



**UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA
SEDE QUITO
CARRERA DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ**

**ESTRATEGIA DE MANEJO PARA MINIMIZAR EL CONSUMO DE COMBUSTIBLE DE
UN VEHÍCULO LIVIANO CON MOTOR DE COMBUSTIÓN INTERNA EN UN
CIRCUITO URBANO DENTRO DE LA CIUDAD DE QUITO.**

Trabajo de titulación previo a la obtención del
Título de Ingeniero Automotriz

**AUTORES: JHAN CARLOS GUERRERO QUISHPE
ANTHONY GIOVANNY SOTO CHANATASIG**

TUTOR: JUAN PABLO TAMAYO BENAVIDES

Quito - Ecuador

2023

CERTIFICADO DE RESPONSABILIDAD Y AUTORÍA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Nosotros Jhan Carlos Guerrero Quishpe con documento de identificación N° 1725118267 y Anthony Giovanni Soto Chanatasig con documento de identificación N° 1751139278 manifestamos que:

Somos los autores y responsables del presente trabajo; y, autorizamos a que sin fines de lucro la Universidad Politécnica Salesiana pueda usar, difundir, reproducir o publicar de manera total o parcial el presente trabajo de titulación.

Quito, 19 de septiembre del año 2023

Atentamente,



Jhan Carlos Guerrero Quishpe
1725118267



Anthony Giovanni Soto Chanatasig
1751139278

CERTIFICADO DE CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN A LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA

Nosotros Jhan Carlos Guerrero Quishpe con documento de identificación No. 1725118267 y Anthony Giovanni Soto Chanatasig con documento de identificación N° 1751139278 expresamos nuestra voluntad y por medio del presente documento cedemos a la Universidad Politécnica Salesiana la titularidad sobre los derechos patrimoniales en virtud de que somos autores del Artículo Académico: “Estrategia de manejo para minimizar el consumo de combustible de un vehículo liviano con motor de combustión interna en un circuito urbano dentro de la ciudad de Quito.”, el cual ha sido desarrollado para optar por el título Ingenieros Automotrices, en la Universidad Politécnica Salesiana, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente.

En concordancia con lo manifestado, suscribimos este documento en el momento que hacemos la entrega del trabajo final en formato digital a la Biblioteca de la Universidad Politécnica Salesiana

Quito, 19 de septiembre del año 2023

Atentamente,



Handwritten signature of Jhan Carlos Guerrero Quishpe in blue ink, consisting of a large, stylized 'J' and 'G' followed by a horizontal line.

Jhan Carlos Guerrero Quishpe
1725118267



Handwritten signature of Anthony Giovanni Soto Chanatasig in blue ink, consisting of a stylized 'A' and 'S' followed by a horizontal line.

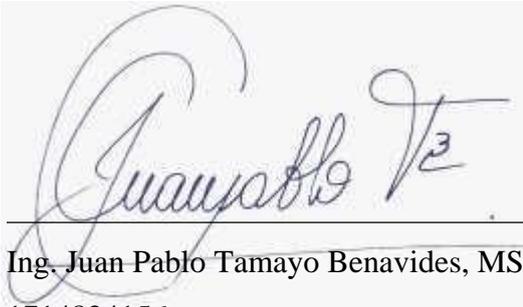
Anthony Giovanni Soto Chanatasig
1751139278

CERTIFICADO DE DIRECCIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Yo, Juan Pablo Tamayo Benavides con documento de identificación N° 1714824156, docente de la Universidad Politécnica Salesiana, declaro que bajo mi tutoría fue desarrollado el trabajo de titulación: ESTRATEGIA DE MANEJO PARA MINIMIZAR EL CONSUMO DE COMBUSTIBLE DE UN VEHÍCULO LIVIANO CON MOTOR DE COMBUSTIÓN INTERNA EN UN CIRCUITO URBANO DENTRO DE LA CIUDAD DE QUITO, realizado por Jhan Carlos Guerrero Quishpe con documento de identificación No. 1725118267 y Anthony Giovanni Soto Chanatasig con documento de identificación N° 1751139278, obteniendo como resultado final el trabajo de titulación bajo la opción: Artículo Académico que cumple con todos los requisitos determinados por la Universidad Politécnica Salesiana.

Quito, 19 de septiembre del año 2023

Atentamente,



Ing. Juan Pablo Tamayo Benavides, MSc.
1714824156

DEDICATORIA

Dedico el presente proyecto a mi madre, hermanos y a mi adorada hija ellos han sido un pilar fundamental en esta etapa de mi vida universitaria pues son una fuente de guía, inspiración, motivación. Gracias a ellos este sueño fue posible ¡Muchas gracias por siempre creer en mí! Es importante mencionar a Juan Pablo Tamayo Benavides el tutor de este trabajo quien supo repartir su conocimiento con esfuerzo y entrega a lo largo de este trabajo.

Jhan Carlos Guerrero Quishpe

Dedico el presente proyecto a mi familia y sobre todo a mi madre quien supo afrontar cada situación de la mejor manera y darme el carácter para afrontar cualquier contratiempo a mis profesores, quienes me brindaron su apoyo y confianza durante mi ardua formación académica; con voluntad constancia y perseverancia logré culminar mis estudios con éxito. A mis abuelitos, quienes fueron el pilar fundamental guiándome por el buen camino, ya sea moralmente como económica durante este largo trayecto de mi vida; para así poder sobrellevar y salir adelante mi etapa universitaria de forma exitosa.

Anthony Giovanni Soto Chanatasig



ESTRATEGIA DE MANEJO PARA MINIMIZAR EL CONSUMO DE COMBUSTIBLE DE UN VEHÍCULO LIVIANO CON MOTOR DE COMBUSTIÓN INTERNA EN UN CIRCUITO URBANO DENTRO DE LA CIUDAD DE QUITO

Jhan C. Guerrero ^{1*}, Anthony G. Soto ²

Resumen

La presente investigación está basada en el estudio del consumo de combustible, aplicando un método experimental de dos estilos de conducción, una conducción normal sin ningún tipo de norma o parámetro a seguir y una conducción más eficiente con el uso de Ecodriving tomando en cuenta los tres consejos o procesos que esta conducción plantea que son, la planificación del recorrido, arranque suave, cambio de marcha, si bien estos procesos por separado ayudan a reducir el consumo de combustible, cuando se une todos estos el ahorro de combustible se maximiza. Con la finalidad de comparar el consumo de combustible con cada estilo de conducción y así lograr establecer cuál de ellos brinda un mayor ahorro, la ruta establecida para esta investigación se encuentra dentro de una zona urbana del Distrito Metropolitano de Quito. El combustible de prueba que se utilizó fue Gasolina Extra de 87 octanos suministrada por una estación Primax. El vehículo que se utilizó fue un Kia Picanto el 2022 1.0L ya que es uno de los vehículos más vendidos según Para el análisis del consumo de combustible se utilizó un scanner de la marca Konnwei BT 3.0, la aplicación Torque Pro y un dispositivo móvil, los resultados obtenidos en este estudio reflejan que utilizando una conducción eficiente se logra un 34% de ahorro de combustible lo que significa que se logró economizar la cantidad monetaria de 149,65\$.

Palabras clave: Conducción Eficiente, Consumo de combustible, Ahorro de combustible

Abstract

The current research is based on the study of fuel consumption applying an experimental method involving two driving styles and considering three suggestions regarding to efficient driving practices. This study involves a conventional driving style without any type of rule or parameter to be pursued and the other that encompasses an efficient driving style in the city of Quito. Its aim is to compare the fuel consumption of every driving style in order to establish which style will provide a more representative fuel saving option. The established route will enclose to an urban zone in the Metropolitan District of Quito. The chosen testing fuel was Extra Gasoline of 87 octanes distributed by a Primax Gas Station. The vehicle used was a KIA PICANTO 2022, 1.0 L since it is one of the most sold vehicles. For the analysis of fuel consumption, a Konnwei BT 3.0 scanner, along with the application of "Torque Pro" and a smart phone were utilized. The obtained results of this study showed that by using an efficient driving style, the 34% of fuel saving was achieved which means that it was possible to economize the total amount of \$ 149,65.

Keywords: Ecodriving, Fuel Consumption, Fuel Saving

^{1*}Estudiante de Ingeniería Automotriz de la Universidad Politécnica Salesiana Sede Quito - Campus Sur. Autor para correspondencia: [hrefmailto:guerrerojhancarlos97@gmail.com](mailto:guerrerojhancarlos97@gmail.com)

²Estudiante de Ingeniería Automotriz de la Universidad Politécnica Salesiana Sede Quito - Campus Sur. Autor para correspondencia: [hrefmailto:asotoc3@est.ups.edu.ec](mailto:asotoc3@est.ups.edu.ec)

³Ingeniero automotriz, egresado del programa de Maestría Sistemas Automotrices, EPN, Quito, Ecuador; Docente Investigador de la Universidad Politécnica Salesiana Sede Quito: jtamayob@ups.edu.ec

se investiga cual es la mejor ruta para dirigirse de un punto A hacia un punto B.

- Se debe evitar las aceleraciones bruscas pues estas generan un mayor consumo de combustible [10].
- Los cambios de marcha se deben hacer entre las 2000 y las 2500 rpm [11].
- En trayectos largos se debe mantener una velocidad constante, esto ayuda a ahorrar energía [12].
- Evitar las frenadas bruscas, velocidad excesiva y aprovechar la inercia del vehículo [13].

2. Materiales y Métodos

2.1. Metodología

A lo largo de esta investigación se planteó una metodología cuya finalidad es la recolección de datos, es común utilizar scanners automotrices que contengan flujo de datos en tiempo real, el análisis de los datos recolectados se deben exportar en un programa de ofimática, algunos de los datos a considerar son velocidad, latitud, longitud y el consumo de combustible en una ruta urbana dentro de la ciudad de Quito con apoyo de un vehículo liviano que contiene un motor de combustión interna alimentado de un hidrocarburo proveniente del petróleo mejor conocido como gasolina. Uno de los parámetros a analizar es el tipo de combustible a utilizar a lo largo de toda la investigación, puesto que deberá ser el mismo en cada prueba esto se debe a que cada estación de servicio tiene diferentes procesos a la hora de suministrar este producto, y el consumo de combustible es proporcional a la calidad del combustible suministrado. Es por esta razón que se utilizó Gasolina Extra de 85 octanos de la estación Primax ubicada en la Av. Occidental y Cantón Cárdenas. Una vez escogida la ruta se realizaron varias pruebas las cuales se dividieron en dos, en la primera se utilizó una conducción normal sin ningún tipo de parámetros ni indicaciones, y la segunda apoyada en los conceptos del ecodriving o también llamada una conducción eficiente basada en parámetros y consejos a seguir en un orden establecido y de esta manera garantizar una reducción del consumo del combustible, es importante mencionar que el conductor debe ser el mismo en cada prueba ya que cada individuo posee capacidades y características diferentes a la hora de conducir.

2.2. Equipos Utilizados

En el desarrollo de esta investigación se utilizaron los equipos mencionados en la Tabla 1.

Equipos	Características
Scanner Konnwei BT 3.0	Conexión Tipo OBD II
App-Torque Pro	Receptor de datos del scanner mediante bluetooth
Dispositivo Movil	Samsung Galaxy S21 Ultra

Tabla 1. Equipos Utilizados.

2.3. Vehículo liviano utilizado

El vehículo liviano en el cual se apoyó la investigación para las diferentes pruebas de ruta fue un Kia Picanto del año 2022 con un cilindraje de 1.0 l, con transmisión manual. Los datos específicos de este vehículo se encuentran en la Tabla 2.

Tipo	Característica
Modelo	1.0L DOHC CVVT Dual 12 Válvulas
Cilindraje	998 (c.c.)
Número de cilindros	3 en Línea
Potencia Máxima	66/5.500 (hp/rpm)
Torque Máximo	95/3.750 (Nm/rpm)
Tipo de Combustible	Gasolina
Sistema de alimentación de combustible	MPI (Inyección Multipunto)
Capacidad Tanque Combustible	35 (l)
Ahorrador de batería	Disponible
Presión de inflado	Frontal (230) Kpa Trasero (230) Kpa
Llantas	155/80 R13

Tabla 2. Características del vehículo KIA Picanto [14].

El consumo de combustible se determina mediante el método de experimentación utilizando el Scanner Konnwei y la aplicación de la plataforma play store denominada Torque Pro, la cual deberá sujetarse a los parámetros del vehículo a analizar de esta manera se tendrán datos reales confiables en un rango de 0.01 segundos, los datos del consumo de combustible serán reflejados en (l/km) para después analizar que método tiene mayor relevancia a la hora de consumir menos combustible.

2.4. Pruebas de Ruta

Las pruebas de ruta se realizaron dentro de una zona urbana en la ciudad de Quito esta ruta es un lugar central para dirigirse al norte o al sur de la ciudad, cuya congestión vehicular es elevada en sus horas pico las cuales ocurren en la mañana, tarde, noche, a continuación, en la Tabla 3 se especificará que calles conforman la ruta de esta investigación.

Número	Sitios
1	Av. Rumichaca Nan
2	Calle 3284 Cusubamba
3	Av. Teniente Hugo Ortiz.
4	Calle Antonio Rodríguez
5	Calle Pinlopatá
6	Calle Moraspungo
7	Av. Pedro Vicente Maldonado
8	Av. Jaime del Castillo
9	Av. 5337 Pedro Vicente Maldonado
10	124 Rocafuerte
11	1294 Juan Pío Montúfar
12	Texiera
13	C. Sucre
14	La Piedra

Tabla 3. Ruta de Análisis.

Se realizó un croquis con el nombre de las calles de la ruta de esta investigación la cual se puede observar en la Figura 4 en la que se muestra la ruta realizada es de forma lineal, es decir, acapara un tramo de sur a centro evitando las calles más congestionadas.

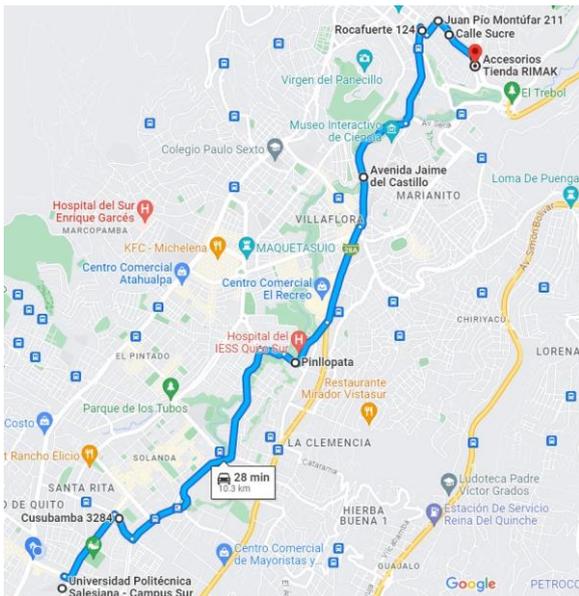


Figura 4. Mapa de la ruta (Google Maps).

2.5. Método Experimental

El método experimental implica seguir una serie de pasos para garantizar la fiabilidad de los datos utilizados en esta investigación, lo que permite realizar un análisis adecuado de los mismos a continuación se describe el proceso realizado en esta investigación.

Para realizar una evaluación exhaustiva del vehículo, se deben seguir varios pasos. En primer lugar, se lleva a cabo una inspección visual que abarca el estado de los neumáticos, la presión de inflado, el nivel de combustible y el estado del conector OBD II. Posteriormente, se recomienda crear un perfil personalizado en la aplicación Torque Pro, teniendo en cuenta el tipo y las características del vehículo, seleccionar los parámetros específicos que se desean evaluar. Además, es importante tener en consideración el punto de inicio y finalización de la prueba en este caso, la Universidad Politécnica Salesiana Campus Sur y el Playón de la Marín y viceversa. Durante la conducción se llevan a cabo las pruebas necesarias para obtener los parámetros requeridos. Por último, al exportar los datos, se accede al menú de registros por correo electrónico y se comparten en formato CVS, donde los valores están separados por comas, para su posterior uso en el programa preferido.

Las Pruebas de ruta fueron realizadas en el intervalo de 12:00 am a 4:00 pm como se muestra el recorrido en el mapa en la Figura 5, se recuerda que el peso del vehículo es un factor importante a la hora de calcular el consumo de combustible y de la eficiencia de los datos obtenidos en tiempo real.

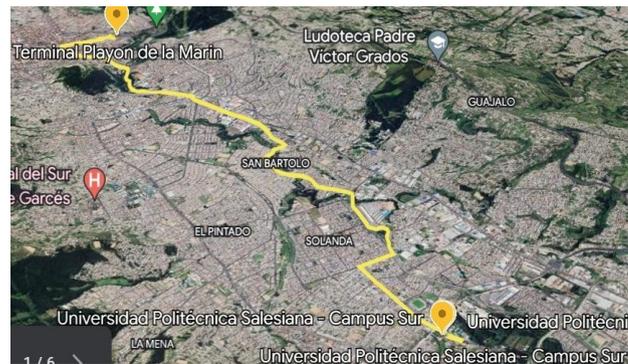


Figura 5. Mapa de la ruta (Google Earth) [15].

3. Resultados y Discusión

Los resultados de las pruebas de ruta se presentan en la Tabla 4.

Prueba	Tipo de Prueba	Resultados [l/Km]
1	Ecodriving	1,3183
2	Sin Eco-driving	1,9977
3	Arranque Suave	1,8572
4	Planificación del Recorrido	1,9587
5	Cambio de Marcha	1,7247

Tabla 4. Resultados mediante un método experimental.

En la Tabla 5 se observará el costo monetario de cada una de las pruebas.

Prueba	Resultados [l/Km]	Costo [\$]
1	1,3183	0,86
2	1,9977	1,27
3	1,8572	1,17
4	1,9587	1,24
5	1,7247	1,09
Total	8,8566	5,63

Tabla 5. Resultados económicos mediante un método experimental.

3.1. Análisis y comparación del consumo de combustible mediante ecodriving tomando en cuenta una conducción normal

En este apartado se ha realizado el análisis a partir de los resultados reflejados en la Figura 6, el cual representa los procesos que se deben seguir para lograr un sistema de manejo eficiente, en la ruta de estudio de esta investigación, cabe mencionar que cada proceso es un sumatorio del anterior puesto que se requiere una disminución del consumo de combustible descendente.

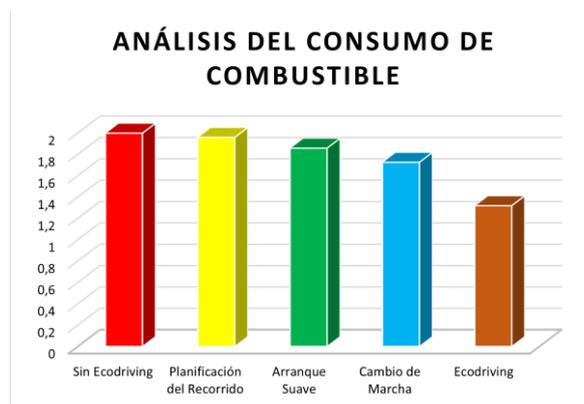


Figura 6. Análisis del Consumo de Combustible.

El análisis de una conducción normal frente a una que incluya la planificación del recorrido se puede observar en la Figura 7, cuyo resultado indica que al emplear el parámetro de la planificación de recorrido se reduce 0.039 (l/km) lo que significa que se disminuyó el consumo de combustible un 1.95%.

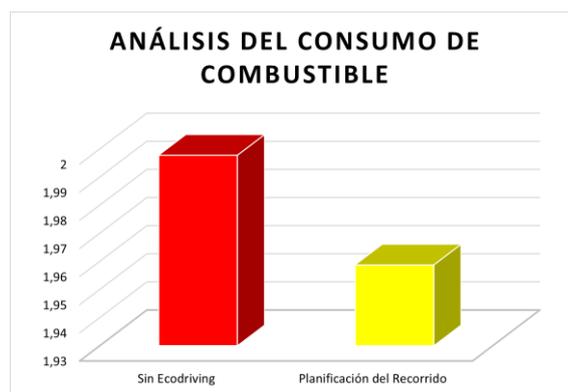


Figura 7. Análisis del Consumo de Combustible Sin Eco-driving y Planificación del Recorrido.

El análisis de una conducción normal frente a una que incluya un arranque suave se puede ver reflejada en la Figura 8, el resultado indica que aplicando un parámetro de planificación de recorrido y arranque suave se reduce un 0.1405 (l/km) lo que significa que disminuyó el consumo de combustible un 7,03%.

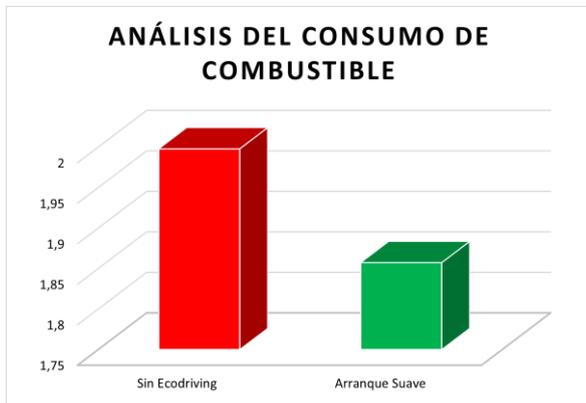


Figura 8. Análisis del Consumo de Combustible Sin Ecodriving y Arranque Suave.

El análisis de una conducción normal frente a una que incluya un cambio de marcha adecuado se puede ver reflejada en la Figura 9, el resultado indica que, aplicando un parámetro de planificación de recorrido, arranque suave y un cambio de marcha adecuado se reduce en un 0.273 (l/km) lo que significa que consumo de combustible disminuyó un 13.66%.

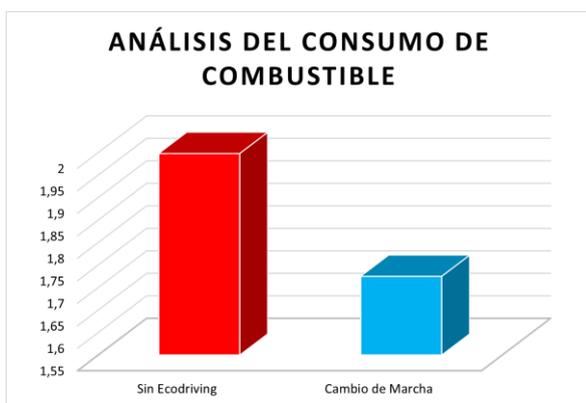


Figura 9. Análisis del Consumo de Combustible Sin Ecodriving y Cambio de Marcha.

El análisis de una conducción normal frente a una que incluya el método ecodriving se puede apreciar en la Figura 10, el resultado indica que, aplicando un parámetro de planificación de recorrido, arranque suave y un cambio de marcha adecuado con la finalidad de conseguir el ecodriving, se reduce un 0.6794 (l/km) lo que significa que el consumo de combustible disminuyó un 34%.

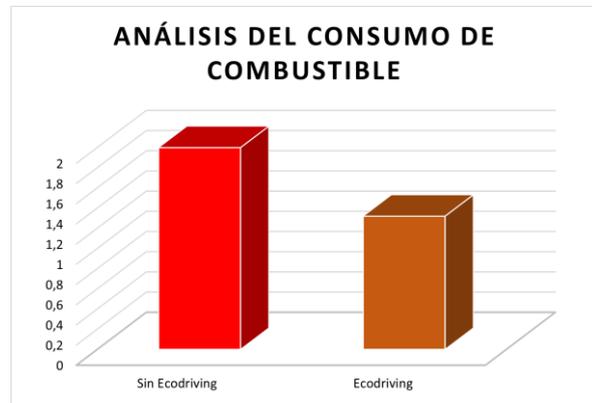


Figura 10. Análisis del Consumo de Combustible Sin Ecodriving y Con Ecodriving.

4. Conclusiones

Las características técnicas del vehículo al momento de realizar las pruebas en combinación con las condiciones meteorológicas son un factor que afecta directamente al consumo de combustible y al cálculo del mismo.

La conducción sin ningún tipo de parámetro o guía no es un mecanismo de trabajo óptimo a la hora de disminuir el consumo de combustible pues tiene muchas falencias, los resultados demuestran que aplicando el ecodriving se logra ahorrar un 34% de combustible en un circuito urbano con 20 km de distancia, este ahorro de combustible también es benéfico para reducir el impacto medio ambiental que provoca las emisiones de gases.

Se debe tener en cuenta cada uno de los parámetros del ecodriving ya que todos ellos aportan a la disminución gradual en el consumo de combustible.

Existen factores externos que pueden afectar el ecodriving como los vendedores ambulantes, peatones, animales, conductores, accidentes de tránsito.

Los resultados demuestran que con una conducción normal el costo monetario es mayor haciendo un cálculo anual asumiendo que esa ruta será transitada todos los días del año se gasta en combustible la cantidad de 463.55\$ y con una conducción aplicando el método ecodriving el costo monetario anual será de la cantidad de 313.9\$, por consiguiente, se ha logrado un ahorro monetario de 149.65\$.

Referencias

- [1] L. M. Pérez and M. D. Fernández, "Procedimiento para la mejora procesos que intervienen en el

- consumo de combustible,” *Ingeniería Industrial*, vol. 30, no. 3, p. 6, 2009.
- [2] Ecuadoravisos. (2023) Precios de combustible en Ecuador 2023 (actualizado). [Online]. Available: <https://ecuadoravisos.com/precios-de-combustible-en-ecuador-actualiza>
- [3] J. L. Milla, E. L. Cedeño, and J. R. Hoyos, “Impacto del ecodriving sobre las emisiones y consumo de combustible en una ruta de Quito,” *Enfoque UTE*, vol. 11, no. 1, pp. 68–83, 2020.
- [4] Á. R. Chimbo, J. L. Milla, J. A. Guasgua, and V. A. Luksat, “Conducción ecológica: evaluación de los parámetros operacionales del motor de encendido provocado (mep) en una ruta mixta de la ciudad de Quito,” *Revista Científica Y Tecnológica UPSE*, vol. 8, no. 1, pp. 18–24, 2021.
- [5] A. Monzón and A. Boggio-Marzet, “Eco-driving: Eficiencia energética y conducción responsable,” *Pap. Energ.*, vol. 10, pp. 93–123, 2020.
- [6] W. O. Granda Jaramillo, “Elaboración de un manual de manejo ecodriving para vehículos m1 en Guayaquil,” Ph.D. dissertation, GUAYAQUIL/UIDE/2021, 2021.
- [7] A. M. de Quito. (2023) Congestión urbana del distrito metropolitano de Quito. [Online]. Available: https://earth.google.com/earth/d/1cQgzXk4gcmkZEx87AQNJbSaR6_kpXt1i?usp=sharing
- [8] F. E. Quinchimbla Pisuña and J. M. Solís Santamaría, “Desarrollo de ciclos de conducción en ciudad, carretera y combinado para evaluar el rendimiento real del combustible de un vehículo con motor de ciclo Otto en el distrito metropolitano de Quito,” Master’s thesis, Quito, 2017., 2017.
- [9] V. C. Magaña, “Eco-driving: ahorro de energía basado en el comportamiento del conductor,” *Carros III de Madrid*, 2014.
- [10] L. P. Y. Y. XIE. (2021) Programas de eco-conducción (eco-driving) de camiones. [Online]. Available: <https://theicct.org/sites/default/files/publications/eco-driving-latam-ESP-jun2021.pdf>
- [11] N. M. M. Vinicio, J. M. D. Alexandra, C. M. L. Mero, and M. F. G. Barrezueta, “Estimación del consumo de combustible en un vehículo Ford Explorer aplicando la técnica ecodriving en la ciudad de Guayaquil,” *South Florida Journal of Development*, vol. 4, no. 1, pp. 520–535, 2023.
- [12] G. V. Ávalos Valverde, “Determinación del rendimiento de combustible de una flota de taxis de 1400 cc en la ciudad de Cuenca aplicando técnicas de ecodriving.” Master’s thesis, Universidad del Azuay, 2020.
- [13] J. S. Muñoz Falconi and L. F. Rivas Paz, “Evaluación de un modelo de conducción eficiente en una unidad de la flota de transporte de pasajeros elite tours cia. Ltda. en la ruta Cuenca–Loja,” B.S. thesis, Universidad del Azuay, 2018.
- [14] K. MOTORS. (2021) Ficha técnica Kia Picanto. [Online]. Available: <https://metrokia.co/wp-content/uploads/2022/01/Ficha-tecnica-Picanto-2022-Actualizada-v2.pdf>
- [15] A. S. Jhan Carlos Guerrero. (2023) Ruta de estudio Cetro Sur Google Earth. [Online]. Available: https://earth.google.com/earth/d/1cQgzXk4gcmkZEx87AQNJbSaR6_kpXt1i?usp=sharing