Powered by Arizona State University®

Proyecto Previo a la Obtención del Título de Ingeniero Automotriz

INGENIERÍA AUTOMOTRIZ

Autor: Miguel Jonathan Soledispa Choez

Tutor: Ing. Fernando Gómez Berrezueta, M.Sc.

Influencia de la Carga Útil en el Consumo de Combustible de un Vehículo SUV Usando un Dispositivo Azuga

Guayaquil-Ecuador |2025

Certificado de Autoría

Yo, Miguel Jonathan Soledispa Choez, declaro bajo juramento, que el trabajo aquí descrito es de mi autoría; que no ha sido presentado anteriormente para ningún grado o calificación profesional y que se ha consultado la bibliografía detallada. Cedo mis derechos de propiedad intelectual a la Universidad Internacional del Ecuador, para que sea publicado y divulgado en internet, según lo establecido en la Ley de Propiedad Intelectual, reglamento y leyes.

_____

Miguel Jonathan Soledispa Choez

C.I.: 1718786062

Aprobación del Tutor

Yo, Fernando Gómez Berrezueta certifico que conozco al autor del presente trabajo siendo responsable exclusivo tanto de su originalidad y autenticidad, como de su contenido.

_____

Ing. Fernando Gómez Berrezueta, M.Sc.

C.I.: 0103441846

Director de Proyecto

Dedicatoria

A quienes han sido faro en mi camino, inspiración constante y apoyo incondicional. Su luz y fortaleza me impulsan a seguir adelante. Este esfuerzo es reflejo de todo lo que me han enseñado. ¡Gracias por estar siempre!

Jonathan Soledispa

Agradecimiento

Agradezco a todos que han hecho posible la ejecución de este proyecto. Agradezco a Dios por darme la salud y la fortaleza necesarias para llevar a cabo este trabajo.

A mis padres, por su constante apoyo, paciencia y por ser la fuente inagotable de inspiración y motivación en mi vida.

Expreso mi más sincero agradecimiento a la Universidad Internacional del Ecuador (UIDE) por brindarme las herramientas, el conocimiento y el entorno propicio para el desarrollo de este proyecto. Asimismo, quiero reconocer de manera especial al Ing. Fernando Gómez Berrezueta, tutor de este trabajo, por su orientación, paciencia y apoyo constante durante todo el proceso. Su experiencia y dedicación han sido clave para alcanzar los objetivos planteados.

¡Gracias por ser una guía y una fuente de motivación!

Jonathan Soledispa

Índice General

Certificado de Autoría....iii

Aprobación del Tutor....iv

Dedicatoria....v

Agradecimiento....vi

Índice General....vii

Índice de Figuras....xi

Índice de Tablas....xii

Resumen....xiii

Abtract....xiv

Capítulo I....1

Antecedentes....1

1.1 Tema de Investigación....1

1.2 Planteamiento, Formulación y Sistematización del Problema....1

1.2.1 Planteamiento del Problema....1

1.2.2 Formulación del Problema....6

1.2.3 Sistematización del Problema....6

1.3 Objetivos de la Investigación....6

1.3.1 Objetivo General....6

1.3.2 Objetivos Específicos....6

1.4 Justificación y Delimitación de la Investigación....6

1.4.1 Justificación Teórica....7

1.4.2 Justificación Metodológica....8

1.4.3 Justificación Práctica....9

1.4.4 Delimitación Temporal....9

1.4.5 Delimitación Geográfica *9*

1.4.6 Delimitación del Contenido *9*

Capítulo II 11

Marco Referencial 11

2.1 Marco Teórico 11

2.1.1 Conceptos Preliminares *11*

2.1.2 Eficiencia del Combustible y el Rendimiento del Vehículo *12*

2.1.3 Cambios en el Consumo Promedio de Combustible *13*

2.1.4 Factores que Influyen en el Consumo de Combustible *14*

2.1.5 Predicción del Consumo de Combustible *15*

2.2 Marco Conceptual 16

2.2.1 Consumo de Combustible *16*

2.2.2 Capacidad de Carga Útil *17*

2.2.3 Consumo de Combustible de un Automóvil *17*

2.2.4 Eficiencia del Combustible *18*

2.2.5 Peso del Automóvil *19*

2.2.6 Importancia del Peso del Vehículo Personal *20*

2.2.7 Peso Bruto *21*

2.2.8 Parámetros más Importantes que Influyen en el Consumo de Combustible *21*

2.2.9 Hábitos de Conducción Óptimos para Maximizar el Kilometraje del SUV *24*

2.2.10 Consumo de Combustible en Función de la Carga *24*

2.2.11 Sport Utility Vehicle (SUV) *25*

2.2.12 Capacidad de Carga Útil *26*

Capítulo III 27

Metodología 27

3.1 Diseño de la Investigación 27

3.1.1 Métodos *27*

3.1.2 Tipo de Estudio *27*

3.1.3 Estudio Exploratorio *27*

3.1.4 Estudio Experimental *28*

3.2 Instrumentos y Herramientas 28

3.3 Procedimiento 28

3.3.1 Preparación y Configuración *28*

3.3.2 Etapas del Experimento *29*

3.3.2 Conceptos Asociados al Experimento *29*

3.3.3 Recolección de Datos *31*

3.3.4 Análisis Estadístico *31*

3.4 Descripción del Vehículo y Dispositivo a Utilizar *31*

3.4.1 Diseño del Estudio *33*

3.4.2 Periodo de Estudio: Duración y Condiciones del Estudio *34*

3.4.3 Variables de Estudio *35*

3.4.4 Procedimiento *36*

3.4.5 Análisis de Datos *37*

3.4.6 Interpretación de los Resultados *37*

3.5 Procedimiento 37

3.6 Gráfico del Experimento 38

Capítulo IV 41

Resultados 41

4.1 Descripción 41

4.1.1 Consumo de Combustible *41*

4.1.2 Relación Carga-Consumo *41*

4.2 Análisis Estadístico 41

4.3 Interpretación de los Hallazgos 41

4.4 Gráficos y Tablas 42

4.5 Explicación de los Resultados 45

4.5.1 Factores Considerados *46*

4.5.2 Análisis de Correlación y Resultados *46*

4.5.3 Correlación de Pearson *47*

Conclusiones 48

Recomendaciones 49

Bibliografía 50

Índice de Figuras

Figura 1 *Emisiones de Gases de Efecto Invernadero por Contaminante* 2

Figura 2 *Valor de Reducción de Combustible* 4

Figura 3 *Eficiencia Energética del Vehículo* 12

Figura 4 *Eficiencia del Combustible* 13

Figura 5 *Factores que Afectan el Consumo de Combustible en Vehículos* 15

Figura 6 *Consumo de Combustible* 16

Figura 7 *Capacidad de Carga Útil* 17

Figura 8 *Eficiencia de Combustible* 18

Figura 9 *Carga Útil en un Vehículo* 20

Figura 10 *Influencia del Peso en el Consumo de Combustible* 23

Figura 11 *Ventas – Proyecciones de Vehículos SUV* 25

Figura 12 *Dispositivo Azuga* 33

Figura 13 *Ruta Seleccionada* 34

Figura 14 *Verificación de las Condiciones Uniformes en cada Prueba* 35

Figura 15 *Especificaciones del Fabricante* 36

Figura 16 *Vehículo Renault Duster* 38

Figura 17 *Espacio y Dimensionamiento para la Carga Útil* 38

Figura 18 *Vehículo sin Carga Adicional* 39

Figura 19 *Vehículo con Carga Adicional* 39

Figura 20 *Ruta Seleccionada* 40

Figura 21 *Consumo de Combustible - Ruta de Ida* 43

Figura 22 *Análisis del Consumo de Combustible - Ruta de Ida* 44

Figura 23 *Consumo de Combustible - Ruta de Vuelta* 44

Figura 24 *Análisis del Consumo de Combustible - Ruta de Vuelta* 45

Índice de Tablas

Tabla 1 *Resumen Comparativo de los Pesos del Vehículo Duster* 30

Tabla 2 *Especificaciones del Vehículo Renault Duster* 32

Tabla 3 *Consumos de Combustible*.....42

Resumen

Este proyecto tiene como objetivo analizar cómo la carga útil afecta el consumo de combustible de un SUV mediante el uso del dispositivo Azuga. La investigación se estructura en tres fases principales donde se instala el dispositivo en un vehículo M1, asegurando su integración y calibración para capturar datos precisos del consumo de combustible y condiciones de manejo, a continuación se realizar la recopilación de datos como velocidad, condiciones de manejo y consumo de combustible bajo diferentes cargas útiles y al finalizar se evalúan los datos recopilados, enfocándose en la relación entre factores como la carga útil con el consumo de combustible. Este análisis permite establecer correlaciones y proponer medidas para optimizar la eficiencia energética del vehículo. El proyecto busca contribuir al entendimiento del impacto operativo de la carga en la eficiencia vehicular, ofreciendo datos valiosos para prácticas más sostenibles.

Palabras Clave: Carga útil, consumo de combustible, dispositivo Azuga, vehículo SUV.

Abtract

This project aims to analyze how payload affects the fuel consumption of an SUV by using the Azuga device. The research is structured in three main phases where the device is installed in an M1 vehicle, ensuring its integration and calibration to capture precise data on fuel consumption and driving conditions, then data collection such as speed, driving conditions will be carried out. and fuel consumption under different payloads and at the end the collected data is evaluated, focusing on the relationship between factors such as payload with fuel consumption. This analysis makes it possible to establish correlations and propose measures to optimize the energy efficiency of the vehicle. The project seeks to contribute to the understanding of the operational impact of charging on vehicle efficiency, offering valuable data for more sustainable practices.

Keywords: Payload, fuel consumption, Azuga device, SUV vehicle.

Capítulo I

Antecedentes

1.1 Tema de Investigación

Influencia de la carga útil en el consumo de combustible de un vehículo SUV usando un dispositivo Azuga.

1.2 Planteamiento, Formulación y Sistematización del Problema

En la actualidad, el aumento en los costos de los combustibles fósiles y la necesidad de reducir las emisiones contaminantes han puesto un mayor énfasis en la optimización del consumo de combustible en vehículos. Uno de los factores clave que influye en este consumo es la carga útil que transportan los vehículos, especialmente en aquellos de uso familiar y comercial, como los SUV. Sin embargo, existe una limitada cantidad de estudios que cuantifiquen específicamente cómo la carga útil afecta el consumo de combustible bajo diferentes condiciones de manejo.

1.2.1 Planteamiento del Problema

El sector del transporte de Estados Unidos utiliza el 70% del consumo de petróleo estadounidense (alrededor de 7 mil millones de barriles por año), lo que equivale al 28% del consumo total de energía anual de Estados Unidos (ORNL 2009b). Esta energía permite el movimiento tanto de personas como de mercancías. Sin embargo, la combustión de petróleo genera emisiones de dióxido de carbono (CO_2) fósil y otros gases de efecto invernadero (GEI).

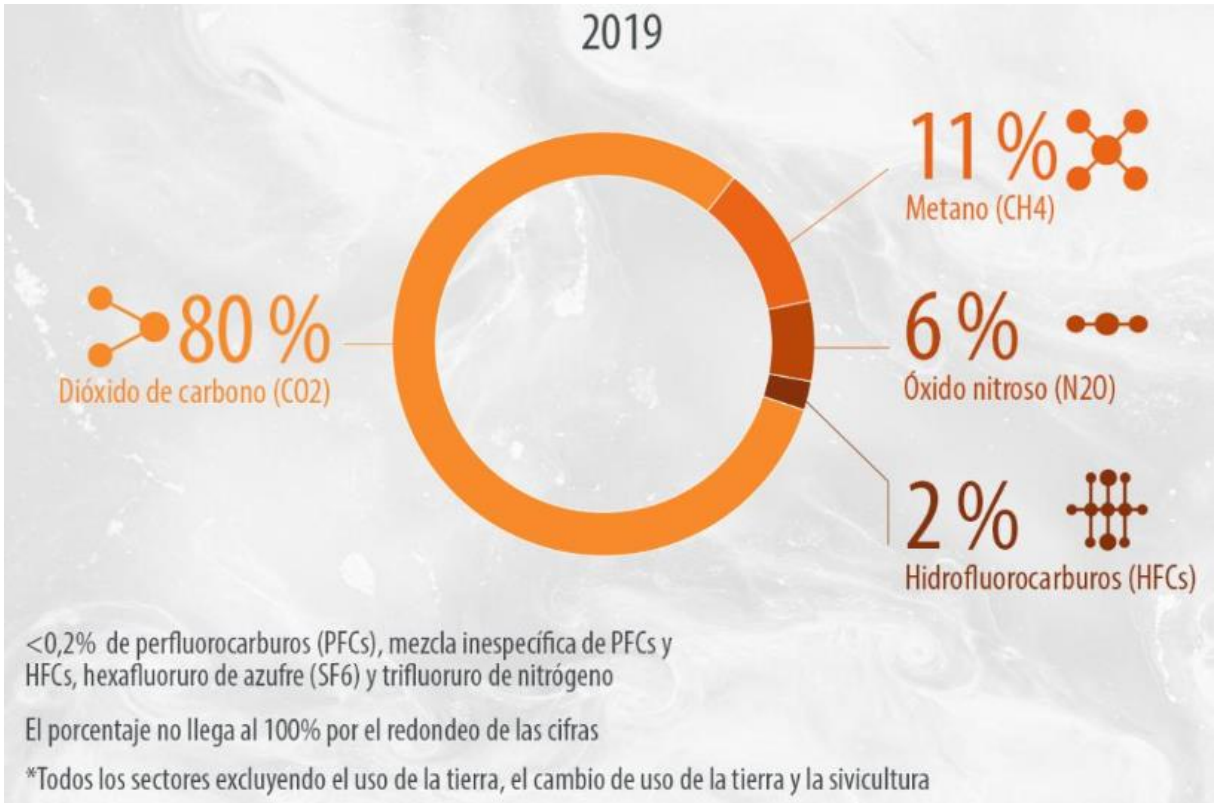
La reducción de las emisiones de GEI se ha convertido en un imperativo que ha dado lugar a importantes políticas regulatorias, como los estándares de emisiones de GEI para automóviles desarrollados por la Agencia de Protección Ambiental-EPA (USEPA y USDOT 2012).

Los problemas del cambio climático causados por las emisiones de CO_2 y el agotamiento de los combustibles fósiles se han convertido en un problema principal en muchos

países. Se informó que alrededor del 30% de la energía total se consume en el sector del transporte y esto contribuyó a los efectos nocivos (Rakha et al., 2011). Dadas estas circunstancias, la necesidad de reducir las emisiones de CO_2 mediante la mejora de la eficiencia del combustible de los vehículos se ha convertido en una tarea importante (Figura 1)..

Figura 1

Emisiones de Gases de Efecto Invernadero por Contaminante



Tomadode: https://www.europarl.europa.eu/topics/es/article/20180301STO98928/emisiones-de-gases-de-efecto-invernadero-por-pais-y-sector-infografia

En este contexto, la implementación de sistemas de monitoreo de la carga útil del vehículo se ha convertido en una práctica común para garantizar un correcto seguimiento del consumo de combustible y optimizar el rendimiento del vehículo. Uno de estos sistemas es el dispositivo Azuga, que ofrece un monitoreo en tiempo real del consumo de combustible, proporcionando datos precisos sobre su estado operativo.

Aun con la creciente adopción de estos sistemas, hay una falta de investigaciones específicas que evalúen y cuantifiquen la influencia directa de la carga del vehículo, exclusivamente el dispositivo Azuga, en el consumo de combustible de los vehículos de clase M1. Entender esta relación es fundamental, ya que puede tener implicaciones significativas tanto para los fabricantes de vehículos como para los usuarios finales (Alvarado, 2024).

El consumo de combustible es un factor decisivo en la eficiencia y economía de operación de los vehículos, principalmente en el contexto actual de preocupación por la sostenibilidad y el impacto ambiental. Los vehículos SUV (Sport Utility Vehicle) son populares por su versatilidad y capacidad de transporte de carga, sin embargo, existe una escasez de estudios exhaustivos que investiguen cómo la carga útil afecta directamente su consumo de combustible.

Este proyecto trata abordar esta brecha de conocimiento a través del análisis de la influencia de la carga útil en el consumo de combustible de un vehículo SUV. La carga útil se refiere al peso adicional transportado en el vehículo, que incluye pasajeros, equipaje y carga adicional.

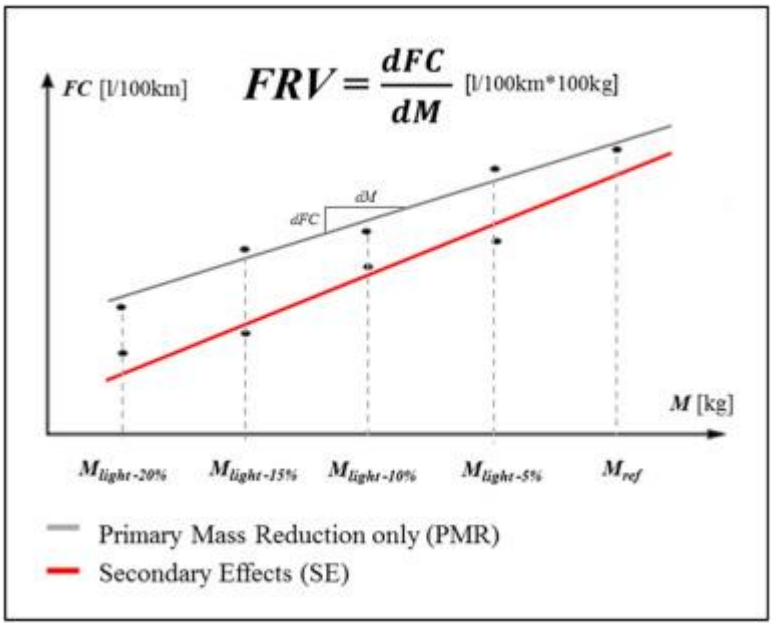
El problema está en la carencia de comprensión sobre cómo varía el consumo de combustible en función de la carga útil en vehículos SUV específicos. Esta falta de conocimiento restringe la capacidad de los consumidores y fabricantes para tomar decisiones informadas sobre el uso y diseño de estos vehículos, así como para desarrollar estrategias efectivas de gestión de flotas y políticas de transporte sostenible.

Por lo cual, es decisivo investigar y comprender la relación entre la carga útil y el consumo de combustible en vehículos SUV, con el fin de proporcionar datos y análisis que puedan informar decisiones tanto a nivel individual como a nivel empresarial, promoviendo así un uso más eficiente y sostenible de estos vehículos.

La dependencia masiva del FC del vehículo es una cantidad importante para estimar el mérito de una iniciativa de aligeramiento del vehículo. Para automóviles y camiones ligeros (LDT), esta cantidad se denomina valor de reducción de combustible – FRV (Lynne 1998; Koffler y Rohde-Brandenburger 2010). FRV depende fundamentalmente de tres factores: eficiencia energética del vehículo, resistencia a la rodadura y ciclo de trabajo (perfil de velocidad versus tiempo). La mayor parte del FRV está determinada por el ciclo de trabajo de una determinada clase de vehículo, y la eficiencia energética y la resistencia a la rodadura de diferentes vehículos dentro de una clase contribuyen a la variación de ese FRV ((Nam y Giannelli 2005) Helms y Kräck 2016) (Figura 2).

Figura 2

Valor de Reducción de Combustible



Tomado de: https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0959652617307096

En la actualidad se realizan estudios para determinar el consumo de combustible desde el punto de vista energético, de los cuales se han derivado resultados favorables, tal es el caso del estudio realizado por Marchese, Golato, en el año 2011, quienes estimaron el consumo de combustible de automóviles y camiones en diferentes condiciones de carga, tomando en cuenta

la influencia de la rodadura y la aerodinámica de los mismos. En el caso del automóvil con motor más eficiente y con mejor aerodinámica, reduce el consumo de combustible entre un 27 y 38%, en tanto que para el camión se obtuvo una reducción del 20%.

Todos los automóviles, independientemente de su modelo y estilo, tienen un límite de peso que pueden soportar. Se puede conocer la carga máxima autorizada del vehículo consultándola en la ficha técnica o en el permiso de circulación.

Sin embargo, es importante saber diferenciar la tara del automóvil, que designa el peso total del vehículo (sin pasajeros y sin carga), y la masa máxima autorizada, que se refiere a la carga que puede soportar el coche durante la circulación por las vías públicas. El peso del vehículo y la potencia del motor son dos de los más importantes, parámetros que influyen en el consumo de combustible de un vehículo y dióxido de carbono (CO_2) emisiones. El peso del promedio vehículo disminuyó desde mediados de los años 1970 hasta mediados de los 1980 y luego aumentó dramáticamente hasta alrededor de 2005.

En los últimos años, la tendencia se ha vuelto más estable. Potencia media del motor ha seguido una tendencia similar, duplicándose desde principios de los años 1980. Las investigaciones sugieren que los conductores que convierten sus vehículos en almacenes u oficinas móviles pueden reducir el kilometraje en un 2% por cada 3,7 litros de combustible si tienen aproximadamente 50 kg de peso extra en su coche. Si bien puede ser conveniente llevar productos, equipos o incluso artículos personales adicionales en el vehículo, a la larga puede resultarle costoso a su empresa.

El director ejecutivo de MasterDrive, Eugene Herbert, afirma que los gestores de flotas deben tomarse en serio la correlación entre el peso y el ahorro de combustible si se comprometen a reducir costes.

1.2.2 Formulación del Problema

¿En este contexto, surge la pregunta: ¿Cómo Influencia de la Carga Útil en el Consumo de Combustible de un Vehículo SUV Usando un Dispositivo Azuga?

1.2.3 Sistematización del Problema

- ¿Qué niveles de carga útil influyen en el consumo de un vehículo SUV?
- ¿Cuál es la relación entre la carga útil y la eficiencia en el consumo de combustible de un vehículo?
- ¿Existen patrones o tendencias discernibles para comprender cómo la carga útil influye en la eficiencia energética de estos vehículos?

1.3 Objetivos de la Investigación

1.3.1 Objetivo General

- Determinar la relación entre la carga útil y el consumo de combustible en un vehículo SUV usando un dispositivo Azuga.

1.3.2 Objetivos Específicos

- Analizar el impacto de diferentes niveles de carga útil en el consumo de combustible.
- Identificar patrones o tendencias en la influencia de la carga útil en el consumo de combustible en diferentes condiciones de manejo.
- Realizar un análisis estadístico de los datos recopilados entre la relación de la carga útil y el consumo de combustible en un vehículo SUV.

1.4 Justificación y Delimitación de la Investigación

Entre los diversos sectores económicos, el transporte contribuye significativamente a varias cargas ambientales, como las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) y la explotación de recursos (Comisión Europea, 2012): actualmente, el transporte representa el segundo mayor contribuyente a las emisiones antropogénicas de GEI dentro de la Unión

Europea (Del Pero et al., 2015) y aproximadamente el 20% de estas emisiones son generadas por el transporte por carretera. Considerando el contexto del motor de combustión interna (ICE) automotriz, el impacto ambiental se encuentra a lo largo de todo el ciclo de vida (LC) del vehículo (Grujicic et al., 2009) y la etapa de uso es responsable de una cuota relevante del impacto total de LC (Siskos et al., 2015).

El objetivo principal de este proyecto es investigar y analizar la influencia de la carga útil en el consumo de combustible de un vehículo tipo SUV (Sport Utility Vehicle). La carga útil se refiere al peso total de los pasajeros y la carga transportada en el vehículo, incluyendo equipaje, equipos u otros objetos. Este estudio buscará comprender cómo varía el consumo de combustible del SUV en función de diferentes niveles de carga útil, evaluando si existe una relación significativa entre el peso transportado y la eficiencia en el consumo de combustible

1.4.1 Justificación Teórica

La justificación teórica del proyecto "Influencia de la Carga Útil en el Consumo de Combustible de un Vehículo SUV" se basa en varios fundamentos:

- Importancia del Consumo de Combustible: El consumo de combustible es un aspecto crucial en la eficiencia operativa de los vehículos, tanto desde una perspectiva económica como ambiental. Los vehículos SUV, dada su popularidad y presencia en las carreteras, representan una parte significativa del consumo total de combustible de la flota automotriz.
- Variabilidad de la Carga Útil: Los vehículos SUV se utilizan para una variedad de propósitos, desde el transporte diario de pasajeros hasta el transporte de carga adicional, como equipaje o mercancías. Esta variabilidad en la carga útil puede influir de manera significativa en el rendimiento del vehículo, incluido su consumo de combustible.

- Eficiencia Energética: Optimizar la eficiencia energética de los vehículos SUV es un objetivo importante para reducir el consumo de combustible y las emisiones de gases de efecto invernadero. Comprender cómo la carga útil afecta esta eficiencia es fundamental para desarrollar estrategias de diseño y conducción más eficientes.
- Relevancia para la Industria Automotriz: Los fabricantes de vehículos están asiduamente buscando formas de mejorar la eficiencia de sus productos para satisfacer las demandas del mercado y cumplir con las regulaciones ambientales. Investigaciones que examinan la relación entre la carga útil y el consumo de combustible pueden proporcionar información valiosa para el desarrollo de tecnologías más eficientes y sostenibles.
- Beneficios para los Conductores y la Sociedad: Comprender cómo la carga útil afecta el consumo de combustible puede beneficiar a los conductores al permitirles tomar decisiones informadas sobre la carga y la conducción de sus vehículos. Además, reducir el consumo de combustible contribuye a la mitigación del cambio climático y a la mejora de la calidad del aire.

El proyecto trata una cuestión relevante y actual en el campo de la ingeniería automotriz y la sostenibilidad, facilitando conocimientos muy relevantes que pueden tener un impacto significativo en la eficiencia energética y el rendimiento ambiental de los vehículos deportivos utilitarios (SUV).

1.4.2 Justificación Metodológica

La justificación metodológica del proyecto "Influencia de la Carga Útil en el Consumo de Combustible de un Vehículo SUV" se basa en la necesidad de comprender y cuantificar cómo diferentes niveles de carga útil afectan el consumo de combustible en este tipo de vehículos.

1.4.3 Justificación Práctica

El proyecto sobre la influencia de la carga útil en el consumo de combustible de vehículos SUV tiene una justificación práctica sólida, ya que proporciona beneficios tangibles tanto para los fabricantes de vehículos como para los conductores, además de contribuir a la protección del medio ambiente y al fomento de prácticas de conducción sostenible.

1.4.4 Delimitación Temporal

El presente proyecto se desarrolla durante un período de 6 meses, comenzando en mayo de 2024 y finalizando en diciembre de 2024.

1.4.5 Delimitación Geográfica

El trabajo se desarrolla en la ciudad de Guayaquil. Este proyecto se lleva a cabo en un entorno urbano, focalizándose en un vehículo SUV.

1.4.6 Delimitación del Contenido

El presente proyecto se enfoca específicamente en examinar la influencia de la carga útil en el consumo de combustible de vehículos SUV. Para lograr este objetivo, se tomarán en consideración los siguientes límites y alcances:

- Tipo de Vehículo: El estudio se centra exclusivamente en los vehículos Sport Utility Vehicle (SUV), exceptuando otros tipos de vehículos como sedanes, camionetas, o vehículos utilitarios más grandes.
- Variables de Interés: El análisis principal consiste en la relación entre la carga útil y el consumo de combustible. Se considerará el efecto de diferentes niveles de carga útil en la eficiencia de combustible de los SUV, teniendo en cuenta factores como la aceleración, la velocidad, y las condiciones de manejo.
- Factores Externos: Se reconoce la influencia de factores externos, como las condiciones climáticas, el tipo de carretera, y el tráfico, en el consumo de combustible de los vehículos SUV. Sin embargo, estos factores se tratarán como

variables controladas o como parte del contexto de análisis, en lugar de ser objeto principal de estudio.

Capítulo II

Marco Referencial

2.1 Marco Teórico

Los vehículos Sport Utility Vehicle (SUV) han experimentado un aumento significativo en su popularidad en las últimas décadas, convirtiéndose en una opción preferida para una amplia gama de consumidores debido a su versatilidad, espacio interior y capacidad para enfrentar una variedad de condiciones de manejo. Sin embargo, este aumento en la popularidad de los SUV ha venido acompañado de preocupaciones crecientes sobre su eficiencia de combustible y su impacto ambiental, especialmente en un contexto de creciente conciencia sobre la sostenibilidad y la conservación de recursos naturales.

La eficiencia de combustible es un factor crucial tanto para los fabricantes de vehículos como para los consumidores, ya que afecta directamente los costos de operación y el impacto ambiental de los vehículos. En este sentido, comprender cómo diferentes variables, como la carga útil, influyen en el consumo de combustible de los vehículos SUV se ha convertido en un tema de investigación relevante y de gran interés.

2.1.1 Conceptos Preliminares

El propósito de este estudio es investigar y analizar la influencia de la carga útil en el consumo de combustible de los vehículos SUV. A través de una revisión exhaustiva de la literatura existente, así como de la aplicación de metodologías adecuadas, este estudio busca proporcionar una comprensión más profunda de cómo diferentes niveles de carga útil afectan la eficiencia de combustible de los SUV en una variedad de condiciones de manejo.

Al abordar esta cuestión, no solo se busca llenar una brecha en el conocimiento existente, sino también proporcionar información valiosa para fabricantes de vehículos, conductores y formuladores de políticas, con el objetivo último de mejorar la eficiencia energética y reducir el impacto ambiental de los vehículos SUV (Figura 3).

Figura 3

Eficiencia Energética del Vehículo

Tomado de: https://francis.naukas.com/2012/07/14/como-medir-la-eficiencia-energetica-de-tu-propio-coche/

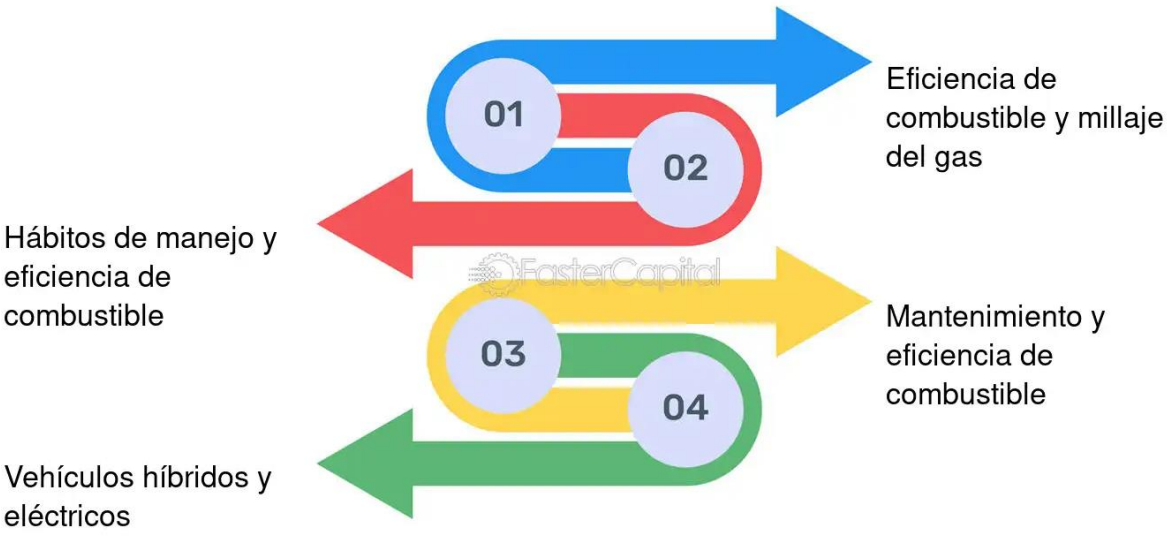
2.1.2 Eficiencia del Combustible y el Rendimiento del Vehículo

Los estándares de economía de combustible (p. ej., medidos en millas por galón) o consumo de combustible (p. ej., medidos en litros por 100 km) o regulaciones sobre emisiones de gases de efecto invernadero para vehículos han estado vigentes durante décadas en muchos países y ayudan a mejorar la eficiencia del combustible en vehículos nuevos (Atabani et al., 2011).

Se ha reconocido que la mejora de la eficiencia del combustible a partir de innovaciones o avances tecnológicos es una forma eficaz de reducir el consumo de energía. Sin embargo, el ahorro de combustible no siempre es proporcional al progreso tecnológico de los vehículos, e incluso hay casos de aumento del consumo promedio de combustible cuando el progreso tecnológico se acelera (Van den Brink y Van Wee, 2001). Estudios anteriores han confirmado que existe una compensación entre el consumo de combustible y el rendimiento del vehículo, lo que indica que algunos avances tecnológicos se han visto compensados por aumentos en las características del vehículo, como el peso, la potencia y el tiempo de aceleración (Hu y Chen, 2016; Knittel, 2011; Matas et al., 2017) (Figura 4).

Figura 4

Eficiencia del Combustible



Tomado de: https://fastercapital.com/es/

2.1.3 Cambios en el Consumo Promedio de Combustible

Los cambios en el consumo promedio de combustible a lo largo del tiempo se pueden descomponer en cambios en las características del vehículo (p. ej., peso, potencia, tiempo de aceleración) y progreso tecnológico (p. ej., eficiencia del motor) (Hu y Chen, 2016). El progreso tecnológico puede entenderse como el ahorro de combustible de la nueva flota de automóviles a lo largo del tiempo sin sacrificar el rendimiento del vehículo, y que a menudo implica un conjunto de tecnologías nuevas o mejoradas (Knittel, 2011). Por ejemplo, la inyección directa de gasolina puede proporcionar entre un 12 % y un 15 % de ahorro de combustible.

Los vehículos actuales tienen un mejor consumo de combustible que antes y cada modelo nuevo impulsan la barrera de consumo hacia adelante. Los precios del combustible fluctuarán inevitablemente y cuando están en un punto bajo, los conductores tienden a preocuparse menos por el consumo de combustible.

2.1.4 Factores que Influyen en el Consumo de Combustible

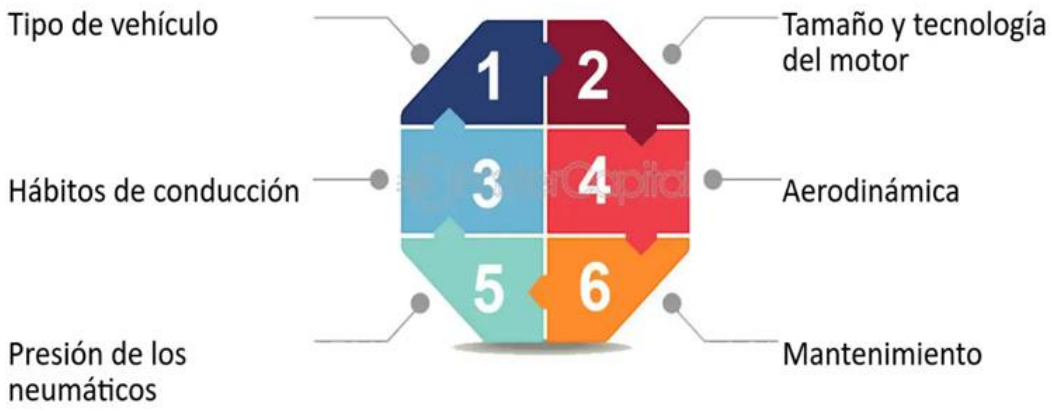
Son varios los motivos por los que el vehículo puede necesitar más carburante del habitual:

- La forma de conducir es uno de los factores que más influyen en el consumo de combustible (diésel o gasolina), siendo poco recomendable que se dé acelerones y/o frenazos o revolucionemos el vehículo de forma excesiva, entre otras cosas. Los expertos sugieren, para evitarlo y de cara a que sea más eficientes, que no se pise el acelerador al arrancar el motor ni moverse de forma inmediata (es bueno esperar 2-3 segundos antes de comenzar). También advierten que "la primera" es únicamente para iniciar la marcha, debiendo cambiar a segunda a los pocos metros de haber empezado a desplazar. Tampoco superar las 2000 rpm en modelos de gasolina, y 1.500 rpm en diésel, sin cambiar de marcha (mejor circular en marchas largas y a bajas revoluciones) ni hacer cambios bruscos de ritmo sin motivo aparente.
- La presión de los neumáticos es otro factor clave en el consumo de combustible. No llevar la suficiente presión en las ruedas hace que se puede incrementar, según diversos estudios, hasta un 3 %. Aumentar la zona de contacto de la llamada 'banda de rodadura' del propio neumático, es decir, se produce un mayor rozamiento de este con el asfalto. Esto implica que el automóvil, para poder moverse, necesite realizar un esfuerzo extra que implica un gasto adicional de carburante.
- Un exceso de peso en el vehículo puede tener como consecuencia un aumento en el consumo de combustible de hasta un 2%. Por ello, se recomienda distribuir todo aquellos que se lleve de forma adecuada para que la resistencia del coche no aumente y, con ello, el citado consumo de carburante.

Comprender la eficiencia del combustible es crucial para gestionar y reducir el consumo de combustible. Hay varios factores (Figura 5) que pueden afectar el consumo de combustible y obtener información desde diferentes puntos de vista puede ayudar.

Figura 5

Factores que Afectan el Consumo de Combustible en Vehículos



Tomado de: https://fastercapital.com/es/tema/factores-que-afectan-el-consumo-de-energ%C3%ADa.html/

2.1.5 Predicción del Consumo de Combustible

Predecir el consumo de combustible es difícil debido a la cantidad de parámetros que influyen, así como a los avances tecnológicos en los vehículos y en los tipos de combustible (ITEA, 2007); sin embargo, estos avances no necesariamente conducen a la reducción esperada en el consumo de combustible, ya que los vehículos requieren más potencia para las mayores comodidades ofrecidas (Bandivadekar, 2008), incluyendo aire acondicionado, refrigeración y capacidad de carga, entre otros. Sin embargo, los gobiernos se han esforzado por aumentar la eficiencia del combustible y de los vehículos para reducir el consumo de combustible con el fin de obtener mejoras económicas y ambientales (Posada-Henao, 2012). Las empresas de transporte y los camioneros están dispuestos a pagar por estas nuevas tecnologías, ya que recuperarán su inversión durante el período de uso del vehículo. Esto último ha sido validado, considerando que las características del vehículo son importantes para el consumo de

combustible (Giannelli, 2004), y que los costos del combustible afectan los patrones de conducción y, por lo tanto, el consumo de combustible; en este sentido, la conducción ecológica y el eco-routing aparecen como buenas prácticas (Zeng, 2020).

2.2 Marco Conceptual

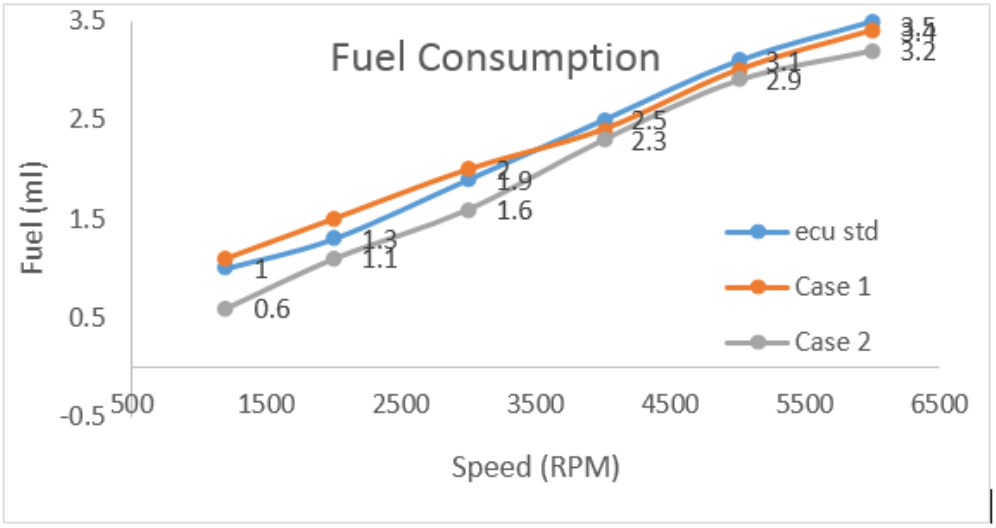
2.2.1 Consumo de Combustible

El consumo de combustible mide la cantidad de combustible que consume un automóvil para recorrer una distancia específica. Se expresa en litros por cada cien kilómetros —o en países que utilizan el sistema imperial, en galones por cada 100 millas. Por ejemplo, un Volkswagen Golf TDI Bluemotion tiene uno de los mejores índices de consumo de combustible, necesitando sólo 3,17 litros para recorrer 100 kilómetros. Por lo tanto, cuanto menor sea el valor, mejor será la calificación.

No todo el combustible consumido se utiliza para alimentar directamente el coche. Aproximadamente entre el 3 y el 11 % del combustible consumido se utiliza para superar la resistencia a la rodadura.

Figura 6

Consumo de Combustible



Tomado: https://www.researchgate.net/figure/Comparison-of-average-fuel-consumption_fig1_348108352

2.2.2 Capacidad de Carga Útil

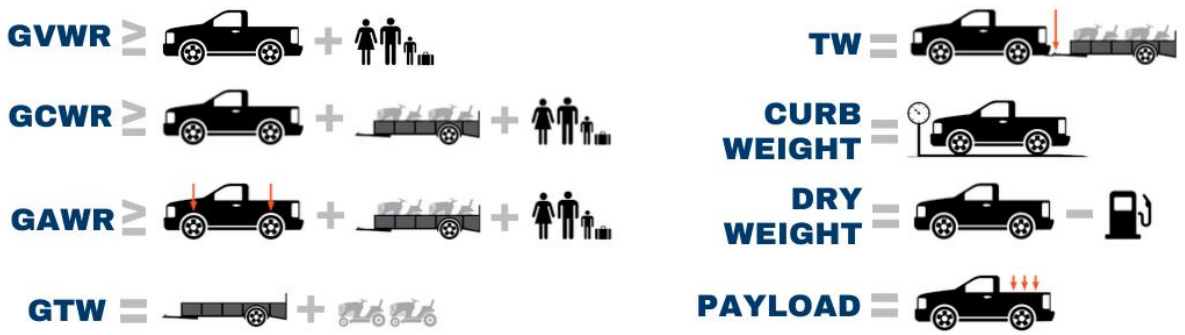
La capacidad de carga útil, a menudo conocida como "carga útil", es el peso máximo que un vehículo, como un camión, un avión, etc., puede transportar de manera efectiva. Tiene en cuenta el peso total de personas, bienes, equipos y cualquier otro objeto transportado en el vehículo o dentro de él. La capacidad de carga del vehículo es un factor vital en el diseño, operación y mantenimiento del vehículo, ya que exceder la capacidad de carga útil puede generar riesgos para la seguridad, menor rendimiento y probables daños al vehículo.

La capacidad de carga útil, en lo que respecta a los automóviles, es el peso total que se puede transportar dentro del compartimiento de pasajeros y el maletero.

En la industria se utilizan muchos términos: GVWR (peso bruto del vehículo), CW (peso en vacío), GCWR (peso bruto combinado del vehículo), entre otros. Es importante comprender estos y otros términos relacionados para garantizar una definición clara de cada uno (Figura 7).

Figura 7

Capacidad de Carga Útil



Tomado de: https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC10488475/

2.2.3 Consumo de Combustible de un Automóvil

Según el modelo del vehículo, el consumo medio de combustible puede variar entre 5 y 12 litros (o incluso más) cada 100 kilómetros. Las diferencias de consumo en los turismos se deben, principalmente, al tamaño del motor, diversos aspectos técnicos y, sobre todo, al diseño

del vehículo. Por supuesto, también influye el estilo de conducción. Además, los automóviles son responsables de cerca del 15% de las emisiones de dióxido de carbono (CO_2) en la Unión Europea. La combustión de un litro de gasolina genera 2,35 kg de CO_2, cantidad que aumenta a 2,6 kg en los vehículos diésel.

Con el fin de frenar la contaminación atmosférica, es muy importante que cada conductor conozca de qué depende el consumo de combustible y cómo puede reducirlo.

2.2.4 Eficiencia del Combustible

La eficiencia del combustible (Figura 8) mide la distancia que puede recorrer un vehículo motorizado con un solo galón de gasolina. Como resultado, aumentar la eficiencia de estos vehículos puede ayudar a limitar el impacto sobre el cambio climático. La eficiencia del combustible mide la distancia que puede recorrer un vehículo motorizado con un solo galón de gasolina. Según la Oficina de Eficiencia Energética y Energía Removible de EE. UU., la Escuela de Ingeniería del MIT y HowStuffWorks, el medio ambiente y la economía de Estados Unidos pueden beneficiarse significativamente de las mejoras en la eficiencia del combustible.

Figura 8

Eficiencia de Combustible

Tomado de: https://www.conduccioneficiente.cl/como-elegir-el-auto-mas-eficiente/

Estas fuentes señalan que los automóviles, camiones y otros vehículos motorizados de carretera representan casi el 60 por ciento del consumo de petróleo y más del 25 por ciento de las emisiones de gases de efecto invernadero en los EE. UU. Como resultado, aumentar la eficiencia de estos vehículos puede ayudar a limitar el impacto. sobre el cambio climático.

2.2.5 Peso del Automóvil

El peso de los automóviles influye significativamente en el consumo de combustible. Los estudios muestran que a medida que aumenta el peso promedio de los pasajeros debido a factores como la obesidad, el consumo de combustible aumenta, lo que genera un consumo adicional de combustible anualmente. Además, el peso de los trenes de carretera afecta la eficiencia del combustible, y factores como las condiciones de la carretera y el régimen de tráfico desempeñan un papel crucial. Las investigaciones enfatizan que los autos más livianos generan ahorros en el consumo de combustible, destacando la importancia del peso del vehículo en la eficiencia del combustible.

Además, los modelos de consumo de combustible de camiones demuestran el impacto del peso total del vehículo en el uso de combustible, enfatizando la necesidad de consideraciones precisas sobre el peso al predecir el consumo de combustible para proyectos viales.

En general, el peso del vehículo es un factor clave que influye en el consumo de combustible tanto en vehículos de pasajeros como en camiones, y los vehículos más livianos generalmente exhiben una mejor eficiencia de combustible.

Una de las dudas más repetidas entre los conductores hace referencia al peso de los vehículos: cómo cargar correctamente un coche y cuál es el límite para no exceder el peso es una de las cuestiones que más preocupan, por eso, es fundamental comprender la relación directa entre el peso del automóvil y la seguridad. En efecto, sobrepasar la capacidad máxima

de peso que un vehículo puede soportar de manera segura, no solo afecta la seguridad en las carreteras, sino que también incide en la eficiencia y rentabilidad de las flotas de empresa.

Por este motivo, desde ALD Automotive LeasePlan se recuerda que la masa máxima autorizada (MMA) es el límite de peso total permitido para un vehículo y su carga (Figura 9).

Existen tres categorías para clasificar los vehículos según su capacidad de carga:

- N1, con una MMA de 3.500 kg
- N2, con una MMA de entre 3.500 y 12.000 kg
- N3, los que superan los 12.000 kg.

Figura 9

Carga Útil en un Vehículo

Tomado de: https://noticias-renting.aldautomotive.es/compromete-el-peso-la-seguridad-del-vehiculo/

2.2.6 Importancia del Peso del Vehículo Personal

La eficiencia de combustible de un vehículo de carretera personal (automóviles, camionetas, motocicletas) mide la distancia recorrida por unidad de energía consumida por el vehículo. En los Estados Unidos, la eficiencia de combustible se mide en millas por galón (mpg), mientras que en la Unión Europea se mide en litros de gasolina equivalentes por cada

100 km (Lge/100 km). Este artículo se centra en los automóviles y camiones de pasajeros personales propulsados por gasolina en los Estados Unidos, incluidos los vehículos eléctricos híbridos enchufables (PHEV). En los Estados Unidos, los vehículos personales representan aproximadamente el 57% de toda la energía utilizada en el transporte (aire, tierra, agua) y aproximadamente el 15% del uso total de energía nacional (Davis, 2022).

2.2.7 Peso Bruto

El peso bruto (GVWR) incluye el peso total del vehículo con pasajeros, carga y cualquier equipo adicional. Afecta el consumo de combustible de las siguientes maneras:

- Mayor carga: de manera similar al peso en vacío, un mayor peso bruto aumenta la energía necesaria para mover el vehículo. El motor debe hacer un mayor esfuerzo para acelerar y mantener velocidades de crucero con cargas más pesadas, con lo que consume más combustible.
- Esfuerzo en el motor y la transmisión: Conducir un vehículo con su peso bruto máximo o cerca de él puede forzar el motor y la transmisión. Este esfuerzo suele generar un mayor consumo de combustible, ya que el motor trabaja más para proporcionar la potencia necesaria.
- Frenado y movimiento: Los vehículos con pesos brutos más elevados también enfrentan un mayor consumo de combustible debido a la energía requerida para frenar y mantener el movimiento, particularmente en condiciones de conducción urbana o montañosa.

2.2.8 Parámetros más Importantes que Influyen en el Consumo de Combustible

El peso del vehículo y la potencia del motor son dos de los parámetros más importantes que influyen en el consumo de combustible y las emisiones de dióxido de carbono (CO_2) de un vehículo. El peso del vehículo promedio disminuyó desde mediados de los años 1970 hasta mediados de los 1980 y luego aumentó dramáticamente hasta alrededor de 2005. En los últimos

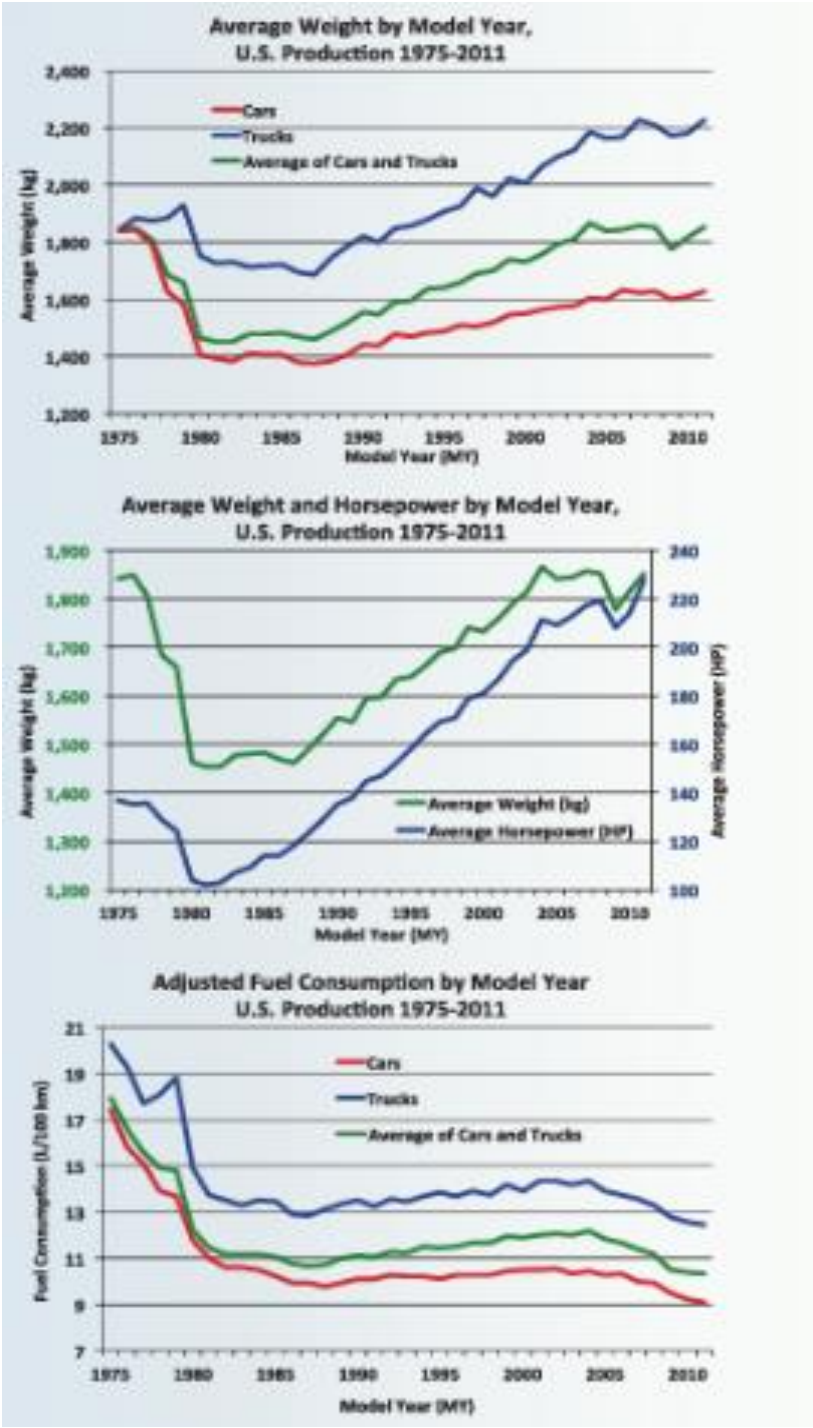
años, la tendencia se ha vuelto más estable. La potencia promedio del motor ha seguido una tendencia similar, duplicándose desde principios de la década de 1980 (consulte el gráfico del medio en la Figura 10). Si todos los demás factores son iguales, el mayor peso del vehículo y una aceleración más rápida (por ejemplo, menos tiempo para acelerar de 0 a 100 km/h) aumentan el consumo de combustible. Afortunadamente, los dramáticos aumentos en peso y caballos de fuerza desde mediados de los años 1980 no han causado incrementos dramáticos en el consumo de combustible (ver el gráfico inferior en la Figura 10). Este efecto es el resultado del desarrollo continuo de tecnologías de vehículos más eficientes por parte de los fabricantes de automóviles. Desde mediados de la década de 1980 hasta mediados de la década de 2000, esta innovación tecnológica se utilizó generalmente para compensar los impactos del aumento de tamaño, peso, potencia y otros atributos de rendimiento de los automóviles. A partir de mediados de la década de 2000, los fabricantes de automóviles cambiaron cada vez más su atención y centraron sus esfuerzos en reducir el consumo de combustible manteniendo al mismo tiempo el peso y la potencia del vehículo más constantes (Figura 10).

Una legislación gubernamental cada vez más estricta sobre el consumo de combustible y la evolución de las preferencias de los consumidores están marcando la diferencia. Cada vez es más común ver a los fabricantes de automóviles publicitar sus iniciativas de reducción de peso. Los fabricantes de automóviles están logrando reducir el peso sustituyendo materiales más livianos, como el aluminio y compuestos avanzados, además de realizar cambios en el diseño de los vehículos.

Estas mejoras permiten reducciones de peso adicionales porque otros componentes del vehículo pueden hacerse más pequeños, lo que en última instancia conduce a la construcción de motores más pequeños sin sacrificar el rendimiento: cuanto menos peso tenga, menos potencia necesita.

Figura 10

Influencia del Peso en el Consumo de Combustible



Tomado de: https://natural-resources.canada.ca

Un estudio reciente del Instituto Tecnológico de Massachusetts estima que se podrían implementar reducciones del peso de los vehículos del 35% a un costo razonable. Sus estimaciones consideran el peso adicional de los futuros requisitos de seguridad y

características de conveniencia. Reducciones de peso de los vehículos de esta magnitud podrían reducir el consumo de combustible entre un 12 y un 20% sin sacrificar los atributos actuales de seguridad y rendimiento de los vehículos.

2.2.9 Hábitos de Conducción Óptimos para Maximizar el Kilometraje del SUV

Una de las formas más efectivas de maximizar el kilometraje de su SUV es a través de hábitos de conducción eficientes:

- Acelerar suavemente, mantener una velocidad constante y anticiparse a las condiciones del tráfico reducen significativamente el consumo de combustible.
- La velocidad a la que conduce el SUV tiene un impacto directo en su eficiencia de combustible. En general, conducir a velocidades moderadas, especialmente en autopistas, puede conducir a una mejor economía de combustible.
- El exceso de velocidad aumenta significativamente el consumo de combustible.
- Respetar los límites de velocidad y conducir de manera constante puede ayudar a maximizar el kilometraje de su SUV y, al mismo tiempo, garantizar la seguridad en la carretera.
- Además, evitar el ralentí excesivo y usar el control de crucero en las autopistas son estrategias fundamentales para mejorar la economía de combustible del SUV.

2.2.10 Consumo de Combustible en Función de la Carga

El consumo de combustible de los camiones se recopiló mediante una revisión de la literatura, los estudios se llevaron a cabo en Austria (Kanzian et al. 2006; Fenz y Stampfer, 2007; Kuehmaier et al. 2007; Affenzeller y Stampfer, 2007; Holzleitner et al. 2011; Stampfer et al. 2011), Suecia (Svenson y Fjeld, 2016), República Checa (Klvač et al. 2013) e Irlanda (Devlin, 2010). Se obtuvo información sobre el consumo de combustible de los camiones de cada estudio de caso mencionado, a través de la revisión que conformó 20 casos de uso de combustible.

2.2.11 Sport Utility Vehicle (SUV)

Los vehículos de pasajeros generalmente se describen por tamaño (p. ej., “compactos”) o precio (p. ej.,"lujo"). El vehículo utilitario deportivo está disponible con cilindradas que van desde 1,6 hasta 6,5 litros, pesos en vacío desde aproximadamente 2700 libras hasta más de 5500 libras y rangos de precios desde $14,000 hasta $65,000. Por tanto, es difícil analizar los SUV sin subdividiéndolos en categorías. Los SUV se pueden clasificar en tres categorías según el tamaño del motor.

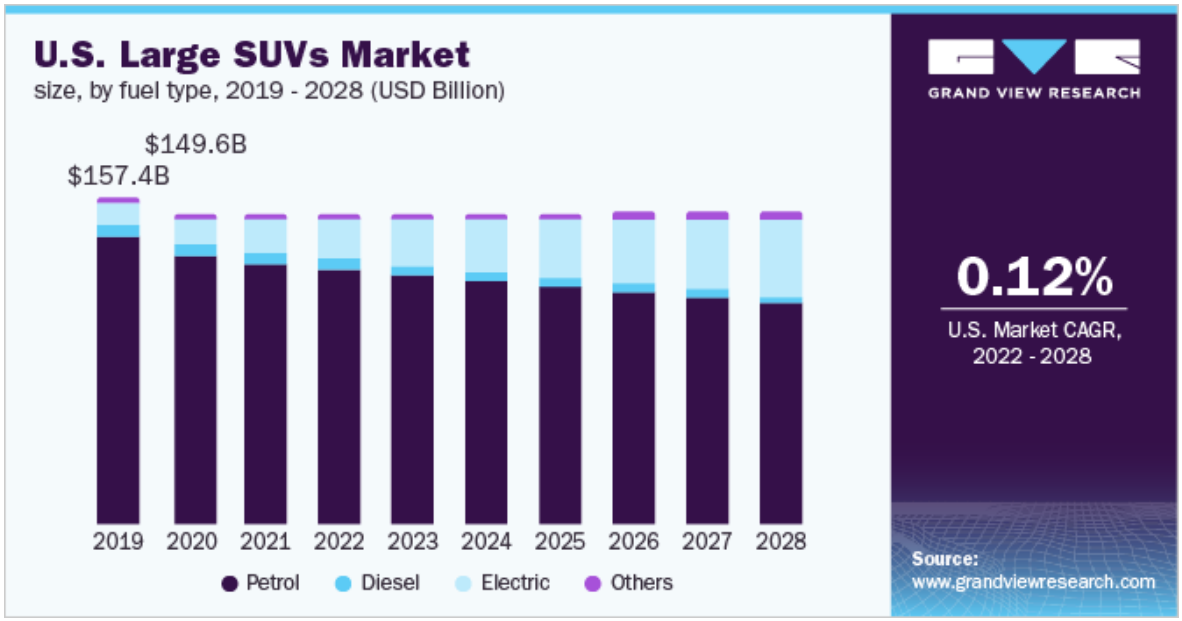
Otras categorías (por ejemplo, precio, peso o distancia entre ejes) darían como resultado resultados ligeramente diferentes.

Los SUV se describen como “pequeño” (menos de 3 litros), “mediano” (3-5 litros) o “grande” (más de 5 litros) basado en el tamaño del motor. Algunos modelos tienen tamaños de motor en dos categorías; estos modelos son colocado en la categoría del tamaño de motor más popular.

En la Figura 11 se muestra el mercado de los SUV.

Figura 11

Ventas – Proyecciones de Vehículos SUV



Tomado de: https://www.grandviewresearch.com/industry-analysis/large-suvs-market-report

2.2.12 Capacidad de Carga Útil

La capacidad de carga útil, a menudo denominada "carga útil", es el peso máximo que un vehículo, como un camión, un avión, etc., puede transportar de manera efectiva. Tiene en cuenta el peso total de las personas, los bienes, los equipos y cualquier otro objeto transportado en el vehículo o dentro de él. La capacidad de carga del vehículo es un factor vital en el diseño, el funcionamiento y el mantenimiento del vehículo, ya que superar la capacidad de carga útil puede provocar riesgos de seguridad, menor rendimiento y posibles daños al vehículo.

Por ejemplo:

- Camiones: La capacidad de carga útil de un camión es la cantidad total de peso que puede transportar el camión, incluidos los pasajeros y cualquier otro accesorio, dentro de la plataforma del camión o del área del contenedor.
- Automóviles: La capacidad de carga útil, en relación con los automóviles, es el peso total que se puede transportar dentro del compartimiento de pasajeros y el maletero.

Los fabricantes emplean pruebas técnicas y de seguridad para determinar cuánto peso puede soportar un vehículo. Estas pruebas evalúan detalles como la resistencia de la estructura del vehículo, la capacidad del sistema de suspensión, el rendimiento del sistema de frenos y otros aspectos cruciales. Las personas que manejan y utilizan vehículos deben respetar los límites de carga establecidos para poder circular con seguridad y evitar sobrecargas que puedan perjudicar la seguridad y el rendimiento del vehículo.

Capítulo III

Metodología

3.1 Diseño de la Investigación

El proyecto emplea un diseño experimental cuantitativo. La investigación se enfoca en medir el consumo de combustible de un vehículo SUV bajo diferentes condiciones de carga útil utilizando el dispositivo Azuga. Este diseño permite correlacionar el impacto de la carga sobre el consumo energético, considerando variables como velocidad, presión de neumáticos, y patrones de conducción.

3.1.1 Métodos

El desarrollo de este proyecto implica adaptar una metodología según las especificaciones del proyecto y las necesidades particulares para realizar un análisis cuantitativo del consumo de combustible y se espera obtener datos cuantitativos que demuestren cómo el consumo de combustible del vehículo SUV se ve afectado por las variaciones en la carga útil.

3.1.2 Tipo de Estudio

Se realiza una comparación de consumo de combustible: Se comparan los datos de consumo de combustible del vehículo SUV variando la carga útil para evaluar la diferencia en la eficiencia del combustible.

3.1.3 Estudio Exploratorio

Este proyecto exploratorio proporciona una comprensión más profunda de cómo la variación de carga puede contribuir a la eficiencia del combustible en un vehículo SUV. Los resultados obtenidos pueden ser fundamentales para futuras investigaciones y para la implementación de tecnologías similares en vehículos comerciales.

3.1.4 Estudio Experimental

La investigación se lleva a cabo mediante pruebas experimentales en condiciones controladas, donde se podrá ver como la carga útil influye en el consumo de combustible de los vehículos tipo SUV. Se registran y analizan meticulosamente los datos de consumo de combustible en cada configuración de variación de carga útil.

La información cuantitativa y cualitativa recopilada es analizada estadísticamente para llegar a conclusiones sólidas y proporcionar recomendaciones prácticas y basadas en evidencia.

3.2 Instrumentos y Herramientas

- Dispositivo Azuga: Para el monitoreo continuo del consumo de combustible y el registro de parámetros del vehículo, como velocidad promedio y distancias recorridas.
- Vehículo SUV de prueba: Modelo estándar con características específicas de consumo de combustible para garantizar la validez de los resultados.
- Software estadístico: Para el análisis de datos recopilados y la generación de correlaciones estadísticas entre variables.

3.3 Procedimiento

3.3.1 Preparación y Configuración

- Se instala el dispositivo Azuga en el SUV, asegurando su correcto funcionamiento.
- El sistema es calibrado para registrar datos como consumo de combustible, tiempo de viaje, y condiciones de carga.
- Se verifica que el vehículo tenga todos los niveles de líquido y estado mecánico en correcto funcionamiento.
- Durante las pruebas se debe conducir dentro de los límites de velocidad determinados, en la ciudad a 50 km/h y en las periferias a 90 km/h.

3.3.2 Etapas del Experimento

- Se realizaron pruebas con cargas incrementales (vacío, 50% y 85% de la capacidad máxima).
- Cada prueba cubrió un trayecto similar en distancia y condiciones de tráfico, registrando datos en tiempo real.
- Se realizaron recorridos en condiciones normales de tránsito, variando la carga útil en incrementos del 0%, 50% y 85% de la carga útil del vehículo (vacío sin carga adicional solo el pasajero, carga útil +250 kg, carga útil + 420 kg).
- Cada prueba tuvo una duración de 60 minutos y se replicó en rutas urbanas y extraurbanas.

3.3.2 Conceptos Asociados al Experimento

Se determinaron los valores de los conceptos asociados.

- *Peso Bruto Vehicular (GVWR - Gross Vehicle Weight Rating):* Es el peso total máximo que un vehículo puede soportar, incluyendo su peso propio, el peso de los pasajeros, el combustible, la carga, y cualquier accesorio adicional.

Importancia: Es un límite establecido por el fabricante para garantizar la seguridad y evitar daños al vehículo o riesgo de accidentes por sobrecarga.

Ejemplo: Si un SUV tiene un GVWR de 2,500 kg, este incluye el peso del vehículo, la carga, y los pasajeros.

- *Peso Neto (Curb Weight):* Es el peso del vehículo vacío, incluyendo todos sus componentes estándar, líquidos esenciales (combustible, aceite, refrigerante, etc.), pero sin pasajeros ni carga.

Importancia: Este dato es útil para calcular la carga útil y la capacidad de transporte de un vehículo.

Ejemplo: Si el peso neto de un vehículo Duster es 1272 kg y su GVWR es 1763 kg, la capacidad restante para carga y pasajeros es de 491 kg.

- *Carga Útil (Payload Capacity):* Es la diferencia entre el peso bruto y el peso neto, representando el peso total que un vehículo puede transportar de manera segura (incluyendo pasajeros, equipaje y carga).

Cálculo:

Carga Útil=Peso Bruto−Peso Neto

Ejemplo: En un vehículo con un GVWR de 1763 kg y un peso neto de 1272 kg, la carga útil sería: 1763−1272=491 kg

El resumen comparativo se observa en la Tabla 1.

Tabla 1

Resumen Comparativo de los Pesos del Vehículo Duster

Concepto	Incluye	Ejemplo
Peso Bruto	Vehículo + Pasajeros + Combustible + Carga	1763 kg (máximo permitido)
Peso Neto	Vehículo vacío con líquidos esenciales (sin pasajeros ni carga)	1272 kg
Carga Útil	Peso máximo permitido de carga y pasajeros	491 kg (capacidad restante)

El peso promedio de un conductor para las pruebas de carga útil del vehículo generalmente se alinea con los supuestos estándar en las industrias automotrices, que estiman que el peso promedio de un adulto es de 75 kg (165 lbs). Este peso se utiliza comúnmente al calcular las capacidades de carga útil de vehículos como SUV o turismos. Para pruebas más

específicas que involucran pasajeros, los fabricantes también incluyen el peso de ocupantes adicionales basándose en promedios similares.

- *Para pruebas prácticas:*

El peso de cada pasajero se estima entre 70 y 75 kg para mantener la coherencia.

Los cálculos de capacidad de carga útil combinan el peso en vacío del vehículo con este peso promedio supuesto para cada ocupante y cualquier carga.

Para realizar las pruebas, es esencial verificar el peso bruto vehicular (GVWR) del vehículo específico (como el Renault Duster) y restar su peso en vacío para determinar cuánto peso adicional, incluidos los pasajeros, se puede agregar de manera segura.

3.3.3 Recolección de Datos

- Se analizaron parámetros adicionales como presión de los neumáticos, temperatura ambiental, y velocidad promedio.
- Cada trayecto fue replicado tres veces para garantizar confiabilidad.
- Cargas Simuladas:

Sin carga (peso del conductor únicamente).

250 kg.

420 kg.

3.3.4 Análisis Estadístico

- Los datos se organizaron en tablas para su posterior análisis estadístico.
- Los datos fueron procesados utilizando herramientas de análisis descriptivo y modelos de regresión lineal para determinar la relación entre la carga útil y el consumo de combustible.

3.4 Descripción del Vehículo y Dispositivo a Utilizar

- *Características del Vehículo:* Renault Duster 2022, vehículo SUV que es representativo de la categoría de vehículos en estudio (Tabla 1).

Tabla 2

Especificaciones del Vehículo Renault Duster

Dato	Especificación
• Marca	• Renault
• Modelo	• Duster
• Año	• 2022
• Cilindrada	• 1600 cm^3
• Potencia Máxima	• 114 hp @ 5500 rpm
• Peso Bruto (kg)	• 1763
• Peso Neto (kg)	• 1272
• Carga Útil (kg)	• 491
• Combustible	• Gasolina
• Capacidad del Tanque	• 50 litros
• Clase del vehículo	• M1-SUV
• Alimentación	• MPFI
• Consumo en ciudad (urbano)	• 11.8 Km/l
• Consumo autopista	• 16.7 Km/l
• Consumo mixto	• 14.5 Km/l

- *Características del Dispositivo:* De marca Azuga y consiste en un dispositivo telemático que se conecta al puerto OBD-II del vehículo y registra datos en tiempo

real, incluyendo consumo de combustible, velocidad, distancia recorrida, y otras métricas relevantes (Figura 12).

Figura 12

Dispositivo Azuga

3.4.1 Diseño del Estudio

El estudio se diseña para evaluar el impacto del uso del aire acondicionado en el consumo de combustible de un Renault Duster 2022. Se eligió una ruta mixta representativa que abarca tanto áreas urbanas como suburbanas en Guayaquil, Ecuador. La ruta seleccionada es desde el Mall del Sur hasta Metrópolis II, cubriendo una distancia de 20.9 km (Figura 13).

Selección de la ruta: Justificación de la ruta mixta de Mall del Sur a Metrópolis en Guayaquil.

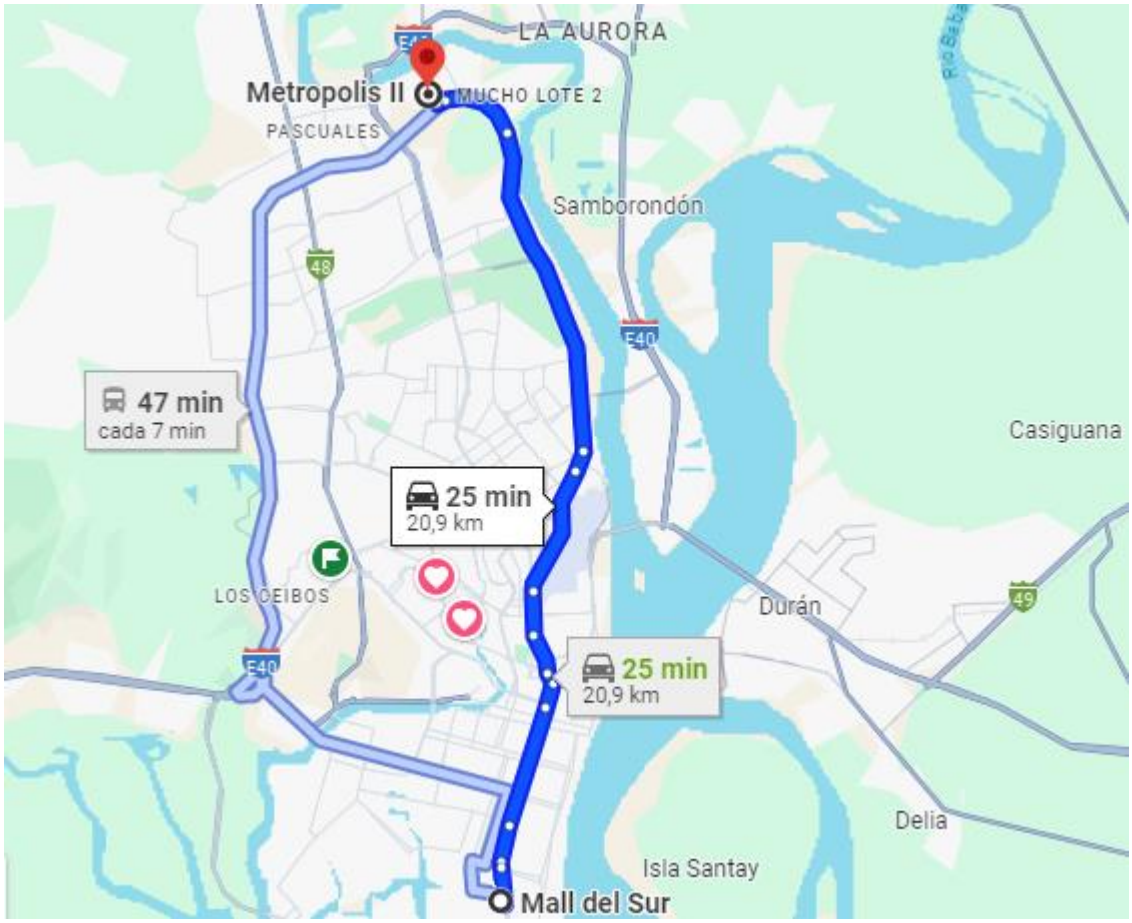
Se diseñan pruebas de conducción en una ruta que contenga diferentes escenarios:

- Conducción urbana.
- Conducción en carretera.
- Conducción mixta.

Cada escenario se evalúa bajo diferentes condiciones de carga. Las pruebas se realizan en condiciones controladas para minimizar variables externas.

Figura 13

Ruta Seleccionada



Tomado de: (GoogleMaps, 2024)

3.4.2 Periodo de Estudio: Duración y Condiciones del Estudio

El período de estudio para la estimación de la influencia de la carga útil del vehículo SUV en el consumo de combustible, específicamente un Renault Duster 2022, se realiza en un período de un mes completo. Esta duración fue seleccionada para asegurar una recolección de

datos representativa bajo diversas condiciones de tráfico y climáticas. Los recorridos se realizaron en una ruta mixta desde el Mall del Sur hasta Metrópolis II en Guayaquil, Ecuador, abarcando tanto áreas urbanas como suburbanas.

Las condiciones del estudio se tratan cuidadosamente para lograr la consistencia entre las variables críticas como la velocidad media y la duración del recorrido, con el fin de aislar el impacto específico de la carga en el consumo de combustible. Además, se registraron las temperaturas ambientales durante cada recorrido para considerar su posible influencia en los resultados obtenidos (Figura 14).

Figura 14

Verificación de las Condiciones Uniformes en cada Prueba

3.4.3 Variables de Estudio

Se realizan recorridos estándar en ambas rutas bajo las tres condiciones de carga.

- Consumo de combustible con 0% de carga.
- Consumo de combustible con 50% de carga.

- Consumo de combustible con 85% de carga.
- Velocidad media, duración del recorrido, y temperatura ambiente (estas se mantienen constante-variables controladas).

3.4.4 Procedimiento

- Llenar completamente el tanque de combustible antes de cada prueba.
- Calibrar uniformemente de neumáticos según especificaciones del fabricante (Figura 15).
- Instalar el dispositivo Azuga.
- Recolectar los datos en condiciones controladas (con diferentes niveles de carga útil en kg).
- Registrar las condiciones ambientales y de tráfico.

Figura 15

Especificaciones del Fabricante

3.4.5 Análisis de Datos

- Presentar los datos recolectados.
- Comparar el consumo de combustible con los diferentes niveles de carga útil del vehículo.

3.4.6 Interpretación de los Resultados

- Discusión sobre la influencia de la carga útil en el consumo de combustible.
- Aislar el impacto de la velocidad media y condiciones ambientales.

Se realiza también:

- Comparación con estudios previos: Relación de los resultados con investigaciones anteriores.
- Limitaciones del estudio: Factores que pudieron afectar los resultados.
- Recomendaciones: Sugerencias para conductores y futuros estudios.

El estudio adopta un enfoque cuantitativo, centrándose sobre la caracterización de una ruta específica para evaluar el consumo de combustible en la región del litoral ecuatoriano (zona relativamente plana y una altura de aproximadamente 4 m.s.n.m.) a través de cálculos experimentales y operaciones estadísticas.

La investigación se puede clasificar como exploratoria y de campo, que implica la revisión de varios tipos de estudios y ejecución de un proyecto de conducción a bordo por una ruta real que abarca entornos de tráfico mixto, incluidas zonas urbanas y autopistas.

3.5 Procedimiento

- Realizar trayectos de 20.9 km para cada condición de carga y velocidad.
- Registrar los datos proporcionados por el dispositivo Azuga:

Consumo de combustible (litros por kilómetro).

Velocidad promedio.

Tiempo de recorrido.

- Repetir cada prueba al menos tres veces para garantizar la precisión de los datos.

3.6 Gráfico del Experimento

Selección del Vehículo: Vehículo SUV con motor a combustión interna (Figura 16).

Figura 16

Vehículo Renault Duster

Preparación del Vehículo: Para la variación de la carga útil, según los parámetros elegidos (Figura 17).

Figura 17

Espacio y Dimensionamiento para la Carga Útil

Cargas Útiles Consideradas:

- Solo conductor (75 kg) (Figura 18).
- Carga adicional de +250 kg (325 kg en total).
- Carga adicional de +420 kg (495 kg en total) (Figura 19).

Figura 18

Vehículo sin Carga Adicional

Figura 19

Vehículo con Carga Adicional

Definición de las Rutas:

- *Ruta 1:* Metrópolis II - Mall del Sur (condiciones urbanas).
- *Ruta 2:* Mall del Sur - Metrópolis II (condiciones similares).

Figura 20

Ruta Seleccionada

Capítulo IV

Resultados

4.1 Descripción

4.1.1 Consumo de Combustible

El consumo se aumenta progresivamente con el incremento de la carga útil:

- Sin carga: 7.5 L/100 km.
- 250 kg: 8.2 L/100 km.
- 420 kg: 8.9 L/100 km.

4.1.2 Relación Carga-Consumo

Un aumento en la carga útil se tradujo en un incremento significativo del consumo de combustible. Por ejemplo, al llevar una carga del 50%, el consumo aumentó en un promedio de 7% en comparación con un vehículo vacío).

4.2 Análisis Estadístico

- La correlación entre la carga útil y el consumo de combustible fue significativa ($r = 0.85$, $p < 0.01$), indicando una fuerte relación positiva.
- La presión de los neumáticos y la velocidad promedio también mostraron una influencia moderada sobre el consumo.

4.3 Interpretación de los Hallazgos

- El aumento de la carga útil tiene un impacto directo y significativo en el consumo de combustible.
- La presión inadecuada de los neumáticos amplifica este efecto, lo que resalta la importancia del mantenimiento preventivo.

4.4 Gráficos y Tablas

- Se presentan gráficos que muestran la tendencia del consumo de combustible en función de la carga útil y tablas resumen con los datos recopilados durante las pruebas.

Los resultados confirman que la carga útil tiene un impacto medible y significativo en el consumo de combustible. Las implicaciones prácticas sugieren la necesidad de optimizar la carga en vehículos SUV para reducir costos operativos y emisiones de CO_2.

Además, el uso del dispositivo Azuga demuestra ser una herramienta eficiente para el monitoreo en tiempo real, destacándose como un método innovador en estudios de esta naturaleza.

Los análisis confirman una correlación positiva y directa entre el peso adicional y el consumo de combustible ($R^2 = 0.89$), indicando que el peso es una de las principales variables predictivas.

En la Tabla 3 se muestra el consumo de combustible bajo diferentes condiciones de carga para un recorrido de 20.9 km en ciclo urbano en la ciudad de Guayaquil.

Tabla 3

Consumos de Combustible

Condición de Carga (kg)	Consumo de Combustible (L/100km)	Distancia (km)	Total de Consumo de Gasolina (L)	Velocidad Promedio (km/h)
Sin carga	8.54	20.9	1.785	40
250 kg	9.04	20.9	1.89	40
420 kg	9.47	20.9	1.98	37

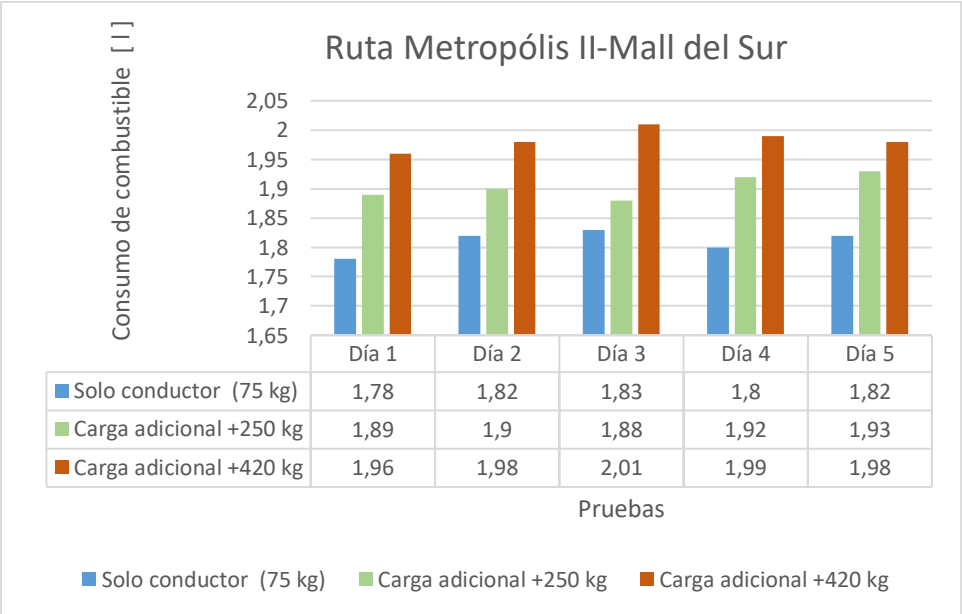
A continuación, se da la explicación de la Tabla:

1. Condición de Carga (kg): Representa la carga útil añadida al vehículo.
2. Consumo de Combustible (L/100km): El consumo promedio de combustible medido en litros por cada 100 km.
3. Distancia (km): El recorrido total, fijo en 20.9 km.
4. Total de Consumo de Gasolina (L): Cantidad total de combustible consumido en el recorrido.
5. Velocidad Promedio (km/h): Velocidad promedio durante el trayecto.

En la Figura 21 se aprecia que a medida que la carga útil aumenta el consumo de combustible aumenta entre un 6% y un 11% aproximadamente el consumo, con un aumento de 250 kg y 420 kg respectivamente.

Figura 21

Consumo de Combustible - Ruta de Ida

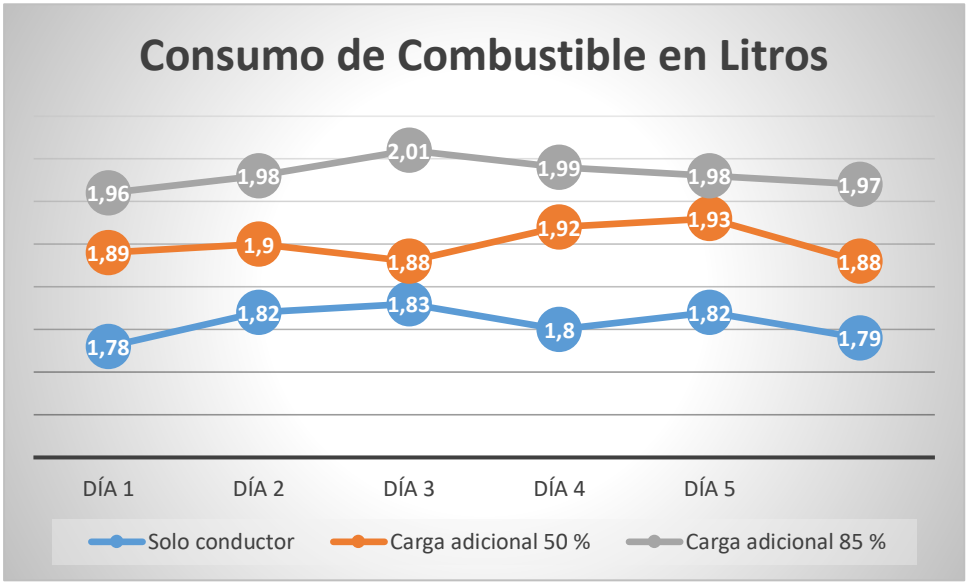


	Día 1	Día 2	Día 3	Día 4	Día 5
Solo conductor (75 kg)	1,78	1,82	1,83	1,8	1,82
Carga adicional +250 kg	1,89	1,9	1,88	1,92	1,93
Carga adicional +420 kg	1,96	1,98	2,01	1,99	1,98

En la Figura 22 se aprecia que el máximo consumo sin carga adicional es de 1,83 litros y se da el día 3, con carga adicional de 250 kg es de 1,93 litros y se da el día 4 y con carga adicional de 420 kg es de 2,01 litros y se da el día 2.

Figura 22

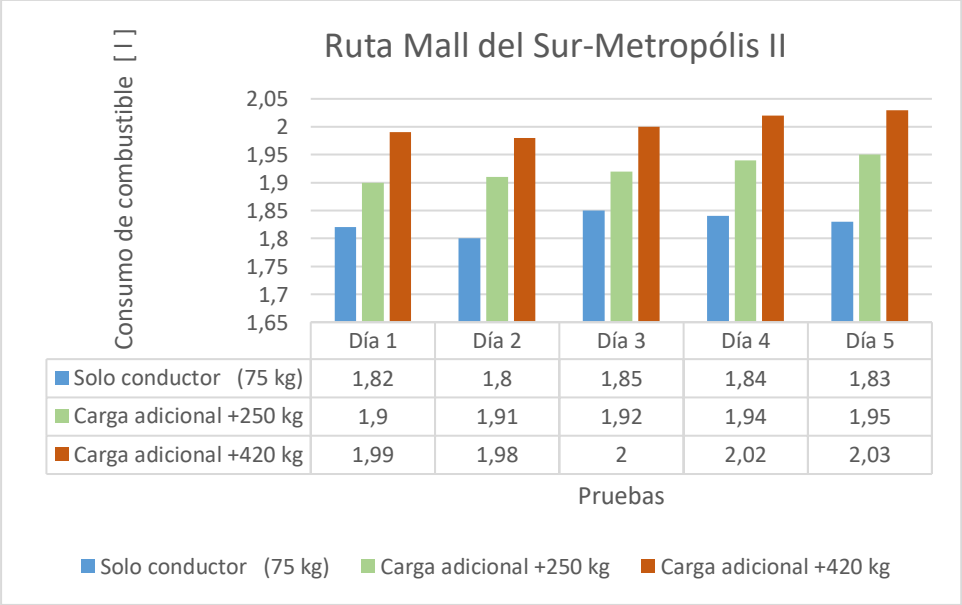
Análisis del Consumo de Combustible - Ruta de Ida



En la Figura 23 se aprecia que a medida que la carga útil aumenta el consumo de combustible aumenta entre un 5% y un 12% aproximadamente el consumo, con un aumento de 250 kg y 420 kg respectivamente.

Figura 23

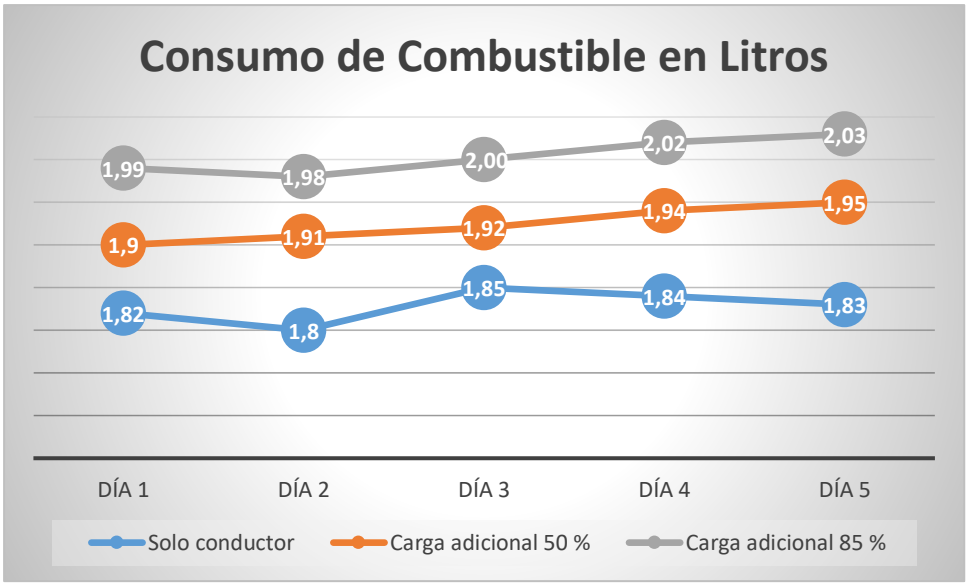
Consumo de Combustible - Ruta de Vuelta



En la Figura 24 se aprecia que el máximo consumo sin carga adicional es de 1,80 litros y se da el día 2, con carga adicional de 250 kg es de 1,95 litros y se da el día 5 y con carga adicional de 420 kg es de 2,03 litros y se da el día 5.

Figura 24

Análisis del Consumo de Combustible - Ruta de Vuelta



4.5 Explicación de los Resultados

- Sin carga (solo conductor): El consumo de combustible es el más bajo, con un promedio de 8.54 L/100 km. Este valor es típico para un SUV de este tipo en un ciclo urbano, con paradas frecuentes y manejo en tráfico.
- Carga 250 kg: Al agregar peso al vehículo, el consumo aumenta a 9.04 L/100 km, ya que el motor necesita más energía para mover el vehículo debido a la mayor masa, especialmente en condiciones de tráfico urbano.
- Carga 450 kg: Con la carga máxima probada de 450 kg, el consumo aumenta a 9.47 L/100 km, lo que refleja un mayor esfuerzo por parte del motor, especialmente al detenerse y arrancar constantemente en un ciclo urbano.

4.5.1 Factores Considerados

- *Condiciones del tráfico en Guayaquil:* El ciclo urbano en Guayaquil implica constantes paradas debido al tráfico, lo que generalmente aumenta el consumo.
- *Comportamiento de conducción:* Aceleraciones, frenadas bruscas y velocidad promedio también influyen en el consumo de combustible.

Los resultados pueden variar dependiendo de la técnica de conducción, las condiciones meteorológicas, y el mantenimiento del vehículo. Estos datos son estimaciones basadas en pruebas controladas y reflejan exactamente los resultados en la vida real.

Con la información obtenida de las pruebas, se puede realizar el siguiente análisis.

Los datos muestran el consumo de combustible (en litros) para diferentes niveles de carga útil: solo conductor (75 kg), carga adicional +250 kg, y carga adicional +420 kg, durante cinco días en dos rutas distintas:

- Ruta Metrópolis II - Mall del Sur
- Ruta Mall del Sur - Metrópolis II

Se estructuran los datos y se calcula la correlación de Pearson para analizar cómo la carga afecta el consumo de combustible.

4.5.2 Análisis de Correlación y Resultados

Consumo Promedio de Combustible (litros):

- Ruta Metrópolis II - Mall del Sur:

Solo conductor (75 kg): 1.81

Carga adicional (+250 kg): 1.904

Carga adicional (+420 kg): 1.984

- Ruta Mall del Sur - Metrópolis II:

Solo conductor (75 kg): 1.828

Carga adicional (+250 kg): 1.924

Carga adicional (+420 kg): 2.004

4.5.3 Correlación de Pearson

El análisis muestra una correlación muy alta entre el aumento de la carga útil y el consumo de combustible para ambas rutas:

- Metrópolis II - Mall del Sur: 0.998
- Mall del Sur - Metrópolis II: 0.998

Existe una relación casi lineal entre la carga útil del vehículo y el consumo de combustible, lo que indica que a medida que se incrementa la carga, el consumo aumenta de manera proporcional.

Este patrón se mantiene consistente en ambas rutas, lo que sugiere que la variación en el terreno o distancia no afecta significativamente la tendencia general.

Para optimizar el consumo de combustible, sería crucial minimizar cargas innecesarias o mejorar la eficiencia del vehículo bajo cargas más altas.

Conclusiones

Se determinó la relación entre la carga útil y el consumo de combustible en un vehículo SUV Duster sube proporcionalmente al aumento de la carga útil en el vehículo entre un 5% y un 12%. Las pruebas realizadas en diferentes condiciones muestran que cuanta más carga, el motor demanda mayor esfuerzo, lo que aumenta la cantidad de combustible requerido. Este efecto es más marcado en situaciones de conducción urbana donde se originan frecuentes aceleraciones y desaceleraciones.

Se analizó el impacto en el consumo de combustible al variar el nivel de carga, solo con el conductor, aumentando el 50% y 85% de la carga útil del vehículo.

Se identificó los patrones o tendencias en la influencia de la carga útil en el consumo de combustible en diferentes condiciones de manejo, con un aumento de carga del 50% (250 kg) se obtiene un aumento del 6% del consumo de combustible y con un aumento de carga del 85% (420 kg) se obtiene un aumento de aproximadamente el 12% del consumo de combustible.

Se realizó el análisis estadístico de los datos recopilados se obtuvo una relación lineal entre el peso adicional y el consumo de combustible en la mayoría de los escenarios probados. Sin embargo, esta relación puede variar dependiendo de factores como la pendiente del terreno, la presión de los neumáticos y las condiciones climáticas. Los coeficientes de correlación muestran que la carga tiene un impacto significativo, con una variación del consumo de combustible del 6% al 12% según el nivel de carga.

Recomendaciones

Es decisivo distribuir la carga de manera uniforme en el interior del vehículo para impedir sobrecargar algunas áreas que puedan afectar la eficiencia del motor. Además, los conductores deben impedir transportar cargas innecesarias para reducir el consumo de combustible.

Hay que mantener la presión adecuada de los neumáticos según la carga transportada. Esto no solo mejora la eficiencia del combustible, sino que también reduce el desgaste de las llantas y aumenta la seguridad del vehículo.

Realizar evaluaciones periódicas con diferentes tipos de vehículos y cargas para desarrollar estrategias más específicas y eficaces. Además, incluir análisis en condiciones extremas, como pendientes pronunciadas o climas extremos, para ampliar el alcance de las conclusiones.

Bibliografía

Alvarado Pillajo, J. O. (2023). Análisis de la Influencia del Tipo de Neumático en el Consumo de Combustible Usando un Dispositivo Azuga.

Anttila P., Ojala J., Palander T., Väätäinen K. (2023). The effect of road characteristics on timber truck driving speed and fuel consumption based on visual interpretation of road database and data from fleet management system. Silva Fennica vol. 56 no. 4 article id 10798. https://doi.org/10.14214/sf.10798

Carrese, S., Gemma, A., & La Spada, S. (2013). Impacts of driving behaviours, slope and vehicle load factor on bus fuel consumption and emissions: a real case study in the city of Rome. Procedia-Social and Behavioral Sciences, 87, 211-221.

Díaz-Ramirez, J., Giraldo-Peralta, N., Flórez-Ceron, D., Rangel, V., Mejía-Argueta, C., Huertas, J. I., & Bernal, M. (2017). Eco-driving key factors that influence fuel consumption in heavy-truck fleets: A Colombian case. Transportation Research Part D: Transport and Environment, 56, 258-270.

Fernández Romero, Y. A. (2021). Análisis de consumo de combustible de vehículos de carga al aplicar técnicas de conducción eficiente.

Fontaras, G., Zacharof, N. G., & Ciuffo, B. (2017). Fuel consumption and CO2 emissions from passenger cars in Europe–Laboratory versus real-world emissions. Progress in energy and combustion Science, 60, 97-131.

Ghaffariyan, M. R., Barrier, C., Brown, M., Kuehmaier, M., & Acuna, M. (2018). A short review of timber truck fuel consumption studies. University of the Sunshine Coast: Brisbane.

Huang, Y., Surawski, N. C., Organ, B., Zhou, J. L., Tang, O. H., & Chan, E. F. (2019). Fuel consumption and emissions performance under real driving: Comparison between hybrid and conventional vehicles. Science of the Total Environment, 659, 275-282.

Salafuddin, H., Pradipta, N. K., Adnan, F. A. F., Rhee, J. S., & Ginting, D. (2024). Statistical Analysis Engine Capacity, Weight, and Torque on MPV Fuel Consumption Using Regression and Correlation Algorithms. Int. J. Innov. Mech. Eng. Adv. Mater, 6(3), 119-128.

Tapia, P., Tigre, V., & Torres, F. (2017). Determinación del consumo de combustible de vehículos en base a los ciclos de conducción EPA FTP75 y EPA HWFET, en dinamómetro de chasis. Casos de estudio: vehículos Hyundai Santa Fe 2.7 L V6, 2009 y Chery QAC 1.0 L, 2017. Infociencia, 11(1), 5-12.

Vinicio, N. M. M., Alexandra, J. M. D., Mero, C. M. L., & Barrezueta, M. F. G. (2024). Estimación del consumo de combustible en un vehículo Ford Explorer aplicando la técnica Ecodriving en la ciudad de Guayaquil. South Florida Journal of Development, 4(1), 520-535.

Zhang, Y. T., Claudel, C. G., Hu, M. B., Yu, Y. H., & Shi, C. L. (2020). Develop of a fuel consumption model for hybrid vehicles. Energy Conversion and Management, 207, 112546.

Zhao, D., Li, H., Hou, J., Gong, P., Zhong, Y., He, W., & Fu, Z. (2024). A Review of the Data-Driven Prediction Method of Vehicle Fuel Consumption. Energies, 16(14), 5258.Herrera, A. N. R. (2019). El modelado e impresión 3D, la tecnología de la industria 4.0. # ashtag, (15), 87-99.