

# Análisis de Accidentalidad vial de motocicletas mediante Sistemas de Información Geográfico. Caso estudio: Tunja-Boyacá

Juan-Camilo Pérez-Cantor<sup>1</sup>

**Fecha de recepción:** 10 de marzo de 2020

**Fecha de aprobación:** 9 de abril de 2020

## Resumen

En el trabajo se presentan los resultados al aplicar la técnica del uso de variables de densidades de Kernel para elaborar mapas de densidades de accidentes en motocicletas, empleando Sistemas de Información Geográfica (SIG), en la ciudad de Tunja-Boyacá, la cual está catalogada como una ciudad intermedia según clasificación del DANE, en el periodo correspondiente a 2016-2018. En Boyacá, específicamente en su capital, Tunja, es importante implementar nuevas medidas que sean resultado de investigaciones y se acoplen a las características geográficas, económicas y sociales de la zona en estudio, para así mitigar la situación que se presenta por diversas causas atribuidas a los conductores, principalmente, a los motociclistas, quienes involucran a peatones y a otros usuarios de las vías. Este análisis contempla los corredores viales de Tunja en donde se presenta siniestralidad. Cabe señalar que la investigación se desarrolló bajo un enfoque cualitativo y cuantitativo; la información se extrajo de bases de datos, obteniendo los parámetros que determinan las variables de densidad de Kernel

---

<sup>1</sup> Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia (Tunja-Boyacá, Colombia). [juan.perez06@uptc.edu.co](mailto:juan.perez06@uptc.edu.co).

mediante los SIG; se evaluaron y analizaron los puntos de vista de los actores involucrados, los motociclistas. Finalmente, se concluye el análisis espacial y temporal para identificar los tramos de incidencia crítica en la ciudad, los cuales pueden ser subsanados a partir de intervenciones arquitectónicas, ingenieriles y urbanísticas para mejorar, prevenir y evitar la siniestralidad en la ciudad.

**Palabras clave:** accidente de tráfico; densidad y concentración de accidentes; seguridad del transporte; sistema de información geográfica.

## **Road Accident Analysis of Motorcycles Using Geographic Information System. Case Study: Tunja-Boyacá**

### **Abstract**

This research shows the results of applying the technique of using Kernel density variables to develop accident density maps on motorcycles. Though Geographic Information Systems (GIS) in the city of Tunja, Boyacá, which is listed as an intermediate city according to DANE, in the period corresponding to 2016-2018. In Boyacá, specifically in its capital, Tunja. It is important to implement new measures that are the result of research and so that they can adapt to the geographical, economic, and social characteristics of the studied area in order to mitigate the situation that occurs due to various causes attributed to drivers, mainly motorcyclists, who involve pedestrians and different road users. This analysis contemplates the different road corridors with accident rate in the city of Tunja. It is important to emphasize that the research was carried out under a qualitative and quantitative approach; the information was extracted from databases obtaining the parameters that determine the Kernel density variables through Geographic Information Systems (GIS). The points of view of the actors involved in this case the motorcyclists were evaluated and analyzed. Finally, this research concludes the spatial and temporal analysis to identify the sections of critical incidence in the city, which can be corrected through architectural, engineering and urban interventions to improve, prevent and avoid accidents in the city.

**Keywords:** density and accidents gathering; geographic information system; transport security; traffic accident.

**Para citar este artículo:**

Pérez-Cantor, J.-C. (2020). Análisis de Accidentalidad vial de motocicletas mediante SIG. Caso estudio: Tunja-Boyacá. *Pensamiento y Acción*, 28, 3-17.

**Esta obra está bajo licencia internacional Creative Commons Reconocimiento 4.0**



## Introducción

En la actualidad Colombia es uno de los países de América Latina con mayores estadísticas de siniestralidad vial en donde se registra un alto número de muertos y lesionados; según el Banco Interamericano de Desarrollo, esto se debe a la creación de la Agencia Nacional de Seguridad Vial mediante la Ley 1702 del 27 de diciembre de 2013, pues anteriormente la falta de un organismo de control propiciaba que el país presentara deficiencias en la recopilación de datos de siniestralidad en vialidades, así como un escaso cumplimiento de la normatividad de tránsito y la falta de campañas educativas y de sensibilización a la población activa y pasiva en las carreteras.

De tal manera, se fijan los lineamientos para la regulación, el control, el seguimiento y el desarrollo de diferentes normas, metodologías, sistemas e implicaciones entre las que destacan el estudio y desarrollo de investigaciones frente a la seguridad vial en el país.

Esta investigación pretende implementar la estructuración de los datos de accidentes de tránsito que ocurren en la ciudad de Tunja en el periodo 2016-2018, a partir de Sistemas de Información Geográfica (SIG) que coadyuvan en el manejo y tratamiento de dichos datos, basándose en patrones de comportamiento presentes en los diferentes sectores estudiados.

De tal modo que a través del análisis espacial se determinan zonas, áreas y lugares de mayor o menor agrupación de siniestros viales y, a su vez, se pueden tipificar de mayor o menor peligrosidad; además, este trabajo pretende orientar en el conocimiento de las características inherentes a estos puntos o zonas, pues son fundamento de parámetros esenciales para establecer los niveles de riesgos que pueden presentarse aplicando la densidad de Kernel.

De acuerdo con la Agencia Nacional de Seguridad Vial, la accidentalidad vial es un problema de salud pública que nos involucra a todos los actores del tránsito; no obstante, al ser cotidiano en nuestro entorno se convierte en un riesgo oculto que se elude pero que se ha convertido en la segunda causa de muerte violenta en Colombia. De tal modo que con este análisis se pretende establecer los sectores más álgidos de siniestralidad vial en la ciudad.

A través de esta investigación se interpretó de manera simple la información de accidentalidad del sitio de estudio, se sectorizó la ciudad por sus zonas de mayor influencia de accidentalidad, a su vez, se identificaron los problemas existentes en la infraestructura que generan siniestros de tránsito, también se buscó reconocer la principal problemática que relaciona a motociclistas con los usuarios de la vía. Como resultados del estudio, se identificaron sectores críticos de accidentalidad en motociclistas; también, se obtuvo la distribución porcentual de los tipos de accidentes presentados.

Para el desarrollo de la investigación se recurrió a la consulta de diversas fuentes de información que me permitieron determinar aspectos fundamentales de la siniestralidad vial usando los Sistemas de Información Geográfica (SIG) y la sectorización en mapas de riesgos con características de densidad de Kernel, los cuales facilitan y promueven el análisis que se fundamenta para generar agrupaciones espaciales y temporales.

## **Metodología**

Se recabó información respecto a la siniestralidad vehicular, específicamente de motocicletas, para el caso práctico de la ciudad de Tunja (Boyacá-Colombia); se realizó un estudio cualitativo y cuantitativo, mediante el cual se obtuvieron 295 datos finales que se clasificaron como siniestros viales que involucren motocicletas: motocicleta vs. motocicleta, motocicleta vs. automóvil, motocicleta vs. taxi, motocicleta vs. autobús, motocicleta vs. peatón, motocicleta vs. bicicleta, motocicleta vs. infraestructura, motocicleta vs. vehículos pesados, motocicleta vs. otros (principalmente, caninos y semovientes).

Estos datos son exclusivamente referencias de siniestros viales sucedidos dentro del perímetro urbano de la ciudad de Tunja; fueron extraídos de las bases de datos de 2016, 2017 y 2018 del Cuerpo de Bomberos Voluntarios de Tunja, quienes fungen como primeros respondientes en la red de atención a siniestros viales de la ciudad de Tunja, a través de un sistema comprendido por: a) llamado de emergencia; b) recopilación de información por parte del operador; c) activación de respuesta ha llamado; d) alistamiento de personal calificado para atender la

emergencia; e) desplazamiento de unidades y vehículos al sitio del siniestro vial; f) valoración y verificación del estado del paciente; g) comunicación y trámite con Centro Regulador de Emergencias para derivación médica; h) traslado del lesionado a centro hospitalario; i) entrega y acompañamiento del afectado al servicio de urgencias; j) retorno a centro de mando o estación; y k) actualización de base de datos mediante informe generado de la emergencia atendida. La metodología utilizada para la ejecución del proyecto investigativo fue: i) Observación inicial de siniestralidad vial en la ciudad de Tunja, con la finalidad de justificar la presente propuesta; ii) Aplicación de instrumentos para la recolección de información y conformación de la base de datos; iii) Procesamiento y evaluación de los resultados obtenidos; y, iv) Análisis, conclusiones y propuestas de alternativas que surjan con el desarrollo de esta propuesta.

## Resultados

Basándose en el respectivo análisis espacial de siniestralidad vial en motociclistas durante el periodo evaluado, se identifican sectores críticos o zonas fuentes a la accidentalidad, también se efectúa un análisis de riesgo a través de indicadores con relación a ciudades con las mismas o similares características de la ciudad de Tunja. En esta sección se presentan diagramas y mapas de densidad de Kernel obtenidos a través del desarrollo de la investigación. En las Figuras 1 y 2 se presenta la identificación realizada para el 2016.

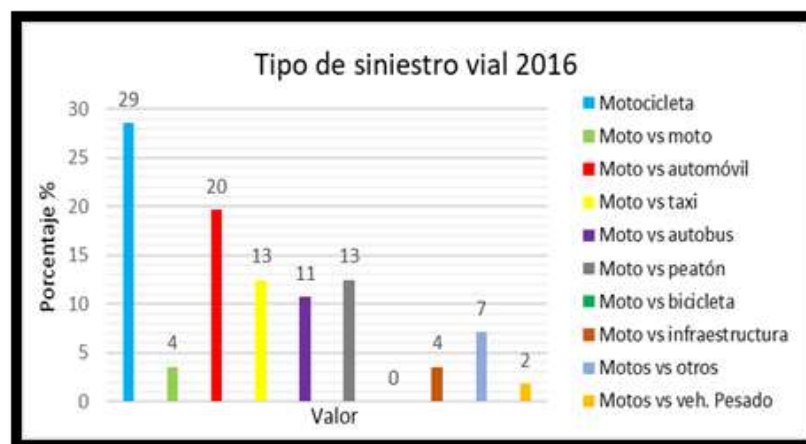
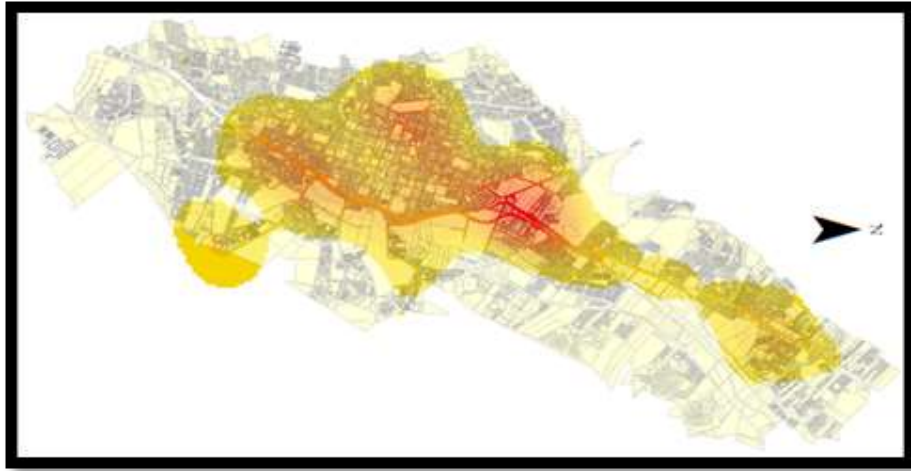


Figura 1. Diagrama de siniestralidad vial de motociclistas en 2016.



**Figura 2.** Mapa de densidad de Kernel de siniestralidad vial en motociclistas en 2016.

Según el análisis y procesamiento de datos del respectivo año, se identifica que el tipo de siniestro vial con mayor concurrencia en la ciudad está vinculado con una motocicleta, el cual puede estar influenciado por irregulares diseños geométricos, deterioro del pavimento, factores humanos; entre otros. Por su parte, en las Figuras 3 y 4 se presenta la identificación realizada para el 2017.



**Figura 3.** Diagrama de siniestralidad vial de motociclistas en 2017.

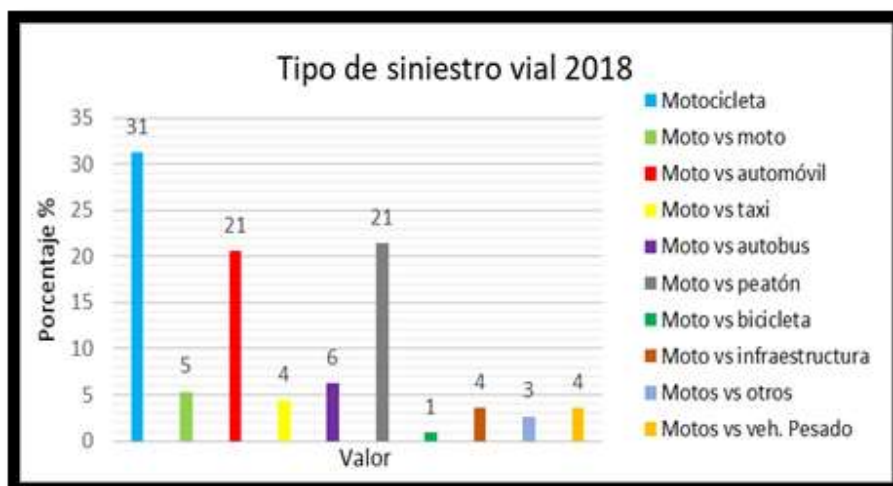


**Figura 4.** Mapa de densidad de Kernel de siniestralidad vial en motociclistas en 2017.

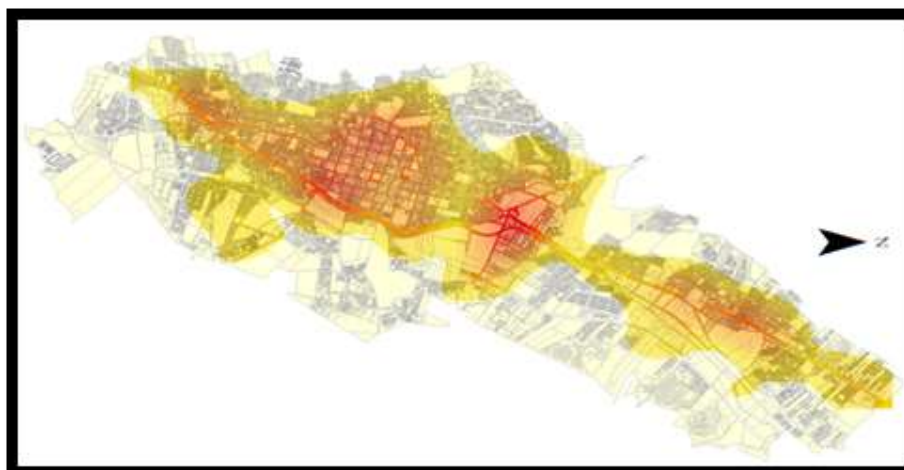
Durante este año la recopilación y el análisis de datos demuestran que los dos tipos de siniestros con mayor frecuencia en la ciudad son los siniestros viales relacionados con una motocicleta y los eventos que relacionan a motocicleta vs. automóvil.

Por otra parte, el procesamiento de la información de las bases de datos suministrados por el Cuerpo de Bomberos Voluntarios de Tunja, permitió identificar que la epidemiología a través de la cinemática del trauma causado por el evento presenta afectaciones mayores para los lesionados al ser un encuentro de tipo motocicleta vs. automóvil. Finalmente, en las Figuras 5 y 6 se presenta la identificación realizada para el 2018.





**Figura 5.** Diagrama de siniestralidad vial de motociclistas en 2018.



**Figura 6.** Mapa de densidad de Kernel de siniestralidad vial en motociclistas en 2018.

Mediante el procesamiento de la información y el análisis de densidad de Kernel de este año, se evidencian zonas de fluencia con menor impacto en lo relacionado a los años anteriores, sin embargo, con una distribución mayor a lo largo del perímetro urbano de la ciudad de Tunja.

En términos generales se pueden diagnosticar posibles causas de siniestros viales en las diferentes zonas establecidas a lo largo del análisis anterior. Fue factible evidenciar posibles causas de accidentes de motocicleta en las diferentes zonas establecidas en el análisis. Se identificaron factores humanos como distracciones, imprudencias, falta de experiencia, maniobras peligrosas, entre otras;

estas causas pudieron verse influenciadas por condiciones de las vías como estado del pavimento, características geométricas de intersecciones y glorietas, sección de la vía, existencia y estado de señalización horizontal y vertical.

## **Conclusiones**

La metodología de densidad de Kernel facilita la identificación de zonas de alta concentración de accidentalidad en una zona de estudio, como una ciudad. Durante el periodo de estudio, el tipo de accidente de motocicleta que más se presentó es el que corresponde a una motocicleta sola, sin participación de otro actor vial; a este tipo de accidente le siguen en frecuencia motocicleta vs. automóvil y motocicleta vs. peatón.

Se identificaron y analizaron los principales factores cualitativos y cuantitativos que determinan el tipo de siniestro vial en motocicletas en la ciudad de Tunja, al tener en cuenta las bases de datos obtenidas se puede afirmar que durante el periodo de estudio el tipo de siniestro más constante es el que involucra una motocicleta, sin menospreciar que el conflicto que se presenta entre una motocicleta vs. un automóvil y una motocicleta vs. un peatón (según los datos de estudio más del 70% son adultos mayores); es evidente que estos siniestros viales se transforman en un problema de salud pública.

A su vez, se logró obtener la distribución semanal de accidentalidad en motocicletas durante el periodo de estudio y como se evidencia en la Figura 7, la mayor concentración se suscita viernes y sábado, lo cual puede corresponder a patrones del comportamiento humano.



**Figura 7.** Composición diaria de siniestros viales de motocicletas durante el periodo 2016-2018.

Es importante mencionar que, a pesar de que en el Mapa de densidad de Kernel se observa una gran concentración de accidentes en el sector de la glorieta norte, según la base de datos de Bomberos Tunja, estos siniestros no corresponden a los de mayor severidad, por la baja velocidad de operación en este sector. Por el contrario, en el tramo de la Av. Norte, la severidad de la accidentalidad es elevada por las altas velocidades del tránsito.

Se obtiene la identificación de sectores críticos y de mayor siniestralidad vial durante el periodo de estudio (Figuras 8 y 9), las cuales se pueden identificar como, Glorieta Norte, Av. Oriental con Carrera 11 (Barrio Los Hongos), Av. Oriental con Calle 16 (Antiguo Terminal de Transporte), Carrera 15 con Calle 17, Av. Norte con Calle 37 (Centro Comercial La Sexta), Av. Norte con Calle 78 (entrada Barrio Canapro); los cuales se catalogan como puntos críticos en Tunja.

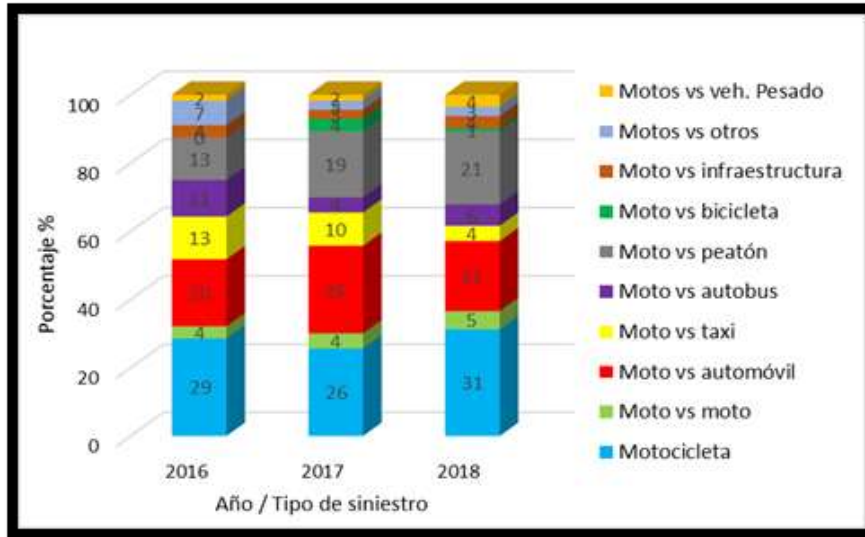


Figura 8. Diagrama de siniestralidad vial de motociclistas en 2016-2018.



Figura 9. Mapa de densidad de Kernel de siniestralidad vial en motociclistas en 2016-2018.

A través de herramientas computacionales de los puntos críticos de la ciudad de Tunja, así como de la literatura existente, la cual atribuye alrededor del 3% de los siniestros viales a características deficientes de la vía, el 95% se les atribuye a factores humanos y, el 2% referente al vehículo, se establecieron diversos criterios tales como: velocidad de diseño, distancia de visibilidad de parada, adelantamiento y de cruce, radios mínimos de curvatura, rampas de aproximación, peraltes, longitudes de curva y de transición, entre tangencia, operación y drenaje, elementos

de la sección transversal, y en los diferentes tipos de curvas horizontales y verticales; de tal modo que es posible concluir que cumplen a cabalidad las recomendaciones proporcionadas por el Manual de Diseño Geométrico de Carreteras, exceptuando al punto crítico identificado como Carrera 15 con Calle 17 “cinco esquinas”, la cual presenta falencias en criterios de visibilidad, principalmente de cruce, también, de radios de curvatura y sección transversal; por consiguiente, se cataloga como un centro de concentración de accidentes de tránsito.

Siendo así, las carreteras de la ciudad deberían siempre buscar la consistencia en la selección de factores de diseño vial, evitando en lo posible cambios abruptos, ya que ante todo tipo de conductores, estos cambios podrían proporcionar reacciones inesperadas, las cuales pueden ocasionar siniestralidad vial.

## **Agradecimientos**

Al personal del Cuerpo de Bomberos Voluntarios de Tunja, por su disposición en el fortalecimiento de la investigación, pues proporcionó la información necesaria para ser estudiada; así mismo por su dispendiosa, pronta y óptima labor y respuesta a los siniestros viales que se suscitan en la ciudad de Tunja.

## **Referencias**

- American Association of State Highway and Transportation Officials (2011). *A Policy on Geometric Design of Highways and Streets*, Washington D. C.
- Alcaldía Mayor de Bogotá D.C.-Instituto de Desarrollo Urbano (2013). *Guía para el diseño de vías urbanas para Bogotá D.C.*, Bogotá.
- Alcaldía Mayor de Bogotá D.C.-Secretaría de Movilidad (2019). *Guía de auditorías de seguridad vial en vías urbanas*, Bogotá.
- Banco Interamericano de Desarrollo y División de Transporte (2013). *Avances en seguridad vial en América Latina y el Caribe 2010-2012*.
- Barón, D. & Munévar, M. (2014). *Análisis espacial de accidentalidad vial en Boyacá utilizando SIG*. (Trabajo de grado). Tunja-Boyacá: Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia.
- Cerquera, F. (2015). *Análisis especial de los accidentes de tráfico en Bogotá D.C.* (Trabajo de grado). Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia. Tunja-Boyacá.

Análisis de Accidentalidad vial de motocicletas mediante Sistemas de Información Geográfico. Caso estudio: Tunja-Boyacá

Cerquera, F., Pabón, J., & Fajardo, R. (2008). Diseño de un plan estratégico de seguridad vial departamental (Modelo piloto para el departamento de Boyacá). *Revista Facultad de Ingeniería*, 17(24), 81-99.

Instituto Nacional de Vías-Ministerio de Transporte (2008). *Manual de diseño geométrico de carreteras*, República de Colombia.

Ministerio de Transporte (2014). Resolución 1565 - Plan estratégico de seguridad vial, Bogotá.

Observatorio Iberoamericano de Seguridad Vial (2013). *Informe de gestión año 2013*.

Organización Mundial de la Salud (2015). *Informe sobre la situación mundial de la seguridad vial*. Ginebra.

Pérez, A., & Lastre, J. (2014). Evaluación de puntos críticos de accidentalidad vial en la ciudad de Sincelejo, (Trabajo de grado). Cartagena-Bolivar: Universidad de Cartagena.

Sánchez, J. (2018). Estructuración de un mapa de riesgo de accidentes de tránsito en Tunja mediante SIG (Trabajo de grado). Tunja-Boyacá: Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia.