

Estimación del consumo de combustible en un vehículo Ford Explorer aplicando la técnica Ecodriving en la ciudad de Guayaquil

Estimation of fuel consumption in a Ford Explorer vehicle applying the Ecodriving technique in the city of Guayaquil

DOI: 10.46932/sfjdv4n1-037

Received in: February 24th, 2023

Accepted in: March 22nd, 2023

Noroña Merchán Marco Vinicio

Master en Sistema Automotrices

Institución: Universidad Internacional del Ecuador

Dirección: Av. Raúl Gómez Lince, Las Aguas y Calle 15A

Correo electrónico: manorname@uide.edu.ec

Jerez Mayorga Daniela Alexandra

Master en Seguridad Ocupacional

Institución: Universidad Internacional del Ecuador

Dirección: Av. Raúl Gómez Lince, Las Aguas y Calle 15A

Correo electrónico: djerez@uide.edu.ec

Cindy Melissa Loor Mero

Master en Alta Dirección

Institución: Universidad Internacional del Ecuador

Dirección: Av. Raúl Gómez Lince, Las Aguas y Calle 15A

Correo electrónico: ciloorme@uide.edu.ec

Manuel Fernando Gómez Barrezueta

Master en Ingeniería Automotriz

Institución: Universidad Internacional del Ecuador

Dirección: Av. Raúl Gómez Lince, Las Aguas y Calle 15A

Correo electrónico: magomezbe@uide.edu.ec

RESUMEN

En la actualidad el incremento en el costo del combustible, el cambio climático, los problemas de salud por contaminación atmosférica y los problemas de carácter socioeconómico; que éstos acarrearán han sido los principales motivantes para el desarrollo de alternativas para el ahorro energético. La gama de automóviles propulsado por gasolina son uno de los cuales tiene una mayor oportunidad de mejora en cuanto a eficiencia energética se refiere. Una estrategia de eficiencia es modificar el estilo de los conductores a un modo conocido como Ecodriving, que se puede aplicar a vehículos alimentados por gasóleo. El objetivo de este estudio es comparar el consumo de combustible en un motor de combustión interna por chispa, aplicando un modo de conducción normal y uno de conducción eficiente, en un vehículo Ford Explorer con un motor 2.3L I-4 TiVCT Turbo EcoBoost. Para ello se utiliza el método de investigación cuantitativo ya que, por medio de fijar una ruta de una distancia de 24 km de recorrido de ida y 26 km de recorrido de vuelta, que tiene una ruta de alto tráfico, cuenta con un gran número de semáforos a lo largo del trayecto y esta ruta se encuentra una variación de límites de velocidad en todo el trazado delimitado. Mediante el dispositivo OBII Azuga se obtiene varios parámetros que se registraran al aplicar un estilo de conducción normal y un estilo de conducción ecológica. Los resultados obtenidos

revelan que al aplicar un modo de conducción ecológica se reduce el consumo instantáneo de combustible obteniendo beneficios de ahorro de combustible en la ciudad de Guayaquil y mayor rendimiento por galón.

Palabras clave: conducción ecológica, consumo de combustible, gasolina.

ABSTRACT

Currently, the increase in the cost of fuel, climate change, health problems due to air pollution and socioeconomic problems; that these entails have been the main motivators for the development of alternatives for energy saving. The range of cars powered by gasoline are one of which has a greater opportunity for improvement in terms of energy efficiency. One efficiency strategy is to change drivers' style to a mode known as Ecodriving, which can be applied to gasoline-powered vehicles. The objective of this study is to compare the fuel consumption in a spark internal combustion engine, applying a normal driving mode and an efficient driving mode, in a Ford Explorer vehicle with a 2.3L I-4 TiVCT Turbo EcoBoost engine. For this, the quantitative research method is used since, by setting a route with a distance of 24 km to go and 26 km to go back, which has a high-traffic route, it has a large number of traffic lights along the route and this route is a variation of speed limits throughout the delimited route. Through the OBII Azuga device, several parameters are obtained that will be recorded when applying a normal driving style and an ecological driving style. The results obtained reveal that when applying an ecological driving mode, the instantaneous fuel consumption is reduced, obtaining fuel saving benefits in the city of Guayaquil and greater performance per gallon.

Keywords: ecodriving, fuel consumption, gasoline.

1 INTRODUCCIÓN

El automóvil es una de las principales fuentes de emisiones de efecto invernadero, llegando a contribuir con el 35 % de millones de toneladas de emisiones de efecto invernadero con una tendencia de incremento en los últimos años (Andrade-Castañeda, Arteaga-Céspedes, y Segura-Madrigal, 2017; Chapman, 2007).

Las investigaciones automotrices realizadas en la Unión Europea han identificado el potencial de los estilos de conducción para reducir consumo y emisiones de CO₂ (Brouwer et al., 2015). También destaca la necesidad de proporcionar datos en tiempo real para utilizar las infraestructuras de la manera más eficiente posible. Hay muchos dispositivos y tecnologías disponibles para planificar los viajes. Pero cuyo potencial aún no se ha cuantificado para permitir un uso más eficiente de las infraestructuras de transporte (incluyendo la conducción).

En este contexto, la conducción eficiente dirigida a reducir el consumo de combustible al modificar el comportamiento del conductor ha aumentado en importancia desde los años noventa. Sin embargo, esta definición simple incluye muchos conceptos y acciones estratégicas, dependiendo del nivel de decisión considerado (Sivak y Schoettle, 2012; Alam, y McNabola, 2014).

El Ecodriving es una nueva manera de conducir, enfocada en lograr una manera de economizar combustible y conducción segura, aprovechando al máximo las tecnologías actuales de los vehículos, así

logrando los siguientes beneficios: ahorro del 15 % de combustible, disminución global de la contaminación ambiental, reducción del 15 % de las emisiones de CO₂ a la atmósfera, disminución de la contaminación acústica, aumento del confort en el vehículo, disminución del riesgo de accidentes, reducción del estrés del conductor y ahorro en costos de mantenimiento del vehículo (Milla, Cedeño, y Hoyos, 2020; Ho, Wong, y Chang, 2015).

Actualmente, los combustibles en el Ecuador han aumentado de precio. La gasolina Super hasta el 19 de octubre del 2022 ha incrementado de \$2.35 a \$4.86 por galón. Este aumento ha preocupado a los ciudadanos y cualquier método de ahorro de combustible siempre será aceptado. Por lo que se han implementar otras alternativas para reducir el consumo de combustible y la emisión de GEI; así en el año 2005 se realizó la primera importación de vehículos híbridos, que generó un verdadero boom de este tipo de medio de transporte. En 2021 la venta de estos vehículos se elevó 273% al pasar de 1.148 unidades en 2020 a 4.269 unidades en 2021 en las que ha jugado un importante papel la aprobación de La Ley Orgánica de Desarrollo Económico y Sostenibilidad Fiscal que elimina el impuesto a los consumos especiales (ICE) para los vehículos híbridos y eléctricos. (Rivero, Loor, Gómez, y Granda, 2022)

Por estas razones el objetivo de esta investigación es la de analizar el consumo de combustible utilizando en dos métodos diferentes de conducción (normal y *Ecodriving*) por medios de pruebas en ruta para la identificación de las diferencias y posibles beneficios de aplicación de uno u otro método de conducción.

2 DESARROLLO

La conducción ecológica es un conjunto de pasos, técnicas y comportamientos que los conductores emplean para obtener ahorros en términos de uso de combustible, costo del viaje, las emisiones de CO y otros tipos de contaminación provenientes del uso del vehículo (Yanzhi, Hanyan, Haobing, Rodgers, y Guensler, 2017).

Los consejos para conducir con *Ecodriving* en vehículos con transmisión manual son: cambiar la marcha de 2000 a 2500 rpm, acelerar y decelerar suavemente, anticipar el flujo de tráfico, mantener una velocidad constante, utilizar el freno del motor y bajar pendientes en marcha (Andrieu y Pierre, 2014; Rionda et al., 2012).

Se seleccionó un vehículo Ford Explorer con un motor 2.3L I-4 TiVCT Turbo Ecoboost con transmisión automática, debido a que se tomó como referencia la estadística de uno de los SUV's más cotizados en el Ecuador (AEADE, 2018), las especificaciones se pueden encontrar en la tabla 1.

Antes de las pruebas se realizó un mantenimiento preventivo y una revisión con el escáner del correcto estado del sistema de inyección electrónica a diésel, mediante el cual se determinó el buen estado del vehículo para realizar las pruebas.

Tabla 1 Especificaciones técnicas del vehículo de pruebas

Marca del vehículo	Ford
Modelo del vehículo	Explorer 2.3L I-4 TiVCT
Par Máximo	350 lb-ft @ 3,200 rpm
Configuración valvular	Dual overhead cam (DOHC) with variable camshaft timing (VCT)
Relación de compresión	9.5:1
Potencia	350 Hp @ 6,000 rpm
Transmisión Automática	10 velocidades

Fuente: Ford México, (2022).

Para la obtención de datos se utilizó la herramienta de escaneo Azuga que es un software de gestión de flotas GPS, el cual es de los más sencillos de utilizar ya que solo requiere ser enchufado al conector OBDII del vehículo y desde la app refleja todos los datos en tiempo real, por lo que su manejo no requiere experiencia previa.

Dentro de los datos más relevantes que arroja este dispositivo es el consumo de combustible en tiempo real, el nivel de la batería, velocidad y la geolocalización del vehículo, etc (VZ Logistics, 2021).

Figura 1 Dispositivo Azuga



Nota. Dispositivo Azuga [Fotografía], por el Freepng (<https://www.freepng.es/png-uwii17/>) sf

- *Datos Previos al Estudio Comparativo del Consumo de Combustible*

Para poder visualizar los valores de consumo se procedió a evaluar cómo sería la ruta para el estudio. Para tal fin, se tomó en cuenta el tráfico y el horario de partida. Este punto es muy importante debido a que, en las mañanas, existe una hora pico en nuestra ruta inicial, la cual se situó a las 9:00 am y 18:00 debido a que son los horarios en los que mayor circulación hay en la ciudad.

Partiendo del hecho de experimentación, al tomar datos de forma empírica para tener una base de donde partir, se considera el consumo con el Savy Driver del vehículo en el tablero, para lo cual se procede al llenado del depósito de combustible del vehículo y, luego, a colocar en el odómetro, el rendimiento por kilómetro ya que la ruta es de 50 km. Mediante estos datos es posible sacar de forma empírica el consumo de combustible.

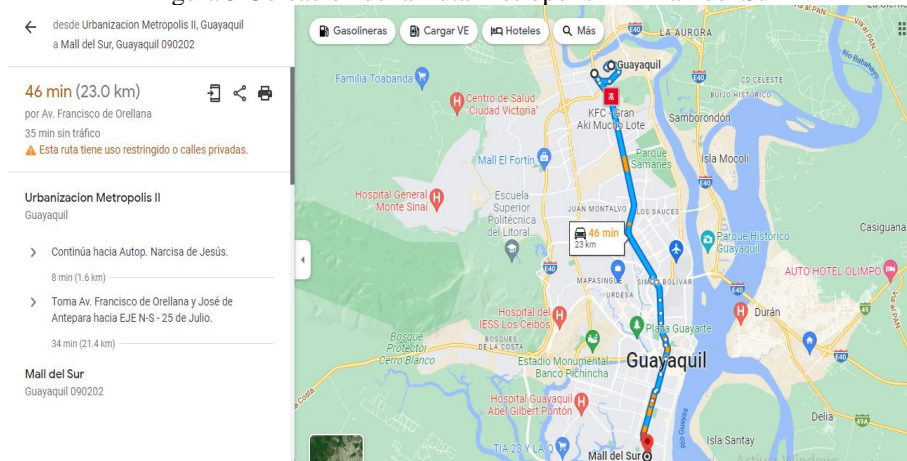
2.1 LINEAMIENTOS DE CONDUCCIÓN Y CHEQUEO DEL VEHÍCULO

Dentro de los lineamientos que se usan en el estudio se escogió los siguientes: a) uso de cinturón; b) chequeo de luces; c) chequeo de la presión y estado de los neumáticos; d) chequeo de nivel de refrigerante y líquido de freno; e) conducir bajo los límites de velocidad establecidos dentro de la ciudad a 50 km/h y en las periferias a 90 km/h; f) voltaje de batería; g) chequeo de testigo de tablero. Estas consideraciones, sumadas al uso de las listas de revisión o checklist aportan a recoger datos de experimentación importantes para el estudio.

2.2 DELIMITACIÓN DE LA RUTA

Luego de un análisis minucioso de varias rutas se ha podido determinar que la ruta Metrópolis II - Mall del Sur, es la más adecuada para este estudio, dado que cuenta con la infraestructura vial que se requiere en este estudio basado en el ahorro de combustible mediante el uso del *ecodriving*. La ruta antes mencionada cuenta con un gran número de semáforos en toda su trayectoria.

Figura 3 Ubicación de la Ruta Metrópolis II – Mall del Sur



Fuente: (Google Maps, 2022)

Se escogió esta ruta debido a las facilidades que brinda para la realización del estudio las cuales son:

- Ruta de alto tráfico.
- Gran número de semáforos a lo largo del trayecto.
- En esta ruta se encuentra una variación de límites de velocidad en todo el trazado delimitado.
- Se consideró la ruta por la distancia que abarca.

2.3 PRUEBAS PRELIMINARES

Las pruebas preliminares son de vital importancia puesto que permiten, en primer lugar, familiarizarse con los equipos con los que se va a trabajar. De esta forma, es posible conocer a fondo todas las funciones de cada equipo y dominarlas. Consecuentemente, se puede extraer la información requerida en la investigación.

En el caso de estudio del vehículo cuenta con un panel de instrumentos muy dinámico, el cual arroja datos de consumo y rendimiento de combustible en función de su modo de manejo, con lo cual se analiza la capacidad del tanque que es de 71.9 litros.

Una vez conocido este dato, lo que se hizo fue llenar todo el tanque de combustible y se procedió a realizar la ruta Metrópolis II-Mall del Sur y viceversa.

Tabla 1 Recorrido Preliminar sin OBII Metrópolis – Mall del Sur

Datos de ruta Ida	Día 1	Día 2	Día 3
Tramo	Metrópolis II – Mall del Sur		
Fecha	06/12/21	07/12/21	08/12/21
Hora de partida	9:00 am.	9:00 am.	9:00 am.
Hora de llegada	9:37 am.	9:40 am.	9:42 am.
Tiempo en Ruta	37 min.	40 min.	42 min.
Kilometraje inicial	33 650 km	33 724 km	33 798.5 km
Kilometraje final	33 673.9 km	33 747.9 km	33 822.4 km
Consumo estimado	1.8 l	1.84 l	1.86 l

Nota. Detalles técnicos de la ruta de ida, desde el primer hasta el tercer día

2.4 PRUEBAS CON DISPOSITIVO OBII AZUGA

Utilizando la app se registran el consumo instantáneo de combustible en litros por kilómetro. Una vez definidos todos los equipos y ruta a utilizar, se procede a determinar los parámetros de conducción de la prueba. Se realiza dos métodos de conducción diferentes para realizar un análisis comparativo. Se utiliza el método llamado conducción normal donde es el típico hábito del conductor que se pone a prueba. Posteriormente se realiza las pruebas con conducción *ecodriving* en la cual se sigue las siguientes indicaciones: aceleraciones suaves sin presionar pedal a fondo, cambio de marchas entre 2000 y 2500 rpm, aprovechar la gravedad e inercia del vehículo en caso de bajadas para no pisar el acelerador y mantener el vehículo en marcha no en neutro, priorizar el frenado del vehículo con freno de motor, no utilizar aire acondicionado ni tener las ventajitas abajo y no realizar frenados ni aceleraciones bruscas. Tomando en cuenta estas consideraciones para el proceso de pruebas. Se inicia el dispositivo en el lugar y se procede a realizar 5 pruebas con conducción normal y 5 pruebas con conducción *Ecodriving*.

Figura 4 Toma de Datos en Ruta



Nota: Toma de datos en ruta usando el software Azuga.

2.5 OBTENCIÓN DE DATOS

Una vez realizadas las pruebas se obtienen los datos proporcionados por el receptor los cuales obtenemos en la base de datos guardada en la nube de este y los demás instrumentos utilizados para la recopilación de estos. Estos serán presentados en las siguientes tablas a continuación:

Tabla 2 Datos Obtenidos con Ecodriving Metrópolis II – Mall del Sur

Datos Ruta Metrópolis II - Mall del Sur	Día 1	Día 2	Día 3	Día 4	Día 5
Capacidad de Tanque (Litros)	41	41	41	41	41
Precio Litro Gasolina Súper	\$0,944	\$0,944	\$0,944	\$0,944	\$0,944
Porcentaje de tanque de combustible Inicio	99%	85%	71%	55%	31%
Fecha	17/1/2022	18/1/2022	19/1/2022	20/1/2022	21/1/2022
Prueba N	1	2	3	4	5
Hora de Partida	9:00:00	9:00	9:00	9:00	9:00
Temperatura Promedio	32°C	27°C	32°C	32°C	33°C
Porcentaje de tanque de combustible llegada	95%	80%	67%	50%	27%
Tiempos de Parada	4,44min	4,25min	9,45min	5min	4,37min
Hora de Llegada	9:37	9:52	9:49	9:42	9:41
Tiempo en Ruta	37 min	52 min	49min	42min	41min
Número de Paradas Start/Stop	7	8	12	11	8
Distancia Recorrida	23,9 km	23,9 km	23,9 km	23,9 km	23,9 km
Consumo de combustible Ida (Litros)	1,64	2,05	1,64	2,05	1,64
Costo por tramo	\$1,55	\$1,94	\$1,55	\$1,94	\$1,55
Clima	Parcialmente nublado	Lluvia	Parcialmente Nublado	Lluvia	Parcialmente Despejado
Códigos de Falla	No	No	No	No	No

Nota. Detalles técnicos de la ruta que va desde Metrópolis II hasta el Mall del Sur.

Tabla 3 Datos Obtenidos con Ecodriving Mall del Sur – Metrópolis II

Datos Ruta Mall del Sur - Metrópolis II	Día 1	Día 2	Día 3	Día 4	Día 5
Capacidad de Tanque (Litros)	41	41	41	41	41
Precio Litro Gasolina Súper	\$0,944	\$0,944	\$0,944	\$0,944	\$0,944
Porcentaje de tanque de combustible Inicio	95%	81%	66%	49%	50%
Fecha	17/1/2022	18/1/2022	19/1/2022	20/1/2022	21/1/2022
Prueba N	1	2	3	4	5
Hora de Partida	10:00	10:00	10:00	10:00	10:00
Temperatura Promedio	32°C	27°C	32°C	32°C	33°C
Porcentaje de tanque de combustible Llegada	92%	78%	63%	46%	47%
Tiempos de Parada	3,11min	4,07min	3,67min	3,05min	3,83min
Hora de Llegada	10:30	10:33	10:34	10:30	10:38
Tiempo en Ruta	30 min	33min	34min	30min	38min
Número de Paradas Start/Stop	6	8	6	7	6
Distancia Recorrida	20.6 km	20.6 km	20.6 km	20.6 km	20.6 km
Consumo de combustible Vuelta (Litros)	1,23	1,23	1,23	1,23	1,23
Costo por tramo	\$1,16	\$1,16	\$1,16	\$1,16	\$1,16
Clima	Parcialmente nublado	Lluvia	Parcialmente Nublado	Lluvia	Parcialmente Despejado
Códigos de Falla	No	No	No	No	No

Nota. Detalles técnicos de la ruta que va desde el Mall del Sur hasta Metrópolis II

Una vez finalizadas las pruebas con *Ecodriving*, se necesita obtener datos en conducción normal, para poder determinar si existe un ahorro significativo de combustible. Por eso se realiza las siguientes pruebas en los mismos horarios.

Tabla 4 Datos Obtenidos sin Ecodriving Mall del Sur – Metrópolis II

Datos Ruta Metrópolis II - Mall del Sur	Día 1	Día 2	Día 3	Día 4	Día 5
Capacidad de Tanque (Litros)	41	41	41	41	41
Precio Litro Gasolina Súper	\$0,94	\$0,94	\$0,94	\$0,94	\$0,94
Porcentaje de tanque de combustible Inicio	75%	55%	70%	50%	76%
Fecha	31/1/2022	1/2/2022	2/2/2022	3/2/2022	4/2/2022
Prueba N	1	2	3	4	5
Hora de Partida	9:00	9:00	9:00	9:00	9:00
Temperatura Promedio	26°C	31°C	29°C	30°C	32°C
Porcentaje de tanque de combustible llegada	70%	49%	65%	45%	70%
Hora de Llegada	9:43	9:52	9:42	9:43	9:51
Tiempo en Ruta	43min	52min	42min	43min	51min
Distancia Recorrida	23.9 km	23.9 km	23.9 km	23.9 km	23.9 km
Consumo de combustible Ida (Litros)	2,05	2,46	2,05	2,05	2,46
Costo por tramo	\$1,94	\$2,32	\$1,94	\$1,94	\$2,32
Clima	Lluvioso	Lluvioso	Parcialmente Despejado	Parcialmente Despejado	Parcialmente Despejado
Códigos de falla	No	No	No	No	No

Nota. Detalles técnicos de la ruta que va desde Metrópolis II hasta el Mall del Sur

Esta prueba se realizó sin usar la metodología *Ecodriving*, se escogió el horario de la mañana debido a que es el horario de congestión vehicular en la ciudad de Guayaquil.

Tabla 5 Datos Obtenidos sin Ecodriving Mall del Sur – Metrópolis II

Datos Ruta Mall del Sur - Metrópolis II	Día 1	Día 2	Día 3	Día 4	Día 5
Capacidad de Tanque (Litros)	41	41	41	41	41
Precio Litro Gasolina Súper	\$0,94	\$0,94	\$0,94	\$0,94	\$0,94
Porcentaje de tanque de combustible Inicio	69%	48%	64%	42%	69%
Fecha	31/1/2022	1/2/2022	2/2/2022	3/2/2022	4/2/2022
Prueba N	1	2	3	4	5
Hora de Partida	10:00	10:00	10:00	10:00	10:00
Temperatura Promedio	26°C	31°C	29°C	30°C	32°C
Porcentaje de tanque de combustible llegada	65%	44%	59%	38%	65%
Hora de Llegada	10:34	10:35	10:53	10:34	10:33
Tiempo en Ruta	34min	35min	53min	34min	33min
Distancia Recorrida	20.6 km	20.6 km	20.6 km	20.6 km	20.6 km
Consumo de combustible Regreso (Litros)	1,64	1,64	2,05	1,64	1,64
Costo por tramo	\$1,55	\$1,55	\$1,94	\$1,55	\$1,55
Clima	Lluvioso	Lluvioso	Parcialmente Despejado	Parcialmente Despejado	Parcialmente Despejado
Códigos de falla	No	No	No	No	No

Nota. Detalles técnicos de la ruta que va desde el Mall del Sur hasta Metrópolis II

3 RESULTADOS

3.1 ANÁLISIS DEL CONSUMO DE COMBUSTIBLE EN EL TRAYECTO METRÓPOLIS II – MALL DEL SUR

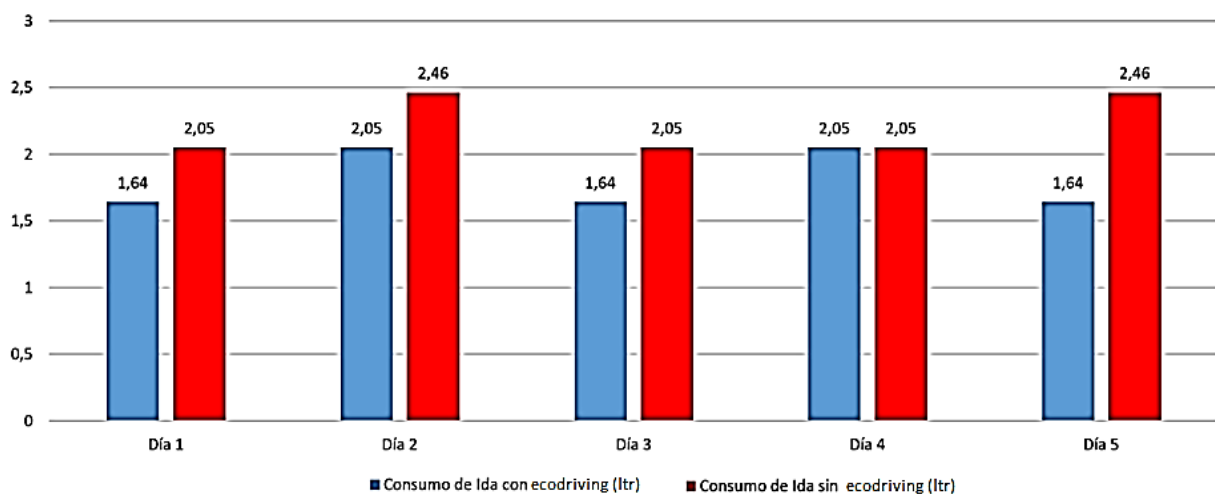
Esta ruta inicia a las 9:00 am, la cual es una hora en la que se encuentra un nivel de congestión bastante considerable y, en ciertos tramos, es muy alta por lo que es ideal para el desenvolvimiento de la metodología *Ecodriving*.

Con la presente figura se puede analizar el consumo durante cinco días de dicha ruta. En los valores generados en la mañana se encuentra una ligera variación con el sistema activado dado que se producen distintos eventos a lo largo de la ruta. Así también, esta variación se da debido al clima, propio de una etapa invernal, lo que influye mucho en las pruebas. En el día dos y cuatro, el consumo fue mayor ya que hubo un alto tráfico en la ruta, principalmente, en la Av. Machala, que es la zona con mayor afluencia de carros y, más aún, por la hora en que se realizó la prueba.

En cuanto a los días uno, tres y cinco se obtuvieron los resultados promedio de la ruta con el sistema activado a razón de que el tráfico que se presentó en esos días fue moderado. La diferencia de consumo entre los días de tráfico moderado y con un alto congestionamiento fue de 0,41 litros.

En las pruebas con el sistema desactivado, de los días uno, tres y cuatro, se produjo un tráfico normal ya que no se presentó ningún inconveniente en la vía por lo que el consumo fue el mismo en esos días. En los días dos y cinco se nota un consumo mayor en comparación a los otros tres días, por diversas situaciones que llevaron al congestionamiento de la vía. Consecuentemente, existió un consumo de 0,41 litros más que los otros días.

Figura 5 Comparación del Consumo de la Ruta Metrópolis II – Mall del Sur con Ecodriving y Conducción Normal



3.2 ANÁLISIS DEL CONSUMO DE COMBUSTIBLE EN EL TRAYECTO MALL DEL SUR - METRÓPOLIS II

Esta ruta tiene la hora de partida definida a las 10:00 am por lo que el flujo de vehículos es considerablemente alto. En la gráfica se puede apreciar las pruebas realizadas durante cinco días en la ruta Mall del Sur – Metrópolis II.

Como se puede apreciar, en la figura 5, se encuentran los datos obtenidos al momento de realizar la ruta, por lo que se procede a explicarlo a continuación. Las barras de color azul indican el consumo de combustible que se registró con *Ecodriving* en la ruta Mall del Sur – Metrópolis II durante cinco días, en el horario de partida registrado a las 10 am, con lo cual se registraron los consumos reflejados en la tabla 4. Es así que se muestran valores similares unos con otros, debido a que el trayecto de la ruta, a esa hora, es ligeramente congestionado, por lo que no se ve una repercusión en el consumo de combustible.

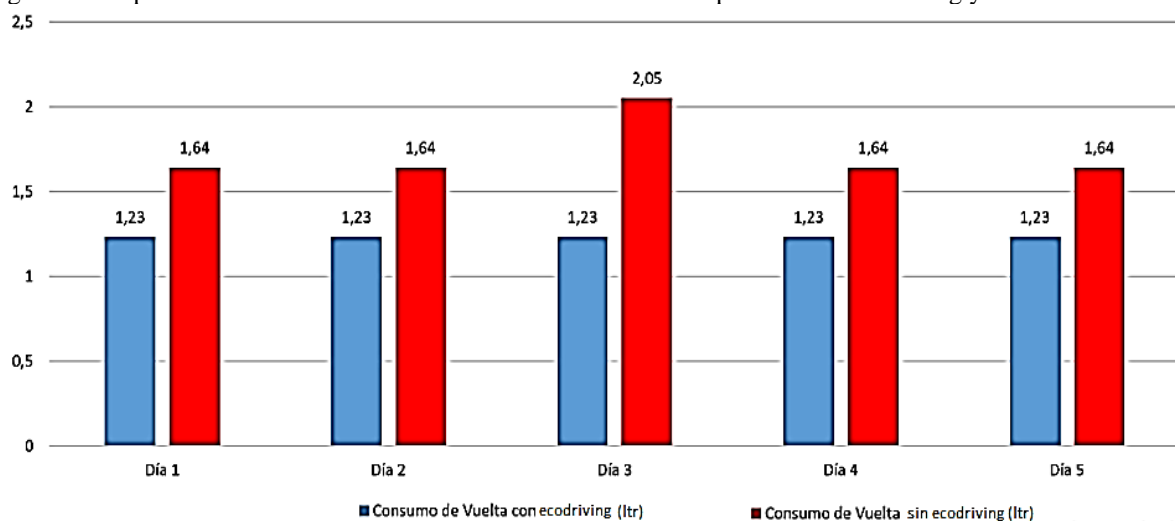
La variación de los tiempos en ruta es compensado en tanto que el sistema al momento de trabajar el vehículo se detiene y se debe colocar en la marcha neutral y esos tiempos de parada son los que equilibran el consumo y arrojan ese dato de uniformidad en el consumo de los 5 días de la ruta.

Las barras de color rojo muestran el consumo generado con conducción normal, por lo que se procede a explicar por qué se registra una notable variación en ciertos días de pruebas. Para realizar estas pruebas se tomó en cuenta los mismos parámetros que se utilizaron con *Ecodriving*.

En estas circunstancias, el aumento fue bastante significativo en cuanto al consumo de combustible ya que el vehículo permaneció en todo momento encendido y expuesto a cualquier imprevisto en la vía como embotellamiento, accidentes, vehículos averiados y el clima.

Todo esto genera un mayor congestionamiento vehicular y son, en esos segundos, en los que se aumenta el consumo de combustible en la ruta por lo que, el automóvil, en ningún momento para el motor.

Figura 6 Comparación del Consumo de la Ruta Mall del Sur - Metrópolis II con Ecodriving y Conducción Normal



4 CONCLUSIONES

Los resultados del caso de estudio demuestran que la conducción ecológica reduce el consumo de combustible mediante la limitación de la carga del motor, en una misma distancia. En relación con la ruta *Metrópolis II – Mall del Sur* el ahorro de combustible fue de un 19% al usar Ecodriving. Mientras en la ruta de vuelta, es decir *Mall del Sur a Metrópolis II* el ahorro que se obtuvo fue de 25%, esto especialmente en el día 3.

Los beneficios de la estrategia de conducción ecológica se cuantificaron y el valor de ahorro del rendimiento del combustible en L/km está dentro de los rangos de los estudios referenciados.

A diferencia de otras tecnologías, la conducción ecológica no requiere una importante inversión de capital, solo requiere de una corta capacitación y es apta para su aplicación en cualquier tipo de vehículo.

REFERENCIAS

- AEADE. (2018). ANUARIO 2017. Quito. Retrieved from www.aeade.net
- Alam, M. S., & McNabola, A. (2014). A critical review and assessment of Eco-Driving policy & technology: Benefits & limitations. *Transport Policy*, 35, 42-49.
- Andrade-Castañeda, H. J., Arteaga-Céspedes, C. C., & Segura-Madrigal, M. A. (2017). Emisión de gases de efecto invernadero por uso de combustibles fósiles en Ibagué, Tolima (Colombia). *Ciencia y Tecnología Agropecuaria*, 18(1), 103-112.
- Andrieu, C., & Pierre, G. Saint. (2014). Evaluation of ecodriving performances and teaching method: Comparing training and simple advice. In *European Journal of Transport and Infrastructure Research*.
- Brouwer, R. F. T., Stuiver, A., Hof, T., Kroon, L., Pauwelussen, J., & Holleman, B. (2015). Personalised feedback and eco-driving: An explorative study. *Transportation Research Part C: Emerging Technologies*, 58, 760-771.
- Chapman, L. (2007). Transport and climate change: a review. *Journal of transport geography*, 15(5), 354-367.
- Ho, S. H., Wong, Y. D., & Chang, V. W. C. (2015). What can eco-driving do for sustainable road transport? Perspectives from a city (Singapore) eco-driving programme. *Sustainable Cities and Society*, 14, 82-88.
- Leguisamo, J. C., Llanes-Cedeño, E. A., Celi-Ortega, S. F., & Rocha-Hoyos, J. C. (2020). Evaluación de la conducción eficiente en un motor de encendido provocado, a 2810 msnm. *Información tecnológica*, 31(1), 227-236.
- Leguisamo, J., Celi, S., Noroña, M. & Puente, E. (2018). Estudio De Emisiones Contaminantes Producidas Por Un Motor MEP Con Transmisión Automática Y Transmisión Manual. *INNOVA Research Journal*, 3(4), 120-128.
- Leguisamo-Milla, J., Llanes-Cedeño, E., & Rocha-Hoyos, J. (2019). Reduction in Consumption and Emissions of Fuel Applying Ecodriving Route in Quito-Ecuador. *International Journal of Engineering Research & Technology (IJERT)*, Vol. 8 Issue 07, 1007-1012.
- Llanes-Cedeño, E. A., Carguachi-Caizatoa, J. B., & Rocha-Hoyos, J. C. (2018). Evaluación energética y energética en un motor de combustión interna ciclo Otto de 1.6 L. *Enfoque UTE*, 9(4), 221-232.
- Magaña, V. C. (2014). Eco-driving: ahorro de energía basado en el comportamiento del conductor. Carlos III de Madrid. Retrieved from <http://e-archivo.uc3m.es/handle/10016/19981>
- Milla, J. L., Cedeño, E. L., & Hoyos, J. R. (2020). Impacto del Ecodriving sobre las emisiones y consumo de combustible en una ruta de Quito. *Enfoque UTE*, 11(1), 68-83.
- N. Haworth y M. Symmons. (2001). The relationship between fuel economy and safety outcomes. Monash University Accident Research Centre.
- NISSAN MOTOR CO., L. (2004). New CARWINS-enables Navigation System. Retrieved from http://www.nissan-global.com/EN/DOCUMENT/PDF/TECHNOLOGY/TECHNICAL/carwings_en.pdf
- Rionda, A., Martínez, D., Pañeda, X. G., Arbesú, D., Jiménez, J. E., & Linera, F. F. (2012). Sistema Tutor para la Conducción Eficiente de Vehículos de Combustión Superior. *Revista Iberoamericana de Tecnologías del Aprendizaje: IEEE-RITA*, 7(3), 133-140.

Rionda, Al. Martínez, D., Pañeda, X., Arbesú, D. & Jiménez, E. (2012). Sistema Tutor Para La Conducción Eficiente de Vehículos de combustión. *IEEE-RITA*, 7(3), 133–140

Rivero, V. L. R., Mero, C. M. L., Barrezueta, M. F. G., & Jaramillo, W. O. G. (2022). Perspectivas del eco-driving como técnica para reducir el consumo de combustible en la ciudad de Guayaquil: Perspectives of eco-driving as a technique to reduce fuel consumption in the city of Guayaquil. *South Florida Journal of Development*, 3(5), 6226-6235.

Sivak, M., & Schoettle, B. (2012). Eco-driving: Strategic, tactical, and operational decisions of the driver that influence vehicle fuel economy. *Transport Policy*, 22, 96-99.

Suarez, M. (2012). Interaprendizaje de Probabilidades y Estadística Inferencial con Excel Winstast y Graph (Primera). Ibarra. Retrieved from [http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/940/1/Interaprendizaje de Probabilidades y Estadística Inferencial con Excel, Winstats y Graph.pdf](http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/940/1/Interaprendizaje%20de%20Probabilidades%20y%20Estadística%20Inferencial%20con%20Excel,%20Winstats%20y%20Graph.pdf)

Van Mierlo, J., Maggetto, G., Van de Burgwal, E., & Gense, R. (2004). Driving style and traffic measures-influence on vehicle emissions and fuel consumption. *Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part D: Journal of Automobile Engineering*, 218(1), 43-50.

Van Mierlo, J., Maggetto, G., Van de Burgwal, E., & Gense, R. (2004). Driving style and traffic measures-influence on vehicle emissions and fuel consumption. *Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part D: Journal of Automobile Engineering*, 218(1), 43–50. <https://doi.org/10.1243/095440704322829155>

Yanzhi, X., & Hanyan, Li., Haobing, Liu., Rodgers, M., & Guensler, R. (2017). Eco-driving for transit: An effective strategy to conserve fuel and emissions. *Applied Energy*, (194), 784–797. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.1016/j.apenergy.2016.09.10>

Yanzhi, X., & Hanyan, Li., Haobing, Liu., Rodgers, M., & Guensler, R. (2017). Eco-driving for transit: An effective strategy to conserve fuel and emissions. *Applied Energy*, (194), 784–797. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.1016/j.apenergy.2016.09.10>