

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE NICARAGUA

UNAN – León.

ÁREA CONOCIMIENTO DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA

ÁREA ESPECÍFICA DE MATEMÁTICA Y ESTADÍSTICA



MONOGRAFÍA PARA OPTAR AL TÍTULO DE INGENIERÍA EN ESTADÍSTICA.

TÍTULO

“LOS ACCIDENTES DE TRÁNSITO EN NICARAGUA (2010-2022)”.

Autores:

Br. Ericka María Maradiaga Rivas.

Br. Bismara Daniela Ortiz Picado.

Br. Ángel Daniel Soto Pineda.

Tutora:

Ph.D. Ana Cristina Rostrán Molina

León, octubre 2025

“2025:46/19 ¡SIEMPRE MÁS ALLA, AVANZANDO EN LA REVOLUCIÓN!”

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE NICARAGUA

UNAN – León.

ÁREA CONOCIMIENTO DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA

ÁREA ESPECÍFICA DE MATEMÁTICA Y ESTADÍSTICA



MONOGRAFÍA PARA OPTAR AL TÍTULO DE INGENIERÍA EN ESTADÍSTICA.

TÍTULO

“LOS ACCIDENTES DE TRÁNSITO EN NICARAGUA (2010-2022)”.

Autores:

Br. Ericka María Maradiaga Rivas.

Br. Bismara Daniela Ortiz Picado.

Br. Ángel Daniel Soto Pineda.

Br. Ericka Maradiaga Rivas.

Br. Bismara Ortiz Picado.

Br. Ángel Soto Pineda.

Tutora:

Ph.D. Ana Cristina Rostrán Molina

León, octubre 2025

“2025:46/19 ¡SIEMPRE MÁS ALLA, AVANZANDO EN LA REVOLUCIÓN!”

RESUMEN

La Organización Mundial de la Salud (OMS, 2022), expresa que los accidentes de tránsito son un problema de salud pública. El 90% de los accidentes de tráfico ocurren en los países en desarrollo y, son la primera causa de muerte entre los niños y jóvenes de 5 a 29 años, generan pérdidas anuales del 2% a 5% del Producto Interno Bruto. Los accidentes viales dejan 1,3 millones de personas muertas y 50 millones heridas de gravedad en el mundo cada año (ONU, 2023). El estudio sobre los accidentes de tránsito es tan relevante que existe El Plan Mundial para el Decenio de Acción para la Seguridad Vial 2021-2030, contempla una meta ambiciosa: de aquí a 2030, reducir un 50% las muertes y los traumatismos causados por los accidentes de tránsito. Esta investigación es no experimental, cuantitativa y correlacional analiza los accidentes de tránsito y ofrece información actualizada sobre quienes presentan mayores niveles de accidentes. Se analizan los accidentes de tránsito por: conductores, pasajeros y peatones fallecidos y lesionados por sexo y grupo de edad. La Fuente de datos es el Instituto de Información de Desarrollo (INIDE), Ministerio de Transporte e Infraestructura (MTI) y Policía Nacional de Nicaragua 2010-2022. La serie de total de accidentes presenta dos componentes claramente definidos tendencia y estacionalidad. Los accidentes totales en Nicaragua oscilan entre 23,797 y 45,927. El modelo de regresión explica el 99% de la variación total. Los peatones hombres y mujeres presentan mayor accidentabilidad.

AGRADECIMIENTOS

A DIOS

Agradezco primero a Dios por todas las bendiciones que me ofrece, por iluminar, guiar y motivarme en mi camino de la vida, así como ofrecerme la oportunidad de culminar esta tesis. “Jehová es mi peñasco, mi fortaleza, mi libertador” **Salmos 18:2**.

A MIS PADRES Y HERMANO

A mis padres **Pedro del Socorro Maradiaga (Q.E.P.D.)** y **Martha Irene Rivas**, a mi hermano **Pedro Joel Maradiaga Rivas**, por su apoyo y amor Incondicional, paciencia, consejos, palabras de ánimo y por estar allí cada vez que los necesitaba, gracias por estar siempre para mí, sin ustedes no podría haberlo logrado.

A MIS FAMILIARES Y AMIGOS

A todos mis familiares (mis tías, tíos, abuelos, abuelas, primos, primas) porque siempre han estado para mí, me han motivado, me han impulsado a mejorar y seguir adelante y por supuesto a las personas que me han tratado como parte de su familia (**Familia Solís-Juárez**), gracias por estar ahí para mí cuando más lo necesite, gracias por su apoyo incondicional y estar siempre a mi lado, muchas gracias. A mis compañeros/as y amigos/as de clase por todo su apoyo en mis buenos y malos momentos y por todas las experiencias que hemos compartido juntos, a todas las personas que de alguna manera han contribuido a este trabajo.

A MIS MAESTROS

A mis maestros/as por los conocimientos impartidos con dedicación a lo largo de mi periodo de estudio. A mi tutora **PhD Ana Cristina Rostrán Molina**, muchas gracias por sus consejos, paciencia, constancia, enseñanzas, a lo largo de la carrera, por estar allí para cada uno de nosotros, muchas gracias por el tiempo, por sus palabras de ánimo, motivación y por su apoyo incondicional en todo este proceso, muchas gracias por todo.

Ericka María Maradiaga Rivas

DEDICATORIAS

A Dios que ha sido mi fuerza, fortaleza y guía en mi vida, Gracias Dios por haberme permitido alcanzar una meta más en mi vida.

A mis padres y hermano, por impulsarme a cumplir mis sueños y estar para mí en todo momento.

A mis familiares y amigos por ayudarme, motivarme y estar a mi lado en todo momento.

A mi tutora PhD. Ana Cristina Rostrán Molina por su amor, paciencia, apoyo incondicional y por siempre motivarnos a mejorar y fortalecernos como profesionales.

Ericka María Maradiaga Rivas

AGRADECIMIENTOS

A DIOS

Gracias por darme la vida, fuerza y la sabiduría para permitirme cumplir una de mis metas y ponerme a las personas indicadas que me guiaron y acompañaron en este proceso de aprendizaje. “La gloria postrera de esta casa será mayor que la primera” **Hageo 2:9.**

A MI ABUELA, MIS PADRES, Y HERMANA

A mi abuela **Silvia Teofila Ortiz Espinoza** por estar conmigo en cada una de las etapas importantes de mi vida, como lo es este logro. Mis padres **Bismarck Ortiz, Martha Picado** por darme las herramientas necesarias y apoyo incondicional para cumplir mis estudios, por todo el esfuerzo, aun cuando en las mañanas se sentían cansados, pero aun así se ponían en pie para darnos lo mejor a mi hermana y a mí. **Indira Nathalia Ortiz Picado** por siempre animarme y estar para mí. Gracias a todos ustedes por ser el pilar fundamental y mostrarme que con la bendición de Dios y esfuerzo todo es posible.

A MIS FAMILIARES Y COMPAÑEROS

Indira Ivette Zelaya, Isela Bustamante y Marielena Zelaya (Q.E.P.D.) gracias por sus consejos y enseñanza, parte de mi educación es gracias a ustedes que siempre han estado presentes apoyando a mi familia. A mis amigas, compañeros de clases por cada experiencia y recuerdos con cada uno de ustedes, en especial a mi amiga, compañera de tesis por la ayuda incondicional que mostro siempre.

A MI TUTORA

PhD. Ana Cristina Rostrán Molina gracias por las enseñanzas y la paciencia que tuvo con cada uno de nosotros, por los consejos y experiencias vividas. Mostrando que no solo es una maestra ejemplar sino un maravilloso y empático ser humano.

Bismara Daniela Ortiz Picado

DEDICATORIAS

A DIOS

Dedico este logro a Dios, mi fuerza, guía y sabiduría, por permitirme alcanzar una de mis metas, brindarme salud, fortaleza y la claridad necesaria para superar cada desafío en este camino.

A MIS PADRES, ABUELA Y HERMANA

A mi abuela y padres, **Bismarck Ortiz, Martha Picado y Silvia Teófila Ortiz Espinoza**, quienes con su amor, esfuerzo y apoyo incondicional me han dado las herramientas necesarias para alcanzar mis estudios, mostrando cada día que la dedicación y el sacrificio valen la pena. Y a mi hermana, **Indira Nathalia Ortiz Picado**, por su ánimo constante y por estar siempre a mi lado.

A MIS FAMILIARES Y COMPAÑEROS

Por su amor, consejos y ejemplo han sido una base fundamental en mi formación. A **Indira Ivette Zelaya, Isela Bustamante** y a la memoria de **Marielena Zelaya (Q.E.P.D.)**, porque sus enseñanzas y apoyo han dejado una huella imborrable en mi vida. También dedico estas páginas a mis amigas y compañeros de clase, por los momentos compartidos y las experiencias que enriquecieron este camino.

A MI TUTORA

PhD Ana Cristina Rostrán Molina por su valioso apoyo, motivación constante y los conocimientos que me ha transmitido con paciencia y responsabilidad. Su orientación y dedicación fueron fundamentales para la culminación de esta tesis, y su ejemplo profesional y humano ha dejado una huella imborrable en mi formación académica.

Bismara Daniela Ortiz Picado

AGRADECIMIENTOS

Comienzo con una palabra que todos los hombres, desde que el hombre es hombre, han preferido: **gracias**.

La culminación de un ciclo de estudios es un largo trayecto, en el que los días y los meses se viven como un viaje. Nosotros, junto a ellos, vamos recogiendo experiencias personales y conocimientos que se entrelazan con la narrativa de nuestra historia: la historia de nuestros aprendizajes sobre la vida y el mundo. Esa herramienta invaluable nos acompaña inmanentemente en las etapas posteriores de nuestras vidas.

En esta parte del tiempo, que corresponde a mis estudios en la carrera de Ingeniería en Estadística, quiero expresar mi más profundo agradecimiento:

A mis padres, **Leoncio Ramón Soto y Verónica Raquel Pineda**, por haberme dado las herramientas y el apoyo en cada etapa de mi formación, desde mis primeros estudios hasta este logro profesional. Su amor y confianza han sido el pilar de mi crecimiento.

A la **PhD Ana Cristina Rostrán Molina**, por su asertividad, bondad y compromiso como docente a lo largo de las materias que me impartió. Gracias por su paciencia y aceptación durante la elaboración de este trabajo monográfico.

A mis amigas y compañeras de generación quienes, a pesar de conocer mi afición por la actividad literaria, siempre creyeron en mi capacidad para enfrentar los desafíos de la estadística. Su amistad y motivación constante han sido fundamentales en este logro.

A todos los demás, quienes de una u otra forma han contribuido a mi desarrollo como persona y como futuro profesional en Ingeniería Estadística. Cada gesto, cada palabra, cada enseñanza ha dejado huella en mí.

Y, por último, pero no menos importante, **a la inmensa matriz de conocimientos inabarcables que sostiene la realidad de la naturaleza que habitamos**, a la cual solemos llamar Dios.

Ángel Daniel Soto Pineda

DEDICATORIAS

A DIOS

Por ser mi guía y fortaleza, el motor que me impulsa a cumplir cada meta propuesta.

A MIS PADRES

Leoncio Ramón Soto y Verónica Raquel Pineda, por confiar y creer en mí, por inculcarme valores, apoyarme en cada paso que doy, brindarme su amor incondicional y ser el cimiento sobre el cual he construido mi vida profesional.

A MIS HERMANOS

María Fernanda Soto Pineda y Adolfo Ramón Soto Pineda, por estar presentes en cada uno de mis momentos difíciles e importantes, por su amor y apoyo moral constante, y por ser parte esencial e invaluable en mi vida.

A MI ABUELA

Rosario de la Concepción Soto, con todo mi amor y gratitud, por acompañarme en los momentos más duros de mi carrera, brindándome apoyo y palabras de aliento que me dieron fuerza para no rendirme.

A MI TUTORA

PhD. Ana Cristina Rostrán Molina, por compartir sus conocimientos y experiencia, y por su valiosa guía durante este proceso. También extendiendo mi dedicatoria a cada uno de los maestros que contribuyeron a mi formación académica y profesional.

A MIS MAESTROS

Por su paciencia, esfuerzo y dedicación al compartir su sabiduría, dejando en mí aprendizajes que marcaron profundamente mi desarrollo profesional y personal.

A MIS AMIGOS Y COMPAÑEROS

En especial a mis compañeras de tesis, por su amistad sincera compañía y motivación constante. Su presencia fue un pilar fundamental para alcanzar este logro.

Ángel Daniel Soto Pineda

ÍNDICE

I.	INTRODUCCIÓN	1
II.	ANTECEDENTES DEL PROBLEMA	3
III.	PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	11
IV.	JUSTIFICACIÓN	13
V.	HIPÓTESIS	14
VI.	OBJETIVOS	15
VII.	MARCO TEÓRICO	16
7.1	Accidentes de tránsito	16
7.2	La Ley N°. 431 "Ley para el régimen de circulación vehicular e infracciones de tránsito"	16
7.3	Accidentes de Tránsito en la sociedad.....	19
7.3.1	Factores del tránsito	20
7.4	Correlación lineal de Pearson	20
7.5	Análisis de regresión	21
7.5.1	Modelo de regresión lineal múltiple	22
7.6	Método de Mínimos cuadrados ordinarios (MCO)	23
7.7	Estimación por Mínimos Cuadrados Ordinarios (MCO) y Máxima Verosimilitud de los coeficientes de regresión parcial.	24
7.7.1	Interpretación de parámetros β_i	24
7.8	Bondad de ajuste del modelo de regresión lineal múltiple.....	26
7.9	Análisis de Series Temporales	30
VIII.	DISEÑO METODOLÓGICO	31
IX.	RESULTADOS	34
	Estimación de los modelos.....	43

X.	CONCLUSIONES.....	53
XI.	RECOMENDACIONES.	55
XII.	BIBLIOGRAFÍA.....	56

I. INTRODUCCIÓN

La Organización Mundial de la Salud (OMS, 2022) expresa que los accidentes de tránsito son un problema de salud pública; tanto por la cantidad de vidas humanas que diariamente se pierden; como por la cantidad de personas discapacitadas son una de las principales secuelas que generan. A esto se añaden los costos económicos y morales que los siniestros viales representan. El 90% de los accidentes de tráfico ocurren en los países de renta baja y media son la primera causa de muerte entre los niños y jóvenes de 5 a 29 años, y generan pérdidas anuales del 2% a 5% del Producto Interno Bruto (OMS, 2023).

En muchos países de ingresos medianos, el riesgo de sufrir algún traumatismo causado por el tránsito depende de diversos determinantes sociales, como conducir bajo los efectos del alcohol, el exceso de velocidad, la circulación del tráfico, así como del desarrollo urbano y de la infraestructura. Aunque los países de la región de las Américas constantemente han incorporado y ejecutado diversas intervenciones para reducir este tipo de traumatismos, el ritmo del cambio ha sido lento (Senisse, 2016). El estudio sobre los accidentes de tránsito es tan relevante que en el Plan Mundial para el Decenio de Acción para la Seguridad Vial 2021-2030 contempla una meta ambiciosa. La expectativa es que al 2030, la perspectiva es reducir en un 50% las muertes y los traumatismos causados por los accidentes de tránsito (OMS, 2023).

En Nicaragua la Policía Nacional, señala que los accidentes de tránsito son la principal causa de mortalidad en el país. Estos constituyen una epidemia nacional y limita no solo el desarrollo de las personas, sino también tiene un efecto en el desarrollo económico del país. La participación de las víctimas de los siniestros viales dentro del entorno social, se ve limitada por las consecuencias que estos originan. Uno de los factores principales que causan los accidentes de tránsito; es la conducta humana. La irresponsabilidad de los conductores, peatones y pasajeros en la vía.

Según los datos de la Organización Mundial de la Salud (OMS) publicados en el año (2020) explican que las muertes por accidentes de tránsito en Nicaragua han llegado a 1.109 (3,88% de todas las muertes), la tasa de mortalidad por edad es de 18,75 por

cada 100,000 habitantes. Nicaragua ocupa el puesto número 81 en el ranking de accidentes de tránsito en el mundo.

Ante esta problemática el Gobierno de la República de Nicaragua elaboró Plan Nacional de Emergencia Vial, teniendo como principal finalidad la Protección de la vida y la Integridad Física de las Personas y familias nicaragüenses (Policía Nacional, 2022). La Policía Nacional brindó el reporte semanal del Plan Nacional de Emergencia Vial en el que se dio a conocer indicadores de crecimiento sobre el parque vehicular y de motocicletas en Nicaragua, señalando que de enero a junio 2024 hubo un incremento de 76 mil 362 vehículos, con respecto al mismo periodo del año pasado. Para el año 2023 la policía Nacional indicó que las motocicletas representan el 56% del parque vehicular, con un crecimiento anual del 12%, siendo este un medio de transporte y alternativa viable por su bajo costo, diversidad de ofertas y su facilidad de mantenimiento. Según la Dirección de Seguridad de El parque vehicular nacional es de 339,610 vehículos, de los cuales el 62 % se concentra en la ciudad capital Managua.

El incremento del parque vehicular genera mayores probabilidades de accidentes viales en Nicaragua esto pone en riesgo la vida de los conductores, pasajeros y peatones. Esta investigación evidencia la evolución de los siniestros viales, y las repercusiones en conductores, pasajeros y peatones asociados a los accidentes en las vías públicas.

Esta investigación es no experimental, cuantitativa y correlacional. El periodo de estudio es 2010 al 2022, y con datos de fuentes oficiales de Nicaragua: Policía Nacional, INIDE (Instituto Nacional de Información de Desarrollo) y MTI (Ministerio de Transporte e Infraestructura). Se utilizarán técnicas estadísticas básicas y avanzadas para la explicación de los accidentes viales. Se construirá un modelo de regresión donde los accidentes viales son explicados por: conductores, pasajeros y peatones fallecidos y lesionados por sexo y grupo etario. Los softwares utilizados para esta investigación son: Microsoft Office, SPSS Y Gretl.

II. ANTECEDENTES DEL PROBLEMA

La Organización Panamericana de la Salud (OPS, 2016) expresa que, en el mundo, los traumatismos causados por los accidentes de tránsito cobran la vida de más de 1,2 millones de personas al año y son la principal causa de muerte en la población joven de 15 a 29 años. Esta mortalidad tiene una repercusión sobre la salud, el desarrollo de las sociedades, y representa una carga económica en los países.

Los accidentes viales han sido investigados bajo distintas metodologías, entre ellas: psicológicas, salud pública, financieras, mercado asegurador, econométricas, predictivas (modelos de series temporales univariantes), legal y económicas principalmente. Con la ayuda de la informática también se han construido modelos de simulación, donde se evalúa las consecuencias de las embestidas o arrollamiento (atropellos) de peatones y ciclistas, por considerar las poblaciones más vulnerables en los accidentes viales. Los estudios tienen elementos de estadística descriptiva y procesos de simulación, en diferentes escenarios. El fin es considerar de una forma visual y aproximada el daño relativo que sufre el peatón y/o ciclista en función del vehículo involucrado en el atropello. Se han seleccionado programas para realizar las simulaciones entre ellos están PC-CRASH v.8.

Otros estudios sobre los accidentes de tránsito tienen un enfoque econométrico. La literatura en Iberoamérica, tiene aportes en modelos Logit, mixto y Poisson. La escogencia del tipo de modelos a emplear está sujeta a la disponibilidad y la estructura de las bases de datos.

En el Cuadro 1, se presenta un resumen de las investigaciones destacadas sobre los accidentes viales. Se inicia señalando la fecha que se registra la primera víctima fallecida al ser arrollada por un automóvil. Se describen los estudios, el país donde se efectuaron, técnicas de análisis de datos y resultados relevantes.

Cuadro 1: Contexto histórico de los accidentes de tránsito en algunos países de Europa y América.

País – Año	Literatura	Descripción
Gran Bretaña, 1896	Road Crash Victims Remembered (2022) Road Peace	Dos muertes fueron registradas en este año en Gran Bretaña debido a vehículos de motor; Bridget Driscoll, se convirtió en la primera víctima mortal de un accidente de tráfico. Ella y su hija adolescente iban de camino a un espectáculo de baile en el Cristal Palace de Londres, cuando Bridget fue arrollada por un coche al atravesar los jardines del palacio (RoadPeace, 2022).
Noruega, 2002	Un enfoque econométrico para los accidentes de tránsito (2002). Lasse Fridström.	Se construyó un modelo econométrico recursivo – llamado TRULS – que explica la accidentalidad mensual dentro de cada una de las 19 provincias de Noruega a lo largo de 22 años. Se explican no sólo los números de accidentes y víctimas por categoría y grado de gravedad, la tasa de posesión de coches privados, la cantidad de tránsito (en términos de vehículos-kilómetro), y la tasa de uso del cinturón de seguridad – determinantes muy importantes de la accidentalidad y de sus consecuencias DRAG y estimado por el algoritmo BC-GAUHESEQ (Fridström, 2002).

Managua, Nicaragua 2007	Mortalidad por accidentes de tránsito en el departamento de Managua, valorados en el Instituto de Medicina Legal, 2004-2005 (2007). Silvio Ernesto Mora Rocha.	Es un estudio descriptivo de corte transversal, que utilizó información de Expedientes Médicos Post-Mortem de cada uno de los casos valorados por el Instituto de Medicina Legal con el fin de analizar el comportamiento de las muertes por accidentes de tránsito en el periodo de estudio. Se estudiaron en su totalidad los casos que se registraron, siendo un total de 272 casos, 125 del año 2004 y 147 del año 2005. La unidad de observación fue el Expediente Médico Post-Mortem y la unidad de análisis el fallecido (a) en el accidente de tránsito. La información fue procesada y analizada con el software Epi Info 2000 versión 2003 (Rocha, 2007).
Leganés, España 2009	Ensayos de atropello de peatones. Descripción y simulación (2009) Jaime Condes Novillo.	Este trabajo aborda el tema de los atropellos (embestir o arrollar) de peatones desde diferentes puntos de vista. Con la ayuda de la informática se construyeron modelos de simulación, donde se evalúa las consecuencias de las embestidas o arrollamiento (atropellos) de peatones y ciclistas, por considerar las poblaciones más vulnerables en los accidentes viales. Los estudios tienen elementos de estadística descriptiva y procesos de simulación, en diferentes escenarios. El fin es considerar de una forma visual y aproximada el daño relativo que sufre el peatón y/o ciclista en función del vehículo involucrado en el atropello (Novillo, 2009).

León, Nicaragua 2011	Perfil Epidemiológico de los accidentes de tránsito en el Municipio de León-Nicaragua, en el período comprendido de enero del 2010 a diciembre del 2011. Elisa María José Martínez Canales. Antonio Evenor Martínez Corrales	En este estudio se analizan las características epidemiológicas de los accidentes de tránsito, como causas, tipo de accidentes de tránsito, horario, día, zona de mayor peligrosidad vial en el municipio de León. El estudio es descriptivo de corte transversal valorándose incidencia de lesionados y muertos; las características físicas del conductor, mecanismo de ocurrencia y el punto geográfico del accidente; causas, horario, día de mayor accidentalidad. (Canales & Corrales, 2011).
Cuernavaca, México 2013	Modelación, Simulación y Predicción de Los Accidentes Viales En Una Intersección Mediante Autómatas Celulares E Inteligencia Artificial (2013). Pablo Humberto Hernández Peralta	En esta investigación se construyó una simulación de los accidentes viales en una intersección utilizando las reglas de Nagel & Schreckenberg llamadas autómatas celulares. Posteriormente se analizaron los datos resultantes para realizar una predicción de los accidentes viales con inteligencia artificial (Peralta, 2013).

León, Nicaragua 2013	Analizar los expedientes sobre accidentes de tránsito ocurridos en Tipitapa con muertos – lesionados y daños (2009-2010). Ezequiel de Jesús Ellis Rubio	Este trabajo utilizó expedientes en las que se observaron las personas involucradas en accidentes de tránsito, así como los daños materiales y de infraestructura que estos generan. Se especificaron datos cualitativos y cuantitativos; posterior de cada uno de estos relacionados con los gráficos encontrados en los expedientes de siniestros viales (Rubio, 2013).
Barranquilla, Colombia 2015	Modelación econométrica para evaluar la severidad de accidentes en carreteras. Aplicación a vías interurbanas colombianas (2015). Víctor Cantillo Maza y Julián Arrellana.	Se evaluaron las variables que inciden en la severidad de los accidentes y de las lesiones de las víctimas, en los accidentes viales en vías interurbanas colombianas. Se utilizaron modelos Logit, a través de sus estructuras multinomial, ordinal y mixto con componentes de error, en los cuales se puntualizan los niveles de severidad asociados a la gravedad de los accidentes (Cantillo & Arrellana, 2015).
España, 2015	Modelización del tiempo de hospitalización en lesiones por tránsito (2015). Mercedes Ayuso Gutiérrez,	Se analizan los factores sociodemográficos de las víctimas como la edad, sexo y la posición que ocupaba en el vehículo en el momento del evento (conductor, pasajero, peatón o ciclista) o el tipo de vehículo que ha causado el accidente (automóvil, motocicleta o camión). Se utilizó un modelo Tobit que incluía un conjunto de regresores para explicar la

	Lluís Bermúdez Morata, Miguel Santolino-Prieto.	probabilidad de ser hospitalizado y un conjunto distinto de regresores para explicar la duración de la hospitalización (Gutiérrez, Morata, & Prieto, 2015).
Managua, Nicaragua 2017	Incidencia de personas lesionadas y fallecidas por accidente de tránsito en el departamento de Chinandega en el periodo de enero a abril del año (2017). Edgar Antonio Castillo Paniagua.	Se realizó un estudio sobre las incidencias de las personas lesionadas y fallecidas por accidentes de tránsito en el departamento de Chinandega. La investigación es descriptiva de corte transversal, realizada en todos los municipios del departamento de Chinandega, incluyendo a las personas lesionadas y fallecidas por accidente de tránsito, la información fue recolectada de la base de datos de estadística de vigilancia del SILAIS y de la policía del departamento (Paniagua, 2017).
Estelí, Nicaragua 2017	Accidentes de tránsito asociados al manejo inadecuado y su incidencia como problemática de salud pública en la población motorizada de la ciudad de Estelí (2017). María José González, Ana	En el presente estudio se analiza la principal problemática que representa los accidentes de tránsito en la ciudad de Estelí. Es cualitativo y explicativo, busca conocer las causas y consecuencias de este problema. Esta investigación hace énfasis sobre la reducción de los accidentes de tránsito y la concienciación a la ciudadanía estiliana sobre las causas y consecuencias que generan los accidentes viales (González, Talavera, & Ruíz, 2017).

	Irela Talavera Pravia María José Ruíz Pineda.	
New York, Estados Unidos 2020	Día Mundial en Recuerdo de las Víctimas de Accidentes de Tráfico (2011-2020). Organización de las Naciones Unidas.	El 1 de diciembre de 2005, la Asamblea General de las Naciones Unidas, en su resolución A/RES/60/5, declaró el tercer domingo del mes de noviembre como el Día Mundial en Recuerdo de las Víctimas de Accidentes de Tráfico en reconocimiento de las víctimas de los accidentes de tráfico y de las pérdidas y los sufrimientos de sus familias (ONU, 2020).
Ecuador, 2021	Modelización Econométrica de los Accidentes de Tránsito en el Ecuador (2021). Escuela Politécnica Nacional	En este artículo se analizan los accidentes de tránsito desde dos enfoques: i) pronóstico de accidentes de tránsito, ii) determinantes humanos y físicos de mayor incidencia en los siniestros de tránsito. Se consideran los cuatro tipos de vehículos utilizados de mayor frecuencia en Ecuador: motocicletas, vehículos livianos, comerciales, de pasajeros y pesados. Para esto se estimó un modelo ARIMA con la metodología de Box-Jenkins y un modelo Logit multinomial (Escuela Politécnica Nacional, 2021).
España,	Modelización de la probabilidad de siniestros y accidentes de automóvil	El trabajo consiste en la modelización econométrica de siniestros y accidentes de automóvil. Se construyó un Modelo de Regresión Lineal Múltiple (MRLM), con el objetivo de conocer los determinantes del

2021	(2020-2021). Oriol Giménez Bertran, Esther Vayá Valcarce.	número de siniestros que sufren las personas que consumen alcohol y posteriormente un Modelo de Probabilidad logístico para conocer los factores que afectan a la probabilidad de sufrir un siniestro (Giménez Bertran, 2021).
Yopal, Colombia 2021	Modelo de análisis correlacional para la identificación de patrones asociados a los accidentes de tránsito de Yopal (2017-2020). Ángela Bibiana Fuentes Oregón, Juan David Castellón Rodríguez.	Se estimó un modelo correlacional para identificar las características con mayor incidencia en los accidentes de tránsito en determinadas zonas de la ciudad de Yopal (Colombia). Se construyó un modelo en el cual se aplicaron algoritmos de regresión lineal simple de aprendizaje supervisado. El objetivo de esta investigación es obtener un modelo lineal que explique la relación entre las variables en toda la información de accidentes de tránsito en Yopal (Fuentes & Rodríguez, 2021)

III. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Los traumatismos causados por los accidentes de tránsito son un problema de salud pública. La Organización Mundial de la Salud (2008) expresa que los accidentes viales afectan de forma considerable a las personas, y familias de quienes lo padecen por los costos y la discapacidad asociada; no habiéndose estimado el impacto y el sufrimiento humano que estos representan sobre todo en países de bajos y medianos ingresos.

Las muertes y los traumatismos causados por los accidentes de tránsito siguen constituyendo un gran reto para la salud y el desarrollo a escala mundial. En 2019, las colisiones viales eran la principal causa de muerte de niños y jóvenes en el grupo etario de 5 y 29 años, y la duodécima causa de muerte si se tienen en cuenta todas las edades. Dos tercios de los fallecidos son personas en edad laboral (18 a 59 años), lo que causa enormes perjuicios sanitarios, sociales y económicos en el conjunto de la sociedad (OMS, 2023).

Los traumatismos causados por el tránsito en la Región de las Américas se cobran la vida de unas 154,089 personas al año y representan un 12% de las muertes ocasionadas por el tránsito a escala mundial. La tasa de mortalidad debida al tránsito en toda la Región es de 15,9 por 100.000 habitantes, cifra inferior a la tasa mundial de 17,4 (OPS, 2016).

En Nicaragua la Policía Nacional expresa que los siniestros viales son la principal causa de mortalidad en el país. Estos constituyen una epidemia nacional que está limitando el desarrollo de las personas, así como el desarrollo económico. Nicaragua depende, en gran medida de la movilización de bienes y personas del transporte terrestre. Esto ha generado un incremento en el parque vehicular en los últimos años y en consecuencia trae consigo un aumento de los siniestros viales.

Los datos disponibles en Nicaragua para estudios sobre accidentes de tránsito a menudo son fragmentados, y/o agregados, su disponibilidad muchas veces es limitada. Esto no permite una visión integral de los accidentes, incluyendo factores como: edad, tipo de vehículo, causas del accidente, ubicación y días y horas de ocurrencia. Cada institución involucrada en el tema de accidentes viales (Policía Nacional, Ministerio de Transporte, Ministerio Salud, Medicina legal, Corte Suprema de Justicia, INSS, Instituto Regulador de

transporte Intramma, entre otros), genera las bases de datos según sus objetivos, misión y visión de la institución.

Los registros históricos para analizar tendencias a largo plazo y evaluar la efectividad de las intervenciones de políticas públicas, no se pueden evidenciar de modo efectivo. Algunos informes de accidentes no incluyen información crucial como la causa principal, las condiciones del vehículo y las lesiones sufridas por las víctimas, la existencia de accidentes no reportados o su reportados puede sesgar las estadísticas, dando una imagen incompleta del problema, no se cuenta con análisis espaciales detallados que permitan identificar áreas de mayor riesgo y focalizar esfuerzos de prevención.

La falta de recursos humanos y técnicos dificulta la implementación de sistemas de información y análisis adecuados. No se pueden identificar patrones y causas subyacentes a los accidentes, lo que dificulta la implementación de estrategias de prevención efectivas. En este estudio ofrecemos una visión general del comportamiento de los accidentes de tránsito en función de las variables que registran las instituciones involucradas de modo directo en el tema, Policía Nacional, INIDE y el Ministerio de Transporte e Infraestructura.

IV. JUSTIFICACIÓN

Durante los últimos años el Banco Mundial y la Organización Mundial de la Salud (OMS) han intensificado sus esfuerzos en la prevención de las lesiones por accidentes de tránsito (García, 2006).

La Organización Mundial de la Salud (OMS, 2008) expresa que los accidentes de tránsito son un problema de salud pública; tanto por la cantidad de vidas humanas que cobra diariamente, como por la cantidad de personas discapacitadas y las secuelas que generan.

El 90% de los accidentes de tránsito ocurren en los países de renta baja y media y que son la primera causa de muerte entre los niños y jóvenes de (5 a 29 años) los accidentes de tráfico generan pérdidas anuales del 2% a 5% de su Producto Interno Bruto. Los accidentes viales dejan hasta 1,3 millones de personas muertas y 50 millones heridas de gravedad en el mundo cada año (ONU, 2022).

En Nicaragua esta problemática cada vez se hace más recurrente y está generando mayores gastos de atención al sistema público de salud. En 2012, según la Policía Nacional de Tránsito, en el país existían 460,000 vehículos registrados, de los que 140,000 eran motocicletas. En ese mismo año se registraron 26,325 accidentes de tráfico, 679 muertos y 4,837 lesionados. Para 2016 la cantidad de accidentes había aumentado a los 41,588 (casi el doble de los reportados en 2006) con 791 muertos y 4,781 lesionados. El promedio diario de accidentes de tránsito era de 114 a nivel nacional. En el departamento de León hubo 761 accidentes de tránsito, 70 muertos y 127 lesionados ese año.

Esta investigación ofrece información detallada y actualizada, del comportamiento de los accidentes de tránsito, así como modelización estadística en función del total de accidentes de tránsito en función de los conductores, pasajeros y peatones fallecidos y lesionados hombres y mujeres por grupos etarios.

V. HIPÓTESIS

Prueba	Hipótesis	Valores	Conclusiones
Hipótesis global	$H_0 : \beta_i = 0$ $H_1 = \text{al menos un } \beta_i \text{ es diferente de } 0.$	Valor p(F): Significancia: $\alpha=0.05$	A un nivel significancia de $\alpha=0.05$, si $p \leq \alpha$ se rechaza H_0 .
Hipótesis individuales β_0 β_1 β_2	$H_0 : \beta_1 = 0$ $H_a : \beta_1 \neq 0$ $H_0 : \beta_2 = 0$ $H_a : \beta_2 \neq 0$	Valor p(F): Significancia: $\alpha=0.05$	A un nivel significancia de $\alpha=0.05$, si $p \leq \alpha$ se rechaza H_0 .
Normalidad de los residuos.	$H_0 : \varepsilon \sim N$ $H_a : \varepsilon \sim N$	Valor p(F): Significancia: $\alpha=0.05$	A un nivel significancia de $\alpha=0.05$, si $p \leq \alpha$ se rechaza H_0 .
Homocedasticidad o varianza constante.	$H_0 : \sigma \sim cte$ $H_a : \sigma \neq cte$	Valor p(F): Significancia: $\alpha=0.05$	A un nivel significancia de $\alpha=0.05$, si $p \leq \alpha$ se rechaza H_0 .
Auto correlación	H_0 : No hay autocorrelación en los residuos. H_a : Hay autocorrelación en los residuos.	Valor p(F): Significancia: $\alpha=0.05$	A un nivel significancia de $\alpha=0.05$, si $p \leq \alpha$ se rechaza H_0 .

VI. OBJETIVOS

Objetivo General

- Analizar los accidentes de tránsito en Nicaragua en el periodo de 2010-2022.

Objetivos Específicos

- ✓ Describir los accidentes de tránsito por sexo y grupo etario en el periodo 2010-2022.
- ✓ Construir un modelo de regresión por mínimos cuadrados Ordinarios que estime el Total de Accidentes de Tránsito en función de Conductores, Pasajeros, Peatones Lesionados por grupos etarios y sexo.
- ✓ Estimar un modelo de regresión por mínimos cuadrados ordinarios que estime el Total de Accidentes de Tránsito en función de Conductores, Pasajeros y Peatones Fallecidos por Grupos Etarios y Sexo.
- ✓ Determinar días y horas de mayor ocurrencia de accidentes de tránsito en sector urbano y rural.

VII. MARCO TEÓRICO

Según informes de la Organización mundial de la Salud, se indica que existen varios tipos de distracciones que pueden afectar la conducción, indicando como un motivo de preocupación cada vez mayor en el ámbito de la seguridad vial el uso de teléfonos celulares. Los conductores que utilizan el teléfono mientras conducen presentan cuatro veces más probabilidades de verse involucrados en una colisión que los que no lo hacen (OMS, 2023).

7.1 Accidentes de tránsito

El manual de las Normas Jurídicas de Nicaragua del año 2014, define a los accidentes de Tránsito como una “Acción culposa por cualquier conductor, peatón o pasajero, en la vía pública o privada causando daños materiales, lesiones o muertes de personas, donde intervienen u vehículo en movimiento” (Normas Jurídicas de Nicaragua, 2014).

7.2 La Ley N°. 431 "Ley para el régimen de circulación vehicular e infracciones de tránsito"

La presente Ley tiene por objeto, establecer los requisitos y procedimientos para normar el régimen de circulación vehicular en el territorio nacional, con relación a las Autoridades de Tránsito, los vehículos de transporte en general, el Registro Público de la Propiedad Vehicular, la Educación y Seguridad Vial, la protección del medio ambiente, los seguros obligatorios, así como el otorgamiento y renovación del derecho de matrícula vehicular. También establece otras disposiciones de carácter normativo, dirigidas a fortalecer la protección y seguridad ciudadana, tales como el valor de las infracciones de tránsito, la regulación del tránsito peatonal, vehicular y los semovientes, esta ley fue aprobada el 08 de abril del año 2014 y publicada en la Gaceta Diario Oficial N° 96 del 27 de mayo del 2014 (Normas Jurídicas de Nicaragua, 2014).

Para los fines de la presente Ley, se tienen en cuenta los siguientes conceptos básicos:

Accidente de tránsito: Acción u omisión culposa cometida por cualquier conductor, pasajero o peatón en la vía pública o privada causando daños materiales, lesiones o muerte de personas, donde interviene por los menos un vehículo en movimiento.

Agente de tránsito: Oficial de la Policía Nacional, encargado de aplicar la Ley 431, Ley para el Régimen de Circulación Vehicular e Infracciones de Tránsito, así como las demás disposiciones administrativas relativas en la materia (Policía Nacional, 2014).

Educación vial: Es el conjunto de políticas interinstitucionales y de la sociedad civil expresadas a través de planes, programas y proyectos destinados a transmitir a la población los conocimientos respecto a las leyes, normas y manuales del Régimen de Circulación Vehicular y Peatonal con el objetivo de disminuir los accidentes de tránsito y sus consecuencias.

Estado técnico del vehículo: Se refiere a las condiciones técnicas y mecánicas del vehículo automotor, las cuales deber ser revisadas y supervisadas antes de ponerlo en marcha.

Conductor: Persona natural que conduce un vehículo del tipo para el que está autorizado, de conformidad a la licencia de conducir.

Peatón: Es cualquier ser humano o persona que circula por la vía pública y que no conduce vehículos, incluyendo a niños y discapacitados.

Arcén: Franja longitudinal afirmada contiguo a la calzada, que no está destinada al uso de vehículos automotor, salvo circunstancias excepcionales.

Vía pública: Es todo camino o calle destinado al tránsito de vehículos, personas, animales o cualquier otro.

Vía rural: Se refiere a las carreteras, caminos y autopistas abiertas al tránsito vehicular y cuya función es unir los diferentes centros urbanos.

Vía urbana: Se refiere a calles, avenidas y autopistas de uso exclusivo para la circulación de vehículos automotor.

Registro de la propiedad vehicular: Es la dependencia de donde se efectúa la inscripción y registro de todos los vehículos automotor, sus transferencias, gravámenes, embargos, anotaciones preventivas y las modificaciones sustanciales de sus

características físicas y técnicas, así como el debido registro de los conductores y categorías de estos.

Señales de Tránsito: Son los dispositivos de tránsito que sirven para regular la circulación del parque vehicular a través de símbolos y señales convencionales. Las señales ayudan a los conductores y peatones a tener una circulación más fluida, cómoda y segura; las señales prohíben, obligan, y advierten de peligros futuros y proporcionan información oportuna.

Red vial: Es el conjunto de calles, avenidas, pistas y carreteras, que sirven para el desplazamiento y la circulación de los vehículos automotor, de pedal o los de tracción animal, así como los peatones y transeúntes

Calzada: Es el área de la vía destinada únicamente para la circulación de vehículos: automotor, de pedal o de tracción animal.

Carretera: Término genérico que designa una vía de uso y dominio público proyectada y construida fundamentalmente para la circulación de vehículos automotor, que incluye la extensión total comprendida dentro del derecho de vía, con acceso a las propiedades colindantes. Se diferencia de caminos y calles por el diseño concebido para la circulación de vehículos automotor de transporte y de las autovías y autopistas, que no pueden tener pasos y cruces a un mismo nivel.

Caminos: Área destinada para la circulación vehicular, sin que esta tenga trazo alguno que determine su dirección.

Carril: Banda longitudinal en que puede estar subdividida la calzada, delimitada o no por marcas viales longitudinales, siempre que tenga una anchura determinada y suficiente para permitir la circulación de una fila de automóviles que no sean motocicletas.

Red semafórica: Es el conjunto de semáforos instalados para la regulación del paso preferencial de las vías en una ciudad.

Señales preventivas: Son aquellas que tienen por objeto prevenir a los conductores y peatones de la existencia de un peligro inminente en la vía y la naturaleza de ese peligro. Su forma debe ser cuadrada y colocada de manera diagonal.

Señales reglamentarias: Son aquellas que tienen por objeto notificar a los conductores y peatones las limitaciones, prohibiciones y restricciones; cuya violación significa infracciones a la Ley para el Régimen de Circulación Vehicular e Infracciones de Tránsito.

Velocidad de operación: Es la velocidad máxima permitida al conductor de un medio de transporte automotor en correspondencia al diseño y uso de la vía.

Velocidad de crucero: Es la velocidad media de circulación en la vía.

Velocidad de diseño: Es la velocidad máxima que permite la vía.

Zona de seguridad: Es el área marcada en la calzada para la circulación de peatones, en las intersecciones y reguladas ocasionalmente por semáforos.

Zona escolar o cruces escolares: Es el área de la calzada señalizada para el cruce de niños, adolescentes y jóvenes.

7.3 Accidentes de Tránsito en la sociedad.

Los accidentes de tránsito se consideran un problema de salud pública por los daños irreversibles que causa a los implicados, causando daños materiales y en la moral de las personas por las pérdidas humanas, daños en sus extremidades, traumas por el evento ocurrido. El sentarse frente a un volante y conducir es una gran responsabilidad, no es solo conducir temerariamente o como la persona considere, implica tener el conocimiento necesario para manejar el vehículo, para su respectivo cuidado mecánico, el conocer las señales de tránsito y respetarlas, el pensar no solo en sí mismos sino en la vida de los usuarios que transitan en la vía pública ya sean conductores, pasajeros o peatones, conducir no es un juego, implica responsabilidad, respeto y cuidado de tu propia vida y la de los demás.

7.3.1 Factores del tránsito

En el tránsito se interrelacionan factores que determinan los niveles de Seguridad Vial como lo son el factor humano en su condición de Peatón, Pasajero y Conductor, así como el vehículo como medio utilizado, la vía y su entorno como la infraestructura para la circulación.

El peatón debe tomar medidas de seguridad tanto para circular por las vías como para el cruce de la mismas; cerciorándose que lo conductores lo han visto y le han brindado el paso. Teniendo en este apartado a las personas con alguna discapacidad como personas en silla de ruedas y personas no videntes, las cuales son más susceptibles a sufrir algún accidente de tránsito.

7.4 Correlación lineal de Pearson

El análisis de correlación se relaciona de manera estrecha con el de regresión, Siendo en el análisis de correlación, el objetivo principal es medir la fuerza o el grado de asociación lineal entre dos variables. En el caso del análisis de regresión hay una asimetría en el tratamiento a las variables dependientes y explicativas, Se supone que la variable dependiente es estadística, aleatoria o estocástica, es decir, que tiene una distribución de probabilidad. Se asume que las variables explicativas tienen valores fijos (en muestras repetidas). De manera que, si se estudia la dependencia de una variable respecto a una única variable explicativa, se conoce como análisis de regresión simple, o con dos variables. Si se estudia la dependencia de una variable respecto de más de una variable explicativa, se trata de un análisis de regresión múltiple. La letra Y representa la variable dependiente, y las X ($X_1, X_2, \dots, X_k$), las variables explicativas, con X_k como la k -ésima variable explicativa. Los subíndices i o t denotan la observación o valor i -ésimo o t -ésimo.

La regresión y la correlación difieren en aspectos clave que es importante destacar. En el análisis de regresión, existe una distinción en cómo se manejan las variables dependientes y explicativas, se considera que la variable dependiente es aleatoria o estocástica, lo que implica que sigue una distribución de probabilidad. En el análisis de correlación, en cambio, se consideran dos variables de manera simétrica, sin hacer distinción entre las variables dependiente y explicativa (Gujarati, 2010).

Un coeficiente de correlación se dice que es significativo si se puede afirmar, con una cierta probabilidad, que es diferente de cero. Más estrictamente, en términos estadísticos, preguntarse por la significación de un cierto coeficiente de correlación no es otra cosa que preguntarse por la probabilidad de que tal coeficiente proceda de una población cuyo valor sea de cero.

7.5 Análisis de regresión

Según Gujarati y Porter (2010) se define al análisis de regresión como el “estudio de la dependencia de una variable (variable dependiente) respecto de una o más variables (variables explicativas) con el objetivo de estimar o predecir la media o valor promedio poblacional de la primera en términos de los valores conocidos o fijos (en muestras repetidas) de las segundas”. Se analizan las relaciones estadísticas, en esencia; las variables aleatorias o estocásticas, variables con distribuciones de probabilidad. El objetivo de este análisis es la estimación y especificación de un modelo, donde se predice el valor promedio de una variable dependiente en relación de una o más variables explicativas.

El análisis de regresión es útil para averiguar la forma probable de la relación entre las variables y, cuando se utiliza este método de análisis, y el objetivo final es por lo general predecir o estimar el valor de una variable que corresponde a un valor determinado de otra variable. Las ideas de la regresión fueron elucidadas por primera vez por el científico inglés Sir Francis Galton (1822-1911), en los reportes de sus investigaciones sobre la herencia, primero en los chicharos y después, en la estatura humana. Describió una tendencia del hijo adulto, que tiene padres bajos o altos, a regresar hacia la estatura promedio de la población general (Wayne W, 1991).

$$Y = f(X_1, X_2, X_3, \dots, X_K \beta)$$

donde Y es la variable cuyo comportamiento se pretende explicar, y son las $X_1, X_2, X_3, \dots, X_K$ distintas variables.

$$Y = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \beta_3 X_3 + \dots + \beta_K X_K$$

Los coeficientes son elegidos de forma que la suma de cuadrados entre los valores observados y los pronosticados sea mínima, es decir, que se va a minimizar la varianza residual.

7.5.1 Modelo de regresión lineal múltiple

En el modelo de regresión múltiple, se supone que existe una relación lineal entre alguna variable Y , a la cual se da el nombre de variable dependiente, y k variables independientes, $X_1, X_2, \dots, X_k$. A veces, las variables independientes se conocen como variables explicativas debido a que se utilizan para explicar la variación en Y , y como variables de predicción, por su uso en predecir Y . Las suposiciones acompañantes son las siguientes:

1. Las X_i son variables no aleatorias (fijas). Esta suposición distingue al modelo de regresión múltiple del modelo de correlación múltiple. Esta condición indica que cualquier inferencia que se haga de los datos de la muestra sólo se aplica al conjunto de valores de X observados y no a algún conjunto mayor de X .
2. Para cada conjunto de valores de x_i , existe una subpoblación de valores de Y . Para construir ciertos intervalos de confianza y probar hipótesis, debe saberse, o el investigador debe inclinarse a suponer, que estas subpoblaciones de valores de Y tienen distribución normal. Ya que se deseará demostrar estos procedimientos inferenciales.
3. Todas las variancias de las subpoblaciones de Y son iguales.
4. Los valores de Y son independientes. Es decir, los valores de Y seleccionados para un conjunto de valores de X no dependen de los valores de Y seleccionados en otro conjunto de valores de X .

Quedando de la siguiente forma:

$$Y_i = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \beta_3 X_3 + \dots + \beta_K X_K + \varepsilon_i$$

Donde:

- ❖ Y_i : Es un valor típico de una de las subpoblaciones de los valores de Y .
- ❖ β_i : Se conocen como coeficientes de regresión, X_{1j}, X_{2j}, X_{kj} son respectivamente, los valores particulares de las variables independientes X_1, X_2, X_k . Siendo en este caso:

- ❖ β_0 representa la ordenada al origen (el punto donde el plano corta al eje Y).
- ❖ β_1 : es la pendiente, mide el cambio promedio en Y para un cambio unitario en X_1 , cuando X_2 permanece sin cambio.
- ❖ β_2 : mide el cambio promedio en Y para un cambio unitario en X_2 cuando X_1 permanece sin cambios, por esta razón β_1 y β_2 se conocen como coeficientes de regresión parcial.
- ❖ ε_i : es una variable aleatoria con media de 0 y variancia σ^2 , que es la variancia común de las subpoblaciones de los valores de Y, se supone que tienen una distribución normal e independiente (Wayne W, 1991).

Tomando valor esperado de Y_{ij} se tiene, por propiedades de la función esperanza que:

$$E[Y_i X | x_i] = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \dots + \beta_K X_{ik}$$

dónde: $E(Y_{ij})$ dado el valor $X=X_{ijk}$ es decir la esperanza de la distribución de Y correspondiente a un valor particular de X_k .

7.6 Método de Mínimos cuadrados ordinarios (MCO)

El método de mínimos cuadrados ordinarios se atribuye a Carl Friedrich Gauss, matemático alemán. A partir de ciertos supuestos, el método de mínimos cuadrados presenta propiedades estadísticas muy atractivas que lo han convertido en uno de los más eficaces y populares del análisis de regresión.

La estimación por mínimos cuadrados de los parámetros del modelo consiste en calcular la ecuación del plano que haga mínimo el valor de:

$$\sum_{i=1}^n \varepsilon_i^2$$

Donde $\varepsilon_i = y_i - \hat{y}_i$

Según Gujarati y Porter (2010) con los supuestos del modelo de regresión clásico se obtiene la media condicional o el valor esperado de Y condicionado a los valores dados o fijos de las variables X_2 y X_3 . Por consiguiente, como en el caso de dos variables, el análisis de regresión múltiple es el análisis de regresión condicional sobre los valores

fijos de las variables explicativas, y lo que obtenemos es el valor promedio o la media de Y, o la respuesta media de Y a los valores dados de las regresoras X.

7.7 Estimación por Mínimos Cuadrados Ordinarios (MCO) y Máxima Verosimilitud de los coeficientes de regresión parcial.

Igual que en regresión lineal simple, la estimación de los β_i parámetros de los modelos de regresión, se realiza por el método de mínimos cuadrados.

El procedimiento MCO consiste en seleccionar los valores desconocidos de los parámetros de forma que la suma de cuadrados de los residuos (SCR) $\sum \hat{u}_i^2$ sea lo más pequeña posible. Simbólicamente,

$$\min \sum_{i=1}^n \hat{u}_i^2 = \min \sum_{i=1}^n (Y_i - \hat{\beta}_1 - \hat{\beta}_2 X_{2i} - \hat{\beta}_3 X_{3i})^2 = \min \sum_{i=1}^n \hat{\varepsilon}_i^2$$

El procedimiento más directo para obtener los estimadores que reducen es diferenciarla respecto de las incógnitas, igualar a cero las expresiones resultantes y resolverlas al mismo tiempo (Gujarati, 2010).

7.7.1 Interpretación de parámetros β_i

Para realizar las inferencias sobre los parámetros del modelo de regresión lineal múltiple: probaremos algunas hipótesis:

$$H_0: \beta_0 = \beta_1 = \dots = \beta_k = 0$$

$$H_1: \text{al menos un } \beta_i \neq 0$$

Si H_0 es cierta, el modelo no es explicativo, ninguna de las variables explicativas influye en la variable respuesta Y.

Si H_1 es cierta, al menos una de las variables X_i influye en la variable respuesta Y y el modelo es explicativo. La prueba global del (Analysis of Variance) ANOVA, señala que si valor es $p < 0.05$, se rechaza la hipótesis nula H_0 , y se concluye que existe al menos un $\beta_i \neq 0$.

Cuadro 2: Tabla de Análisis de la Varianza (ANOVA) para el modelo de regresión ajustado.

Análisis de Varianza (ANOVA)				
Fuente de Variación	Suma de Cuadrados (SC)	Grados de Libertad (GL)	Cuadrados medios (CME)	F
Regresión	$\sum_{i=1}^n (\hat{Y}_i - \bar{Y})^2$	1	CMR = SSR/K - 1	F = CMR/CME
Error	$\sum_{i=1}^n (Y_i - \hat{Y}_i)^2$	n-k-1	CME = SSE/n - k	
Total	$\sum_{i=1}^n (Y_i - \bar{Y})^2$	n-1		

Bajo H_0 el estadístico F sigue una distribución $F_{K, n-K-1}$.

$$S_R^2 = \frac{1}{n - k - 1} \sum_{i=1}^n (y_i - \hat{y}_i)^2$$

Si la prueba es significativa el modelo es explicativo, al menos una de las variables X_j influye en la respuesta Y, por lo que pasamos a realizar las pruebas individuales:

$$H_0: \beta_j = 0$$

$$H_1: \beta_j \neq 0$$

Estadístico de prueba:

$$t = \frac{\hat{\beta}_j - 0}{\sqrt{S_R^2 \cdot q_{jj}}}$$

7.8 Bondad de ajuste del modelo de regresión lineal múltiple

El coeficiente de determinación es una forma de evaluar la ecuación de regresión es comparar la dispersión de los puntos en torno a la recolecta de regresión con la dispersión alrededor de $\bar{y}$, la media de los valores de la muestra Y .

El coeficiente de determinación del modelo R^2

$$R^2 = \frac{SCE}{SCT}$$

Estando entre los valores $0 \leq R^2 \leq 1$ Cuando $R^2 = 1$ existe una relación lineal exacta entre la respuesta y las variables predictivas.

Cuando $R^2 = 0$, sucede que $\hat{\beta}_0 = \bar{y}$ y $\hat{\beta}_1 = \hat{\beta}_2 = \dots = \hat{\beta}_k = 0$ y no existe relación lineal aparente entre Y y las Y_i .

Empiécese por considerar el punto correspondiente a cualquier valor observado, y_i y continúese midiendo la distancia vertical entre dicho punto y la recta $\bar{y}$. A esto se le da el nombre de desviación total y se designa por $(y_i - \hat{y}_i)$. Si se mide la distancia vertical entre la recta de regresión y la recta $\bar{y}$ se obtiene, $Y_C - \bar{Y}$ que se conoce como desviación explicada, ya que muestra en cuánto disminuye la desviación total cuando la recta de regresión se ajusta a los puntos. Finalmente, se mide la distancia vertical entre el punto observado y la recta de regresión para obtener, $y_i - Y_C$ que se conoce como desviación inexplicada, que representa la porción de la desviación total que no está explicada, notándose que la desviación total para una y_i particular es igual a la suma de las desviaciones explicada e inexplicada (Gujarati, 2010).

Cuadro 3: Requisitos que se deben tomar en cuenta para Diagnóstico y Validación de un modelo de regresión lineal múltiple.

Supuestos del MCRL	Conceptualización	Representación simbólica
1) Modelo de regresión lineal.	El modelo de regresión es lineal en los parámetros, los β se elevan sólo a la primera potencia y puede o no ser lineal en las variables explicativas X.	$y_i = \beta_1 + \beta_2 x_i + u_i$
2) Valores fijos de X, o valores de X independientes del término de error.	Los valores que toma la regresora X pueden considerarse fijos en muestras repetidas (el caso de la regresora fija), o haber sido muestreados junto con la variable dependiente Y (el caso de la regresora estocástica). En el segundo caso se supone que la(s) variable(s) X y el término de error son independientes. Este supuesto se cumple automáticamente si X_2 y X_3 son no estocásticas	$\text{cov}(u_i, X_{2i}) = \text{cov}(u_i, X_{3i}) = 0$
3) El valor medio de la perturbación u_i es igual a cero.	Dado el valor de X_i , la media o el valor esperado del término de perturbación aleatoria u_i es cero. Este supuesto implica que no hay sesgo de especificación o	$E(u_i X_i) = 0$ O, si X no es estocástica,

	error de especificación en el modelo del análisis empírico.	$E(u_i) = 0$
4) Homocedasticidad o varianza constante de u_i .	La varianza del término de error, o de perturbación, es la misma sin importar el valor de X, esto significa que las poblaciones Y correspondientes a diversos valores de X tienen la misma varianza. En términos llanos, la variación alrededor de la línea de regresión (la línea de la relación promedio entre X y Y) es la misma para todos los valores de X; no aumenta ni disminuye conforme varía X.	$\text{var}(u_i) = E[u_i - E(u_i X_i)]^2$ $= E(u_i^2 X_i), \text{ por el supuesto 3}$ $= E(u_i^2), \text{ si } X_i \text{ son variables no estocásticas}$ $= \text{var}(u_i) = \sigma^2$
5) No autocorrelación, o correlación serial, entre las perturbaciones	Dados dos valores cualesquiera de X, X_i y X_j ($i \neq j$), la correlación entre dos u_i y u_j cualesquiera ($i \neq j$) es cero. En pocas palabras, estas observaciones se muestrean de manera independiente.	$\text{Cov}(u_i, u_j) = 0 \quad i \neq j$
6) El número de observaciones n debe ser	El número de observaciones n debe ser mayor que el número de variables explicativas.	

mayor que el número de parámetros por estimar.		
7)La naturaleza de las variables X.	No todos los valores X en una muestra determinada deben ser iguales. Técnicamente, $\text{var}(X)$ debe ser un número positivo. Además, no puede haber valores atípicos de la variable X, es decir, valores muy grandes en relación con el resto de las observaciones. Debe haber variación en los valores de X.	
8)No debe haber colinealidad exacta entre las variables X.	No hay relación lineal exacta entre X_2 y X_3 . Establece la no existencia de una relación lineal exacta entre X_2 y X_3 , se conoce técnicamente como supuesto de no colinealidad, o de no multicolinealidad cuando hay más de una relación lineal exacta	
9) No hay sesgo de especificación	El modelo está especificado correctamente.	

Las hipótesis impuestas al comportamiento del error del modelo tienen las siguientes consecuencias:

Para cada conjunto de valores, $X_{1i}, \dots, X_{ki}$ de $X_1, \dots, X_k$, la variable aleatoria $Y | X_1 = x_{1i}, \dots, X_k = x_{ki}$ tiene una distribución:

$$(Y | X_1 = x_{1i}, \dots, X_k = x_{ki}) \sim N(\beta_0 + \beta_1 x_{1i} + \dots + \beta_k x_{ki}, \sigma^2)$$

Las observaciones y_i de la variable Y son independientes.

Consecuentemente,

$$E[Y | x_{1i}, \dots, x_{ki}] = \beta_0 + \beta_1 x_{1i} + \dots + \beta_k x_{ki}$$

representa la esperanza de la variable Y condicionada por los valores $x_{1i}, \dots, x_{ki}$ de las variables $X_1, \dots, X_k$, respectivamente.

Además, todas las variables Y_i tienen la misma varianza, σ^2 , es decir, son homocedásticas.

Si se concluye que los datos del estudio presentan estos supuestos entonces el teorema de Gauss-Márkov establece que el método de estimación de mínimos cuadrados va a producir estimadores óptimos, en el sentido que los parámetros estimados van a estar centrados y van a ser de mínima varianza (Abuín, 2007).

7.9 Análisis de Series Temporales

Una serie de tiempo es un conjunto de observaciones de una variable a lo largo del tiempo. Tal información debe recopilarse en intervalos regulares (Cada día, semana, mes, año, etc.) (Rivera, 2005). Consiste en una sucesión de NNN datos recolectados en momentos sucesivos y espaciados de forma regular en el tiempo.

VIII. DISEÑO METODOLÓGICO

Tipo de Investigación: Enfoque Empírico, investigación no experimental, cuantitativa y correlacional.

Periodo de Estudio: 2010-2022.

Modelos a estimar:

Se estimaron los siguientes modelos, para explicar los accidentes de tránsito en Nicaragua.

Especificaciones del Modelo.

$$Y_i = \beta_0 + \beta_1 \text{Edad} + \beta_2 \text{TLesionados} + \varepsilon_i$$

Donde:

Y_i : Total de accidentes

Variables Independientes:

X_1 = Edad de los involucrados en accidentes de tránsito.

X_2 = Total Lesionados

ε_i = Perturbaciones Aleatorias.

Si este modelo fuese significativo, esto significaría que el total de accidentes es explicado por el total de lesionados y se estimará el siguiente modelo.

Modelo 2 a estimar:

Especificaciones del Modelo.

$$Y_i = \beta_0 + \beta_1 \text{Edad} + \beta_2 \text{CLH} + \beta_3 \text{CLM} + \beta_4 \text{PLH} + \beta_5 \text{PLM} + \beta_6 \text{PELH} + \beta_7 \text{PELM} + \varepsilon_i$$

Donde:

Y_i : Total de accidentes

Variables Independientes:

X_1 = Edad de los involucrados en accidentes de tránsito.

X_2 =Conductores Lesionados Hombres (CLH)

X_3 =Conductores Lesionados Mujeres (CLM)

X_4 =Pasajeros Lesionados Hombres (PLH)

X_5 = Pasajeros Lesionados Mujeres (PLM)

X_6 =Peatones Lesionados Hombres (PELH)

X_7 = Peatones Lesionados Mujeres (PELM)

ε_i = Perturbaciones Aleatorias.

Modelo 3 a estimar:

Especificaciones del Modelo.

$$Y_i = \beta_0 + \beta_1 Edad + \beta_2 TFallecidos + \varepsilon_i$$

Donde:

Y_i : Total de accidentes

Variables Independientes:

X_1 = Edad de los involucrados en accidentes de tránsito.

X_2 = Total Fallecidos

ε_i = Perturbaciones Aleatorias.

Si este modelo fuese significativo, esto significaría que el total de accidentes es explicado por el total de Fallecidos y se estimará el siguiente modelo.

Modelo 4 a estimar:

$$Y_i = \beta_0 + \beta_1 Edad + \beta_2 CFH + \beta_3 CFM + \beta_4 PFH + \beta_5 PFM + \beta_6 PEFH + \beta_7 PEFM + \varepsilon_i$$

Variables en estudio:

Variable Dependiente:

Y_i : Total de Accidentes

Variables Independientes:

X_1 = Edad de los involucrados en accidentes de tránsito.

X_2 = Conductores Fallecidos Hombres (CFH)

X_3 = Conductores Fallecidos Mujeres (CFM)

X_4 = Pasajeros Fallecidos Hombres (PFH)

X_5 = Pasajeros Fallecidos Mujeres (PFM)

X_6 = Peatones Fallecidos Hombres (PEFH)

X_7 = Peatones Fallecidos Mujeres (PEFM)

ε_i = Perturbaciones Aleatorias.

Fuente de datos:

Datos oficiales de la Policía Nacional, Instituto Nacional de Información de Desarrollo (INIDE) y Ministerio de Transporte e Infraestructura (MTI) en el periodo 2010-2022.

Técnicas de análisis

Descriptiva y Modelización Estadística, Mínimos Cuadrados Ordinarios.

Softwares utilizados

Software estadístico SPSS, Software econométrico Gretl y Microsoft Office.

IX. RESULTADOS

En este apartado se presentan los resultados relevantes de esta investigación. Inicialmente se describe el total de personas fallecidas por accidentes de tránsito por año y las víctimas por conductores, peatones y pasajeros. Se analizan el total de accidentes por grupos etarios. Se estima un modelo de regresión lineal múltiple por Mínimos cuadrados ordinarios, que estima el total de accidentes en función de los peatones, conductores y pasajeros por sexo y grupos etarios.

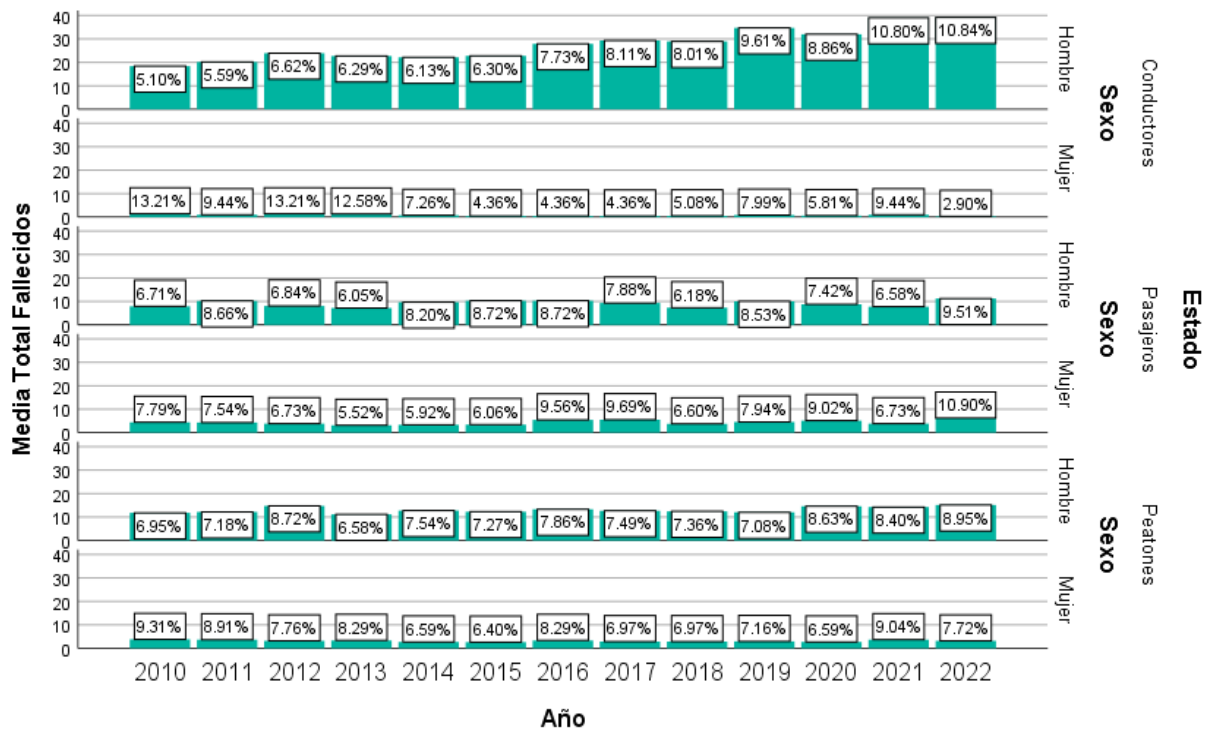


Figura 1. Distribución de víctimas de Accidentes de Tránsito por Conductores, Pasajeros y Peatones.

Fuente: Policía Nacional e INIDE 2010-2022

En la Figura 1, se presenta la distribución de las víctimas en accidentes de tránsito por conductores, peatones y pasajeros en Nicaragua, 2010-2022. Las mujeres en general son las más afectadas como pasajeros y peatones en los siniestros viales. Los conductores hombres son los que presentan mayor frecuencia de accidentes de tránsito, siendo el año 2022 el de mayor afectaciones para los conductores con un 10.84%.

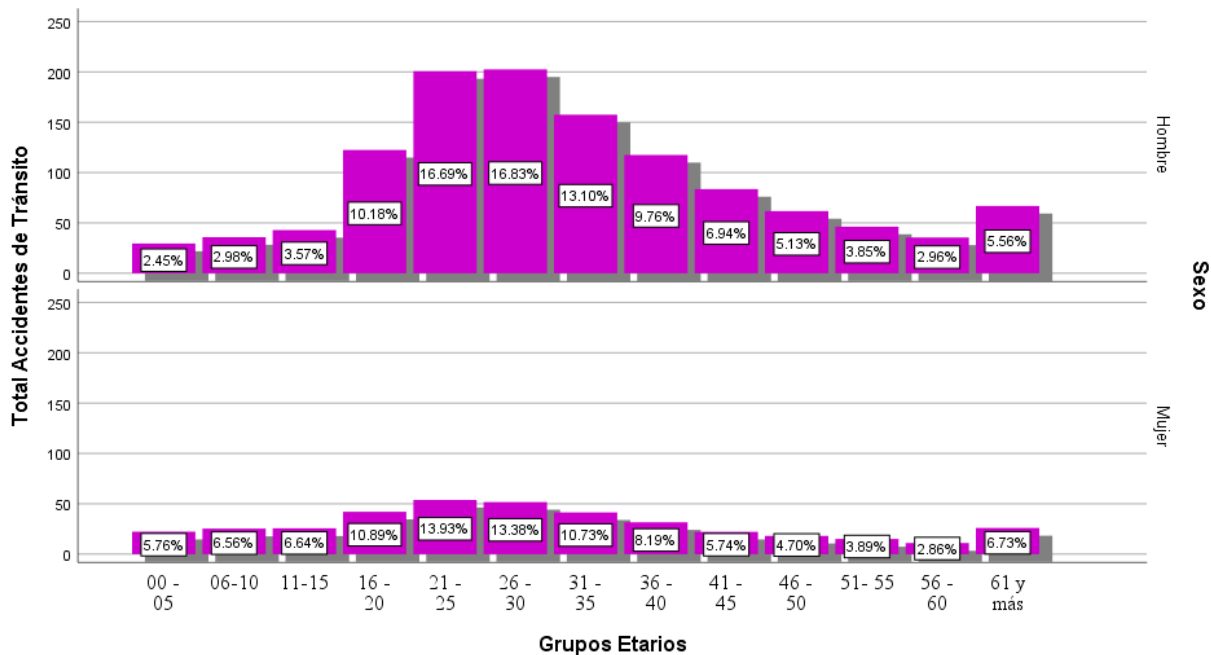


Figura 2. Distribución de los accidentes de tránsito en Nicaragua por grupos etarios.

Fuente: Policía Nacional e INIDE 2010-2022.

En la Figura 2, se presenta el comportamiento de los accidentes de tránsito por grupo etarios. En el caso de los hombres, los intervalos de 16 a 40 años presentan el mayor porcentaje, alcanzando en conjunto el 66.56%. Dentro de este rango, destacan los grupos de 21 a 25 años (16.69%) y 26 a 30 años (16.83%). La participación de las mujeres en accidentes de tránsito también se concentra en los grupos de 16 a 40 años, donde se acumula el 52.12% del total. Los valores más altos se registran en los intervalos de 21 a 25 años (13.93%) y 26 a 30 años (13.38%).

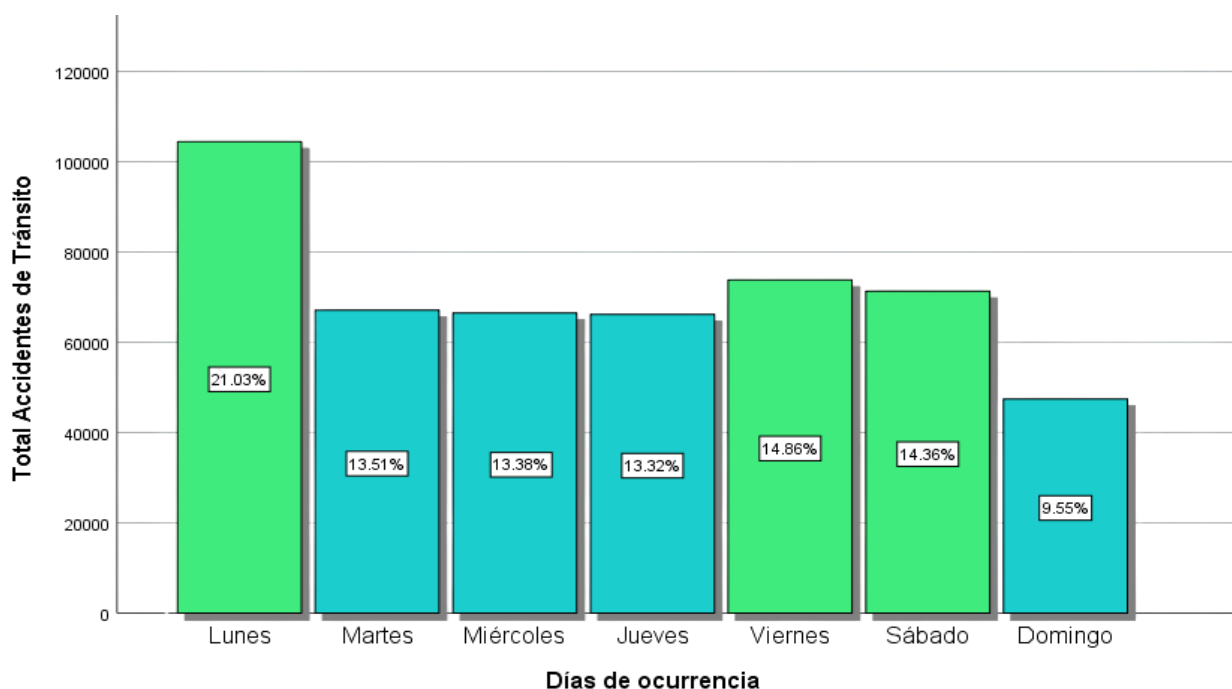


Figura 3. Distribución de los accidentes de tránsito por Días de ocurrencia.

Fuente: Policía Nacional e INIDE 2010-2022.

En la Figura 3, se presenta el comportamiento de los accidentes de tránsito por días de ocurrencia. Los días de mayor ocurrencia de accidentes de tránsito son lunes con un 21.03%, los viernes con un 14.86% y sábado con un 14.36%. Los días lunes puede ser debido al regreso a jornadas laborales, centros educativos y actividades comerciales, los días viernes coincidiendo con los desplazamientos por labores agrícolas, transporte de productos y retornos a las comunidades y sábado siendo días en que las personas acuden a actividades formales e informales.

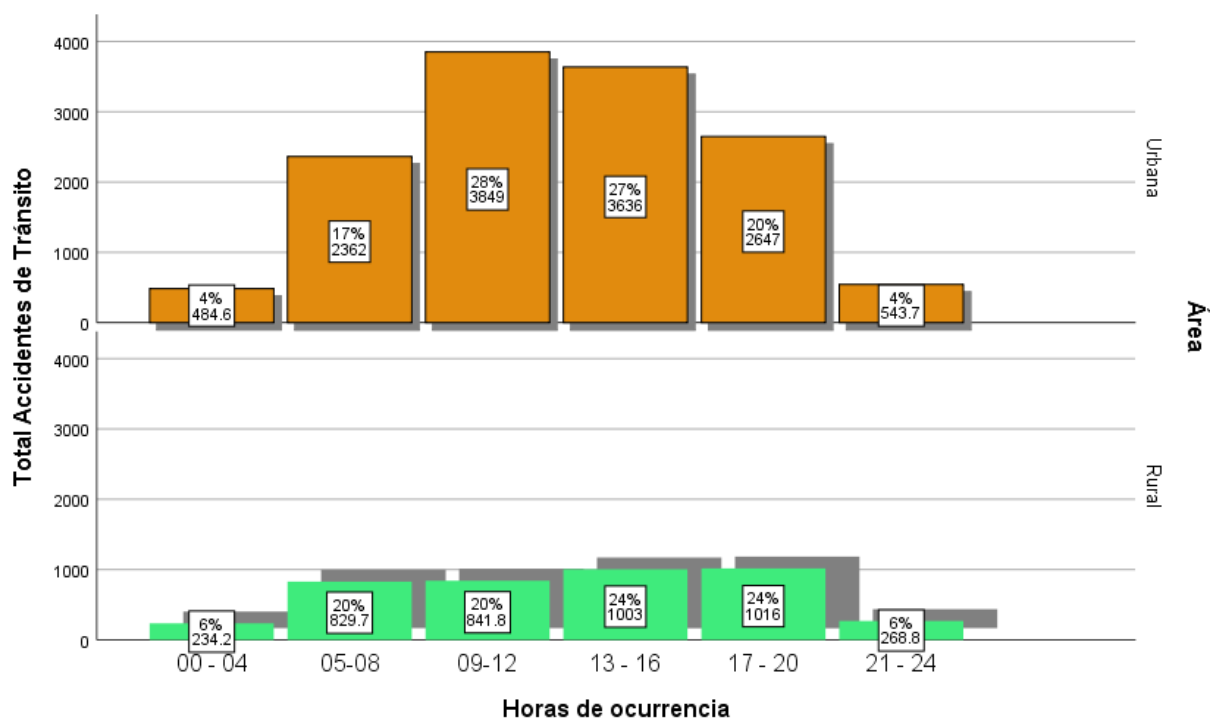


Figura 4. Distribución de los accidentes de tránsito en Nicaragua por horas de ocurrencia.

Fuente: Policía Nacional e INIDE 2010-2022.

En la Figura 4, se presenta el comportamiento de los accidentes de tránsito por Horas. Los accidentes de tránsito con mayor frecuencia se encuentran en los intervalos de las 9 de la mañana a las 4 de la tarde respectivamente en la zona urbana, y en la zona rural de las 13 a 20 horas (1 a 8 pm). Este comportamiento se debe a la movilidad durante las horas laborales y escolares, donde existe mayor flujo vehicular, tránsito peatonal y uso del transporte público. En la zona urbana, los accidentes se intensifican en horarios de entrada, salida de jornadas laborales, centros educativos y actividades comerciales. En el área rural se concentran en la tarde y primeras horas de la noche, coincidiendo con los desplazamientos por labores agrícolas, transporte de productos y retornos a las comunidades.

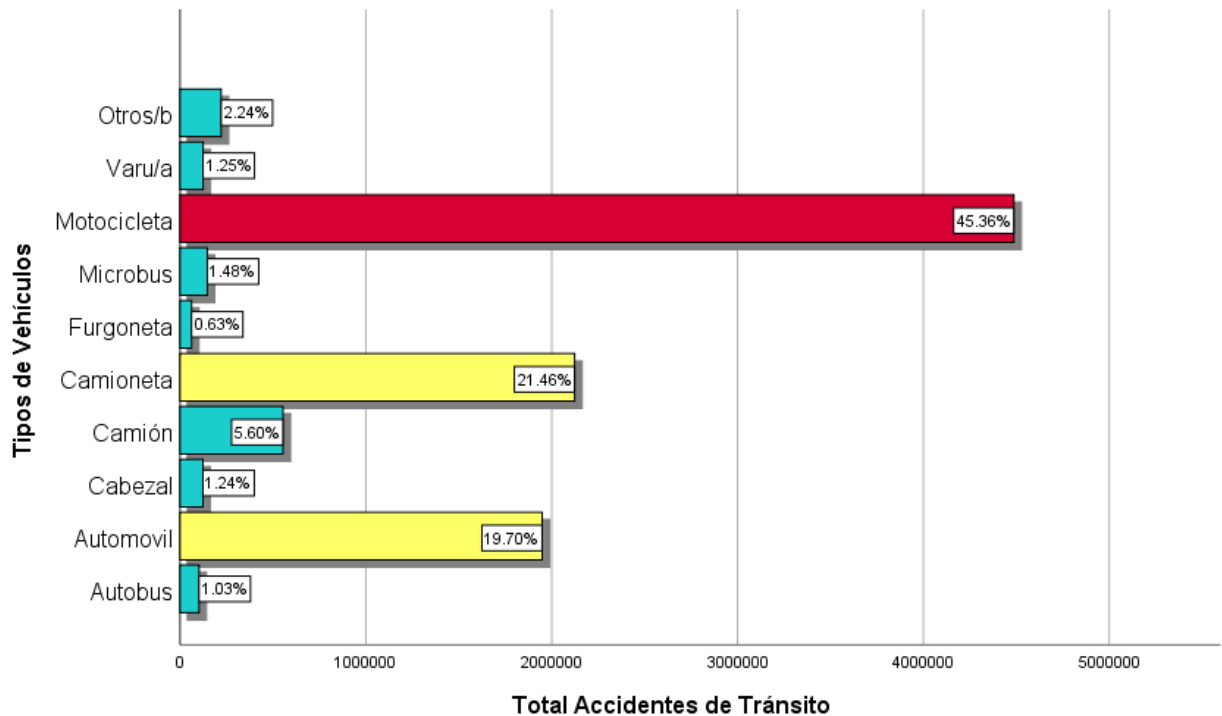


Figura 5. Distribución de los accidentes de tránsito en Nicaragua por tipo de vehículo.

Fuente: Policía Nacional e INIDE 2010-2022.

En la figura 5, se presenta la distribución de los accidentes de tránsito en Nicaragua según el tipo de vehículo involucrado durante el período 2010-2022, representando la motocicleta el 45.36%, seguido de las camionetas con un 21.46% y los automóviles con un 19.70%, siendo los ocupantes de motocicletas los más afectados al ser un vehículo liviano que se adquiere por sus costos accesibles. La motocicleta se ha convertido en el medio de transporte más utilizado en el país por su costo, facilidad de adquisición, bajo consumo de combustible y facilidad para desplazarse en áreas urbanas y rurales. Estas mismas características, sumadas a la vulnerabilidad estructural de este tipo de vehículo y a la exposición directa de sus ocupantes, explican por qué los motociclistas figuran como uno de los grupos más afectados en los siniestros viales.

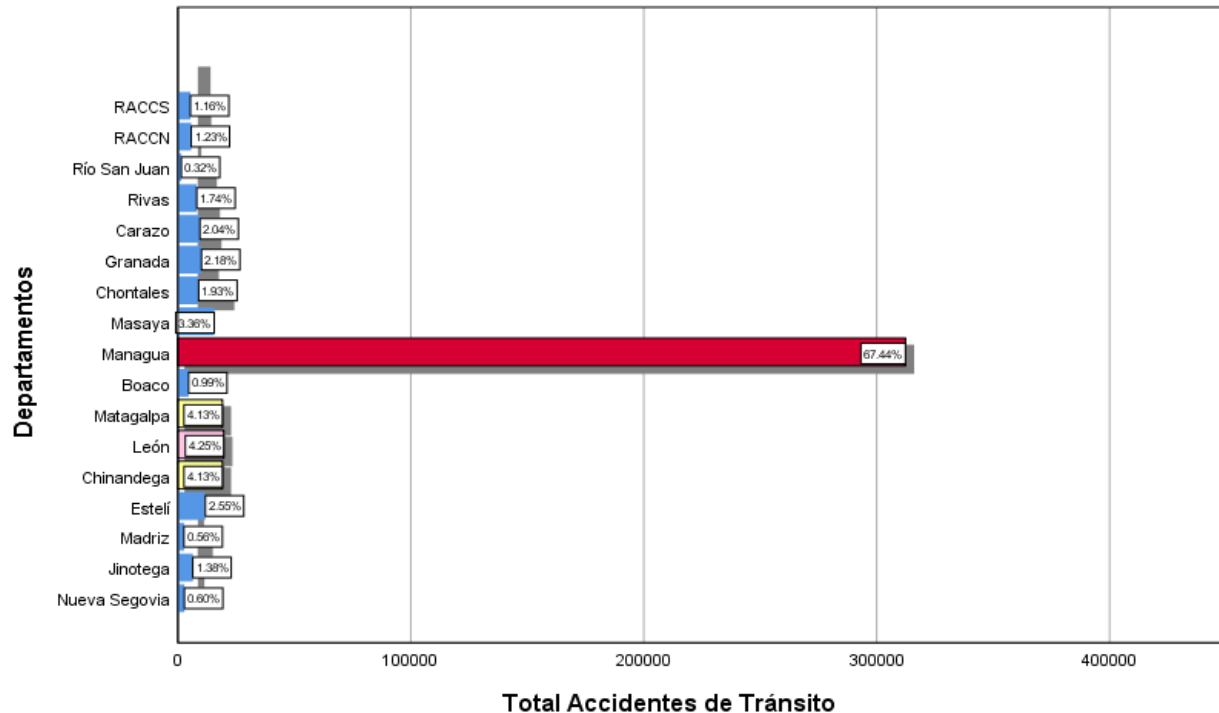


Figura 6. Distribución de los accidentes de tránsito en Nicaragua por departamentos.

Fuente: Policía Nacional e INIDE 2010-2022.

En la figura 6, se observa la distribución de los accidentes de tránsito por departamento en Nicaragua durante el período de estudio. El departamento de Managua, que concentra el 67.44%, lo que representa más de la mitad de los siniestros viales a nivel nacional. Este resultado se explica por la alta densidad poblacional, el mayor parque vehicular del país y la intensa actividad movilidad que posee la capital. El departamento de León se ubica en segundo lugar con un 4.25%, seguido por Matagalpa y Chinandega, ambos con un 4.13% cada uno. Estos tres departamentos acumulan alrededor de un 12.5% del total de accidentes reportados. Los demás departamentos presentan porcentajes mucho menor, aunque relevantes para comprender la distribución de los siniestros viales.

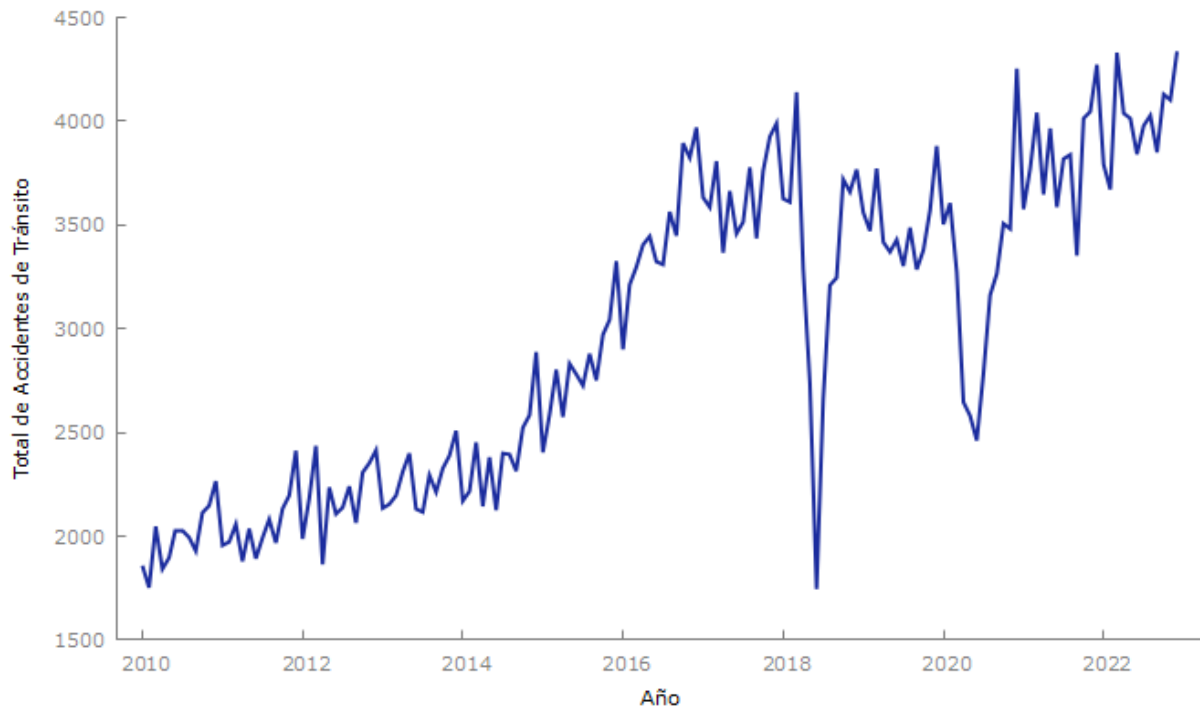


Figura 7. Comportamiento de la serie total de accidentes de tránsito, en Nicaragua.

Fuente: Policía Nacional e INIDE 2010-2022.

En la Figura 7, se observa la serie del total de accidentes de tránsito a lo largo del periodo de estudio. En todo el periodo la serie es creciente. En el año 2018 decrece rápidamente. Sin embargo, el decrecimiento se mantiene hasta el año 2020, donde inicia suavemente un incremento en el total de accidentes.

Los accidentes ocurren con mucha frecuencia y las indemnizaciones por dañar a otro automóvil, mobiliario urbano, o a otras personas, representan un costo, que ha obligado a los tomadores de decisión de políticas públicas de los países a implementar lo que hoy se conoce como seguro de Responsabilidad Civil. En el caso de Nicaragua, es una obligación que está contemplada en la Ley N°. 431 "Ley para el régimen de circulación vehicular e infracciones de tránsito, con sus reformas incorporadas". Publicada en La Gaceta Diario Oficial No. 96 del 27 de mayo del 2014, que establece los requisitos y procedimientos para normar el régimen de circulación vehicular en el territorio nacional (Asamblea Nacional, 2014).

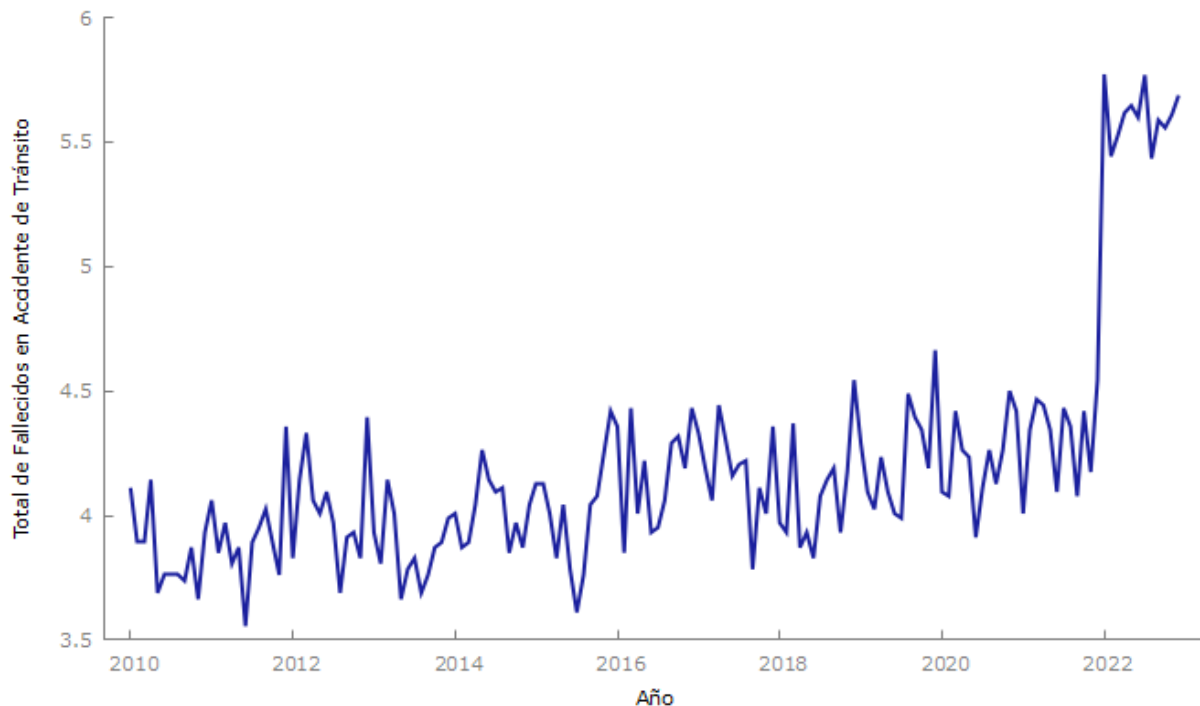


Figura 8. Comportamiento de la serie total de fallecidos en accidentes de tránsito en Nicaragua.

Fuente: Policía Nacional e INIDE 2010-2022.

En la figura 8, se muestra la serie del total de fallecidos en accidentes de tránsito durante el periodo de estudio. Sin embargo, la velocidad del crecimiento es menor, con respecto al total de accidentes. Se muestra un comportamiento relativamente estable entre los años 2010 a 2019, con pequeñas fluctuaciones. Del año 2020 al 2021, la serie decrece y en el 2022 el total de fallecidos vuelve a tener un crecimiento pronunciado.

El año 2022, la cifra de fallecidos en accidentes de tránsito en Nicaragua presentó un incremento considerable. Entre enero y agosto se contabilizaron 620 decesos, lo que equivale a una tasa de 14 muertes por cada 100,000 habitantes. La principal causa de los accidentes continúa siendo la irresponsabilidad de conductores, pasajeros y peatones, lo que genera graves consecuencias sociales, tales como la orfandad y la viudez en numerosas familias. La siniestralidad vial continúa siendo una de las principales amenazas para la seguridad ciudadana y la salud pública del país (Policía Nacional, 2022).

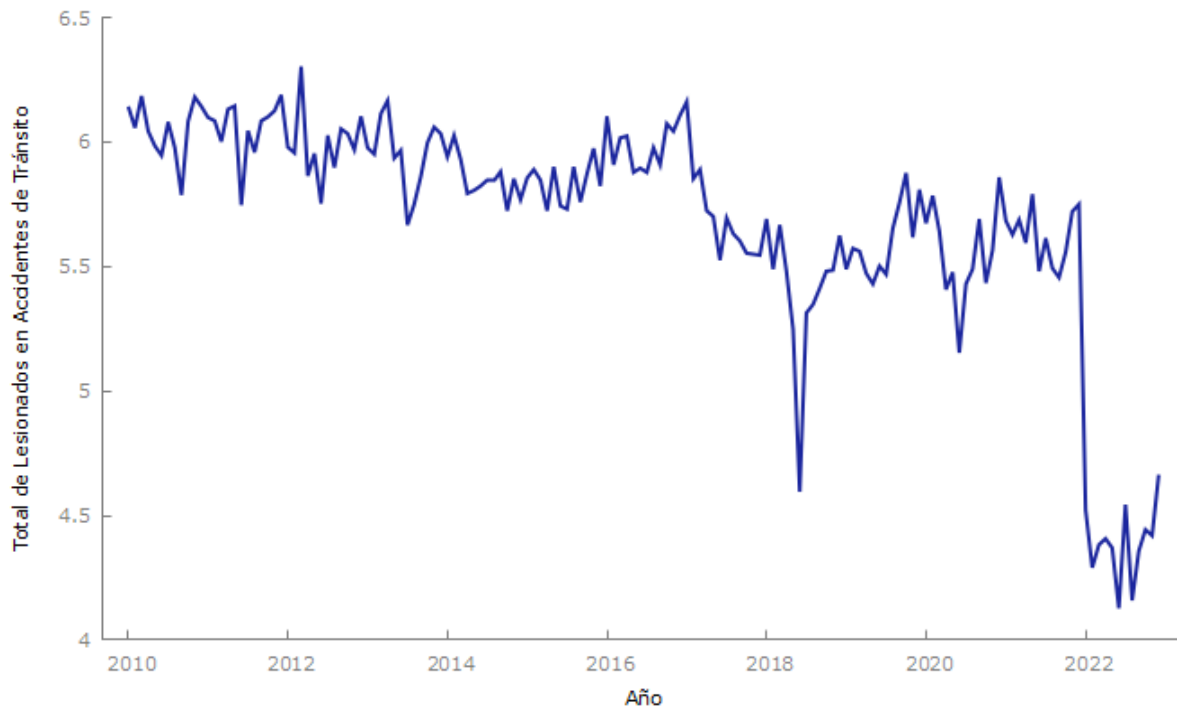


Figura 9. Comportamiento de la serie total de lesionados por accidentes de tránsito en Nicaragua.

Fuente: Policía Nacional e INIDE 2010-2022.

En la figura 9, se observa el comportamiento de la serie total de lesionados en accidentes de tránsito a lo largo del periodo de estudio es suavemente decreciente. Del año 2010 al 2022 disminuyeron el total de lesionados por accidentes de tránsito a excepción del año 2012 en el que se muestra un leve incremento del total de lesionados.

En septiembre de 2022 la Policía Nacional implementó el Plan Nacional de Emergencia Vial, con un enfoque interinstitucional. Dicho plan implementa las estrategias en tres ejes principales: Educación y sensibilización, control y prevención policial y comunicación y cultura vial. El propósito central de estas acciones es reducir la incidencia de muertes y lesiones graves, consolidando una cultura de seguridad vial en la población nicaragüense (Policía Nacional, 2022).

Estimación de los modelos.

Se estimaron modelos para explicar el total de accidentes de tránsito en función de los conductores, peatones y pasajeros lesionados y fallecidos por sexo y grupo etarios. Un modelo de regresión múltiple que explique el total de accidentes en función de los lesionados y la edad. Mayoral Grajeda, Cueva Colunga, Pérez Castro, & Mendoza Díaz, (2015), estudiaron la siniestralidad de los usuarios vulnerables lesionados graves y el número de accidentes. Bajo este análisis empírico se construye el modelo 1.

Si este fuese significativo se estimará un modelo 2 regresión lineal múltiple extendido por Mínimos Cuadrados Ordinarios. Se estima el total de accidentes, en función de la edad, peatones, conductores y pasajeros lesionados por sexo. Se transformaron a logaritmo natural los datos de las variables para estabilizar la varianza.

Las variables que fueron significativas para la explicación del total de accidentes (Y_i), del Modelo 1 fueron: Edad y total de lesionados. Para determinar los niveles de decisión para los contrastes de hipótesis de los modelos de regresión se tomó $\alpha=0.05$. Para determinar cual de los modelos estimados cumplía con los supuestos básicos del Modelo de Regresión Lineal Múltiple; se tomaron los criterios de: mejor R^2 ajustado, menor Schwarz, Criterio de Akaike y Hannan-Quinn.

$$Y_i = \beta_0 + \beta_1 \text{Edad} + \beta_2 \text{TLesionados} + \varepsilon_i$$

Modelo 1: MCO, usando las observaciones 2010-2022 (T = 169)
Variable dependiente: $\ln$ _TotalAccidentes

	<i>Coefficiente</i>	<i>Desv. Típica</i>	<i>Estadístico t</i>	<i>valor p</i>	
const	0.184242	0.0461943	3.988	<0.0001	***
$\ln$ _Edad	0.0557614	0.00560178	9.954	<0.0001	***
$\ln$ _TotaLesionados	0.966423	0.00804896	120.1	<0.0001	***
Media de la vble. dep.	5.717999	D.T. de la vble. dep.		0.610793	
Suma de cuad. residuos	0.683220	D.T. de la regresión		0.064154	
R-cuadrado	0.989099	R-cuadrado corregido		0.988968	
F(2, 166)	7531.033	Valor p (de F)		1.3e-163	
Log-verosimilitud	225.8651	Criterio de Akaike		-445.7301	
Criterio de Schwarz	-436.3404	Crit. de Hannan-Quinn		-441.9196	
rho	0.554276	Durbin-Watson		0.890077	

Se efectúa el contraste de hipótesis global: $H_0: \beta_i = 0$; $H_1: \beta_i \neq 0$, a un nivel $\alpha=0.05$. El modelo es significativo (Valor p (de F)=0.0000 < $\alpha=0.05$). El modelo explica el 99% de la variación total. Al incrementar el uno por ciento en la variable edad los accidentes incrementarán en un 5.6 % y al incrementar un uno por ciento en el total de lesionados el total de accidentes incrementará el 96%. Las personas más vulnerables a sufrir lesiones en los siniestros viales posiblemente sean las que tienen menos de seis años y por encima de los 60 años. El modelo es significativo ($P=0.0000$), la edad y el total de lesionados explican alrededor del 99% de la variación total del accidente.

Se estima el segundo modelo donde la variable dependiente es el total de lesionados, y se estructura:

Modelo 2 a estimar:

Especificaciones del Modelo.

$$Y_i = \beta_0 + \beta_1 Edad + \beta_2 CLH + \beta_3 CLM + \beta_4 PLH + \beta_5 PLM + \beta_6 PELH + \beta_7 PELM + \varepsilon_i$$

Donde:

Y_i : Total de accidentes

Variables Independientes:

X_1 = Edad de los involucrados en accidentes de tránsito.

X_2 =Conductores Lesionados Hombres (CLH)

X_3 =Conductores Lesionados Mujeres (CLM)

X_4 =Pasajeros Lesionados Hombres (PLH)

X_5 = Pasajeros Lesionados Mujeres (PLM)

X_6 =Peatones Lesionados Hombres (PELH)

X_7 = Peatones Lesionados Mujeres (PELM)

ε_i = Perturbaciones Aleatorias.

Modelo 2: MCO, usando las observaciones 2010-2022 (T = 152)

Se han quitado las observaciones ausentes o incompletas: 17

Variable dependiente: l_TotaAccidentes

	<i>Coeficiente</i>	<i>Desv. Típica</i>	<i>Estadístico t</i>	<i>valor p</i>	
const	2.16022	0.170799	12.65	<0.0001	***
l_Edad	-0.0613740	0.0402816	-1.524	0.1298	
l_ConductoresLH	0.272119	0.0297048	9.161	<0.0001	***
l_ConductoresLM	0.00101256	0.0198285	0.05107	0.9593	
l_PasajerosLH	0.0970040	0.0440672	2.201	0.0293	**
l_PasajerosLM	0.268795	0.0440707	6.099	<0.0001	***
l_PeatonesLH	0.300598	0.0369396	8.138	<0.0001	***
l_PeatonesLM	0.0585649	0.0334710	1.750	0.0823	*

Media de la vble. dep.	5.796842	D.T. de la vble. dep.	0.586186
Suma de cuad. Residuos	2.012716	D.T. de la regresión	0.118225

R-cuadrado	0.961209	R-cuadrado corregido	0.959323
F(7, 144)	509.7378	Valor p (de F)	3.12e-98
Log-verosimilitud	112.9754	Criterio de Akaike	-209.9508
Criterio de Schwarz	-185.7598	Crit. de Hannan-Quinn	-200.1236

Se efectúa el contraste de hipótesis global del Modelo 2: $H_0: \beta_i = 0$; $H_1: \beta_i \neq 0$, a un nivel $\alpha=0.05$. El modelo es significativo (Valor p (de F)=0.0000 < $\alpha=0.05$). El modelo explica el 96 % de la variación total. Al incrementar el uno por ciento en la variable edad los accidentes disminuyen en un 6.13 % y al incrementar un uno por ciento en el total de conductores lesionados hombres el total de accidentes incrementará el 27.2, en el caso de los pasajeros lesionados hombres y mujeres al aumentar en un uno por ciento el total de accidentes incrementará en un 97% y un 27% respectivamente, para peatones lesionados hombres al aumentar en uno por ciento, los accidentes incrementaran en un 30% mientras que al aumentar en uno por ciento las peatones lesionadas mujeres, los accidentes incrementaran en un 6% aproximadamente siendo los peatones lesionados hombres los que más aportan al modelo en el caso de los peatones, se identifica que en el caso de Conductores, pasajeros y peatones los hombres predominan en los lesionados en el periodo de estudio. Las personas más vulnerables a sufrir lesiones en los siniestros viales posiblemente sean las que tienen menos de seis años y por encima de los 60 años. El modelo es significativo ($P=0.0000$), la edad y el total de lesionados explican alrededor del 99% de la variación total del accidente. Las conductoras lesionadas mujeres no aportan al modelo significativamente.

Modelo 3 a estimar:

Especificaciones del Modelo.

$$Y_i = \beta_0 + \beta_1 \text{Edad} + \beta_2 \text{TFallecidos} + \varepsilon_i$$

Donde:

Y_i : Total de accidentes

Variables Independientes:

X_1 = Edad de los involucrados en accidentes de tránsito.

X_2 = Total Fallecidos

ε_i = Perturbaciones Aleatorias.

Si este modelo fuese significativo, esto significaría que el total de accidentes es explicado por el total de Fallecidos y se estimará el siguiente modelo.

Modelo 3: MCO, usando las observaciones 2010-2022 (T = 169)

Variable dependiente: l_TotaAccidentes

	<i>Coficiente</i>	<i>Desv. Típica</i>	<i>Estadístico t</i>	<i>valor p</i>	
const	3.34752	0.127420	26.27	<0.0001	***
l_Edad	-0.211119	0.0316608	-6.668	<0.0001	***
l_TotaFallecidos	0.803018	0.0377543	21.27	<0.0001	***
Media de la vble. dep.	5.717999	D.T. de la vble. dep.		0.610793	
Suma de cuad. residuos	16.11103	D.T. de la regresión		0.311536	
R-cuadrado	0.742945	R-cuadrado corregido		0.739848	
F(2, 166)	239.8883	Valor p (de F)		1.08e-49	
Log-verosimilitud	-41.19226	Criterio de Akaike		88.38452	
Criterio de Schwarz	97.77422	Crit. de Hannan-Quinn		92.19504	
rho	0.716989	Durbin-Watson		0.563099	

En el Modelo 3 se efectúa el contraste de hipótesis global: $H_0: \beta_i = 0$; $H_1: \beta_i \neq 0$, a un nivel de significación del cinco por ciento.

El modelo es significativo ($P=0.0000$), la edad y el total de fallecidos explican alrededor del 74% de la variación total del accidente.

Contrastes	Hipótesis		
Contraste de normalidad de los residuos	H_0 : [El error tiene distribución Normal] H_1 : [Los errores no se distribuyen normalmente]	Si $P \leq \alpha$ se rechaza H_0 , en caso contrario no se rechaza.	Con estadístico de contraste: Chi-cuadrado (2) = 3.85214 con valor $p = 0.14572$, Por lo tanto, no se rechaza H_0 y los errores se distribuyen normalmente y se asume que los residuos siguen una distribución normal con una media de 0 y una varianza constante.
Contraste de heterocedasticidad de Breusch-Pagan	H_0 : [No hay heterocedasticidad] H_1 : Hay heterocedasticidad.	Si $P \leq \alpha$ se rechaza H_0 , en caso contrario no se rechaza.	Estadístico de contraste: LM = 3.74517 con valor $p = P(\text{Chi-cuadrado (2)} > 3.74517) = 0.153726$, Por lo tanto, no se rechaza H_0 y el modelo cumple con el supuesto de homocedasticidad, es decir, la varianza de los errores es constante

Modelo 4 a estimar:

$$Y_i = \beta_0 + \beta_1 Edad + \beta_2 CFH + \beta_3 CFM + \beta_4 PFH + \beta_5 PFM + \beta_6 PEFH + \beta_7 PEFM + \varepsilon_i$$

Variables en estudio:

Variable Dependiente:

Y_i : Total de Accidentes

Variables Independientes:

X_1 = Edad de los involucrados en accidentes de tránsito.

X_2 = Conductores Fallecidos Hombres (CFH)

X_3 = Conductores Fallecidos Mujeres (CFM)

X_4 = Pasajeros Fallecidos Hombres (PFH)

X_5 = Pasajeros Fallecidos Mujeres (PFM)

X_6 = Peatones Fallecidos Hombres (PEFH)

X_7 = Peatones Fallecidos Mujeres (PEFM)

ε_i = Perturbaciones Aleatorias.

Modelo 4: MCO, usando las observaciones 2010-2022 (T = 56)
 Se han quitado las observaciones ausentes o incompletas: 113
 Variable dependiente: l_TotalAccidentes

	<i>Coefficiente</i>	<i>Desv. Típica</i>	<i>Estadístico t</i>	<i>valor p</i>	
const	5.73545	0.472949	12.13	<0.0001	***
l_Edad	-0.600340	0.155357	-3.864	0.0003	***
l_ConductoresFH	0.247154	0.0608040	4.065	0.0002	***
l_ConductoresFM	0.0167281	0.0889199	0.1881	0.8516	
l_PasajerosFH	0.258617	0.0883829	2.926	0.0052	***
l_PasajerosFM	-0.0769441	0.0712063	-1.081	0.2853	
l_PeatonesFH	0.436707	0.108411	4.028	0.0002	***
l_PeatonesFM	-0.0552925	0.0620658	-0.8909	0.3774	
Media de la vble. dep.	6.125179	D.T. de la vble. dep.		0.527777	
Suma de cuad. residuos	3.069884	D.T. de la regresión		0.252895	
R-cuadrado	0.799618	R-cuadrado corregido		0.770396	
F(7, 48)	27.36329	Valor p (de F)		1.04e-14	
Log-verosimilitud	1.843375	Criterio de Akaike		12.31325	
Criterio de Schwarz	28.51606	Crit. de Hannan-Quinn		18.59505	

El contraste de hipótesis global del Modelo 4: $H_0: \beta_i = 0$; $H_1: \beta_i \neq 0$, a un nivel $\alpha=0.05$. El modelo es significativo (Valor p (de F)=0.0000 < $\alpha=0.05$). El modelo explica el 80% de la variación total.

Al incrementar el uno por ciento en la variable edad los accidentes disminuyen hasta en un 60 %, al darse un incremento en uno por ciento en el caso de los conductores fallecidos hombres, el total de accidentes incrementara en un 25%, mientras que al incrementarse en uno por ciento a los pasajeros fallecidos hombres, el total de accidentes incrementará en un 26%, al darse un aumento en el total de pasajeros fallecidos hombres, el total de accidentes disminuye en un 8%, siendo los conductores, pasajeros y peatones hombres los que aportan en su mayoría al modelo, en el caso de conductores, pasajeros y peatones mujeres no aportan al modelo significativamente.

Se analizan los parámetros bajo el criterio de ceteris paribus. Se puede destacar que la variable edad es sensible a cambios de signo. Al darse el incremento en uno por ciento de la edad los lesionados disminuyen en casi cinco por ciento. Variaciones del uno por ciento en el total de accidentes incrementaria en 1.02 % los lesionados.

Los conductores hombres son los más afectados en los accidentes de tránsito. El incremento en uno por ciento de los conductores fallecidos tiene una disminución del 1.12% de los lesionados. Esto es debido que la mayoría de los conductores en Nicaragua son hombres.

Un incremento del 1% de los pasajeros fallecidos hombres y mujeres tendrán un decrecimiento del 2% y el 1% del total de lesionados. Por tanto los pasajeros hombres y mujeres han tenido una disminución. Posiblemente se deba a las políticas desarrolladas por el gobierno de Nicaragua en alianza con la Policía Nacional. Se ha modificado la Ley 431, en función de las penalidades del actuar de los conductores, pasajeros y peatones. Además se han desarrollado el proceso de señalización en las carreteras y ciudades (zonas rurales y urbanas). Así como la ubicación de semáforos peatonales en las principales avenidas de Managua. Mayores señalizaciones en los departamentos del país.

Otros enfoques convenientes serían medir el nivel del grado de los lesionados y la velocidad en que viaja el vehículo y el tipo de vehículo, involucrado en la colisión. Las lesiones severas tienen una atención de emergencias; que podrían demandar cirugías, cuidados intensivos, días de hospitalización, el uso de medicamentos especializados, rehabilitación, etc., esto tendría un costo económico y moral alto. Herrera Briones, Mira McWilliams, & Sanjuro de No, (2021), estudian la lesividad, localización de las lesiones graves, sexo, infracciones del conductor, estado del vehículo, tipo de accidente; principalmente.

Contrastes	Hipótesis		
Contraste de normalidad de los residuos	H_0 : [El error tiene distribución Normal] H_1 : [Los errores no se distribuyen normalmente]	Si $P \leq \alpha$ se rechaza H_0 , en caso contrario no se rechaza.	Estadístico de contraste: Chi-cuadrado (2) = 0.61494 con valor $p = 0.735305$, Por lo tanto, no se rechaza H_0 y los errores se distribuyen normalmente y se asume que los residuos siguen una distribución normal con una media de 0 y una varianza constante.
Contraste de heterocedasticidad de Breusch-Pagan	H_0 : [No hay heterocedasticidad] H_1 : Hay heterocedasticidad.	Si $P \leq \alpha$ se rechaza H_0 , en caso contrario no se rechaza.	Estadístico de contraste: LM = 2.20601 con valor $p = P$ (Chi-cuadrado (7) > 2.20601) = 0.947564, por lo tanto, no se rechaza H_0 y el modelo cumple con el supuesto de homocedasticidad, es decir, la varianza de los errores es constante
Contraste de especificación RESET	H_0 : [La especificación es adecuada] H_1 : [La especificación no es adecuada]	Si $P \leq \alpha$ se rechaza H_0 , en caso contrario no se rechaza.	Estadístico de contraste: F (2, 46) = 1.2054 con valor $p = P$ (F (2, 46) > 1.2054) = 0.308858, por lo que se concluye que la especificación es adecuada.

X. CONCLUSIONES

La Dr. Martha Reyes, directora de Prevención y Enfermedades del MINSA explicó que a nivel mundial los accidentes de tránsito se consideran un problema de salud y debido a esta problemática afecta a los países de ingresos bajos, medianos y es la octava causa de muerte a nivel mundial, y la primera causa de muertes entre los jóvenes de 15 a 40 años en Nicaragua. La Policía Nacional realiza diversas actividades como capacitaciones, cartillas de manejo y Prevención vial, procesos como Boletas de multa, en el cual se plasman los datos del conductor, la fecha y el lugar exacto de la infracción realizada, así como la multa cometida y el valor de ésta, y la identificación del agente de tránsito, en momentos hace de licencia provisional para conducir mientras se cancela su valor (Policía Nacional, 2014).

- Dada la serie del total de accidentes de tránsito del 2010 al 2022 en el periodo del 2010 al 2015 un aumento en los accidentes de tránsito en el país. Del 2016 al 2021 los accidentes de tránsito disminuyeron debido a las estrategias de prevención de la seguridad vial en nuestro país. En el año 2018 decrece rápidamente. Sin embargo, el decrecimiento se mantiene hasta el año 2020, donde inicia suavemente un incremento en el total de accidentes.
- El Departamento que representa el 67.44% de los accidentes de tránsito en el período de estudio es Managua con 312,343 accidentes, seguido de León con un 4.25% con un total de 19,686 accidentes de tránsito, Chinandega con un 4.13%, Matagalpa con un 4.13% y Masaya con un 3.36% respectivamente.
- Al analizar la distribución de las víctimas en accidentes de tránsito por conductores, peatones y pasajeros en Nicaragua del año 2010-2022, las lesionadas mujeres son las más afectadas como pasajeros y peatones en los siniestros viales. Los conductores hombres son los que presentan mayor frecuencia de accidentes de tránsito, siendo el año 2022 el de mayor afectaciones para los conductores con un 10.84%.
- Los principales afectados en Accidentes de tránsito oscilan entre las edades de 15 a 40 años de edad, identificando entre los 25 a 30 años a los conductores hombres como los más afectados con un 53.95%, a las conductores mujeres entre los 26 a 30 años con un 20.75%, en el caso de pasajeros hombres y mujeres los

de mayores afectaciones se encuentran entre las edades de 21 a 25 años con un 17.38% y 16.09% respectivamente.

- Los días de mayor ocurrencia de accidentes de tránsito son lunes con un 21.03%, los viernes con un 14.86% y sábado con un 14.36%. Los días lunes puede ser debido al regreso a jornadas laborales, centros educativos y actividades comerciales, los días viernes coincidiendo con los desplazamientos por labores agrícolas, transporte de productos y retornos a las comunidades y Sábado siendo días en que las personas acuden a actividades formales e informales.
- Se estimaron modelos para explicar el total de accidentes de tránsito en función de los conductores, peatones y pasajeros lesionados y fallecidos por sexo y grupo etarios. Un modelo de regresión múltiple que explique el total de accidentes en función de los lesionados y la edad. Mayoral Grajeda , Cueva Colunga, Pérez Castro, & Mendoza Díaz, (2015), estudiaron la siniestralidad de los usuarios vulnerables lesionados graves y el número de accidentes. Los resultados coinciden con los hallazgos presentados por los autores.
- El modelo de regresión múltiple con variable endógena total de accidentes, se explica en función de la edad de los involucrados en los accidentes de tránsito y total de lesionados por sexo. Este es significativo ($P=0.000$; $\alpha=0.05$), y explica el 99% de la variación total.
- Se estima el total de accidentes ,en función de la edad,peatones,conductores y pasajeros lesionados por sexo. Se transformaron a logaritmo natural los datos de las variables para estabilizar la varianza. Las variables que fueron significativas para la explicación del total de accidentes (Y_i) fueron: Edad y total de lesionados, resultaron significativo también el total de fallecidos.

XI. RECOMENDACIONES.

- Establecer la presencia policial en las vías públicas del país, mediante la ejecución de planes de Prevención de Accidentes y de Regulación del tránsito, priorizando días y horas de mayor ocurrencia y enfocados en los grupos de conductores a ocasionar accidentes de tránsito con víctimas.
- Se recomienda la revisión y mantenimiento de los vehículos diariamente o de manera regular para verificar el estado general del medio de transporte.
- Respetar las normas de tránsito para salvaguardar la vida propia, así como la de los demás, así como el uso de casco o cinturón de seguridad al transitar por vías públicas.
- Se recomienda a la Policía Nacional, realizar mayor patrullaje en carreteras y zonas de peligro en las que se presentan mayor cantidad de accidentes, sobre todo en los días de mayor ocurrencia como fines de semana.
- Continuar con la aplicación de multas a personas que no cumplan con las normas establecidas por la delegación policial.
- Recomendamos realizar estudios con enfoque cuantitativo sobre los accidentes de tránsito en Nicaragua que permitan efectuar predicciones bajo información, con datos confiables de calidad.

XII. BIBLIOGRAFÍA

- Abuín, J. M. (2007). *Regresión lineal múltiple*. Madrid, España: Instituto de Economía y Geografía Madrid.
- Almendarez, J. G. (2007). *Análisis de intersección vehicular y propuestas de diseño geométrico*. Managua- Nicaragua.
- Amilcar, G., & Cabrera, R. (2013). *Simulación del tráfico en la ciudad de León*. León.
- Asamblea Nacional. (27 de mayo de 2014). Texto de la Ley N°. 431 "Ley para el Régimen de Circulación Vehicular. *La Gaceta*, pág. 96.
- Camacho, M. G. (2013). *Propuesta de diseño geométrico vial para un paso a desnivel*. Managua ;Nicaragua.
- Canales, E. M., & Corrales, A. E. (2011). *Perfil Epidemiológico de los accidentes de tránsito en el Municipio de León-Nicaragua , en el periodo comprendido de enero del 2010 a diciembre del 2011*. León,Nicaragua: Repositorio Institucional UNAN-León.
- Cantillo, V., & Arrellana, J. (2015). *Modelación Econométrica para evaluar la severidad de accidentes en carretera. Aplicación a vías interurbanas Colombianas*. Barranquilla: Universidad del Norte.
- Cardenas Lopez, I. A. (2007). *Simulación del tráfico en semáforos de la ciudad de León, Nicaragua*. León, Nicaragua: Repositorio Institucional UNAN-León.
- Duque-Escobar, G. (2007). *Introducción a la economía del transporte*. Manizales del Alma Colombia: UNAL Sede Manizales.
- Escuela Politécnica Nacional. (2021). Modelización Econométrica de los Accidentes de Tránsito en el Ecuador. *Revista Politécnica*, pag. 1.
- Fridström, L. (2002). *Un enfoque econométrico para los accidentes de tránsito*. Noruega.
- Fuentes, Á. B., & Rodríguez, J. D. (2021). *Modelo de análisis correlacional para la identificación de patrones asociados a los accidentes de tránsito de Yopal .* Colombia: Asociación Colombiana de Facultades de Ingeniería (ACOFI).

- Gálve, P. L. (2021). *Relación entre el parque automotor y su impacto ambiental*. Lambayeque, Perú: Fondo Editorial de la Universidad Señor de Sipán.
- Garcia, S. J. (2006). *Perfil Epidemiológico de pacientes lesionados por accidentes de tránsito*. León Nicaragua.
- Giménez Bertran, O. V. (2021). *Modelización de la probabilidad de siniestros y accidentes de automóvil*. Barcelona,España: Dipòsit Digital de la Universitat de Barcelona.
- González, M., Talavera, A., & Ruíz, M. (2017). *Accidentes de tránsito asociados al manejo inadecuado y su incidencia como problemática de salud pública en la población motorizada de la ciudad de Estelí*. Estelí, Nicaragua: Repositorio de la UNAN-León.
- Gujarati, D. &. (2010). *Econometría. Quinta edición*. Mexico, D.F.: Mc Graw Hill.
- Gutiérrez, M. A., Morata, L. B., & Prieto, M. S. (2015). Modelización del tiempo de hospitalización en lesiones por tránsito. *Universitat de Barcelona*.
- Hudiel, S. J., & Mendoza, J. L. (2021). *Determinacion de tasas de crecimiento de tráfico promedio diario anual*. Managua;Nicaragua.
- INIDE . (2010-2022). *Anuario Estadístico INIDE*. Managua: INIDE.
- Lopez, I. A. (2007). *Simulación del tráfico en semáforos de la ciudad de León- Nicaragua*. León.
- Margie Peden, R. S. (2004). *World report on road traffic injury prevention* . Geneva : World Health Organization.
- Mauricio, J. A. (marzo de 2007). *Universidad Complutense de Madrid*. Obtenido de Universidad Complutense de Madrid: <https://www.ucm.es/>
- Norman, L. (1962). *Road Traffic Accidents:Epidemiology,Control and Prevention*. Geneva: World Health Organization.
- Normas Jurídicas de Nicaragua, M. O. (27 de 05 de 2014). *"Ley para el Régimen de Circulación Vehicular e Infracciones de Tránsito"*. Obtenido de La Asamblea Nacional de la República de Nicaragua: <http://legislacion.asamblea.gob.ni>

- Novillo, J. C. (2009). *Ensayos de atropello de peatones. Descripción y simulación*. Leganés.
- Obregón, O. M. (2018). *Anuario estadístico del sector transporte*. Managua; Nicaragua : MTI.
- OMS. (2008). *Traumatismos causados por el tránsito*. Organización Mundial de la Salud.
- OMS. (06 de 04 de 2022). *Centro de Prensa*. Obtenido de Traumatismos causados por el tránsito: <https://www.who.int>
- OMS. (06 de 04 de 2022). *Centro de Prensa*. Obtenido de Traumatismos causados por el tránsito: <https://www.who.int/es>
- OMS. (13 de 12 de 2023). *Informe sobre la situación mundial de la seguridad vial*. Ginebra: Organización Mundial de la Salud. Obtenido de Organización Mundial de la Salud: <https://www.who.int>
- OMS. (13 de 12 de 2023). *Informe sobre la situación mundial de la seguridad vial*. Ginebra: Organización Mundial de la Salud. Obtenido de Organización Mundial de la Salud: <https://www.who.int>
- OMS. (13 de 12 de 2023). *Traumatismos causados por el tránsito*. Obtenido de Organización Mundial de la Salud: <https://www.who.int>
- ONU. (2018). *Día Mundial en Recuerdo de las Víctimas de Accidentes de Tránsito*. Obtenido de Accidentes de tráfico: causa principal de la muerte de jóvenes de entre 15 y 29 años: <https://www.un.org>
- ONU. (2020). *Organización de las Naciones Unidas*. Obtenido de Día Mundial en Recuerdo de Víctimas de los Accidentes de Tráfico: <https://www.un.org>
- ONU. (2022 de 06 de 2022). *Accidentes viales: “Una epidemia silenciosa y ambulante” que mata a 1,3 millones de personas por año*. Nueva York: Organización de las Naciones Unidas. Obtenido de Noticias ONU: <https://news.un.org>
- ONU. (02 de Junio de 2023). El cinturón de seguridad ha salvado millones de vidas en los últimos 50 años. *Seguridad Vial*, pág. <https://news.un.org>.

- OPS. (2016). *La seguridad vial en la región de las Americas*. Washington, D.C.: Organización Panamericana de la Salud.
- Paniagua, E. A. (2017). *Incidencia de personas lesionadas y fallecidas por accidente de transito en el departamento de Chinandega en el periodo de enero a abril del año 2017*. Managua, Nicaragua: Repositorio de la UNAN-León.
- Paola, C., & Rodrigo Antonio González, J. D. (2017). *Sistema electrónico para el monitoreo de flujo vehicular*. Managua; Nicaragua.
- Peralta, P. H. (11 de 2013). *Universidad Autónoma del Estado de Morelos*. Obtenido de Universidad Autónoma del Estado de Morelos: <https://riaa.uaem.mx>
- Policía Nacional. (2014). *Manual del Conductor Segunda Edición*. Managua: Departamento de Prevención y Seguridad Vial.
- Policía Nacional. (2022). *Plan Nacional de Emergencia Vial*. Managua,Nicaragua: Policía Nacional.
- Policía Nacional. (2024). *Emergencia vial*. Managua: Policía Nacional.
- Rivera, D. P. (2005). *Análisis de series temporales*. Madrid: Alianza Editorial, S. A.
- RoadPeace. (20 de Octubre de 2022). Road Crash Victims Remembered. *RoadPeace*. Obtenido de ¿Quién fue el primer caso de muerte en la carretera documentado en el mundo?: <https://www.roadpeace.org>
- Rocha, S. E. (2007). *Mortalidad por accidentes de tránsito en el Departamento de Managua, valorados por el Instituto de Medicina Legal, 2004-2005*. Managua,Nicaragua.: CIES, UNAN-Managua.
- Rubio, E. J. (2013). *Analizar los expedientes sobre accidentes de tránsito ocurridos en Tipitapa con muertos –lesionados y daños (2009-2010)*. León, Nicaragua: Repositorio de la UNAN-León.
- Senisse, A. (2016). *La seguridad vial en la region de las Américas* (Vols. ISBN: 978-92-75-11912-9). Washington, D.C.

Wayne W, D. (1991). *Bioestadística: Base para el análisis de las ciencias de la salud*. México, D.F. 1991: LIMUSA. S.A de C.V. Balderas 95, Primer piso, 06040. México.D.F.