

**Estudio del consumo de combustible y las emisiones de vehículos del parque automotor del
área metropolitana de Bucaramanga**

Jhon Alexander Ortiz Toro

Trabajo de grado para optar el título de ingeniero mecánico

Director

Jorge Luis Chacón Velasco

Profesor EIM

Universidad Industrial de Santander

Facultad de Ingenierías Físico-Mecánicas

Escuela de Ingeniería Mecánica

Bucaramanga

2025

Dedicatoria

Este trabajo de grado va dedicado primeramente a Dios que ha sido mi fortaleza en los momentos difíciles y nunca me abandono cuando más lo necesite, a mi padre Yolvi Ortiz que me guio en este largo camino impulsándome a seguir mis sueños dándome el apoyo que siempre requerí, a mi madre Osiris Toro por todo el amor que me brindó , a mis abuelos por todos esos consejos que me ayudaron a crecer como persona , a mi hermano por empujarme a salir adelante , a María Restrepo por ser un apoyo incondicional a lo largo de mis estudios quien fue mi respaldo, mi cómplice y mi motor cuando los días eran difíciles, quien nunca me dejo de alentar cuando todo parecía gris.

Agradecimientos

Deseo manifestar mi profundo agradecimiento a todas las personas que me han brindado su apoyo en la elaboración de este proyecto de grado. A mis asesores, en especial al doctor Jorge Luis Chacón Velasco, por su guía y valiosos consejos, que fueron clave para el avance de esta investigación. A la Universidad Industrial de Santander, por brindarme las herramientas y el espacio académico necesarios para llevar a cabo este trabajo. A mi familia, por su amor sin condiciones, su paciencia y su apoyo inquebrantable, que me otorgaron la fortaleza para avanzar en cada fase de este camino. A mis compañeros y amigos, quienes con su compañía y aliento hicieron este proceso más llevadero. Finalmente, Agradezco a todas las personas e instituciones que, de una forma u otra, apoyaron el éxito de este proyecto. Sin su ayuda, este logro no habría sido factible.

Tabla de Contenido

Introducción11

1. Objetivos13

 1.1. Objetivo General 13

 1.2. Objetivos Específicos 13

2. Marco Teórico.....14

 2.1. Motores para carros.....14

 2.1.1 Motores para carros14

 2.1.2 Motores eléctricos15

 2.1.3 Motores combinados15

 2.2. Combustible16

 2.3. Motores de combustión interna.....16

 2.4. Consumo de combustible16

 2.5. Emisión de contaminantes17

 2.5.1. Óxido de nitrógeno.....17

 2.5.2. Monóxido de carbono.....18

 2.5.3. Emisiones del efecto invernadero.....18

 2.5.4. Hidrocarburo hexano.....19

 2.6. Norma técnica Colombiana NTC 5365.....19

 2.7. Parque automotor19

 2.8. Norma EURO.....20

3. Diagrama metodología.....20

4. Análisis bibliométrico de artículos científicos.....21

ESTUDIO DE CONSUMO DE COMBUSTIBLE Y EMISIONES DE VEHÍCULOS

5

4.1. Producción científica anual.....	22
4.2. Países destacados por la producción científica	23
4.3. Palabras relevantes.....	24
4.4. Tendencia de los temas	26
4.5. Evolución temática.....	28
5. CAPITULO I	30
5.1 Parque automotor AMB	31
5.2 Composición de vehículos de Bucaramanga	33
5.3 Composición de vehículos de Girón.....	34
5.4 Composición de vehículos de Piedecuesta	35
5.5 Composición de vehículos de Floridablanca	35
5.6 Parque automotor de Bucaramanga y el área metropolitana en el año 2018 al 2022	36
6. CAPITULO II.....	38
6.1 Combustible del parque automotor de Bucaramanga y el área metropolitana.....	42
7. CAPITULO III.....	43
7.1 Emisiones de gases del parque automotor de Bucaramanga y el área metropolitana.	45
8. CAPITULO IV.....	49
8.1 Análisis basado en el índice de carbono para comparar con el uso de energías limpias.....	49
9. Conclusiones	51
10. Recomendaciones	53
Referencias Bibliográficas	55
Apéndices.....	60

Lista de Tablas

Tabla 1. Datos parque automotor.....	31
Tabla 2. Datos parque automotor por año.	37
Tabla 3.ANOVA.....	39
Tabla 4. Combustible del parque automotor del área metropolitana de Bucaramanga.....	42
Tabla 5. Análisis de varianza.	44
Tabla 6.Emisiones del parque automotor del área metropolitana de Bucaramanga.	45
Tabla 7. Emisión de CO2.....	46
Tabla 8. Emisión de NO.....	47
Tabla 9. Emisión de VOC.....	47
Tabla 10. Emisión CO.....	48
Tabla 11. Emisión de PM2.5.	48
Tabla 12. Total, de emisiones CO2 parque automotor AMB.	49

Lista de Figuras

Figura 1. Diagrama metodología análisis y resultados.....	21
Figura 2. Producción científica anual.	23
Figura 3. Países destacados por la producción científica.	23
Figura 4. Palabras más relevantes.....	25
Figura 5. Tendencias asociadas al estudio del consumo de combustible y las emisiones de automóviles a gasolina.	27
Figura 6. Evolución temática.	28
Figura 7. Parque automotor AMB.	30
Figura 8. Vehículos registrados.	31
Figura 9. Composición vehicular de Bucaramanga.....	33
Figura 10. Composición vehicular de Girón.	34
Figura 11. Composición vehicular de Piedecuesta.....	35
Figura 12. Composición vehicular de Floridablanca.....	36
Figura 13. Parque automotor de Bucaramanga y el área metropolitana por año.....	38
Figura 14. Información ambiental.....	40
Figura 15. Existencia de datos.	40
Figura 16. Resultados EC.....	41
Figura 17. Combustible del parque automotor del área metropolitana de Bucaramanga. .	43
Figura 18. Distribución de emisiones por categoría vehicular.	46

Lista de Apéndices

Apéndice A. Tramites de RUNT en el AMB.....60

Apéndice B. Simulaciones.70

Apéndice C. Simulaciones de emisiones.....73

Resumen

Título: Estudio del consumo de combustible y las emisiones de automóviles a gasolina del parque automotor del área metropolitana de Bucaramanga*

Autor: Jhon Alexander Ortiz Toro **

Palabras clave: Consumo de combustible, Automóviles a gasolina, Emisiones de gases, Parque automotor, Alternativas de movilidad sostenible.

Descripción: Este proyecto de grado se centra en el análisis del uso de combustible y las emisiones de los vehículos a gasolina en el parque automotor de la zona metropolitana de Bucaramanga. El propósito fundamental es analizar el efecto ambiental que producen estos automóviles, examinando la cantidad de contaminantes que se liberan, como el dióxido de carbono (CO₂), los óxidos de nitrógeno (NO_x) y las partículas finas (PM), los cuales influyen en la calidad del aire en la zona. Para esto, se reunió información acerca de las especificaciones de los automóviles, como su clase de motor, y hábitos de uso, además de datos de consumo de combustible y emisiones. Asimismo, se analizaron las tendencias en el uso de gasolina según aspectos como la eficiencia energética de los automóviles y el patrón del tráfico. Los hallazgos facilitan la identificación de las principales causas de contaminación por vehículos y sugieren estrategias para reducir su efecto, como la adopción de tecnologías más eficaces, la incentivación de vehículos eléctricos y la creación de políticas públicas enfocadas en mejorar la movilidad urbana y disminuir las emisiones. Este análisis aporta a la comprensión de la conexión entre el parque vehicular y la calidad del aire en Bucaramanga, ofreciendo una base para la toma de decisiones que favorezcan un entorno más sostenible.

*Trabajo de grado

** Facultad de Físico-Mecánicas. Escuela de ingeniería mecánica. Director: Jorge Luis Chacón Velasco. Profesor EIM.

Abstract

Title: Study of fuel consumption and emissions of gasoline cars in the vehicle fleet of the metropolitan area of Bucaramanga*

Author: Jhon Alexander Ortiz Toro **

Keywords: Fuel consumption, Gasoline cars, Gas emissions, Vehicle fleet, Sustainable mobility alternatives.

Description: This degree project focuses on the analysis of fuel use and emissions of gasoline vehicles in the vehicle fleet of the metropolitan area of Bucaramanga. The fundamental thing is to analyze the environmental effect that these cars produce, examining the amount of pollutants that are released, such as carbon dioxide (CO₂), nitrogen oxides (NO_x) and fine particles (PM), which influence the air quality in the area. To do this, information is collected about the car's specifications, such as its engine class and usage habits, as well as fuel consumption and emissions data. Likewise, trends in gasoline use were analyzed according to aspects such as the energy efficiency of cars and traffic patterns. The findings facilitate the identification of the main causes of pollution from vehicles and suggest strategies to reduce its effect, such as the adoption of more effective technologies, the encouragement of electric vehicles and the creation of public policies focused on improving urban mobility and reducing emissions. This analysis contributes to the understanding of the connection between the vehicle fleet and air quality in Bucaramanga, offering a basis for making decisions that favor a more sustainable environment.

*Degree Thesis

** Faculty of Physics and Mechanics. School of Mechanical Engineering. Director: Jorge Luis Chacón Velasco. Professor EIM.

Introducción

El transporte en Colombia genera el 78% de las emisiones de gases contaminantes, incluyendo monóxido de carbono, dióxido de carbono y óxido de nitrógeno, que provienen de las fuentes móviles, principalmente de camiones, buses y motos. En el 2015 el 9% de las muertes en el país fueron causadas por la baja calidad del aire, percibiendo que este es el principal problema ambiental (Céspedes, 2022).

Las naciones en desarrollo están acelerando sus estrategias para introducir vehículos eléctricos con el fin de disminuir las emisiones de gases y fomentar nuevas tecnologías sostenibles. Las ventajas incluyen una mejor salud pública, disminución del tráfico en las ciudades y una menor dependencia de los costosos combustibles. De acuerdo con información de la Agencia Internacional de Energía (AIE), el sector de los automóviles eléctricos ha crecido, con una clara muestra de que en 2022 se comercializaron 10 millones de vehículos eléctricos (Torre, 2023).

Este proyecto de grado tiene como objetivo proponerle a la sociedad colombiana posibles alternativas para un plan de movilidad sostenible, centrándose en el uso de combustible y la emisión de gases, con esto poder realizar un mecanismo de transición a vehículos híbridos y eléctricos, los cuales son menos contaminantes para el medio ambiente. A lo que nos planteamos la siguiente pregunta ¿Cuál es el consumo de automóviles a gasolina del parque automotor del área metropolitana de Bucaramanga?, dando como respuesta el análisis que se hará en este trabajo de grado.

Este proyecto de grado forma parte del desarrollo de proyecto de investigación: “ALTERNATIVAS DE MOVILIDAD SOSTENIBLES EN CIUDADES COLOMBIANAS” que presenta diferentes alternativas de movilidad más sostenibles en ciudades como: Área Metropolitana de Bucaramanga (Bucaramanga, Floridablanca, Girón, Piedecuesta), Cúcuta y Barrancabermeja; y en consecuencia, elevar la calidad de vida de los residentes de estas ciudades.

1. Objetivos

1.1. Objetivo General

Realizar un análisis aproximado sobre el consumo de combustibles y las emisiones de gases de automóviles a gasolina del parque automotor para el área metropolitana de Bucaramanga, proponiendo posibles alternativas para un plan de movilidad sostenible que eleve la calidad de vida de la población, teniendo un periodo de búsqueda el cual va desde el año 2010 al 2023.

1.2. Objetivos Específicos

Obtener una base de datos de los automóviles del área metropolitana de Bucaramanga que operan con gasolina basado en la información suministrada por fuentes oficiales como: RUNT, direcciones de tránsito (Bucaramanga, Floridablanca, Girón, Piedecuesta), AMB, CDMB, Etc.

Evaluación del consumo de combustible de los vehículos basado en características como cilindrada del motor y kilometraje recorrido.

Evaluación de las emisiones de los vehículos basado en los datos suministrados en las bases de datos obtenidas del área metropolitana de Bucaramanga.

Determinar el impacto de las emisiones de automóviles a gasolina a través de un análisis basado en el índice de carbono para comparar con el uso de energías limpias.

2. Marco Teórico

2.1. Motores para carros

Los motores de automóviles difieren en gran medida en cuanto a tamaño, diseño y tipo de combustible. La gran parte de los coches actuales emplea motores de combustión interna de cuatro tiempos, bien sean de gasolina o diésel. Estos motores pueden tener diferentes configuraciones de cilindros, como motores de cuatro cilindros, seis cilindros, ocho cilindros, y así sucesivamente. Además, con la creciente popularidad de los vehículos eléctricos, también se están utilizando cada vez más motores eléctricos en la propulsión de automóviles. (Los tipos de motores para carros son: motores diésel, motores eléctricos y motores combinados).

2.1.1 Motores para carros

Los motores diésel son motores de combustión interna que operan a través de la ignición por compresión del combustible diésel. A diferencia de los motores a gasolina, los motores diésel no necesitan una chispa para activar el combustible. Por otro lado, el aire se comprime en la cámara de combustión a una temperatura suficientemente elevada como para inflamar el combustible diésel atomizado dentro de la cámara. Los motores diésel son reconocidos por su efectividad en el uso de combustible y su habilidad para producir un gran torque, lo que los convierte en favoritos para camiones, vehículos de carga y ciertos autos de pasajeros (RO-DES, 2015).

2.1.2 Motores eléctricos

Los motores eléctricos son aparatos que transforman la energía eléctrica en energía mecánica. Operan a través de la interacción entre un campo magnético producido por corriente eléctrica y un conductor que lleva dicha corriente. Los motores eléctricos se emplean en diversas aplicaciones, que van desde aparatos domésticos hasta automóviles eléctricos. Son reconocidos por su eficacia, escaso mantenimiento y habilidad para ofrecer un torque inmediato desde el comienzo. En los automóviles eléctricos, los motores eléctricos son la principal fuente de impulso, ofreciendo una opción limpia y silenciosa frente a los motores de combustión interna (Cama, 2020).

2.1.3 Motores combinados

Los motores combinados, también conocidos como sistemas híbridos, combinan dos o más tipos de motores para proporcionar potencia a un vehículo. Esto normalmente conlleva la fusión de un motor de combustión interna, como un motor de diésel o gasolina, con uno o más motores eléctricos. Los sistemas híbridos pueden variar en su diseño y funcionamiento, desde híbridos suaves que proporcionan asistencia eléctrica al motor principal hasta híbridos enchufables que pueden funcionar solo con energía eléctrica durante distancias cortas. Estos sistemas están diseñados para mejorar la eficiencia del combustible, reducir las emisiones y proporcionar un rendimiento mejorado en términos de potencia y torque. Son comunes en automóviles, camiones y autobuses, entre otros vehículos (Motor MAPFRE, 2021).

2.2. Combustible

La combustión es una reacción química que libera calor, luz y productos de combustión, resultante de la interacción entre un combustible y un oxidante. En un motor de combustión interna, como un motor a gasolina o diésel, la combustión se produce dentro de la cámara de combustión al mezclarse el combustible (gasolina o diésel) con el oxidante (aire) y encenderse. Este procedimiento produce energía térmica que se transforma en energía mecánica para accionar el pistón, que a su vez desplaza el vehículo u otra máquina. La combustión es fundamental para la mayoría de las fuentes de energía que empleamos diariamente, desde la producción de electricidad hasta la movilidad de vehículos (León, 2021).

2.3. Motores de combustión interna

Los motores de combustión interna son aparatos que transforman la energía química de un combustible en energía mecánica a través de la combustión en una cámara de combustión. Estos motores pueden clasificarse en dos tipos principales: motores a gasolina y motores diésel. Los dos tipos de motores se utilizan extensamente en diversas aplicaciones, que van desde vehículos hasta generadores industriales, y son esenciales para la economía actual y el transporte (León, 2021).

2.4. Consumo de combustible

El consumo de combustible es un aspecto fundamental en el gasto operativo de un vehículo que puede llegar a reflejar, para ciertos tipos de vehículos en algunas áreas, hasta el 50 % de los gastos de transporte por unidad de vehículo (Posada Henao & González-Calderón, 2013).

El modelo COPERT es una herramienta de análisis de regresión lineal diseñada para calcular el consumo específico de combustible, que se desarrolla mediante combinaciones lineales

de las variables de peso del vehículo, tamaño del motor, potencia nominal, relación potencia/peso; además, se utiliza el consumo específico de combustible de la homologación como variable independiente y, en algunos casos, el tipo de transmisión (manual o automática) (GÓMEZ ESPINOZA, 2018).

2.5. Emisión de contaminantes

La quema de combustibles fósiles en motores de combustión interna y otros procedimientos industriales puede generar diversas emisiones contaminantes. Entre los contaminantes más frecuentes se encuentran: Dióxido de carbono (CO₂), Óxidos de nitrógeno (NO_x), Monóxido de carbono (CO) y el hidrocarburo hexano. Disminuir estas emisiones nocivas es un objetivo fundamental para salvaguardar el medio ambiente y la salud de la población.

2.5.1. Óxido de nitrógeno

El óxido de nitrógeno (NO_x) es una serie de gases muy reactivos que se generan durante la combustión a elevadas temperaturas, como sucede en los motores de combustión interna. En los motores de combustión interna, como los utilizados en automóviles, los NO_x se generan por la elevada temperatura en la cámara de combustión durante el proceso de combustión. Esto puede suceder especialmente al quemar una mezcla de aire y combustible en situaciones de alta presión y temperatura, como en motores diésel y de gasolina. Contribuyen a la creación de smog, la lluvia ácida y el ozono en la troposfera, que pueden influir en la calidad del aire y en la salud respiratoria de las personas (Caputo et al., 2016).

2.5.2. Monóxido de carbono

El monóxido de carbono (CO) es un gas venenoso e sin olor que se genera en el proceso de combustión incompleta de sustancias que contienen carbono, como el carbón, la leña, el gas natural y combustibles líquidos como la gasolina y el diésel. En los motores de combustión interna, se genera CO cuando hay insuficiente oxígeno para lograr una combustión completa del combustible. En los automóviles, el CO se genera mayormente en el sistema de escape del motor. Cuando la combinación de aire y combustible no se quema completamente en la cámara de combustión, ya sea por una proporción errónea de aire y combustible o por una temperatura de combustión inadecuada, se genera CO en lugar de dióxido de carbono (CO₂) (Caputo et al., 2016).

2.5.3. Emisiones del efecto invernadero.

El dióxido de carbono (CO₂) es un gas que se genera tras la combustión completa de materiales con carbono, como el carbón, la madera, el petróleo y los combustibles fósiles. Durante la quema, el carbono presente en el combustible se une al oxígeno del aire, formando dióxido de carbono (Ortiz et al., 2011). En el ámbito de la combustión en motores de combustión interna, como los de automóviles, el CO₂ se genera como resultado de quemar combustible (gasolina o diésel) en presencia de oxígeno dentro de la cámara de combustión (Maldonado & Vega, 2004). Aunque el CO₂ es un subproducto inevitable de la combustión de hidrocarburos, su producción se ve influenciada por la eficiencia del motor y el contenido de carbono en el combustible (Caputo et al., 2016).

2.5.4. Hidrocarburo hexano.

El hexano es un hidrocarburo alifático saturado que está compuesto por seis átomos de carbono y 14 átomos de hidrógeno, con la fórmula química C_6H_{14} . Es un líquido transparente con un aroma distintivo. El hexano se emplea en múltiples aplicaciones industriales, como solvente para la extracción de aceites vegetales y grasas, en la elaboración de caucho y en la generación de combustible para motores de combustión interna. Al quemar hexano en la combustión, este reacciona con el oxígeno presente en el aire, produciendo dióxido de carbono (CO_2), agua (H_2O) y calor (Caputo et al., 2016).

2.6. Norma técnica Colombiana NTC 5365

La Norma Técnica Colombiana NTC 5365 aborda las especificaciones de calidad del aire en la operación de vehículos automotores. Esta norma determina los límites máximos aceptables de emisión de contaminantes atmosféricos para automóviles nuevos y usados en Colombia. Estos contaminantes abarcan dióxido de carbono (CO_2), monóxido de carbono (CO), óxidos de nitrógeno (NO_x), hidrocarburos (HC) y partículas en suspensión (PM). La NTC 5365 también establece los procedimientos de medición y evaluación de las emisiones vehiculares, así como los requisitos para la inspección y control técnico de los vehículos en términos de emisiones contaminantes (NTC 5365, 2012).

2.7. Parque automotor

Se alude al total de vehículos motorizados que están registrados y operando en una zona geográfica determinada, como un país, una ciudad o una región. Este grupo abarca vehículos de pasajeros, camiones, autobuses, motos, vehículos comerciales y cualquier otro tipo de transporte

motorizado utilizado. La magnitud y la estructura del parque automotor pueden fluctuar en función de diferentes elementos, como la densidad poblacional, el grado de desarrollo económico, las políticas de movilidad, las características geográficas y la disponibilidad de infraestructura de transporte. Los gobiernos, las entidades de transporte y otros organismos tienden a mantener registros exhaustivos del parque automotor para objetivos de planificación, regulación y políticas públicas vinculadas al transporte y al medio ambiente (Lopez, 2023).

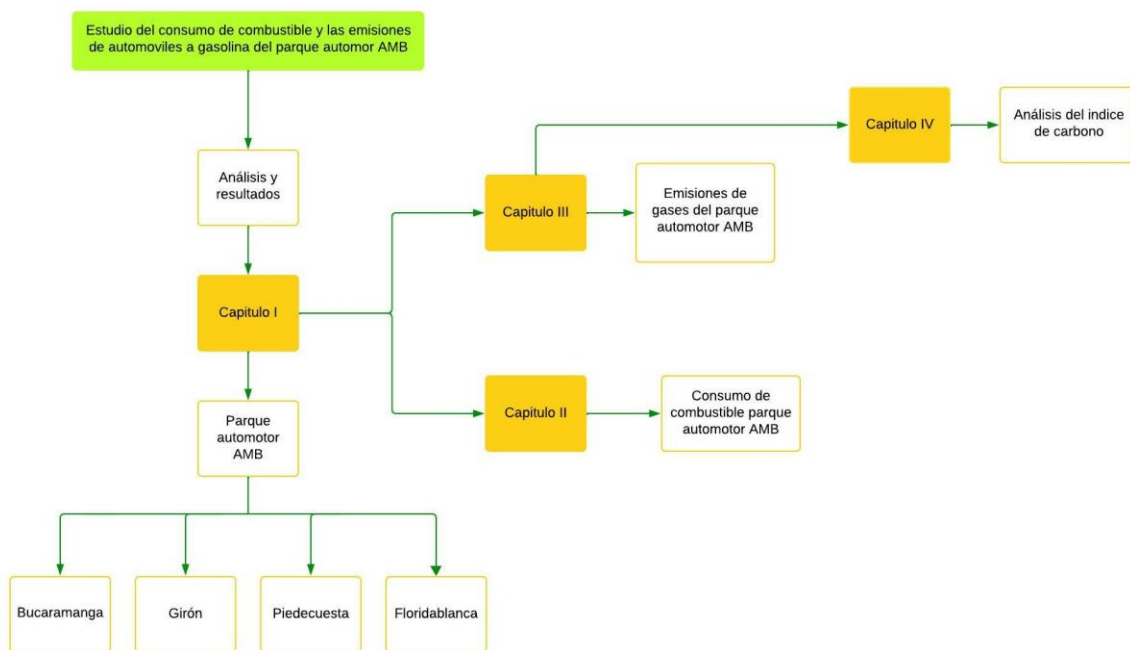
2.8. Norma EURO

Se trata de un conjunto de normativas implementadas por la Unión Europea para reducir las emisiones nocivas de los vehículos. Esta regulación se aplica a todos los vehículos nuevos vendidos en la Unión Europea y establece límites máximos para las emisiones de óxidos de nitrógeno, partículas y otros contaminantes. Las metas esenciales son optimizar la calidad del aire y reducir el impacto ambiental de los automóviles (Vera García, 2023).

3. Diagrama metodología

En la Figura 1 Se muestra el diagrama pormenorizado de la metodología empleada para el análisis y los resultados del proyecto de grado, como se puede observar se divide por capítulos en donde cada uno responde a los objetivos específicos de este proyecto. El primer capítulo se divide en la conformación del parque automotor del área metropolitana de Bucaramanga, el segundo capítulo hace alusión a el segundo objetivo que es el consumo se combustible de AMB, el tercer capítulo nos muestra las emisiones contaminantes que se presentan en el parque automotor y por último está el cuarto capitulo que es un pequeño análisis del índice de carbono

Figura 1. Diagrama metodología análisis y resultados.



Nota: elaboración propia, 2024.

4. Análisis bibliométrico de artículos científicos

Para el análisis bibliométrico se realizó la búsqueda y recolección de literatura publicada en la base de datos científica Scopus® con el fin de esquematizar y resumir los temas relacionados con el proyecto de investigación. Las palabras claves de la investigación fueron: “fuel consumption”, “gasoline cars”, “gas emissions”, “vehicle fleet” “sustainable mobility alternatives”, estos términos se filtraron y como resultado, se recuperaron 100 artículos (Castillo Herrera et al., 2020) de los cuales se hizo uso de 82 artículos, ya que estos eran los que cumplían con los filtros de palabras clave (Hernández, 2019), temas relacionados al proyecto a investigar y año de publicación (Zárate et al., 2007). A estos artículos se le

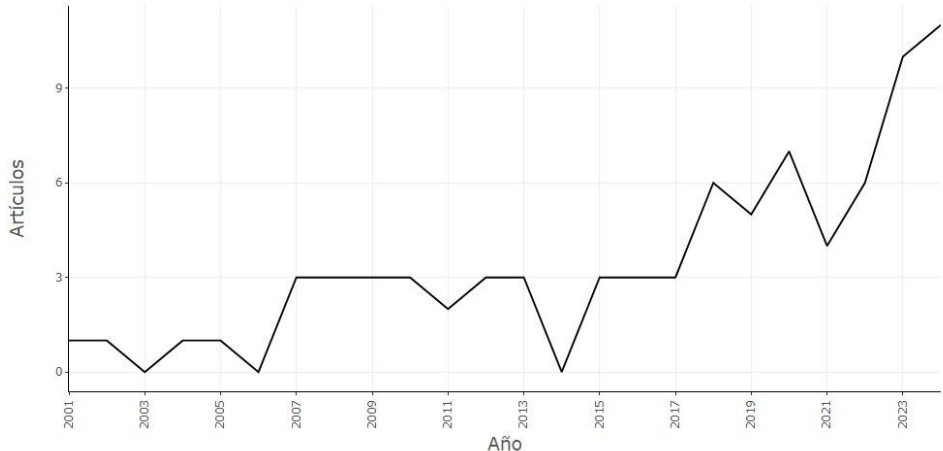
tabularon los datos por medio de la herramienta EXCEL en donde se crearon tablas con descripción, año de publicación, palabras clave, autores, entre otros parámetros.

Asimismo, por medio del software R studio y Bibliometrix®, se realizó una indagación bibliométrica donde se cargaron los artículos de interés encontrados para el proyecto de investigación, obteniendo resultados de las tendencias de los temas, los países con mayor producción literaria, la evolución temática presente en el proyecto y la producción científica anual.

4.1. Producción científica anual

Con respecto a la producción científica anual, se puede observar un incremento en los últimos años, debido al interés sobre investigación científica en el mundo. En relación con lo anterior, la producción científica mundial aumentó notablemente en los últimos años (Ver Figura 2). El interés en la movilidad sostenible ha crecido considerablemente en las últimas décadas debido a la creciente preocupación por el cambio climático, la necesidad de disminuir las emisiones de gases de efecto invernadero y la búsqueda de alternativas energéticas más limpias, lo que fortalece la tendencia mundial hacia un transporte eficiente y sostenible.

Figura 2. Producción científica anual.

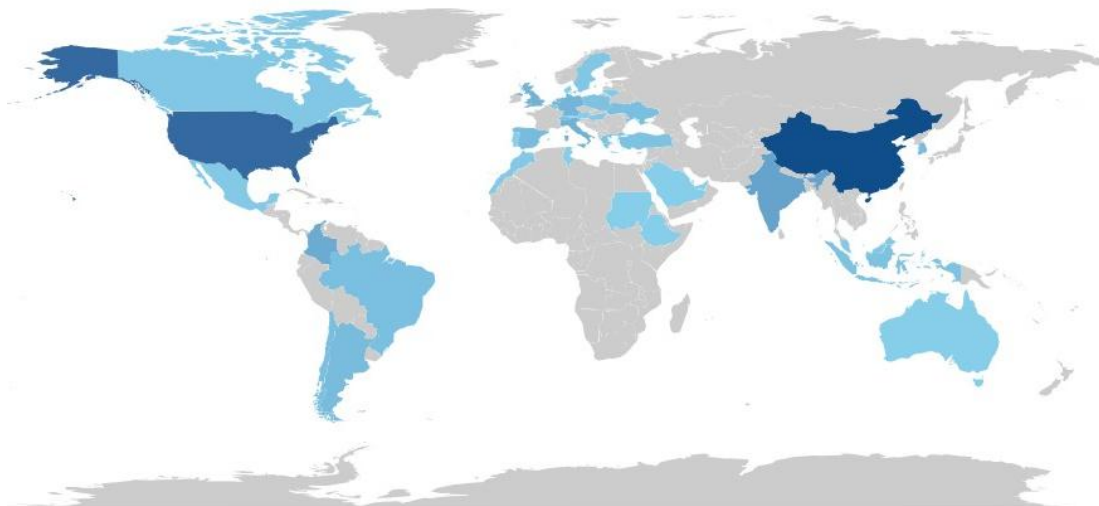


Nota: Tomado de “Bibliometrix” por elaboración propia,2024.

4.2. Países destacados por la producción científica

En la producción científica por países se destacó China de Asia y Estados Unidos de América con 40 y 31 artículos de estudios científicos sobre el tema tratado respectivamente (Ver Figura 3), asociado a las emisiones de vehículos a gasolina y el uso de combustibles.

Figura 3. Países destacados por la producción científica.



Country	Freq
CHINA	40
USA	31
INDIA	13
COLOMBIA	11
ITALY	9
UK	9
GERMANY	8
NETHERLANDS	7
ARGENTINA	6
SOUTH KOREA	6

Nota: Tomado de “Bibliometrix” por elaboración propia,2024.

Los dos países han realizado intervenciones importantes en investigación y desarrollo para enfrentar los desafíos ambientales y energéticos que presenta el sector del transporte. China, en particular, ha aumentado sus esfuerzos debido a la creciente inquietud por la contaminación del aire en sus urbes y la urgencia de disminuir la dependencia de los combustibles fósiles. Mientras tanto, Estados Unidos, con una larga historia en la industria automotriz y el desarrollo tecnológico, ha impulsado estudios avanzados sobre tecnologías de vehículos eléctricos, sistemas de propulsión alternativos y estrategias para mejorar la eficiencia del combustible. La colaboración internacional y el intercambio de conocimiento entre ambos países contribuyen a un enfoque global más sólido para mitigar las emisiones y promover prácticas de movilidad sostenible (Asia pacifico, 2020).

4.3. Palabras relevantes

En la Figura 4, se evidencia que las palabras más relevantes que se encontraron en los artículos científicos analizados son, vehículos, gasolina, contaminación del aire, materia particulada, calidad del aire, dióxido de carbono, monóxido de carbono, emisión del tráfico.

energética de los motores para disminuir el uso de combustible. De igual manera, se investigan opciones como los automóviles eléctricos e híbridos, que muestran una reducción en su huella de carbono al ser utilizados. Esta perspectiva integral es crucial para enfrentar los problemas ambientales y de salud vinculados al transporte, fomentando una movilidad sostenible que reduzca su efecto en la atmósfera y en la salud pública (ONU, 2022).

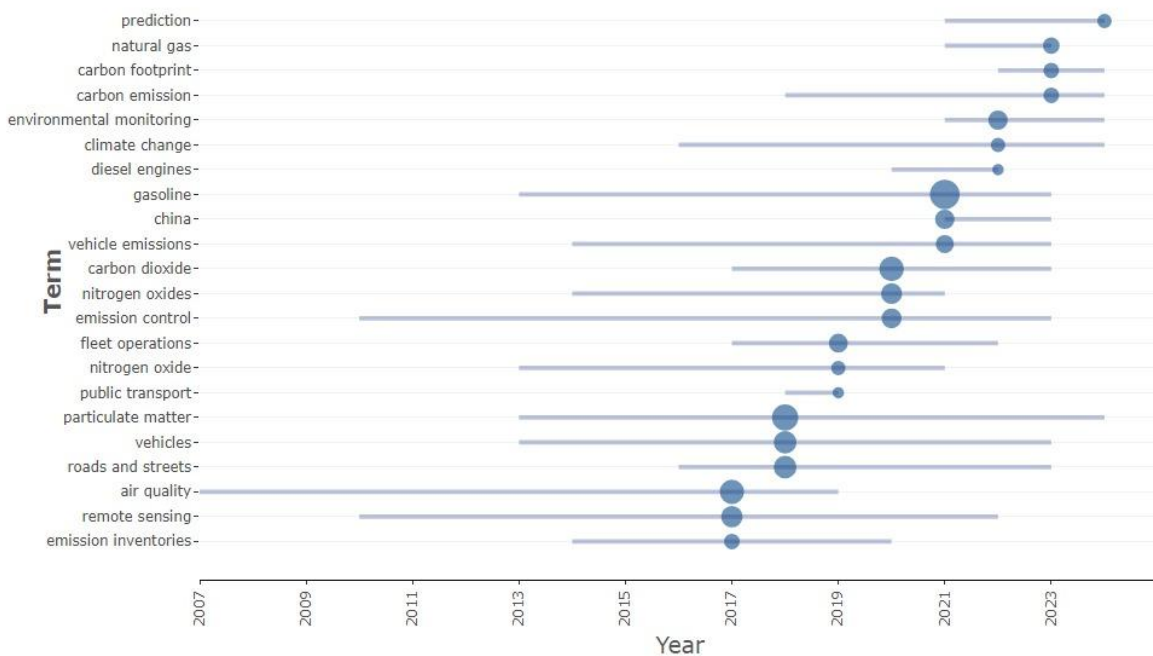
4.4. Tendencia de los temas

Los temas más importantes vistos en los artículos son calidad del aire y gasolina entre el año 2017 y 2021 como se puede ver en la Figura 5.

En años recientes, la calidad del aire y el consumo de gasolina han sido cuestiones clave en la investigación de las emisiones de gases y el uso de combustible, motivadas por inquietudes ambientales, de salud pública y regulaciones gubernamentales cada vez más rigurosas. Las emisiones de gases perjudiciales, como el dióxido de carbono (CO₂), los óxidos de nitrógeno (NO_x) y las partículas finas (PM), originadas principalmente por la quema de combustibles fósiles como la gasolina, afectan notablemente la calidad del aire y contribuyen al cambio climático y a trastornos respiratorios en la población. Esta situación ha provocado un incremento en la investigación y el desarrollo de tecnologías más limpias y eficientes, como los motores de combustión interna de bajo consumo y opciones de combustible, que incluyen mezclas de gasolina con biocombustibles y la electrificación de automóviles. Asimismo, se ha detectado una tendencia en aumento en la adopción de sistemas de vigilancia de la calidad del aire en las urbes, lo que facilita la evaluación en tiempo real de la concentración de contaminantes y su conexión directa con el tránsito vehicular y las condiciones climáticas. Este método integral ha resultado en una

mayor concienciación pública y en políticas enfocadas en disminuir las emisiones, tales como la promoción del transporte colectivo, el fomento de automóviles eléctricos e híbridos, y la optimización de la infraestructura urbana para disminuir la dependencia del combustible. La investigación contemporánea también se enfoca en crear nuevos catalizadores y sistemas de tratamiento de gases para disminuir las emisiones perjudiciales de los motores de gasolina actuales. En conjunto, estas tendencias muestran un compromiso internacional para elevar la calidad del aire y reducir los impactos perjudiciales del uso de combustibles fósiles en la salud de las personas y el entorno (EPA, 2023).

Figura 5. Tendencias vinculadas al análisis del uso de combustible y las emisiones de vehículos de gasolina.

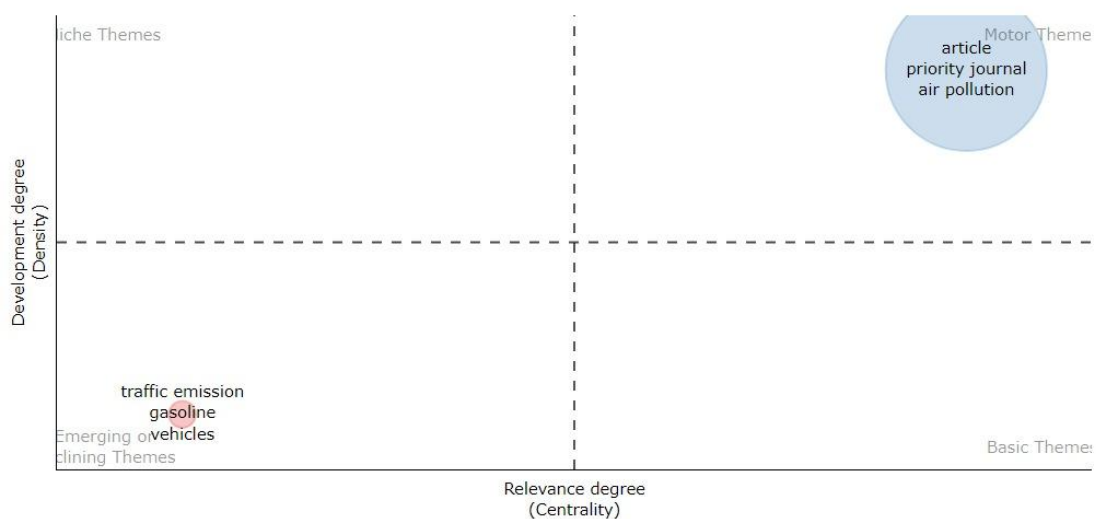


Nota: Tomado de “Bibliometrix” por elaboración propia,2024.

4.5. Evolución temática

La evolución temática se analizó en un lapso de enero del 2017 al 31 de diciembre del 2023. En la figura 6 se observa un mapa temático de palabras claves asociadas y determinadas en cuadrantes del plano cartesiano dividido en cuatro puntos de desarrollo de los temas analizados, en el primer cuadrante se posicionan los temas motores o impulsores (motor themes), en el segundo cuadrante se evidencian temas avanzados y aislados (niche themes), en el tercer cuadrante se trata de temas emergentes o en declive (emerging or declining themes) y finalmente en el cuarto cuadrante se tratan temas básicos y transversales (basic themes) (NEME-CHAVES & LOPEZ-RODRIGUEZ, 2021).

Figura 6. Evolución temática.



Nota: Tomado de “Bibliometrix” por elaboración propia,2024.

La evolución temática relacionada con la calidad del aire, las emisiones vehiculares, los automóviles y la gasolina en la investigación sobre las emisiones de gases y el uso de combustible ha sido influenciada por una creciente inquietud por el medio ambiente y la salud pública, junto a

innovaciones tecnológicas y modificaciones en la normativa. En las últimas décadas, la investigación ha evolucionado de enfoques separados sobre emisiones individuales a una perspectiva más holística que toma en cuenta las interacciones entre las fuentes de emisiones, como los automóviles, y sus efectos en la calidad del aire tanto urbano como global. En las etapas iniciales, el enfoque estuvo principalmente en medir las emisiones de CO₂ y otros contaminantes como los óxidos de nitrógeno (NO_x) y los hidrocarburos no combustibles, derivados de los motores de combustión interna que utilizan gasolina. No obstante, a lo largo del tiempo, la perspectiva ha cambiado hacia una comprensión más elaborada que abarca la evaluación del ciclo de vida de los combustibles, desde su producción hasta su consumo final, así como su impacto ambiental total. Simultáneamente, la investigación ha incluido análisis sobre la eficiencia energética de los motores y la adopción de tecnologías para controlar emisiones, tales como los catalizadores y los sistemas de reciclaje de gases de escape. Asimismo, la implementación de normativas ambientales más rigurosas, como los estándares Euro y las regulaciones de la Agencia de Protección Ambiental (EPA) de Estados Unidos, ha promovido avances tecnológicos en los automóviles, incentivando la creación de motores más eficaces y menos contaminantes, además del aumento de vehículos eléctricos e híbridos. Al mismo tiempo, se ha avanzado en el estudio de la conexión entre el tránsito vehicular, las emisiones y las condiciones atmosféricas locales, lo que ha facilitado una comprensión más profunda de cómo los hábitos de movilidad urbana impactan en la calidad del aire. Últimamente, el enfoque se ha expandido para abarcar la modelización de escenarios futuros, que analizan el efecto de la transición energética en el transporte, el papel de las energías renovables y la movilidad sostenible en la disminución de emisiones. En síntesis, la evolución de estos asuntos muestra una transformación de una visión técnica sobre las emisiones

de vehículos a una perspectiva más extensa y multidisciplinaria que contempla la calidad del aire, la salud pública, la eficiencia energética y la sostenibilidad (UE, 2019).

5. CAPITULO I

Se realizó una investigación en ciertas identidades del área metropolitana de Bucaramanga como lo son RUNT, direcciones de tránsito (Bucaramanga, Floridablanca, Girón, Piedecuesta), AMB y CDMB. De estos se recopilaron varios datos que se dispusieron en tablas, clasificándolos por municipio en el área metropolitana de Bucaramanga y por tipo de vehículos (Pinto Diaz & González Jaimes, 2022).

Figura 7. Parque automotor AMB.

No	CLASE	PARQUE AUTOMOTOR BUCARAMANGA	PARQUE AUTOMOTOR GIRÓN	PARQUE AUTOMOTOR PIEDECUESTA	PARQUE AUTOMOTOR FLORIDABLANCA	TOTAL PARQUE AUTOMOTOR ÁREA METROPOLITANA	% POR VEHÍCULO EN EL TOTAL DEL ÁREA METROPOLITANA	% PARQUE AUTOMOTOR BUCARAMANGA EN EL TOTAL DEL ÁREA	% PARQUE AUTOMOTOR GIRÓN EN EL TOTAL DEL ÁREA	% PARQUE AUTOMOTOR PIEDECUESTA EN EL TOTAL DEL ÁREA	% PARQUE AUTOMOTOR FLORIDABLANCA EN EL TOTAL DEL ÁREA
1	AUTOMÓVIL	99.126	37.721	2.080	31.337	170.264	20,05%	11,68%	4,44%	0,24%	3,69%
2	BUS	1.906	351	48	1.532	3.837	0,45%	0,22%	0,04%	0,01%	0,18%
3	BUSETA	2.167	270	90	1.043	3.570	0,42%	0,26%	0,03%	0,01%	0,12%
4	CAMIÓN	7.641	5.605	672	4.531	18.449	2,17%	0,90%	0,66%	0,08%	0,53%
5	CAMIONETA	39.493	18.964	1.039	11.433	70.929	8,35%	4,65%	2,23%	0,12%	1,35%
6	CAMPERO	17.361	2.982	367	3.754	24.464	2,88%	2,04%	0,35%	0,04%	0,44%
7	MIcro BUS	1.559	451	161	1.438	3.609	0,43%	0,18%	0,05%	0,02%	0,17%
8	TRACTO CAMIÓN	2.874	700	136	2.873	6.583	0,78%	0,34%	0,08%	0,02%	0,34%
9	VOLQUETA	1.505	889	151	766	3.311	0,39%	0,18%	0,10%	0,02%	0,09%
10	MOTOCICLETA	57.397	336.369	16.787	118.282	528.835	62,29%	6,76%	39,62%	1,98%	13,93%
11	MAQ.AGRICOLA	-	54	-	6	60	0,01%	0,00%	0,01%	0,00%	0,00%
12	MAQ. INDUSTRIAL	-	30	35	592	657	0,08%	0,00%	0,00%	0,00%	0,07%
13	MOTOCARRO	163	1.135	2	913	2.213	0,26%	0,02%	0,13%	0,00%	0,11%
14	MAQ.CONSTRUCCION	-	613	-	49	662	0,08%	0,00%	0,07%	0,00%	0,01%
15	MOTO TRICICLO	-	10	1	2	13	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
16	CICLOMOTOR	2	192	2	-	196	0,02%	0,00%	0,02%	0,00%	0,00%
17	CUATRIMOTO	91	132	9	19	251	0,03%	0,01%	0,02%	0,00%	0,00%
18	CUATRICICLO	11	13	-	1	25	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
19	REMOLQUE	1.748	13	1	106	1.868	0,22%	0,21%	0,00%	0,00%	0,01%
20	SEMIREMOLQUE	735	1.209	6	7.165	9.115	1,07%	0,09%	0,14%	0,00%	0,84%
21	MINIBÚS	-	-	-	-	-	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
22	SIN CLASE	-	-	-	89	89	0,01%	0,00%	0,00%	0,00%	0,01%
	TOTAL MUNICIPIO	233.779	407.703	21.587	185.931	849.000	100%	27,54%	48,02%	2,54%	21,90%

Nota: Tomado de (DTB - Dirección de Tránsito de Bucaramanga, 2022).

La Figura 7, Se describe cómo se compone el parque automotor de la zona metropolitana de Bucaramanga, considerando automóviles y camionetas para el análisis de este proyecto. Esta información fue recopilada por el grupo de control de tráfico de la dirección de tránsito de

Bucaramanga, abarcando las diversas dependencias de tránsito de la zona metropolitana. Estos datos fueron verificados y ampliados con la información de los trámites realizados en el Runt desde 2010 hasta 2024 en los diversos municipios del área metropolitana de Bucaramanga (Ver Apéndice A).

5.1 Parque automotor AMB

Considerando la información proporcionada por las distintas inspecciones de tránsito, se realizó una distribución de vehículos para cada municipio del área metropolitana de Bucaramanga, como se muestra en la Tabla 1, donde se toman en cuenta los vehículos contabilizados en cada inspección de tránsito (Bucaramanga, Floridablanca, Piedecuesta y Girón).

Tabla 1. Datos parque automotor.

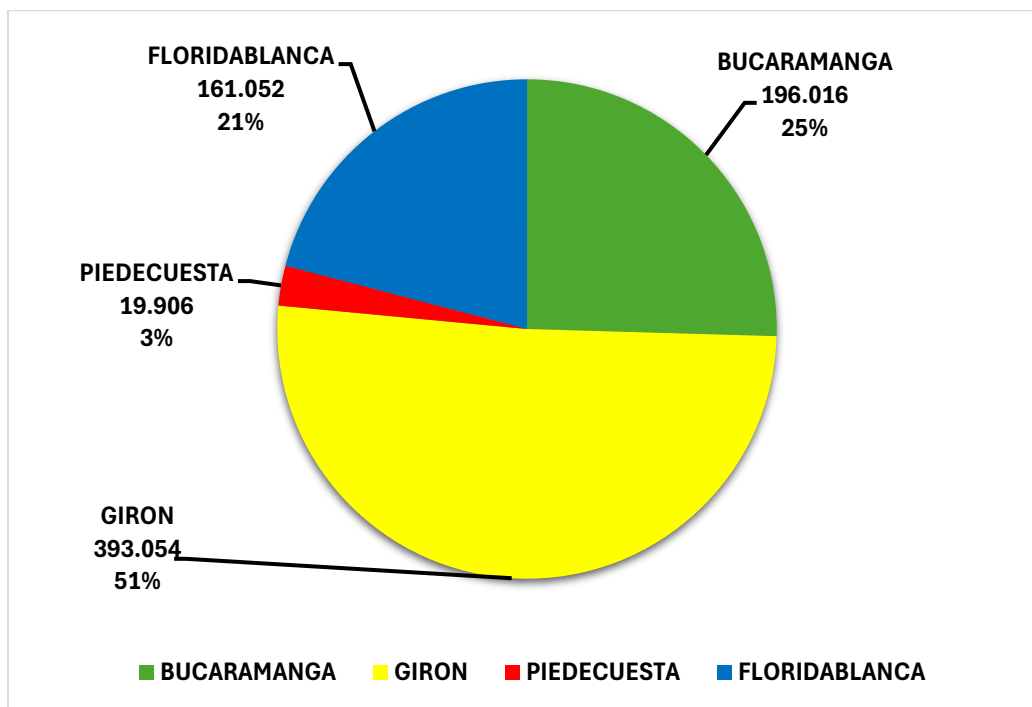
	BUCARAMANGA	GIRON	PIEDECUESTA	FLORIDABLANCA
AUTOMOVILES	99126	37721	2080	31337
CAMIONETAS	39493	18964	1039	11433
MOTOCICLETAS	57397	336369	16787	118282
TOTAL	196016	393054	19906	161052

Nota: Tomado por elaboración propia, 2024.

La Figura 8 muestra un gráfico circular que representa la distribución del parque automotor en las principales ciudades del área metropolitana de Bucaramanga. Girón acumula la mayor cantidad de automóviles, alcanzando un 51% (393.054 vehículos). A continuación, se encuentra Bucaramanga con un 25% (196.016 vehículos), destacándose como una ciudad de respaldo con un volumen considerable de automóviles. Floridablanca cuenta con el 21% (161.052 vehículos), mientras que Piedecuesta, con solo el 3% (19.906 vehículos), presenta la menor cantidad de vehículos en la circulación. Este gráfico ofrece una perspectiva clara sobre la distribución de vehículos en esta área metropolitana, donde Girón tiene un amplio predominio. El parque

automotor de Bucaramanga ha mostrado un notable crecimiento en los últimos años, con un aumento considerable en el número de vehículos, lo que ha causado mayores niveles de congestión vehicular y un impacto ambiental alarmante debido a las emisiones de CO2 y otros contaminantes. A pesar de los intentos por optimizar la movilidad urbana con iniciativas como el pico y placa y el sistema de transporte público Metrolínea, la infraestructura vial no ha evolucionado al mismo ritmo que el parque automotor, intensificando los problemas de tráfico. El cambio hacia tecnologías más ecológicas, como automóviles eléctricos, y el impulso del transporte público y sostenible son factores esenciales para optimizar la movilidad y disminuir la contaminación en la ciudad.

Figura 8. Vehículos registrados.

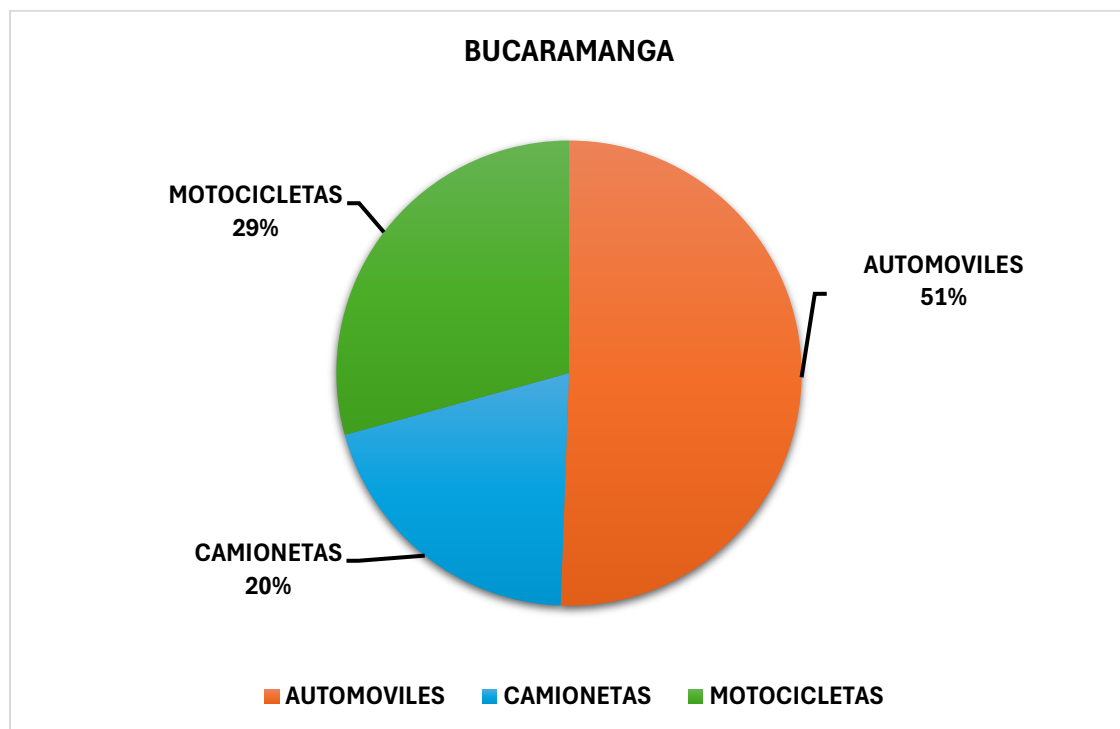


Nota: Tomado de (DTB - Dirección de Tránsito de Bucaramanga, 2022),2024.

5.2 Composición de vehículos de Bucaramanga

La Figura 9 ilustra que, en la flotilla de vehículos de Bucaramanga, el 51% de los vehículos son automóviles, el 29% son motocicletas y el 20% son camionetas. Esto indica una clara preferencia por los automóviles, probablemente debido a su economía en combustible, costos de mantenimiento y mayor adaptabilidad en entornos urbanos. Asimismo, las motocicletas con un 29% nos indica que gran parte de la población se inclina por este tipo de vehículo por su facilidad de transporte por vías concurridas. Sin embargo, el 20% de camionetas sugiere que una parte considerable de la población también busca vehículos más robustos, ya sea por razones laborales, de espacio o de capacidad de carga, lo cual es importante en contextos específicos como el comercio o zonas rurales cercanas.

Figura 9. Composición vehicular de Bucaramanga.

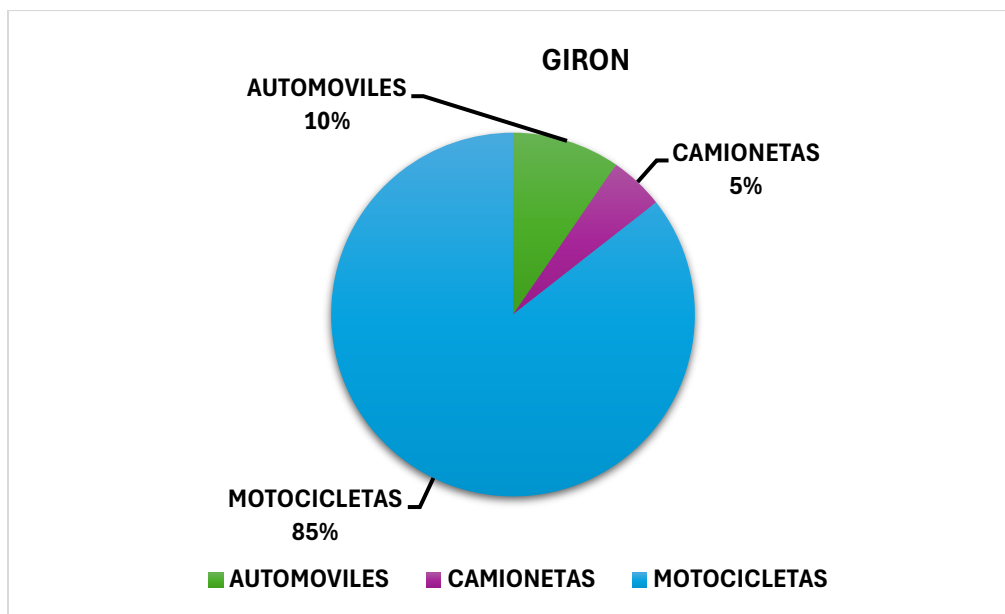


Nota: Tomado por elaboración propia, 2024.

5.3 Composición de vehículos de Girón

La Figura 10 refleja que, en Girón, el 85% del parque automotor está compuesto por motocicletas, el 10% de automóviles y el 5% son camionetas. Esto indica que las motocicletas son el tipo de vehículo favorito, mientras que los autos y las camionetas tienen una presencia notable, lo que podría estar vinculado a actividades económicas o geográficas que demandan vehículos más grandes y robustos. El uso de camionetas podría señalar la importancia de sectores como la construcción, el transporte de mercancías o la necesidad de mayor capacidad de carga por parte de los residentes. En comparación, las motocicletas dominan debido a su eficiencia y versatilidad en entornos urbanos.

Figura 10. Composición vehicular de Girón.

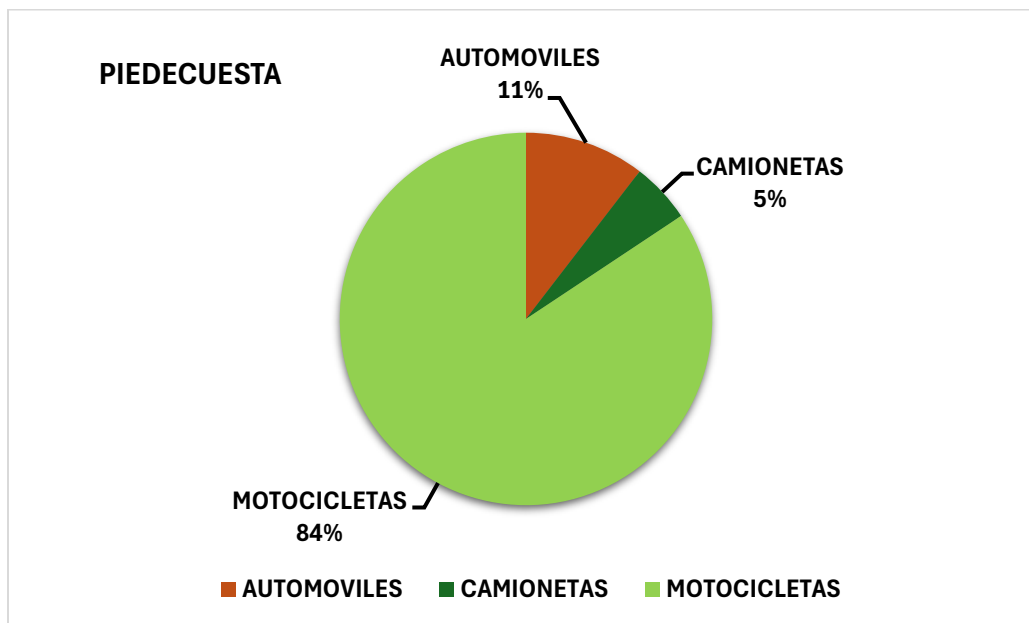


Nota: Tomado por elaboración propia, 2024.

5.4 Composición de vehículos de Piedecuesta

La Figura 11 del parque automotor de Piedecuesta muestra una distribución en la que las motocicletas predominan con un 84%, los automóviles con un 11%, mientras que las camionetas abarcan el 5%. Esta distinción señala que las motos son el tipo de transporte más habitual en la urbe, lo que podría estar vinculado a la inclinación hacia vehículos más eficaces y funcionales para la movilidad diaria en zonas urbanas. Por otro lado, la presencia considerable de automóviles y camionetas sugiere que también juegan un papel importante, posiblemente por su utilidad en terrenos más difíciles o en actividades que requieren mayor capacidad de carga.

Figura 11. Composición vehicular de Piedecuesta.



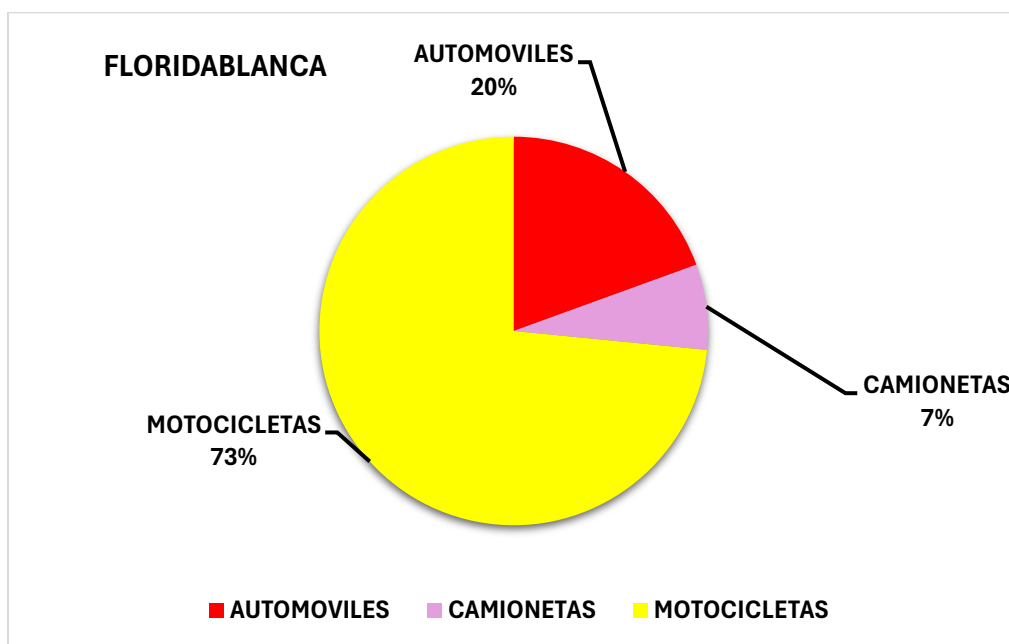
Nota: Tomado por elaboración propia, 2024.

5.5 Composición de vehículos de Floridablanca

La Figura 12 del parque automotor de Floridablanca revela que las motocicletas representan el 73%, los automóviles un 20%, mientras que las camionetas constituyen el 7%. Este

amplio predominio de motocicletas sugiere que la mayoría de los conductores prefiere vehículos más pequeños, tal vez por su eficiencia y facilidad para desplazarse en un entorno urbano denso. A pesar de ser menos numerosos, los automóviles y las camionetas mantienen una participación importante, lo que indica que son valorados para tareas que requieren mayor capacidad de carga o para desplazamientos en áreas con condiciones más exigentes, lo cual podría estar vinculado a las necesidades de ciertos sectores productivos.

Figura 12. Composición vehicular de Floridablanca.



Nota: Tomado por elaboración propia, 2024.

5.6 Parque automotor de Bucaramanga y el área metropolitana en el año 2018 al 2022

Teniendo en cuenta los datos suministrados por las diferentes inspecciones de tránsito se hizo una distribución vehicular por año de cada municipio del AMB (Área metropolitana de Bucaramanga) como se puede observar en la Tabla 2.

Tabla 2. Datos parque automotor por año.

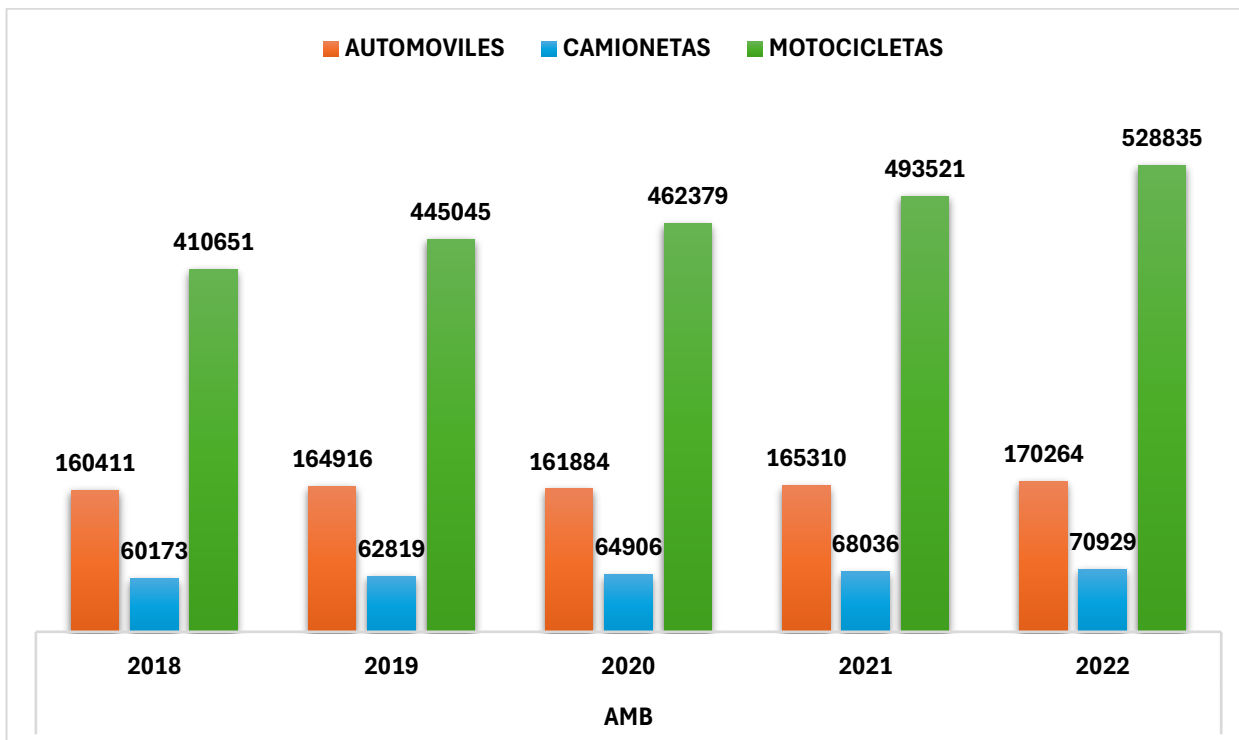
		AUTOMOVILES	CAMIONETAS	MOTOCICLETAS
AMB	2018	160411	60173	410651
	2019	164916	62819	445045
	2020	161884	64906	462379
	2021	165310	68036	493521
	2022	170264	70929	528835
TOTAL		822785	326863	2340431

Nota: Tomado por elaboración propia, 2024.

La Figura 13, El estudio del parque vehicular de Bucaramanga y el Área Metropolitana (AMB) entre los años 2018 y 2022 muestra una evidente tendencia al incremento en la cantidad de automóviles. En el caso de los coches, el registro inicia con 160,411 unidades en 2018, logrando un incremento notable hasta alcanzar 170,264 en 2022, a pesar de una leve disminución en 2020, posiblemente debido a los efectos de la pandemia de COVID-19 y la disminución de la actividad económica y movilidad. Este aumento constante sugiere una preferencia sostenida por vehículos de menor tamaño, que son más adecuados para el tráfico urbano y las necesidades cotidianas de transporte. Por otro lado, las camionetas también presentan una tendencia ascendente, comenzando con 60,173 unidades en 2018 y cerrando en 2022 con 70,929, lo que indica un crecimiento continuo a lo largo del período, con un pequeño descenso en 2020 similar al de los automóviles. Este incremento puede reflejar una creciente demanda de vehículos multifuncionales que satisfacen tanto las necesidades de transporte personal como comercial, en un contexto donde las actividades rurales y logísticas cobran relevancia. Asimismo, a través de los años se nota el aumento en el número de motocicletas en el parque automotor de Bucaramanga debido a los elevados precios de los automóviles, volviéndose así más asequibles para la población, alcanzando 410,651 en 2018 y 528,835 en 2022. En resumen, el análisis del parque automotor revela un aumento generalizado

en Bucaramanga y el AMB, evidenciando un desarrollo en la movilidad urbana y una diversificación en las preferencias vehiculares de la ciudad.

Figura 13. Parque automotor de Bucaramanga y el área metropolitana por año.



Nota: Tomado por elaboración propia, 2024.

6. CAPITULO II

Se hizo uso del software COPERT (COPERT, 2024) en donde se hicieron tres simulaciones, teniendo en cuenta factores como los vehículos totales, el tipo de vehículo y el kilometraje promedio, obteniendo datos aproximados en función del gasto energético que produce los automóviles del parque automotor del área metropolitana de Bucaramanga. Este programa actúa como una calculadora de emisiones a nivel nacional, regional o local para estimaciones anuales o diarias de la Unión Europea, la cual determina las emisiones y el consumo energético de

una región o país, abarcando los principales contaminantes que los vehículos liberan al medio ambiente, así como los distintos gases de efecto invernadero y diversas toxinas. Este programa ha sido empleado por diversos países que forman parte de la Agencia Europea de Medio Ambiente (AEMA), en el contexto de las iniciativas del Centro Temático Europeo de Contaminación Atmosférica y Reducción del Cambio Climático. Manteniendo la coherencia con las pautas del IPPC del 2006 para el cálculo de emisiones de gases de efecto invernadero.

Se hizo un análisis ANOVA para la verificación de la información como se aprecia en la Tabla 3, donde se plantean dos hipótesis como lo son:

Ho: Las medias son iguales

H1: Las medias no son iguales

En donde se toma un nivel de significancia del 5% ($\alpha=0.05$) y se plantea dos reglas de decisión:

P-valor

Se rechaza Ho si la probabilidad (p) $p < \alpha = 0,1261 < \alpha$

Valor crítico

Se rechaza Ho si $F > F_c = 2,98 > 5,14$

Teniendo en cuenta las dos reglas de decisión se concluye que las medias son iguales lo que significa que no hay una diferencia significativa entre los valores de las simulaciones.

Tabla 3. ANOVA

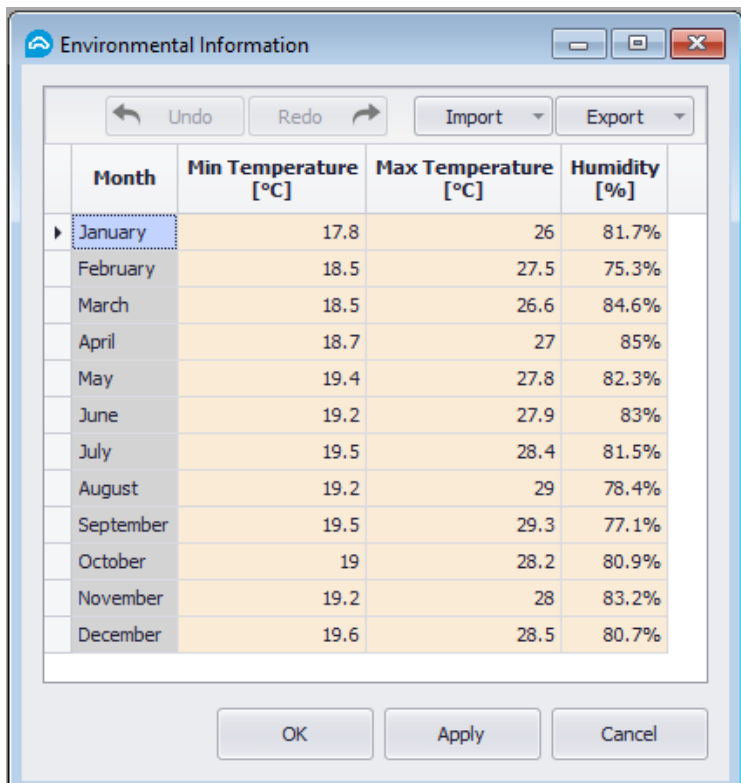
ANÁLISIS DE
VARIANZA

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Entre grupos	9,65328E+14	2	4,82664E+14	2,98100904	0,126194488	5,14325285
Dentro de los grupos	9,71477E+14	6	1,61913E+14			
Total	1,9368E+15	8				

Nota: Tomado por elaboración propia, 2024.

La Figura 14 presenta los datos climáticos del área metropolitana de Bucaramanga que se emplearon para llevar a cabo las simulaciones.

Figura 14. Información ambiental.



The screenshot shows a software window titled "Environmental Information". It contains a table with four columns: "Month", "Min Temperature [°C]", "Max Temperature [°C]", and "Humidity [%]". The table lists data for each month from January to December. The "January" row is selected. Below the table are "OK", "Apply", and "Cancel" buttons. At the top of the window, there are "Undo", "Redo", "Import", and "Export" buttons.

Month	Min Temperature [°C]	Max Temperature [°C]	Humidity [%]
January	17.8	26	81.7%
February	18.5	27.5	75.3%
March	18.5	26.6	84.6%
April	18.7	27	85%
May	19.4	27.8	82.3%
June	19.2	27.9	83%
July	19.5	28.4	81.5%
August	19.2	29	78.4%
September	19.5	29.3	77.1%
October	19	28.2	80.9%
November	19.2	28	83.2%
December	19.6	28.5	80.7%

Nota: Tomado por COPERT,2024.

La Figura 15 muestra los tipos de vehículos empleados, el tipo de combustible, el número de vehículos en el área metropolitana de Bucaramanga según si son automóviles o camionetas, norma Euro 4 y para motocicletas la norma Euro 3, que son las regulaciones para vehículos a gasolina en Colombia.

Figura 15. Existencia de datos.

Vehicle				Stock & Activity		
Category	Fuel	Segment	Euro Standard	Stock [n]	Mean Activity [km]	Lifetime Cumulative Activity [km]
Passenger Cars	Petrol	Small	Euro 4	170,264	15,000	0
Passenger Cars	Petrol	Medium	Euro 4	70,929	15,000	0

Nota: Tomado por COPERT,2024.

A continuación, se muestra como el software da los resultados en el programa, en donde se tienen en cuenta factores como lo son la evaporización de los combustibles, área rural, y la simulación como si estuviera en hora pico. (Figura 16).

Figura 16. Resultados EC.

Category	Fuel	Segment	Euro Standard	Evaporation						Grand Total	
				Highway		Urban		Rural		Highway	Total
				Total	Urban Peak	Urban Off Peak	Total	Total	Total		
Passenger Cars	Petrol	Small	Euro 4	0.3615	3.6148	1,711.9474	1,629.2532	1,980.8473	1,037.9828	6,560.0307	
		Medium	Euro 4	0.1378	1.3785	804.8834	913.7628	1,002.4358	500.3616	3,221.4435	
Petrol Total				0.4993	4.9932	2,516.8308	2,743.016	2,983.2831	1,538.3443	9,781.4742	

Nota: Tomado por COPERT,2024.

En el Apéndice B, se puede evidenciar los resultados de las tres simulaciones ejecutadas, estas se hicieron en las mismas condiciones solo se varían el rango de kilometraje entre [10000, 15000 y 20000 Km], en donde se toma el promedio de estas. Podemos tomar tres simulaciones ya que el análisis ANOVA realizado anteriormente en la tabla 3, nos señala que no existe una diferencia relevante entre los datos.

6.1 Combustible del parque automotor de Bucaramanga y el área metropolitana

Al analizar la Figura 18, el uso de combustible en la zona metropolitana de Bucaramanga, ilustrado en el gráfico circular, revela cómo se reparte este recurso entre autos y camionetas. En esta situación, los coches utilizan el 45% del combustible total, las motos el 33%, y las furgonetas constituyen el 22% del consumo. Este alto consumo puede estar relacionado con factores como el tamaño y peso de los vehículos, la eficiencia de sus motores y su uso en actividades que requieren mayor potencia o desplazamientos en terrenos difíciles.

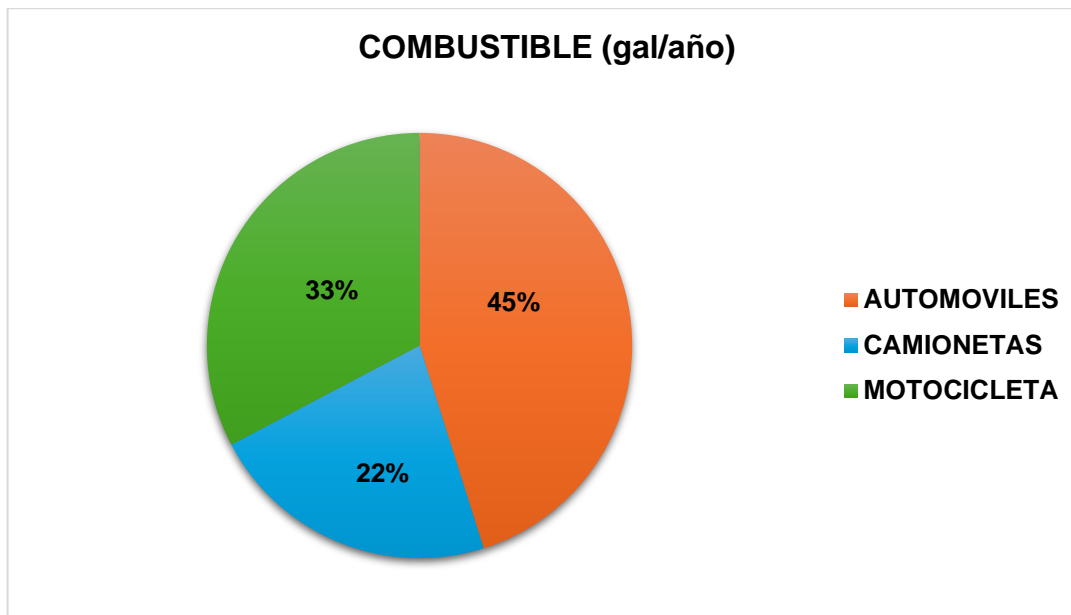
Evidenciando que los automóviles son responsables de la mayor parte del consumo de combustible en el área, lo que podría tener consecuencias significativas en relación con las emisiones contaminantes y los gastos energéticos, así como en la planificación de estrategias de eficiencia y sostenibilidad en el sector de transporte.

Tabla 4. Combustible del parque automotor del área metropolitana de Bucaramanga.

CATEGORÍA DEL VEHÍCULO	SIMULACIÓN 1	SIMULACIÓN 2	SIMULACIÓN 3	ESTADISTICA DESCRIPTIVA	
	COMBUSTIBLE (gal/año)	COMBUSTIBLE (gal/año)	COMBUSTIBLE (gal/año)	PROMEDIO	MEDIA
AUTOMOVILES	49.787.492	33.196.721	66.370.673	49.784.962	47870051
CAMIONETAS	24.445.962	16.294.778	32.589.556	24.443.432	23502353
AUTOMOVILES	36.104.783	24.095.165	48.114.401	36.104.783	34720815

Nota: Tomado por elaboración propia,2024.

Figura 17. Combustible del parque automotor del área metropolitana de Bucaramanga.



Nota: Tomado por elaboración propia, 2024.

7. CAPITULO III

Para los datos recolectados de los automóviles del parque automotor del área metropolitana de Bucaramanga, se utilizó el software COPERT (COPERT, 2024). Los resultados aquí presentados se encontraron teniendo en cuenta la cantidad de vehículos, un kilometraje promedio, una velocidad promedio y temperaturas ambientes. Dicha información se logró recolectar con los datos públicos suministrados por las siguientes entidades como: el RUNT, AMB, CDMB y las diferentes estaciones meteorológicas del área metropolitana de Bucaramanga.

Obteniendo así una recopilación de datos de emisiones contaminantes atmosféricos coherentes y estandarizados según los protocolos internacionales y la legislación colombiana.

Asimismo, Se hicieron tres simulaciones para poder escoger cuál de los resultados obtenidos eran los más satisfactorios para presentarse, se modificaron ciertos patrones como el kilometraje promedio y se escogió el más adecuado dependiendo del terreno del área metropolitana de Bucaramanga (1.471 km cuadrados).

Se hizo un análisis ANOVA para la comprobación de los datos como se puede ver en la Tabla 5, donde se plantean dos hipótesis como lo son:

Ho: Las medias son iguales

H1: Las medias no son iguales

En donde se toma un nivel de significancia del 5% ($\alpha=0.05$) y se plantea dos reglas de decisión:

P-valor

Se rechaza Ho si la probabilidad (p) $p < \alpha = 0,13 < \alpha$

Valor critico

Se rechaza Ho si $F > F_c = 2,83 > 5,14$

Concluyendo que no hay unas diferencias significativas en la data, ya que la hipótesis de las medias es igual.

Tabla 5. Análisis de varianza.

ANÁLISIS DE VARIANZA						
Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Entre grupos	1,03333E+11	2	51666321635	2,83891298	0,13563375	5,14325285
Dentro de los grupos	1,09196E+11	6	18199332636			
Total	2,12529E+11	8				

Nota: Tomado por elaboración propia,2024.

7.1 Emisiones de gases del parque automotor de Bucaramanga y el área metropolitana

En la Tabla 6 se muestran las emisiones aproximadas de contaminantes producidas por el parque automotor de la zona metropolitana de Bucaramanga, mientras que en la Figura 19 se representa la distribución de estas emisiones por categoría de vehículo. Los resultados indican que los automóviles son los segundos contribuyentes, generando el 41% de las emisiones de CO₂ y el 23% de las de PM_{2.5}. Además, los automóviles representan el 6%, 2% y 4% de las emisiones de NO, VOC y CO, respectivamente.

Por otro lado, las camionetas aportan un 20% de las emisiones de CO₂ y un 11% de las de PM_{2.5}. En cuanto a las emisiones de NO, VOC y CO, estas representan el 2%, 1% y 1%, respectivamente, dentro de esta categoría vehicular.

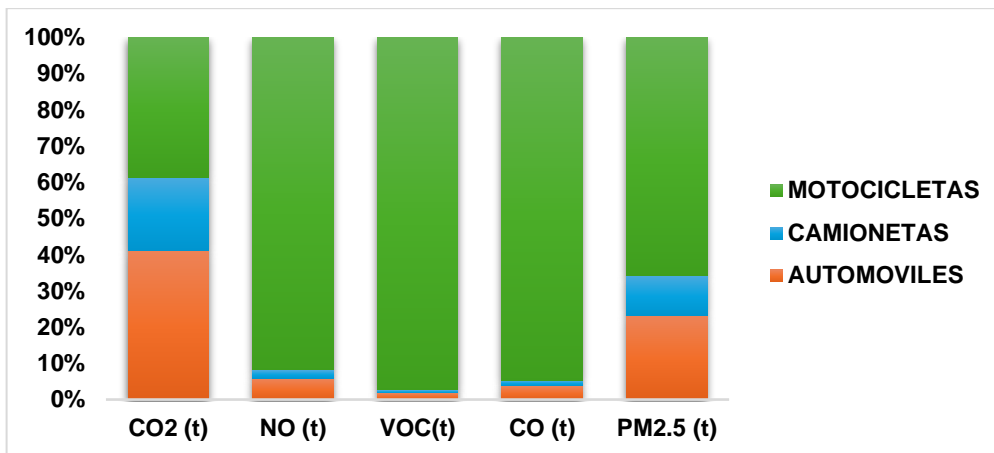
Se observa que las motocicletas son responsables de la mayor parte de las emisiones en las categorías analizada, con un 39% CO₂, 92% NO, 97% VOC, 95% CO y PM_{2.5} 66%, concluyendo así que las motocicletas son los mayores contaminantes del parque automotor del área metropolitana de Bucaramanga.

Tabla 6. Emisiones del parque automotor del área metropolitana de Bucaramanga.

CATEGORÍA DEL VEHÍCULO	CO ₂ (t/año)	NO (t/año)	VOC (t/año)	CO (t/año)	PM _{2.5} (t/año)
AUTOMOVILES	473.314	180	210	873	36
CAMIONETAS	232.459	74	89	343	17
MOTOCICLETAS	443.209	2.854	11.023	21.732	102

Nota: Tomado por elaboración propia, 2024.

Figura 18. Distribución de emisiones por categoría vehicular.



Nota: Tomado por elaboración propia,2024.

Los resultados conseguidos de las emisiones en el software COPERT se evidencian en el Apéndice C.

En la Tabla 7, se evidencia las emisiones de CO2 por categoría vehicular en donde se hallaron el promedio y la media de las tres simulaciones realizadas. En donde se observa que los automóviles son los principales liberadores de CO2 en el área metropolitana de Bucaramanga con un valor promedio de 473.314 (t/año) seguidos de las motocicletas con un valor de 443.209 (t/año) y por ultimo las camionetas con un promedio de 232.459 (t/año). Esto se da por las diferencias en la cantidad de vehículos y el cilindraje de los motores de estos.

Tabla 7. Emisión de CO2.

CATEGORÍA DEL VEHÍCULO	SIMULACIÓN 1	SIMULACIÓN 2	SIMULACIÓN 3	ESTADISTICA DESCRIPTIVA	
	CO2 (t/año)	CO2 (t/año)	CO2 (t/año)	PROMEDIO	MEDIA
AUTOMOVILES	473.314	315.542	631.085	473.314	455091
CAMIONETAS	232.459	154.973	309.946	232.459	223510
MOTOCICLETAS	480.876	273.917	574.835	443.209	423057

Nota: Tomado por elaboración propia,2024.

Se observan las emisiones de NO simuladas en el software COPERT donde nos arrojó esta serie de datos a los cuales se le realizó una estadística descriptiva del promedio y la media como se puede ver en la Tabla 8. Dándonos como conclusión que las motocicletas son el principal generador de NO al ambiente con una diferencia significativa comparada con los automóviles y las camionetas. En donde las motocicletas generan un promedio de 2.854(t/año).

Tabla 8. Emisión de NO.

CATEGORÍA DEL VEHÍCULO	SIMULACIÓN 1	SIMULACIÓN 2	SIMULACIÓN 3	ESTADISTICA DESCRIPTIVA	
	NO (t/año)	NO (t/año)	NO (t/año)	PROMEDIO	MEDIA
AUTOMOVILES	180	120	240	180	173
CAMIONETAS	74	49	99	74	71
MOTOCICLETAS	2854	1.902	3.805	2.854	2744

Nota: Tomado por elaboración propia,2024.

La Tabla 9, refleja las emisiones de compuestos orgánicos volátiles (VOC) que se generan por las motocicletas con un valor de 11.023(t/año), automóviles y camionetas del AMB.

Tabla 9. Emisión de VOC.

CATEGORÍA DEL VEHÍCULO	SIMULACIÓN 1	SIMULACIÓN 2	SIMULACIÓN 3	ESTADISTICA DESCRIPTIVA	
	VOC (t/año)	VOC (t/año)	VOC (t/año)	PROMEDIO	MEDIA
AUTOMOVILES	210	160	260	210	206
CAMIONETAS	89	67	112	89	87
MOTOCICLETAS	11.023	7.429	14.618	11.023	10618

Nota: Tomado por elaboración propia,2024.

Las simulaciones realizadas para el monóxido de carbono (CO) nos proyectan los resultados mostrados en la Tabla 10. Lo que nos indica que las motocicletas son el mayor contaminante (CO), con un valor promedio de 21.732 (t/año).

Tabla 10. Emisión CO.

CATEGORÍA DEL VEHÍCULO	SIMULACIÓN 1	SIMULACIÓN 2	SIMULACIÓN 3	ESTADISTICA DESCRIPTIVA	
	CO (t/año)	CO (t/año)	CO (t/año)	PROMEDIO	MEDIA
AUTOMOVILES	873	582	1.164	873	839
CAMIONETAS	343	228	457	343	329
MOTOCICLETAS	21.732	14.488	28.976	21.732	20895

Nota: Tomado por elaboración propia,2024.

Los resultados de la Tabla 11 nos indican la cantidad de material particulado del área metropolitana de Bucaramanga. En donde se puede observar que las motociclistas generan 102 (t/año) tendiendo así una diferencia de 49 (t/año) en comparación con los automóviles y camionetas.

Tabla 11. Emisión de PM2.5.

CATEGORÍA DEL VEHÍCULO	SIMULACIÓN 1	SIMULACIÓN 2	SIMULACIÓN 3	ESTADISTICA DESCRIPTIVA	
	PM2.5 (t/año)	PM2.5 (t/año)	PM2.5 (t/año)	PROMEDIO	MEDIA
AUTOMOVILES	36	24	48	36	35
CAMIONETAS	17	11	23	17	16
MOTOCICLETAS	102	68	136	102	98

Nota: Tomado por elaboración propia,2024.

8. CAPITULO IV

Considerando las simulaciones llevadas a cabo en el capítulo III, obtenemos los totales de estas, como se muestra en la Tabla 12, en la cual se promedió el total de las emisiones de CO₂, que es de 148.982 t/año de los vehículos analizados. De este modo, se debe implementar medidas de transporte sostenible para disminuir el impacto de la huella de carbono que generan los automóviles a gasolina.

Tabla 12. Total, de emisiones CO₂ parque automotor AMB.

	SIMULACIÓN 1 CO ₂ (t/año)	SIMULACIÓN 2 CO ₂ (t/año)	SIMULACIÓN 3 CO ₂ (t/año)	PROMEDIO
TOTAL	1.186.649	744.432	1.515.866	1.148.982

Nota: Tomado por elaboración propia, 2024.

8.1 Análisis basado en el índice de carbono para comparar con el uso de energías limpias

El efecto de las emisiones de vehículos de gasolina en el área metropolitana de Bucaramanga se puede analizar a través de un estudio que utilice el Índice de Carbono, que posibilita medir las emisiones de gases de efecto invernadero, en particular el CO₂, y confrontarlas con el empleo de energías limpias en el sector del transporte. Los vehículos de gasolina constituyen un gran porcentaje de las emisiones contaminantes totales, produciendo el 40% (148.982 t/año) de las emisiones de CO₂ y aportando de manera notable a la contaminación del aire con otros elementos como NO (8%), VOC (3%) y CO (5%). En oposición, los automóviles eléctricos, que

emplean fuentes de energía limpias, producen hasta un 30% menos de emisiones de CO₂ durante su ciclo de vida (Gil Niebles, 2022) y casi suprimen las emisiones de NO, VOC y PM_{2.5}, lo que mejora notablemente la calidad del aire. Si una parte importante de los coches de gasolina fuera sustituida por automóviles eléctricos o híbridos, se podría alcanzar una notable disminución en la huella de carbono de Bucaramanga, así como reducir la presencia de contaminantes esenciales para la salud pública. Este cambio también conllevaría una reducción en el uso de combustibles fósiles, lo que ayudaría tanto a la sostenibilidad energética como a bajar los costos relacionados con el uso de combustibles tradicionales.

9. Conclusiones

La investigación sobre el uso de combustible y las emisiones de vehículos de gasolina muestra un aumento en la producción científica cada año, subrayando un interés mundial en la movilidad sostenible. Este aumento se debe a la creciente inquietud por el cambio climático, la urgencia de disminuir las emisiones de gases de efecto invernadero y la necesidad de encontrar opciones energéticas más limpias. Las naciones más importantes en la creación de investigaciones sobre este asunto son China y Estados Unidos, evidenciando sus dedicaciones en la indagación y avance de tecnologías para mitigar el efecto ambiental del ámbito del transporte. China ha concentrado sus esfuerzos en combatir la contaminación atmosférica y reducir su dependencia de los combustibles fósiles, mientras que Estados Unidos ha progresado en el desarrollo de tecnologías de vehículos eléctricos y sistemas de propulsión alternativos.

Aunque el crecimiento del parque automotor es evidente, en donde Girón concentra la mayor cantidad de vehículos, con un 51% (393.054 vehículos). Le sigue Bucaramanga con un 25% (196.016 vehículos), destacándose como una ciudad principal con un volumen significativo de automotores. Floridablanca representa el 21% (161.052 vehículos), mientras que Piedecuesta, con solo el 3% (19.906 vehículos). plantea retos significativos en términos de congestión y contaminación ambiental, derivados del aumento en las emisiones de CO₂ (1.148.982 t/año). A pesar de las medidas adoptadas para optimizar la movilidad en la ciudad, como el sistema de transporte Metrolínea y normativas como el pico y placa, la infraestructura vial no ha evolucionado al mismo ritmo que la cantidad de vehículos, lo que agrava los problemas de congestión. Por ello, es esencial impulsar una transición hacia tecnologías de transporte más sostenibles y potenciar el transporte público para reducir el impacto ambiental y elevar la calidad de vida de los ciudadanos.

Las motos representan los principales emisores de contaminantes en la zona metropolitana de Bucaramanga, produciendo el 39% de CO₂ y el 66% de PM_{2.5}, y son culpables de la mayor parte de las emisiones de NO, VOC y CO. Las camionetas y coches, aunque en menor medida, también contribuyen de forma importante.

A pesar de ser menos numerosas, las camionetas consumen el 22% del combustible, probablemente debido a su mayor tamaño y peso. Esto sugiere una oportunidad para mejorar la eficiencia energética en esta categoría.

Reemplazar automóviles a gasolina por vehículos eléctricos o híbridos podría reducir hasta en un 30% las emisiones de CO₂ y casi eliminar otros contaminantes (NO, VOC, PM_{2.5}). Esta transición favorecería la sostenibilidad energética y mejoraría la calidad del aire, contribuyendo a un entorno más saludable en Bucaramanga.

10. Recomendaciones

- Se sugiere fomentar la cooperación entre diferentes disciplinas para enfrentar los retos vinculados a la calidad del aire y las emisiones de automóviles. Combinar saberes de ingeniería, ciencias ambientales, salud pública y políticas públicas puede proporcionar respuestas más completas y eficaces en el AMB.

- Dado el enfoque creciente en tecnologías limpias y eficientes, se debe apoyar y financiar la investigación en tecnologías emergentes, como los sistemas de postratamiento de gases, combustibles alternativos, y vehículos eléctricos e híbridos. Incentivos para la industria automotriz y colaboraciones entre el sector privado y las instituciones académicas como lo son la Universidad Industrial de Santander, que pueden acelerar el desarrollo e implementación de estas tecnologías.

- El gobierno nacional debe implementar y fortalecer regulaciones ambientales que impulsen la reducción de emisiones, como los estándares de emisiones más estrictos y los incentivos para vehículos de bajas emisiones. Igualmente, es fundamental promover políticas que respalden la transición hacia energías limpias y la mejora de la infraestructura en el área metropolitana de Bucaramanga, reanudando el metro e implementando nuevas rutas de ciclovías.

- La educación y concienciación sobre los impactos de las emisiones vehiculares y la importancia de una movilidad sostenible deben ser prioritarias. Iniciativas educativas y campañas de concienciación pueden facilitar a los ciudadanos la comprensión de las

ventajas de utilizar tecnologías más limpias y métodos de transporte más sostenibles.

Como fomentar el uso de bicicletas y caminar en trayectos que sean breves.

- Es fundamental implementar sistemas de control de la calidad del aire y evaluar de manera constante el efecto de las emisiones contaminantes a través de las diversas estaciones de supervisión del área metropolitana de Bucaramanga. Esto facilitará la adaptación de las estrategias basándose en datos recientes y optimizará la eficacia de las acciones para disminuir las emisiones y promover la salud pública.

- Es fundamental promover políticas que estimulen el uso de un transporte público accesible y eficiente, complementando el sistema actual con rutas que conecten las áreas principales de la ciudad y sus alrededores, así como incrementar la frecuencia de los servicios con autobuses eléctricos.

- Puesta en marcha de incentivos financieros y subvenciones para fomentar el uso de automóviles eléctricos, además de la optimización de la infraestructura de carga apropiada que favorezca su utilización en el Área metropolitana de Bucaramanga.

- Se deben seguir haciendo estudios como los presentados en este proyecto para así atacar la problemática real que presenta el área metropolitana de Bucaramanga y desarrollar planes de expansión y mejora que se adapten al crecimiento del parque automotor, garantizando así una movilidad fluida y segura.

Referencias Bibliográficas

Asia pacifico. (2020). *Observatorio Asia Pacífico*.

<https://www.bcn.cl/observatorio/asiapacifico/noticias/nuevos-problemas-china-polucion-coronavirus>

Cama, E. (2020, octubre 12). *Cómo funciona un motor eléctrico: Tipos y partes*.

<https://www.cursosaula21.com/como-funciona-un-motor-electrico/>

Caputo, D., Berberi, R., Ferré, N., Puriccelli, A., Fonteriz, V., Ferreira, R., Aguirre, R., Calvo, B., & Bruno, M. (2016). El análisis de los productos de combustión y su uso en el cálculo de la máxima presión de combustión en motores de ciclo Otto. En *Actas del III Congreso Argentino de Ingeniería CADI 2016* (Vol. 1).

Castillo Herrera, J. C., López Restrepo, J. C., Serrato Tobón, D. A., Tibaquirá Giraldo, J. E., & Carvajal Perdomo, S. A. (2020). *Desarrollo de una metodología de medición de consumo de combustible para vehículos livianos en Colombia, basada en principios de metrología / DYNA*. <https://revistas.unal.edu.co/index.php/dyna/article/view/78899>

COPERT. (2024). *COPERT / Cálculos de emisiones del transporte por carretera*.

<https://copert.emisia.com/>

DTB - Dirección de Tránsito de Bucaramanga. (2022). Parque Automotor. *DTB - Dirección de Tránsito de Bucaramanga*. <https://transitobucaramanga.gov.co/dtb/atencion-y-servicios-a-la-ciudadania/movilidad/parque-automotor>

EPA. (2023). *Emisiones de dióxido de carbono / US EPA*. <https://espanol.epa.gov/la-energia-y-el-medioambiente/emisiones-de-dioxido-de-carbono>

Gil Niebles, M. C. (2022, julio 22). *Carros eléctricos generan hasta 30% menos emisiones de gases de efecto invernadero*. Diario La República.

<https://www.larepublica.co/responsabilidad-social/carros-electricos-generan-hasta-30-menos-emisiones-de-gases-de-efecto-invernadero-3408082>

GÓMEZ ESPINOZA, J. A. (2018). *CONSUMO ESPECÍFICO DE COMBUSTIBLE EN VEHÍCULOS A GASOLINA. ESTUDIO A PARTIR DE PARÁMETROS CONSTRUCTIVOS Y DESCRIPTIVOS DE CICLOS DE CONDUCCIÓN* - Buscar con Google.

https://www.google.com/search?q=CONSUMO+ESPEC%3%8DFICO+DE+COMBUSTIBLE+EN+VEH%3%8DCULOS+A+GASOLINA.+ESTUDIO+A+PARTIR+DE+PAR%3%81METROS+CONSTRUCTIVOS+Y+DESCRIPTIVOS+DE+CICLOS+DE+CONDUCCI%3%93N&oq=CONSUMO+ESPEC%3%8DFICO+DE+COMBUSTIBLE+EN+VEH%3%8DCULOS+A+GASOLINA.+ESTUDIO+A+PARTIR+DE+PAR%3%81METROS+CONSTRUCTIVOS+Y+DESCRIPTIVOS+DE+CICLOS+DE+CONDUCCI%3%93N&gs_lcrp=EgZjaHJvbWUyBggAEEUYOdIBCDQ2NzJqMGo3qAIAAsAI&sourceid=chrome&ie=UTF-8

Hernández, R. R. (2019). Mobility Scenarios in Colombia's Main Cities According to Energy, Macroeconomic & Demographic Perspectives 2050: More electricity and gas with a less dynamic vehicle fleet? *2019 FISE-IEEE/CIGRE Conference - Living the energy Transition (FISE/CIGRE)*, 1-6. <https://doi.org/10.1109/FISECIGRE48012.2019.8984978>

León, J. de C. y. (2021). *Combustión* (Castilla y León) [Text]. Junta de Castilla y León. <https://energia.jcyl.es/web/es/biblioteca/combustion.html>

Lopez, A. (2023). *¿Qué es el Parque Automotor y por qué genera más del 50% de la contaminación del aire?* | Lima | Callao | MTC | Sociedad | La República.

<https://larepublica.pe/sociedad/2023/08/17/que-es-el-parque-automotor-y-por-que-genera-mas-del-50-de-la-contaminacion-del-aire-lima-callao-mtc-638639>

Maldonado, mary, & Vega, I. (2004). *CONSTRUCCION DE UN MODULO SENSOR-TRANSMISOR PARA LAS EMISIONES DE CO, CO2, C3H8 Y OPACIDAD EN MOTORES DIESEL SIN CARGA*

https://www.academia.edu/29424860/Construccion_De_Un_Modelo_Sensor_Transmisor_Para_Las_Emisiones_De_Co_CO2_C3H8_O2_y_Opacidad_en_Motores_Diesel_Sin_Carga

Motor MAPFRE. (2021). *¿Qué son los motores híbridos y qué tipos hay? - canalMOTOR.*

<https://www.motor.mapfre.es/coches/noticias-coches/que-tipos-de-hibridos-existen/>

NEME-CHAVES, S. R., & LOPEZ-RODRIGUEZ, C. Elías. (2021). *Employer branding: Una exploración del campo de conocimiento a partir de indicadores bibliométricos.*

http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S2215-910X2021000100083&script=sci_abstract&tlng=es

NTC 5365. (2012). *NTC 5365 Motocicletas—NORMA TÉCNICA NTC COLOMBIANA 5365 2012-02- CALIDAD DEL AIRE. EVALUACIÓN DE - Studocu.*

<https://www.studocu.com/co/document/fundacion-universitaria-del-area-andina/normas-internacionales-de-auditoria/ntc-5365-motocicletas/24352632>

ONU. (2022). *El 99% de la población mundial respira aire contaminado | Noticias ONU.*

<https://news.un.org/es/story/2022/04/1506592>

Ortiz, H., Castro, R., Chacon, J., Rodriguez, L., & Herrera, A. (2011). *CARACTERIZACIÓN FÍSICOQUÍMICA DE MATERIAL PARTICULADO Y APLICACIÓN DE MODELOS RECEPTOR-FUENTE EN EL ÁREA METROPOLITANA DE BUCARAMANGA*

http://caracoli.cdm.gov.co/cai/cai2/docs/Caracterizacion_PM10_y_Modelos_Receptor_Fuente.pdf

Pinto Diaz, J. W., & González Jaimes, J. F. (2022). *estudio del consumo de combustible en motocicletas area metropolitana de Bucaramanga—Buscar con Google.*

https://www.google.com/search?q=estudio+del+consumo+de+combustible+en+motocicletas+area+metropolitana+de+Bucaramanga&oq=estudio+del+consumo+de+combustible+en+motocicletas+area+metropolitana%20de%20Bucaramanga&gs_lcrp=EgZjaHJvbWUyBggAEEUYOdIBCDk3NTZqMGo3qAIAAsAIA&sourceid=chrome&ie=UTF-8

Posada Henao, J. J., & González-Calderón, C. A. (2013). CONSUMO DE COMBUSTIBLE EN VEHÍCULOS PARA TRANSPORTE POR CARRETERA -MODELOS PREDICTIVOS-. *Revista Ingenierías Universidad de Medellín*, 12(23), 35-46.

RO-DES. (2015). *Motores diésel, cómo funciona, ventajas y desventajas.* <https://www.ro-des.com/mecanica/motores-diesel/>

RUNT. (2023). *TRAMITES RADICADOS POR ACTORES DEL SISTEMA RUNT 2.0 A NIVEL NACIONAL.* | *Datos Abiertos Colombia.*

https://www.datos.gov.co/Transporte/TRAMITES-RADICADOS-POR-ACTORES-DEL-SISTEMA-RUNT-2-/akpq-tuqi/about_data

UE. (2019, marzo 22). *Emisiones de CO2 de los coches: Hechos y cifras (infografía).* Temas | Parlamento Europeo.

<https://www.europarl.europa.eu/topics/es/article/20190313STO31218/emisiones-de-co2-de-los-coches-hechos-y-cifras-infografia>

Vera García, J. P. (2023). *¿Qué son las normas Euro que deben cumplir todos los vehículos, incluso en Colombia?* <https://www.elcarrocolombiano.com/industria/normas-euro-que-deben-cumplir-todos-los-vehiculos-incluso-en-colombia/>

Zárate, E., Belalcázar L, C., Clappier, A., Manzi, V., & Van den Bergh, H. (2007). *Modelado de la calidad del aire en Bogotá, Colombia: Técnicas combinadas para estimar y evaluar inventarios de emisiones—ScienceDirect.*

<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1352231007002403?via%3Dihub>

Apéndices

Apéndice A. Tramites de RUNT en el AMB.

Este apéndice fue un complemento para el inventario del AMB, en donde se puede evidenciar el nombre del departamento, nombre de municipio. Estado del vehículo, nombre de la clase, fecha de registro y la cantidad de vehículos.

NOMBRE_DEPA	ESTADO_DEL_VE	NOMBRE_DE_L			
RTAMENTO	NOMBRE MUNICIPIO	HICULO	A_CLASE	FECHA DE REGISTRO	CANTIDAD
SANTANDER	BUCARAMANGA	ACTIVO	AUTOMOVIL	2010	7
SANTANDER	BUCARAMANGA	ACTIVO	CAMIONETA	2010	36
SANTANDER	BUCARAMANGA	ACTIVO	MOTOCICLETA	2010	8
SANTANDER	BUCARAMANGA	ACTIVO	AUTOMOVIL	2010	3487
SANTANDER	BUCARAMANGA	ACTIVO	CAMIONETA	2010	1125
SANTANDER	BUCARAMANGA	ACTIVO	MOTOCICLETA	2010	1205
SANTANDER	BUCARAMANGA	ACTIVO	AUTOMOVIL	2010	153
SANTANDER	BUCARAMANGA	ACTIVO	CAMIONETA	2010	43
SANTANDER	FLORIDABLANCA	ACTIVO	AUTOMOVIL	2010	1
SANTANDER	FLORIDABLANCA	ACTIVO	MOTOCICLETA	2010	6
SANTANDER	FLORIDABLANCA	ACTIVO	AUTOMOVIL	2010	1657
SANTANDER	FLORIDABLANCA	ACTIVO	CAMIONETA	2010	536
SANTANDER	FLORIDABLANCA	ACTIVO	MOTOCICLETA	2010	6896
SANTANDER	FLORIDABLANCA	ACTIVO	AUTOMOVIL	2010	570
SANTANDER	FLORIDABLANCA	ACTIVO	CAMIONETA	2010	69
SANTANDER	GIRON	ACTIVO	CAMIONETA	2010	8
SANTANDER	GIRON	ACTIVO	MOTOCICLETA	2010	9
SANTANDER	GIRON	ACTIVO	AUTOMOVIL	2010	1899
SANTANDER	GIRON	ACTIVO	CAMIONETA	2010	452
SANTANDER	GIRON	ACTIVO	MOTOCICLETA	2010	15900
SANTANDER	GIRON	ACTIVO	AUTOMOVIL	2010	144
SANTANDER	GIRON	ACTIVO	CAMIONETA	2010	152
SANTANDER	PIEDECUJESTA	ACTIVO	AUTOMOVIL	2010	58
SANTANDER	PIEDECUJESTA	ACTIVO	CAMIONETA	2010	24
SANTANDER	PIEDECUJESTA	ACTIVO	MOTOCICLETA	2010	167
SANTANDER	PIEDECUJESTA	ACTIVO	AUTOMOVIL	2010	2
SANTANDER	PIEDECUJESTA	ACTIVO	CAMIONETA	2010	1
SANTANDER	BUCARAMANGA	ACTIVO	AUTOMOVIL	2011	2
SANTANDER	BUCARAMANGA	ACTIVO	CAMIONETA	2011	61
SANTANDER	BUCARAMANGA	ACTIVO	MOTOCICLETA	2011	17
SANTANDER	BUCARAMANGA	ACTIVO	AUTOMOVIL	2011	4604
SANTANDER	BUCARAMANGA	ACTIVO	CAMIONETA	2011	1436
SANTANDER	BUCARAMANGA	ACTIVO	MOTOCICLETA	2011	263
SANTANDER	BUCARAMANGA	ACTIVO	AUTOMOVIL	2011	56
SANTANDER	BUCARAMANGA	ACTIVO	CAMIONETA	2011	95
SANTANDER	FLORIDABLANCA	ACTIVO	MOTOCICLETA	2011	5
SANTANDER	FLORIDABLANCA	ACTIVO	AUTOMOVIL	2011	1754

Nota: Tomado de (RUNT, 2023).

ESTUDIO DE CONSUMO DE COMBUSTIBLE Y EMISIONES DE VEHÍCULOS

SANTANDER	FLORIDABLANCA	ACTIVO	CAMIONETA	2011	523
SANTANDER	FLORIDABLANCA	ACTIVO	MOTOCICLETA	2011	7543
SANTANDER	FLORIDABLANCA	ACTIVO	AUTOMOVIL	2011	292
SANTANDER	FLORIDABLANCA	ACTIVO	CAMIONETA	2011	102
SANTANDER	GIRON	ACTIVO	MOTOCICLETA	2011	21
SANTANDER	GIRON	ACTIVO	AUTOMOVIL	2011	1988
SANTANDER	GIRON	ACTIVO	CAMIONETA	2011	655
SANTANDER	GIRON	ACTIVO	MOTOCICLETA	2011	21226
SANTANDER	GIRON	ACTIVO	AUTOMOVIL	2011	93
SANTANDER	GIRON	ACTIVO	CAMIONETA	2011	273
SANTANDER	PIEDECUJESTA	ACTIVO	AUTOMOVIL	2011	47
SANTANDER	PIEDECUJESTA	ACTIVO	CAMIONETA	2011	16
SANTANDER	PIEDECUJESTA	ACTIVO	MOTOCICLETA	2011	290
SANTANDER	PIEDECUJESTA	ACTIVO	AUTOMOVIL	2011	6
SANTANDER	PIEDECUJESTA	ACTIVO	CAMIONETA	2011	7
SANTANDER	BUCARAMANGA	ACTIVO	AUTOMOVIL	2012	2
SANTANDER	BUCARAMANGA	ACTIVO	CAMIONETA	2012	8
SANTANDER	BUCARAMANGA	ACTIVO	MOTOCICLETA	2012	43
SANTANDER	BUCARAMANGA	ACTIVO	AUTOMOVIL	2012	4598
SANTANDER	BUCARAMANGA	ACTIVO	CAMIONETA	2012	1816
SANTANDER	BUCARAMANGA	ACTIVO	MOTOCICLETA	2012	1020
SANTANDER	BUCARAMANGA	ACTIVO	AUTOMOVIL	2012	104
SANTANDER	BUCARAMANGA	ACTIVO	CAMIONETA	2012	199
SANTANDER	FLORIDABLANCA	ACTIVO	CAMIONETA	2012	1
SANTANDER	FLORIDABLANCA	ACTIVO	MOTOCICLETA	2012	2
SANTANDER	FLORIDABLANCA	ACTIVO	AUTOMOVIL	2012	1205
SANTANDER	FLORIDABLANCA	ACTIVO	CAMIONETA	2012	396
SANTANDER	FLORIDABLANCA	ACTIVO	MOTOCICLETA	2012	7258
SANTANDER	FLORIDABLANCA	ACTIVO	AUTOMOVIL	2012	206
SANTANDER	FLORIDABLANCA	ACTIVO	CAMIONETA	2012	87
SANTANDER	GIRON	ACTIVO	CAMIONETA	2012	1
SANTANDER	GIRON	ACTIVO	MOTOCICLETA	2012	8
SANTANDER	GIRON	ACTIVO	AUTOMOVIL	2012	1440
SANTANDER	GIRON	ACTIVO	CAMIONETA	2012	528
SANTANDER	GIRON	ACTIVO	MOTOCICLETA	2012	25045
SANTANDER	GIRON	ACTIVO	AUTOMOVIL	2012	65
SANTANDER	GIRON	ACTIVO	CAMIONETA	2012	261
SANTANDER	PIEDECUJESTA	ACTIVO	AUTOMOVIL	2012	33
SANTANDER	PIEDECUJESTA	ACTIVO	CAMIONETA	2012	15
SANTANDER	PIEDECUJESTA	ACTIVO	MOTOCICLETA	2012	85
SANTANDER	PIEDECUJESTA	ACTIVO	CAMIONETA	2012	4
SANTANDER	BUCARAMANGA	ACTIVO	AUTOMOVIL	2013	8
SANTANDER	BUCARAMANGA	ACTIVO	CAMIONETA	2013	18
SANTANDER	BUCARAMANGA	ACTIVO	MOTOCICLETA	2013	63
SANTANDER	BUCARAMANGA	ACTIVO	AUTOMOVIL	2013	3916
SANTANDER	BUCARAMANGA	ACTIVO	CAMIONETA	2013	2221
SANTANDER	BUCARAMANGA	ACTIVO	MOTOCICLETA	2013	2334
SANTANDER	BUCARAMANGA	ACTIVO	AUTOMOVIL	2013	76
SANTANDER	BUCARAMANGA	ACTIVO	CAMIONETA	2013	244
SANTANDER	FLORIDABLANCA	ACTIVO	CAMIONETA	2013	1
SANTANDER	FLORIDABLANCA	ACTIVO	MOTOCICLETA	2013	2
SANTANDER	FLORIDABLANCA	ACTIVO	AUTOMOVIL	2013	1139
SANTANDER	FLORIDABLANCA	ACTIVO	CAMIONETA	2013	485
SANTANDER	FLORIDABLANCA	ACTIVO	MOTOCICLETA	2013	7274
SANTANDER	FLORIDABLANCA	ACTIVO	AUTOMOVIL	2013	237

Nota: Tomado de (RUNT, 2023).

SANTANDER	FLORIDABLANCA	ACTIVO	CAMIONETA	2013	147
SANTANDER	GIRON	ACTIVO	AUTOMOVIL	2013	1
SANTANDER	GIRON	ACTIVO	CAMIONETA	2013	2
SANTANDER	GIRON	ACTIVO	MOTOCICLETA	2013	11
SANTANDER	GIRON	ACTIVO	AUTOMOVIL	2013	1546
SANTANDER	GIRON	ACTIVO	CAMIONETA	2013	642
SANTANDER	GIRON	ACTIVO	MOTOCICLETA	2013	23278
SANTANDER	GIRON	ACTIVO	AUTOMOVIL	2013	63
SANTANDER	GIRON	ACTIVO	CAMIONETA	2013	178
SANTANDER	PIEDECUJESTA	ACTIVO	AUTOMOVIL	2013	60
SANTANDER	PIEDECUJESTA	ACTIVO	CAMIONETA	2013	44
SANTANDER	PIEDECUJESTA	ACTIVO	MOTOCICLETA	2013	636
SANTANDER	PIEDECUJESTA	ACTIVO	AUTOMOVIL	2013	6
SANTANDER	PIEDECUJESTA	ACTIVO	CAMIONETA	2013	8
SANTANDER	BUCARAMANGA	ACTIVO	AUTOMOVIL	2014	1
SANTANDER	BUCARAMANGA	ACTIVO	CAMIONETA	2014	42
SANTANDER	BUCARAMANGA	ACTIVO	MOTOCICLETA	2014	90
SANTANDER	BUCARAMANGA	ACTIVO	AUTOMOVIL	2014	3934
SANTANDER	BUCARAMANGA	ACTIVO	CAMIONETA	2014	2236
SANTANDER	BUCARAMANGA	ACTIVO	MOTOCICLETA	2014	2104
SANTANDER	BUCARAMANGA	ACTIVO	AUTOMOVIL	2014	82
SANTANDER	BUCARAMANGA	ACTIVO	CAMIONETA	2014	253
SANTANDER	FLORIDABLANCA	ACTIVO	AUTOMOVIL	2014	1073
SANTANDER	FLORIDABLANCA	ACTIVO	CAMIONETA	2014	460
SANTANDER	FLORIDABLANCA	ACTIVO	MOTOCICLETA	2014	5851
SANTANDER	FLORIDABLANCA	ACTIVO	AUTOMOVIL	2014	200
SANTANDER	FLORIDABLANCA	ACTIVO	CAMIONETA	2014	141
SANTANDER	GIRON	ACTIVO	AUTOMOVIL	2014	1
SANTANDER	GIRON	ACTIVO	CAMIONETA	2014	1
SANTANDER	GIRON	ACTIVO	MOTOCICLETA	2014	53
SANTANDER	GIRON	ACTIVO	AUTOMOVIL	2014	2139
SANTANDER	GIRON	ACTIVO	CAMIONETA	2014	798
SANTANDER	GIRON	ACTIVO	MOTOCICLETA	2014	23672
SANTANDER	GIRON	ACTIVO	AUTOMOVIL	2014	62
SANTANDER	GIRON	ACTIVO	CAMIONETA	2014	266
SANTANDER	PIEDECUJESTA	ACTIVO	CAMIONETA	2014	1
SANTANDER	PIEDECUJESTA	ACTIVO	MOTOCICLETA	2014	2
SANTANDER	PIEDECUJESTA	ACTIVO	AUTOMOVIL	2014	112
SANTANDER	PIEDECUJESTA	ACTIVO	CAMIONETA	2014	28
SANTANDER	PIEDECUJESTA	ACTIVO	MOTOCICLETA	2014	1013
SANTANDER	PIEDECUJESTA	ACTIVO	AUTOMOVIL	2014	6
SANTANDER	PIEDECUJESTA	ACTIVO	CAMIONETA	2014	12
SANTANDER	BUCARAMANGA	ACTIVO	CAMIONETA	2015	33
SANTANDER	BUCARAMANGA	ACTIVO	MOTOCICLETA	2015	11
SANTANDER	BUCARAMANGA	ACTIVO	AUTOMOVIL	2015	3117
SANTANDER	BUCARAMANGA	ACTIVO	CAMIONETA	2015	1894
SANTANDER	BUCARAMANGA	ACTIVO	MOTOCICLETA	2015	3954
SANTANDER	BUCARAMANGA	ACTIVO	AUTOMOVIL	2015	46
SANTANDER	BUCARAMANGA	ACTIVO	CAMIONETA	2015	219
SANTANDER	FLORIDABLANCA	ACTIVO	AUTOMOVIL	2015	3
SANTANDER	FLORIDABLANCA	ACTIVO	CAMIONETA	2015	8
SANTANDER	FLORIDABLANCA	ACTIVO	MOTOCICLETA	2015	33
SANTANDER	FLORIDABLANCA	ACTIVO	AUTOMOVIL	2015	618
SANTANDER	FLORIDABLANCA	ACTIVO	CAMIONETA	2015	279
SANTANDER	FLORIDABLANCA	ACTIVO	MOTOCICLETA	2015	2909

ESTUDIO DE CONSUMO DE COMBUSTIBLE Y EMISIONES DE VEHÍCULOS

Nota: Tomado de (RUNT, 2023).

SANTANDER	FLORIDABLANCA	ACTIVO	AUTOMOVIL	2015	175
SANTANDER	FLORIDABLANCA	ACTIVO	CAMIONETA	2015	76
SANTANDER	GIRON	ACTIVO	AUTOMOVIL	2015	1
SANTANDER	GIRON	ACTIVO	CAMIONETA	2015	2
SANTANDER	GIRON	ACTIVO	MOTOCICLETA	2015	12
SANTANDER	GIRON	ACTIVO	AUTOMOVIL	2015	2281
SANTANDER	GIRON	ACTIVO	CAMIONETA	2015	774
SANTANDER	GIRON	ACTIVO	MOTOCICLETA	2015	21977
SANTANDER	GIRON	ACTIVO	AUTOMOVIL	2015	75
SANTANDER	GIRON	ACTIVO	CAMIONETA	2015	188
SANTANDER	PIEDRECUESTA	ACTIVO	AUTOMOVIL	2015	1
SANTANDER	PIEDRECUESTA	ACTIVO	CAMIONETA	2015	1
SANTANDER	PIEDRECUESTA	ACTIVO	MOTOCICLETA	2015	2
SANTANDER	PIEDRECUESTA	ACTIVO	AUTOMOVIL	2015	109
SANTANDER	PIEDRECUESTA	ACTIVO	CAMIONETA	2015	52
SANTANDER	PIEDRECUESTA	ACTIVO	MOTOCICLETA	2015	1175
SANTANDER	PIEDRECUESTA	ACTIVO	AUTOMOVIL	2015	9
SANTANDER	PIEDRECUESTA	ACTIVO	CAMIONETA	2015	19
SANTANDER	BUCARAMANGA	ACTIVO	AUTOMOVIL	2016	1
SANTANDER	BUCARAMANGA	ACTIVO	CAMIONETA	2016	7
SANTANDER	BUCARAMANGA	ACTIVO	MOTOCICLETA	2016	8
SANTANDER	BUCARAMANGA	ACTIVO	AUTOMOVIL	2016	2085
SANTANDER	BUCARAMANGA	ACTIVO	CAMIONETA	2016	1572
SANTANDER	BUCARAMANGA	ACTIVO	MOTOCICLETA	2016	4445
SANTANDER	BUCARAMANGA	ACTIVO	AUTOMOVIL	2016	31
SANTANDER	BUCARAMANGA	ACTIVO	CAMIONETA	2016	183
SANTANDER	FLORIDABLANCA	ACTIVO	CAMIONETA	2016	2
SANTANDER	FLORIDABLANCA	ACTIVO	MOTOCICLETA	2016	1
SANTANDER	FLORIDABLANCA	ACTIVO	AUTOMOVIL	2016	333
SANTANDER	FLORIDABLANCA	ACTIVO	CAMIONETA	2016	158
SANTANDER	FLORIDABLANCA	ACTIVO	MOTOCICLETA	2016	2586
SANTANDER	FLORIDABLANCA	ACTIVO	AUTOMOVIL	2016	74
SANTANDER	FLORIDABLANCA	ACTIVO	CAMIONETA	2016	31
SANTANDER	GIRON	ACTIVO	AUTOMOVIL	2016	1
SANTANDER	GIRON	ACTIVO	CAMIONETA	2016	5
SANTANDER	GIRON	ACTIVO	MOTOCICLETA	2016	16
SANTANDER	GIRON	ACTIVO	AUTOMOVIL	2016	2707
SANTANDER	GIRON	ACTIVO	CAMIONETA	2016	996
SANTANDER	GIRON	ACTIVO	MOTOCICLETA	2016	18018
SANTANDER	GIRON	ACTIVO	AUTOMOVIL	2016	83
SANTANDER	GIRON	ACTIVO	CAMIONETA	2016	191
SANTANDER	PIEDRECUESTA	ACTIVO	MOTOCICLETA	2016	2
SANTANDER	PIEDRECUESTA	ACTIVO	AUTOMOVIL	2016	114
SANTANDER	PIEDRECUESTA	ACTIVO	CAMIONETA	2016	59
SANTANDER	PIEDRECUESTA	ACTIVO	MOTOCICLETA	2016	1271
SANTANDER	PIEDRECUESTA	ACTIVO	AUTOMOVIL	2016	2
SANTANDER	PIEDRECUESTA	ACTIVO	CAMIONETA	2016	5
SANTANDER	BUCARAMANGA	ACTIVO	AUTOMOVIL	2017	1
SANTANDER	BUCARAMANGA	ACTIVO	CAMIONETA	2017	12
SANTANDER	BUCARAMANGA	ACTIVO	MOTOCICLETA	2017	4
SANTANDER	BUCARAMANGA	ACTIVO	AUTOMOVIL	2017	1396
SANTANDER	BUCARAMANGA	ACTIVO	CAMIONETA	2017	1345
SANTANDER	BUCARAMANGA	ACTIVO	MOTOCICLETA	2017	2371
SANTANDER	BUCARAMANGA	ACTIVO	AUTOMOVIL	2017	47
SANTANDER	BUCARAMANGA	ACTIVO	CAMIONETA	2017	128

ESTUDIO DE CONSUMO DE COMBUSTIBLE Y EMISIONES DE VEHÍCULOS

Nota: Tomado de (RUNT, 2023).

SANTANDER	FLORIDABLANCA	ACTIVO	CAMIONETA	2017	2
SANTANDER	FLORIDABLANCA	ACTIVO	MOTOCICLETA	2017	3
SANTANDER	FLORIDABLANCA	ACTIVO	AUTOMOVIL	2017	195
SANTANDER	FLORIDABLANCA	ACTIVO	CAMIONETA	2017	95
SANTANDER	FLORIDABLANCA	ACTIVO	MOTOCICLETA	2017	2157
SANTANDER	FLORIDABLANCA	ACTIVO	AUTOMOVIL	2017	58
SANTANDER	FLORIDABLANCA	ACTIVO	CAMIONETA	2017	27
SANTANDER	GIRON	ACTIVO	CAMIONETA	2017	9
SANTANDER	GIRON	ACTIVO	MOTOCICLETA	2017	5
SANTANDER	GIRON	ACTIVO	AUTOMOVIL	2017	2812
SANTANDER	GIRON	ACTIVO	CAMIONETA	2017	1266
SANTANDER	GIRON	ACTIVO	MOTOCICLETA	2017	16781
SANTANDER	GIRON	ACTIVO	AUTOMOVIL	2017	85
SANTANDER	GIRON	ACTIVO	CAMIONETA	2017	176
SANTANDER	PIEDRECUESTA	ACTIVO	CAMIONETA	2017	12
SANTANDER	PIEDRECUESTA	ACTIVO	MOTOCICLETA	2017	39
SANTANDER	PIEDRECUESTA	ACTIVO	AUTOMOVIL	2017	91
SANTANDER	PIEDRECUESTA	ACTIVO	CAMIONETA	2017	27
SANTANDER	PIEDRECUESTA	ACTIVO	MOTOCICLETA	2017	1361
SANTANDER	PIEDRECUESTA	ACTIVO	AUTOMOVIL	2017	2
SANTANDER	PIEDRECUESTA	ACTIVO	CAMIONETA	2017	22
SANTANDER	BUCARAMANGA	ACTIVO	AUTOMOVIL	2018	8
SANTANDER	BUCARAMANGA	ACTIVO	CAMIONETA	2018	21
SANTANDER	BUCARAMANGA	ACTIVO	MOTOCICLETA	2018	98
SANTANDER	BUCARAMANGA	ACTIVO	AUTOMOVIL	2018	1482
SANTANDER	BUCARAMANGA	ACTIVO	CAMIONETA	2018	1470
SANTANDER	BUCARAMANGA	ACTIVO	MOTOCICLETA	2018	472
SANTANDER	BUCARAMANGA	ACTIVO	AUTOMOVIL	2018	54
SANTANDER	BUCARAMANGA	ACTIVO	CAMIONETA	2018	122
SANTANDER	FLORIDABLANCA	ACTIVO	CAMIONETA	2018	1
SANTANDER	FLORIDABLANCA	ACTIVO	MOTOCICLETA	2018	7
SANTANDER	FLORIDABLANCA	ACTIVO	AUTOMOVIL	2018	155
SANTANDER	FLORIDABLANCA	ACTIVO	CAMIONETA	2018	127
SANTANDER	FLORIDABLANCA	ACTIVO	MOTOCICLETA	2018	1981
SANTANDER	FLORIDABLANCA	ACTIVO	AUTOMOVIL	2018	67
SANTANDER	FLORIDABLANCA	ACTIVO	CAMIONETA	2018	15
SANTANDER	GIRON	ACTIVO	CAMIONETA	2018	1
SANTANDER	GIRON	ACTIVO	MOTOCICLETA	2018	29
SANTANDER	GIRON	ACTIVO	AUTOMOVIL	2018	2791
SANTANDER	GIRON	ACTIVO	CAMIONETA	2018	1356
SANTANDER	GIRON	ACTIVO	MOTOCICLETA	2018	20228
SANTANDER	GIRON	ACTIVO	AUTOMOVIL	2018	71
SANTANDER	GIRON	ACTIVO	CAMIONETA	2018	245
SANTANDER	PIEDRECUESTA	ACTIVO	CAMIONETA	2018	8
SANTANDER	PIEDRECUESTA	ACTIVO	MOTOCICLETA	2018	30
SANTANDER	PIEDRECUESTA	ACTIVO	AUTOMOVIL	2018	48
SANTANDER	PIEDRECUESTA	ACTIVO	CAMIONETA	2018	28
SANTANDER	PIEDRECUESTA	ACTIVO	MOTOCICLETA	2018	1420
SANTANDER	PIEDRECUESTA	ACTIVO	AUTOMOVIL	2018	4
SANTANDER	PIEDRECUESTA	ACTIVO	CAMIONETA	2018	7
SANTANDER	BUCARAMANGA	ACTIVO	CAMIONETA	2019	23
SANTANDER	BUCARAMANGA	ACTIVO	MOTOCICLETA	2019	157
SANTANDER	BUCARAMANGA	ACTIVO	AUTOMOVIL	2019	1232
SANTANDER	BUCARAMANGA	ACTIVO	CAMIONETA	2019	1473
SANTANDER	BUCARAMANGA	ACTIVO	MOTOCICLETA	2019	1734
SANTANDER	BUCARAMANGA	ACTIVO	AUTOMOVIL	2019	86

Nota: Tomado de (RUNT, 2023).

SANTANDER	BUCARAMANGA	ACTIVO	CAMIONETA	2019	103
SANTANDER	FLORIDABLANCA	ACTIVO	CAMIONETA	2019	7
SANTANDER	FLORIDABLANCA	ACTIVO	MOTOCICLETA	2019	9
SANTANDER	FLORIDABLANCA	ACTIVO	AUTOMOVIL	2019	213
SANTANDER	FLORIDABLANCA	ACTIVO	CAMIONETA	2019	124
SANTANDER	FLORIDABLANCA	ACTIVO	MOTOCICLETA	2019	2566
SANTANDER	FLORIDABLANCA	ACTIVO	AUTOMOVIL	2019	59
SANTANDER	FLORIDABLANCA	ACTIVO	CAMIONETA	2019	25
SANTANDER	GIRON	ACTIVO	AUTOMOVIL	2019	1
SANTANDER	GIRON	ACTIVO	CAMIONETA	2019	27
SANTANDER	GIRON	ACTIVO	MOTOCICLETA	2019	30
SANTANDER	GIRON	ACTIVO	AUTOMOVIL	2019	2917
SANTANDER	GIRON	ACTIVO	CAMIONETA	2019	1476
SANTANDER	GIRON	ACTIVO	MOTOCICLETA	2019	20144
SANTANDER	GIRON	ACTIVO	AUTOMOVIL	2019	108
SANTANDER	GIRON	ACTIVO	CAMIONETA	2019	369
SANTANDER	PIEDECUESTA	ACTIVO	CAMIONETA	2019	8
SANTANDER	PIEDECUESTA	ACTIVO	MOTOCICLETA	2019	13
SANTANDER	PIEDECUESTA	ACTIVO	AUTOMOVIL	2019	73
SANTANDER	PIEDECUESTA	ACTIVO	CAMIONETA	2019	29
SANTANDER	PIEDECUESTA	ACTIVO	MOTOCICLETA	2019	1619
SANTANDER	PIEDECUESTA	ACTIVO	AUTOMOVIL	2019	1
SANTANDER	PIEDECUESTA	ACTIVO	CAMIONETA	2019	7
SANTANDER	BUCARAMANGA	ACTIVO	CAMIONETA	2020	7
SANTANDER	BUCARAMANGA	ACTIVO	MOTOCICLETA	2020	78
SANTANDER	BUCARAMANGA	ACTIVO	AUTOMOVIL	2020	780
SANTANDER	BUCARAMANGA	ACTIVO	CAMIONETA	2020	1032
SANTANDER	BUCARAMANGA	ACTIVO	MOTOCICLETA	2020	2822
SANTANDER	BUCARAMANGA	ACTIVO	AUTOMOVIL	2020	14
SANTANDER	BUCARAMANGA	ACTIVO	CAMIONETA	2020	61
SANTANDER	FLORIDABLANCA	ACTIVO	CAMIONETA	2020	9
SANTANDER	FLORIDABLANCA	ACTIVO	MOTOCICLETA	2020	52
SANTANDER	FLORIDABLANCA	ACTIVO	AUTOMOVIL	2020	71
SANTANDER	FLORIDABLANCA	ACTIVO	CAMIONETA	2020	61
SANTANDER	FLORIDABLANCA	ACTIVO	MOTOCICLETA	2020	2167
SANTANDER	FLORIDABLANCA	ACTIVO	AUTOMOVIL	2020	3
SANTANDER	FLORIDABLANCA	ACTIVO	CAMIONETA	2020	17
SANTANDER	GIRON	ACTIVO	AUTOMOVIL	2020	1
SANTANDER	GIRON	ACTIVO	CAMIONETA	2020	4
SANTANDER	GIRON	ACTIVO	MOTOCICLETA	2020	17
SANTANDER	GIRON	ACTIVO	AUTOMOVIL	2020	1928
SANTANDER	GIRON	ACTIVO	CAMIONETA	2020	995
SANTANDER	GIRON	ACTIVO	MOTOCICLETA	2020	16498
SANTANDER	GIRON	ACTIVO	AUTOMOVIL	2020	21
SANTANDER	GIRON	ACTIVO	CAMIONETA	2020	353
SANTANDER	PIEDECUESTA	ACTIVO	AUTOMOVIL	2020	40
SANTANDER	PIEDECUESTA	ACTIVO	CAMIONETA	2020	17
SANTANDER	PIEDECUESTA	ACTIVO	MOTOCICLETA	2020	938
SANTANDER	PIEDECUESTA	ACTIVO	CAMIONETA	2020	1
SANTANDER	BUCARAMANGA	ACTIVO	CAMIONETA	2021	7
SANTANDER	BUCARAMANGA	ACTIVO	MOTOCICLETA	2021	8
SANTANDER	BUCARAMANGA	ACTIVO	AUTOMOVIL	2021	772
SANTANDER	BUCARAMANGA	ACTIVO	CAMIONETA	2021	1163
SANTANDER	BUCARAMANGA	ACTIVO	MOTOCICLETA	2021	4661
SANTANDER	BUCARAMANGA	ACTIVO	AUTOMOVIL	2021	20

Nota: Tomado de (RUNT, 2023).

ESTUDIO DE CONSUMO DE COMBUSTIBLE Y EMISIONES DE VEHÍCULOS

SANTANDER	BUCARAMANGA	ACTIVO	CAMIONETA	2021	75
SANTANDER	FLORIDABLANCA	ACTIVO	CAMIONETA	2021	10
SANTANDER	FLORIDABLANCA	ACTIVO	AUTOMOVIL	2021	112
SANTANDER	FLORIDABLANCA	ACTIVO	CAMIONETA	2021	70
SANTANDER	FLORIDABLANCA	ACTIVO	MOTOCICLETA	2021	2655
SANTANDER	FLORIDABLANCA	ACTIVO	AUTOMOVIL	2021	16
SANTANDER	FLORIDABLANCA	ACTIVO	CAMIONETA	2021	8
SANTANDER	GIRON	ACTIVO	CAMIONETA	2021	3
SANTANDER	GIRON	ACTIVO	MOTOCICLETA	2021	7
SANTANDER	GIRON	ACTIVO	AUTOMOVIL	2021	2359
SANTANDER	GIRON	ACTIVO	CAMIONETA	2021	1242
SANTANDER	GIRON	ACTIVO	MOTOCICLETA	2021	23085
SANTANDER	GIRON	ACTIVO	AUTOMOVIL	2021	20
SANTANDER	GIRON	ACTIVO	CAMIONETA	2021	413
SANTANDER	PIEDECUJESTA	ACTIVO	CAMIONETA	2021	3
SANTANDER	PIEDECUJESTA	ACTIVO	MOTOCICLETA	2021	12
SANTANDER	PIEDECUJESTA	ACTIVO	AUTOMOVIL	2021	56
SANTANDER	PIEDECUJESTA	ACTIVO	CAMIONETA	2021	26
SANTANDER	PIEDECUJESTA	ACTIVO	MOTOCICLETA	2021	942
SANTANDER	PIEDECUJESTA	ACTIVO	CAMIONETA	2021	1
SANTANDER	BUCARAMANGA	ACTIVO	AUTOMOVIL	2022	1
SANTANDER	BUCARAMANGA	ACTIVO	CAMIONETA	2022	16
SANTANDER	BUCARAMANGA	ACTIVO	MOTOCICLETA	2022	70
SANTANDER	BUCARAMANGA	ACTIVO	AUTOMOVIL	2022	716
SANTANDER	BUCARAMANGA	ACTIVO	CAMIONETA	2022	850
SANTANDER	BUCARAMANGA	ACTIVO	MOTOCICLETA	2022	6479
SANTANDER	BUCARAMANGA	ACTIVO	AUTOMOVIL	2022	40
SANTANDER	BUCARAMANGA	ACTIVO	CAMIONETA	2022	95
SANTANDER	FLORIDABLANCA	ACTIVO	MOTOCICLETA	2022	25
SANTANDER	FLORIDABLANCA	ACTIVO	AUTOMOVIL	2022	60
SANTANDER	FLORIDABLANCA	ACTIVO	CAMIONETA	2022	40
SANTANDER	FLORIDABLANCA	ACTIVO	MOTOCICLETA	2022	2389
SANTANDER	FLORIDABLANCA	ACTIVO	AUTOMOVIL	2022	25
SANTANDER	FLORIDABLANCA	ACTIVO	CAMIONETA	2022	13
SANTANDER	GIRON	ACTIVO	AUTOMOVIL	2022	1
SANTANDER	GIRON	ACTIVO	CAMIONETA	2022	3
SANTANDER	GIRON	ACTIVO	MOTOCICLETA	2022	27
SANTANDER	GIRON	ACTIVO	AUTOMOVIL	2022	2047
SANTANDER	GIRON	ACTIVO	CAMIONETA	2022	948
SANTANDER	GIRON	ACTIVO	MOTOCICLETA	2022	23774
SANTANDER	GIRON	ACTIVO	AUTOMOVIL	2022	23
SANTANDER	GIRON	ACTIVO	CAMIONETA	2022	406
SANTANDER	PIEDECUJESTA	ACTIVO	MOTOCICLETA	2022	6
SANTANDER	PIEDECUJESTA	ACTIVO	AUTOMOVIL	2022	42
SANTANDER	PIEDECUJESTA	ACTIVO	CAMIONETA	2022	15
SANTANDER	PIEDECUJESTA	ACTIVO	MOTOCICLETA	2022	1412
SANTANDER	BUCARAMANGA	ACTIVO	AUTOMOVIL	2023	24
SANTANDER	BUCARAMANGA	ACTIVO	CAMIONETA	2023	23
SANTANDER	BUCARAMANGA	ACTIVO	MOTOCICLETA	2023	40
SANTANDER	BUCARAMANGA	ACTIVO	AUTOMOVIL	2023	482
SANTANDER	BUCARAMANGA	ACTIVO	CAMIONETA	2023	807
SANTANDER	BUCARAMANGA	ACTIVO	MOTOCICLETA	2023	3845
SANTANDER	BUCARAMANGA	ACTIVO	AUTOMOVIL	2023	73
SANTANDER	BUCARAMANGA	ACTIVO	CAMIONETA	2023	69
SANTANDER	FLORIDABLANCA	ACTIVO	AUTOMOVIL	2023	30

ESTUDIO DE CONSUMO DE COMBUSTIBLE Y EMISIONES DE VEHÍCULOS

Nota: Tomado de (RUNT, 2023).

SANTANDER	FLORIDABLANCA	ACTIVO	CAMIONETA	2023	43
SANTANDER	FLORIDABLANCA	ACTIVO	MOTOCICLETA	2023	1411
SANTANDER	FLORIDABLANCA	ACTIVO	AUTOMOVIL	2023	30
SANTANDER	FLORIDABLANCA	ACTIVO	CAMIONETA	2023	7
SANTANDER	GIRON	ACTIVO	AUTOMOVIL	2023	2
SANTANDER	GIRON	ACTIVO	CAMIONETA	2023	38
SANTANDER	GIRON	ACTIVO	MOTOCICLETA	2023	17
SANTANDER	GIRON	ACTIVO	AUTOMOVIL	2023	998
SANTANDER	GIRON	ACTIVO	CAMIONETA	2023	859
SANTANDER	GIRON	ACTIVO	MOTOCICLETA	2023	19093
SANTANDER	GIRON	ACTIVO	AUTOMOVIL	2023	28
SANTANDER	GIRON	ACTIVO	CAMIONETA	2023	351
SANTANDER	PIEDRECUESTA	ACTIVO	CAMIONETA	2023	1
SANTANDER	PIEDRECUESTA	ACTIVO	MOTOCICLETA	2023	2
SANTANDER	PIEDRECUESTA	ACTIVO	AUTOMOVIL	2023	27
SANTANDER	PIEDRECUESTA	ACTIVO	CAMIONETA	2023	22
SANTANDER	PIEDRECUESTA	ACTIVO	MOTOCICLETA	2023	2809
SANTANDER	PIEDRECUESTA	ACTIVO	AUTOMOVIL	2023	1
SANTANDER	BUCARAMANGA	ACTIVO	CAMIONETA	2024	3
SANTANDER	BUCARAMANGA	ACTIVO	MOTOCICLETA	2024	2
SANTANDER	BUCARAMANGA	ACTIVO	AUTOMOVIL	2024	344
SANTANDER	BUCARAMANGA	ACTIVO	CAMIONETA	2024	1107
SANTANDER	BUCARAMANGA	ACTIVO	MOTOCICLETA	2024	2937
SANTANDER	BUCARAMANGA	ACTIVO	AUTOMOVIL	2024	79
SANTANDER	BUCARAMANGA	ACTIVO	CAMIONETA	2024	69
SANTANDER	FLORIDABLANCA	ACTIVO	AUTOMOVIL	2024	23
SANTANDER	FLORIDABLANCA	ACTIVO	CAMIONETA	2024	54
SANTANDER	FLORIDABLANCA	ACTIVO	MOTOCICLETA	2024	562
SANTANDER	FLORIDABLANCA	ACTIVO	AUTOMOVIL	2024	12
SANTANDER	FLORIDABLANCA	ACTIVO	CAMIONETA	2024	6
SANTANDER	GIRON	ACTIVO	MOTOCICLETA	2024	3
SANTANDER	GIRON	ACTIVO	AUTOMOVIL	2024	1118
SANTANDER	GIRON	ACTIVO	CAMIONETA	2024	1273
SANTANDER	GIRON	ACTIVO	MOTOCICLETA	2024	15525
SANTANDER	GIRON	ACTIVO	AUTOMOVIL	2024	18
SANTANDER	GIRON	ACTIVO	CAMIONETA	2024	160
SANTANDER	PIEDRECUESTA	ACTIVO	AUTOMOVIL	2024	26
SANTANDER	PIEDRECUESTA	ACTIVO	CAMIONETA	2024	23
SANTANDER	PIEDRECUESTA	ACTIVO	MOTOCICLETA	2024	5221
SANTANDER	PIEDRECUESTA	ACTIVO	AUTOMOVIL	2024	5
SANTANDER	PIEDRECUESTA	ACTIVO	CAMIONETA	2024	4

Nota: Tomado de (RUNT, 2023).

Apéndice B. Simulaciones.

En este apéndice se encuentran los resultados de las simulaciones para el gasto de combustible.

Category	Fuel	Segment	Euro Standard	Grand Total			
				Urban Off Peak	Rural	Highway	Total
Passenger Cars	Petrol	Small	Euro 4	1,829.2532	1,980.8473	1,037.9828	6,560.0307
		Medium	Euro 4	913.7628	1,002.4358	500.3616	3,221.4435
	Petrol Total				2,743.016	2,983.2831	1,538.3443

Nota: Tomado de COPERT, 2024.

Category	Fuel	Segment	Euro Standard	Urban Peak	Urban Off Peak	Rural	Highway	Total
				Grand Total				
Passenger Cars	Petrol	Small	Euro 4	1,141.6674	1,219.8712	1,320.6571	692.0808	4,374.2765
		Medium	Euro 4	536.7257	609.312	668.3247	333.6086	2,147.9709
	Petrol Total				1,678.3931	1,829.1832	1,988.9818	1,025.6893

Nota: Tomado de COPERT, 2024.

The screenshot shows a software window titled "Emissions for Year ~ 2023". At the top left, there is a dropdown menu for "EC [TJ]" and an "All digits" checkbox. An "Export" button is located at the top right. The main area contains a table with the following data:

Category	Fuel	Segment	Euro Standard	Emission				
				Urban Peak	Urban Off Peak	Rural	Highway	Total
Passenger Cars	Petrol	Small	Euro 4	2,282.2275	2,438.6351	2,641.0374	1,383.8847	8,745.7848
		Medium	Euro 4	1,073.0411	1,218.2136	1,336.5469	667.1146	4,294.9161
	Petrol Total			3,355.2686	3,656.8488	3,977.5843	2,050.9993	13,040.7009

A "Close" button is located at the bottom right of the window.

Nota: Tomado de COPERT, 2024.

The screenshot shows a software window titled "Emissions for Year ~ 2023". At the top left, there is a dropdown menu for "EC [TJ]" and an "All digits" checkbox. An "Export" button is located at the top right. The main area contains a table with the following data:

Category	Fuel	Segment	Euro Standard	Emission			
				Urban Off Peak	Rural	Highway	Total
L-Category	Petrol	Mopeds 4-stroke <50 cm ³	Euro 3	986.1435	1,484.998	742.499	3,808.0711

A "Close" button is located at the bottom right of the window.

Nota: Tomado de COPERT, 2024.

Emissions for Year ~ 2023

EC [TJ] All digits Export

Category	Fuel	Segment	Euro Standard	Emission			
				Urban Off Peak	Rural	Highway	Total
L-Category	Petrol	Mopeds 4-stroke <50 cm ³	Euro 3	1,476.4218	2,227.497	1,113.7485	5,706.5197

Close

Nota: Tomado de COPERT, 2024.

Emissions for Year ~ 2023

EC [TJ] All digits Export

Category	Fuel	Segment	Euro Standard	Emission			
				Urban Off Peak	Rural	Highway	Total
L-Category	Petrol	Mopeds 4-stroke <50 cm ³	Euro 3	1,966.7001	2,969.996	1,484.998	7,604.9683

Close

Nota: Tomado de COPERT, 2024.

Apéndice C. Simulaciones de emisiones.

En este apéndice se encuentran los resultados de las simulaciones para las emisiones de contaminantes.

				Grand Total				
Category	Fuel	Segment	Euro Standard	Urban Peak	Urban Off Peak	Rural	Highway	Total
Passenger Cars	Petrol	Small	Euro 4	123,482.8861	131,951.3092	142,973.3321	74,906.9607	473,314.488
		Medium	Euro 4	58,065.5634	65,925.681	72,356.9313	36,111.6708	232,459.8464
	Petrol Total				181,548.4495	197,876.9901	215,330.2634	111,018.6314

Nota: Tomado de COPERT, 2024

				Grand Total				
Category	Fuel	Segment	Euro Standard	Urban Peak	Urban Off Peak	Rural	Highway	Total
Passenger Cars	Petrol	Small	Euro 4	82,321.9241	87,967.5394	95,315.5547	49,937.9738	315,542.992
		Medium	Euro 4	38,710.3756	43,950.454	48,237.9542	24,074.4472	154,973.2309
	Petrol Total				121,032.2997	131,917.9934	143,553.5089	74,012.4209

Nota: Tomado de COPERT, 2024.

CO2 [t] All digits Export

Category	Fuel	Segment	Euro Standard	Grand Total				
				Urban Peak	Urban Off Peak	Rural	Highway	Total
Passenger Cars	Petrol	Small	Euro 4	164,643.8481	175,935.0789	190,631.1095	99,875.9475	631,085.984
		Medium	Euro 4	77,420.7512	87,900.9079	96,475.9084	48,148.8943	309,946.4619
	Petrol Total			242,064.5993	263,835.9868	287,107.0179	148,024.8419	941,032.4459

Close

Nota: Tomado de COPERT, 2024.

CO2 [t] All digits Export

Category	Fuel	Segment	Euro Standard	Hot			
				Urban Off Peak	Rural	Highway	Total
L-Category	Petrol	Mopeds 4-stroke <50 cm³	Euro 3	70,695.4135	107,203.5496	53,601.7748	273,917.986

Close

Nota: Tomado de COPERT, 2024.

CO2 [t] All digits Export

Category	Fuel	Segment	Euro Standard	Emission			
				Urban Off Peak	Rural	Highway	Total
L-Category	Petrol	Mopeds 4-stroke <50 cm³	Euro 3	106,043.1203	160,805.3244	80,402.6622	410,876.979

Close

Nota: Tomado de COPERT, 2024.

CO2 [t] All digits Export

Category	Fuel	Segment	Euro Standard	Emission			
				Urban Off Peak	Rural	Highway	Total
L-Category	Petrol	Mopeds 4-stroke <50 cm³	Euro 3	141,390.8271	214,407.0992	107,203.5496	547,835.9721

Close

Nota: Tomado de COPERT, 2024.

The screenshot shows a software window titled "Emissions for Year ~ 2023". At the top, there is a search field containing "NO [t]", a unit selection dropdown set to "All digits", and an "Export" button. Below this is a table with columns for "Category", "Fuel", "Segment", "Euro Standard", and "Emission". The "Emission" column is further divided into "Urban Peak", "Urban Off Peak", "Rural", "Highway", and "Total". The table displays data for "Passenger Cars" using "Petrol" fuel, split into "Small" and "Medium" segments, both under "Euro 4" standard. A "Petrol Total" row is also present. A "Close" button is located at the bottom right of the window.

Category	Fuel	Segment	Euro Standard	Emission				
				Urban Peak	Urban Off Peak	Rural	Highway	Total
Passenger Cars	Petrol	Small	Euro 4	56.3981	76.2437	36.7391	10.7145	180.0955
		Medium	Euro 4	23.3551	31.5296	15.3048	4.4635	74.6531
	Petrol Total			79.7533	107.7733	52.0439	15.178	254.7485

Nota: Tomado de COPERT, 2024.

The screenshot shows a software window titled "Emissions for Year ~ 2023". At the top, there is a search field containing "NO [t]", a unit selection dropdown set to "All digits", and an "Export" button. Below this is a table with columns for "Category", "Fuel", "Segment", "Euro Standard", and "Emission". The "Emission" column is further divided into "Urban Peak", "Urban Off Peak", "Rural", "Highway", and "Total". The table displays data for "Passenger Cars" using "Petrol" fuel, split into "Small" and "Medium" segments, both under "Euro 4" standard. A "Petrol Total" row is also present. A "Close" button is located at the bottom right of the window.

Category	Fuel	Segment	Euro Standard	Emission				
				Urban Peak	Urban Off Peak	Rural	Highway	Total
Passenger Cars	Petrol	Small	Euro 4	37.5988	50.8291	24.4927	7.143	120.0636
		Medium	Euro 4	15.5701	21.0197	10.2032	2.9757	49.7687
	Petrol Total			53.1689	71.8489	34.6959	10.1187	169.8324

Nota: Tomado de COPERT, 2024.

NO [t] All digits Export

				Emission				
				Grand Total				
Category	Fuel	Segment	Euro Standard	Urban Peak	Urban Off Peak	Rural	Highway	Total
Passenger Cars	Petrol	Small	Euro 4	75.1975	101.6583	48.9854	14.2861	240.1273
		Medium	Euro 4	31.1402	42.0394	20.4065	5.9513	99.5374
	Petrol Total			106.3377	143.6977	69.3919	20.2374	339.6647

Close

Nota: Tomado de COPERT, 2024.

NO [t] All digits Export

				Emission				
				Hot				
Category	Fuel	Segment	Euro Standard	Urban Peak	Urban Off Peak	Rural	Highway	Total
L-Category	Petrol	Mopeds 4-stroke <50 cm³	Euro 3	299.861	499.7683	735.523	367.7615	1,902.9139

Close

Nota: Tomado de COPERT, 2024.

The screenshot shows a software window titled "Emissions for Year ~ 2023". At the top left, there is a search field containing "NO [t]". To the right of this field are buttons for "All digits" and "Export". Below the search field is a table with the following data:

Category	Fuel	Segment	Euro Standard	Emission			
				Urban Off Peak	Rural	Highway	Total
L-Category	Petrol	Mopeds 4-stroke <50 cm³	Euro 3	749.6525	1,103.2846	551.6423	2,854.3708

At the bottom right of the window is a "Close" button.

Nota: Tomado de COPERT, 2024.

The screenshot shows the same software window "Emissions for Year ~ 2023" with the search field still set to "NO [t]". The table below shows updated emission values:

Category	Fuel	Segment	Euro Standard	Emission			
				Urban Off Peak	Rural	Highway	Total
L-Category	Petrol	Mopeds 4-stroke <50 cm³	Euro 3	999.5367	1,471.0461	735.523	3,805.8278

At the bottom right of the window is a "Close" button.

Nota: Tomado de COPERT, 2024.

				Emission				
				Grand Total				
Category	Fuel	Segment	Euro Standard	Urban Peak	Urban Off Peak	Rural	Highway	Total
Passenger Cars	Petrol	Small	Euro 4	72.9007	100.8275	20.9692	15.88	210.5774
		Medium	Euro 4	31.0185	43.8171	8.4609	6.3408	89.6373
	Petrol Total				103.9192	144.6447	29.4301	22.2208

Nota: Tomado de COPERT, 2024.

				Emission				
				Grand Total				
Category	Fuel	Segment	Euro Standard	Urban Peak	Urban Off Peak	Rural	Highway	Total
Passenger Cars	Petrol	Small	Euro 4	56.5547	75.1726	15.968	12.5752	160.2706
		Medium	Euro 4	23.6266	32.159	6.3775	4.9641	67.1273
	Petrol Total				80.1813	107.3316	22.3455	17.5393

Nota: Tomado de COPERT, 2024.

VOC [t] All digits Export

				Emission				
				Grand Total				
Category	Fuel	Segment	Euro Standard	Urban Peak	Urban Off Peak	Rural	Highway	Total
Passenger Cars	Petrol	Small	Euro 4	89.2467	126.4825	25.9703	19.1847	260.8843
		Medium	Euro 4	38.4103	55.4752	10.5443	7.7175	112.1474
	Petrol Total			127.6571	181.9577	36.5147	26.9022	373.0317

Close

Nota: Tomado de COPERT, 2024.

VOC [t] All digits Export

				Emission			
				Grand Total			
Category	Fuel	Segment	Euro Standard	Urban Off Peak	Rural	Highway	Total
L-Category	Petrol	Mopeds 4-stroke <50 cm³	Euro 3	2,565.1173	2,177.4926	1,088.7463	7,429.5741

Close

Nota: Tomado de COPERT, 2024.

VOC [t] All digits Export

Category	Fuel	Segment	Euro Standard	Grand Total			
				Urban Off Peak	Rural	Highway	Total
L-Category	Petrol	Mopeds 4-stroke <50 cm³	Euro 3	3,787.4723	3,266.2389	1,633.1194	11,023.9538

Close

Nota: Tomado de COPERT, 2024

VOC [t] All digits Export

Category	Fuel	Segment	Euro Standard	Grand Total			
				Urban Off Peak	Rural	Highway	Total
L-Category	Petrol	Mopeds 4-stroke <50 cm³	Euro 3	5,009.8274	4,354.9852	2,177.4926	14,618.3335

Close

Nota: Tomado de COPERT, 2024.

				Emission				
				Grand Total				
Category	Fuel	Segment	Euro Standard	Urban Peak	Urban Off Peak	Rural	Highway	Total
Passenger Cars	Petrol	Small	Euro 4	144.6103	263.5284	253.4713	211.7805	873.3906
		Medium	Euro 4	52.4741	96.8346	105.5917	88.2241	343.1245
	Petrol Total				197.0844	360.3631	359.063	300.0046

Nota: Tomado de COPERT, 2024.

				Emission				
				Grand Total				
Category	Fuel	Segment	Euro Standard	Urban Peak	Urban Off Peak	Rural	Highway	Total
Passenger Cars	Petrol	Small	Euro 4	96.4069	175.6856	168.9809	141.187	582.2604
		Medium	Euro 4	34.9827	64.5564	70.3945	58.816	228.7496
	Petrol Total				131.3896	240.242	239.3753	200.003

Nota: Tomado de COPERT, 2024.

CO [t] All digits Export

				Emission				
				Grand Total				
Category	Fuel	Segment	Euro Standard	Urban Peak	Urban Off Peak	Rural	Highway	Total
Passenger Cars	Petrol	Small	Euro 4	192.8138	351.3713	337.9617	282.374	1,164.5208
		Medium	Euro 4	69.9655	129.1128	140.7889	117.6321	457.4993
	Petrol Total			262.7792	480.4841	478.7506	400.0061	1,622.02

Close

Nota: Tomado de COPERT, 2024.

CO [t] All digits Export

				Emission				
				Hot				
Category	Fuel	Segment	Euro Standard	Urban Peak	Urban Off Peak	Rural	Highway	Total
L-Category	Petrol	Mopeds 4-stroke <50 cm³	Euro 3	3,095.3122	5,158.8537	4,156.1566	2,078.0783	14,488.4008

Close

Nota: Tomado de COPERT, 2024.

Emissions for Year ~ 2023

CO [t] All digits Export

Category	Fuel	Segment	Euro Standard	Emission			
				Urban Off Peak	Rural	Highway	Total
L-Category	Petrol	Mopeds 4-stroke <50 cm³	Euro 3	7,738.2806	6,234.2348	3,117.1174	21,732.6012

Close

Nota: Tomado de COPERT, 2024.

Emissions for Year ~ 2023

CO [t] All digits Export

Category	Fuel	Segment	Euro Standard	Emission			
				Urban Off Peak	Rural	Highway	Total
L-Category	Petrol	Mopeds 4-stroke <50 cm³	Euro 3	10,317.7075	8,312.3131	4,156.1566	28,976.8016

Close

Nota: Tomado de COPERT, 2024.

PM 2.5 [t] All digits Export

				Emission				
				Grand Total				
Category	Fuel	Segment	Euro Standard	Urban Peak	Urban Off Peak	Rural	Highway	Total
Passenger Cars	Petrol	Small	Euro 4	6.496	10.8267	13.8739	4.8701	36.0668
		Medium	Euro 4	3.1156	5.1927	6.6541	2.3029	17.2652
	Petrol Total				9.6116	16.0194	20.528	7.173

Close

Nota: Tomado de COPERT, 2024.

PM 2.5 [t] All digits Export

				Emission				
				Grand Total				
Category	Fuel	Segment	Euro Standard	Urban Peak	Urban Off Peak	Rural	Highway	Total
Passenger Cars	Petrol	Small	Euro 4	4.3307	7.2178	9.2493	3.2468	24.0445
		Medium	Euro 4	2.0771	3.4618	4.4361	1.5353	11.5102
	Petrol Total				6.4078	10.6796	13.6853	4.782

Close

Nota: Tomado de COPERT, 2024.

				Grand Total				
Category	Fuel	Segment	Euro Standard	Urban Peak	Urban Off Peak	Rural	Highway	Total
Passenger Cars	Petrol	Small	Euro 4	8.6614	14.4356	18.4986	6.4935	48.0891
		Medium	Euro 4	4.1541	6.9236	8.8721	3.0705	23.0203
Petrol Total				12.8155	21.3592	27.3707	9.564	71.1094

Nota: Tomado de COPERT, 2024.

				Grand Total			
Category	Fuel	Segment	Euro Standard	Urban Off Peak	Rural	Highway	Total
L-Category	Petrol	Mopeds 4-stroke <50 cm ³	Euro 3	20.0083	25.5202	10.9268	68.4604

Nota: Tomado de COPERT, 2024.

PM 2.5 [t] All digits Export

Category	Fuel	Segment	Euro Standard	Grand Total				
				Urban Peak	Urban Off Peak	Rural	Highway	Total
L-Category	Petrol	Mopeds 4-stroke <50 cm³	Euro 3	18.0075	30.0125	38.2803	16.3902	102.6905

Close

Nota: Tomado de COPERT, 2024.

PM 2.5 [t] All digits Export

Category	Fuel	Segment	Euro Standard	Grand Total				
				Urban Peak	Urban Off Peak	Rural	Highway	Total
L-Category	Petrol	Mopeds 4-stroke <50 cm³	Euro 3	24.01	40.0167	51.0405	21.8536	136.9207

Close

Nota: Tomado de COPERT, 2024.