

Análisis sistémico del impacto de incidentes en neumáticos de vehículos de uso particular que afectan la movilidad en la Ciudad de México.

Vanessa Venegas Aguirre
vane_260100@hotmail.com

Asesores:
Dr. Luis Manuel Hernández Simón
hsimon@ipn.mx
Dr. Hugo Quintana Espinosa
hquintana@ipn.mx

Instituto Politécnico Nacional

Resumen El estudio presenta un análisis del impacto de los incidentes en neumáticos de vehículos particulares en la movilidad de la Ciudad de México. El objetivo principal es diagnosticar cómo estos eventos contribuyen a la congestión vial, afectando el tiempo de viaje de los conductores. Se empleó una metodología basada en un estudio de campo, donde se recolectaron datos sobre fallos en neumáticos y su relación con los puntos más congestionados de la ciudad. Los resultados obtenidos muestran que los incidentes en neumáticos causan pérdidas significativas de tiempo, representando más de 150 horas anuales por conductor en promedio. Este hallazgo subraya la necesidad de implementar tecnologías para prevenir y mitigar estos incidentes, contribuyendo a mejorar la eficiencia del sistema de transporte urbano. Las conclusiones destacan la relevancia de abordar este problema desde una perspectiva sistémica, involucrando a los actores clave en la industria automotriz para desarrollar soluciones integrales que favorezcan la movilidad sostenible.

Palabras clave: *movilidad urbana, neumáticos, congestión vial, Ciudad de México, análisis sistémico.*

Abstract- This study presents an analysis of the impact of tire incidents in private vehicles on mobility in Mexico City. The main objective is to diagnose how these events contribute to traffic congestion, affecting drivers' travel time. A field study methodology was employed, collecting data on tire failures and their relationship with the most congested areas of the city. The results show that tire incidents cause significant time losses, representing more than 150 hours annually per driver on average. This finding highlights the need to implement technologies to prevent and mitigate these incidents, contributing to improved efficiency in the urban transport system. The conclusions emphasize the importance of addressing this problem from a systemic perspective, involving key stakeholders in the automotive industry to develop comprehensive solutions that promote sustainable mobility.

Keywords: *urban mobility, tires, traffic congestion, Mexico City, systemic analysis.*

I INTRODUCCIÓN

Según datos del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI, 2020), en la Ciudad de México se encuentran cerca de 9.2 millones de habitantes, los cuales habitan en 2.8 millones de hogares (Figura 1) y la cantidad de vehículos particulares en circulación asciende a nada más que 5.5 millones.

VIVIENDAS PARTICULARES HABITADAS Y TASA DE CRECIMIENTO PROMEDIO ANUAL 2000, 2010 Y 2020

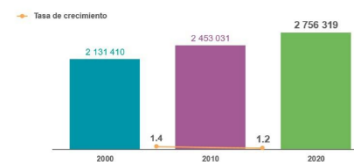


Figura 1.- Viviendas particulares habitadas en CDMX (INEGI, 2020).

En promedio, cada hogar en la Ciudad de México cuenta con 2 vehículos particulares, cifra significativamente más alta que en estados como Oaxaca, donde, con aproximadamente 1.1 millones de hogares y 339,995 vehículos, el promedio es de un vehículo por cada cuatro hogares (INEGI, 2020).

Según el INEGI (2022), aproximadamente 133,000,000 de personas utilizan el transporte público en la Ciudad de México, pero este no cubre completamente la demanda. La ineficiencia del sistema de movilidad, con trenes del metro saturados, avenidas congestionadas y largas filas para acceder a servicios como el Sistema de Transporte Colectivo Metro, Metrobús y Trolebús, ha impulsado el uso de vehículos particulares (Colchado, 2017).

Según el Ranking de tráfico TOMTOM (2024), la Ciudad de México ocupa el lugar 13 de 387 a nivel mundial por sus graves congestiones viales. En 2023, los conductores perdieron en promedio 152 horas al año, con una velocidad promedio de 18

km/h, siendo superada solo por ciudades como Toronto, Lima y Londres.

Las principales causas de congestión vial en la Ciudad de México incluyen sobrepoblación, falta de infraestructura, planificación urbana deficiente, accidentes y obras en construcción (Alvarado, 2023). El 50% de los accidentes automovilísticos son causados por llantas en mal estado o con vida útil expirada (Secretaría de Economía, 2023), lo que agrava la congestión vial. Según Bridgestone (2024), problemas comunes en las llantas incluyen objetos incrustados, protuberancias, cortes y grietas, todos los cuales pueden reducir la presión de aire y requieren reemplazo. Las pinchaduras o neumáticos desinflados, aunque parezcan un problema menor, pueden generar retrasos y congestión por reducción de velocidad, bloqueo de carriles, accidentes y tiempos de reparación, lo que interrumpe el flujo de tráfico. El tiempo promedio para cambiar una llanta es de 30 minutos, dependiendo de la experiencia del conductor (Michelin, 2024).



Figura 2.- Cambio de llantas (Bridgestone, 2022).

El proceso de cambio de llanta, especialmente cuando los conductores carecen de las habilidades o herramientas adecuadas, prolonga los tiempos de espera y aumenta el riesgo de accidentes (Figura 2). La falta de medidas preventivas y soluciones eficaces para este problema genera frustración en los conductores, pérdidas económicas por los retrasos y una percepción negativa sobre la calidad de vida en la Ciudad de México (Bridgestone, 2022). Además, la congestión vial afecta a otros usuarios, como el transporte público y los peatones. Esta situación destaca la urgencia de implementar estrategias holísticas para prevenir pinchaduras y optimizar el proceso de cambio de llantas. Se necesita un modelo sistémico que reduzca el tiempo de cambio de llanta y los tiempos de traslado, mediante el diseño de soluciones ingenieriles en los vehículos, con el objetivo de mejorar la fluidez del tráfico y disminuir los tiempos de viaje en la ciudad. (Alvarado, 2023).

HIPÓTESIS

Informar a la población sobre las repercusiones de un mal mantenimiento de neumáticos en vehículos particulares ayudaría a prevenir incidentes en las vialidades de la Ciudad de México, lo que reduciría el tiempo que las personas pasan detenidas en el tráfico, beneficiando la movilidad urbana al disminuir los largos tiempos de traslado causados por fallas en los neumáticos.

JUSTIFICACIÓN

Esta investigación se justifica por su potencial para generar conocimiento sobre las causas subyacentes y las soluciones efectivas para mejorar la gestión del tráfico y reducir los tiempos de traslado en vehículos en la Ciudad de México. Identificar y abordar las causas de las pinchaduras de llanta y los retrasos asociados con ellas contribuirá a una ciudad más habitable, segura y sostenible.

El problema de los tiempos de traslado en vehículos en la Ciudad de México afecta significativamente la salud de los habitantes y la eficacia del sistema de movilidad. La investigación es relevante por las siguientes razones:

- **Impacto en la calidad de vida:** Los largos tiempos de traslado afectan el bienestar físico, emocional y social de la población. La congestión vial, debido a pinchaduras de llanta y problemas mecánicos, aumenta la frustración y el estrés de los conductores, contribuyendo a un entorno urbano menos habitable.
- **Pérdidas económicas y productividad:** Los retrasos por incidentes en neumáticos y fallas mecánicas representan pérdidas económicas para conductores, empresas y la economía en general. Los retrasos implican costos adicionales de combustible, pérdida de tiempo laboral, multas y oportunidades de negocio perdidas, lo que impacta la productividad de la ciudad.
- **Seguridad vial:** El proceso de cambio de llanta o reparaciones mecánicas en emergencias presenta riesgos para la seguridad vial, tanto para los conductores involucrados como para otros usuarios de la vía. La falta de herramientas adecuadas o capacitación aumenta la probabilidad de accidentes, lo que subraya la importancia de abordar este problema de forma integral.
- **Sostenibilidad urbana:** La congestión causada por incidentes mecánicos contribuye a la mala calidad del aire, al aumento de gases de efecto invernadero y a la degradación del medio ambiente. Abordar esta problemática es clave para fomentar un transporte más sostenible y reducir el impacto ambiental del tráfico vehicular en la Ciudad de México.

OBJETIVO GENERAL

Documentar el análisis sistémico del impacto de los incidentes en neumáticos de vehículos particulares en la movilidad de la Ciudad de México, mediante un estudio de campo realizado en las principales vialidades.

OBJETIVOS PARTICULARES

- Contrastar la información conceptual con los datos del estudio de campo.
- Diagnosticar las distintas variables del sistema según su entorno.

- Establecer el marco teórico y conceptual que sustente el trabajo.
- Seleccionar la metodología sistémica que respalde la investigación.

I. METODOLOGÍA/DESARROLLO

Marco Teórico

- Eficiencia
- Neumático
- Movilidad

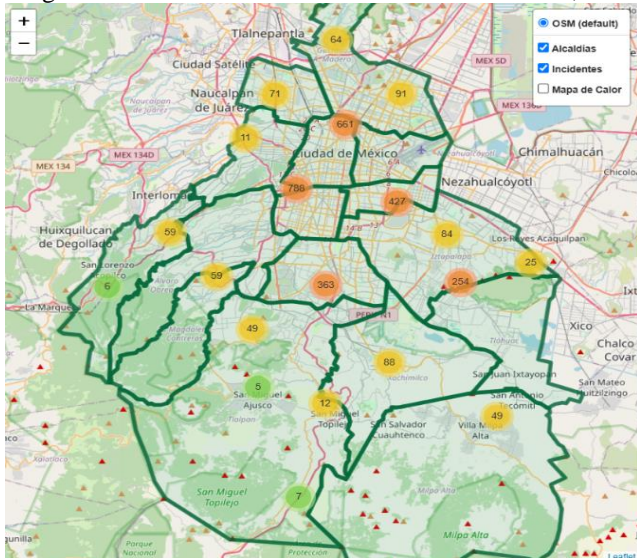
Metodología

- Metodología de Sistemas Suaves (SSM)
- Matriz contexto problema.
- Metodología de sistemas suaves.

Un choque automovilístico, según el glosario del INEGI (2024), es un incidente en la carretera que ocurre de manera repentina e imprevista debido a factores como condiciones irresponsables, fallos humanos, problemas con el vehículo, condiciones climáticas, señalización y el estado de la vía. Estos choques pueden resultar en la pérdida de vidas, lesiones, secuelas físicas o psicológicas, y daños materiales. Según RDI Abogados (2022), los accidentes vehiculares pueden clasificarse según el número de vehículos o personas involucradas, o por sus causas, destacando las siguientes:

- Condiciones de la vía (mal estado del pavimento, calles estrechas, superficies irregulares).
- Fallos o acciones humanas.
- Condiciones climáticas adversas (lluvia, nieve, tormentas, neblina, viento).
- Problemas mecánicos del vehículo.
- La combinación de estos factores.

En la Ciudad de México, SEMOVI (2024) informa que en 2019 se registraron cerca de 500 accidentes viales diarios, con al



menos un lesionado en cada uno, destacando alcaldías como Benito Juárez, Álvaro Obregón, Coyoacán, Venustiano Carranza e Iztacalco. De estos, menos de 100 accidentes diarios no implicaron riesgos graves para los usuarios, lo que resalta la gravedad de la situación.

Figura 3.- Accidentes Vehiculares con al menos un lesionado en CDMX (Incidentes Viales, CDMX)

Los accidentes de tránsito en México son un problema de salud pública, con 157,423 muertes entre 2011 y 2020 (Instituto Nacional de Salud Pública, 2020). Las principales causas incluyen:

1. **Distracciones al volante:** Representan cerca del 30% de los accidentes, afectando la atención del conductor con consecuencias graves, como lesiones y muertes. La concientización y el cumplimiento de normativas son claves para la prevención (Luque, 2022).
2. **Respeto al reglamento de tránsito:** Ignorar las señales de tránsito aumenta el riesgo de accidentes, lo que destaca la importancia de respetar las normas viales.
3. **Consumo de alcohol y drogas:** Son factores clave en accidentes viales, con el 65% de los incidentes en México relacionados con el alcohol (Fundación Aleatica, 2024). La intoxicación reduce las capacidades cognitivas y motoras, aumentando el riesgo de accidentes graves.

Estas situaciones requieren medidas preventivas urgentes para reducir los siniestros y mejorar la seguridad vial

ESTADO DEL ARTE

Se realizó una revisión exhaustiva de literatura para identificar investigaciones relevantes sobre el impacto de los incidentes relacionados con neumáticos en la movilidad de la Ciudad de México. La búsqueda incluyó bases de datos como Scopus, Web of Science, SciFinder y ProQuest, con términos clave como “Cambio de llantas” y “Problemas viales en CDMX por llantas”. Los hallazgos mostraron una falta de estudios específicos sobre este tema en la CDMX, y los resultados fueron principalmente enfocados en el reciclaje de llantas, el diseño de neumáticos y la congestión vehicular en general. Esto evidencia un vacío en la literatura, destacando la relevancia del proyecto para cubrir esta área. Como acciones futuras, se sugirieron explorar fuentes no académicas, realizar un estudio de campo, ampliar las palabras clave y utilizar un enfoque sistémico para modelar los efectos en el tráfico.

La relación entre los neumáticos defectuosos y la movilidad urbana es un tema crucial en la Ciudad de México, donde la alta congestión vial y los accidentes de tráfico afectan no solo la seguridad de los conductores, sino también la calidad de vida de los habitantes. El análisis de diversas investigaciones muestra cómo las fallas en los neumáticos influyen significativamente en la ocurrencia de accidentes y en la eficiencia del flujo vehicular. A lo largo de este análisis se aborda el impacto de los neumáticos defectuosos, las consecuencias en términos de congestión vial, los métodos utilizados para estudiar este fenómeno y las implicaciones para las políticas públicas.

II. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El impacto de los neumáticos defectuosos en la seguridad vial y la movilidad urbana en la Ciudad de México es un tema de gran relevancia que debe ser abordado con urgencia. Las investigaciones revisadas proporcionan una visión clara de cómo los fallos de neumáticos contribuyen tanto a los accidentes como a la congestión vial, afectando la vida diaria de los ciudadanos. Para mitigar estos problemas, se deben implementar políticas de mantenimiento vehicular más estrictas, educación vial y mejoras en la infraestructura de la ciudad. Además, el uso de modelos computacionales y el análisis de datos históricos pueden proporcionar herramientas valiosas para optimizar las soluciones y hacer más eficientes las intervenciones en el sistema de transporte urbano.

Con base en estos estudios, es posible concluir que, al abordar el problema de los neumáticos defectuosos de manera integral, se podrían lograr mejoras significativas en la seguridad y en la eficiencia del tráfico, lo que contribuiría a reducir la pérdida de tiempo y a mejorar la calidad de vida de los habitantes de la Ciudad de México

III. CONCLUSIONES

En conclusión, el análisis muestra que los neumáticos defectuosos tienen un impacto considerable tanto en la seguridad vial como en la eficiencia del tráfico en la Ciudad de México. Las investigaciones revisadas proporcionan un marco sólido para implementar estrategias que ayuden a mitigar estos problemas, mejorando la movilidad y la seguridad en las principales vialidades de la ciudad.

AGRADECIMIENTOS

Agradezco profundamente a mis asesores, por su guía, su conocimiento y su paciencia. Sus enseñanzas han sido fundamentales en mi desarrollo y en la realización de este proyecto.

Gracias a la ESIME Zacatenco por ser la cuna de mis sueños académicos. Este proyecto no existiría sin la solidez y los principios que esta noble institución ha forjado en mí.

Agradezco a la Secretaría de Ciencia, Humanidades, Tecnología e Innovación (SECIHTI), cuyo apoyo a través de la beca hizo posible que me dedicara plenamente a esta investigación y a mi formación. Su contribución ha sido esencial en cada etapa de este proyecto.

DECLARACIÓN ÉTICA

Este estudio no involucra sujetos vivos ni requiere consentimiento informado.

REFERENCIAS

1. INEGI (2024), Glosario de Términos, <https://www.inegi.org.mx/app/glosario/api/glosario/Descarga/?Clvglo=reacc&Dominio=false>
2. Instituto Nacional de Estadística y Geografía (2020), México en Cifras, Población, Ciudad de México, <https://www.inegi.org.mx/app/areasgeograficas/?Ag=09#collapse-Resumen>
3. Alvarado (2023), ¿Por Qué Hay Mucho Tráfico En La Ciudad De México?, <https://multisenal.com.mx/blog/trafico-cdmx/>
4. Bridgestone (2024), Qué tipos de daños de llantas existen? <https://www.bridgestone.com.mx/tips-bridgestone/tecnologia-de-llantas/que-tipos-de-danos-de-llantas-existen/>
5. Cadengo (2020), Clasificación de las carreteras según su riesgo de siniestralidad vial considerando la interacción de sus elementos físicos, geométricos y operacionales, <https://imt.mx/archivos/Publicaciones/PublicacionTecnica/pt607.pdf>
6. Chávez (2019), Que las temperaturas extremas no afecten su conducción, <https://noticias.autocosmos.com.co/2019/08/22/que-las-temperaturas-extremas-no-afecten-su-conduccion#:~:text=Los%20especialistas%20advierten%20que%20al,si%20la%20temperatura%20extrema%20se>
7. Colchado (2017), La movilidad urbana en la Ciudad de México: un problema complejo, <https://www.c3.unam.mx/boletines/boletin5.html>
8. Comisión Económica para América Latina y el Caribe (2002), La congestión del tránsito urbano: Causas y consecuencias económicas y sociales, https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/27813/6/S0301049_es.pdf
9. Cuevas (2022). Anuario estadístico de colisiones en carreteras federales 2021, <https://imt.mx/archivos/Publicaciones/DocumentoTecnico/dt85.pdf>
10. Ford México (2024), Cómo cambiar una Llanta de mi Vehículo?, <https://www.ford.mx/blog/experto/como-cambiar-llanta-vehiculo-201907/>