



**UNIVERSIDAD
DE ANTIOQUIA**

**Mortalidad por incidente vial en comunas y corregimientos de Medellín, Colombia 2011 -
2020**

Luisa Fernanda Zuleta Tamayo

Luis Miguel Arango Salazar

Universidad de Antioquia

Facultad Nacional de Salud Pública “Héctor Abad Gómez”

Medellín, Colombia

2022

Mortalidad por incidente vial en comunas y corregimientos de Medellín, Colombia 2011-2020

Luisa Fernanda Zuleta Tamayo

Luis Miguel Arango Salazar

Trabajo de grado para optar al título de profesional en
Gerencia de Sistemas de Información en Salud

Asesor

Gustavo Alonso Cabrera Arana

Profesor Titular en Salud Pública

Universidad de Antioquia

Facultad Nacional de Salud Pública “Héctor Abad Gómez”

Medellín, Colombia

2022

Cita	Arango Salazar y Zuleta Tamayo (1)
Referencia	Arango Salazar L, Zuleta Tamayo L. Mortalidad por incidente vial en comunas y corregimientos de Medellín, Colombia 2011 - 2020 [Trabajo de grado profesional]. Medellín, Colombia. Universidad de Antioquia; 2022.
Estilo Vancouver/ICMJE (2018)	



Repositorio Institucional: <http://bibliotecadigital.udea.edu.co>

Universidad de Antioquia - www.udea.edu.co

Rector: John Jairo Arboleda Céspedes.

Decano: José Pablo Escobar Vasco.

Jefe departamento: Nelson Armando Agudelo Vanegas.

El contenido de esta obra corresponde al derecho de expresión de los autores y no compromete el pensamiento institucional de la Universidad de Antioquia ni desata su responsabilidad frente a terceros. Los autores asumen la responsabilidad por los derechos de autor y conexos.

Agradecimientos

Agradecemos infinitamente a la universidad de Antioquia y la Facultad Nacional de Salud Pública, por brindarnos la posibilidad de pertenecer a una institución que se destaca por su excelencia, por permitirnos realizar este camino lleno de experiencias muy significativas que contribuyeron a nuestro crecimiento.

Damos gracias a Dios por guiarnos en este proceso de aprendizaje. Agradecemos a nuestra familia por siempre apoyarnos a alcanzar cada uno de nuestros objetivos y brindarnos motivación para culminar con éxito este estudio.

Gracias a nuestro asesor, el profesor Gustavo Cabrera, por su paciencia, apoyo y enseñanzas durante este trabajo; agradecemos cada uno de sus consejos, y por siempre retornos a superarnos en nuestro desarrollo profesional y personal.

Tabla de contenido

Lista de tablas	6
Lista de cuadros y figuras	7
Glosario de términos y siglas	8
1. Planteamiento del problema	1
2. Justificación	3
3. Objetivos	4
3.1. General	4
3.2. Específicos	4
4. Marcos de estudio	5
4.1. Conceptual	5
4.2. Político	9
4.3. Territorial	10
4.4. Sectorial de transporte	11
4.5. Normativo	12
5. Método	15
5.1. Tipo de estudio	15
5.2. Población y muestra	15
5.3. Unidades de análisis	15
5.4. Criterios de inclusión y exclusión	15
5.5. Operacionalización de variables	16
5.6. Procedimiento de recolección de información	19
5.7. Control de sesgos	20
5.8. Plan de análisis	21
5.9. Consideraciones éticas	22
6. Resultados	23
7. Discusión	38
8. Conclusiones y recomendaciones	41
Referencias	43

Lista de tablas

Tabla 1. Tasa de mortalidad por 100.000 habitantes en comunas y corregimientos de Medellín, Colombia 2011 a 2020.	25
Tabla 2. Años de vida potencialmente perdidos por IV según grupo etario en comunas y corregimientos de Medellín, Colombia 2011.	27
Tabla 3. Años de vida potencialmente perdidos por IV según grupo etario en comunas y corregimientos de Medellín, Colombia 2020.	28
Tabla 4. Frecuencia de muertes según condición de víctima y tipo de IV en comunas y corregimientos de Medellín, Colombia 2011 a 2020.	29
Tabla 5. Anova y coeficientes de tasa de mortalidad por IV y años de estudio.	32
Tabla 6. Costo estimado de muertes por IV en comunas y corregimientos de Medellín, Colombia de 2011 a 2020 (en millones COP 2020).	35
Tabla 7. Variación de mortalidad por IV en comunas y corregimientos de Medellín del 01 de enero de 2013 a 31 de diciembre de 2015.	36
Tabla 8. Variación de mortalidad por IV en comunas y corregimientos de Medellín del 01 de julio de 2014 a 30 de junio de 2016.	37
Tabla 9. Variación de mortalidad por IV en comunas y corregimientos de Medellín del 01 de abril de 2017 a 31 de junio de 2019.	37

Lista de cuadros y figuras

Cuadro 1. Matriz de Haddon.	7
Cuadro 2. Caracterización demográfica y social de población muerta por IV en comunas y corregimientos de Medellín, Colombia de 2011 a 2020.	16
Cuadro 3. Estimación de pérdida prematura de años de vida por IV en comunas y corregimientos de Medellín, Colombia 2020.	16
Cuadro 4. Variables asociadas al IV mortal en comunas y corregimientos de Medellín, Colombia de 2011 a 2020.	17
Cuadro 5. Análisis de tendencia de mortalidad por IV en comunas y corregimientos de Medellín, Colombia de 2011 a 2020.	17
Cuadro 6. Georreferenciación de mortalidad por IV en comunas y corregimientos de Medellín, Colombia de 2011 a 2020.	18
Cuadro 7. Estimación de costos de muerte por IV en comunas y corregimientos de Medellín, Colombia en 2020.	18
Cuadro 8. Exploración del impacto de políticas y programas de seguridad vial implementados en comunas y corregimientos de Medellín, Colombia de 2011 a 2020.	18
Cuadro 9. Plan de análisis.	21
Figura 1. Pirámide de movilidad sostenible	6
Figura 2. Distribución de muertes por IV según sexo y grupo de edad en comunas y corregimientos de Medellín, Colombia 2011 a 2020.	23
Figura 3. Razón Hombre: Mujer en comunas y corregimientos de Medellín, Colombia 2011 a 2020.	24
Figura 4. Distribución de mortalidad según dirección en comunas y corregimientos de Medellín, Colombia 2011 a 2020.	26
Figura 5. Muertes según día y hora en comunas y corregimientos de Medellín, Colombia 2011 a 2020.	30
Figura 6. Muertes según sexo y año en comunas y corregimientos de Medellín, Colombia 2011 a 2020.	30
Figura 7. Tasa de mortalidad según sexo en comunas y corregimientos de Medellín, Colombia 2011 a 2020.	31
Figura 8. Dispersión de regresión lineal simple según tasa de mortalidad por IV y año.	32
Figura 9. Mapa de calor de mortalidad por IV en comunas y corregimientos de Medellín, Colombia 2011 a 2020.	33

Glosario de términos y siglas

Agencia Nacional de Seguridad Vial - ANSV: Coordina los organismos encargados del plan de acción de la seguridad vial de Colombia, para prevenir los incidentes viales.

Decenio de Acción en Seguridad Vial - DASV: Dirigido a reducir los casos de mortalidad y morbilidad generados por la incidentalidad vial, fortaleciendo políticas y programas viales.

Departamento Administrativo Nacional de Estadística - DANE: A cargo de planear, levantar, procesar, analizar y difundir las estadísticas oficiales de Colombia.

Incidente: Suceso repentino que puede ser prevenible, medible y evitable.

Objetivos de Desarrollo Sostenible - ODS: Dirigidos al cambio significativo en la calidad de vida de las comunidades, como la eliminación de las brechas sociales, la pobreza, el acceso a servicios básicos, el cuidado del medio ambiente, entre otros.

Organización Mundial de la Salud - OMS: Ente de la Organización de Naciones Unidas - ONU que gestiona políticas de promoción, prevención e intervención mundial en salud.

Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos - OCDE: Entidad internacional cuya misión es promover políticas que mejoren el bienestar económico y social de la población.

Política Pública: Conjunto de actuaciones para responder a problemas de interés general y que implican procesos de formulación transparentes y participativos.

Salud Pública: Conjunto de políticas y acciones de salubridad que buscan garantizar de una manera integrada, la salud de la población tanto de manera individual como colectiva.

Resumen

Objetivo: Describir la mortalidad por Incidente Vial - IV en Medellín, Colombia de 2011 a 2020, para generar evidencia útil en la toma de decisiones ante el problema. **Método:** Estudio retrospectivo, descriptivo de información secundaria del DANE y la Secretaría de Movilidad de Medellín, con 2.526 defunciones por IV del 1 de enero de 2011 a 31 de diciembre de 2020. Se calcularon tasas crudas con defunción por IV, se usaron tendencias de mortalidad y tablas cruzadas, procedimientos de distribuciones porcentuales y variaciones. En el análisis georeferencial se empleó el método de mapa de coropletas. Para la estimación de costos de muertes por IV, se hizo una actualización del valor de las defunciones de acuerdo al estudio de la línea SEVIDA en 2015, conforme a la inflación se actualizaron los costos a 2020. **Resultados:** Del total de muertes, 81% ocurrió en hombres y 19% en mujeres. Las defunciones se dieron principalmente en la población de 20 a 34 años. La tasa de mortalidad por IV fue mayor en las comunas ubicadas en el centro del municipio, como La Candelaria con 586, Castilla con 290 y Guayabal con 216 muertes por 100.000 habitantes. Durante la década de estudio se perdieron 16.007 años de vida por IV. Los actores viales con porcentajes más altos de muerte fueron peatones con 47% y motociclistas con 36%. Se evidenció una tendencia a la disminución de muertes, de 296 muertes en 2011 a 189 en 2020. **Conclusiones:** Se identificó que los varones tienen cuatro veces más probabilidad de fallecer en un IV que las mujeres. Los adultos jóvenes, quienes conducen motocicletas o se desplazan en condición de peatón, representaron la mayoría de las muertes del estudio. La Candelaria, Castilla y Guayabal son las comunas que mayor incidencia y tasa de mortalidad, registrando 43% de muertes, la pérdida de 235 años de vida por 100.000 habitantes en 2020, generando un costo de 214.084 millones COP. Algunos factores que influyen en esta problemática de Salud Pública son la baja percepción al riesgo, la imprudencia en la conducción vehicular y la poca adherencia o respeto a las normas viales.

Palabras Clave: Incidentalidad vial, Salud pública, Seguridad vial.

Abstract

Objective: Describe the mortality due to Road Crashes - IV in Medellín, Colombia from 2011 to 2020, to generate useful evidence in decision-making in the face of the problem. **Method:** Retrospective, descriptive study of secondary information from DANE and the Medellín's Mobility Secretariat, with 2.526 deaths due to IV from January 1, 2011 to December 31, 2020. The raw death rates due to IV were calculated, trend of mortality and cross-comparisons were used, percentage distribution procedures and variations. In the georeferential analysis, the choropleth map method was used. For the death costs estimation, an update of the value of the functions was made according to the study of the SEVIDA line in 2015, according to inflation, the costs were updated to 2020. **Results:** From the Deaths total due to IV, 81% happened in men, and 19% in women. The deaths occurred mainly in the population aged 20 to 34 years old. The IV mortality rate was higher in suburbs located in the center of the municipality, such as La Candelaria with 586, Castilla with 290, and Guayabal with 216 deaths per 100.000 people. During the study decade, 16.007 years of life were lost due to IV. The road actors with the highest percentages of death were pedestrians with 47% and motorcyclists with 36%. A trend towards a decrease in deaths was evidenced, from 296 deaths in 2011 to 189 in 2020. **Conclusions:** It was identified that men are four times more likely to die in an IV than women. Young adults, who are bikers or pedestrians, accounted for the majority of deaths in the study. La Candelaria, Castilla and Guayabal are the Suburbs with the highest incidence and mortality rate, registering 43% of deaths, the loss of 235 years of life per 100.000 people in 2020, generating a cost of COP 214.084 million. Some factors that influence this Public Health problem are the low perception of risk, recklessness in driving vehicles and poor adherence to the road regulations.

Keywords: Road crashes, Public Health, Road safety

Presentación

El presente estudio se enfocó en Incidentes Viales - IV, definidos como todo aquel suceso provocado por una acción violenta y repentina durante la movilidad, ocasionada por un agente externo e involuntario, que puede dar lugar a una lesión corporal o alterar la normalidad de los hechos. Estos se caracterizan principalmente por ser hechos prevenibles, evitables y medibles, a diferencia del concepto accidente caracterizado por ser hechos fortuitos y dependientes del azar (1, 2).

Para analizar esta problemática, que registra en el mundo un promedio 1,35 millones de muertes al año, es necesario entender sus causas. Una de estas es el acelerado aumento de la motorización en los últimos años en países subdesarrollados, que no cuentan con una alta infraestructura vial. Otras causas presentadas en ciudades con mayor incidencia vial, son el desacato de las normas viales, el exceso de velocidad ligado a la baja sensación del riesgo. Conllevando a que el 90% de las defunciones en las vías, se presenten principalmente en los países de medianos y bajos ingresos como Colombia (1).

Esto llama a la reflexión, por lo que se hace necesario realizar estudios que aporten soluciones concretas para atenuar la ocurrencia de esta problemática de salud pública. Este trabajo se centró en la caracterización de la mortalidad de IV, por su alta incidencia de muertes en el área metropolitana del Valle de Aburrá, específicamente en Medellín. Este hecho se ve reflejado en estadísticas de organismos e instituciones del país, como la Secretaría de Movilidad de Medellín, el Ministerio de Salud y el Departamento Administrativo Nacional de Estadística – DANE (3).

Se llevó a cabo un análisis descriptivo de muertes por IV en comunas y corregimientos de Medellín, en el periodo 2011 - 2020, de acuerdo a variables demográficas y sociales, por medio de estas se calcularon tasas, tendencias, Años de Vida Potencialmente Perdidos - AVPP y los costos generados por estos eventos, además se identificaron las variables asociadas a los IV con el fin de generar evidencia útil que permita al municipio encontrar soluciones a esta problemática.

1. Planteamiento del problema

Según antecedentes de mortalidad por IV, desde el siglo XX, entre 1975 y 1998, se ha observado una clara diferencia entre los países desarrollados y en vías de desarrollo. En este período, países como Canadá lograron reducir la mortalidad por IV en 63%, Suecia en 58% y Japón 25%. Mientras Malasia, India y Colombia aumentaron drásticamente la mortalidad en 44%, 79% y 237% respectivamente (3).

Estos aumentos de los IV en países subdesarrollados pueden explicarse desde diferentes factores, uno de estos es la calidad y presupuesto destinado a la infraestructura vial. Otro factor de incidencia es el humano, como lo son: negligencia por parte de los actores viales, desacato ante las normas de tránsito, no utilizar elementos de seguridad, exceso de velocidad, conducción bajo estado de embriaguez e indiferencia de algunos conductores frente al bienestar de los demás usuarios (4).

Según la Organización Mundial de la Salud - OMS, los IV producen cada año la muerte de al menos 1,35 millones de personas en el mundo, mínimo 50 millones de lesiones graves a moderadas y otras tantas leves, así como también pérdidas económicas para las familias y los países con un costo de 1% a 4% del Producto Interno Bruto - PIB. Aproximadamente el 90% de estas defunciones y lesiones suceden en países de ingresos bajos o medios, donde están registrados el 60% de los vehículos del planeta. Las principales víctimas de estos hechos son niños y jóvenes de cinco a 29 años, en especial varones, que tienen tres veces más probabilidades de morir en un IV que las mujeres (5). Esta tendencia preocupa a las entidades de salud, ya que se estima que los IV para el año 2030, se conviertan en la quinta causa mundial de muerte con 2,4 millones de fallecimientos anuales (6).

En la Unión Europea - UE se registraron 18.800 defunciones por IV en 2020, 4.000 menos que el año anterior, con el incentivo de lograr la meta del Decenio de Acción de Seguridad Vial – DASV, el 46% de las muertes afectó principalmente a usuarios vulnerables. Entre los países de la UE, Suecia registró la tasa más baja de mortalidad, con 18 defunciones por millón de habitantes (7).

En el continente asiático, no se ha logrado disminuir significativamente la mortalidad por IV, encontrando que en algunos países de este territorio se superó la media de muertes en relación con países europeos. Observando que en regiones del Sureste Asiático y la Región Pacífico occidental representan más de la mitad de muertes por IV a nivel mundial (8).

En la región de las Américas en 2019, cuenta con una tasa de mortalidad por IV de 15,6 muertes por cada 100.000 habitantes. Los fallecimientos en la región, corresponden al 11% del total mundial, lo que representa 155.000 defunciones, 34% en ocupantes de vehículos, 23% a motociclistas y 22% de peatones (9).

En Colombia, durante el periodo enero - noviembre del 2021 se registraron 7.067 muertes por IV, el 59% corresponde a 4.198 motociclistas y el 21% a 1.508 peatones. El grupo de edad que más víctimas aportó fue entre los 20 y 25 años. La población masculina fue la más afectada con 83% de las muertes, teniendo cuatro veces más probabilidades de morir en un incidente vial que las mujeres (10).

Estas muertes continúan aumentando a pesar de las metas propuestas en el Plan Nacional de Seguridad Vial 2011 - 2021 y el Plan Decenal de Salud Pública 2012 – 2021, donde se esperaba reducir las defunciones por estos hechos en 25% para el año 2021. Contrario a esto, la tasa de mortalidad presentó un aumento de 14% en 2018, alcanzado el puesto ocho en las primeras causas de muerte, y estando entre las 10 primeras en la última década (10).

En Medellín, la capital de Antioquia, en 2021 se registraron 237 muertes por IV, con 115 muertes en motociclistas, 94 en peatones y 14 ciclistas. En cuanto al género, los hombres presentaron la mayor cantidad de muertos con 86% y las mujeres con 14% (11). Estas cifras preocupan al sector salud no solo por la gran pérdida de vidas humanas, sino también por la cantidad de discapacidades por esta causa, ya que se ha estimado que 16% de estos efectos en Colombia son por IV (12).

Por lo expuesto surgió la siguiente pregunta de investigación ¿Cómo fue la mortalidad por IV en comunas y corregimientos de Medellín, Colombia de 2011 a 2020?

2. Justificación

En Colombia con el transcurso de los años, se ha visto reflejado significativamente el aumento del parque automotor, registrándose actualmente un acumulado a nivel nacional de 16.332.383 vehículos hasta el 2021, representando un incremento del 22% con respecto al año 2018 (13).

De los vehículos registrados, el 59% (9.629.602) son motocicletas, de las cuales el 60% (5.844.850) no tienen vigente el Seguro Obligatorio de Accidente de Tránsito – SOAT. A este dato también se suman 1.742.744 de otros tipos de vehículos, obteniendo un total del 47% (7.587.594) de vehículos matriculados en el país sin registro de SOAT (13).

Lo que ayudaría a mejorar el transporte de los ciudadanos, ha representado un nuevo reto para las entidades territoriales, en cuanto a incidentalidad vial y los recursos destinados al sector salud por esta problemática. Esto se debe a que las políticas y programas de los últimos años no han logrado alcanzar la meta del Decenio de Acción de Seguridad Vial - DASV, haciendo que cada año se evidencie más esta problemática en ciudades principales, como Medellín, llegando hasta el punto de convertirse en un problema de Salud Pública (14).

Los costos de esta problemática en Colombia se han estimado en 3,6 billones de pesos (incluye costos de daños, heridos y muertos), afectando profundamente al sistema general de seguridad social, como a sus entidades: Administradora de los Recursos del Sistema General de Seguridad en Salud - ADRES, Pensiones, Administradoras de Riesgos Laborales - ARL e incrementando los costos del SOAT (15).

Con este estudio se caracterizó la mortalidad por IV y se identificó qué variables demográficas, epidemiológicas y sociales están directamente relacionadas con esta problemática; conociendo qué patrones siguen estos sucesos, las posibles causas de la mortalidad, y así poder determinar cuáles son las principales características que se presentan en los conductores y peatones en las vías de la capital Antioqueña. Esta información ayuda a soportar la toma de decisiones frente a la generación de propuestas de planes de acción y control vial en el municipio.

3. Objetivos

3.1. General

Describir la mortalidad por IV en comunas y corregimientos de Medellín, Colombia de 2011 a 2020, para generar evidencia útil en la toma de decisiones ante el problema.

3.2. Específicos

1. Caracterizar demográfica y socialmente la población muerta por IV en comunas y corregimientos de Medellín, Colombia de 2011 a 2020.
2. Estimar la pérdida prematura de años de vida por IV en comunas y corregimientos de Medellín, Colombia en 2011 y 2020.
3. Describir variables asociadas al IV mortal en comunas y corregimientos de Medellín, Colombia de 2011 a 2020.
4. Analizar la tendencia de la mortalidad por IV en comunas y corregimientos de Medellín, Colombia de 2011 a 2020.
5. Georreferenciar la mortalidad por IV en comunas y corregimientos de Medellín, Colombia de 2011 a 2020.
6. Estimar costos de muerte por IV en comunas y corregimientos de Medellín, Colombia, de 2011 a 2020.
7. Explorar el impacto de leyes de seguridad vial implementadas en comunas y corregimientos de Medellín, Colombia de 2011 a 2020.

4. Marcos de estudio

4.1. Conceptual

Incidente vs Accidente

El concepto de accidente ha evolucionado y adaptado a nuevos resultados en los últimos años. El Código Nacional de Tránsito Terrestre definió los accidentes viales como: “Evento generalmente involuntario, generado al menos por un vehículo en movimiento, que causa daños a las personas y bienes involucrados e igualmente afecta la normal circulación” (16). No obstante, a raíz de los estudios realizados, que brindan cada vez mayor contextualización de esta problemática, varios expertos han determinado que el concepto de accidente vial es inexacto, ya que este puede ser prevenible, medible y evitable. Por lo que Espinosa, Cabrera y Velázquez han compartido un nuevo concepto que se ajusta con mayor precisión a la problemática, definido como:

Un IV es un evento que transfiere en una fracción de tiempo energía cinética entre superficies inertes y vivas durante la movilidad. Dicha transferencia tiene potencial de lesionar fatalmente o no a personas de toda edad que se desplazan a pie, patines, bicis u otros medios sin motor o motorizados ... IV no dependen del azar o suerte y, por tanto, no son accidentes tal como Naciones Unidas lo señaló hace décadas. Son controlables como riesgo, prevenibles como exposición, evitables en ocurrencia y atenuables en sus efectos individual, familiar y social cuando es imposible prevenirlos (1).

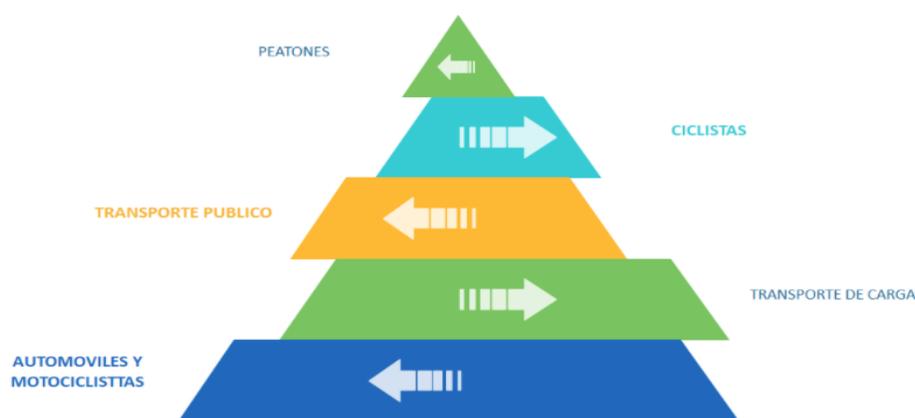
Pirámide de movilidad

La pirámide de movilidad identifica los agentes involucrados en la convivencia vial y cuáles son sus responsabilidades en la seguridad vial. Esta se jerarquiza de acuerdo a los costos que generan, los espacios que ocupan, ruido y energía, medio ambiente, gases de efecto invernadero y contaminación del aire (17).

Quienes tienen mayor prioridad en la pirámide, son los peatones, ya que son la población más vulnerable en las vías y generan menos contaminación; en segundo lugar, están los ciclistas,

promueven la convivencia en el espacio público y este medio de transporte es menos contaminante; en tercer lugar están los vehículos de transporte, que son de gran ayuda en la movilización de grandes volúmenes de personas; en cuarto lugar están los vehículos de carga; el quinto lugar es para vehículos de transporte personal como automóviles y motocicletas, dado que estos producen más contaminación y tienen menor eficiencia en cuanto al volumen de pasajeros. Los motociclistas, aunque se encuentran al final de la pirámide, se resalta el hecho de que estos son unos de los actores viales más involucrados en IV (17).

Figura 1. Pirámide de movilidad*



*Fuente: Arboleda D, Cortes M, Verona s N, Valencia C. Plan de mejoramiento de la movilidad de la universidad libre sede Belmonte [Internet] Pereira; 2019.

Elementos de Seguridad vial

Los elementos de seguridad y protección, según el Plan Estratégico de Seguridad Vial (PESV) se clasifican de dos formas, el primero como elementos de seguridad activa, los cuales se refieren a las medidas que utilizamos para controlar el factor humano, carrocerías y vías y, reducir la probabilidad de ocurrencia del incidente. Algunos ejemplos son: El sistema de frenado de los vehículos, neumáticos en buen estado, uso de espejos retrovisores, reeducación vial por parte de los actores viales, entre otros. El segundo elemento es la seguridad pasiva, o todos los elementos de protección que intervienen antes, durante y después del IV, menguando la gravedad de las lesiones y disminuyendo la probabilidad de mortalidad; entre estos se encuentran los cinturones de seguridad, bolsas de aire, reposacabezas, cascos y muros absorbedores de impacto (18).

Matriz de Haddon, se distingue los elementos y comportamientos dinámicos que componen el sistema de transporte. Esta se encuentra dividida en dos dimensiones; la primera son las fases del incidente antes, durante y después del hecho vial. La segunda son los componentes que intervienen en el incidente como lo son los humanos, los vehículos y el entorno; el cual tiene como objetivo reconocer y prevenir factores de riesgo (19, 20).

Por ello es sumamente importante que los actores viales sean conscientes de la debida disposición de estos elementos, para preservar su vida, la de acompañantes y demás usuarios viales.

Cuadro 1. Matriz de Haddon*

Fase		Componentes		
		Humano	Vehículos o equipos	Entorno
Antes del accidente	Prevención de accidentes	Información, educación vial, actitudes. Conducción bajo los efectos del alcohol o drogas. Aplicación de la reglamentación por autoridades viales.	Buen estado técnico. Luces. Frenos. Maniobrabilidad. Control de la velocidad.	Diseño y trazado de la vía pública. límites de velocidad. Vías peatonales.
Durante el accidente	Prevención de lesiones durante el accidente	Uso de dispositivos de sujeción. Conducción bajo los efectos del alcohol o cualquier otra sustancia psicoactiva.	Dispositivos de sujeción para los ocupantes. Otros dispositivos de seguridad airbag.	Objetos protectores de choques al lado de la cerca.
Después del accidente	Conservación de la vida	Primeros auxilios. Acceso a atención médica.	Facilidad de acceso. Riesgo de incendio.	Servicios de socorro. Congestión.

*Fuente: Pico M, González R, Noreña O. Seguridad vial y peatonal: una aproximación teórica desde la política pública. Revista Hacia la Promoción de la Salud [Internet] 2011; 16: 190-204

Años de vida potencialmente perdidos

Para determinar las muertes prematuras en una comunidad se ha utilizado el indicador AVPP, que representa las pérdidas como resultado de la muerte de personas jóvenes por una determinada causa. El fallecimiento precoz es considerado cuando el individuo fallece antes de cumplir su esperanza de vida. Entre más prematura sea la muerte y mayor la esperanza de vida, significa mayor pérdida de vida para la sociedad (21, 22).

Los AVPP son calculados como la diferencia entre la edad de la muerte y el límite de edad superior o esperanza de vida. Para su cálculo solo basta con disponer del número de defunciones por edad y la población total en un momento específico. La fórmula que se emplea para su cálculo es:

$$\sum_{i=1}^n a_i \times b_i$$

i: Representa los grupos de edad

ai: Es la diferencia entre la esperanza de vida y el punto medio de un determinado grupo de edad

di: Es el número de defunciones por IV en el grupo de edad

$$Tasa\ AVPP = \frac{Total\ de\ AVPP}{Población\ total\ entre\ 0\ y\ 74\ años\ en\ un\ período\ determinado} \times 100.000$$

El resultado de este cálculo representa el número de AVPP por cada 1.000 habitantes.

Tasas de mortalidad

Los registros de defunciones representan un gran movimiento dinámico en la pirámide poblacional de cualquier territorio, por lo que es fundamental el análisis de la mortalidad, ya sea general o por causas específicas en un periodo de tiempo y lugar determinado, para así evaluar y conocer el estado de una determinada población. Estas se componen de un numerador, que generalmente son las estadísticas de mortalidad, el denominador son los censos o proyecciones poblacionales y la constante, la cual hace que los valores sean más fáciles de comprender y estos pueden ser 100, 1.000, 10.000 ó 100.000 (23). La tasa de mortalidad general, indica el riesgo de morir que se presenta en una población en general, sin tener en cuenta factores como la edad o el sexo.

$$TM = \frac{Número\ total\ de\ defunciones}{Población\ total} * K$$

La tasa de mortalidad específica indica el riesgo de morir que se presenta en una población en un año determinado por una causa específica, ya sea por enfermedades cardiovasculares, respiratorias, asesinatos a mano armada o defunciones por incidente vial. El cálculo de la tasa de mortalidad

específica es similar a la tasa de mortalidad general, pero en este caso en el numerador se identifican las defunciones por una causa específica y la constante suele ser 100.000 (23).

$$TM = \frac{\text{Número total de defunciones según causas}}{\text{población total según lugar y año}} * K$$

4.2. Político

Decenio de Acción en Seguridad Vial - DASV, 2011 - 2020. Se adoptó por la Asamblea General de las Naciones Unidas en marzo de 2010, mediante la resolución 64/255. Con el objetivo de estabilizar y reducir las muertes y lesiones por IV a nivel mundial, ya que estos son un asunto de equidad social, debido a que las personas de menos recursos son las más vulnerables en las vías. Este busca que los países le den más importancia a la seguridad vial y se realicen mejoras en el diseño de las vías y los vehículos (24).

Objetivos de Desarrollo Sostenible - ODS, 2016 - 2030. Aprobado por la Asamblea General de las Naciones Unidas en 2015, con 17 ODS. Una de las metas del ODS de “salud y bienestar”, es reducir a la mitad las muertes y lesiones por IV para el 2020, mediante el ODS 11 “ciudades y comunidades sostenibles”, busca para el año 2030, mejorar la seguridad vial mediante el acceso a sistemas de transporte seguros, asequibles, accesibles y sostenibles para población general (25).

Plan Nacional de Seguridad Vial - PNSV 2011 - 2021, es una guía orientadora en la creación de lineamientos a nivel nacional; permitiendo a los diferentes órganos de control establecer y efectuar acciones que posibiliten el mejoramiento continuo de las vías, haciendo que estas sean mucho más seguras, con el fin de reducir las víctimas fatales y no fatales en el país. Para esto se tuvieron en cuenta los aportes del sector público, el privado, la sociedad civil, además de los diferentes agentes y actores de la seguridad vial, lo que permitió que se tuviera un contexto más amplio de las problemáticas de seguridad vial (26).

El Plan Maestro de Movilidad para el Valle de Aburrá, es un instrumento de planeación que aportará a la implementación de modelos de movilidad sostenible y segura. Consta de dos etapas, una es el diagnóstico de la situación del territorio y la definición de problemáticas centradas en la movilidad y la segunda es la formulación de estrategias y acciones para hacer frente a estos

problemas. A través de este, también se busca mejorar las condiciones de accesibilidad, permeabilidad, integración y articulación de las vías de los municipios (27).

El Plan de Movilidad Segura de Medellín - PMSM, 2014 - 2020 “Movilidad para la vida”, tiene la finalidad de reducir los fallecimientos por IV y la gravedad de estos en un 25%; para la implementación de este se realizó un diagnóstico de la seguridad vial del municipio de Medellín y se proyectaron 5 áreas de intervención con especial énfasis y de manera integral en los usuarios de las vías, los vehículos y la infraestructura vial (19).

En relación con los proyectos, el **PMSM 2014 - 2020** cuenta con el Proyecto Pedagógico de Seguridad Vial en las Instituciones, el cual orienta y dirige de manera integral a las instituciones educativas y centros educativos de Medellín en la implementación de proyectos y cátedras de situaciones peligrosas para los actores viales, seguridad vial y en el desarrollo de conductas y hábitos seguros (19).

Este plan cuenta con el Proyecto de Educación para la Movilidad y la Vida en Medellín, que busca promover la cultura y la educación de la población más vulnerable en seguridad vial en los sectores educativo, empresarial y comunitario, con un énfasis en la prevención y reducción de los fallecimientos por IV (19).

Visión Cero es una estrategia que nació en la década de los 90, en la cual se acepta que los seres humanos cometen errores y por esto, el sistema de movilidad debe estar diseñado de tal manera que proteja a todos los actores viales de sus propias fallas, además este se encarga de analizar los incidentes como una epidemia, la cual se debe erradicar, ya que sus causas son conocidas y por ende evitables. Su objetivo en Medellín, es adoptar un sistema seguro de movilidad y transporte, con el cual se busca establecer directrices para implementar una seguridad vial más sostenible y segura, logrando reducir en 25% la mortalidad (19).

4.3. Territorial

El Departamento de Antioquia, es uno de los 32 departamentos que componen el territorio de la República de Colombia. Se localiza en el extremo noroeste del país y sus territorios hacen parte de

las regiones Andina y Caribe. Cuenta con una superficie de 63.612 Km², lo que representa el 5,6% del territorio nacional. Está dividido políticamente en 9 subregiones, las cuales son: Valle de Aburrá, Occidente, Oriente, Norte, Nordeste, Bajo Cauca, Magdalena Medio, Suroeste y Urabá. Estas 9 subregiones están conformadas por 125 municipios (28).

La capital de los Antioqueños es la ciudad de Medellín, núcleo del Área Metropolitana del Valle de Aburrá, con una población estimada de 2.569.007 para el 2020, de acuerdo a las proyecciones del DANE. Medellín se compone por 16 comunas (Popular, Santa Cruz, Manrique, Aranjuez, Castilla, Doce de Octubre, Robledo, Villa Hermosa, Buenos Aires, La Candelaria, Laureles, La América, San Javier, Poblado, Guayabal, Belén) y 5 corregimientos (San Sebastián de Palmitas, San Cristóbal, Altavista, San Antonio de Prado, Santa Elena). Todo este territorio cuenta con una superficie de 387 km² (29).

Para el año 2019 Medellín contaba con 34 Instituciones de Educación Superior y 11 Universidades públicas y privadas. Los sectores industriales impulsados en Medellín y en el Área Metropolitana del Valle de Aburrá han sido los negocios agrícolas, servicios de tecnología (Desarrollo de Software, análisis de datos), el comercio de vehículos eléctricos como de combustión e híbridos, buscando potencializar la infraestructura, manufactura y logística de la ciudad (30).

4.4. Sectorial de transporte

Cifras del RUNT con corte hasta 30 de junio de 2021, indican que en el país se registraron 16.473.825 vehículos, el 59% corresponden a motocicletas, el 40% a vehículos (automóviles, camioneta, camión, bus, volqueta) y el 1% a maquinaria, remolques y semirremolques. Desde la implementación del RUNT en el 2009, se expidieron 15.799.487 licencias de conducción, siendo el 73% pertenecientes a hombres (13).

Cifras de ANDEMOS indican que el sector automotor ha logrado incrementar sus cifras tras el fuerte impacto a la economía a causa de la epidemia por la enfermedad por coronavirus - COVID-19. Obteniendo para el mes de marzo de 2021 una variación positiva del 86% de vehículos y motocicletas registradas, en relación con el mismo mes del año anterior. Observándose un incremento de la variación del 11% en el primer trimestre del año (31).

Referente a la capital Antioqueña, Medellín cuenta con diversos medios de transporte público como: El Metro, buses de sistema articulados, Metro cable, Tranvía, y una gran variedad de líneas de buses. Siendo nombrada en el año 2013 la ciudad más innovadora del mundo en el concurso de City of the Year del Wall Street Journal (30).

4.5. Normativo

Internacional

Resolución Ares 74/299. Fue aprobada por La Asamblea General de las Naciones Unidas el 31 de agosto de 2020, la cual dicta el mejoramiento de la seguridad vial en todo el mundo. ya que este problema de salud pública tiene una gran variedad de consecuencias sociales y económicas que afectan al desarrollo sostenible y la consecución de los Objetivos de Desarrollo del Milenio (24).

Nacional

Constitución política de Colombia, Artículo 24 de la Constitución. Todo colombiano, con las limitaciones que establezca la ley, tiene derecho a circular libremente por el territorio nacional, a entrar y salir de él, y a permanecer y residenciarse en Colombia. El Gobierno Nacional podrá establecer la obligación de llevar un informe de residencia de los habitantes del territorio nacional, de conformidad con la ley estatutaria que se expida para el efecto (32).

Ley 105 de 1993. Dicta las disposiciones básicas sobre el transporte, se redistribuyen competencias y recursos entre la Nación y las Entidades Territoriales, se reglamenta la planeación en el sector transporte. Conforman el Sistema Nacional de Transporte, los organismos de tránsito y transporte (terrestre, aéreo y marítimo) además de la infraestructura de transporte de las entidades territoriales para el desarrollo de las políticas de transporte (33).

Ley 769 de 2002. Expide el Código Nacional de Tránsito Terrestre y se dictan otras disposiciones. Su eje principal es la seguridad de todos los usuarios de las vías. Esta ley regula la circulación de los peatones, usuarios, pasajeros, conductores, motociclistas, ciclistas, agentes de tránsito, y

vehículos por las vías que están abiertas al público o vías privadas, que internamente circulen vehículos; así como la actuación y procedimientos de las autoridades de tránsito (16).

Resolución 4101 de 2004. Nuestro país adopta el Plan Nacional de Seguridad Vial, el cual se ve modificado por la resolución 2273 de 2014 para ajustar el Plan Nacional de Seguridad Vial 2011-2021. Así mismo mediante la Ley 1702 de 2013 crea la Agencia Nacional de Seguridad Vial (34).

Ley 1239 de 2008. Modifica los artículos 106 y 107 de la ley 769 del 2 de agosto de 2002 y se dictan otras disposiciones. El límite de velocidad para los vehículos de servicio público, de carga y de transporte escolar, será de sesenta kilómetros por hora. La velocidad en zonas escolares y en zonas residenciales será hasta de treinta kilómetros por hora. En ningún caso podrá sobrepasar los 120 kilómetros por hora (35).

Ley 1383 de 2010. Reforma la Ley 769 de 2002 - Código Nacional de Tránsito, y se dictan otras disposiciones. Los principios de este código son: la seguridad de los usuarios, la movilidad, la calidad, la oportunidad, el cubrimiento, la libertad de acceso, la plena identificación, libre circulación, educación y descentralización (36).

Ley 1503 de 2011. Promueve la formación de hábitos, comportamientos y conductas seguros en la vía y se dictan otras disposiciones. El objetivo de esta ley es definir lineamientos generales en educación, responsabilidad social empresarial y acciones estatales y comunitarias para promover la formación de hábitos, comportamientos y conductas seguros en la vía, además de la formación de criterios autónomos, solidarios y prudentes para la toma de decisiones en situaciones de desplazamiento o de uso de la vía pública (37).

Ley 1702 de 2013. Crea la agencia nacional de seguridad vial y se dictan otras disposiciones. Crea la Unidad Administrativa Especial denominada Agencia Nacional de Seguridad Vial (ANSV), entidad descentralizada, del orden nacional, que forma parte de la Rama Ejecutiva, con personería jurídica, autonomía administrativa, financiera y patrimonio propio, adscrita al Ministerio de Transporte (38).

Resolución 1885 de 2015. Adopta el Manual de Señalización Vial - Dispositivos Uniformes para la regulación del tránsito en calles, carreteras y ciclorrutas de Colombia (39).

Ley 1843 de 2017. Regula la instalación y puesta en marcha de sistemas automáticos, semiautomáticos y otros medios tecnológicos para la detección de infracciones como cámaras de vídeo y equipos electrónicos de lectura que permitan con precisión la identificación del vehículo o del conductor (40).

Resolución 718 de 2018. Reglamenta los criterios técnicos para la instalación y operación de medios técnicos o tecnológicos para la detección de presuntas infracciones al tránsito y se dictan otras disposiciones (41).

Ley 2050 de 2020. Modifica y adiciona la Ley 1503 de 2011 y se dictan otras disposiciones en seguridad vial y tránsito. La verificación de la implementación de los Planes Estratégicos de Seguridad Vial corresponde a la Superintendencia de Transporte, los Organismos de Tránsito o el Ministerio de Trabajo, quienes en el marco de sus competencias pueden, supervisar la implementación de estos Planes (42).

Departamental

Ordenanza No. 09 del 15 de mayo del 2019. Adopta la política pública de movilidad saludable, segura y sostenible en el departamento. La cual es referente para la planeación, ejecución y monitoreo de planes, programas y proyectos referidos a la movilidad de personas, bienes y servicios en Antioquia. Promoviendo una cultura del cuidado y prevención del riesgo para la reducción de la accidentalidad vial (43).

Municipal

Decreto 261 de 2019. Adopta el enfoque denominado “Visión Cero” en materia de seguridad vial para el municipio de Medellín y se dictan otras disposiciones. Enfocada en reducir la mortalidad por IV en 25%, buscando generar más conciencia vial, promoviendo la cero tolerancia de las muertes en las vías, ya que cada una de estas es evitable.

5. Método

5.1. Tipo de estudio

Estudio retrospectivo, descriptivo con información de fuentes secundarias de los registros de muerte vial del primero de enero de 2011 a 31 de diciembre de 2020 en comunas y corregimientos de Medellín, Colombia.

5.2. Población y muestra

La población de estudio fueron todos los registros de muerte vial en las comunas y corregimientos de Medellín del primero de enero de 2011 a 31 de diciembre de 2020, existentes en la base de datos “Muertos_2011-2020” de la Secretaría de Movilidad de Medellín, con un total de 2.526 defunciones registradas. No se hizo procedimiento o selección de muestra.

5.3. Unidades de análisis

Cada uno de los 2.526 registros de mortalidad vial en las comunas y corregimientos de Medellín, Colombia 2011-2020.

5.4. Criterios de inclusión y exclusión

Se incluyeron los registros de personas muertas por IV en comunas y corregimientos de Medellín del primero de enero de 2011 al 31 de diciembre de 2020. Se excluyeron aquellos registros que no contaban con la variable ‘Dirección accidente’ diligenciada o que en el valor del campo tuviera una dirección inconsistente. Igualmente, se excluyó cada registro cuyas coordenadas geográficas estaban por fuera de los límites del shape de Medellín (mapa con comunas y corregimientos).

5.5. Operacionalización de variables

Cuadro 2. Caracterización demográfica y social de población muerta por IV en comunas y corregimientos de Medellín, Colombia de 2011 a 2020.

Variable	Descripción	Naturaleza	Nivel de medición
Sexo	Sexo del fallecido según registro en la base de datos.	Cualitativa	Nominal
Edad	Años de vida de la persona fallecida hasta el momento del incidente.	Cuantitativa	Discreta
Fecha incidente	Indica el periodo de tiempo en el que ocurrió el incidente.	Cuantitativa	Discreta

Cuadro 3. Estimación de pérdida prematura de años de vida en IV en comunas y corregimientos de Medellín, Colombia 2020.

Variable	Descripción	Naturaleza	Nivel de medición
Sexo	Sexo del fallecido según registro en la base de datos.	Cualitativa	Nominal
Edad	Años de vida de la persona fallecida hasta el momento del incidente.	Cuantitativa	Discreta
Esperanza de vida	Indica la expectativa de años de vida de una determinada comunidad.	Cuantitativa	Continua
Población total	Número total de habitantes.	Cuantitativa	Discreta

Cuadro 4. Variables asociadas al IV mortal en comunas y corregimientos de Medellín, Colombia de 2011 a 2020.

Variable	Descripción	Naturaleza	Nivel de medición
Vehículo implicado	Tipo de objeto con el cual colapsó y generó el incidente.	Cualitativa	Nominal
Clase accidente	Indica el tipo de incidente que ocurrió.	Cualitativa	Nominal
Vehículo de la víctima	Indica el tipo de vehículo en el que.	Cualitativa	Nominal
Condición	Determina el tipo de estado del usuario vial antes de ocurrir el siniestro.	Cualitativa	Nominal
Fecha incidente	Indica el periodo de tiempo en el que ocurrió el incidente	Cuantitativa	Discreta
Hora accidente	Índica la hora en que se reportó el incidente.	Cuantitativa	Continua

Cuadro 5. Análisis de tendencia de mortalidad por IV en comunas y corregimientos de Medellín, Colombia de 2011 a 2020.

Variable	Descripción	Naturaleza	Nivel de medición
Fecha incidente	Indica el periodo de tiempo en el que ocurrió el incidente.	Cuantitativa	Discreta
Comuna	Indica las comunas y corregimientos de Medellín.	Cualitativa	Nominal
Población total	Número total de habitantes.	Cuantitativa	Discreta
Tasa de mortalidad por IV	Indica el riesgo de morir en una población por IV	Cuantitativa	Continua

Cuadro 6. Georreferenciación de mortalidad por IV en comunas y corregimientos de Medellín, Colombia de 2011 a 2020.

Variable	Descripción	Naturaleza	Nivel de medición
Latitud	Distancia entre el eje del Ecuador (Y).	Cuantitativa	Continua
Longitud	Distancia entre el eje Greenwich (X).	Cuantitativa	Continua
Comuna	Indica las comunas y corregimientos de Medellín.	Cualitativa	Nominal
Fecha incidente	Indica el periodo de tiempo en el que ocurrió el incidente.	Cuantitativa	Discreta

Cuadro 7. Estimación de costos de muerte por IV en comunas y corregimientos de Medellín, Colombia en 2020.

Variable	Descripción	Naturaleza	Nivel de medición
Costo estimado por mortalidad	Indica el valor estimado de la mortalidad vial por individuo.	Cuantitativo	Discreta
Total muertos por IV	Cantidad total de muertos durante el periodo de estudio.	Cuantitativo	Discreta
Comunas	Indica las comunas y corregimientos de Medellín.	Cualitativa	Nominal

Cuadro 8. Exploración del impacto de políticas y programas de seguridad vial implementados en comunas y corregimientos de Medellín, Colombia de 2011 a 2020.

Variable	Descripción	Naturaleza	Nivel de medición
Programa de seguridad vial	Describe el nombre de la política, proyecto o programa implementado en Medellín para mitigar la problemática pública de IV.	Cualitativa	Nominal
Total muertos por IV	Cantidad total de muertos durante el periodo de estudio.	Cuantitativa	Discreta
Fecha incidente	Indica el periodo de tiempo en el que ocurrió el incidente.	Cuantitativa	Discreta

5.6. Procedimiento de recolección de información

Inicialmente, se realizó la búsqueda de información secundaria en el Observatorio de Movilidad Vial Medellín, para examinar datos que tuvieran como consecuencia víctimas mortales, en las comunas y corregimientos de Medellín. También se tuvieron en cuenta informes realizados por la Secretaría de Movilidad de Medellín referentes a la seguridad vial, para mejorar el análisis o aportar al desarrollo del trabajo.

Se hizo la solicitud al Observatorio de Movilidad Vial de Medellín para obtener la base de datos de la población fallecida por IV en Medellín desde el primero de enero del año 2011 hasta el 31 de diciembre del año 2020. Además, de la página del DANE se obtuvo las proyecciones de población calculadas con base en resultados del Censo Nacional de Población y Vivienda – CNPV en 2018; se descargaron dos bases de datos, la serie municipal de población por área, sexo y edad, para el periodo 2005 - 2017 y la Serie municipal de población por área, sexo y edad, para el periodo 2018 - 2026, con el fin de tener la información para el periodo requerido. En el portal GeoMedellin, de la página de datos abiertos de la Alcaldía de Medellín, se obtuvo información de la cartografía de la ciudad por cada una de sus comunas, corregimientos y barrios, necesarios para realizar la georreferenciación de los IV. También en el sistema de georreferenciación de movilidad de Medellín, se utilizó la herramienta mediciones para buscar los datos de latitud y longitud que faltaban por registrar en la base de datos de la Secretaría de Movilidad.

La base de datos inicialmente contaba con 2.669 registros, de los cuales 143 fueron eliminados del análisis según los criterios de exclusión, obteniendo un total de 2.526. Para examinar la calidad de la información, se efectuó una revisión detallada de variables y datos disponibles en la base de datos, esto con el propósito de identificar el porcentaje de datos faltantes. Además, se examinó la integridad de cada una de las variables y se evaluaron datos atípicos, en los casos en los que no fue posible validar el dato se estableció como No aplica o Sin dato. Posteriormente, se realizó el proceso de análisis de los datos en los programas IBM SPSS Statistics 25, Microsoft Excel y ArcMap 10.8 de ArcGIS. Se encontraron 38 registros con datos faltantes en la variable edad, ya que este valor era inferior al 10% del total de los registros de la base de datos, se implementó el método de imputación de variables. Para ello se hizo la prueba de normalidad de Kolmogorov -

Smirnov, para determinar cuál dato sería el indicado en la imputación de la variable según su normalidad, si el valor p de la prueba de normalidad era inferior a 0,05 se aplicaría la mediana, de lo contrario se utilizará la media. Al ejecutar la prueba de normalidad se obtuvo un valor p de 0,00, lo que indicó una distribución no normal, por lo que se procedió a imputar los datos faltantes por medio de la mediana que en este caso fue 44 años.

5.7. Control de sesgos

De selección: Son errores sistemáticos en los estudios epidemiológicos, principalmente en los retrospectivos. Afectan la clasificación y evaluación de resultados y la conclusión final; pueden ser generados por el investigador u otros factores. Para prevenir y controlar, se realizó una revisión minuciosa de cada variable, descartando registros según los criterios de inclusión y exclusión (45).

De información: Se presentan en la exposición de la medición de eventos u otras covariables en la población, generando conclusiones erróneas frente a la hipótesis. Se efectuaron validaciones por cada registro de la fuente de datos para homogeneizar la información (45).

De confusión: Aparecen al observarse la asociación no causal entre la exposición y el evento en estudio o cuando no observamos una asociación real entre la exposición y el evento. Para evitar estos sesgos se analizan y detectan variables de confusión para incluirlas en el estudio (45).

5.8. Plan de análisis

Cuadro 9. Plan de análisis

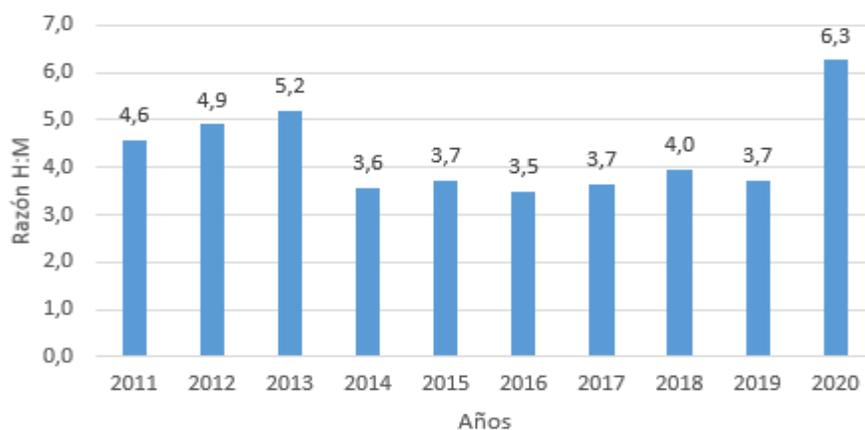
Objetivo	Variable	Descripción	Presentación y software	Fuente de información
1. Caracterizar demográfica y socialmente la población muerta por IV en comunas y corregimientos de Medellín, Colombia de 2011 a 2020.	Sexo Edad Población Fecha incidente	Estadísticas descriptivas, gráficas de frecuencias absolutas y razones	Los resultados fueron presentados por medio de tablas y figuras realizadas en el software SPSS statistics 25.	Secretaría de Movilidad de Medellín
2 Estimar la pérdida prematura de años de vida en IV en comunas y corregimientos de Medellín, Colombia, en 2011 y 2020.	Sexo Edad Esperanza de vida	Frecuencias absolutas y porcentuales según comunas y grupos de edad. (Fórmula Tasa de AVPP = (Total de AVPP / Población total fallecida en un periodo determinado) x 1.000)	Los resultados fueron presentados por medio de tablas y figuras realizadas en el software SPSS statistics 25.	Página del DANE. Página Secretaría de Movilidad de Medellín
3 Describir variables asociadas al IV mortal en comunas y corregimientos de Medellín, Colombia de 2011 a 2020.	Fecha incidente Hora Accidente Clase Accidente Condición Vehículo de la víctima Vehículo implicado	Estadísticas descriptivas, gráficas de frecuencias absolutas, Tasas de mortalidad	Los resultados fueron presentados por medio de tablas y figuras realizadas en el software SPSS statistics 25.	Secretaría de Movilidad de Medellín
4. Analizar la tendencia de la mortalidad por IV en comunas y corregimientos de Medellín, Colombia de 2011 a 2020.	Fecha incidente Comuna Tasa de mortalidad	Estadísticas descriptivas, regresión lineal y gráficas de líneas.	Los resultados fueron presentados por medio de figuras realizadas en el software SPSS statistics 25.	Página del DANE. Secretaría de Movilidad de Medellín
5. Georreferenciar la mortalidad por IV en comunas y corregimientos de Medellín, Colombia de 2011 a 2020.	Fecha incidente Comuna Latitud Longitud	Georreferenciación, mapa de coropletas utilizando el método de intervalos iguales	Los resultados se presentaron por medio de figuras con el apoyo de la herramienta ArcMap 10.8.	Sistema de georreferenciación de movilidad Medellín. Secretaría de Movilidad Medellín.
6. Estimar costos de muerte por IV en comunas y corregimientos de Medellín, Colombia, de 2011 a 2020.	Comuna Costo estimado por mortalidad vial Total muertos por IV	Se estiman costos por la pérdida humana, daños al patrimonio, médicos y administrativos.	Los resultados se presentaron en tablas y gráficos con ayuda de la herramienta SPSS	Secretaría de Movilidad de Medellín
7. Explorar la eficacia de políticas y programas de seguridad vial implementados en comunas y corregimientos de Medellín, Colombia de 2011 a 2020.	Fecha incidente Fecha implementación estrategia Total muertos por IV Ley/política de seguridad vial	Tablas de frecuencias absolutas y relativas, variación porcentual del total de muertes	Los resultados se presentaron en tablas y gráficos con ayuda de la herramienta SPSS	Secretaría de Movilidad de Medellín. Alcaldía de Medellín

5.9. Consideraciones éticas

Según la Resolución 8430 de 1993, Artículo 11, esta investigación se categoriza como una investigación sin riesgo, ya que este estudio contempla técnicas y métodos de investigación documental retrospectivos y no realiza ninguna intervención o modificación intencionada de las variables biológicas, fisiológicas, psicológicas o sociales de los individuos que participan en el estudio, entre los que se consideran: revisión de historias clínicas, entrevistas, cuestionarios y otros en los que no se le identifique ni se traten aspectos sensitivos de su conducta. En tanto al punto 27 de la declaración de Helsinki, la investigación mantendrá la exactitud y veracidad de los datos y resultados, evitando atentamente cualquier manipulación de la información (46).

En Medellín, la razón Hombre: Mujer ha mostrado fluctuaciones de mortalidad, con mínimo 3,5 muertes en 2016 y máximo 6,3 en 2020, con una variación de 70%. En el periodo murieron en promedio cuatro hombres por cada mujer fallecida, como lo muestra la figura 3.

Figura 3. Razón Hombre: Mujer en comunas y corregimientos de Medellín, Colombia 2011 a 2020.



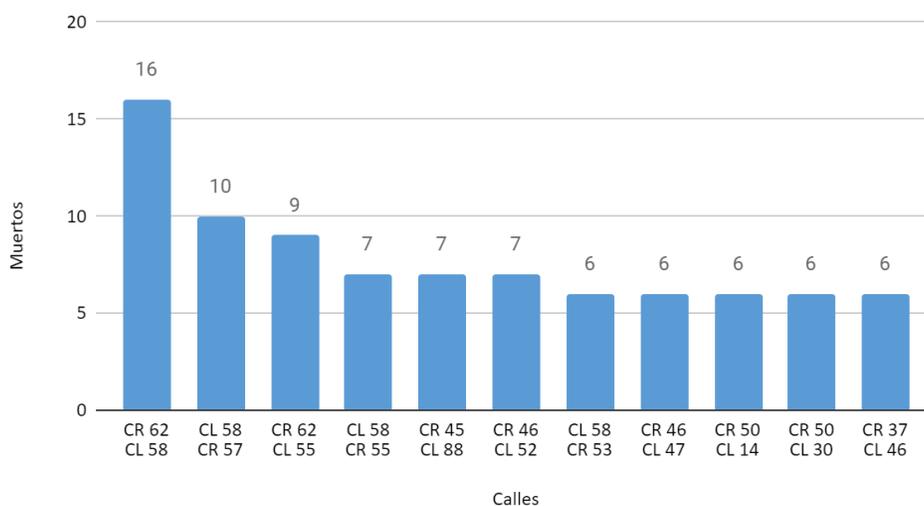
En las zonas rurales como Altavista y Santa Elena se observó una alta tasa de mortalidad, especialmente en Santa Elena durante el año 2011 con 33 muertes por cada 100.000 habitantes. Registrando la mínima cantidad de muertes en Palmitas, ya que es una zona con escaso flujo vehicular. La tasa más alta en el municipio se registró en 2011 en La Candelaria con 98 muertes por cada 100.000 habitantes, seguido de Guayabal con 35. En 2017 la Candelaria continuó con la tasa más elevada, con un total de 77 muertes por cada 100.000 habitantes, según la tabla 1.

Tabla 1. Tasa de mortalidad por 100.000 habitantes en comunas y corregimientos de Medellín, Colombia 2011 a 2020.

Comuna	2011	2014	2017	2020
1 - Popular	3,9	6,2	3,0	1,5
2 - Santa Cruz	8,3	9,0	4,4	1,8
3 - Manrique	5,1	6,3	6,8	1,2
4 - Aranjuez	14,3	9,9	12,3	9,8
5 - Castilla	27,2	20,1	17,9	14,5
6 - Doce de octubre	2,6	4,1	3,6	1,5
7 - Robledo	3,6	2,4	5,7	5,1
8 - Villa Hermosa	8,1	6,6	2,9	2,1
9 - Buenos Aires	5,9	10,3	4,4	3,6
10 - La Candelaria	97,5	77,3	57,2	66,4
11 - Laureles	14,1	17,2	17,9	8,1
12 - La América	7,4	4,2	5,2	3,1
13 - San Javier	4,4	5,8	5,7	2,1
14 - Poblado	10,6	10,2	8,4	8,2
15 - Guayabal	34,8	18,1	26,2	14,5
16 - Belén	6,7	4,1	5,6	6,6
50 - Palmitas	0,0	0,0	0,0	0,0
60 - San Cristóbal	6,3	4,0	5,4	1,8
80 - San Antonio	0,0	2,9	2,6	4,7
70 - Altavista	3,3	13,7	7,7	6,9
90 - Santa Elena	32,9	5,8	10,2	4,6

Durante 2011 al 2020, se identificaron las calles donde ocurrieron más defunciones por IV, en la CR 62 con CL 58 se registraron 16 defunciones por IV, seguido de la CL 58 con CR 57 donde se registraron 10 muertes y la CL 58 CL 55 con 9 registros, todas pertenecientes a la comuna 10, La Candelaria, como se ve en la Figura 4.

Figura 4. Distribución de mortalidad según dirección en comunas y corregimientos de Medellín, Colombia 2011 a 2020.



2. Estimar la pérdida prematura de años de vida en IV en comunas y corregimientos de Medellín, Colombia, en 2011 y 2020.

En Medellín para el año 2011 se dejaron de vivir aproximadamente 9.976 años por IV, los grupos que más aportaron a esta cifra son de 20 a 24 años con 2.653,5 AVPP, seguido del grupo de 25 a 29 años con 1.971 años perdidos. De acuerdo a la tasa de AVPP, por cada 100.000 habitantes del municipio se perdieron 421 años, según la Tabla 2.

Tabla 2. Años de vida potencialmente perdidos por IV según grupo etario en comunas y corregimientos de Medellín, Colombia 2011.

Edad	Punto medio	Esperanza de vida	EV-PM	Defunciones	AVPP
0-04 años	2	75,1	73,1	1	73,1
05-09 años	7	75,1	68,1	3	204,2
10-14 años	12	75,1	63,1	5	315,4
15-19 años	17	75,1	58,1	24	1.393,7
20-24 años	22	75,1	53,1	50	2.653,5
25-29 años	27	75,1	48,1	41	1.970,9
30-34 años	32	75,1	43,1	27	1.162,9
35-39 años	37	75,1	38,1	8	304,6
40-44 años	42	75,1	33,1	15	496,1
45-49 años	47	75,1	28,1	13	364,9
50-54 años	52	75,1	23,1	16	369,1
55-59 años	57	75,1	18,1	19	343,3
60-64 años	62	75,1	13,1	10	130,7
65-69 años	67	75,1	8,1	19	153,3
70-74 años	72	75,1	3,1	13	39,9

Los IV para el 2020 causaron la pérdida de 6.031 años de vida para la población de las comunas y corregimientos de Medellín, el grupo de edad que más aportó a esta cifra fue de 20 a 29 años con 2.533 AVPP. La tasa de AVPP indica que, para este año por cada 100.000 habitantes del municipio, se dejaron de vivir prematuramente 235 años de vida, como lo muestra la tabla 3.

Tabla 3. Años de vida potencialmente perdidos por IV según grupo etario en comunas y corregimientos de Medellín, Colombia 2020.

Edad	Punto medio	Esperanza de vida	EV-PM	Defunciones	AVPP
0-04 años	2	76,3	74,3	1	74,3
05-09 años	7	76,3	69,3	0	0,0
10-14 años	12	76,3	64,3	0	0,0
15-19 años	17	76,3	59,3	6	355,5
20-24 años	22	76,3	54,3	24	1.302,0
25-29 años	27	76,3	49,3	25	1.231,3
30-34 años	32	76,3	44,3	20	885,0
35-39 años	37	76,3	39,3	13	510,3
40-44 años	42	76,3	34,3	9	308,3
45-49 años	47	76,3	29,3	7	204,8
50-54 años	52	76,3	24,3	26	630,5
55-59 años	57	76,3	19,3	14	269,5
60-64 años	62	76,3	14,3	10	142,5
65-69 años	67	76,3	9,3	9	83,3
70-74 años	72	76,3	4,3	8	34,0

3. Describir variables asociadas al IV mortal en comunas y corregimientos de Medellín, Colombia de 2011 a 2020.

Se identificó que de las 2.526 muertes por IV, la mayoría ocurrieron por choques, registrándose 982 (39%) en el grupo masculino y 157 (6%) en el grupo femenino, seguido del atropello con 873 (35%) víctimas fatales en los hombres y 296 (12%) en las mujeres, como se observa en la tabla 4.

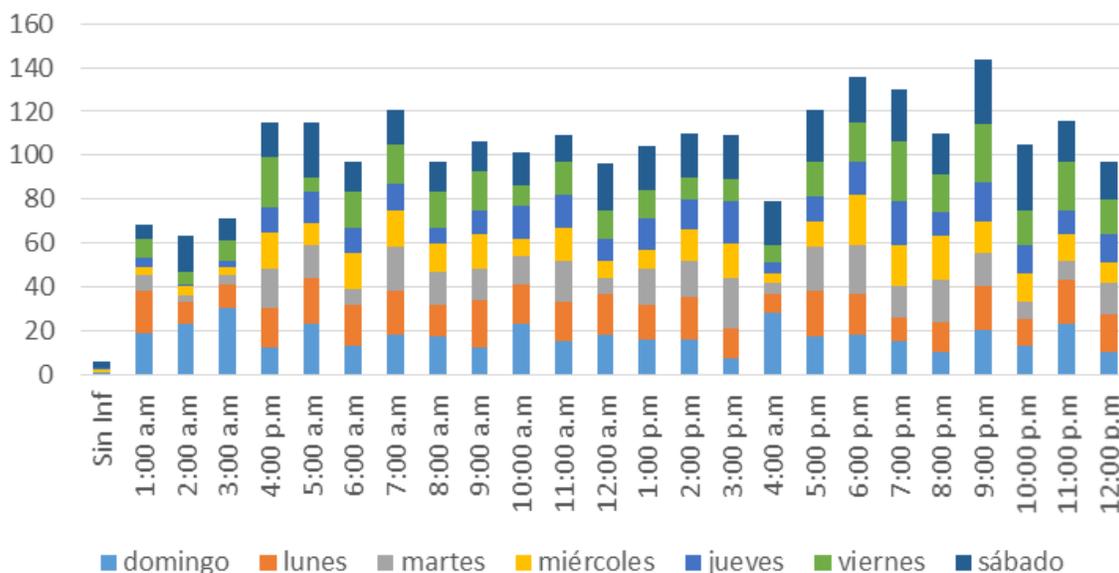
Del 100% de la mortalidad por choques registrados en la población masculina, el 75% (738) se presentaron en los motociclistas del grupo de los adultos jóvenes. Mientras que en la femenina, la condición que dominó, con un 59 % fueron los acompañantes de motocicleta, sin embargo, la clase de incidente que aportó más muerte a la población, fueron los atropellos de los peatones.

Tabla 4. Frecuencia de muertes según condición de víctima y tipo de IV en comunas y corregimientos de Medellín, Colombia 2011 a 2020.

Condición víctima	Atropello		Caída		Choque		Incendio		Otro		Volcamiento		Total	
	Fi	Fr	Fi	Fr	Fi	Fr	Fi	Fr	Fi	Fr	Fi	Fr	Fi	Fr
Acompañante de Motocicleta	2	0,2	30	18,4	169	14,7	0	0,0	1	2,8	0	0,0	202	8,0
Femenino	1	0,1	12	7,4	93	8,1	0	0,0	1	2,8	0	0,0	107	4,2
Masculino	1	0,1	18	11,0	76	6,7	0	0,0	0	0,0	0	0,0	95	3,8
Ciclista	5	0,4	9	5,5	96	8,4	0	0,0	1	2,8	4	22,2	115	4,6
Femenino	1	0,1	2	1,2	4	0,4	0	0,0	0	0,0	0	0,0	7	0,3
Masculino	4	0,3	7	4,3	92	8,1	0	0,0	1	2,8	4	22,2	108	4,3
Conductor	0	0,1	0	0,0	39	3,3	1	100,0	1	2,8	5	27,8	46	1,8
Femenino	0	0,1	0	0,0	3	0,2	0	0,0	0	0,0	0	0,0	3	0,1
Masculino	0	0,0	0	0,0	36	3,2	1	100,0	1	2,8	5	27,8	43	1,7
Motociclista	20	2,0	80	49,1	788	68,9	0	0,0	22	61,1	6	33,3	916	36,3
Femenino	0	0,0	2	1,2	47	4,1	0	0,0	2	5,6	1	5,6	52	2,1
Masculino	20	2,0	78	47,9	741	64,8	0	0,0	20	55,6	5	27,8	864	34,2
Pasajero	2	0,2	43	26,4	18	1,7	0	0,0	0	0,0	3	16,7	66	2,7
Femenino	0	0,0	10	6,1	5	0,5	0	0,0	0	0,0	1	5,6	16	0,7
Masculino	2	0,2	33	20,2	13	1,1	0	0,0	0	0,0	2	11,1	50	2,0
Peatón	1137	97,2	0	0,6	33	2,9	0	0,0	11	30,6	0	0,0	1181	46,8
Femenino	293	25,1	0	0,0	6	0,5	0	0,0	5	13,9	0	0,0	304	12,0
Masculino	844	72,1	0	0,6	27	2,4	0	0,0	6	16,7	0	0,0	877	34,7
Total general	1166	100	162	100	1143	100	1	100	36	100	18	100	2526	100

Los días en que mayor incidentalidad vial se presentó, fueron los sábados con 445 registros de muertes, seguido del domingo con un total de 417 muertes. Se identificó mayor mortalidad durante las horas nocturnas, principalmente entre los rangos de 6 p.m. - 9 p.m. Registrando 520 muertes totales por IV, durante el periodo de estudio como lo muestra la Figura 5.

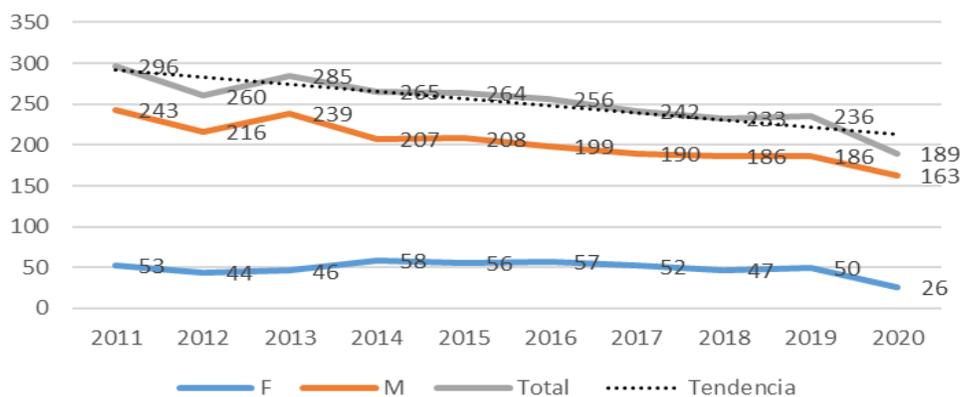
Figura 5. Muertes según día y hora en comunas y corregimientos de Medellín, Colombia 2011 a 2020.



4. Analizar la tendencia de la mortalidad por IV en comunas y corregimientos de Medellín, Colombia de 2011 a 2020.

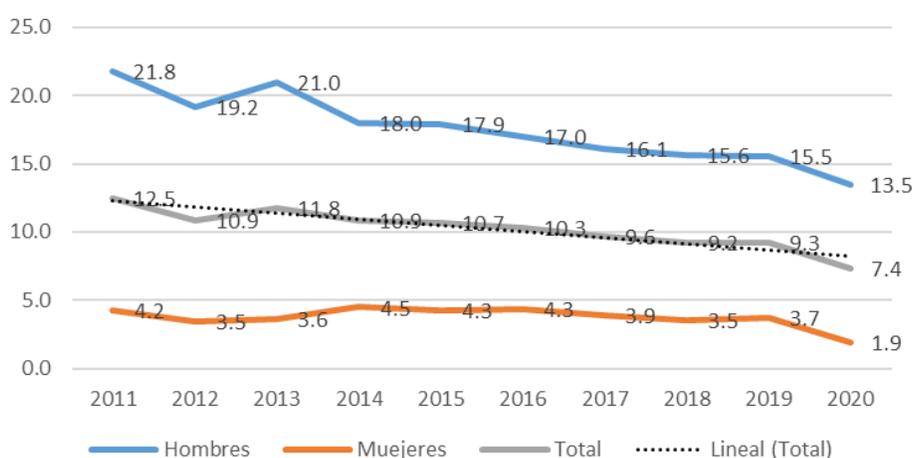
La mortalidad por IV en comunas y corregimientos de Medellín ha presentado una notable disminución en el periodo estudiado, para el 2011 se registraron 296 casos y en el 2020 fueron 189, registrando una variación de -36%. Los hombres tienen una marcada tendencia al decrecimiento, mientras que en las mujeres los registros de mortalidad, presentaron pocas fluctuaciones.

Figura 6. Muertes según sexo en comunas y corregimientos de Medellín, Colombia 2011 a 2020.



Referente al sexo, el grupo de los hombres presentó una tasa de mortalidad de para el 2011 entre 21 y 22 muertes por cada 100.000 habitantes del municipio, en el caso de las mujeres la cifra de 4 a 5 fallecimientos, siendo este año en el que se reportó una cifra más alta para ambos sexos. La tasa más baja se dio en el año 2020, fallecieron entre 13 y 14 hombres por cada 100.000 y entre 1 y 2 mujeres en un IV, como se observa en la figura 7.

Figura 7. Tasa de mortalidad según sexo en comunas y corregimientos de Medellín, Colombia 2011 a 2020.



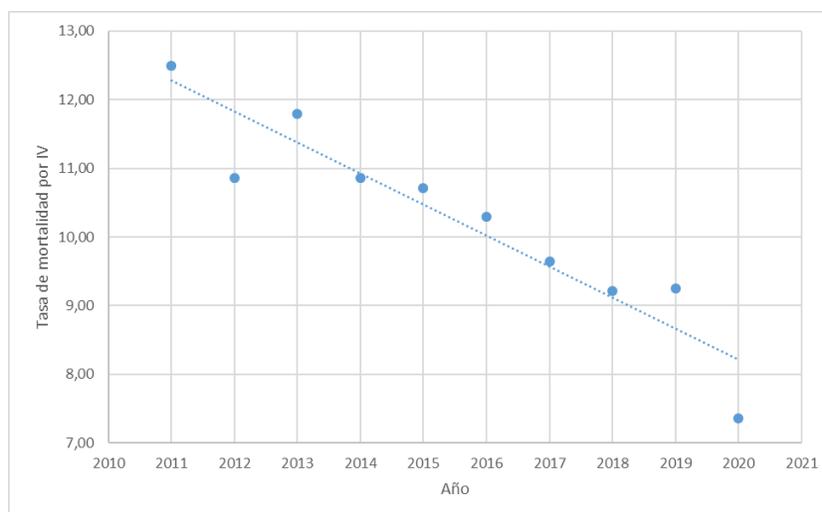
Según el valor obtenido por medio de la Anova se rechaza la hipótesis nula, ya que el valor de significancia es 0,000; lo que quiere decir que la variable dependiente (Tasa de mortalidad) depende de la variable independiente (Años), indicándonos que el modelo de regresión lineal si es adecuado. Mientras que los coeficientes del modelo (Constante y años), ambos fueron significativos, debido a que su valor p fue inferiores a 0,05, esto se refleja en la tabla 5.

Tabla 5. Anova y coeficientes de tasa de mortalidad por IV y años de estudio.

ANOVA					
	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Regresión	16,804	1	16,804	56,431	,000b
Residuo	2,382	8	0,298		
Total	19,186	9			

Coefficientes					
	Coeficientes no estandarizados		Coeficientes estandarizados	t	Sig.
	B	Desv. Error	Beta		
(Constante)	919,877	121,089		7,597	0
Años	-0,451	0,06	-0,936	-7,512	0

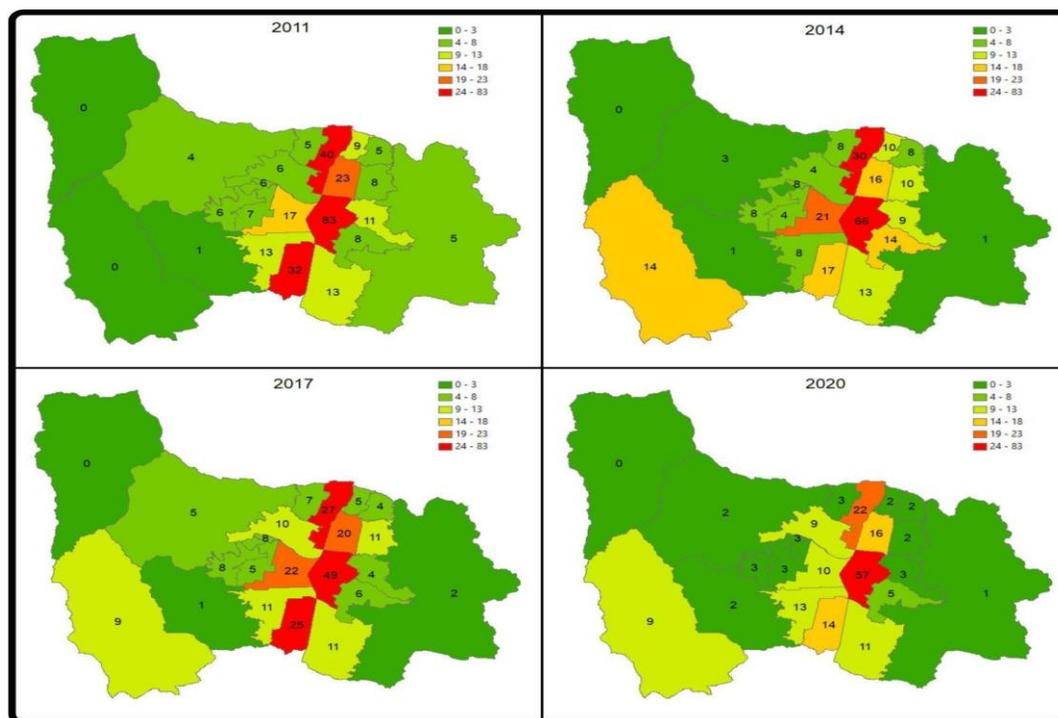
De acuerdo al análisis de dispersión, los datos muestran un patrón al descenso, indicando que hay evidencia estadística de que existe una relación lineal negativa entre la tasa de mortalidad por incidente vial y los años, es decir que a medida que avanzan los años, la tasa de mortalidad tiende a decrecer en comunas y corregimientos de Medellín. Además, el valor de r (del coeficiente de pearson) fue de -0,93 lo que indicó que existe una correlación inversa fuerte.

Figura 8. Dispersión de regresión lineal simple según tasa de mortalidad por IV y año.

5. Georreferenciar la mortalidad por IV en comunas y corregimientos de Medellín, Colombia de 2011 a 2020.

La mortalidad por IV en Medellín se registraron principalmente en las comunas La Candelaria, Castilla y Guayabal con 83, 40 y 32 muertes respectivamente para el 2011, manteniéndose durante el estudio como las que más aportan a los IV mortales del municipio. En 2014 Laureles presentó un incremento con 21 defunciones y el corregimiento de San Antonio de Prado pasó de 0 a 14 muertes. En el caso de los corregimientos, Altavista presentó un incremento en la mortalidad en 2014 con 14 defunciones y se mantuvo constante en 2017 y 2020 con 9 muertes, como se muestra en la figura 8.

Figura 9. Mapa de calor de mortalidad por IV en comunas y corregimientos de Medellín, Colombia 2011 a 2020.



6. Estimar costos de muerte por IV en comunas y corregimientos de Medellín, Colombia, de 2011 a 2020.

La estimación de costos de muertes por IV se realizó actualizando los valores del estudio de la línea SEVIDA en 2015, el cual indica que cada muerte tiene un costo aproximado de 900 millones COP. En 2011, los costos de muertes 296 fueron \$335.292 millones COP 2020, las comunas y corregimientos que más aportaron a esta cifra fueron: La Candelaria \$94.020, Castilla \$45.311 y Guayabal \$36.248.

Los costos en muertes por IV en 2020 son de al menos \$214.084 millones COP 2020, a pesar de la disminución en el valor total en comparación con el primer año de estudio, las comunas y corregimientos que aportan más muertes continúan siendo las mismas del 2011, La Candelaria registró \$64.568, Castilla \$24.921 y Guayabal \$ 15.858.

Durante el periodo de estudio la carga de los costos se mantuvo en las mismas comunas con el 43% de los costos totales, registrando en total un costo de 2.861.391 billones COP 2020. Sin embargo, se observó una disminución en las cifras anualmente, como se observa en la tabla 5.

Tabla 6. Costo estimado de muertes por IV en comunas y corregimientos de Medellín, Colombia de 2011 a 2020 (en millones COP 2020).

Comunas	2011		2014		2017		2020		Total	
	Fi	Fr	Fi	Fr	Fi	Fr	Fi	Fr	Fi	Fr
1 - Popular	5.663	1,7	9.062	3,0	4.531	1,7	2.265	1,1	53.240	1,9
2 - Santa Cruz	10.194	3,0	11.327	3,8	5.663	2,1	2.265	1,1	64.568	2,3
3 - Manrique	9.062	2,7	11.327	3,8	12.460	4,5	2.265	1,1	99.684	3,5
4 - Aranjuez	26.053	7,8	18.124	6,0	22.655	8,3	18.124	8,5	209.563	7,3
5 - Castilla	45.311	13,5	33.983	11,3	30.584	11,2	24.921	11,6	328.504	11,5
6 - Doce de Octubre	5.663	1,7	9.062	3,0	7.929	2,9	3.398	1,6	72.497	2,5
7 - Robledo	6.796	2,0	4.531	1,5	11.327	4,1	10.194	4,8	137.065	4,8
8 - Villa Hermosa	12.460	3,7	10.194	3,4	4.531	1,7	3.398	1,6	70.232	2,5
9 - Buenos Aires	9.062	2,7	15.858	5,3	6.796	2,5	5.663	2,6	99.684	3,5
10 - La Candelaria	94.020	28,0	74.763	24,9	55.506	20,2	64.568	30,2	663.806	23,2
11 - Laureles - Estadio	19.257	5,7	23.788	7,9	24.921	9,1	11.327	5,3	218.625	7,6
12 - La América	7.929	2,4	4.531	1,5	5.663	2,1	3.398	1,6	73.630	2,6
13 - San Javier	6.796	2,0	9.062	3,0	9.062	3,3	3.398	1,6	61.169	2,1
14 - Poblado	14.726	4,4	14.726	4,9	12.460	4,5	12.460	5,8	135.933	4,8
15 - Guayabal	36.248	10,8	19.257	6,4	28.319	10,3	15.858	7,4	244.679	8,6
16 - Belén	14.726	4,4	9.062	3,0	12.460	4,5	14.726	6,9	144.995	5,1
50 - Palmitas	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	2.265	0,1
60 - San Cristóbal	4.531	1,4	3.398	1,1	5.663	2,1	2.265	1,1	52.107	1,8
70 - Altavista	1.132	0,3	1.132	0,4	1.132	0,4	2.265	1,1	15.858	0,6
80 - San Antonio	0	0,0	15.858	5,3	10.194	3,7	10.194	4,8	75.895	2,7
90 - Santa Elena	5.663	1,7	1.132	0,4	2.265	0,8	1.132	0,5	37.381	1,3
Total	335.292	100	300.177	100	274.121	100	214.084	100	2.861.391	100

7. Explorar el impacto de leyes de seguridad vial implementadas en las comunas y corregimientos de Medellín, Colombia de 2011 a 2020.

En el primer año de implementar la Ley 1702 de 2013, por la cual se crea la agencia nacional de seguridad vial y se dictan otras disposiciones. Se observó en el mes de junio un incremento de la mortalidad por IV, con una variación del 77% respecto al mes del año anterior. Sin embargo, las muertes disminuyeron en el primer año de implementación de la Ley con una variación negativa del -7% en relación al año anterior, como indica la tabla 6.

Tabla 7. Variación de mortalidad por IV en comunas y corregimientos de Medellín del 01 de enero de 2013 a 31 de diciembre de 2015.

Mes	Muertos 2013	Muertos 2014	Variación
Ene	17	32	88%
Feb	22	19	-14%
Mar	25	25	0%
Abr	28	22	-21%
May	24	13	-46%
Jun	13	23	77%
Jul	23	27	17%
Ago	23	29	26%
Sep	33	18	-45%
Oct	28	16	-43%
Nov	26	22	-15%
Dic	23	19	-17%
Total general	285	265	-7,%

Una vez implementada la resolución 1885 de 2015, en la que se adopta el manual de señalización vial. Se registró en el noveno mes del primer año, una disminución de la mortalidad, pasando de 23 a 16 defunciones, con una variación negativa respecto al mismo mes del año anterior del -30%. No obstante, en el primer año de vigencia se registró una variación positiva del 6%, es decir que se registró un incremento en la mortalidad por IV, lo que se registró en la tabla 7.

Tabla 8. Variación de mortalidad por IV en comunas y corregimientos de Medellín del 01 de julio de 2014 a 30 de junio de 2016.

Mes	Muertos 2014-	Muertos 2015-	Variación
	2015	2016	
Jul	27	27	0%
Ago	29	34	17%
Sep	18	17	-6%
Oct	16	19	19%
Nov	22	15	-32%
Dic	19	25	32%
Ene	21	18	-14%
Feb	15	22	47%
Mar	19	30	58%
Abr	23	16	-30%
May	22	23	5%
Jun	27	27	0%
Total general	258	273	6%

Mientras que con la implementación de la resolución 718 de 2018, por lo cual se reglamentan los criterios técnicos para la detección de presuntas infracciones al tránsito; se presentó una reducción de la mortalidad con una variación del -4% respecto al periodo anterior, como se muestra en la tabla 8.

Tabla 9. Variación de mortalidad por IV en comunas y corregimientos de Medellín del 01 de abril de 2017 a 31 de junio de 2019.

Mes	Muertos 2017-2018	Muertos 2018-	Variación
		2019	
Abr	12	15	25%
May	20	27	35%
Jun	22	19	-14%
Jul	24	15	-38%
Ago	26	18	-31%
Sep	15	21	40%
Oct	26	19	-27%
Nov	11	16	45%
Dic	20	27	35%
Ene	18	18	0%
Feb	16	17	6%
Mar	22	11	-50%
Total general	232	223	-4%

7. Discusión

Aunque Colombia no se caracteriza por ser principalmente un país industrializado, se observó que en países de medianos y bajos ingresos la mortalidad es superior, en comparación con países desarrollados, donde se registró el 90% de defunciones por IV. Esto afecta el sistema sanitario, por la gran cantidad de vidas perdidas y la carga de costos que conllevan, hasta el punto de convertirse en la segunda causa de mortalidad por causas externas en Colombia y se ubicó entre los 10 primeros motivos de defunción en el mundo. Por lo que urge implementar medidas que conlleven a un cambio, ya que cada defunción por esta causa es prevenible y evitable (5).

Este trabajo de investigación describió la población fallecida por IV en comunas y corregimientos de Medellín, Colombia en el periodo 2011 – 2020, con el objetivo de generar evidencia útil a entidades responsables de medidas públicas, que promuevan una cultura vial segura, reduciendo las muertes y lesiones por IV.

El crecimiento de la industria automotriz, se ha hecho más evidente debido a la facilidad de adquisición de vehículos como las motocicletas, que pese a la reducción del gasto en los hogares y del tiempo de desplazamiento, su uso indebido es causante de gran cantidad de Incidentes fatales y no fatales, convirtiendo los eventos por IV en un problema de salud pública (4).

Aunque la mortalidad por IV ha marcado una tendencia a la disminución en los últimos años, como se esperaba según el estudio de Porras S (4). Esta continúa siendo alarmante en comunas y corregimientos de Medellín en la década de estudio, con un registro de 2.526 IV mortales evitables, con un promedio de 253 muertes anuales en el territorio de Medellín.

Por cada registro de IV mortal en mujeres, se presentan cuatro en hombres, lo que equivale a un 81% de las muertes. Estos resultados coinciden con la literatura (49), la cual señala que los hombres son quienes mayor riesgo de morir presentan por esta causa. De acuerdo a Espinosa A y Cabrera G, esta particularidad puede ser explicada por la baja percepción al riesgo, maniobras imprudentes y poca adherencia de las normas (1).

En el periodo de estudio se evidenció que los peatones y jóvenes motociclistas son las principales víctimas mortales por IV, este comportamiento es similar al global de acuerdo a cifras de la OMS;

esto puede deberse a que las motocicletas son un medio de transporte fundamental para realizar actividades diarias, como medio de desplazamiento o herramienta de trabajo, a pesar de su facilidad de transporte y adquisición, en el municipio no hay un control en su venta, y hasta hace poco era posible adquirir licencias de conducción sin haber aprobado un curso de manejo, incrementando los riesgos de sufrir un IV (3 - 5).

Otro factor que influye en la incidentalidad, es el mal uso de los elementos de seguridad y la poca protección que brindan las motocicletas, al no contar con una carrocería como los carros, el impacto del IV en su mayoría es absorbido por el cuerpo, causando lesiones fatales y no fatales, estas cifras también se ven reflejadas en el estudio, pérdida de años de vida saludable por incidentes viales de motociclista en la ciudad de Medellín, 2010 a 2017 (3, 4).

Los grupos etarios que mayor número de muertes aportaron a IV, son los jóvenes de 15 a 39 años con el 41% de las muertes, representando un incremento considerable en los años de vida potencialmente perdidos, en la población en edad productiva. Generando un impacto negativo en la economía, producción del municipio, la esperanza de vida y la tasa de natalidad (4).

Las comunas que registran mayor tasa de mortalidad por IV, son: La Candelaria, Castilla y Guayabal. Estas se caracterizan por estar ubicadas en el centro del municipio y cerca del río, por lo que son zonas de alto flujo vehicular al estar cerca de las principales calles y autopistas, de acuerdo al Plan de movilidad segura de Medellín 2014 - 2020 (4, 19).

Esta problemática requiere de intervención del estado en políticas sociales, ambientales, económicas y de salud pública, en las cuales se tenga presente la participación de los actores viales, que ayuden a fortalecer y fomentar los programas de cultura ciudadana. La Alcaldía de Medellín ha implementado diversos proyectos para el fortalecimiento de la seguridad vial del municipio, con el propósito de disminuir la carga generada en el sistema salud, lo que ayudaría a reducir los costos sanitarios (19, 20, 47).

Como limitaciones del estudio se destaca la obtención de la fuente de información, ya que inicialmente se esperaba que estos datos fueran de carácter público y estarían disponibles en su totalidad en la página de la Secretaría de Movilidad de Medellín o en OpenData de la Alcaldía.

Para obtener la base de datos, se realizó una solicitud a la Secretaría de Movilidad, la cual generó respuesta a los 30 días hábiles, generando demoras en el procesamiento y análisis de la información. Además, esta fuente presentó problemas de mala clasificación de las defunciones y registros incompletos, particularmente en las variables latitud y longitud. A pesar de que se encontraron diferentes bases de datos en páginas como el DANE, el RUAF y la Secretaría de Movilidad, estos datos estaban desarticulados, lo que no permitía realizar una trazabilidad, ocasionando baja confiabilidad de los datos.

La fortaleza de este estudio, fue su pertinencia, ya que su periodo de análisis concuerda con la implementación del Decenio de Acción para la Seguridad Vial 2011 - 2020, destacando la problemática de salud pública que se presenta en el municipio a causa de las defunciones por los IV y su comportamiento en esta década.

8. Conclusiones y recomendaciones

En la última década, en comunas y corregimientos de Medellín se ha registrado una alta mortalidad por IV, que ha afectado mayormente la población masculina de 15 a 34 años. El grupo etario que presentó mayor mortalidad fue de 20 a 29 años, registrando al año un promedio de 62 muertes en hombres.

Pese a que aún se continúan registrando altas defunciones por incidente vial, se identificó una correlación inversa fuerte, entre la tasa de mortalidad y los años de estudio, lo que indica, que existe una tendencia a la disminución de la mortalidad por IV en Medellín.

El registro de mortalidad en la población femenina fue inferior a la masculina; obteniendo en promedio 43 muertes al año. Además, con la razón hombre mujer, se identificó que en promedio en el municipio de Medellín por cada mujer fallecida por IV mueren cuatro hombres.

En 2020 se registró, un total de 5.840 de AVPP en la población en edad de trabajar, con una tasa de 323 AVPP por cada 100.000 habitantes del municipio, lo que implica pérdidas en la mano de obra, afectando el sector económico del municipio.

En el periodo estudiado, la tasa más alta de mortalidad por IV se registró en la comuna La Candelaria, con 96 muertes por cada 100.000 habitantes. Mientras áreas rurales como el corregimiento Santa Elena, en el primer año estudiado registro 33 muertes por cada 100.000 habitantes, pasando a 7 muertes en 2020. En San Antonio sucedió lo contrario, pasó de tener cero a 5 muertes por cada 100.000 habitantes para 2020.

Por condición, el atropello a peatones fue el evento que mayor número de muertes aportó, con 1.137 muertes (45%) del total. La mortalidad por choques de motocicleta fue la segunda condición que más muertes proporcionó, con 788 (31%), de las cuales el 29% pertenece a varones motociclistas. La mortalidad por choque en condición de acompañante de motocicleta, registró mayores defunciones en mujeres con 8,1% del total de muertes en condición de acompañante de motocicleta.

Pese a que la tendencia de la mortalidad vial está disminuyendo, comunas como La Candelaria, Castilla y Guayabal presentaron las cifras más altas de mortalidad y representando el 43% del total de costos del municipio por IV, ya que algunas zonas cuentan con limitaciones de infraestructura vial, ligado a una baja educación vial.

Actualmente, los datos se han convertido en el activo más valioso de todas entidades, por lo cual se debe continuar desarrollando nuevas estrategias y procedimientos la recolección de datos, ya sea implementar estrategias de inteligencia de negocios, que faciliten la depuración, unificación y estructuración de los datos; lo que contribuiría a obtener una mayor veracidad y fiabilidad de los registros e información provenientes de los sistemas como la Secretaría de Movilidad de Medellín. Siendo esto de gran importancia, debido a que este tipo de datos es de acceso público, por lo cual deben tener el mayor grado de exactitud.

La Alcaldía de Medellín debe continuar fomentando conductas seguras en las vías, concientizando a cada actor vial sobre la importancia de comprometerse y seguir las normas viales, ya sea por medio de programas educativos, actividades o estudios con relación al tema.

Referencias

1. Espinosa A, Cabrera G, Velásquez N. Epidemiología de incidentes viales en Medellín, Colombia, 2010-2015. Rev. Fac. Nac. Salud Pública [internet]. 2017; 35(1):7-15 [Consultado 2021 sep 17] Disponible en: <https://revistas.udea.edu.co/index.php/fnsp/article/view/23278/20783546>
2. Superintendencia Financiera de Colombia. Doctrinas y Conceptos Financieros 2001 [Internet] [Consultado 2021 jun 21] Disponible en: <https://www.superfinanciera.gov.co/jsp/Publicaciones/publicaciones/loadContenidoPublicacion/id/18689/dPrint/1/c/00>
3. Cuadros F. La política de seguridad vial y la incidencia en la mortalidad vial en el Valle del Cauca en el periodo 2012-2015. Un estudio de caso [Internet] Santiago de Cali: Universidad del Valle. Facultad de Ciencias de la Administración; 2016 [Consultado 2021 sep 06] Disponible en: <https://bibliotecadigital.univalle.edu.co/bitstream/handle/10893/9977/CB-0542792.pdf;jsessionid=E162E339B396C1A77E7720F4BC6FF58C?sequence=1>
4. Porras S. Pérdida de años de vida saludable por incidentes viales de motociclista en la ciudad de Medellín, 2010 a 2017 [Internet] Medellín: Universidad de Antioquia. Facultad Nacional de Salud Pública “Héctor Abad Gómez”; 2019 [Consultado 2021 ago 22] Disponible en: https://bibliotecadigital.udea.edu.co/bitstream/10495/13643/1/PorrasSandra_2019_AVADMotociclistasMedell%c3%adn.pdf
5. Organización Mundial de la Salud (OMS). Plan mundial para el decenio de acción para la seguridad vial 2011 - 2020. [Internet] [Consultado 2021 ago 10] Disponible en: https://www.who.int/roadsafety/decade_of_action/plan/plan_spanish.pdf?ua=1
6. Organización Mundial de la Salud (OMS). Informe sobre la situación mundial de la Seguridad Vial 2013 [Internet] [Consultado 2021 sep 18] Disponible en: https://www.who.int/violence_injury_prevention/road_safety_status/2013/report/summary_es.pdf?ua=1#:~:text=Las%20lesiones%20causadas%20por%20el,la%20quinta%20causa%20de%20muerte
7. Noticias Parlamento Europeo. Estadísticas sobre la mortalidad en las carreteras europeas [Internet] [Consultado 2021 ene 18] Disponible en: <https://www.europarl.europa.eu/news/es/headlines/society/20190410STO36615/estadisticas-sobre-la-mortalidad-en-las-carreteras-europeas-infografia>
8. Vassallo F. Avances en Seguridad Vial: Analizando la efectividad de los límites de velocidad y la incidencia del sector turístico. Sevilla: Universidad de Sevilla; 2019 [Consultado 2021 sep 16] Disponible en: <https://idus.us.es/bitstream/handle/11441/97768/Vassallo%2c%20Flores%20Tesis.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
9. Organización Panamericana de la Salud (OPS). Nuevo informe de la OMS destaca que los progresos han sido insuficientes en abordar la falta de seguridad en las vías de tránsito del mundo [Internet] [Consultado 2021 ago 26] Disponible en: https://www3.paho.org/hq/index.php?option=com_content&view=article&id=14857:new-who-report-highlights-insufficient-progress-to-tackle-lack-of-safety-on-the-world-s-roads&Itemid=1926&lang=es
10. Agencia Nacional de Seguridad Vial. Boletín estadístico Antioquia 2021 [Internet] [Consultado

- 2022 ene 12] Disponible en: https://ansv.gov.co/sites/default/files/2022-01/Boletin_Antioquia_noviembre_2021.pdf
11. Agencia Nacional de Seguridad Vial. Cifras año en curso 2021 [Internet] [Consultado 2022 ene 08] Disponible en: <https://ansv.gov.co/es/observatorio/estad%C3%ADsticas/cifras-año-en-curso>
 12. Salazar E, Cabrera G. Discapacidad de origen vial Medellín, Colombia. *Memorias Forenses*. 2021 (4), 31-46.
 13. Registro Único Nacional de Tránsito (RUNT). El RUNT en cifras, balance del primer semestre 2021 del sector tránsito y transporte - Colombia [Internet] [Consultado 2021 sep 13] Disponible en: https://www.runt.com.co/sites/default/files/Balance%20Semestral%202021_0.pdf
 14. Ministerio de Transporte. Transporte en cifras estadísticas 2018 [Internet] [Consultado 2021 jun 21] Disponible en: <https://www.mintransporte.gov.co/documentos/15/estadisticas/>
 15. Losada M, Parra P. Fundamentos en las pérdidas económicas de los concesionarios a causa de la Siniestralidad Vial en la operación del SITP zonal. Bogotá: Universidad Jorge Tadeo Lozano. Facultad de Ciencias Económicas y Administrativas; 2019 Consultado 2021 sep 16] Disponible en: <https://expeditiorepositorio.utadeo.edu.co/bitstream/handle/20.500.12010/7870/Trabajo%20de%20grado.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
 16. Colombia. Ministerio de Transporte. Ley 769 de 2002 por la cual se expide el Código Nacional de Tránsito Terrestre y se dictan otras disposiciones. *Diario Oficial*, 44.932 (Sep. 13 2002).
 17. Arboleda D, Cortes M, Verona s N, Valencia C. Plan de mejoramiento de la movilidad de la universidad libre sede Belmonte [Internet] Pereira; 2019 [Consultado 2021 may 10] Disponible en: <https://repository.unilibre.edu.co/bitstream/handle/10901/17885/PLAN%20DE%20MEJORA%20MIENTO%20DE%20LA%20MOVILIDAD%20DE%20LA%20UNIVERSIDAD%20LIBRE%20%281%29.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
 18. Alcaldía Mayor de Bogotá. Guía paso a paso para elaborar el PESV [Internet] [Consultado 2021 may 10] Disponible en: <https://redempresarial.movilidadbogota.gov.co/sites/default/files/Gu%C3%ADa%20paso%20a%20paso%20para%20elaborar%20el%20PESV.pdf>
 19. Alcaldía de Medellín. Plan de movilidad segura de Medellín 2014 – 2020 [Internet] [Consultado 2021 jun 21] Disponible en: https://www.medellin.gov.co/movilidad/documents/plan_movilidad_segura_medellin_2014_2020.pdf
 20. Pico M, Gonzáles R, Noreña O. Seguridad vial y peatonal: una aproximación teórica desde la política pública. *Rev. Hacia Promoc. Salud* [Internet] 2011; 16: 190-204 [Consultado 2021 sep 03] Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/3091/309126696014.pdf>
 21. Cavazos N, Del Rio A. Años de vida potencialmente perdidos: su utilidad en el análisis de la mortalidad en México. *Instituto Nacional de Salud Pública* [Internet]. 1989; 31:5 [Consultado 2022 12 15] Disponible en: <https://saludpublica.mx/index.php/spm/article/view/46/46>
 22. Santeiro L, Valdés M, Días j, Días JC, Sarmiento S. Potentially Lost Years of Life Due to First Causes of Death. *Revista Finlay* [Internet] 2018; 8:3 [Consultado 2022 ene 23] Disponible en: <http://scielo.sld.cu/pdf/rf/v8n3/rf05308.pdf>
 23. Organización Panamericana de la Salud. Lineamientos básicos para el análisis de la mortalidad. Washington, D.C.: OPS; 2017.

- <https://iris.paho.org/bitstream/handle/10665.2/34492/9789275319819-spa.pdf?sequence=7>
24. Naciones Unidas. Asamblea General de las Naciones Unidas. Resolución A/RES/74/299 «Mejoramiento de la seguridad vial en el mundo» (May. 10 2010).
 25. Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo. Objetivos de Desarrollo Sostenible [Internet] [Consultado 2021 sep 15] Disponible en: <https://www1.undp.org/content/undp/es/home/sustainable-development-goals.html>
 26. Ministerio de transporte. Plan nacional de seguridad vial Colombia 2011 – 2021 [Internet] [Consultado 2021 jun 23] Disponible en: <https://www.mintransporte.gov.co/publicaciones/3239/plan-nacional-de-seguridad-vial/>
 27. Área Metropolitana del Valle de Aburrá. Plan maestro de movilidad para el Valle de Aburrá [Internet] [Consultado 2021 jun 21] Disponible en: <https://www.metropol.gov.co/movilidad/PlanMaestro/Plan%20Maestro%20de%20Movilidad.pdf>
 28. Región Andina. Patrimonio visual [Internet] [Consultado 2021 may 14] Disponible en: https://issuu.com/erik2011111/docs/libro_regi_n_andina
 29. Comfenalco Antioquia. Tu ciudad [Internet] [Consultado 2021 may 14] Disponible en: <https://infolocal.comfenalcoantioquia.com/index.php/ordenamiento-urbano>
 30. AciMedellin. ¿Cuáles son los sectores económicos priorizados en Medellín? [Internet] [Consultado 2021 may 15] Disponible en: <https://www.acimedellin.org/cuales-son-los-sectores-economicos-priorizados-en-medellin/>
 31. Asociación Nacional de Movilidad Sostenible (ANDEMOS). Informe general de cifras, Registro inicial de vehiculos y motocicletas Internet] [Consultado 2021 sep 15] Disponible en: <https://www.andemos.org/wp-content/uploads/2021/04/ANDEMOS-MAR.2021-Primera-Entrega-Sector-Automotor.pdf>
 32. Colombia. Congreso de Colombia. Acta Legislativo 02 por medio del cual se modifican los artículos 15, 24, 28 y 250 de la Constitución Política de Colombia para enfrentar el terrorismo. Diario Oficial, 45406 (Dic 19 2003).
 33. Colombia. Congreso de Colombia. Ley 105 de 1993 por la cual se dictan disposiciones básicas sobre el transporte, se redistribuyen competencias y recursos entre la Nación y las Entidades Territoriales, se reglamenta la planeación en el sector transporte y se dictan otras disposiciones. Bogotá: El Ministerio; 1993.
 34. Colombia. Ministerio de Transporte. Resolución 4101 de 2004 por la cual se adopta el Plan Nacional de Seguridad Vial. Diario Oficial, 45777 (Dic 30 2004).
 35. Colombia. Ministerio de Transporte. Ley 1239 de 2008 por medio de la cual se modifican los artículos 106 y 107 de la ley 769 del 2 de agosto de 2002 y se dictan otras disposiciones. Diario Oficial, 47061 (Jul 25 2008).
 36. Colombia. Ministerio de Transporte. Ley 1383 de 2010 Por la cual se reforma la Ley 769 de 2002 - Código Nacional de Tránsito, y se dictan otras disposiciones. Diario Oficial, 47.653 (Mar. 16 2010).
 37. Colombia. Ministerio de Transporte. Ley 1503 de 2011 Por la cual se promueve la formación de hábitos, comportamientos y conductas seguros en la vía y se dictan otras disposiciones. Diario Oficial 48.298 (Dic 30 2011).
 38. Colombia. Ministerio de Transporte. Ley 1702 de 2013 Por la cual se crea la agencia nacional de seguridad vial y se dictan otras disposiciones. Diario Oficial 49.016 (Dic 27 2013).
 39. Colombia. Ministerio de Transporte. Resolución 1885 de 2015 Por la cual se adopta el Manual

- de Señalización Vial - Dispositivos Uniformes para la regulación del tránsito en calles, carreteras y ciclo rutas de Colombia. Diario oficial No. 49.547 (Jun 18 2015).
40. Colombia. Congreso de Colombia. Ley 1843 de 2017 por medio de la cual se regula la instalación y puesta en marcha de sistemas automáticos, semiautomáticos y otros medios tecnológicos para la detección de infracciones y se dictan otras disposiciones. Diario oficial No. 50.294 (Jul 14 2017).
 41. Colombia. Ministerio de Transporte. Resolución 718 de 2018. Por la cual se reglamentan los criterios técnicos para la instalación y operación de medios técnicos o tecnológicos para la detección de presuntas infracciones al tránsito y se dictan otras disposiciones. Diario oficial No. 50.543 (Mar 22 2018).
 42. Colombia. Congreso de Colombia. Ley 2050 de 2020 por medio de la cual se modifica y adiciona la ley 1503 de 2011 y se dictan otras disposiciones en seguridad vial y tránsito. No. 51.404 (Ago 12 2020).
 43. Colombia. Asamblea departamental de Antioquia. Ordenanza N°9 de 2019, mayo 15 por medio de la cual se adopta la política pública de movilidad saludable, segura y sostenible en el departamento de Antioquia. Medellín 2019.
 44. Alcaldía de Medellín. Decreto 0261 de 2019 Por la cual se adopta el enfoque denominado “Visión Cero” en materia de seguridad vial para el municipio de Medellín y se dictan otras disposiciones. Gaceta Oficial,4598 (Abr 02 2019).
 45. Hernández M, Garrido F, Salazar E. Sesgos en estudios epidemiológicos. Rev. Saúde Pública [Internet] 2000; 46:1 [Consultado 2021 sep 10] Disponible en: <https://www.scielosp.org/pdf/spm/2000.v42n5/438-446/es>
 46. Colombia. Ministerio de salud. Resolución número 8430 por la cual se establecen las normas científicas, técnicas y administrativas para la investigación en salud. Ministerio; 1993.
 47. Noriega L, Cardona M. Mortalidad y morbilidad por incidente vial en el Valle de Aburra-Antioquia, Colombia 2000-2018[Internet] Colombia: Universidad de Antioquia; 2020 [Consultado 2021 sep 10] Disponible en: https://bibliotecadigital.udea.edu.co/bitstream/10495/16673/1/NoriegaLauraCardonaManuela_2020_MorbimortalidadIncidenteVial.pdf