

Análisis de siniestros de tránsito en ejes viales de competencia de la Policía Nacional en Pichincha período 2020-2024: Modelo de auto correlación espacial

Analysis of traffic accidents on road axes under the jurisdiction of the National Police in Pichincha period 2020-2024: Spatial auto-correlation model

• Fecha de recepción: 2025-10-15 • Fecha de aceptación: 2025-10-29 • Fecha de publicación: 2025-12-12

Diego Patricio Amagua Tituaña¹

Giovanny Manuel Manosalvas Cornejo²

Resumen

Este documento permite ubicar en los ejes viales de competencia de la Policía Nacional en Pichincha en el periodo 2020-2024 de manera exacta, precisa y confiable los lugares donde se han producido accidentes de tránsito con el mayor promedio de personas fallecidas en un radio de 1 km, mediante la implementación de la metodología de autocorrelación espacial la cual a través de su unidad de medida I de Moran y la ayuda del software Python, nos ayudaran a determinar en primera instancia si existe algún patrón que determine si su distribución es estadísticamente agrupada, dispersa o aleatoria, además mediante el análisis Lisa ubicaremos los puntos calientes los cuales nos permitirán dar mayor atención e implementar estrategias que disminuyan los accidentes de tránsito que tengan como resultado personas fallecidas.

Palabras claves: autocorrelación; espacial; siniestro; tránsito; fallecidos; estadísticas; resultados

Abstract

This document allows us to accurately, precisely, and reliably locate the locations of traffic accidents with the highest average number of fatalities within a 1-km radius on the roadways under the jurisdiction of the National Police in Pichincha during the 2020-2024 period. This is done by implementing the spatial autocorrelation methodology. Using its Moran's I unit of measurement and Python software, it will help us determine, first, whether there is a pattern that determines whether their distribution is statistically clustered, dispersed, or random. Additionally, using Lisa analysis, we will locate hot spots, allowing us to provide greater attention and implement strategies to reduce traffic accidents resulting in fatalities.

Keywords: autocorrelation; spatial; accident; traffic; fatalities; statistics; results

Introducción

Los accidentes de tránsito (AT) en la actualidad se han convertido en algo cotidiano y común, dejando de sorprender y preocupar a la comunidad en general, de acuerdo con el periódico británico The Times (1896, 6), el 17 de agosto de 1896, en las calles de London se registró el primer accidente de tránsito, como resultado una persona fallecida de sexo mujer, el vehículo participante viajaba a una velocidad de 6 km/h, las autoridades de la época se comprometieron a que este tipo de hechos no volverían a ocurrir nunca más.

¹ Docente del Instituto Superior Tecnológico Policía Nacional, Quito-Ecuador, die_go1906@hotmail.com, <https://orcid.org/0009-0004-1870-816X>

² Docente - Universidad Central del Ecuador, Quito-Ecuador, gmmanosalvas@uce.edu.ec, <https://orcid.org/0009-0004-0285-7398>

Según el último informe de la Organización Mundial de la Salud (OMS) sobre la situación mundial de la seguridad vial, cada año más de 1,9 millones de personas mueren como consecuencia de accidentes de tránsito y de 20 a 50 millones resultan heridas (OMS 2023). En el Ecuador se registran 4.000 personas fallecidas por siniestros de tránsito es decir una tasa estimada de 20 y 22 muertes por cada 100.000 habitantes y más de 25.000 a 30.000 heridas (ANT 2023). El aumento de los accidentes de tránsito una estrecha relación con el crecimiento del parque automotriz y la población en general, en el año 2023 existió 3,07 millones de vehículos matriculados a nivel nacional lo que representa un aumento del 6,42% respecto al 2022 (INEC 2023), y en al año 2024 se registraron 108.266 vehículos nuevos, esta cifra representa una caída del 18.2 % respecto a los 132.388 vehículos matriculados en 2023 (AEADE 2023).

Así también de acuerdo con las proyecciones, hasta diciembre de 2024 Ecuador superó los 18 millones de habitantes (INEC 2023). Pudiendo comprobar que mientras la población crece a un ritmo demográfico de < 1 % anual, los vehículos proliferan a tasas superiores al 7 %, es decir la cantidad de vehículos aumenta más rápido que la población, el resultado de este análisis impacta y modifica a la movilidad, infraestructura vial y la demanda de políticas de seguridad y sostenibilidad. Las estrategias que autoridades de turno utilizaron para disminuir los accidentes de tránsito son; reformas, ajustes, actualizaciones en la Ley Orgánica de Transporte Terrestre, Tránsito y Seguridad Vial (LOTTTSV), así mismo los delitos e infracciones fueron separadas de la LOTTTSV y colocados en el Código Orgánico Integral Penal (COIP), las cuales también han sido modificadas cinco veces desde su publicación en el registro oficial siendo la última el 26 de junio de 2025.

El presente trabajo cuestiona, el aumento de multas y penas reduce los accidentes de tránsito, proponiendo en cambio una responsabilidad compartida entre usuarios y autoridades viales. Así mismo La Policía Nacional del Ecuador, mantiene competencia sobre varios ejes viales en Pichincha. Se analizarán los accidentes ocurridos entre 2020 y 2024 en estas vías mediante autocorrelación espacial y técnicas de “puntos calientes” y “puntos fríos”. El objetivo es identificar patrones estadísticos en la distribución de siniestros. Los resultados permitirán diseñar estrategias más precisas para mejorar la seguridad vial.

Metodología

La metodología utilizada es de carácter cuantitativo ya que consistió en la depuración y análisis de la base de datos de accidentes de tránsito otorgada por la Dirección Nacional de Control de Tránsito y Seguridad Vial (DNCTSV) del periodo 2020-2024, además para realizar este análisis se utilizó:

- Matriz de pesos por distancia (1 km de radio de influencia)
- Índice I de Moran para autocorrelación espacial global
- Análisis LISA (Local Indicators of Spatial Association) para identificar puntos calientes y puntos fríos.

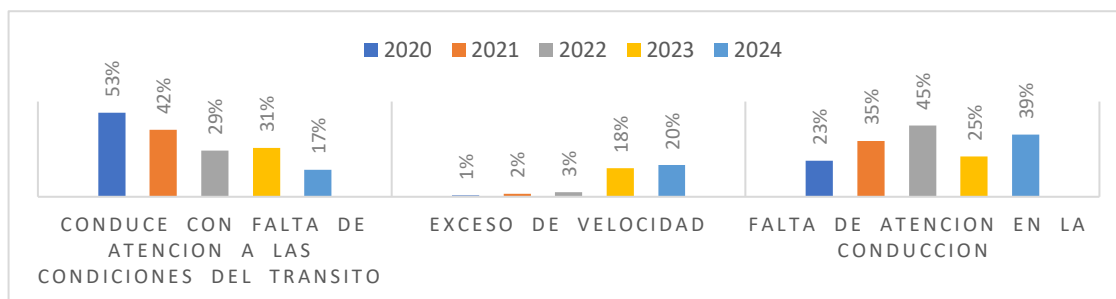
Descriptiva general: Entre 2020 y 2024, los datos de accidentes de tránsito proporcionados por la DNCTSV, identifiqué 26 causas, siendo la principal “conducir con falta de atención a las condiciones de tránsito”. Esta, junto con “exceso de velocidad” y “falta de atención en la conducción”, conforma un grupo que representa más del 79% de los casos.

La primera causa mostró una tendencia decreciente, pasando del 53% en 2020 al 17% en 2024, con una caída destacada de 14% entre 2023 y 2024. En contraste, el “exceso de velocidad” aumentó

progresivamente, de apenas 1% en 2020 a 20% en 2024, con un salto notable de 15% entre 2022 y 2023. Por su parte, la “falta de atención en la conducción” tuvo un comportamiento más variable: creció de 23% en 2020 a 45% en 2022, luego descendió a 25% en 2023 y volvió a subir a 39% en 2024, destacando una reducción de 20% entre 2022 y 2023. Estos datos reflejan cambios significativos en los patrones de comportamiento vial durante el periodo analizado.

Gráfico 1

Datos de accidentes de tránsito



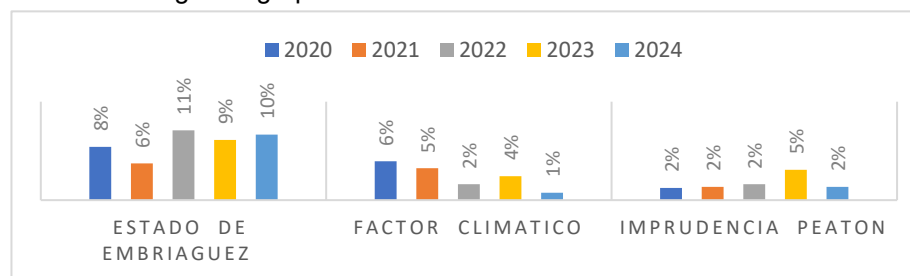
Fuente: Dirección Nacional de Control de Tránsito y Seguridad Vial

Elaboración: por el autor

El segundo grupo de causas de accidentes de tránsito, que representa apenas el 17% de la base de datos general, incluye “estado de embriaguez”, “factores climáticos” e “imprudencia de los peatones”, y aunque su incidencia es menor en comparación con el primer grupo, presentan variaciones notables a lo largo del periodo 2020–2024. La embriaguez al volante lidera este grupo con una tendencia relativamente estable, fluctuando entre el 8% y el 10%. Los factores climáticos muestran un descenso progresivo, pasando del 6% en 2020 al 1% en 2024, con reducciones destacadas de 3% en dos momentos clave. Por su parte, la imprudencia del peatón se mantiene constante en 2% durante la mayoría de los años, salvo en 2023 donde se eleva a 5%, antes de volver a descender, evidenciando también una caída de 3% entre 2023 y 2024.

Gráfico 2

Segundo grupo de causas de accidentes de tránsito



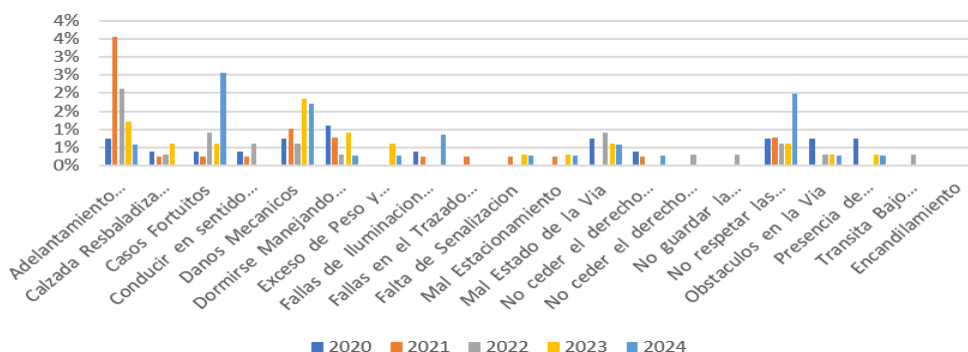
Fuente: Dirección Nacional de Control de Tránsito y Seguridad Vial

Elaboración: por el autor

En el tercer grupo se encuentran las 20 causas de accidentes de tránsito restantes, están abarcan apenas el 11 % de la base de datos en general y la que lidera el grupo no supera el 4 %, lo que evidencia que su incidencia individual es significativamente menor en comparación con los otros grupos analizados.

Gráfico 3

Tercer grupo de causas de accidentes de tránsito



Fuente: Dirección Nacional de Control de Tránsito y Seguridad Vial

Elaboración: por el autor

Todas estas causas han dado como resultado un total de 480 personas fallecidas y 1267 persona heridas en el periodo de 5 años en los ejes viales competencia de la PN, cabe recalcar que las autoridades competentes mediante estos datos han diseñado planes de prevención y control para evitar que sucedan más siniestros viales, pero no han podido lograr a que el valor llegue completamente a cero, solo se ha logrado cada una de las causas tengan modificaciones dependiendo del año.

Análisis de autocorrelación espacial

La autocorrelación espacial es una técnica estadística que nos permite identificar de una manera más clara y precisa si la distribución de los valores de una variable perteneciente a una base de datos sólida se encuentra estadísticamente agrupados, dispersos o aleatorios en una determinada ubicación geográfica, es decir ayuda a encontrar patrones en una distribución territorial mediante una variable (Guzmán-Manrique y Siabato 2019).

Para realizar su medición se utilizan diferentes métodos estadísticos, en este caso usare la medida estadística denominada Índice de Moran (I de Moran) cuyos valores se interpretan de la siguiente manera:

- **+1** = fuerte agrupamiento positivo (valores similares están cerca).
- **0** = distribución aleatoria (sin autocorrelación).
- **-1** = agrupamiento negativo (valores diferentes están cerca).

El calculado a través del Software Python como lenguaje de programación interpretado y orientado por medio del cual se ingresaron cada una de las variables para deducir si existe o no autocorrelación en toda la ubicación geográfica señalada, finalizando con el análisis LISA quien orienta, señalando los lugares específicos donde ocurre la autocorrelación teniendo la ubicación de los puntos caliente y puntos fríos en el mapa de una manera precisa.

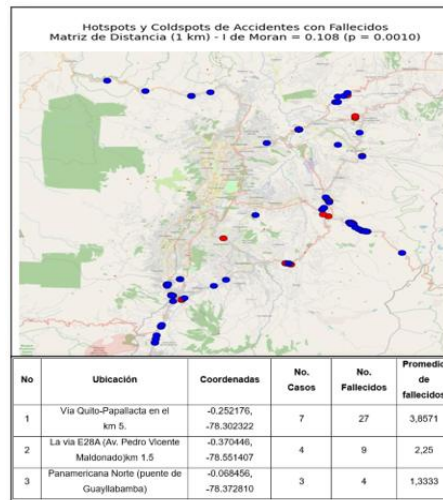
Resultados

Una vez realizada la autocorrelación espacial con la base de datos otorgada por (DNCTSV) del periodo 2020-2024, de manera general se obtuvo 17 puntos calientes y 36 puntos fríos es decir

existen 17 puntos donde hay una concentración alta de un fenómeno en comparación con su entorno y 36 puntos donde hay una concentración baja del fenómeno, también en contraste con el entorno, no hay que olvidar que utilizamos la matriz de pesos por distancia de 1 km de radio de influencia. De esta manera se logró identificar los tres puntos calientes con mayor promedio de personas fallecidas durante estos últimos 5 años los cuales son:

Gráfico 4

Hotspots y Coldspots de Accidentes con Fallecidos que analiza la distribución espacial de accidentes fatales

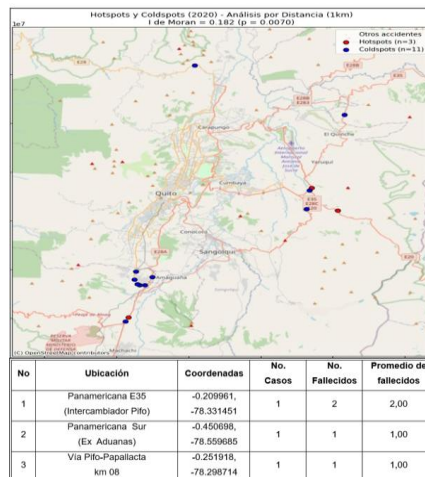


Fuente: Software Python
Elaboración: por el autor

Según el gráfico 5, el resultado que ha emitido la autocorrelación espacial en año 2020 existen 3 puntos calientes y 11 puntos fríos, con un promedio de fallecidos de 1,33; los lugares que se ha identificado con el mayor promedio de fallecidos son los siguientes:

Gráfico 5

Análisis de puntos críticos ("hotspots") y puntos fríos ("coldspots") de accidentes en una zona específica, probablemente cerca de Quito

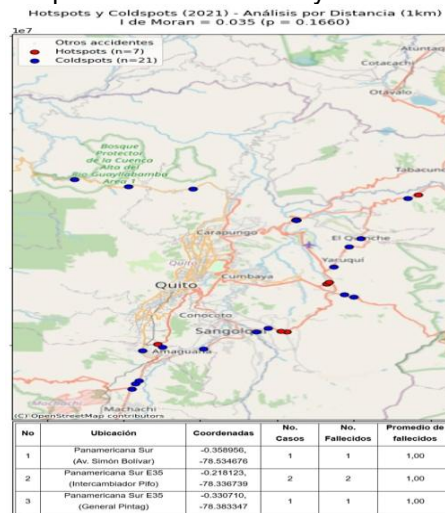


Fuente: Software Python
Elaboración: por el autor

De acuerdo al gráfico 6, en el año 2021 existen 7 puntos calientes y 21 puntos fríos, con un promedio de fallecidos de 1,00; los lugares que se ha identificado con el mayor promedio de fallecidos son los siguientes:

Gráfico 6

Análisis de puntos críticos ("hotspots") y puntos fríos ("coldspots") de accidentes en 2021, utilizando un análisis por distancia de 1 km y el Índice de Moran



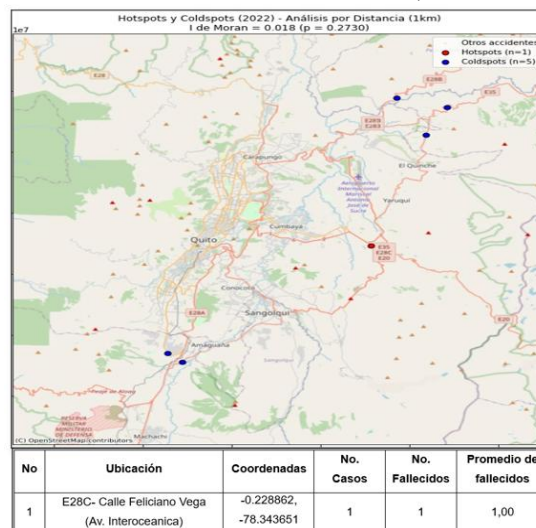
Fuente: Software Python

Elaboración: por el autor

De acuerdo al gráfico 7, en el año 2022 existen 1 punto caliente y 5 puntos fríos, con un promedio de fallecidos de 1,00; los lugares que se ha identificado con el mayor promedio de fallecidos son los siguientes:

Gráfico 7

Análisis de puntos críticos ("Hotspots") y puntos fríos ("Coldspots") de accidentes en el año 2022, realizado en una zona de Quito



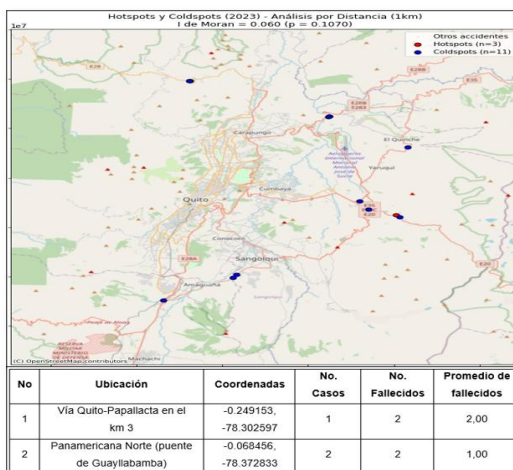
Fuente: Software Python

Elaboración: por el autor

En el año 2023 existen 3 punto caliente y 11 puntos fríos, con un promedio de fallecidos de 1,33; los lugares que se ha identificado con el mayor promedio de fallecidos son los siguientes: (ver gráfico 8)

Gráfico 8

Análisis de "Hotspots" y "Coldspots" de accidentes en el área de Quito en 2023, basado en un análisis de distancia de 1 km

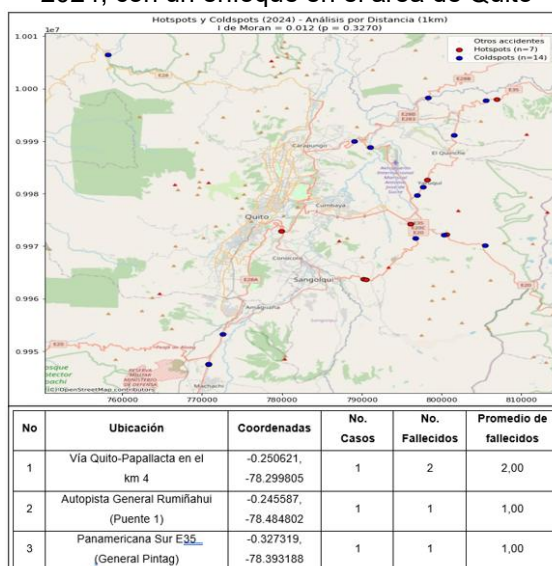


Fuente: Software Python
Elaboración: por el autor

En el año 2024 existen 7 punto caliente y 14 puntos fríos, con un promedio de fallecidos de 1,14; los lugares que se ha identificado con el mayor promedio de fallecidos son los siguientes: (ver gráfico 9)

Gráfico 9

Análisis de puntos críticos (Hotspots) y puntos fríos (Coldspots) de accidentes de tráfico en el año 2024, con un enfoque en el área de Quito



Fuente: Software Python
Elaboración: por el autor

Conclusión

La metodología de autocorrelación espacial aplicada a los accidentes de tránsito en los ejes viales bajo competencia de la Policía Nacional del Ecuador revela un índice de Moran positivo, lo que indica un agrupamiento significativo de fallecidos en zonas específicas dentro de un radio de 1 km. Este patrón se repite anualmente en vías como la Panamericana Norte y Sur, Autopista General Rumíñahui, Av. Interoceánica y Quito-Papallacta, evidenciando una tendencia que, aunque no predice el futuro, describe un comportamiento constante en el tiempo. Estos hallazgos permiten identificar con precisión los puntos críticos y fundamentar estrategias más eficaces de prevención y control vial.

Recomendación

La aplicación de planes de seguridad vial en las zonas identificadas con alta concentración de accidentes mortales, utilizando la metodología de autocorrelación espacial como herramienta clave podría tener una incidencia en los accidentes de tránsito en áreas específicas. Esta técnica debe ser adoptada por todas las instituciones con competencia en tránsito para fortalecer la cooperación interinstitucional y reducir la tasa de mortalidad, actualmente entre 20 y 22 muertes por cada 100.000 habitantes (ANT 2023). Además, su uso puede extenderse a otras áreas estratégicas como el combate al tráfico de drogas, armas y homicidios, optimizando el cumplimiento de la misión constitucional de la Policía Nacional.

Bibliografía

- Agencia Nacional de Tránsito del Ecuador. 2023. Observatorio de Seguridad Vial, informes 2022–2023. Quito: ANT.
- Asociación de Empresas Automotrices del Ecuador. 2025. Ventas de vehículos nuevos en Ecuador a diciembre de 2024. Obtenido de <https://automagazine.ec/ventas-de-vehiculos-nuevos-en-ecuador-a-diciembre-de-2024>
- Guzmán-Manrique, J., & Siabato, W. 2019. La autocorrelación espacial y el desarrollo de la geografía cuantitativa. Bogotá: Cuadernos de Geografía: Revista Colombiana de Geografía.
- Instituto Nacional de Estadística y Censos. 2023. Anuario de estadísticas de transporte 2023. Quito: INEC.
- Instituto Nacional de Estadística y Censos. 2024. Proyecciones de población del Ecuador 2024. Quito: INEC.
- Salud, O. M. 2023. Global Status Report on Road Safety. Ginebra: OMS.
- Times, T. 1896. Fatal motor car accident at Crystal Palace. London: The Times