

7.

ESTRATEGIAS DE SENSIBILIZACIÓN PARA CONDUCTORES Y PEATONES A PARTIR DEL ANÁLISIS DE TENDENCIA DE INCIDENTES VIALES EN EL MUNICIPIO DE ENVIGADO

Yessica Andrea Quintero Valderrama.

yaquintero@correo.iue.edu.co

Betsy Mary Estrada Perea.

bmestrada@correo.iue.edu.co

Institución Universitaria de Envigado. Envigado-Colombia

Resumen

Las cifras de fallecimientos por siniestros viales, en Colombia, van en aumento y las principales causas están asociadas a fallos técnico-mecánicos; no mantener una distancia adecuada y no obedecer las señales de tránsito. En el municipio de Envigado, durante el año 2022 se firmó un proyecto de acuerdo para adoptar la política pública de movilidad y se identifica la necesidad de contar con una solución tecnológica que establezca patrones relacionados con incidentes viales, orientada a disminuir las cifras de siniestralidad. Por lo anterior, en este estudio se presentan algunas implicaciones prácticas de los registros obtenidos del Sistema de información de accidentalidad vial del municipio de Envigado. Como parte del estudio se realiza un análisis descriptivo de los datos almacenados en el sistema,

correspondientes a aproximadamente 89.826 incidentes viales registrados durante los últimos cinco años y se identifican las variables que caracterizan la accidentalidad en el municipio. Los resultados indican que existen implicaciones prácticas para el diseño de un modelo de tendencias de accidentes de tránsito en el municipio como estructura ampliada del sistema de información. Dicho modelo de tendencia constituiría un soporte para las entidades competentes, en la sensibilización a conductores y peatones acerca de la importancia de respetar las normas de tránsito.

Palabras clave: accidente vial, análisis descriptivo, estrategia de sensibilización, minería de datos, modelo de tendencia.

Awareness strategies for drivers and pedestrians based on the trend analysis of road incidents in the municipality of Envigado

Abstract

The numbers of deaths from road accidents in Colombia are increasing and the main causes are associated with technical-mechanical failures; not keeping a proper distance and not obeying traffic signals. In the municipality of Envigado, during the year 2022 a draft agreement was signed to adopt the public mobility policy; however, there is no technological solution that identifies patterns related to road incidents aimed at reducing accident figures. Therefore, this study presents some practical implications of the records obtained from the Road Accident Information System of the municipality of Envigado. As part of the study, a descriptive analysis of the data stored in the system is carried out, corresponding to approximately 89,826 road incidents registered during the last five years, and the variables that characterize the accident rate in the municipality are identified. The results indicate that there are practical implications for the design of a traffic accident trend model in the municipality as an extended structure of the information system. Said trend model

would constitute a support for the competent entities, in raising awareness among drivers and pedestrians about the importance of respecting traffic regulations.

Keywords: road accident, descriptive analysis, awareness strategy, data mining, trend model.

Introducción

Según la Organización Mundial de la Salud (OMS), los accidentes viales producen cada año la muerte de aproximadamente 1,35 millones de personas y lesiones graves a moderadas de alrededor 50 millones de personas en el mundo. Al menos el 90% de las muertes y lesiones por siniestros viales ocurre en países de ingresos bajos o medios, donde está matriculado el 60% de los vehículos del planeta. La mayoría de las víctimas son niños y jóvenes entre cinco y 29 años, de sexo masculino; pues los hombres tienen mayor probabilidad de fallecer en este tipo de accidentes en comparación con las mujeres (OMS, 2023a). Esta tendencia convierte la situación en un problema de salud pública, ya que se estima que, para el año 2030, los accidentes viales sean la quinta causa de muerte a nivel mundial con cerca de 2,4 millones de fallecimientos anuales (OMS, 2023b).

En el contexto local y nacional, se percibe un aumento en los accidentes de tránsito ocurridos en el municipio de Envigado (Alcaldía de Envigado, 2023) y en Colombia los fallecimientos por siniestros viales ascendieron a 7.270 (Infobae, 2023). Las principales causas de tales accidentes son fallos técnico-mecánicos; no mantener una distancia adecuada; no obedecer las señales de tránsito; mal estado de los neumáticos, las luces, el sistema de frenos, afectaciones en los gases y daños en los cinturones de seguridad (Infobae, 2023).

La Agencia Nacional de Seguridad Vial da a conocer que durante el mes de enero de 2022 se registraron 571 víctimas fatales, de las cuales 314 corresponden a motociclistas, 123 a peatones, 71 a usuarios de vehículo y 22 a ciclistas fallecidos a nivel nacional (Infobae, 2023; ANSV, 2023). Incluso se identifican los choques

entre vehículos como el evento de accidentalidad que se presenta con mayor frecuencia (Infobae, 2023).

El Concejo Municipal de la ciudad de Envisado firma en el año 2022 un proyecto de acuerdo para adoptar la política pública de movilidad y aun cuando en el portal web de la Secretaría de Movilidad aparecen los registros de incidentes viales presentados en el municipio, se identifica la necesidad de contar con una solución tecnológica que mediante análisis de tendencias determine patrones relacionados con los accidentes de tránsito. Contar con herramientas de esta naturaleza facilita la toma de decisiones adecuadas en cuanto al diseño de estrategias de sensibilización a conductores y peatones, según las condiciones de siniestralidad propias del municipio; con el objeto de disminuir las cifras de accidentes viales. Con base en lo anterior, se evidencia que la siniestralidad vial es una problemática no solo de región o país sino mundial que requiere el esfuerzo de todos los municipios y a su vez de todos los países.

Por lo anterior, en esta investigación se propone caracterizar la población registrada en el sistema de accidentalidad vial del Municipio de Envisado, identificando las tendencias de los siniestros viales. Dicha caracterización constituirá un insumo para un modelo de tendencia como estructura ampliada al sistema de información de la Secretaría de Movilidad que permita dar soporte al diseño de estrategias de prevención de incidentes viales.

Metodología

En el diseño del modelo de tendencias de incidentes viales propuesto en esta investigación se aplican técnicas de minería de datos. La minería de datos se define como un proceso de recopilación, análisis y/o almacenamiento de datos el cuál podemos usar para hallar patrones, anomalías y correlaciones en el conjunto de datos obtenidos para identificar tendencias e incluso realizar predicciones. Ésta, la minería de datos abarca una serie de técnicas, métodos y herramientas que posibilitan el descubrimiento de tales patrones y relaciones, facilita la toma de

decisiones para plantear soluciones a problemas identificados (Martínez y Palencia, 2021).

Entre las metodologías más usadas en proyectos de minería de datos están Knowledge Discovery in Databases (KDD), Cross-Industry Standard Process for Data Mining (CRISPDM) y Sample, Explore, Modify, Model, Assess (SEMMA). Para el desarrollo de este proyecto se usará la metodología CRISP-DM, que cuenta con ciertas ventajas como: la adaptabilidad del uso de diversas herramientas tecnológicas, la independencia del ámbito de aplicación o sector industrial y el enfoque a problemas de negocios y al análisis técnico (Espinosa-Zúñiga, 2020). La metodología CRISP-DM comprende las siguientes fases:

- **Comprensión del negocio:** abarca el análisis de los sistemas de la Secretaría de Movilidad del municipio de Envigado relacionados con el tema de accidentalidad vial.
- **Comprensión de los datos:** incluye el entendimiento del conjunto de datos del sistema de accidentalidad vial del municipio de Envigado compuesto por 89.826 y 17 variables.
- **Preparación de Datos:** abarca la descripción de las técnicas de limpieza, transformación y selección de los datos empleadas para convertir la base de datos en un conjunto apto sobre el cual se puedan emplear las técnicas de identificación de tendencias.
- **Modelado:** incluye la identificación de correlaciones entre las variables y la implementación de la técnica de identificación de tendencia, haciendo uso de herramientas tecnológicas de minería de datos.
- **Evaluación:** abarca la descripción y análisis de la métrica de evaluación del modelo para establecer su precisión.
- **Despliegue:** incluye la definición de estrategias para la implementación del modelo propuesto y se proponen recomendaciones de sensibilización a conductores y peatones con el fin de minimizar la accidentalidad en el municipio.

Análisis de resultados

El conjunto de datos abiertos de la Secretaría de Movilidad del municipio de Envigado, relacionado con la accidental vial, cuenta con un total de 89.826 registros. Cada uno de estos registros considera 17 variables tales como: el radicado, la fecha y hora del accidente, el día de la semana de la ocurrencia, la clase de vehículo, el tipo de servicio, el tipo de víctima, el sexo, el estado de beodez, el resultado de beodez, la gravedad del siniestro, la clase de accidente, la causa del accidente, la dirección, el barrio, el área y coordenadas de la ocurrencia.

El dato fecha del accidente vial que presentaba diferentes formatos en el conjunto de datos fue transformado en diferentes variables correspondientes al día con valores entre uno y 31, el mes cuyos valores van de uno a 12 y el año comprendido entre 2014 y 2022. En cuanto a la variable día de la semana, se presenta el número de siniestros ocurridos en cada uno de los días (ver Tabla 1).

Tabla 1. Cantidad de accidentes viales según el día de la semana.

Día de la semana	Cantidad de registros	Porcentaje
<i>LUNES</i>	12605	14,03%
<i>MARTES</i>	13957	15,54%
<i>MIERCOLES</i>	13598	15,14%
<i>JUEVES</i>	13507	15,04%
<i>VIERNES</i>	14462	16,01%
<i>SABADO</i>	13402	14,92%
<i>DOMINGO</i>	8295	9,23%

Para las variables tipo de vehículo, tipo de servicio, tipo de víctima y sexo se aprecia un alto porcentaje de registros que carecen de estos datos, por lo anterior estas columnas serán eliminadas del conjunto de datos sobre el cual se aplicarán las técnicas para el análisis de tendencias. La cantidad de registros de incidentes viales

ocurridos en el municipio de Envigado, cuya causa asociada es conducir en estado de embriaguez, corresponde al 0.35% de los registros (ver Tabla 2). La mayoría de los registros de accidentalidad vial donde el conductor presenta estado de beodez ocurren los viernes, sábados y domingos, siendo el domingo el día con más reportes de siniestros (ver Figura 1).

Tabla 2. Número de casos de accidentes viales por beodez

Grado de Beodez	Número de Casos registrados por beodez
Grado 1	104
Grado 2	106
Grado 3	99
Total	309

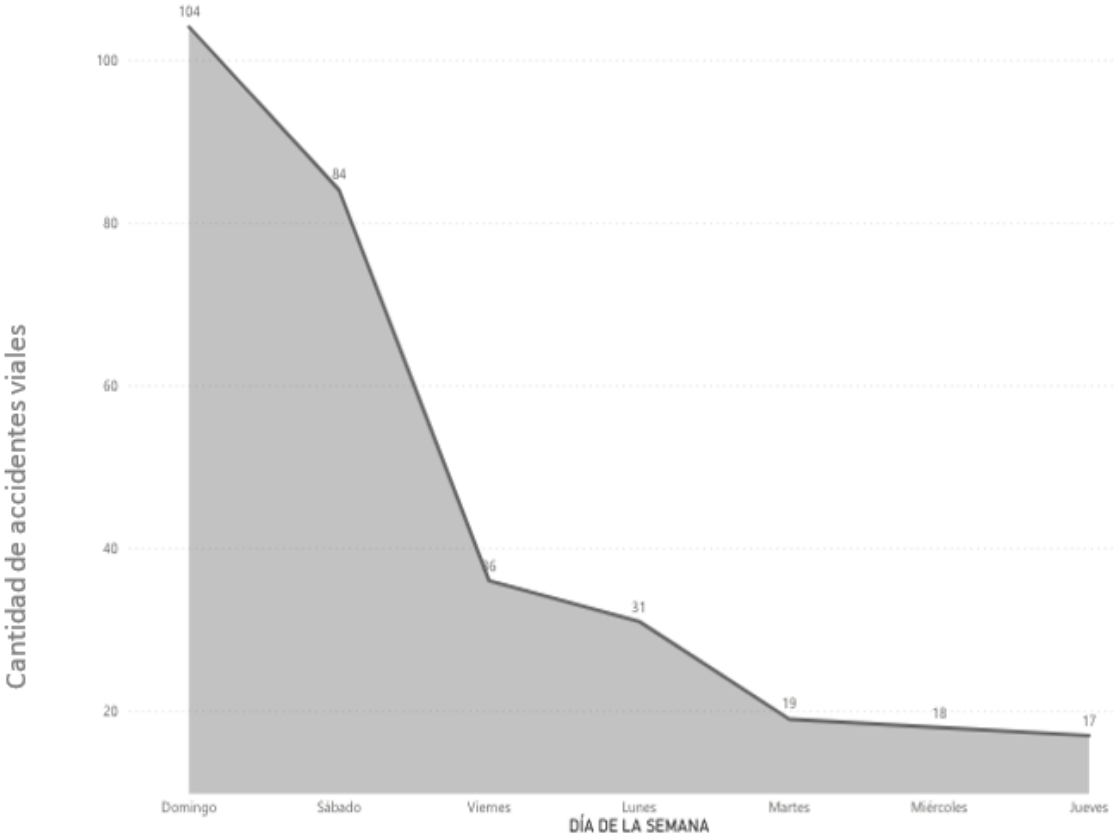


Figura 1. Cantidad de accidentes viales por estado de beodez según el día de la semana

En el caso de la gravedad de los siniestros viales, se registran 73295 con solo daños y 16.307 que involucran personas heridas. En relación con la clase de accidente, se observa a partir del conjunto de datos que la mayoría de los accidentes se debe a choques, representando el 93,18% de los siniestros en el municipio (ver Figura 2).

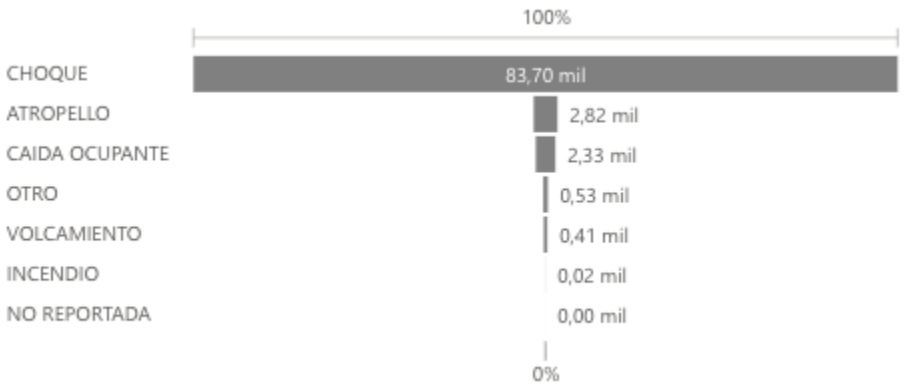


Figura 2. Número de accidentes viales según la clase de accidente

Las principales causas de incidentes viales están relacionadas con: no mantener una distancia segura de otros agentes viales, adelantar de forma peligrosa a otro vehículo, desobedecer las señales de tránsito, conducir en estado de embriaguez aparente, conducir con impericia, adelantar en curva, adelantar invadiendo el carril en sentido contrario, adelantar por la derecha, estacionar para aprovisionamiento indebido, arrancar sin precaución, cruzar sin observar, exceder los límites de velocidad, no realizar el mantenimiento mecánico, no respetar la prelación, transitar entre vehículos, entre otros.

El municipio de Envigado está segmentado en 39 barrios y 6 veredas distribuidos en 13 zonas. El 91,04% de los accidentes viales ocurre en el área urbana, mientras que el 8,94% se presenta en el área rural.

Considerando la necesidad de desarrollo de un modelo de tendencia para describir la dinámica de la accidentalidad vial del Municipio de Envigado como paso previo a

la definición de estrategias de prevención de siniestros, se identifican como categorías con mayor porcentaje de muestra las siguientes: en el caso de la variable “Día” la categoría “Viernes”, en la variable “Gravedad” la categoría “Sólo daños”, en la variable “Clase de accidente” la categoría “Choque” y en la variable “Área” la categoría “Urbana”, sólo por mencionar algunas. Las variables y categorías identificadas serán de gran interés para el desarrollo del modelo. Es necesario resaltar que se han excluido las categorías de: “sin dato”, “no reporta”, “ninguna de las anteriores” u “Otro”.

Discusión

En el ámbito colombiano se han desarrollado diversos estudios que, buscan describir la actividad relacionada con incidentes de tránsito en diferentes ciudades o corredores viales. Estos estudios arrojan información estadística relevante para orientar la toma de decisiones encaminadas a minimizar riesgos mediante programas de concientización a conductores y transeúntes y otras estrategias de prevención de accidentes. Algunos de dichos estudios son:

García (2021) propone un modelo predictivo para estimar la tasa de siniestralidad en la red arterial de la ciudad de Bogotá, en la red de vías troncales del Sistema Integrado de Transporte Público – SITP y en sus carriles preferenciales. En este estudio se emplean modelos lineales generalizados multivariados y redes bayesianas de probabilidad como técnicas para el análisis predictivo. El estudio incluye además la comparación del desempeño de ambos modelos e identificar los factores que afectan de manera significativa la ocurrencia de los siniestros en las principales vías de la ciudad. Entre los resultados, se obtienen funciones que describen, estiman y predicen el número de accidentes que se presentan en la infraestructura vial de la ciudad de Bogotá.

Bravo (2020) propone una solución técnica con la finalidad de mitigar la siniestralidad vial en la Concesión Devinorte. En esta propuesta se exploran los modelos predictivos mediante el uso de redes neuronales artificiales como

alternativa para comprender la problemática relacionada con los accidentes de tránsito y establecer relaciones entre las variables que describen la ocurrencia de un siniestro vial con víctimas no fatales. El conjunto de datos abarca registros de siniestralidad en la Concesión entre los años 2010 y 2016. Como resultado de esta investigación se obtiene un modelo que involucra las variables de entrada y las de salida a partir del conjunto de datos. Luego, se realizan comparaciones con las salidas proyectadas por el modelo predictivo, esperando obtener una aproximación cercana a las salidas reales.

Por otra parte, en el ámbito internacional, Rojas (2015) desarrolla un modelo predictivo de accidentes de tránsito ocurridos en la región de Valparaíso en Chile. En el estudio se emplean redes neuronales artificiales y algoritmos de optimización no solo para determinar la cantidad de siniestros viales sino también para estimar el número de fallecidos. El conjunto de datos que se usa para el entrenamiento de la red neuronal contiene el número de lesionados desde el año 2003 al año 2012. Entre los resultados de esta investigación están la visualización de variables y la identificación de patrones significativos que ayudan a describir de mejor manera las condiciones en las que ocurren los accidentes de tránsito, considerando que cada siniestro involucra un gran número de variables.

Los anteriores estudios evidencian la importancia de comprender la tendencia de siniestros viales en un contexto determinado como paso previo al diseño de estrategias para la sensibilización de una población en temas de seguridad vial. De igual forma, se identifica la necesidad de emplear como referencia bases de datos oficiales gubernamentales. Con base en lo anterior, la interpretación exploratoria de los datos permite considerar como variables de entrada y variable de salida para la definición de un modelo de tendencias de accidentalidad vial las que se presentan en la Figura 3.

En la Figura 3 se puede observar el relacionamiento de las variables previamente mencionadas junto con sus categorías. Adicionalmente, se aprecia que algunas variables están relacionadas, por ejemplo, “Barrio” – “Área” y otras podrían estarlo

como “Día” – “Estado de beodez”, pues la mayoría de los siniestros donde el conductor presenta algún grado de alcoholemia ocurren los días del fin de semana.

Las variables de la izquierda son las variables de entrada y “Gravedad” es la variable de salida o variable criterio que presenta dos categorías. En consecuencia, el objetivo del modelo consistirá en obtener valores de la variable de salida a partir de los valores asignados a las variables de entrada y así identificar reglas de decisión que permitan la generación de un modelo de tendencia de la gravedad del accidente. Al analizar el modelo se espera una comprensión más profunda de los predictores de siniestros viales en el municipio de Envigado.

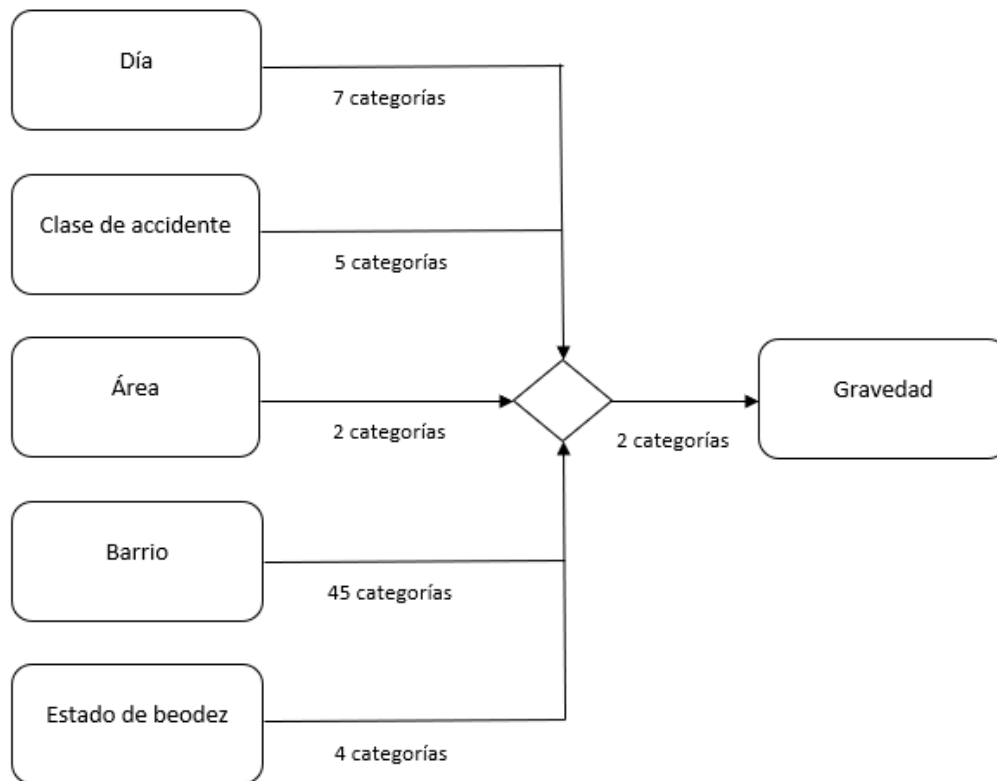


Figura 3. Relación entre posibles variables del modelo y sus categorías.

Elaboración propia.

En el proceso de planificación de acciones y medidas por parte de las autoridades locales en materia de seguridad vial, es necesario considerar las circunstancias específicas del siniestro y su actividad en el tiempo para determinar frecuencias, por ejemplo, de las causas y del tipo de accidente (Meißner y Rieck, 2022). Adicionalmente, se debe tener presente que la condición del tráfico influye notablemente en la dinámica de la accidentalidad vial (Chen *et al*, 2022; Lin y Li, 2020). Es por esto que, en algunos estudios, además, de considerar bases de datos de las entidades competentes en tema de movilidad recurren al desarrollo de sistemas que identifican publicaciones en redes sociales para identificar eventos de tráfico en determinadas vías (Capela *et al.*, 2022).

Conclusiones

Es necesario recolectar y analizar constantemente la información para que pueda ser utilizada por investigadores y demás entes interesados en comprender los fenómenos para proponer soluciones que requieran el uso de técnicas de minería de datos. En ese orden de ideas, las bases de datos gubernamentales constituyen sistemas de información útiles para orientar la toma de decisiones en el sector público.

Con el desarrollo de esta investigación se identifican variables explicativas como parte del modelo de tendencia de incidentes viales, a partir del conjunto de datos de accidentes de tránsito del municipio de Envigado. El modelo de tendencia presentado, si bien es de corte exploratorio en términos de las variables y la muestra elegida, permite identificar la existencia de condiciones propicias para describir la dinámica de los siniestros viales en el municipio de Envigado.

El modelo de tendencia constituye un soporte para la toma de decisiones por parte de los entes gubernamentales en materia seguridad vial. Algunas recomendaciones en materia de sensibilización a la población, con la finalidad de disminuir la accidentalidad vial e identificadas a partir del análisis realizado son: disponer de mayor cantidad de agentes de tránsito los viernes, pues es el día en que se presenta

mayor cantidad de accidentes viales; establecer jornadas de capacitación para conductores en estado de embriaguez recurrente; diseñar programas de seguridad vial dirigidos a conductores y peatones para reforzar el conocimiento de las señales y normas de tránsito, así como la importancia de respetarlas, buscando promover técnicas seguras del uso de la vía con el objeto de evitar choques, atropellos e infracciones en materia de tránsito.

La presente investigación representa una base de análisis para la interpretación de un fenómeno social y la consolidación de un modelo más robusto que permita identificar factores predictores y escenarios que aporten en la prevención de accidentes viales. La investigación incluyó además el análisis de antecedentes, reconociendo las bondades de los modelos, metodologías y herramientas tecnológicas empleadas para solventar problemáticas relacionadas con siniestros viales.

Referencias

ANSV. Agencia Nacional de seguridad vial. Ministerio de transporte (24 de febrero de 2023). Histórico de víctimas. <https://ansv.gov.co/es/observatorio/estad%C3%ADsticas/historico-victimas>

Alcaldía de Envigado (24 de febrero de 2023). Visualización de la Base de datos del municipio de Envigado. Accidentalidad del municipio de Envigado. <https://www.datos.gov.co/en/d/t5sw-amxr/visualizacion>

Capela, S.; Pereira, V.; Duque, J. y Filipe, V. (2022). A deep learning model for detection of traffic events based on social networks publications. *Procedia Computer Science*, Vol. 204, pp. 91 – 98, doi: 10.1016/j.procs.2022.08.011

Chen, L.; Shao, W.; Lv, M.; Chen, W.; Zhang, Y. y Yang, C. (2022). AARGNN: An Attentive Attributed Recurrent Graph Neural Network for Traffic Flow Prediction Considering Multiple Dynamic Factors. *IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems*, Vol. 23, N° 10, pp. 17201 – 17211, doi: 10.1109/TITS.2022.3171451

Espinosa-Zúñiga, J. J. (2020). Aplicación de metodología CRISP-DM para segmentación geográfica de una base de datos pública. *Ingeniería Investigación y Tecnología*, 21(1), 1- 17, <http://dx.doi.org/10.22201/fi.25940732e.2020.21n1.008>

Infobae (23 de febrero de 2023). Fallas técnico-mecánicas entre los accidentes de tránsito en Colombia. <https://www.infobae.com/america/colombia/2022/02/23/fallas-tecnicomecanicas-entre-las-principales-causas-de-los-accidentes-de-transito-en-colombia/>

Lin, Y. y Li, R. (2020) Real-time traffic accidents post-impact prediction: Based on crowdsourcing data, *Accident Analysis & Prevention*, Vol. 145, <https://doi.org/10.1016/j.aap.2020.105696>

Martínez, C.J. y Palencia, O. (2021). Modelo de minería de datos para el análisis de la productividad y crecimiento personal en las mujeres emprendedoras: el caso de la Asociación las Rosas. *Suma de negocios* 12(26), 23-30, <http://doi.org/10.14349/sumneg/2021.V12.N26.A3>

Meißner, K. y Rieck, J. (2022). Strategic planning support for road safety measures based on accident data mining, *IATSS Research*, Vol. 46, N° 3, pp. 427-440, <https://doi.org/10.1016/j.iatssr.2022.06.001>

OMS. Organización Mundial de la Salud (3 de marzo de 2023a). Plan mundial para el decenio de acción para la seguridad vial 2011 – 2020. https://www.who.int/roadsafety/decade_of_action/plan/plan_spanish.pdf?ua=1

OMS Organización Mundial de la Salud (3 de marzo de 2023b). Informe sobre la situación mundial de la Seguridad Vial 2013. https://www.who.int/violence_injury_prevention/road_safety_status/2013/report/summary