE muestra el desarrollo de los indicadores de accidentalidad por cada 100 habitantes. Participan de América países como Estados Unidos, México y Chile. La figura 1 muestra algunos datos de este observatorio.



Country group	2019	2020	2022	2025	2030	2040	2050
Europe	79.97	85.63	130.19	135.68	179.53	326.34	597.75
East and Northeast Asia	35.70	40.51	65.59	66.66	118.70	283.34	486.23
Latin America and the Caribbean	21.35	24.42	31.14	33.62	41.07	75.58	131.19
Middle East and North Africa	18.36	18.45	30.45	31.52	45.30	87.50	145.98
Southeast Asia	6.47	7.38	11.22	11.75	18.79	42.28	94.89
Sub-Saharan Africa	1.41	1.54	2.24	2.34	3.60	9.08	19.78
South and Southwest Asia	6.65	7.78	12.65	13.23	23.33	63.25	137.25
Transition economies and other Asia Pacific	3.25	3.57	5.54	5.79	8.28	17.12	23.87
United States of America, Canada, Australia and New Zealand	153.98	175.56	249.65	278.15	383.64	735.75	1,275.08

Figura 1. International Transport Forum. Observatorio de la OCDE con Modelo de transporte urbano de mercancías: vehículos-kilómetro, año 2022. Fuente: [13]

El mayor aporte consiste en generar espacios de intercambio de ideas y de presentación de las mejores prácticas, además de reflexionar sobre las brechas entre países. Su reunión anual de ministros del transporte es un aporte a este fin.

2. Instrumentos para la toma de decisiones en políticas de seguridad vial en América Latina - CEPAL. Índice de Seguridad de Tránsito (INSETRA).

Este modelo es el resultado del estudio de la OMS en el que se establece que la región tiene una tasa de siniestralidad vial 10 veces superior a la de países desarrollados. Para tal resultado, el índice desarrolla el indicador de manera sistémica, considerando que la seguridad vial es un proceso de “preservación”, identificando dos dimensiones básicas [14]:

1. Dimensión de resultado: esta mide la preservación de la vida, salud y bienes hasta el momento de la medición. Esto incluye la medición de:
 - Magnitud de la siniestralidad.
 - Consecuencias de la siniestralidad.
2. Dimensión de sustento: consiste en la medición del riesgo observado de los factores asociados a la siniestralidad vial, que incluye en su medición:
 - Riesgos en la conducta individual.
 - Riesgos viales.
 - Riesgo vehicular.

Cada aspecto está constituido por uno o varios indicadores y se le asigna un peso porcentual a cada uno para que, de manera agregada, se constituya el 100 % del indicador INSETRA. La figura 2 muestra gráficamente esta estructura agregada.

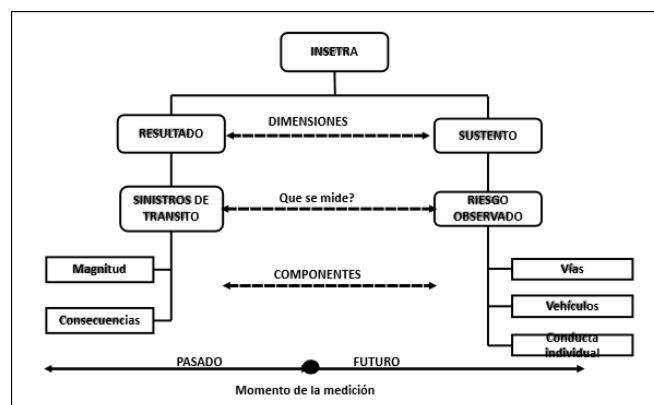


Figura 2. CEPAL, Serie recursos naturales e infraestructura, Instrumento para la toma de decisiones en políticas de seguridad vial en América Latina, índice de seguridad de tránsito (INSETRA), página 60. Fuente: [14]

Para obtener este indicador se debe medir las dimensiones de la siguiente manera técnica y con base en datos y estadísticas así:

Dimensión de resultado

a) Magnitud:

Tabla 1. Indicador de magnitud.

Parque vehicular	Impacto sobre la población	Impacto sobre la población Exposición al riesgo
No. Anual de siniestros por cada 10 000 vehículos.	No. Anual de siniestros por cada 100 000 habitantes.	No. Anual de siniestros por cada 100 millones de kilómetros recorridos.

Fuente: [14, p. 14].

El indicar permite discriminar por tipo de lesión o actor vial, o con la información disponible o agregada como en los indicadores.

b) Consecuencias de la siniestralidad:

Tabla 2. Indicadores de consecuencias de la siniestralidad vial INSETRA.

	Tasas anuales de fallecidos	Tasas anuales de lesionados
Parque vehicular	No. Anual de fallecidos por cada 10 000 vehículos.	No. Anual de lesionados por cada 10 000 vehículos.
Sobre la población	No. Anual de fallecidos por cada 100 000 habitantes.	No. Anual de lesionados por cada 100 000 habitantes.
Exposición al riesgo	No. Anual de fallecidos por cada 100 millones de kilómetros recorridos.	No. Anual de lesionados por cada 100 millones de kilómetros recorridos.

Fuente: [14, p. 14].

Dimensión de sustento

Con respecto a la segunda dimensión, de sustento, se calcula en relación con base en los siguientes grupos de indicadores:

a) Componente de riesgo vehicular: sus componentes están detallados en la tabla 3.

Tabla 3. Indicadores de equipamiento de seguridad de los vehículos INSETRA.

Estado mecánico del vehículo	Equipamiento de seguridad de los vehículos
<ul style="list-style-type: none"> • Dirección • Freno • Luces • Neumáticos • Vidrios 	<ul style="list-style-type: none"> • Frenos ABC. • Carrocería con deformación programada. • Sistema de protección contra impacto lateral. • Airbags frontales y laterales. • Cinturones de seguridad. • Pretensores de cinturones de seguridad. • Limitadores de tensión de los cinturones de seguridad.

Fuente: [14, p. 14].

b) Componente de riesgo vial: mide que características viales o de infraestructura vial contribuyen a disminuir el riesgo de ocurrencia de siniestros o sus consecuencias. Tales como cruces, tramos de vía, hitos, evolución de la sección transversal, reductores de velocidad.

c) Componentes de riesgo en la conducta individual: trata de medir la conducta in situ del conductor, la cual es difícil de registrar, por lo tanto implica tener un procedimiento de registro en terreno. Los aspectos que mide son el cumplimiento de normas y señales de tránsito, precauciones frente a aspectos climáticos, ceder el paso a vehículos de emergencias o actores viales vulnerables, entre otros [15].

La aplicación del indicador INSETRA en países como Chile ha mostrado que es un buen descriptor del esta-

do de la seguridad vial y permite identificar dimensiones como la de sustento asociada al riesgo de manera puntual, ayudando a definir políticas.

3. Indicadores de Seguridad Vial en Argentina

Desde el 2008, la Agencia Nacional de Seguridad Vial de Argentina está encargada de realizar las investigaciones de accidentes de tránsito, como base para la formulación de políticas públicas y estrategias de seguridad vial. Desarrolla los siguientes indicadores así:

- Índices de accidentalidad: calculados con base en la población y vehículos registrados, se asocian a índices de peligrosidad y severidad por vehículos en tramos específicos.
- Índices de morbilidad: con igual criterio que el índice de accidentalidad.
- Índice de mortalidad: además de los criterios anteriores, se incluyen aspectos de incidencia de señalización, conducta humana, impacto de factores ambientales y del entorno.

Como se observa en el informe de siniestralidad vial, hay formas de cálculo y presentación de estos indicadores similares a los usados en Colombia y presentados en el documento de Anuario de siniestralidad vial de Bogotá [7].

B. Entidades colombianas

Se analizan los indicadores de seguridad vial nacionales de la Agencia Nacional de Seguridad Vial del Ministerio de Transporte y los indicadores del Observatorio Vial de Bogotá. Indicadores de Seguridad vial de la Agencia Nacional de Seguridad Vial (ANSV).

Los indicadores que se adoptaron se basaron en los indicadores de la ITF y se utilizan los indicadores de la CEPAL de resultado, con la finalidad de comparar la situación del país y de los países vecinos. Dicha entidad asocia los indicadores de seguridad vial como se muestra en la tabla 4.

Tabla 4. Grupos de indicadores de seguridad vial de la ANSV.

Grupo de indicadores	Contenido	Indicadores
Indicadores estratégicos de desempeño en seguridad vial	Perfila el comportamiento de conductores de vehículos livianos, motociclistas, ciclistas y peatones, en distintos escenarios urbanos del país, con una representatividad nacional regional y departamental.	<ul style="list-style-type: none"> • Uso cinturón de seguridad. • Sistema de retención infantil. • Velocidades. • Uso del sistema de luces. • Uso de casco. • Uso de prendas reflectivas. • Sobreocupación. • Elementos distractores. • Maniobras de riesgo. • Cruce peatones.
Fallecidos y lesionados	Estándar internacional de muertes a 30 días. Cualquier fallecido por siniestro vial que no supera los treinta (30) días entre la fecha de ocurrencia del siniestro y la fecha de ocurrencia de la muerte.	<ul style="list-style-type: none"> • Estándar anual comparado con año anterior. • Distribución por actor vial.
Comparativo IRTAD	Uso de indicadores de la ITF de siniestralidad mortal anual por periodos de 30 días, comparándola con 63 países de la OCDE.	<ul style="list-style-type: none"> • Índice de siniestralidad vial total. • Índice de siniestralidad por actor vial.

Grupo de indicadores	Contenido	Indicadores
Histórico víctimas	Histórico de cifras año de muertos y lesionados y matriz de correlación de día y hora del día donde hay más siniestros.	<ul style="list-style-type: none"> Tasa de mortalidad. Matriz de hora del día y día. Matriz de colisión por actor vial por periodo anual.
Matriz de colisión	Presenta información sobre las colisiones por cada acto vial y muestra su detalle.	<ul style="list-style-type: none"> Gráficas de proyección con 3 horas de cifras preliminares.
<ul style="list-style-type: none"> Cifras año en curso 	Tablero de control descriptivo de víctimas de accidentes de tránsito.	

Fuente: [6].

De este grupo de indicadores, no se encontró evidencia de uso de indicadores estratégicos de desempeño vial, en especial de maniobras de riesgo, debido a que la metodología de recolección de datos debe ser en el momento del accidente. Hay estudios sobre el análisis de maniobras inseguras para accidentes de colisiones laterales de camiones [16] en ciudades donde se identifican cinco factores de comportamiento de la anterior tabla, que están presentes en colisiones donde uno de los actores viales es un camión.

Con respecto a los indicadores de severidad, medidos en tasas de fallecidos y lesionados, no se tiene en cuenta las similitudes o diferencias en los mecanismos que determinan la gravedad de accidentes con participación de camiones. Al respecto, hay un estudio de la Universidad de Texas que sugiere medidas preventivas frente a la accidentalidad de estos actores viales [17], teniendo en cuenta múltiples factores.

En Bogotá, el Observatorio de Movilidad presenta información de accidentalidad por corredor vial, con datos anuales. A continuación, se exponen los datos del corredor vial de la Calle 13. En este eje vial, la composición del tráfico es de más del 60 % para camiones,

esto afecta la seguridad vial en esta vía [18]. La figura 3 muestra las estadísticas de siniestros viales de camiones de Bogotá en el 2021.

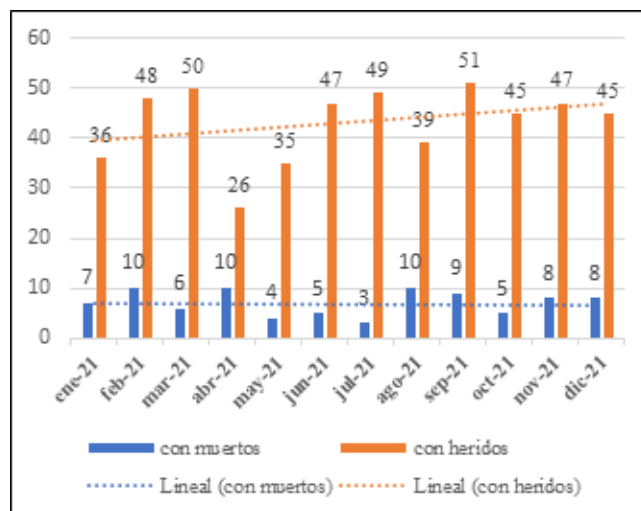


Figura 3. Cantidad de siniestros que involucraron vehículos de transporte de carga.
Fuente: [7, p. 186].

En la siguiente sección, se presentan los análisis de indicadores de seguridad vial para comprender la accidentalidad del eje vial de la Calle 13 para camiones.

III. SELECCIÓN DE INDICADORES

Dada la variedad de alternativas y criterios técnicos diferentes sobre como medir la seguridad vial, es necesario aplicar una metodología que permita la comparación con base en criterios que posibiliten jerarquizar que indicadores representan esta realidad. En este caso, hay que definir cuáles indicadores miden la seguridad vial de la Calle 13. La metodología que aplica es el análisis multicriterio por puntuación.

Se debe aplicar los siguientes pasos:

1. Agrupar los indicadores por afinidad.
2. Definir criterios de selección.
3. Aplicar filtros sobre alternativas.
4. Obtener el resultado.

Los resultados de la aplicación de esta metodología son los siguientes.

A. Aplicación de la metodología

Para la selección de la metodología de los indicado-

res a usar, se aplicó la metodología multicriterio [19], aplicando criterios orientados a definir un indicador que permita analizar la accidentalidad del eje vial de la Calle 13, por el actor vial de camiones. Así como las opciones analizadas de medición de la seguridad vial a nivel internacional y nacional. El uso de análisis con criterios múltiples para sistemas complejos, como lo es la accidentalidad vial, se aplicó en un estudio para medir la seguridad vial en Italia [20]. La tabla 5 muestra la priorización de pesos y la puntuación de 1 a 10 obtenida en cada grupo de indicadores con respecto a la seguridad vial de la Calle 13 en Bogotá.

Tabla 5. Criterios y ponderación del análisis de las metodologías de indicadores.

Criterios de Evaluación	ITF - OCDE	Agencia CEPAL Nacional de Seguridad Vial Argentina (ANSV)			Secretaría Movilidad de Bogotá Observatorio (%)
		Índice INSETRA	de Seguridad Vial	de Bogotá Observatorio	
Indicadores de severidad, con criterios de población (por cada 100 000 habitantes).	10	10	10	10	15%
Indicadores de severidad, con criterios del parque vehicular de camiones.	10	5	5	5	15%
Indicadores asociados al riesgo-conducta vial.	3	3	10	3	30%
Indicadores asociados el riesgo-infraestructura.	10	10	10	3	30%

Indicadores asociados el riesgo-equipamiento de seguridad.	3	10	10	3	10%
Puntuación de cada alternativa.	7,2	7,15	9,25	4,35	100%

Fuente: elaboración autores.

A continuación, se verifica si se cumple o no con los criterios del DANE para definir indicadores [21], se aplicó a los diferentes métodos estudiados que aparece en la tabla 6.

Tabla 6. Verificación de requisitos de indicadores y su construcción DANE.

Criterios de evaluación	ITF -OCDE	CEPAL -Índice INSETRA	Agencia Nacional de Seguridad Vial Argentina (ANSV)	Secretaría Movilidad de Bogotá Observatorio
Identificación del contexto.	No	Si	Si	Si
Determinación de usos y autores.	Si	Si	Si	Si
Identificación de fuentes de información y procedimientos de recolección de información.	Si	No	Si	Si
Identificación de responsabilidades	Si	Si	No	Si
Documentación del indicador.	Si	No	Si	No
Puntuación afirmativa.	80%	60%	80%	80%

Fuente: elaboración propia con datos obtenidos de la Calle 13.

Esta tabla, aunque evidencia que cada método de desarrollo de indicadores de seguridad vial para analizar la accidentalidad tiene diferencias y similitudes, se observan que todos cumplen en más del 50% con los criterios de calidad para su desarrollo y aplicación.

B. Datos para comparar la accidentalidad en la Calle 13 de Bogotá

Con base en el Anuario de siniestralidad vial del año 2021 [22], [HAGS6.1][SLMV6.2][SLMV6.3] emitido por la secretaria de Movilidad de Bogotá en el año 2022, para lo cual se utiliza un indicador de Razón así:

$$\text{Razón} = \frac{\text{(Variable 1 en el tiempo i)} (1)}{\text{(Variable 2 en el tiempo i)}}$$

Se utilizará un indicador de proporcionalidad, como una relación entre dos variables con la misma unidad de medidas (por ejemplo, fatalidades o lesionados) en el mismo periodo de tiempo, como un indicador de cobertura, en este caso de la participación de la accidentalidad de Bogotá del eje vial de la Calle 13, se usa la siguiente fórmula:

$$\text{Porcentajes} = \frac{\text{(Variable 1 en el tiempo i)} \times 100 (2)}{\text{(Total Variable 2 en el tiempo i)}}$$

Para los datos de Bogotá del año 2021, se tiene un universo de ocurrencia de 603 siniestros, con 770 heridos y 87 muertos. La periodicidad de ocurrencia de accidentes graves donde está involucrado un vehículo de carga es de 14 horas y 32 minutos. En el caso de siniestros con muertes donde está involucrado un camión, ocurren cada 4 días y 5 horas.

Con respecto a los días en los que ocurren estos accidentes en Bogotá, se tiene que los días lunes y domingos se presenta la menor frecuencia de accidentes con lesionados en un 17 %. La distribución de días y horas de día con mayor incidencia de accidentes en el que encuentra involucrado un camión se evidencia en la figura 5. Allí la línea azul corresponde a los lesionados y la línea de color rojo a los fallecidos. Se evidencia que el proceso de transporte de carga es acorde a los horarios de atención de centros logísticos y clientes en horas día de 5:00 a.m. a 6:00 p.m.

Para el análisis se utilizarán datos de dos años de accidentes con camiones en Bogotá y de la Calle 13 de Bogotá. Solo en los datos nacionales hay indicadores de riesgo asociados a uso de equipamiento de seguridad (cinturones de seguridad), pero a nivel del Observatorio de Movilidad de Bogotá no hay indicadores de este tipo. La ANSV tiene un informe análisis de impacto normativo sobre el cinturón de seguridad, pero hay un vacío reglamentario en la evaluación del desempeño de esta medida [23].

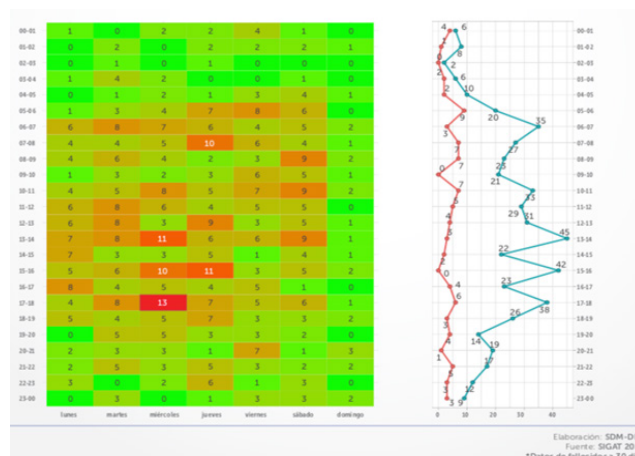


Figura5. Matriz de accidentes por hora y día de la semana, Año 2021. Fuente: [22, p. 187]

Con respecto a los accidentes que involucran camiones en Bogotá, en el año 2021, el 45 % ocurrió los martes y miércoles entre 4 y 8 a.m. y entre 10 a.m. y medio día. Mientras que los accidentes con lesionados se comportan muy semejantes entre semana, y sobresale el día sábado por el incremento leve de ocurrencia de accidentes. Este comportamiento es similar en los otros 5 años del análisis, lo cual se explica en la forma de contratación del sector de carga que mayoritariamente es a destajo, en estudios realizados en conductores de camiones en Australia, se demostró una asociación a riesgos de fatiga y somnolencia, soportado en el artículo de los autores Thompson y Stevenson [24].

IV. RESULTADOS DE APLICAR LOS INDICADORES

Indicador de gravedad por año: con la información de los 5 años de accidentes en la Calle 13 se aplicó pruebas estadísticas descriptivas [25] de test de Chi cuadrado para identificar independencia entre las categorías de accidentes viales. Se tuvieron en cuenta las frecuencias por año, por tipo de gravedad el evento y sobre la participación en el total de datos de la muestra. La siguiente tabla 7 resume el análisis por año.

Tabla 7. Análisis de independencia de los datos de accidentes con camiones en la Calle 13

	2015	2016	2017	2018	2019	Total
Con heridos	11	8	6	9	9	43
Participación						
/total año	10%	8%	9%	18%	17%	
Participación						
en los 5 años	3%	2%	2%	2%	2%	
Con muertos	2	1	1	2	1	7
Participación						
/total año	2%	1%	1%	4%	2%	
Participación						
en los 5 años	1%	0%	0%	1%	0%	
Sólo daños	93	86	61	40	42	322
Participación						
/total año	88%	91%	90%	78%	81%	
	25%	23%	16%	11%	11%	
Total año	106	95	68	51	52	372
	100%					

test Pearson's Chi-squared test

Chi² = 6,893932 d.f. = 8 p = 0,548
 Minimum expected frequency ≤ 5 5 de 15 (33,33%)

Fuente: elaboración propia

En este caso, p es mayor que 0.05, por lo que las variables de gravedad del accidente donde están involucrados camiones son independientes (es decir, no están vinculadas entre sí).

Comparando los datos de la Calle 13 con los datos de Bogotá, se evidencia al aplicar el indicador “por gravedad de siniestros mortales de la ciudad de Bogotá comparados con la calle 13” se observa que, aunque la Calle 13 como eje vial de carga participa de tan solo el 0,42 % de los casos de choque con respecto a la ciudad, la participación con respecto a todas las categorías de gravedad su participación, con respecto a la ciudad, es del 19 %. Cabe anotar que, para esta categoría de atropellos el 100 % son siniestros mortales. De otra parte, más del 84 % de estos eventos ocurren en la localidad de Fontibón y el 16 % restante en la localidad de Puente Aranda.

Con respecto a la ocurrencia de accidentes viales asociados a las horas de ocurrencia, se tiene la figura 7 que explica visualmente esto.

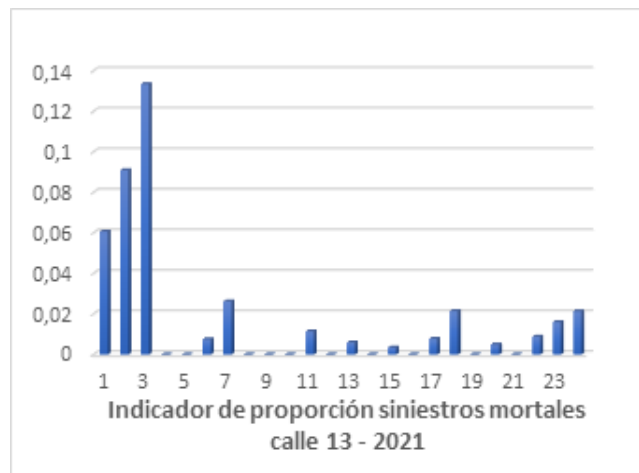


Figura 7. Participación de siniestros mortales en la calle con accidentes que involucran camiones por hora/día.
 Fuente: elaboración propia.

Como se observa en la figura anterior, se puede evidenciar que en desde las 9 de la noche hasta las 3 de la mañana la participación de los accidentes mortales donde está involucrado un camión se incrementa hasta el 13 % de la mortalidad comparada con la ciudad. El riesgo de fatiga puede presentarse asociado a microsueños, sobre lo cual se han realizado experimentos para desarrollar mecanismos de detección temprana mediante uso de las TIC [26].

Se debe aplicar políticas y estrategias que disminuyan la cantidad de vehículos en la Calle 13, no solo en tránsito, sino en parqueo por descargue. La presión por cumplir las metas de entrega de los camiones genera un sesgo perceptivo de la conducción agresiva, en este caso, el aumento en la velocidad, ya sean conscientes o inconscientes, que causan accidentes [26], como lo expreso el estudio de la Universidad de Beijing.

Con base en los días de ocurrencia de la semana se tiene lo siguiente, representado en la figura 8.

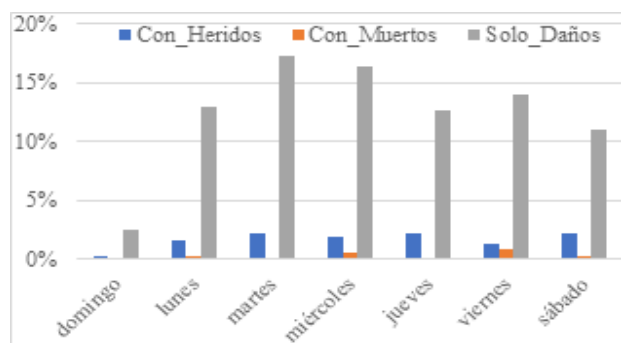


Figura 8. Distribución de accidentes por día de la semana.
 Fuente: elaboración propia.

Los días de mayor frecuencia de accidentalidad son los días martes, miércoles y viernes, donde el 96 % corresponde a accidentes con choque y contra un objeto fijo en un 94 % de los casos en la Calle 13. Un estudio realizado en conductores de camiones en carretera demostró que los accidentes con colisión trasera son producidos por efectos de la “fatiga aguda” generada por el estrés de conducir [28].

Las localidades más afectadas por la accidentalidad de camiones de carga que circulan por la Calle 13 son Fontibón con una participación del 81 %, Puente Aranda con el 15 % y 14 % restante en las localidades de Kennedy y los Mártires, donde existen gran cantidad de empresas logísticas, que están ausentes del análisis de accidentalidad vial de camiones, y el ambiente de seguridad desde su organización es vital [29].

Índices de consecuencia/gravedad y causales: la siguiente tabla 8 muestra los resultados de la aplicación para el periodo analizado.

Tabla 8. Índices de Consecuencia de la Gravedad y la clase de accidente con camiones en la Calle 13, periodo 2015-2019.

data\$GRAVEDAD	Atropello	Caida_ocupante	Choque	Volcamiento	Total
Con_Heridos	4	1	37	1	43
	0,5	0,1	41,8	0,6	
	100,0%	100,0%	10,2%	20,0%	
	1.1%	0,3%	9,9%	0,3%	
	3.548	0,884	-4,844	0,422	
Con_Muertos	0	0	3	4	7
	0,1	0	6,8	0,1	
	0%	0%	0,80%	80%	
	0%	0%	0,80%	1,10%	
	-0,07	-0,019	-3,812	3,906	
Solo_Daños	0	0	322	0	322
	3,5	0,9	313,3	4,3	
	0%	0%	89%	0%	
	0%	0%	86,60%	0%	
	-3,462	-1	8,656	-4,328	
Total	4	1	362	5	372
	1,10%	0,30%	97,30%	1,30%	

Statistics for All Table Factors

Pearson's Chi-squared test

Chi² = 207.9761 d.f. = 6 p ≤ 2e-16

Minimum expected frequency: 0,0188172 ≤ 5 5 de 15 (33,33%)

Cells with Expected Frequency ≤ 5 of 12 (75%)

Fuente: elaboración propia

Al aplicar pruebas de independencia de Pearson se obtiene que están relacionadas las variables de Gravedad con las variables de Clase de accidentes. Es más probable tener accidentes con heridos si el tipo de accidentes donde está involucrado un camión es un atropellamiento, caída de ocupante y volcamiento, en ese orden. Para el caso de siniestro con muertes, se asocia a accidentes con volcamiento [30].

Para los accidentes con daño se asocia a accidentes clasificados como solo choque. Un estudio realizado sobre el pronóstico de accidentalidad concluyó que hay una relación de incremento de los accidentes con relación al incremento de cada kilómetro a recorrer por parte de los camiones en una vía [31]. Esto se debe a la carga laboral que debe asumir el conductor y a las largas jornadas de viaje que lo exponen a fatiga y microsueños.

Gráfica de correlación de gravedad de accidentes y variables de características del accidente: el objetivo del análisis de estos datos es asociar las diferentes variables que están correlacionadas y que pueden explicar la accidentalidad de camiones en la Calle 13. Se concluye que para más del 90 % de los casos con gravedad de daños estos se asocian a variables de la vía como intersecciones, pasos elevados, glorietas, puentes, tramos de vía y vía peatonal invadida [32]. Con respecto a la proporción de las variables asociadas al conductor, que se asocian a choque son objetos fijos o predios, son muy bajos [33].

Otros comportamientos del conductor no están especificados en las variables. Se muestra que existe una alta asociación entre volcamiento y gravedad de accidentes con heridos y/o fallecidos donde esté involucrado un camión en la Calle13.

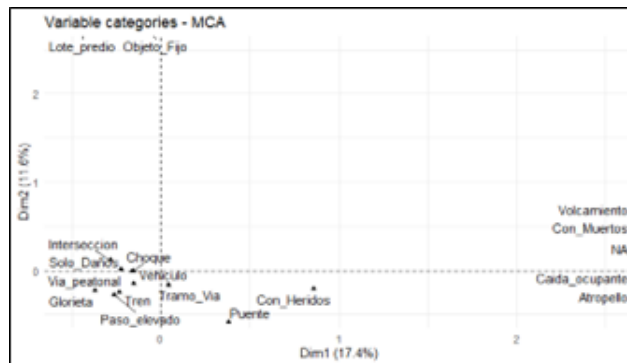


Figura 9. Correlación de gravedad y características de siniestros mortales en la calle con accidentes que involucran camiones.

Fuente: elaboración propia.

Con base en los datos recabados, se obtiene una información relevante para establecer políticas y estrategias de intervención específica para atender a los actores viales, camiones en particular, en la Calle 13 de Bogotá. Se debe tener en cuenta los efectos de la seguridad vial en periodos de pandemia y pospandemia del COVID-19, ya que la ausencia de vehículos particulares en época de confinamiento no disminuyó la tasa de accidentalidad en el periodo 2020 y 2021. Los aspectos no solo viales son importantes, sino también los de comportamiento son relevantes para analizar este periodo [34].

V. CONCLUSIONES

En primer lugar, aunque existen entidades con enfoques diferentes de medición de la seguridad vial, existen aspectos comunes como el uso de indicadores de proporciones y tasas, como una medida de gestión de la accidentalidad en periodos de tiempo.

Los indicadores de la OCDE y la CEPAL aportan aspectos de análisis sobre política pública en materia de seguridad vial, pero el análisis del contexto del territorio es vital para identificar brechas y obstáculos en el desarrollo de estas políticas, puesto que el incremento en la capacidad de medir estadísticamente el fenómeno de accidentalidad por actores, y en especial, el de transporte de carga, es importante.

El uso de indicadores de la ANSV con indicadores de proporción y tasas permitieron analizar descriptivamente la accidentalidad vial de la Calle 13 para un periodo de 5 años. Para la siniestralidad en Calle 13, se concluye que participa hasta en un 13 % de la totalidad de accidentes mortales en Bogotá, en especial, cuando el evento se asocia a choque con objeto fijo y atropellamiento. Este estudio evidencia que la infraestructura de esta vía tiene aspectos asociados a estos accidentes como el estado de las glorietas, los cruces, los tramos de la vía y las vías peatonales. Con respecto al factor humano, este se vincula a los accidentes desde el ámbito de la seguridad vial al identificar incumplimientos de normas de tránsito e ignorar señalización y el choque con objetos fijos y predios. No hay variables sobre el estado del camión y la implementación de medidas de seguridad.

Es valioso el estudio que realiza la ANSV con el apoyo

de más de 63 observatorios de movilidad y seguridad vial en el país, puesto que adopta tasas internacionales de registro de siniestros viales. En el caso de Bogotá, el Observatorio de Movilidad muestra información relevante para calcular tasas por vía, pero no tiene datos de variables del factor humano y la infraestructura vial asociada. Se deben complementar el análisis sobre ejes viales para la toma de decisiones de operadores logísticos y que no impliquen un cálculo adicional con el fin de que faciliten su uso práctico en la planeación de rutas y la definición de variables como día y horas más seguras, así como tramos críticos.

Se deben implementar programas dirigidos a impactar la ocurrencia de accidentes tales como Visión Zero [35], con una perspectiva sistémica y apoyando el uso de sistemas seguros en cada aspecto del proceso de movilidad de carga. Este programa plantea superar el concepto del error humano y orientarlo a la participación del factor humano en un accidente vial, junto con otros actores viales sobre el concepto de responsabilidad compartida, para fortalecer acciones y políticas de seguridad vial.

AGRADECIMIENTOS

Los autores reconocen las contribuciones de la Universidad Libre, Facultad de Ingeniería en el apoyo a la realización de este artículo dentro del marco de desarrollo de un proyecto de investigación. Agradecimiento a la Secretaría de Movilidad, Área de Carga-Bogotá, por las ayudas en la fijación de los criterios en las metodologías de indicadores.

REFERENCIAS

- [1] Naciones Unidas, "Accidentes viales: 'Una epidemia silenciosa y ambulante' que mata a 1,3 millones de personas por año", 2022, 30 Junio. Disponible en: <https://news.un.org/es/story/2022/06/1511112>. [Último acceso: 2023, julio].
- [2] Organización Mundial de la Salud [OMS], Salve VIDAS. Paquete de medidas técnicas sobre seguridad vial, Ginebra: Organización Mundial de la Salud, 2017, pp. 10-39. Disponible en: <https://iris.who.int/handle/10665/255308>
- [3] European Transport Safety Council, "How to improve the safety of goods vehicles in the EU?", PIN Flash Report 39, Bruselas: European Transport Safety Council,

2020. Disponible en: https://etsc.eu/wp-content/uploads/PIN-FLASH39_FINAL.pdf

[4] W. L. Soro, N. Haworth, A. Kumar Debnath & D. Wishart, "An examination of the relationship between financial performance and safety factors in the heavy trucking industry", *Safety Science*, vol. 164, 106156, 2023. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.ssci.2023.106156>

[5] Á. Gómez Méndez, "Estrategia Seguridad Vial 2030", European Transport Safety Council, 2022, 7 Julio. Disponible en: <https://etsc.eu/wp-content/uploads/Spain-road-safety-strategy.pdf>. [Último acceso: 2023, Julio].

[6] Agencia Nacional de Seguridad Vial, "ANSV - Observatorio – Estadísticas", Agencia Nacional de Seguridad Vial, 2022, 20 Diciembre. Disponible en: <https://ansv.gov.co/es/observatorio/estad%C3%ADsticas>. [Último acceso: 2023, Febrero].

[7] Secretaria de Movilidad de Bogotá, Anuario de siniestralidad vial de Bogotá - 2020, Bogotá: Secretaria de Movilidad de Bogotá, 2021. Disponible en: <https://n9.cl/jh5m4>

[8] Secretaria de Movilidad de Bogotá, Observatorio de Movilidad de Bogotá, Secretaria de Movilidad de Bogotá, 2021, 20 Diciembre. Disponible en: <https://observatorio.movilidadbogota.gov.co/carga>. [Último acceso: 2023, Febrero].

[9] J. Jarrín, E. Solano, W. Rodríguez y C. Quintero, Corredor logístico de la Calle 13: hallazgos y recomendaciones, Bogotá: ANDI; Corporación Calle 13, 2021. Disponible en: <https://n9.cl/d2wy7>

[10] C. Fang, H. Qiu, B. Yan & W. Zhu, "Study on the critical speed of truck on highway under the compound condition of wind, rain and snow", *Proceedings of SPIE - The International Society for Optical Engineering*, vol. 12591, pp. 1-12, 2023. Doi: <https://doi.org/10.1117/12.2668531>

[11] Y. Yuan, M. Yang, Z. Gan, J. Wu, C. Xu & D. Lei, "Analysis of the risk factors affecting the size of fatal accidents involving trucks based on the structural equation model", *Transportation Research Record*, vol. 2673, no. 8, pp. 112-124, 2019. Doi: <https://doi.org/10.1177/0361198119841042>

[12] Agencia Nacional de Seguridad Vial, Indicadores de desempeño en la seguridad vial de Colombia: Un ejercicio

observacional para definir el comportamiento de los usuarios viales, vol. 1, Bogotá: Agencia Nacional de Seguridad Vial, pp. 7-15, 2022. Disponible en: <https://n9.cl/dy42x>

[13] International Transport Forum, "Transport data and statistics", International Transport Forum, 2023, 30 Diciembre. Disponible en: <https://www.itf-oecd.org/transport-data-and-statistics>. [Último acceso: 2023, Febrero].

[14] J. Nazif, D. Rojas, R. Sánchez y Á. Velasco, Instrumentos para la toma de decisiones de política de seguridad vial en America Latina. El Índice de Seguridad de Transito (INSETRA), vol. 1, Santiago: CEPAL, 2006. Disponible en: <https://hdl.handle.net/11362/6311>

[15] S. Zhai, S. Gao, L. Wang & P. Liu, "When both human and machine drivers make mistakes: Whom to blame?", *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, vol. 170, pp. 1-22, 2023. Disponible en: <https://n9.cl/9jn4k>

[16] H. Ning, Y. Yu & L. Bai, "Unsafe behaviors analysis of sideswipe collision on urban expressways based on bayesian network", *Sustainability (Switzerland)*, vol. 14, no. 13, pp. 1-15, 2022. Doi: <https://doi.org/10.3390/su14138142>

[17] F. Chen, C. Wang, Y. Zhang & J. Cheng, "Spatio-temporal instability analysis of injury severities in truck-involved and non-truck-involved crashes", *Analytic Methods in Accident Research*, vol. 34, pp. 1-19, 2022. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.amar.2022.100214>

[18] H. Wen, J. Sun, Q. Zeng, X. Zhang & Q. Yuan, "The effects of traffic composition on freeway crash frequency by injury severity: A bayesian multivariate spatial modeling approach", *Journal of Advanced Transportation*, pp. 1-15, 2018. Doi: <https://doi.org/10.1155/2018/6964828>

[19] F. Llamazares Redondo y S. Berumen, Los métodos de decisión multicriterio y su aplicación al análisis del desarrollo local, 1. ed. Madrid: ESIC Editorial, 2011. Disponible en: <https://n9.cl/71lxm>

[20] S. Jafarzadeh Ghouschi, S. Shaffiee Haghshenas, A. Memarpour Ghiaci, G. Guido & A. Vitale, "Road safety assessment and risks prioritization using an integrated SWARA and MARCOS approach under spherical fuzzy environment", *Neural Computing and Applications*, vol. 5, no. 6, pp. 4549-4567, 2023. Doi: <https://doi.org/10.1007/s00521-022-07929-4>

- [21] Departamento Administrativo Nacional de Estadística [DANE], *Introducción al diseño, construcción e interpretación de indicadores*, vol. 1, Bogotá: DANE, 2012. Disponible en: <https://n9.cl/helcy>
- [3522] Secretaria de Movilidad Bogotá, *Anuario de Siniestralidad Vial de Bogotá - 2021*, Secretaria de Movilidad de Bogotá, 2022. Disponible en: <https://n9.cl/rt9mj4>
- [22] Secretaria de Movilidad Bogotá, *Anuario de Siniestralidad Vial de Bogotá - 2021*, Secretaria de Movilidad de Bogotá, 2022. Disponible en: <https://n9.cl/rt9mj4>
- [23] Agencia Nacional de Seguridad Vial [ANSV], *Reglamento Técnico aplicable a cinturones de seguridad para uso en vehículos automotores, que se fabriquen, importen o comercialicen en Colombia*, Bogotá: ANSV, 2020. Disponible en: <https://n9.cl/dru2x>
- [24] J. Thompson & M. Stevenson, "Associations between heavy-vehicle driver compensation methods, fatigue-related driving behavior, and sleepiness", *Traffic Injury Prevention*, vol. 15, pp. 10-14, 2014. Doi: <https://doi.org/10.1080/15389588.2014.928702>
- [25] J. Devore, *Probabilidad y estadística para ingeniería y ciencias*, Trad. J. H. Romo, México: Cengage Learning, 2012. Disponible en: <https://n9.cl/ty64>
- [26] Ł. Dziuda, P. Baran, P. Zieliński, K. Murawski, M. Dziwosz, M. Krej, M. Piotrowski, R. Stablewski, A. Wojdas, W. Strus, H. Gasiul, M. Kosobudzki & A. Borkiewicz, "Evaluation of a fatigue detector using eye closure associated indicators acquired from truck drivers in a simulator study", *Sensors*, vol. 21, no. 19, pp. 1-20, 2021. Doi: <https://doi.org/10.3390/s21196449>
- [27] Y. Ma, X. Gu, Y. Yu, A. Khattak, S. Chen & K. Tang, "Identification of contributing factors for driver's perceptual bias of aggressive driving in China", *Sustainability*, vol. 13, no. 2, pp. 1-18, 2021. Doi: <https://doi.org/10.3390/su13020766>
- [28] S. Minusa, K. Mizuno, D. Ojira, T. Takana, H. Kuriyama, E. Yamano, H. Kuratsune & Y. Watanabe, "Increase in rear-end collision risk by acute stress-induced fatigue in on-road truck driving", *Plos One*, vol. 16, no. 10, pp. 1-21, 2021. Doi: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0258892>
- [29] Y.-h. Huang, Y. He, J. Lee & C. Hu, "Key drivers of trucking safety climate from the perspective of leader-member exchange: Bayesian network predictive modeling approach", *Accident Analysis and Prevention*, vol. 150, pp. 1-20, 2021. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.aap.2020.105850>
- [30] D. Friedman & B. Herbst, "The relationship between vertical velocity and roof crush in rollover crashes", *SAE Technical Papers*, 980211, pp. 1-23, 1998. Doi: <https://doi.org/10.4271/980211>
- [31] M. Behzadi Goodari, H. Sharifi, P. Dehesh, M. A. Mosleh-Shirazi & T. Dehesh, "Factors affecting the number of road traffic accidents in Kerman province, southeastern Iran (2015–2021)", *Scientific Reports*, vol. 13, no. 6662, pp. 1-28, 2023. Doi: <https://doi.org/10.1038/s41598-023-33571-8>
- [32] A. E. Ahmed & A. N. Abbood, "Development and design the correlation area between residential neighborhood and Baghdad Al Mosul Highway in Baghdad City", *Journal of Engineering and Applied Sciences*, vol. 13, no. 1, pp. 2359-2363, 2018. Disponible en: <https://docsdrive.com/?pdf=medwelljournals/jeasci/2018/2359-2363.pdf>
- [33] J-W. Lee, S.-U. Choi, Y.-J. Lee & K. Lee, A study on recognition of road lane and movement of vehicles using vision system, Seoul: 40th SICE Annual Conference, 2001, pp. 38-41.
- [34] Y. Gong, P. Lu & X. T. Yang, "Impact of COVID-19 on traffic safety from the 'Lockdown' to the 'New Normal': A case study of Utah", *Accident Analysis and Prevention*, vol. 184, pp. 1-12, 2023. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.aap.2023.106995>
- [35] K. R. Evenson, S. LaJeunesse, E. Keefe & R. B. Naumann, "Mixed-methods approach to describing Vision Zero initiatives in United States' municipalities", *Accident Analysis & Prevention*, vol. 184, pp. 1-13, 2023. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.aap.2023.107012>