

Análisis y evaluación de tramos críticos de los accidentes de tránsito en la vía Huancayo – Huancavelica

Analysis and evaluation of critical sections of traffic accidents on highway h
Huancayo – Huancavelica

 Celso Ramos Paucar
cramos@unah.edu.pe
Universidad Nacional Federico Villareal, Perú

Resumen

La relación entre el estado de las carreteras y los accidentes de tránsito es muy significativa y se puede analizar desde varias perspectivas, carreteras en mal estado pueden incrementar el riesgo de accidentes, ya que dificultan el control del vehículo y pueden causar que los conductores pierdan el control o tengan que realizar maniobras bruscas para evitarlos. La falta de mantenimiento regular puede empeorar el estado de las carreteras. Estudios y estadísticas han demostrado que las carreteras en malas condiciones tienden a tener una mayor tasa de accidentes. Esto puede incluir tanto accidentes menores como incidentes más graves, como colisiones fatales, el estado de las carreteras tiene un impacto directo e indirecto en la seguridad vial y en la ocurrencia de accidentes de tránsito. El objetivo primordial de este estudio es determinar cuáles partes de la carretera de Huancayo-Huancavelica, que atraviesa las regiones Huancavelica y Junín, tienen las tasas de accidentes más altas. Un segmento de la red de carreteras que ofrece un riesgo de accidentes notablemente mayor que la parte típica con características comparables se denomina sección crítica de los accidentes de tráfico. El Método de Número de Accidentes, el Método de tasa de accidentes y el método de Impuesto a Números fueron entre las muchas metodologías y enfoques de análisis empleados para alcanzar este objetivo. Las secciones se examinaron y evaluaron utilizando cada una de estas técnicas, permitiendo elegir la mejor metodología. Se recopiló información sobre el tráfico de vehículos, accidentes de tráfico y geometría de la pista a lo largo de secciones de las Rutas Nacionales PE-3S y PE-26. Esto permitió identificar 12 secciones críticas de accidentes y sus causas subyacentes, concluyendo que el Método del Control de Calidad de la Tasa es el más adecuado. Además, se proponen medidas de mitigación para estas secciones críticas a corto y largo plazo.

Palabras claves: Tramos críticos, accidentes de tránsito, calidad de control de la tasa y carretera.

Abstract

The relationship between the state of the roads and traffic accidents is very significant and can be analyzed from several perspectives; roads in poor condition can increase the risk of accidents, since they make it difficult to control the vehicle and can cause drivers to lose control. control or have to make sudden maneuvers to avoid them. Lack of regular maintenance can worsen the condition of roads. Studies and statistics have shown that roads in poor condition tend to have a higher accident rate. This can include both minor accidents and more serious incidents, such as fatal collisions, the condition of the roads has a direct and indirect impact on road safety and the occurrence of traffic accidents. The primary objective of this study is to determine which parts of the Huancayo-Huancavelica highway, which runs through the Huancavelica and Junín regions, have the highest accident rates. A segment of the road network that offers a significantly higher risk of accidents than the typical part with comparable characteristics is called a critical section of traffic accidents. The Accident Number Method, the Accident Rate Methods and the Tax on Numbers method were among the many methodologies and analysis approaches employed to achieve this objective. The sections were examined and evaluated using each of these techniques, allowing the best methodology to be chosen. Data on vehicle traffic, traffic accidents and track geometry were collected along sections of National Routes PE-3S and PE-26. This allowed us to identify 12 critical sections of accidents and their underlying causes, concluding that the Rate Quality Control Method is the most appropriate. Additionally, mitigation measures are proposed for these critical sections in the short and long term.

Keywords: Critical sections, traffic accidents, rate and road control quality.



Publicado: 02/09/2024
Aceptado: 28/08/2024
Recibido: 19/07/2024

Open Access
Article scientific

 <https://doi.org/10.47422/ac.v5i3.177>

Este artículo es publicado por la Revista de Investigación Científica y Tecnológica Alpha Centauri, Professionals On Line SAC. Este es un artículo de acceso abierto, distribuido bajo los términos de la Licencia Creative Commons Atribución 4.0 Internacional (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>) que permite compartir (copiar y redistribuir el material en cualquier medio o formato) y adaptar (remezclar, transformar y construir a partir del material) para cualquier propósito, incluso comercialmente.



Introducción

En el sureste asiático, específicamente en Camboya, los incidentes viales son un problema importante, convirtiéndose en la principal causa de muerte entre los jóvenes en esa área. A pesar de los esfuerzos y campañas dirigidos a promover la seguridad en las carreteras y reducir las tasas de mortalidad, las estadísticas continúan siendo alarmantes. Se cree que aproximadamente el 70% de los accidentes en países como Tailandia, Laos y Camboya afectan a motocicletas y vehículos de tres ruedas. Curiosamente, todavía no existe una estructura reguladora sólida para este tipo de transporte. La velocidad excesiva es un problema importante porque se ha descubierto que es el principal factor de colisiones mortales en estas carreteras (Kitamura et al., 2018).

En cuanto a América Latina, el número medio de víctimas mortales por accidentes de tráfico varía significativamente, con una media de 16,1 por cada 100.000 habitantes. Existen algunas diferencias notables entre los países analizados. Por ejemplo, las tasas de 12,6 víctimas mortales por cada 100.000 habitantes se encuentran en Chile y Argentina, y otras naciones del Cono Sur muestran patrones comparables. En comparación con otras naciones de la región, Venezuela exhibe una tasa de mortalidad mucho más elevada, de 37,2 por cada 100.000 habitantes. Argentina respondió promulgando la Ley 24788, destinada a proteger a los niños y combatir la embriaguez. (Celleri et al., 2021).

Por otro lado, Ecuador enfrenta una problemática creciente en cuanto a accidentes de tráfico, con consecuencias en términos de lesiones personales y daños materiales. Las grandes ciudades han implantado sistemas de vigilancia de los automóviles en un esfuerzo por reducir el número de accidentes. Pero tanto peatones como conductores siguen representando una amenaza constante por su imprudencia. (Oñate, 2021).

A nivel nacional, la ciudad de Lima exhibe una alta vulnerabilidad en este aspecto. En el año 2016, representó más del 50 % de los incidentes de tráfico del país, alcanzando un preocupante 55,2 %. Esto no sólo llama la atención sobre los problemas de planificación urbana y movilidad, sino que también pone de relieve lo urgente que es concienciar a la población local

sobre la necesidad de unos hábitos de conducción más seguros. Es imperativo subrayar que estos accidentes no sólo figuran entre las 20 primeras causas de muerte, sino que también tienen una influencia significativa en las esferas social, emocional y económica, además, el hecho de que el 64% de estos incidentes se produjeran en zonas metropolitanas pone de relieve la necesidad de evaluar y

mejorar las infraestructuras de transporte en diversas localidades rurales, incluidos los programas de educación vial para peatones y automóviles, así como la señalización (Carmona et al., 2018).

Cabe mencionar la existencia de entidades viales locales en cada una de las provincias de la zona de Huancavelica a nivel regional. Por otro lado, es evidente que las autoridades carecen de un plan claro o de consenso respecto a la distribución de los fondos necesarios para poner en marcha medidas eficaces de prevención de accidentes de tráfico en la zona. La inadecuada gestión de la seguridad vial es el resultado de esta falta de cooperación y concertación en el sector, cabe destacar que en 2020 se tomaron medidas para resolver este problema, incluida la adquisición de equipos para mejorar y mantener las carreteras de la zona. A pesar de estas iniciativas preliminares, sigue siendo necesario contar con una administración regional más eficiente y bien coordinada para abordar plenamente la seguridad vial (Miranda, 2021).

En esta situación, a nivel local, la seguridad vial en la carretera Huancayo-Huancavelica plantea una problemática seria y preocupante, representando un riesgo real para conductores y pasajeros. Las posibles causas de esta situación incluyen el mal estado de las carreteras, la falta de presupuesto para su mantenimiento, la percepción de una aplicación ineficiente de las normativas, la escasa cultura en seguridad vial, el exceso de velocidad y el incumplimiento de las reglas. Si las dificultades son permanentes, es probable que aumente el número de accidentes en dicha carretera, lo que resultaría en más lesiones y muertes. Esto afectaría a muchas facetas de la vida diaria y tendría graves repercusiones para el gobierno local y la comunidad. Por lo tanto, estas cuestiones pueden tener un impacto negativo en la salud del público en general, así como en los recursos del sistema de salud de la comunidad. También pueden poner una carga financiera significativa en las personas, que pueden entonces prestar dinero para pagar sus facturas médicas, poniendo en peligro su bienestar general y la estabilidad financiera.

En un esfuerzo por concienciar sobre el estado de la seguridad vial, la Organización Mundial de la Salud (OMS) acuñó la frase "La seguridad vial no es accidental" en 2004 con motivo del Día Mundial de la Salud, con una cifra estimada de 1,2 millones de víctimas mortales y 35 millones de víctimas no mortales al año, las colisiones viales son consideradas por la OMS una epidemia mundial. Es crucial recordar que el número total de víctimas se multiplica, sobre todo en el caso de las personas que tienen familias que mantener, y no es sólo el total de estas dos cifras, se calcula que los accidentes de tráfico causaron daños económicos por valor de 518.000 millones de dólares, lo que supone entre el 1% y el 3% del producto

interior bruto de todos los países. A pesar de que sólo representan el 48% de todos los automóviles del mundo, los países de ingresos bajos y medios se llevan la peor parte de este problema, ya que en ellos se produce el 90% de todos los incidentes de tráfico mortales. (OMS, 2009).

Es inquietante notar que las naciones con ingresos económicos modestos y bajos muestran las tasas de mortalidad más elevadas. Aunque en los países con ingresos altos estas tasas han decrecido en las últimas décadas, los percances viales siguen siendo una causa relevante de muertes, heridas y discapacidades. Cerca de la mitad de las personas fallecidas por accidentes de tráfico son peatones, ciclistas o individuos vulnerables en las vías públicas. Esta proporción es aún mayor en economías menos favorecidas. Esto genera un ciclo perjudicial en la interacción entre el tamaño de la economía, los sistemas de transporte, los sistemas de tráfico y los accidentes de tráfico, lo cual impacta severamente la salud pública y, consecuentemente, el progreso de los países en todo el mundo.

En nuestro país, no se han identificado los Tramos Críticos de Accidentes de Tránsito (TCA) ni se han implementado medidas de mitigación. Esto resulta en costos económicos y sociales significativos debido a los accidentes de tránsito, lo que genera pérdidas económicas para el país. Dadas estas consideraciones, la región de Huancavelica no está exenta de la problemática nacional. Por lo tanto, surge la siguiente pregunta.

Se planteó como problema general: ¿De qué manera influye el diseño geométrico en el número de Tramos Críticos de los accidentes de tránsito en la carretera Huancayo – Huancavelica?; en ese contexto los problemas específicos: ¿Cuáles son los tramos críticos de los Accidentes de Tránsito en la carretera Huancayo - Huancavelica?; ¿De qué manera se determina la accidentabilidad en la carretera Huancayo - Huancavelica?; ¿De qué manera influye el tráfico en la accidentabilidad de la carretera Huancayo - Huancavelica?; ¿Cuál es la relación de los elementos geométricos de la carretera Huancayo – Huancavelica con los Tramos críticos de concentración de Accidentes de Tránsitos?

Así mismo como objetivo general, Evaluar y analizar los tramos críticos de accidentes de tránsito de la carretera Huancayo – Huancavelica y su propuesta de mitigación. En ese contexto los objetivos específicos: Determinar las secciones de alta incidencia de accidentes de tránsito en la vía que conecta Huancayo y Huancavelica; Evaluar la frecuencia de accidentes en las secciones críticas de la carretera entre Huancayo y Huancavelica; Investigar el flujo vehicular en la ruta que une Huancayo y Huancavelica; Medir y contrastar las características

geométricas de las secciones críticas afectadas por accidentes de tráfico con los estándares actuales.

Se detallaron los siguientes antecedentes:

Según uno de los primeros estudios de evaluación sobre la seguridad vial (OMS, 1989), era crucial una estrecha cooperación entre los gobiernos locales y una mayor participación pública en la creación de políticas de seguridad vial. Estas políticas deberían adoptar un enfoque estratégico y global para avanzar en la prevención de lesiones y traumatismos. Se subrayó lo crucial que es fomentar la formación de comités nacionales de seguridad vial.

En el ámbito de la seguridad vial internacional, la publicación del Informe mundial sobre traumatismos y lesiones causados por el tránsito en 2004 representó probablemente un punto de inflexión. El objetivo de este documento era reforzar los planes de acción de los gobiernos nacionales, dar una justificación para impulsar el cambio y aumentar el compromiso de las autoridades responsables de la seguridad vial.

Tomalá C. y Ribadeneira E. (1994) realizaron un estudio estadístico sobre las causas de accidentes de tránsito en Guayaquil, utilizando como base las publicaciones de la Comisión de Tránsito de Guayas. El objetivo era analizar el comportamiento de las causas y sus repercusiones en la sociedad mediante herramientas estadísticas. Las conclusiones del estudio indicaron que la principal causa de los accidentes registrados en 1996 fue la falta de prevención por parte de los conductores, representando el 58% del total. Se resaltó que aproximadamente el 63% de la responsabilidad de los accidentes recaía en los conductores, lo que subrayaba la necesidad de concienciarlos sobre su papel en la prevención de accidentes. Además, se identificó que el 14% de los accidentes involucraron a peatones y el 9% fueron casos fortuitos, lo que destacaba la importancia de ser más precavidos en tales situaciones.

En el año 2007, la Fundación Bloomberg Family anunció una contribución de nueve millones de dólares a la Organización Mundial de la Salud (OMS) para respaldar medidas específicas destinadas a prevenir incidentes de tráfico. Parte de esta donación fue asignada para evaluar la situación de la seguridad vial a nivel global. En 2009, se publicó el Informe sobre la Situación Mundial de la Seguridad Vial: Es Hora de Actuar, que representó la primera evaluación a nivel mundial para determinar en qué medida se han aplicado las recomendaciones del informe de 2004.

Según los datos de 2009, los países de ingresos bajos y medios son responsables de casi el 90% de las muertes

causadas por accidentes de tráfico, a pesar de poseer sólo el 48% de todos los vehículos del mundo. Diez naciones - India, China, Estados Unidos, Rusia, Brasil, Irán, México, Indonesia, Sudáfrica y Egipto- suman más de la mitad de los accidentes registrados. Por otra parte, la mayoría de las naciones de ingresos altos tienen las tasas de mortalidad más bajas, que oscilan entre 3,4 y 5,4 muertes por cada 100.000 habitantes, los peatones, ciclistas, motociclistas y sus pasajeros representan el 46% de las víctimas de accidentes de tráfico en todo el mundo. El informe detalla los resultados de cinco factores de riesgo, además de abordar aspectos legislativos relacionados con los mismos.

En lo que respecta a la esfera institucional, se han llevado a cabo escasos estudios notables. Aeron et al. (2002) realizaron un análisis de los marcos de gestión en las naciones industrializadas y en vías de desarrollo, haciendo especial hincapié en la planificación, la financiación, la organización y el papel del sector privado en la promoción de la seguridad vial, la Secretaría de Salud, la OMS y la Fundación Familia Bloomberg firmaron un convenio de colaboración para lanzar el programa piloto de prevención de lesiones y traumatismos Imesevi, que marcó un cambio en la política del gobierno mexicano. El Programa de Acciones Específicas de Seguridad Vial 2007-2012, o Prosev, es un programa que va de la mano con éste. Ambos son esenciales para este estudio y sirven como punto focal para la evaluación estratégica.

Dentro del ámbito nacional, una serie de eventos interconectados, según el análisis realizado, unieron esfuerzos individuales hacia un objetivo compartido. Estos eventos incluyeron el establecimiento del Observatorio de Seguridad y Convivencia Ciudadana en el Municipio de Juárez, Chihuahua, el cambio de liderazgo en la Dirección General de Tránsito Municipal y los acercamientos entre esta dependencia, la OPS y el Cenapra

Materiales y Métodos

El método cuantitativo se utilizó de manera experimental de tipo aplicada. El nivel de investigación se basó en un modelo cuasi-experimental. Las variables utilizadas en el estudio fueron las siguientes:

- a. Estructura de tramos carretera Huancayo – Huancavelica
- b. Accidentes de Tránsito.

Nuestro universo empleado en la investigación fue compuesto por toda longitud del tramo de la carretera Huancayo – Huancavelica. Iniciando como punto de inicio plaza de Armas de la Huancayo hasta la plaza principal de la región de Huancavelica. Dado que se aprovecharon los datos se tomaron en cuenta los criterios de inclusión y

exclusión, la población fue de tipo no probabilístico por facilidad de estudio.

Para la recolección de muestras, se realizaron el análisis y evaluación de los tramos críticos donde se concentran con frecuencia los accidentes de tránsito a lo largo de la carretera Huancayo – Huancavelica, identificando tramos críticos en lugares específicos como muestra en la presente investigación; es decir una muestra dirigida fundamentalmente a los tramos donde ocurren con mayor número de frecuencia los accidentes de tránsito, las cuales fueron estudiadas con un rigor científico y pertinencia.

Se realizó un sondeo dirigido a la población bajo estudio utilizando un formulario específico conforme al diseño del apéndice N° 2, con el fin de obtener datos precisos sobre el comportamiento de las variables en investigación. Para este método, se utilizó el Cuestionario de Inteligencia Emocional como herramienta, para esta metodología, se empleó la Ficha de Observación como instrumento, con este enfoque metodológico, se analizaron fuentes originales y se recolectaron datos de documentos, registros, formularios, informes regulares y otros materiales relevantes al tema de estudio. Se empleó la Ficha de Cotejo Documental como herramienta para este procedimiento.

Se siguieron los siguientes pasos durante la ejecución del proyecto:

- 1) Solicitar permisos a las autoridades del MTC.
- 2) La población recibió una charla informativa donde se les explicó el propósito del estudio y se discutieron temas importantes como los accidentes de tránsito y problemáticas de los tramos de la carretera.
- 3) Se entregó a la población la ficha de consentimiento informada al finalizar la charla para que pudieran autorizar el estudio.

Método/equipo: El desarrollo operativo de la investigación se enfocó en los accidentes de tráfico ocurridos en la carretera Huancayo-Huancavelica, siguiendo los siguientes pasos:

- a) Revisión bibliográfica actualizada relacionada con el tema de investigación para comprender el proceso de transacción.
- b) Observación detallada de las causas y efectos del problema, identificando las diferentes manifestaciones relacionadas con la problemática.
- c) Elaboración y diseño de instrumentos de recopilación de datos, como cuestionarios y fichas de observación (encuestas, entrevistas y diagramas de flujo), para recabar información relevante.
- d) Evaluación de la eficacia de los instrumentos de recopilación mediante pruebas para asegurar que

capturan los datos e información necesarios de manera adecuada.

- e) Aplicación de los instrumentos diseñados para recolectar datos durante el proceso de investigación.
- f) Procesamiento de la información recopilada, que incluye su tratamiento, almacenamiento y sistematización utilizando software como Excel y SPSS, lo que facilitó la consolidación de la información para orientar el proceso de investigación.

En el proceso de análisis de la información, la investigación se respalda en el empleo de una Base de Datos como una fuente de información en línea. Utilizando esta fuente junto con la técnica de estadística descriptiva, se consolidará la información de manera coherente y se examinará el comportamiento de varios indicadores relacionados con las variables de estudio.

En cuanto a las técnicas de análisis inferencial utilizadas en esta investigación, se emplearon las siguientes:

Evaluación crítica: Esta técnica fue aplicada a los resultados preliminares y finales mediante un análisis estadístico y un razonamiento crítico, para evaluar cualitativa y cuantitativamente el problema investigado.

Modelación de la prueba: Se llevó a cabo una regresión basada en la tabla de indicadores de cada variable, con el objetivo de determinar los estadísticos de prueba que ayudaron a afirmar y validar la hipótesis de investigación.

El paquete estadístico IBM® Statistical Package for the Social Sciences, también conocido como SPSS, se utilizó para realizar el análisis estadístico de este estudio. Se utilizó una metodología que incorpora tanto números absolutos como porcentajes para representar las variables categóricas, lo que proporciona una visión más completa y detallada de los datos. Se prefirió utilizar la mediana y los

rangos intercuartílicos para mostrar la tendencia central y la dispersión de los datos cuando las variables numéricas tenían una distribución no paramétrica.

Sobre las consideraciones éticas, en cuanto a este aspecto, en el presente trabajo de investigación se utilizó datos, hallazgos e informaciones reales obtenidas de fuentes primarias y secundarias, por cuanto se consideró que los resultados son fidedignos.

Se encontró una correlación de 0.853, que supera al coeficiente tabular de 0.805 (5%). Esto sugiere que existe una fuerte relación lineal entre el volumen de vehículos y la cantidad de accidentes. La cifra estadística indica que hay más accidentes de tráfico cuando hay un mayor volumen de vehículos en la carretera

Finalmente, para todos los análisis estadísticos, se encontró que se identificaron 12 Tramos Críticos de Accidentes de tránsito utilizando la metodología del Control de Calidad de la Tasa, la cual se considera la más efectiva debido a que se basa en un control estadístico para determinar si la tasa de accidentes en un área específica es anormal, esta metodología define un Tramo Crítico de Accidentes como aquel donde ocurren 2 o más accidentes.

Resultados

Después de aplicar rigurosamente los criterios de inclusión, el estudio presentó los siguientes resultados:

Los datos sobre el flujo de vehículos se extrajeron de la base de datos gestionada por el Ministerio de Transportes y Comunicaciones, específicamente de Provías Nacional. Esta base de datos se compone de informes diarios recopilados en el peaje de la carretera Huancavelica-Huancayo. A continuación, se presenta la recopilación mensual de datos desde el año 2015 hasta 2019.

Flujo Vehicular Mensual del Chacapampa.

Tabla 1

Unidad de Peaje Chacapampa.

MES	TRANSITO MENSUAL (veh./mes)				
	2015	2016	2017	2018	2019
Enero	12,403	14,979	19,041	19,056	21,947
Febrero	11,825	13,962	17,833	18,688	17,450
Marzo	12,948	17,009	18,279	20,032	18,818
Abril	15,525	14,884	20,477	20,049	22,324
Mayo	13,993	17,538	19,026	19,472	20,578
Junio	14,036	17,200	18,251	19,344	22,981
Julio	14,119	18,871	20,456	21,262	23,922
Agosto	12,634	19,068	19,942	21,520	23,559
Setiembre	13,044	18,355	19,110	20,785	21,130
Octubre	13,547	19,237	20,225	22,082	21,625
Noviembre	13,245	19,458	18,880	20,511	20,325
Diciembre	14,426	19,075	19,816	22,338	21,616
TOTAL	161,745	209,636	231,336	245,139	256,275

Al examinar gráficamente el flujo de vehículos en el peaje, se observa que hay ciertos picos de tráfico durante los meses de abril, julio y diciembre. Estos picos se deben a diferentes factores: en abril, hay un aumento debido a la temporada de Semana Santa, mientras que en julio y diciembre se relacionan con las vacaciones escolares y las festividades de fin de año, respectivamente.

El Índice Medio Diario Anual (IMDA).

La determinación del Índice Medio Diario Anual se ha efectuado al promediar los datos extraídos de los registros de peaje presentes en la Red Vial. A continuación, se presenta la tabla que muestra el IMD en la carretera, calculado para los años correspondientes 2015, 2016, 2017, 2019 y 2019.

Tabla 2

Índice Medio Diario

AÑO	DÍAS	IMD CHACAPAMPA
2015	365	271
2016	366	328
2017	365	475
2018	365	436
2019	365	410
TOTAL	1826	
IMD PROMEDIO IMD		384

Los registros de accidentes de tránsito en la Carretera Huancayo-Huancavelica provienen de la base de datos de la Dirección de la IX INTERPOL - HUANCVELICA, ubicada en Huancavelica. Esta entidad tiene jurisdicción policial sobre los departamentos de Huancavelica y Junín, donde operan las Regiones Policiales en las respectivas capitales.

Análisis de datos

- El formato del informe policial sobre accidentes de tráfico no es uniforme.
- Los registros de accidentes de tráfico se ordenan según el tipo de vía, ya sea urbana o carretera. Los tipos de carretera, incluidas las carreteras nacionales, departamentales y rurales, no se distinguen

suficientemente en la clasificación de los datos de accidentes.

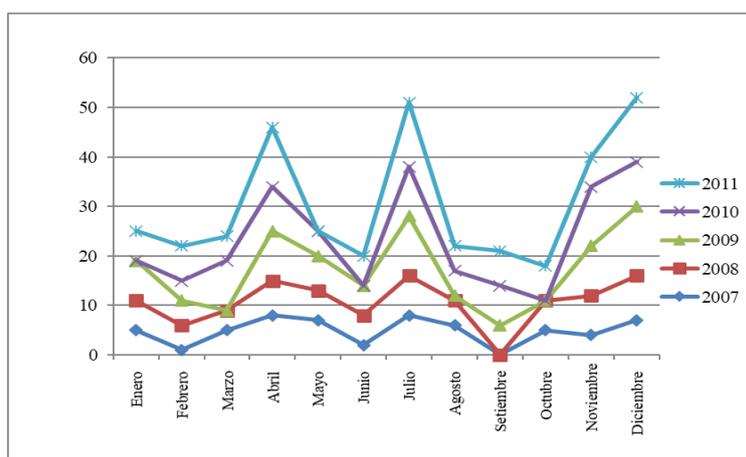
- Dado que los datos de accidentes son tan generales y carecen de datos específicos que permitan una investigación exhaustiva, es difícil determinar con exactitud las causas de los accidentes de tráfico debido a un juicio inadecuado.

Información total de accidentes en la vía.

A continuación, se presenta un cuadro resumen de los 266 accidentes que fueron reportados entre los años 2015 y 2019 como consecuencia del procesamiento de los datos de los cuadernos de ocurrencia en la Carretera Huancayo-Huancavelica.

Figura 1

Distribución de Accidentes



Al efectuar el análisis visual de la distribución de incidentes viales, se observa que coinciden en mayor medida con los meses de abril, julio y diciembre, períodos en los cuales se registra un aumento significativo en el tráfico vehicular.

Análisis de correlación de accidentes de tránsito y flujo vehicular

Tabla 3

Relación entre el volumen de tráfico y la cantidad de accidentes de tráfico

Nº DE DATOS	X	Y	XY	X ²	Y ²
1	142,603	58	8270954.67	2.0336E+10	3364
2	177,023	70	12391610	3.1337E+10	4900
3	213,682	79	16880878	4.566E+10	6241
4	214,625	72	15453024	4.6064E+10	5184
5	211,863	87	18432081	4.4886E+10	7569
Nº de datos	5				
Total	959796	366	71,428,548	1.8828E+11	27258
Promedio	191959.2	73.2			
	b =	0.00029			
	c =	17.55			
	r =	0.853			

Tras llevar a cabo el análisis estadístico, se logró obtener un coeficiente de correlación de 0.853, el cual supera el valor crítico tabular de 0.805 (5%). Esto sugiere que hay una correlación lineal estadísticamente notable entre el volumen de tráfico y la frecuencia de accidentes. Este hallazgo sugiere que conforme crece el tráfico vehicular, también tiende a incrementar la cantidad de accidentes de tráfico.

Identificación de Tramos Críticos de Accidentes

La determinación de los Puntos Críticos de Accidentes (PCA) se llevó a cabo utilizando la información recopilada de la base de datos de accidentes de tránsito en la carretera Huancayo Huancavelica. Este proceso implicó el empleo de cinco metodologías diferentes, las cuales se describen a continuación:

Método del Índice de Peligrosidad

La metodología propuesta sugiere establecer umbrales fijos a partir de los cuales cualquier tramo con un Índice de Peligrosidad que supere el valor establecido por la normativa para su Tráfico Medio Diario Anual (TMDA) se clasifica como un Punto de Concentración de Accidentes (PCA). Estos límites de tráfico, según este enfoque, son arbitrarios y sugieren que a medida que la clasificación de la carretera aumenta según el tráfico del tramo, se debe exigir un nivel más alto de seguridad.

Se realizó una evaluación de la relación entre el volumen de tráfico y la cantidad de accidentes de tráfico en la vía, utilizando la información disponible de ambas variables. Los resultados de este análisis se exponen en la tabla siguiente:

Además, la aplicación del método tiene sus limitaciones, ya que los valores límite del Índice de Peligrosidad (100 y 70) están definidos en la normativa para circunstancias específicas. En consecuencia, debido a que la Ley de tránsito provincial de Córdoba no tiene en cuenta la proporción de accidentes o sin víctimas, su metodología puede no ser totalmente coherente. Como tal, las limitaciones y peculiaridades de esta técnica deben tenerse en cuenta al interpretar los resultados de su aplicación.

Debido a las limitaciones inherentes al método y a la escasez de información sobre las víctimas de accidentes, decidimos no utilizarlo para nuestra investigación.

Método del número de accidentes

Al realizar el cálculo de Puntos de Concentración de Accidentes (PCA) utilizando esta metodología, se determinó la existencia de 12 puntos críticos de accidentes de tránsito.

La metodología de cálculo identifica como concentración de accidentes los subtramos en los que hubo 03 o más accidentes, excluyendo los con 02 accidentes de tráfico. Se basa en datos tales como la longitud de la pista, longitud del subtramo y el número de accidentes ocurridos durante el período de análisis, así como el tiempo indirectamente.

Los puntos críticos de concentración de los accidentes de tráfico se muestran en el cuadro No 05 y se determinaron

utilizando la metodología indicada anteriormente, es decir, utilizando los parámetros de comparación calculados.

Método de la tasa de accidentes

Se identificaron doce segmentos de accidentes cruciales al calcular los segmentos cruciales de los accidentes (CAS) utilizando esta metodología, que correspondía al resultado obtenido utilizando la metodología anterior.

La metodología de cálculo identifica como segmentos de concentración de accidentes los sub-tramos en los que se registraron 03 o más accidentes, excluyendo los subtramos con 02 accidentes de tráfico. Se basa en datos tales como la longitud de la sub-pista, la duración de la pista, el flujo de vehículos calculado a través del índice promedio diario anual, el número de días, y el número de accidentes ocurridos.

Método del Número - Tasa

En el cálculo de los Segmentos de Accidentes Críticos (CAS) se encontraron trece segmentos de accidentes de tráfico críticos utilizando esta metodología.

Para los cálculos se tomaron en consideración datos tales como la longitud de la subpista, la distancia de la pista y el flujo del vehículo definidos por el Índice de Media Diaria Anual, así como el número de días y accidentes registrados, que utilizaron los parámetros combinados de la técnica del Número de Accidentes y la Tasa de accidentes.

La técnica excluye los subtramos con dos accidentes de tráfico y designa como segmentos de concentración de accidentes los subtramos con tres o más accidentes. En el cuadro No 07 se enumeran los segmentos de accidentes críticos determinados por el enfoque discutido anteriormente, junto con los parámetros de comparación calculados.

Método del Control de Calidad de la Tasa

Se encontraron trece segmentos clave de accidentes mediante la aplicación de esta metodología para calcular los segmentos esenciales de los accidentes (CAS).

El proceso de cálculo se basó en una serie de variables, como la longitud de la sub-pista, la distancia de la carretera, el número de días, la cantidad de incidentes reportados, y el flujo de vehículos como se evalúa por el índice promedio diario anual.

Las subcomarcas con un solo accidente de tráfico no se incluyen en los segmentos de concentración de accidentes, que son aquellas en las que hay dos o más accidentes.

Evaluación de los Métodos

El Método del Número de Accidentes implica una evaluación directa utilizando únicamente la cantidad de accidentes, la longitud de los tramos y un coeficiente de ajuste.

Ajustar el factor "k" puede modificar su sensibilidad: a medida que "k" aumenta, se reducen los Tramos Críticos de Accidentes (TCA) detectados, mientras que al disminuir "k", aumentan los TCA. La longitud del tramo seleccionado influye significativamente en los resultados, ya que, al aumentarla, la dispersión en los valores de accidentes tiende a reducirse, acercándose al valor medio (Nm).

El Método de la Tasa de Accidentes: considera tanto el número de accidentes como el volumen de tráfico para evaluar la peligrosidad del tramo. Esta metodología requiere datos de volumen de tráfico además de la ubicación y cantidad de accidentes.

Para evitar conclusiones erróneas, especialmente en tramos con variaciones considerables en el volumen de tráfico, se incorpora la variable de la tasa de accidentes.

Sin embargo, la identificación exclusiva de sitios peligrosos basada en las tasas de accidentes puede ser engañosa si hay diferencias significativas en el tráfico entre los tramos.

La sensibilidad de ambos métodos también está influenciada por la longitud del tramo, ya que, al aumentarla, la dispersión de los valores se reduce, lo que conduce a la identificación de más TCA.

El Método del Número-Tasa: combina las características de los dos métodos anteriores, exigiendo que se cumplan simultáneamente las condiciones del Método del Número de Accidentes y el de la Tasa de Accidentes.

Esto reduce el número de ubicaciones verificadas como TCA y garantiza que los tramos peligrosos muestren una cantidad anormal de accidentes, especialmente en áreas con bajo tráfico.

El criterio que determina el límite desde el cual se tiene en cuenta la sección peligrosa en cada uno de los enfoques determina la coherencia de los resultados.

Suponiendo que la distribución de los accidentes sigue el modelo de Poisson, el Método de Control de Calidad Tributaria ejerce control estadístico sobre las tasas de accidentes de cada sección.

El objetivo es encontrar datos anormalmente bajos sobre la tasa de accidentes que señalen un grave problema de la carretera que alimenta la concentración inusual de los

accidentes. Este enfoque se basa en el control de calidad del análisis estadístico para evaluar si la tasa de accidentes de un lugar específico es rara. Piense en las localizaciones de TCA donde ocurren dos o más incidentes, lo que sugiere que hay una fuente persistente detrás de estos incidentes en lugar de una aparición aleatoria. En conclusión, debido a su énfasis en la detección de eventos poco comunes y persistentes, el Método de Control de la Calidad de la Tarifa es más adecuado para la ruta examinada.

Análisis y Evaluación de los Tramos de Concentración de Accidentes

Los Tramos Críticos de Accidentes (TCA) identificados mediante los diversos métodos mencionados previamente se sometieron a evaluación para determinar sus causas subyacentes.

Este proceso involucró la revisión exhaustiva de partes y atestados policiales, con el objetivo de llegar a conclusiones sobre las causas de los accidentes.

Una vez establecidas estas causas, se llevaron a cabo trabajos topográficos y de diseño geométrico en cada uno de los TCA.

El propósito de estos trabajos fue verificar que los elementos geométricos de la carretera cumplan con los estándares establecidos en el Manual DG – 2018.

Evaluación de las Causas de Accidentes en T.C.A. con Información Policial.

Se pudo verificar que los 12 casos de Tramos Críticos de Accidentes de tránsito identificados tuvieron como principal causa de los accidentes el exceso de velocidad.

Además, es importante destacar que en cada uno de los 12 Tramos Críticos de Accidentes se encontraron evidencias de accidentes con víctimas humanas, al menos en uno de ellos.

Evaluación de los Elementos Geométrico de los T.C.A.

La evaluación se llevó a cabo en dos etapas: inicialmente, se realizó el levantamiento topográfico de los 12 Tramos Críticos de Accidentes identificados, seguido de la determinación de los elementos geométricos de estos tramos, los cuales fueron comparados con los estándares establecidos en la Norma DG – 2018.

Discusión

Con el objetivo general de evaluar y analizar los puntos críticos de accidentes de tráfico en la carretera Huancayo - Huancavelica y proponer medidas de mitigación durante el periodo de 2015 a 2019, al observar el análisis gráfico del flujo vehicular en el peaje, se evidencia que hay picos de

tráfico en abril, julio y diciembre. Estos incrementos se deben al aumento del flujo vehicular durante Semana Santa en abril, así como durante las vacaciones escolares y festividades por fiestas patrias y fin de año en julio y diciembre, respectivamente. Además, al calcular el Índice Medio Diario Anual, se obtuvo un promedio de los valores registrados en el peaje. Se presenta una tabla con los resultados del IMD para los años 2015, 2016, 2017, 2018 y 2019.

Tras el análisis estadístico, se encontró una correlación de 0.853, que supera al coeficiente tabular de 0.805 (5%). Esto sugiere que existe una fuerte relación lineal entre el volumen de vehículos y la cantidad de accidentes. La cifra estadística indica que hay más accidentes de tráfico cuando hay un mayor volumen de vehículos en la carretera.

Utilizando esta metodología para calcular los Tramos Críticos de Accidentes (TCA), se identificaron 12 tramos críticos de accidentes en la vía estudiada. Esta metodología tiene en cuenta la longitud de la sub-pista, el largo de toda la carretera, el número de días y la cantidad de incidentes que ocurren, así como el flujo de vehículos, como se mide por el índice promedio diario anual. Secciones con una concentración de accidentes son aquellas en las que se han producido dos o más incidentes, omitiendo las subsecciones con un solo accidente de tráfico.

En los 12 casos de Tramos Críticos de Accidentes identificados, se determinó que la principal causa de los accidentes de tránsito fue el exceso de velocidad. Además, cada uno de los 12 tramos críticos mostró evidencia de accidentes con víctimas humanas, al menos uno en cada tramo.

Estos datos que, al ser comparados con lo encontrado por investigaciones anteriores, con estos resultados se afirma que el análisis y evaluación de tramos Críticos en la carretera Huancayo – Huancavelica contribuye de una manera favorable a la mitigación de los accidentes de tránsito en la vía en estudio.

Conclusiones

Se identificaron 12 Tramos Críticos de Accidentes de tránsito utilizando la metodología del Control de Calidad de la Tasa, la cual se considera la más efectiva debido a que se basa en un control estadístico para determinar si la tasa de accidentes en un área específica es anormal. Esta metodología define un Tramo Crítico de Accidentes como aquel donde ocurren 2 o más accidentes.

Se verificó que los elementos geométricos de las curvas en los Tramos Críticos de Accidentes cumplen con las especificaciones del Manual DG -2018.

Se concluyó que el método del Índice de Peligrosidad no es adecuado para identificar los Tramos Críticos de Accidentes, ya que no considera la distribución de los accidentes en la vía y solo tiene en cuenta aquellos con víctimas.

El flujo vehicular en la carretera Huancayo - Huancavelica ha aumentado de manera constante desde 2015 hasta 2019, alcanzando un total de 1'104,131.00 vehículos en el peaje de Chacapampa durante ese período de 5 años.

Debido a los días festivos de la Semana Santa en abril, las vacaciones escolares de julio y las celebraciones de fin de año de diciembre, se observó un tráfico de pico y un aumento de los accidentes en los meses de abril, julio y diciembre.

El Índice Medio Diario Anual (IMDA) en la vía estudiada es de 526 vehículos por día, lo que indica que se trata de una Vía Nacional de segunda categoría.

Se notó la ausencia de especialistas en la investigación de los accidentes de tránsito para determinar sus causas, motivos y responsables.

Para mitigar los Tramos Críticos de Accidentes de Tránsito, se propone la elaboración de un Plan de Mitigación a corto y largo plazo. Este plan incluiría la instalación de señalización vertical y horizontal como medida a corto plazo, y una colaboración entre el Concejo Nacional de Seguridad Vial y las entidades relacionadas con la seguridad vial para medidas a largo plazo.

Se considera necesario implementar un formato estándar para los informes policiales de accidentes de tránsito, con el fin de facilitar una investigación adecuada sobre las causas de los accidentes.

Referencias Bibliográficas

1. Carhuamaca, S. y Gago, Y. (2022). Factores de riesgo de anemia en niños de 6 a 36 meses atendidos en el Centro de Salud de Uliachin de enero a diciembre del 2021, Pasco. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión]. Repositorio Institucional UNDAC. <http://repositorio.undac.edu.pe/handle/undac/1663>
2. Centro Nacional de Salud Ocupacional y Protección del Ambiente para la Salud (2006). Línea de base en salud de las comunidades aledañas al proyecto minero Las Bambas 2005.
3. https://bvs.ins.gob.pe/insprint/CENSOPAS/metales_pesados/INFORME_BAMBAS_2_005.pdf
4. Dávila, C., Paucar, R. y Quispe, A. (2019). Anemia infantil. Revista Peruana de Investigación Materno Perinatal, 7(2), 46–52. <https://doi.org/10.33421/inmp.2018118>
5. Díaz, J. (2016). Evaluación de la contaminación del suelo con plomo y su efecto en la sangre de las poblaciones vulnerables en la ciudad de Cerro de Pasco. [Tesis de maestría, Universidad Nacional de Ingeniería]. Repositorio Institucional Universidad Nacional de Ingeniería. <http://cybertesis.uni.edu.pe/handle/uni/5786>
6. Disalvo, L. (2022). Relación entre el estado nutricional de hierro y los niveles de plomo en sangre en niños. [Tesis de Maestría, Universidad Nacional de La Plata]. Repositorio Institucional de la UNLP. <http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/138965>
7. Farkhondeh, T., B. Mansouri, L. J. Binkowski, M. Błaszczyk, M. Pirsahab, N. A. Azadi, M. Słoboda, A. Amirabadizadeh and S. Y. Javadmoosavi (2022). "Blood lead concentrations in children with iron deficiency anemia: a systematic review and meta-analysis." Environ Sci Pollut Res Int 29(3): 3199-3212.
8. González-Gutiérrez, A. G., Carrasco-Urrutia, K. A., Santana-Contreras, L. E. y Corral-Avitia,
9. A. Y. (2018). Efecto del plomo ambiental en la población aledaña a las ladrilleras y jales de Mineral de la Reforma, Hidalgo. Producto de investigación ICB. <http://cathi.uacj.mx/20.500.11961/4447>
10. Hsieh, N. H., S. H. Chung, S. C. Chen, W. Y. Chen, Y. H. Cheng, Y. J. Lin, S. H. You and
11. C. M. Liao (2017). "Anemia risk in relation to lead exposure in lead-related manufacturing." BMC Public Health 17(1): 389.
12. Huamán, J. (2019). Evaluación del nivel de contaminación por metales pesados en la población infantil del centro poblado de Paragsha para determinar la incidencia probable de la exposición ambiental frente a las sustancias producidas por la actividad minera - Distrito de Simón Bolívar - Cerro de Pasco – 2018. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión]. Repositorio Institucional UNDAC. <http://repositorio.undac.edu.pe/handle/undac/1663>
13. INEI. (2019). La Sierra presenta los mayores niveles de anemia del país en el año. <https://m.inei.gob.pe/prensa/noticias/la-sierra-presenta-los-mayores-niveles-de-anemia-del-pais-en-el-ano-12223/>
14. Linares, A. M., J. M. Unrine, A. Thaxton Wiggling, J. C. Tantalean and V. C. Radulescu (2021). "Blood's Concentration of Lead and Arsenic Associated with Anemia in Peruvian Children." J Environ Public Health 2021: 7283514.
15. Ministry of Energy and Mines (1999). Annual Report. https://cmscontent.nrs.gov.bc.ca/geoscience/publicationcatalogue/AnnualReport/BC_GS_AR1998-99.pdf

16. Mukisa, A., D. Kasozi, C. Aguttu, P. C. Vuzi and J. Kyambadde (2020). "Relationship between blood Lead status and anemia in Ugandan children with malaria infection." *BMC Pediatr* 20(1): 521.
17. OMS. (2022). Intoxicación por plomo y salud. Organización Mundial de la Salud. <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/lead-poisoning-and-health>
18. Pacheco, K. (2019). Determinación de los niveles de concentración de plomo en la sangre y problemas en la salud en el poblador del distrito de Chaupimarca, provincia y región Pasco, año 2018. Apurímac, Perú. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión]. Repositorio Institucional UNDAC. <http://repositorio.undac.edu.pe/handle/undac/1663>
19. Rodríguez, T. (2019). Comportamiento del plomo sérico en niños expuestos de la ciudad de Camagüey. *Archivo médico Camagüey*, 23(1), 64–74. http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S1025-02552019000100064&script=sci_arttext&lng=pt
20. Salcedo, S. (2022). Niveles de contaminación de plomo en sangre y su influencia en el rendimiento escolar, en niños menores de 12 años. CS Colquijirca. 2019. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión]. Repositorio Institucional UNDAC. <http://repositorio.undac.edu.pe/handle/undac/1663>
21. Téllez-Rojo, M., Bautista-Arredondo, L., Trejo-Valdivia, B., Cantoral, A., Estrada-Sánchez, D., Kraiem, R., Pantic, I., Rosa-Parra, A., Gómez-Acosta, L., Romero-Martínez, M., Cuevas-Nasu, L., Shamah-Levy, T., Fuller, R., y Tamayo-Ortiz, M. (2019). Reporte nacional de niveles de plomo en sangre y uso de barro vidriado en población infantil vulnerable. *Salud pública de México*, 61(6), 787–797. <https://doi.org/10.21149/10555>
22. Villanueva, G. y Romero, C. (2020). Determinación de la alteración de plomo en sangre y su relación con los valores de hemoglobina y hematocrito en niños y adolescentes de 10-15 años del asentamiento humano "Virgen de Guadalupe" del distrito de mi Perú- Callao en los meses de Julio-Setiembre 2019. [Tesis de pregrado, Universidad Privada Norbert Wiener]. Repositorio Institucional Norbert Wiener. <http://repositorio.uwiener.edu.pe/handle/123456789/4361>
23. Viru, L. (2021). Niveles de plomo y desnutrición crónica en niños del Centro Salud San Bosco y Puerto Nuevo 2018. [Tesis de Maestría, Universidad Nacional Hermilio Valdizán]. Repositorio Institucional UNHEVAL. <https://repositorio.unheval.edu.pe/handle/20.500.13080/1521>
24. Wood, S. K. and R. Sperling (2019). Pediatric Screening: Development, Anemia, and Lead. *Prim Care* 46(1): 69-84.
25. Prim Care 46(1): 69-84.