



**UNIVERSIDAD  
DEL AZUAY**

Facultad de Ciencia y Tecnología

Escuela de Ingeniería Automotriz

Obtención de los parámetros de desempeño mecánico,  
energético y ambiental de un camión de entrega en la  
ciudad de Cuenca.

Trabajo previo a la obtención del grado académico de Ingeniero Automotriz

**Autores:**

**Cabrera Castro Martín Andrés**

**Ortega Gaona Jonathan Patricio**

**Director:**

**Dr. Daniel Cordero Moreno.**

**Cuenca – Ecuador**

**2024**

## **DEDICATORIA.**

Cabrera Castro Martín Andrés.

A toda mi familia que de manera incondicional estuvieron a mi lado apoyándome, alentándome y de una u otra manera aportando con un granito de arena para que pudiese alcanzar mi objetivo final. La presencia de cada uno de ustedes ha desempeñado un papel determinante a lo largo de mi trayectoria universitaria, siendo crucial para alcanzar este tan anhelado logro y culminar esta etapa académica.

Ortega Gaona Jonathan Patricio.

A mis padres Patricio y Marcela quienes han estado en mi vida, mi esposa Tatiana, mi hija Danna, y mis hermanos Joseph y Joel:

En este día especial, quiero dedicarle este logro a cada uno de ustedes. Su apoyo incondicional y amor han sido mi mayor inspiración y fuerza.

Patricio y Marcela, su guía y sacrificio me han dado la base para alcanzar mis sueños. Tatiana, tu paciencia y aliento constante me han impulsado a seguir adelante. Danna, tu alegría y amor me han dado razones para luchar cada día. Joseph y Joel, su apoyo y camaradería han hecho este camino más llevadero y significativo.

Este éxito es también de ustedes. Gracias por estar siempre a mi lado.

## **AGRADECIMIENTOS.**

Cabrera Castro Martín Andrés.

En primer lugar, quiero agradecer a Dios por guiarme cada día en este camino, que a pesar de muchos obstáculos nunca me dejo caer.

Quiero agradecer de manera muy especial a mi padre y abuelos que a pesar de todo estuvieron conmigo incondicionalmente siempre apoyándome, alentándome y soportándome en todo este trayecto académico, quiero decirles que este logro no hubiese sido posible sin ustedes. Agradecer a todos mis hermanos que siempre estuvieron ahí para apoyarme, que a pesar de todos los conflictos que tuvimos que pasar, nunca dejaron de estar ahí para brindarme su apoyo incondicional. También agradecer a todas aquellas personas que siempre estuvieron en mi vida de igual manera ayudándome y en especial agradecimiento a mi tutor de tesis por el acompañamiento incondicional que, a pesar de la manera acelerada con la cual se llevó este proceso, siempre nos brindó el apoyo en cada etapa de este maravilloso proyecto. Así mismo, agradezco al Ing. Gustavo Álvarez, quien indudablemente con ayuda y exigencia en todo este proceso, desde que fue mi profesor hasta hoy con este proyecto el cual fui parte, ayudó en gran parte para culminar con mi preparación académica

Ortega Gaona Jonathan Patricio.

Quiero expresar mi más profundo agradecimiento por su excepcional orientación y apoyo durante el desarrollo de mi proyecto de tesis y a lo largo de mis estudios en la universidad.

Dr. Daniel Cordero Moreno, su dedicación, sabiduría y paciencia han sido fundamentales para el éxito de mi investigación. Su guía experta y sus valiosos consejos han sido cruciales en cada etapa del proceso, y estoy profundamente agradecido por su compromiso y por haberme impulsado a alcanzar mi máximo potencial.

Ing. Gustavo Álvarez, su evaluación rigurosa y sus observaciones perspicaces han enriquecido significativamente mi trabajo. Su papel en el tribunal ha aportado una perspectiva crítica que ha sido esencial para la calidad y profundidad de mi proyecto.

Ambos han dejado una huella imborrable en mi formación académica y profesional. Gracias por su tiempo, su esfuerzo y por creer en mi proyecto y en mi capacidad.

## **RESUMEN.**

El estudio propuesto analiza el desempeño mecánico, energético y ambiental de un camión Chevrolet NMR Turbo utilizado por Farmasol en la distribución de mercadería en Cuenca, Ecuador. Comenzando con una revisión de la literatura que destaca los beneficios ambientales y económicos de la transición hacia tecnologías de vehículos más limpias, se subrayó la importancia de reducir las emisiones de CO<sub>2</sub> y mejorar la calidad del aire urbano. La metodología aplicada fue tanto experimental como descriptiva, combinando análisis cualitativos y cuantitativos para capturar un panorama completo del rendimiento mecánico, energético y ambiental del camión. Se implementó un flujómetro DFM 100D para monitorear el consumo de combustible en tiempo real, proporcionando datos precisos para optimizar la eficiencia operativa. Los resultados revelaron que el camión recorrió un total de 3274 km a través de todas sus rutas, transportando una carga promedio de 1075.10 kg por ruta, que incluía medicinas, consumibles, productos de aseo personal, pañales y leche. Se destacó un rendimiento de combustible de  $32.5 \pm 32.5$  km/gal y emisiones promedio de CO<sub>2</sub> de  $326.5 \text{ gr/km} \pm 21.9 \text{ gr de CO}_2/\text{km}$ . El objetivo principal del estudio fue mejorar el rendimiento del camión y reducir su impacto ambiental mediante estrategias de gestión más eficientes.

### **Palabras clave:**

Desempeño mecánico, energético, ambiental, reparto urbano de mercaderías.

## **ABSTRACT.**

The proposed study seeks to analyze the mechanical, energy and environmental performance of a Chevrolet NMR Turbo truck used by Farmasol in the distribution of goods in Cuenca, Ecuador. Starting with a literature review highlighting the environmental and economic benefits of transitioning to cleaner vehicle technologies, the importance of reducing CO<sub>2</sub> emissions and improving urban air quality was highlighted. The methodology applied was both experimental and descriptive, combining qualitative and quantitative analyses to capture a complete picture of the truck's mechanical, energy and environmental performance. A DFM 100D flowmeter was implemented to monitor fuel consumption in real time, providing accurate data to optimize operational efficiency. The results revealed that the truck traveled a total of 3274 km across all its routes, carrying an average load of 1075.10 kg per route, which included medicines, consumables, toiletries, diapers and milk. Fuel efficiency of  $32.5 \pm 32.5$  km/gal and average CO<sub>2</sub> emissions of  $326.5 \text{ g/km} \pm 21.9 \text{ g CO}_2/\text{km}$  were noted. The main objective of the study was to improve the truck's performance and reduce its environmental impact through more efficient management strategies.

## **Keywords.**

Mechanical, energy and environmental performance, urban delivery of good

## ÍNDICE DE CONTENIDOS.

<b>DEDICATORIA.</b> ....	<b>i</b>
<b>AGRADECIMIENTOS.</b> ....	<b>ii</b>
<b>ABSTRACT.</b> ....	<b>iv</b>
<b>ÍNDICE DE CONTENIDOS.</b> ....	<b>v</b>
<b>ÍNDICE DE FIGURAS.</b> ....	<b>vi</b>
<b>ÍNDICE DE TABLAS.</b> ....	<b>vii</b>
<b>Introducción.</b> .....	<b>1</b>
Problemática. ....	2
Justificación. ....	3
Marco teórico y estado del arte. ....	5
<i>Desempeño mecánico de vehículos de entrega</i> ....	5
<i>Impacto ambiental del transporte</i> ....	5
<i>Desempeño energético</i> .....	6
<i>Implementación de tecnologías alternativas</i> ....	8
<i>Modelos de evaluación del desempeño</i> ....	8
<b>Materiales y métodos.</b> ....	<b>9</b>
Materiales. ....	9
Métodos. ....	9
Metodología.....	10
<b>Resultados.</b> ....	<b>11</b>
<b>Conclusiones.</b> .....	<b>17</b>
<b>Referencias.</b> ....	<b>19</b>

## ÍNDICE DE FIGURAS.

<b>Figura 1</b> Emisiones de CO2 .....	1
<b>Figura 2</b> Emisiones de CO2 en Ecuador .....	2
<b>Figura 3</b> Porcentaje de emisiones de CO2 en Cuenca .....	2
<b>Figura 4</b> Consumo de combustibles en el transporte .....	2
<b>Figura 5</b> Consumo de diésel y gasolina .....	3
<b>Figura 6</b> Número de vehículos en Cuenca.....	3
<b>Figura 7</b> Tipos de gasolina consumidos en el País .....	4
<b>Figura 8</b> Tipos de vehículos y vehículos en Cuenca .....	4
<b>Figura 9</b> Fórmula del modelo del desempeño mecánico .....	5
<b>Figura 10</b> Modelo del desempeño mecánico .....	6
<b>Figura 11</b> Instalación Flujómetro DFM 100D – Camión Chevrolet NMR Turbo.....	10
<b>Figura 12</b> Medidor de flujo DFM Industrial tomado de Technoton, 2023, p.12 ( <a href="https://jv-technoton.com/es/productos/medidor-de-flujo-dfm-industrial/">https://jv-technoton.com/es/productos/medidor-de-flujo-dfm-industrial/</a> )Turbo .....	11
<b>Figura 13</b> Ruta de camión Chevrolet 106.27 .....	12
<b>Figura 14</b> Registro diario del peso de la mercadería .....	13
<b>Figura 15</b> Registro diario del peso de la mercadería .....	13
<b>Figura 16</b> Bitácora de trabajo de la ruta del Camión Chevrolet NMR Turbo. ....	14
<b>Figura 17</b> Promedio total del recorrido (rendimiento y consumo del camión) .....	15
<b>Figura 18</b> Promedio de rutas .....	16

## ÍNDICE DE TABLAS.

<b>Tabla 1</b> Nomenclatura de ecuaciones del desempeño energético .....	7
<b>Tabla 2</b> Ecuaciones de desempeño energético .....	7
<b>Tabla 3</b> Destinos y rutas recorridas.....	14

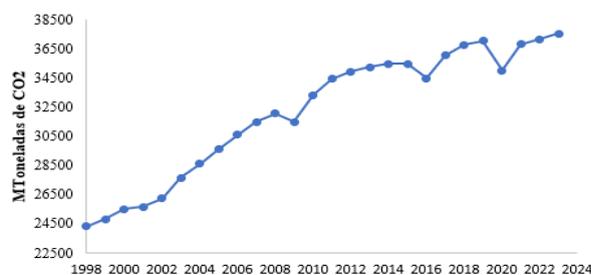
# Obtención de los parámetros de desempeño mecánico, energético y ambiental de un camión de entrega en la ciudad de Cuenca.

Cabrera Castro Martín Andrés, Ortega Gaona Jonathan Patricio, Dr. Daniel Cordero Moreno & Ing. Gustavo Alvarez Coello Msc.

Escuela de Ingeniería Automotriz  
Universidad del Azuay  
[martinandres96@es.uazuay.edu.ec](mailto:martinandres96@es.uazuay.edu.ec)  
[dannaortega@es.uazuay.edu.ec](mailto:dannaortega@es.uazuay.edu.ec)  
[dacorderomdannaortega@uazuay.edu.ec](mailto:dacorderomdannaortega@uazuay.edu.ec)  
[galvarezc@uazuay.edu.ec](mailto:galvarezc@uazuay.edu.ec)

## Introducción.

Durante las últimas dos décadas, ha existido un incremento continuo en las emisiones globales de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>). En el año 2000, estas cifras fueron de 23.500 megatoneladas de CO<sub>2</sub>, sin embargo, para el año 2019 alcanzaron un máximo histórico de 37.000 megatoneladas de CO con una reducción de estas cifras debido a la suspensión de la actividad industrial durante varios meses por la pandemia de COVID-19. La única otra ocasión en lo que se registró una disminución en las emisiones durante este periodo fue en 2009, debido a la crisis económica global. La singularidad de esta disminución fue no solo por el aumento constante que se retomó en 2021, sino también por las proyecciones para 2023, que indican un leve incremento en las emisiones en comparación con 2022, estimado en alrededor de 2.500 megatoneladas de CO<sub>2</sub> más que en 2020 como se indica en la figura 1 (Statista, 2022).



*Figura 1 Emisiones de CO<sub>2</sub>*

En cambio, en Ecuador, las emisiones de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) durante el año 2022 aumentaron en 3.1 megatoneladas de CO<sub>2</sub>, lo que representa un incremento del 7.3% en comparación con el año 2021. En total, las emisiones de CO<sub>2</sub> en 2022 alcanzaron alrededor de 46.1 megatoneladas. Esto situó a Ecuador en la posición número 125 en el ranking de países por emisiones de CO<sub>2</sub>, que está compuesto por 184 países y en el que se clasifican de menor a mayor según su nivel de contaminación según (Expresión Datos Macro [EDM], 2021).

Se debe seguir monitoreando y trabajando para reducir las emisiones y contribuir a mitigar el cambio climático como se observa en la figura 2.

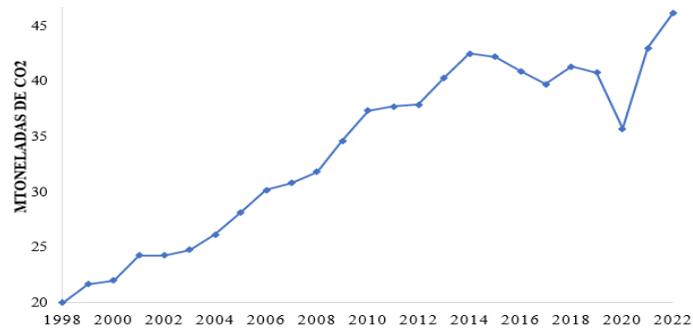


Figura 2 Emisiones de CO2 en Ecuador

### Problemática.

Del total de las emisiones de CO2 de la ciudad de Cuenca, se observa que los sectores con mayor aporte son el de transporte (55%), seguido del sector de industrial (16%) y residencial (15%). Finalmente, los sectores como residuos y comercial/institucional, sumados aportan el 14% del total de la Huella de carbono, de acuerdo con la figura 3 (EDM, 2021).

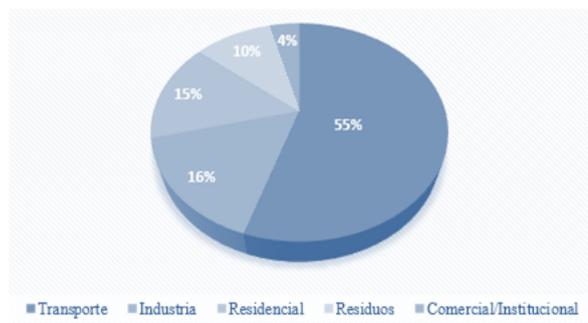


Figura 3 Porcentaje de emisiones de CO2 en Cuenca

La fuente de emisión más importante es el consumo de diésel como se observa en la figura 4, de manera principal del sector transporte, estas emisiones representan el 59,54 % del total de emisiones, seguido por las emisiones de gasolina con 40,45 % como se indica la figura 4 (Sitios ambientales [SASA], 2021).

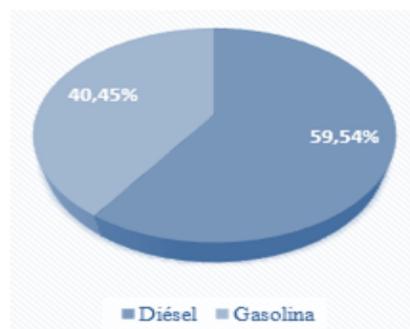
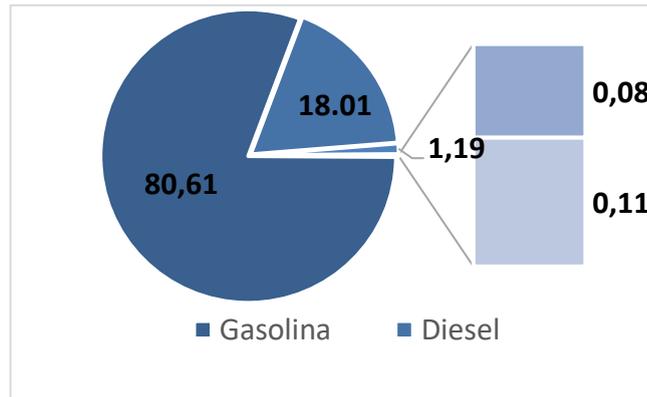


Figura 4 Consumo de combustibles en el transporte

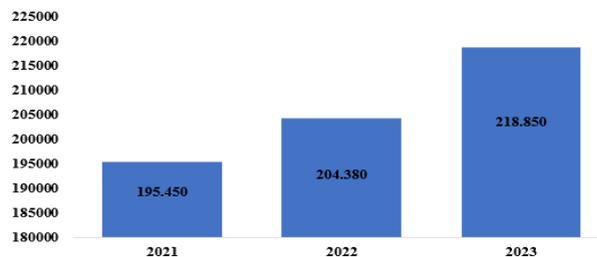
El transporte urbano en Cuenca enfrenta una problemática en términos de sostenibilidad económica y ambiental, como se refleja en los datos recientes sobre el parque automotor y las emisiones de CO<sub>2</sub>. En 2023, Ecuador contó con un parque automotor de 2.774.628 vehículos, de los cuales el 80.61% utilizan gasolina, el 18.01% diésel y apenas el 1.19% híbridos, con una presencia mínima de vehículos eléctricos, como se muestra en la figura 5 (Cámara de la Industria Automotriz Ecuatoriana, [CINAE], 2023).



*Figura 5 Consumo de diésel y gasolina*

### **Justificación.**

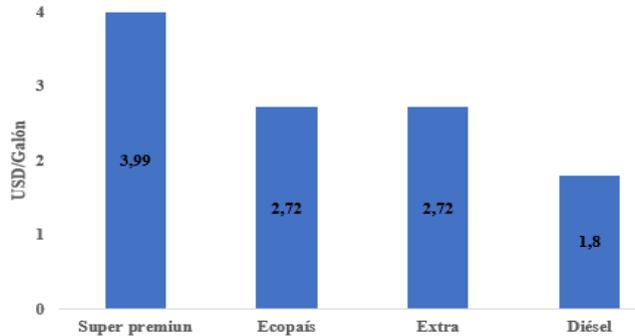
En la provincia estudiada, el número de vehículos ha aumentado, en el 2021 existió una cantidad de 195.450 y en el 2023 esto aumento a 218.850, lo que indica un crecimiento del parque vehicular (Instituto Nacional de Estadísticas y Censos [INEC], 2022). Este incremento plantea desafíos adicionales en términos de congestión vehicular, consumo de combustible y emisiones contaminantes (figura 6) (García et al., 2019).



*Figura 6 Número de vehículos en Cuenca*

Esta predominancia de combustibles fósiles contribuyó de manera sustancial a las emisiones de CO<sub>2</sub> y otros contaminantes (Khan, 2018). A su vez el consumo de combustible fue una preocupante para la operación de camiones de entrega, ya que la eficiencia energética de los vehículos depende de múltiples factores, incluidos el tipo de motor, las condiciones de carga, la calidad del combustible y los patrones de conducción, en la actualidad se encontró que el diésel es el combustible más consumido, representando un 32.5% del total (García et al., 2019).

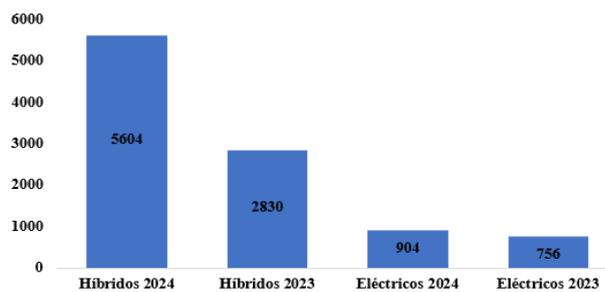
El precio del combustible también es otro factor; en 2024, los costos del galón de gasolina super premium, eco país y extra fueron de \$4.21, \$2.72, y \$2.72, mientras que el diésel costaba \$1.8 (Primicias, 2024). De acuerdo a la figura 7, estos precios, aunque variables, afectan de manera directa los costos operativos de los vehículos de entrega de mercadería (García et al., 2019).



*Figura 7 Tipos de gasolina consumidos en el País*

Cabe recalcar que los vehículos híbridos y eléctricos representan una pequeña fracción del parque automotor en Azuay, con 5604 vehículos híbridos y 904 eléctricos en 2024, y 2830 híbridos y 756 eléctricos en 2023, como se muestra en la figura 8 (Instituto Nacional de Estadísticas y Censos, 2022). Esta baja adopción de tecnologías más limpias implica que la mayoría de los vehículos en circulación siguen dependiendo de combustibles fósiles, exacerbando la problemática ambiental (García et al., 2019).

La contaminación por CO2 y otros gases nocivos como NO2 y partículas (PM) representaron un impacto en la calidad del aire, en especial en áreas urbanas pobladas. Las emisiones de los camiones de entrega, representaron una parte considerable del tráfico urbano, contribuyendo de manera notable a la contaminación ambiental. Esto se traduce en problemas de salud pública y efectos adversos en el clima local y global (Franco et al., 2016).



*Figura 8 Tipos de vehículos y vehículos en Cuenca*

## Marco teórico y estado del arte.

La evolución del transporte y la logística permitió el desarrollo económico y social desde la revolución industrial. A lo largo de los siglos XIX y XX, la industria del transporte experimentó avances tecnológicos que mejoraron la eficiencia y capacidad de los vehículos de carga. Primero el uso de carbón y vapor dominó el escenario, pero pronto fue reemplazado por los motores de combustión interna alimentados por gasolina y diésel. Estos combustibles fósiles ofrecieron mayor potencia y eficiencia, lo que permitió una expansión masiva del transporte de mercancías (García y otros, 2020). Sin embargo, el aumento en el uso de combustibles fósiles también condujo a una creciente preocupación por las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) y otros contaminantes ambientales (Tórres López y Romero Cárdenas, 2016).

El análisis integral de las operaciones de un vehículo de entrega en Cuenca abarcó tres dimensiones clave: el desempeño mecánico, el desempeño energético y el desempeño ambiental. Cada una de estas dimensiones incluyó una serie de parámetros críticos que fueron evaluados para optimizar la eficiencia y reducir el impacto ambiental de los vehículos de entrega (Tórres López y Romero Cárdenas, 2016).

### *Desempeño mecánico de vehículos de entrega*

El estudio del desempeño mecánico de los vehículos de entrega involucró una combinación de disciplinas científicas, incluyendo la ingeniería mecánica, la ciencia de materiales, la ingeniería química y la ciencia ambiental. La eficiencia energética de un vehículo se determinó por diversos factores, tales como el diseño del motor, el tipo de combustible utilizado y las condiciones operativas. Los motores de combustión interna, que han dominado el mercado de vehículos de entrega, se analizaron mediante ciclos termodinámicos (Tórres López y Romero Cárdenas, 2016).

Se debe mencionar que los avances en materiales y diseño aerodinámico han contribuido a mejorar la eficiencia y reducir el consumo de combustible, como se muestra en la figura 9.

$$V = \frac{dx}{dt}$$

$$a = \frac{dV}{dt}$$

$$P = 5\%$$

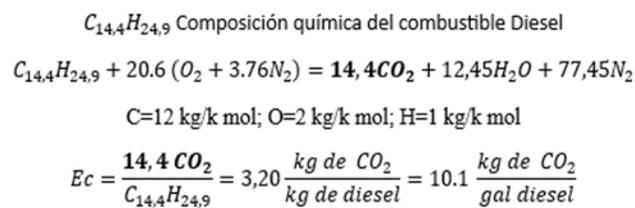
*Figura 9 Fórmula del modelo del desempeño mecánico*

### *Impacto ambiental del transporte*

A nivel global, el transporte ha representado una parte significativa de las emisiones de GEI. Según la Agencia Internacional de Energía (IEA), el sector del transporte fue responsable del 24% de las emisiones directas de CO<sub>2</sub> relacionadas con la energía a nivel mundial (INEC, 2022).

Los vehículos de carga que funcionaron con diésel representaron una parte esencial de la economía global, sin embargo, estos vehículos también fueron el responsable directo del impacto al medio ambiente, en principal debido a la combustión del diésel, que liberaba una variedad de contaminantes nocivos (Torres López y Romero Cárdenas, 2016).

La fórmula química del diésel,  $C_{14,4}H_{24,9}$ , son una molécula compleja compuesta por átomos de carbono e hidrógeno. Cuando se quema el diésel, esta molécula se descompone idealmente en dióxido de carbono ( $CO_2$ ), agua ( $H_2O$ ) y nitrógeno ( $NO_2$ ) del aire, hasta la actualidad las emisiones de dióxido de carbono (10.1kg) producidas por un galón diésel quemado (3.78 l) representan la huella ambiental considerable de la gran cantidad de vehículos diésel que operan en todo el mundo, como se observa en la figura 4, quienes han liberado energía en forma de calor, pero también subproductos que contribuyeron a la contaminación ambiental.



*Figura 10 Modelo del desempeño mecánico*

La combustión real genera otros contaminantes, como son CO, NOx, material particulado, entre otros. La exposición a estos contaminantes tuvo graves consecuencias para la salud humana, con la OMS estimando 7 millones de muertes prematuras anuales relacionadas con la contaminación del aire. Las emisiones de  $CO_2$  de estos vehículos también eran un contribuyente al cambio climático, lo que resultaba en eventos climáticos extremos y el derretimiento de los casquetes polares (Cámara de la Industria Automotriz Ecuatoriana [CINAE], 2023).

### ***Desempeño energético***

Varios estudios han documentado a lo largo del tiempo la implementación exitosa de tecnologías de vehículos alternativos y sus beneficios ambientales y económicos, para mejorar el desempeño energético del camión de carga, incluyendo el uso de motores más eficientes, la reducción del tamaño del camión, la optimización de la carga, la conducción eficiente y el uso de neumáticos de baja resistencia a la rodadura (Tórres López y Romero Cárdenas, 2016).

La eficiencia energética de un motor fue definida como la relación entre la energía útil obtenida del combustible y la energía total contenida en el mismo. Los modelos termodinámicos, como el ciclo Otto y el ciclo Diesel, se utilizaron para analizar y mejorar la eficiencia de los motores de combustión interna, estos permitieron a los ingenieros optimizar el diseño del motor para maximizar la conversión de energía química en trabajo mecánico (Liu et al., 2020).

En pista el recorrido se realizó mediante pruebas en un circuito de rutas fijas, en condiciones reales de obtención mediante el flujómetro y el GPS y las fuerzas que se ponen al movimiento y el GPS las fuerzas que se oponen al movimiento del vehículo se obtienen mediante las ecuaciones mostradas en la tabla 1 y 2.

Tabla 1 Nomenclatura de ecuaciones del desempeño energético

Nomenclatura de ecuaciones			
	Parámetros	Descripción	Nomenclatura
1	Vehículo	Área frontal del vehículo ( $m^2$ )	(A)
		Coefficiente de arrastre (-)	(Cd)
		Coefficiente de resistencia a la rodadura (-)	(fr)
		Masa del vehículo (kg)	(M)
		Radio dinámico (m)	(rd)
2	Ambientes	Densidad del aire ( $kg/m^3$ )	( $\rho$ )
		Gravedad ( $m/s^2$ )	(g)
3	Operación	Aceleración ( $m/s^2$ )	(a)
		Pendiente (radianes)	( $\theta$ )
		Tiempo (s)	(t)

Nota. La tabla es para calcular las ecuaciones de desempeño energético. Tomado de evaluación del ruido generado por un camión de reparto urbano en la ciudad de Cuenca, Ecuador, en Ingeniería y Desarrollo, por Journals Sageupo, 2016, p: 31. (<https://doi.org/https://journals.sagepub.com/doi/10.1177/0022243720972956>)

Tabla 2 Ecuaciones de desempeño energético

Ecuaciones			
	Variable	Ecuación	Unidades
1	Fuerza de arrastre (Fd)	$F_d = \frac{1}{2} \cdot C_d \cdot \rho \cdot A \cdot V^2$	(N)
2	Resistencia a la pendiente (Rg)	$R_g = M \cdot g \cdot \sin \theta$	(N)
3	Resistencia a la rodadura (Rx)	$R_x = f_r \cdot M \cdot g \cdot \cos \theta$	(N)
4	Resistencia a la inercia (Ri)	$R_i = M \cdot a$	(N)
5	Fuerza en rueda (FX)	$F_x = F_d + F_x + F_i + F_R$	(N)
6	Torque en rueda (T)	$T = F_x \cdot r_d$	(Nm)
7	Potencia en rueda (P)	$P = F_x \cdot V$	(kW)
8	Demanda energética (E)	$E = P \cdot \Delta_t$	(kWh)

Nota. La tabla expone las ecuaciones de desempeño energético. Tomado de evaluación del ruido generado por un camión de reparto urbano en la ciudad de Cuenca, Ecuador, en Ingeniería y Desarrollo, por Journals Sageupo, 2016, p: 31. (<https://doi.org/https://journals.sagepub.com/doi/10.1177/0022243720972956>)

En cuanto al avance de los resultados e innovaciones existe el desarrollo de biocombustibles y la mejora en la producción de gas natural han sido avances en la reducción de las emisiones de GEI. Los biocombustibles, derivados de fuentes renovables como aceites vegetales y residuos agrícolas, pueden reducir las emisiones de CO2 en comparación con los combustibles fósiles (Wang et al., 2019).

La introducción de vehículos eléctricos (EV) e híbridos (HEV) ha revolucionado el sector del transporte. Estos vehículos ofrecen mayores eficiencias energéticas y menores emisiones locales de contaminantes. Los EV, en particular, eliminan las emisiones de escape, lo que contribuye a la mejora de la calidad del aire en áreas urbanas (Cordero Moreno, 2015). En regiones como Cuenca, la adopción de vehículos eléctricos puede ser promovida mediante incentivos gubernamentales y la mejora de la infraestructura de carga (El periodismo comprometido [Primicias], 2024).

### ***Implementación de tecnologías alternativas***

Varios estudios han documentado la implementación exitosa de tecnologías de vehículos alternativos y sus beneficios ambientales y económicos. Por ejemplo, un estudio realizado en Bogotá, Colombia, demostró que la transición a una flota de autobuses eléctricos resultó en una reducción significativa de las emisiones de CO<sub>2</sub> y otros contaminantes del aire, mejorando así la calidad del aire urbano y contribuyendo a la salud pública (Statista, 2022).

En Ecuador, la transición hacia una matriz energética más limpia fue documentada en varios informes del Ministerio del Ambiente y Transición Ecológica, estos destacaron los esfuerzos del país para promover el uso de biocombustibles y energías renovables. Las políticas nacionales y los programas de incentivos estuvieron diseñados para fomentar la adopción de tecnologías más limpias y eficientes en el sector del transporte. Estas políticas incluyeron subsidios y exenciones fiscales para la producción y uso de biocombustibles, así como la implementación de proyectos piloto que demostraron la viabilidad técnica y económica de estas tecnologías (Franco et al., 2016).

A su vez, se han llevado a cabo campañas de concienciación para educar a la población sobre los beneficios ambientales y económicos de reducir la dependencia de los combustibles fósiles (Wang y otros, 2019). Estas iniciativas han reflejado un compromiso del gobierno ecuatoriano con la sostenibilidad y la protección del medio ambiente, alineándose con los objetivos globales de reducción de emisiones de gases de efecto invernadero (Franco et al., 2016).

### ***Modelos de evaluación del desempeño***

Los modelos de evaluación del desempeño de vehículos fueron discutidos en la literatura académica, proporcionando herramientas esenciales para la toma de decisiones en el sector del transporte. Un ejemplo destacado fue el modelo GREET (Greenhouse gases, Regulated Emissions, and Energy use in Transportation) desarrollado por el Argonne National Laboratory. Este modelo permitió evaluar el impacto ambiental de diferentes tecnologías de vehículos y combustibles, considerando todo el ciclo de vida del vehículo, desde la producción de materias primas hasta su disposición final. GREET ofreció una plataforma integral para comparar las emisiones de gases de efecto invernadero, el consumo de energía y otros impactos ambientales de diversas opciones tecnológicas (EDM, 2021).

## Materiales y métodos.

### Materiales.

- **Vehículo:** Camión Chevrolet NMR Turbo, utilizado para la distribución de mercadería en la ciudad de Cuenca.
- **Dispositivo de medición:** Flujoímetro DFM 100D, empleado para monitorear el flujo de combustible en tiempo real.
- **Herramientas:** Llaves, destornilladores, abrazaderas, tuberías de conexión, y el kit de instalación del flujoímetro.
- **Software y plataforma:** Sistema para la descarga y análisis de datos del flujoímetro y rutas seguidas por el camión.

### Métodos.

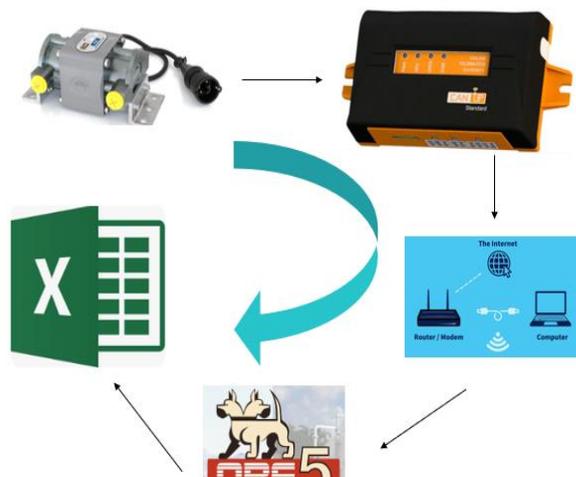
- **Estudio experimental y descriptivo:** Se realizó un estudio experimental y descriptivo para evaluar el desempeño mecánico, energético y ambiental del camión.
- **Enfoque mixto:** Se combinó un enfoque cualitativo (evaluación del desempeño mecánico basado en bibliografía) con un enfoque cuantitativo (medición del consumo de combustible, monitoreo de rutas y evaluación del desempeño energético y ambiental).
- **Instalación del flujoímetro:** El flujoímetro DFM 100D fue instalado en la línea de suministro de combustible del camión, siguiendo un procedimiento detallado para asegurar la precisión de las mediciones.
- **Monitoreo de rutas y consumo de combustible:** Se realizó un monitoreo continuo de las rutas seguidas por el camión, con datos recopilados y descargados en una plataforma para su posterior análisis.
- **Revisión y calibración:** Antes de la instalación del flujoímetro, se revisó el sistema de combustible del camión, y luego se procedió a la calibración del flujoímetro para asegurar la exactitud de los datos recolectados.
- **Registro de datos:** Se registraron la distancia recorrida, el consumo de combustible, el peso de la carga transportada, y las emisiones de CO<sub>2</sub>, con análisis de las variaciones en la eficiencia según las rutas y el tipo de carga.

## Metodología.

El presente trabajo de investigación se basó en un estudio experimental y descriptivo, donde se evaluó el desempeño mecánico, energético y ambiental de un vehículo de combustión interna en la distribución de mercadería en la ciudad de Cuenca. El diseño de la investigación tuvo un enfoque mixto, combinando elementos cualitativos como la evaluación del desempeño mecánico en la bibliografía y cuantitativos para obtener una comprensión holística y completa del desempeño mecánico, energético y ambiental del camión en la distribución de mercadería. Las fuentes utilizadas para el desarrollo del plan fueron documentales, basadas en libros y artículos científicos, mediante los cuales se realizaron análisis comparativos para corroborar la información planteada en el documento. Por otra parte, se realizaron investigaciones de campo para obtener una evaluación directa y relacionarse con el tema de estudio.

La metodología propuesta se enfocó en obtener información detallada y relevante sobre la operación del camión de Farmasol, con el objetivo principal de optimizar su rendimiento y reducir su impacto ambiental (ubicación del camión, la distancia recorrida, las velocidades promedio, el consumo de combustible y otros). Además, se llevó a cabo un monitoreo continuo de las rutas seguidas por el camión para identificar posibles ineficiencias y desviaciones respecto a las rutas planificadas. Los datos recopilados se descargaron en una plataforma para su posterior análisis.

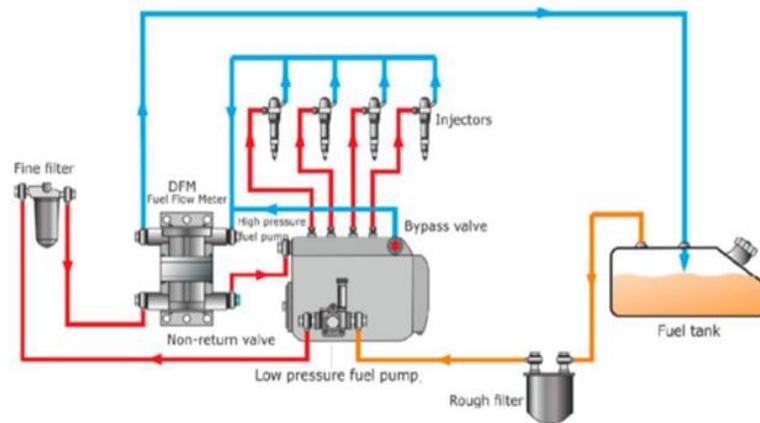
Dicha información fue esencial para conocer sobre la distribución de mercadería en la ciudad de Cuenca, a través de la instalación de un flujómetro, en el Camión Chevrolet NMR Turbo, dicha instalación se llevó a cabo mediante una serie de pasos detallados para garantizar la medición del consumo de combustible. El DFM 100D es un dispositivo diseñado para monitorear el flujo de combustible en tiempo real, proporcionando datos para el análisis del desempeño energético del vehículo. Antes de iniciar la instalación, se realizó una revisión del camión Chevrolet NMR Turbo para identificar el sistema de combustible y planificar la ubicación del flujómetro. En la figura 11 se muestran las herramientas necesarias incluyeron llaves, destornilladores, abrazaderas, tuberías de conexión y el kit de instalación del flujómetro DFM 100D.



*Figura 11 Instalación Flujómetro DFM 100D – Camión Chevrolet NMR Turbo*

Se procedió a desconectar el sistema de combustible del camión para evitar derrames y garantizar la seguridad durante la instalación. Esto implicó el cierre de válvulas y la desconexión de las tuberías de suministro y retorno de combustible. El flujómetro DFM 100D se instaló en la línea de suministro de combustible. Para ello, se seleccionó un punto adecuado en la tubería de combustible, se cortó la sección correspondiente y se conectó el flujómetro utilizando las abrazaderas y tuberías de conexión proporcionadas en el kit de instalación. Asegurarse de que las conexiones estuvieran firmes y sin fugas para el correcto funcionamiento del dispositivo.

El siguiente paso fue la conexión de los sensores del flujómetro a la unidad de control. Se siguieron las instrucciones del fabricante para conectar los cables de los sensores a los puertos correspondientes (figura 7). Luego, se conectó el sistema eléctrico del flujómetro a la batería del camión, asegurándose de que la polaridad fuera la correcta para evitar daños en el dispositivo. Una vez instalado el flujómetro, se realizó la calibración del dispositivo.



*Figura 12 Medidor de flujo DFM Industrial tomado de Technoton, 2023*

Se instaló y calibró un flujómetro en un camión Chevrolet NMR Turbo, operándolo en diversas condiciones para asegurar la precisión de sus datos. Durante las pruebas, se compararon las lecturas con los datos esperados. Se documentó todo el proceso de instalación, configuración y calibración, y se proporcionaron instrucciones de mantenimiento regular. El flujómetro DFM 100D permite analizar el desempeño energético del vehículo, facilitando estrategias de ahorro de combustible y reducción de emisiones.

## **Resultados.**

El alcance del estudio abarcó una evaluación del desempeño mecánico, energético y ambiental del camión Chevrolet NMR Turbo utilizado en la distribución de mercadería por Farmasol en la ciudad de Cuenca. Este trabajo se realizó como parte de un proyecto colaborativo entre la Universidad del Azuay, la cooperación alemana implementada por GIZ, y Farmasol, los actores principales implementadores fueron Farmasol, quienes utilizaron el camión en sus operaciones diarias, la cooperación alemana, a través de GIZ, actuará como un actor habilitante, proporcionando apoyo en la ruta y financiamiento, la Universidad del Azuay proporcionó apoyo técnico y

asesoramiento, asegurando que la metodología y el análisis son rigurosos y científicos, en la cual la duración del proyecto será alrededor de 4 meses.

Se llevo a cabo el registro detallado de la distancia recorrida por un camión de carga Chevrolet NMR Turbo, el cual cubrió un total de 134,6 km en un viaje que incluyó paradas en diversas ubicaciones dentro de la ciudad de Cuenca, las rutas específicas mencionadas en la imagen son Mercado 12 de Abril, Centro Histórico, 9 de Octubre, Teresita, Centro Múltiple, Feria Libre, Arenal, Vergel, Paraíso y Valle, sugiriendo un patrón de entregas o recolecciones en áreas urbanas, como se muestra en la figura 13.



*Figura 13 Ruta de camión Chevrolet 106.27*

El análisis de la distancia recorrida revela que el camión completó un viaje en términos de kilometraje. Recorrer 134,6 km en un solo viaje dentro de una ciudad implicó un esfuerzo considerable con la planificación de rutas. Este tipo de trayecto puede ser indicativo de una ruta bien estructurada para maximizar la eficiencia en las entregas o recolecciones.

Las rutas indicaron un itinerario que abarcó diversas áreas urbanas clave, incluyendo mercados, centros históricos, áreas comerciales y residenciales. Este patrón de paradas sugiere que el camión estaba realizando múltiples entregas o recolecciones, lo que es típico en la distribución urbana. La variedad de los puntos de parada también destaca la necesidad de una gestión eficiente del tiempo y la distancia para cumplir con las necesidades de recorrido.

En cuanto al registro diario del peso de mercadería que se transportó entre medicinas, consumibles (alcohol), aseo personal, pañales y leche, en los puntos de entrega como fueron la feria libre el peso total de carga es de 70.2 kg, en el Arenal 222.58kg, en Sayausí 45.34 kg, San Joaquín 147,62 kg, Balzay 52.84 kg, El Valle 126.58 kg y Turi 52 kg (figura 14).

Farmacia	Grupo #	Pesos							Subtotal	Subtotal
Feria Libre	1	11,6							11,6	70,2
	2	3,1							3,1	
	3	11,7							11,7	
	4	43,8							43,8	
Arenal	1	10,52	11,06						21,58	227,58
	2	34,48							34,48	
	3	57,04							57,04	
	4	57,8	52,82	3,86					114,48	
Sagausi	1	4,66							4,66	45,34
	2	5,14							5,14	
	3	10,6							10,6	
	4	24,94							24,94	
San Joaquín	1	4,04							4,04	147,62
	2	2,38							2,38	
	3	7,88							7,88	
	4	66,28	43,96	23,08					133,32	
Balzaj	1	5,72							5,72	52,84
	2	4,62							4,62	
	3	14,64							14,64	
	4	27,86							27,86	
El Valle	1	6,5							6,5	126,58
	2	25,12							25,12	
	3	33,7							33,7	
	4	37,82	23,44						61,26	
Turi	1	2,48							2,48	42
	2	9,58							9,58	
	3	6,24							6,24	
	4	23,7							23,7	
	1								0	0
	2								0	
	3								0	

Figura 14 Registro diario del peso de la mercadería

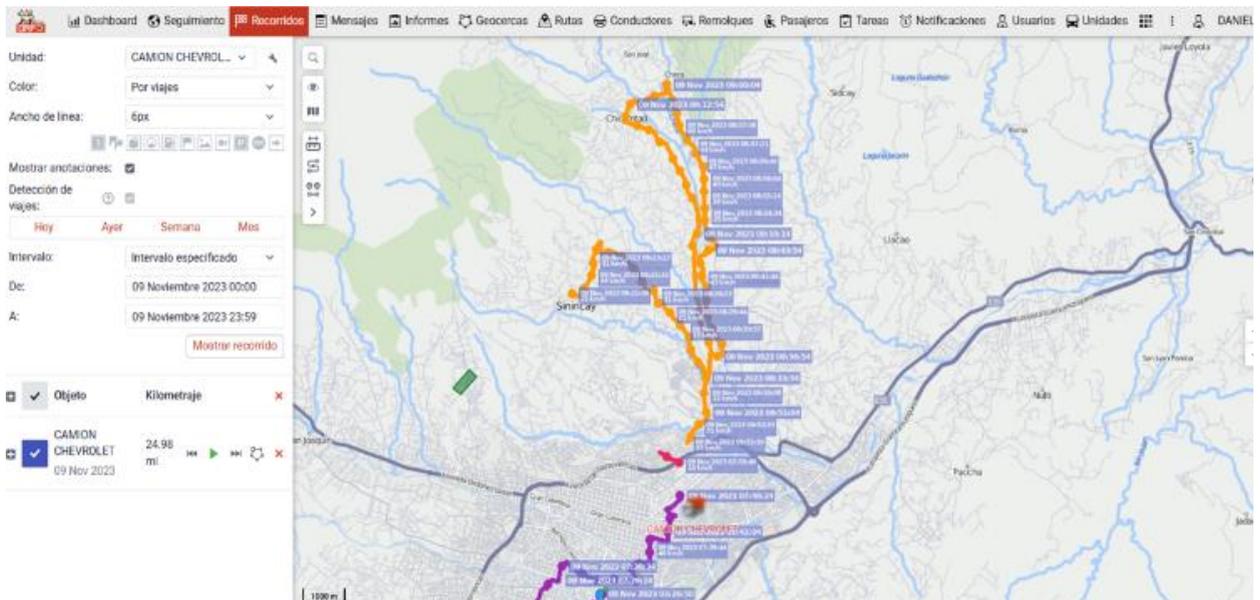


Figura 15 Registro diario del peso de la mercadería

Dentro del recorrido del camión se evidenció la bitácora de registro, en donde la distancia total del recorrido fue de 3274 km, la distancia total del recorrido permite evaluar los resultados en cuanto al viaje del vehículo, mostrando la ruta tomada y datos específicos como la distancia total, la velocidad promedio y la ubicación geográfica en diferentes momentos del trayecto.

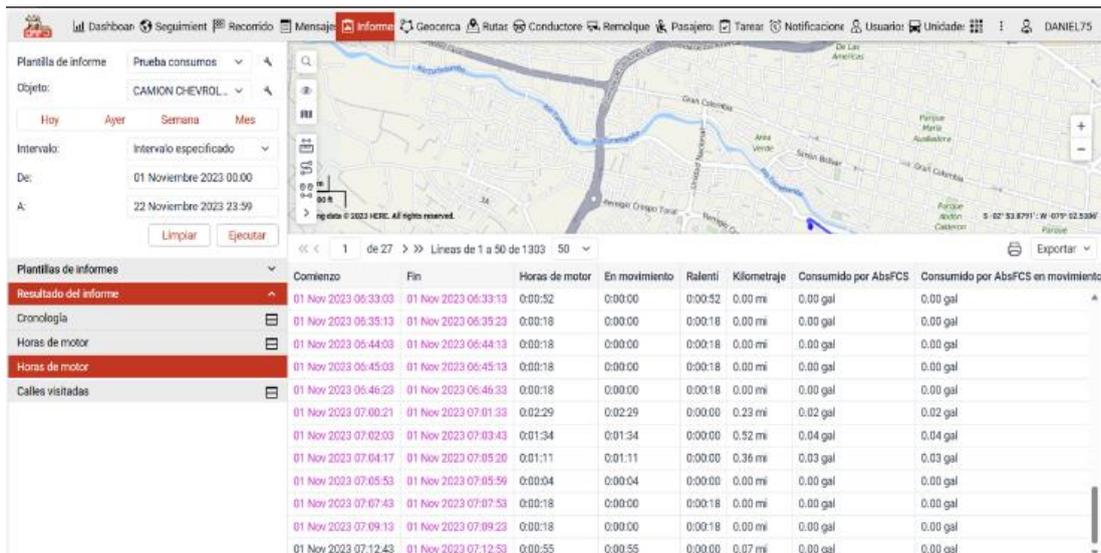


Figura 16 Bitácora de trabajo de la ruta del Camión Chevrolet NMR Turbo.

Se analizó a detalle la distancia promedio, el consumo promedio de combustible y el rendimiento promedio para cada ruta específica que se muestra en la tabla 3, donde se muestra cómo varía el consumo de combustible en función de la distancia recorrida en cada ruta.

Tabla 3 Destinos y rutas recorridas

# de Ruta	Destino		
1	Arenal-Tarqui-Oña		
2	Chaulabamba-Azogues 1,2,3-Paute-Gualaceo		
3	Arenal-San joaquin-Sayausi-Balzay-Turi-Valle		
4	Arenal-San joaquin-Sayausi		
5	Don Bosco-Nogales-Feria-Baños-Totora-Terminal-Miraflores-Patamarca-Ricaurte		
6	Checa-Sinincay-Don Bosco		
7	Arenal-Tarqui-Valle		
8	Cañar		
Ruta	Distancia promedio	Consumo promedio de combustible	Rendimiento promedio
Ruta 1	239,392	8,311	30,610
Ruta 2	154,784	5,136	34,321
Ruta 3	56,724	1,854	34,305
Ruta 4	23,925	0,766	28,945
Ruta 5	56,446	1,971	29,900
Ruta 6	46,466	1,679	26,711
Ruta 7	153,072	4,799	29,036
Ruta 8	186,100	5,977	31,976

El consumo de combustible del camión aumentó a medida que aumentó la distancia recorrida. Esto es coherente, ya que es de esperarse que un vehículo consuma más combustible al recorrer distancias más largas (figura 17).

Según los datos, el promedio de distancia recorrida por el camión en todas las rutas estudiadas fue un punto de referencia para entender su operación diaria, en promedio general durante los períodos del 18 al 29 de diciembre de 2023, del 20 al 29 de febrero de 2024 y del 1 al 7 de marzo de 2024, se estableció que el camión recorrió un promedio de 134,6 km en todas las rutas, como se muestra en la figura 17. Esta cifra promedio indica la cantidad habitual de kilómetros que el camión cubre en un lapso de tiempo específico, proporcionando una base para evaluar su eficiencia operativa y planificar futuros viajes.

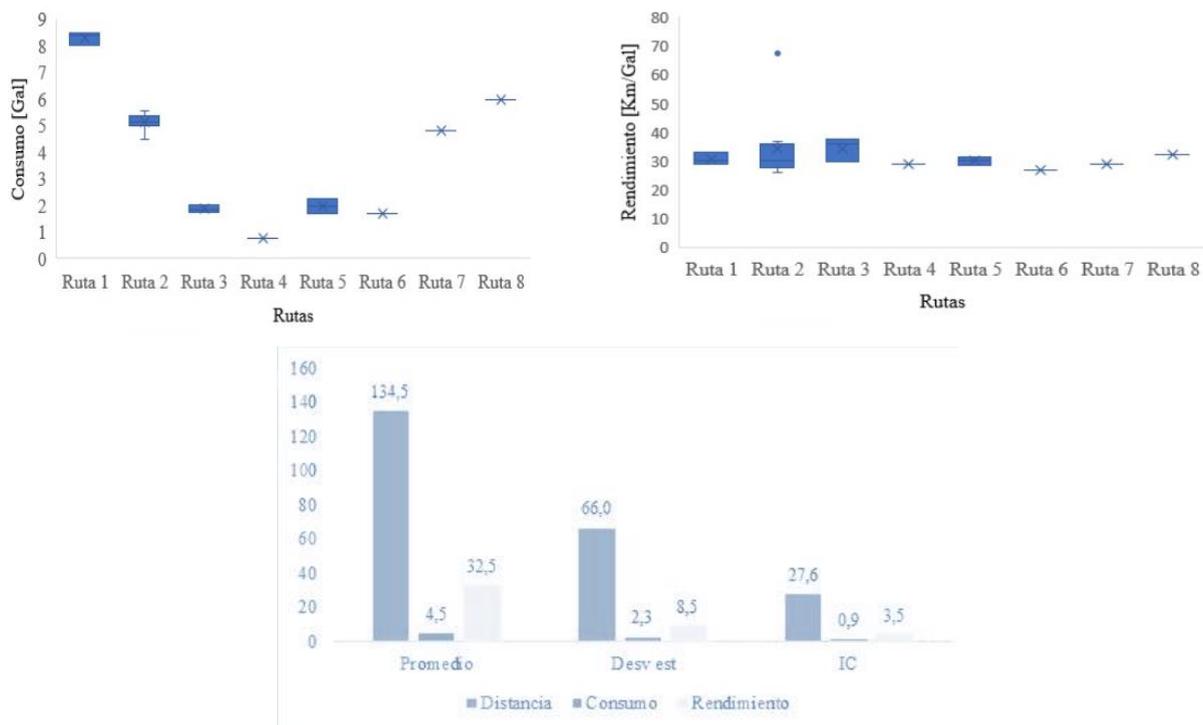
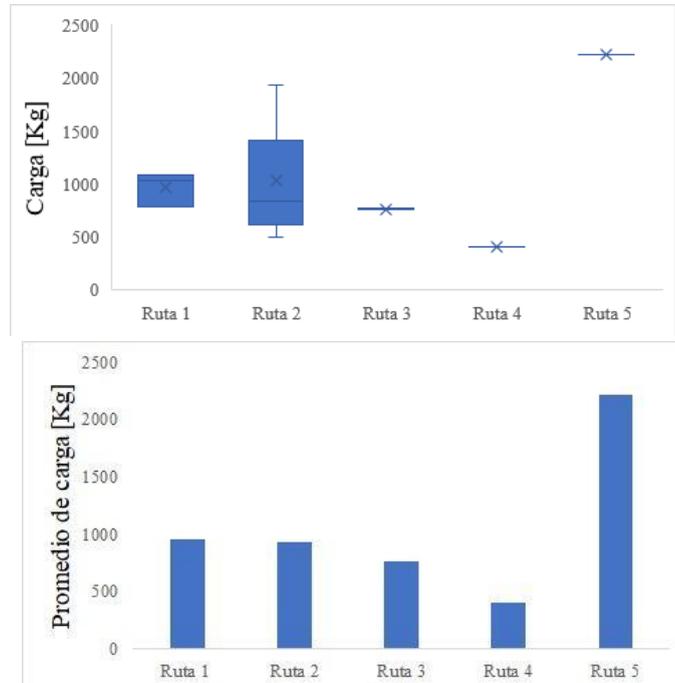


Figura 17 Promedio total del recorrido (rendimiento y consumo del camión)

Esto evidenció las variaciones observadas en la eficiencia del consumo de combustible según las condiciones de las rutas y el tipo de carga transportada. En cuanto a el rendimiento, el camión logró un promedio de 32,5 km/gal con un intervalo de confianza de  $\pm 3,5$  km/gal, dato relevante que indicó cuántos kilómetros puede recorrer el camión por cada galón de combustible utilizado, lo cual permite evaluar la rentabilidad y la sostenibilidad económica de su operación.

En cuanto al peso transportado se tiene registro de 5 diferentes rutas que cumple que el camión, una de las rutas que mayor flujo de mercadería tiene es la ruta 5 ya que son farmacias dentro del casco urbano lo cual tienen alta demanda.

La ruta 5 cumple la ruta Don Bosco, Nogales, Feria, Baños, Totoracocho, Terminal, Miraflores, Patamarca y Ricaurte. La ruta 1 y 2 (figura 18) tienen cargas similares ya que estas farmacias se encuentran ubicadas a las afueras de la ciudad es decir Azogues, Pautas, Gualaceo y Oña por lo que se puede analizar que tienen un rendimiento similar.



*Figura 18 Promedio de rutas*

La ruta 2 se puede observar que tiene muchos más recorridos donde la mínima carga es de 500 Kg y una carga máxima de 1950 Kg por lo que nos indica que existe una variación de pedidos de mercadería y esta ruta es la que cumple Chaullabamba, Azogues 1,2,3, Paute y Gualaceo.

Para finalizar se mencionó las emisiones promedio de CO<sub>2</sub> por kilómetro ya que varían entre diferentes rutas. Las rutas con las emisiones más altas son Ruta 1, Ruta 2 y Ruta 6. Estas rutas podrían tener distancias más largas, tráfico más denso o paradas más frecuentes, todos factores que contribuyen a emisiones más altas. Las rutas con las emisiones más bajas son Ruta 3, Ruta 8 y Ruta 7, estas rutas pusieron en evidencia las distancias más cortas, tráfico más ligero o menos paradas de los camiones, lo cual contribuye a emisiones más bajas, recalando que la emisión promedio global para todas las rutas fue de 320 gr de CO<sub>2</sub>/Km con un intervalo de confianza  $\pm 21.9$  gr de CO<sub>2</sub>/Km (figura 19).

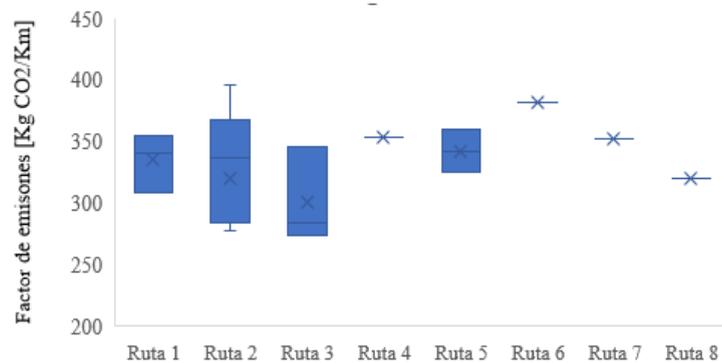


Figura 19 emisión total de CO2 por rutas

## Conclusiones.

El camión recorrió un total de 3,274.64 km  $\pm$ 2.44 km de promedio diario. La distancia promedio por ruta fue de 134.5 km. Además, mantuvo una velocidad promedio de 30.91 km/h  $\pm$ 1.79 km/h. Estos datos ofrecen una visión clara del rendimiento general del camión en términos de distancia recorrida y velocidad sostenida durante el período evaluado.

Durante el período evaluado, el camión completó un total de 8 rutas, transportando un promedio de 1,075.10 kg de carga por ruta y un total combinado de 16,308.96 kg. El peso promedio transportado por ruta específica fue el siguiente: Ruta 1 (961.96 kg), Ruta 2 (1,030.96 kg), Ruta 3 (761.76 kg), Ruta 4 (406.13 kg), y Ruta 5 (2,214.72 kg). Además, se distribuyeron diferentes volúmenes de carga entre grupos específicos: Grupo 1 (Medicinas, 8,551.782 litros), Grupo 2 (Consumibles como Alcohol, 10,861.567 litros), Grupo 3 (Aseo personal, 10,016.62 litros), y Grupo 4 (Pañales y leches, 41,712.306 litros). Estos datos destacan la diversidad y cantidad de carga transportada por el camión, enfatizando la importancia de una gestión eficiente y precisa de los recursos durante el transporte.

El camión demostró un rendimiento promedio de 32.5 km/gal  $\pm$ 3.5 km/gal de combustible. Además, se registró un promedio de emisiones de 326.5  $\pm$ 21.9 gramos de CO2 por kilómetro. Estos datos son fundamentales para evaluar tanto la eficiencia en el consumo de combustible como el impacto ambiental del camión durante el período estudiado, proporcionando una visión detallada de su desempeño en términos de eficiencia energética y emisiones de gases contaminantes.

Para optimizar el rendimiento del camión y mejorar su eficiencia operativa, es fundamental revisar y ajustar las rutas actuales. Aunque la distancia promedio por ruta es de 134.5 km, lo que indica una posible ineficiencia en la planificación de rutas. Se recomienda un análisis detallado de las rutas para reducir distancias innecesarias, mejorando así la utilización del vehículo y reduciendo el tiempo en carretera. Esta optimización podría llevar a un uso más racional del combustible y a una disminución en las emisiones de CO2.

Además, la gestión de la carga presenta una variabilidad considerable entre las rutas, con pesos que oscilan entre 406.13 kg y 2,214.72 kg. Esta disparidad sugiere que la distribución de la carga no es uniforme, lo que podría afectar la eficiencia del

transporte. Es recomendable implementar un sistema de gestión de carga que optimice tanto el uso del espacio como la distribución del peso en el camión. Un mejor manejo de la carga no solo mejoraría la eficiencia del transporte, sino que también podría prolongar la vida útil del vehículo al reducir el desgaste por cargas desiguales.

En cuanto al consumo de combustible, con un rendimiento promedio de  $32.5 \pm 3.5$  km/gal, es crucial continuar con un monitoreo exhaustivo del consumo. La implementación de tecnologías de monitoreo en tiempo real permitiría identificar patrones de uso y detectar áreas donde se podría mejorar la eficiencia, como en la adopción de técnicas de conducción eficiente y en la realización de un mantenimiento preventivo más riguroso. Este enfoque podría ayudar a reducir los costos operativos y mejorar la sostenibilidad del transporte.

Las emisiones de CO<sub>2</sub>, que se encuentran en un promedio de 326.5 gramos por kilómetro, representan un área clave para futuras mejoras. Es imperativo explorar alternativas más sostenibles, como el uso de combustibles limpios o la transición a vehículos eléctricos o híbridos, con el objetivo de reducir el impacto ambiental. Invertir en tecnologías emergentes podría no solo disminuir las emisiones, sino también posicionar a la flota como un líder en transporte sostenible, contribuyendo a la mitigación del cambio climático.

## Referencias.

- Andersson, E., & Sörqvist, P. (2019). Maintenance strategies for commercial vehicles: A systematic review. *International Journal of Vehicle Design*, 10(4), 244-278. <https://doi.org/10.1504/IJVD.2016.079749>
- CINAE. (2023). Cámara de la Industria Automotriz Ecuatoriana. *Boletín Parque Automotor Circulante.*, 123-156. [https://doi.org/https://www.cinae.org.ec/wp-content/uploads/2023/08/Parque\\_automotor\\_jun23-1.pdf](https://doi.org/https://www.cinae.org.ec/wp-content/uploads/2023/08/Parque_automotor_jun23-1.pdf)
- Cordero Moreno, D. (20 de 11 de 2015). Metodología para minimizar el consumo de combustible en autobuses, que sirven rutas fijas, mediante la reconfiguración del tren motriz. Primicias: [https://repositorio.tec.mx/bitstream/handle/11285/637478/Documento\\_final\\_corregido\\_Tesis\\_Daniel\\_Cordero.pdf?sequence=1&isAllowed=y/](https://repositorio.tec.mx/bitstream/handle/11285/637478/Documento_final_corregido_Tesis_Daniel_Cordero.pdf?sequence=1&isAllowed=y/)
- Expresión Datos macro. (3 de 12 de 2021). Ecuador - emisiones de CO2 2022. <https://www.primicias.ec/noticias/economia/carros-electricos-hibridos-ventas-precios/>
- Finnveden, G., Hauschild, M., Ekvall, T., & Heijueguns, R. (2019). Recent developments in Life Cycle Assessment. *Journal of Environmental Management*, 91(1), 1-21.
- Franco, V., Kousolidou, M., Mutean, M., & Ntziachristos, L. (2016). Road vehicle emission factors development: A review. *Atmospheric Environment*, 140(23), 364-376. <https://doi.org/10.1016/j.atmosenv.2016.06.054>
- García, A., Serrano Farra, J., & Jurado, F. (2019). Fuel consumption prediction in commercial vehicles using artificial neural networks. *Journal of Cleaner Production*, 10(2), 1405-1413. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.11.216>
- García, M., Gómez, M., & Álvarez García, J. (2020). Análisis del desempeño energético y ambiental de un camión de reparto urbano en la ciudad de Cuenca, Ecuador. *Dykinson Revista Internacional de Transporte y Logística*, 18(2), 123-152. <https://doi.org/https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0944711320302166>
- Instituto Nacional de Estadísticas y Censos. (2022). Anuario de estadísticas de transporte 2021. *INEC*, 12-20. [https://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Estadisticas\\_Economicas/Estadistica%20de%20Transporte/ESTRA\\_2021/2021\\_ESTRA\\_PPT.pdf](https://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Estadisticas_Economicas/Estadistica%20de%20Transporte/ESTRA_2021/2021_ESTRA_PPT.pdf)
- Khan Martín, A., Hassan, T., & Khan Ferri, A. (2018). Performance Analysis of Commercial Vehicles in Pakistan: A Case Study of Lahore-Rawalpindi GT Road. *Journal of Engineering and Applied Sciences*, 37(2), 201-207. <https://doi.org/10.3923/jeasci.2018.201.207>
- Liu, Y., Sun, L., Li, D., & Wang, X. (2020). Life cycle assessment of a delivery truck: A case study. *Journal of Cleaner Production*, 9(2), 120112. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.121002>

- Primicias. (5 de 4 de 2024). Ya rigen los nuevos precios de las gasolinas y del diésel con IVA al 15%. *PRIMICIAS El periodismo comprometido*, págs. 12-9.  
<https://www.primicias.ec/noticias/economia/nuevos-precios-gasolina-extra-ecopais-diesel-iva/#:~:text=215%20emitido%20por%20el%20presidente,29%20de%20marzo%20de%202024.&text=Los%20nuevos%20precios%20que%20rigen,a%20USD%201%2C797%20por%20gal%C3%B3n>
- SASA. (2021). Evaluación de la huella de carbono y huella hídrica, cantón de Cuenca, Ecuador. *Servicios Ambientales*, 18-25.  
<https://doi.org/https://www.cuenca.gob.ec/system/files/Informe%20Huellas%20-%20Ciudad%20Cuenca.pdf>
- Statista. (13 de 3 de 2022). CO2: Emisiones Mundiales 1995-2023. *Statista*.  
<https://doi.org/https://es.statista.com/estadisticas/635894/emisiones-mundiales-de-dioxido-de-carbono/>
- Tórres López, R., & Romero Cárdenas, J. (2016). Evaluación del ruido generado por un camión de reparto urbano en la ciudad de Cuenca, Ecuador. *Ingeniería y Desarrollo*, 31(1), 85-99.  
<https://doi.org/https://journals.sagepub.com/doi/10.1177/0022243720972956>
- Wang , J., Li, Y., & Zhang, H. (2019). Optimization of delivery truck routes for improved fuel economy and emissions reduction. *Transportation Research Part C: Emerging Technologies*, 105(12), 130-144.  
<https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.trc.2019.04.027>
- Zhang, Y., Wang, S., Sun, H., & Liu, H. (2021). Noise assessment of an electric delivery truck in an urban environment. *Applied Acoustics*, 8(2), 108565.  
<https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.apacoust.2021.108565>

