



**UNIVERSIDAD
DEL AZUAY**

**UNIVERSIDAD DEL AZUAY
DEPARTAMENTO DE POSGRADOS
MAESTRÍA EN SISTEMAS VEHICULARES**

**“Determinación del rendimiento de combustible de una flota de taxis de 1600 cc en
la ciudad de Cuenca mediante parámetros de conducción normal”**

**Trabajo de graduación previo a la obtención del título de:
MAGISTER EN SISTEMAS VEHICULARES**

Autor:

LUIS EDUARDO NAVAS ESCUDERO

Director:

ROBERT ESTEBAN ROCKWOOD IGLESIAS

CUENCA – ECUADOR

2020

Dedicatoria:

A Dios por permitirme seguir cosechando triunfos en mi vida profesional.
A mis padres, Eduardo y Elizabeth, por siempre estar conmigo y apoyarme
en cada uno de los pasos que doy en mi vida.

Agradecimientos:

A Dios por darme salud y guiarme para conseguir un logro más en mi vida,
a la Universidad del Azuay por el apoyo durante
la realización del trabajo, en especial a mi tutor Robert Rockwood,
a mis profesores por todo el tiempo y apoyo brindado,
para la realización de la presente investigación.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

DEDICATORIA.....	ii
AGRADECIMIENTOS.....	iii
ÍNDICE DE CONTENIDOS.....	iv
ÍNDICE DE FIGURAS	v
ÍNDICE DE TABLAS.....	vi
RESUMEN.....	vii
ABSTRACT	viii
1. INTRODUCCIÓN.....	1
2. MATERIALES Y MÉTODOS.....	3
3. RESULTADOS	4
4. CONCLUSIONES.....	5
5. BIBLIOGRAFÍA.....	6

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Demanda energética en Ecuador.....	2
Figura 2. Consumo energético en Ecuador.....	2
Figura 3. Diagrama de flujo del proceso de adquisición y procesamiento de datos.	3
Figura 4. Distribución promedio de recorridos	4
Figura 5. Distribución de velocidades promedio durante el día.....	4
Figura 6. Distribución del consumo promedio durante el día de todos los vehículos analizados	5
Figura 7. Rendimiento promedio durante el día de todos los vehículos analizados	5

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Factores ambientales y características del combustible, comparación recomendada por la (EPA), y local.....	3
Tabla 2. Vehículos utilizados	4
Tabla 3. Consumo promedio	5
Tabla 4. Rendimiento promedio	5

DETERMINACIÓN DEL RENDIMIENTO DE COMBUSTIBLE DE UNA FLOTA DE TAXIS DE 1600 CC EN LA CIUDAD DE CUENCA MEDIANTE PARÁMETROS DE CONDUCCIÓN NORMAL

RESUMEN

En la actualidad no existe una base de datos que indique el rendimiento de combustible de los vehículos que circulan en la ciudad de Cuenca. Existen varios factores que afectan el rendimiento de un vehículo, como son factores ambientales: presión atmosférica, temperatura, humedad, octanaje del combustible, nivel tecnológico del vehículo, topografía de vías, entre otros; y factores relacionados al estilo de conducción. Esta investigación presenta una base de datos con el rendimiento de combustible de una flota de vehículos, la investigación se enfoca en el análisis de 8 vehículos con cilindraje de 1600 cm³, los cuales funcionan como taxis en la ciudad de Cuenca, estos fueron equipados con un dispositivo ELM 327®, junto con un teléfono inteligente provisto con la aplicación Torque Pro®, con ellos se adquirieron datos a través del puerto OBD II, los cuales fueron procesados para determinar el rendimiento de combustible. El promedio estimado de la flota es de 9,36 km/l, teniendo como valor mínimo 7,68 km/l y máximo 10,58 km/l.

Palabras Clave – rendimiento de combustible, medición de consumo de combustible, adquisición de datos en vehículos, eficiencia energética en vehículos.

FUEL PERFORMANCE DETERMINATION OF A 1600 CC TAXI FLEET IN CUENCA BY NORMAL DRIVING PARAMETERS

ABSTRACT

No database that shows the fuel efficiency of vehicles in Cuenca are found. There are several factors that affect the performance of a vehicle, such as environmental factors, atmospheric pressure, temperature, humidity, fuel octane, technological level of the vehicle, road topography, among others; and factors related to driving style. This research aims at showing a database about fuel efficiency of a fleet of vehicles. The research focuses on the analysis of 8 vehicles with a cylinder capacity of 1600 cm³, which function as taxis in Cuenca. They were equipped with an ELM 327® device, along with a smartphone provided with the Torque Pro® application. Data was acquired through the OBD II port, which were processed to determine fuel efficiency. The estimated average fleet is 9,36 km/l, with a minimum value of 7,68 km/l and a maximum of 10,58 km/l.

Keywords – fuel efficiency, measurement of fuel consumption, data acquisition in vehicles, energy efficiency in vehicles

.....
Ing. Robert Rockwood
Director



.....
Ing. Luis Navas
Author

Translated by



Luis Navas

DETERMINACIÓN DEL RENDIMIENTO DE COMBUSTIBLE DE UNA FLOTA DE TAXIS DE 1600 CC EN LA CIUDAD DE CUENCA MEDIANTE PARÁMETROS DE CONDUCCIÓN NORMAL

Luis Eduardo Navas Escudero

Departamento de Posgrados

Maestría en Sistemas Vehiculares

Universidad del Azuay

Cuenca, Ecuador

luis.navas92@hotmail.com

Resumen- En la actualidad no existe una base de datos que indique el rendimiento de combustible de los vehículos que circulan en la ciudad de Cuenca. Existen varios factores que afectan el rendimiento de un vehículo, como son factores ambientales: presión atmosférica, temperatura, humedad, octanaje del combustible, nivel tecnológico del vehículo, topografía de vías, entre otros; y factores relacionados al estilo de conducción. Esta investigación presenta una base de datos con el rendimiento de combustible de una flota de vehículos, la investigación se enfoca en el análisis de 8 vehículos con cilindraje de 1600 cm³, los cuales funcionan como taxis en la ciudad de Cuenca, estos fueron equipados con un dispositivo ELM 327®, junto con un teléfono inteligente provisto con la aplicación Torque Pro®, con ellos se adquirieron datos a través del puerto OBD II, los cuales fueron procesados para determinar el rendimiento de combustible. El promedio estimado de la flota es de 9,36 km/l, teniendo como valor mínimo 7,68 km/l y máximo 10,58 km/l.

Palabras Clave — rendimiento de combustible, medición de consumo de combustible, adquisición de datos en vehículos, eficiencia energética en vehículos.

Abstract- No database that shows the fuel efficiency of vehicles in Cuenca are found. There are several factors that affect the performance of a vehicle, such as environmental factors,

atmospheric pressure, temperature, humidity, fuel octane, technological level of the vehicle, road topography, among others; and factors related to driving style. This research aims at showing a database about fuel efficiency of a fleet of vehicles. The research focuses on the analysis of 8 vehicles with a cylinder capacity of 1600 cm³, which function as taxis in Cuenca. They were equipped with an ELM 327® device, along with a smartphone provided with the Torque Pro® application. Data was acquired through the OBD II port, which were processed to determine fuel efficiency. The estimated average fleet is 9,36 km/l, with a minimum value of 7,68 km/l and a maximum of 10,58 km/l.

Keywords – fuel efficiency, measurement of fuel consumption, data acquisition in vehicles, energy efficiency in vehicles

1. INTRODUCCIÓN

El calentamiento global es el mayor problema medio ambiental que enfrenta la humanidad hoy en día. Una de las causas es la emisión de los gases de efecto invernadero, como el dióxido de carbono (CO₂) producido durante la combustión de combustibles fósiles. El consumo de gasolina y las emisiones de (CO₂) son aspectos críticos que enfrenta la industria del transporte. Por otro lado en la ciudad de Cuenca-Ecuador, el 76% de la polución es causada por el parque automotor,

el mismo que se compone de alrededor de 100.000 vehículos de pasajeros y cerca de 500 autobuses[1], considerando que a nivel local el crecimiento del parque automotor fue de 4,5% en 2017, lo cual representa cerca de 7.181 vehículos nuevos[2], el incremento en el tamaño del parque automotor contribuye a incrementar el problema. Instituciones como la Agencia de protección del medio ambiente (EPA), en Estados Unidos, implementaron las normas TIER (1-3), para vehículos livianos y camiones ligeros; estas normas fijan los límites de emisión de gases y miden el rendimiento de combustible promedio de los vehículos.[2] La (EPA), en conjunto con el Departamento de Transporte de Estados Unidos (DOT), brindan información sobre el desempeño energético de los vehículos, la misma que puede encontrarse en la página web “fuelconomy.gov”, esta información gira en torno al rendimiento de combustible, emisiones y clasificación del vehículo. Al comparar un vehículo, cuyo rendimiento de combustible es de 32 km/gal; con respecto a otro vehículo, cuyo rendimiento es 40 km/gal, el segundo produce en promedio 1,7 toneladas menos de CO₂ por año,[3] y, además, alcanzaría un ahorro en combustible de alrededor de USD 235,00 anual, (datos emitidos por la EPA con valores referenciales del mercado estadounidense). Actualmente, la mayor cantidad de vehículos motorizados utilizan combustibles fósiles como fuente primaria de energía, (con cerca del 94 % de los combustibles utilizados para el transporte) sumando cerca de la mitad del consumo mundial de petróleo. Se estima que en el año 2010 el sector emitió cerca de 7.0 Giga toneladas (GT) de dióxido de carbono equivalente (CO₂ Eq), así fue responsable por aproximadamente el 23% del total de las emisiones de CO₂ relacionadas con el consumo energético.[4] Según las predicciones de la Organización de Países Exportadores de Petróleo (OPEP), el transporte representa el 66.7% del consumo total de energía global entre 2016 y 2040. [5] Los factores que afectan al consumo de combustible y las emisiones de CO₂ en condiciones de conducción reales y pruebas de laboratorio están relacionados con factores internos y externos como son: equipamiento y nivel tecnológico de los sistemas que conforman el vehículo, condiciones medio ambientales en las que opera, tráfico, hábitos de conducción, topografía de las vías, y características de los combustibles. Con respecto a los hábitos de conducción hay que considerar que estos dependen del carácter personal, y del estado de ánimo del conductor.[6] Vieira da Rocha, afirma

que el consumo total de combustible disminuyó del 1-5% en promedio, al aplicar técnicas de conducción que mejoran el rendimiento del combustible, conocidas como “*ecodriving*”. [7] [8] Si en la ciudad de Cuenca, donde circulan alrededor de 100.000 vehículos[9], se mejoraría el rendimiento de combustible en cada uno de ellos, la cantidad de emisiones de CO₂ reducirían considerablemente, adicionalmente se conseguirían ahorros importantes en el consumo de combustible. El desarrollo de la industria automotriz no solo conducirá a la escasez de petróleo, sino que ocasiona un grave impacto al medio ambiente, en 2012 el sistema de transporte por carretera ecuatoriano emitió 14,3 millones de toneladas de CO₂ en la atmósfera, esto represento alrededor del 0,04% de las emisiones globales en ese año[10], por ello, la conducción eficiente de automóviles a gasolina requiere un mayor desarrollo. Los parámetros de conducción normal, las características del vehículo y las condiciones ambientales son factores que afectan el consumo de combustible y las emisiones de CO₂. [6] En el Ecuador el sector del transporte representa el 42% del total de la demanda energética, en el cual se encuentran los diferentes tipos de transporte que utilizan como fuente principal de energía combustibles derivados del petróleo, este estudio se centra en el sector de los vehículos que funcionan como taxis los cuales representan el 5% del consumo energético del sector del transporte. [11]

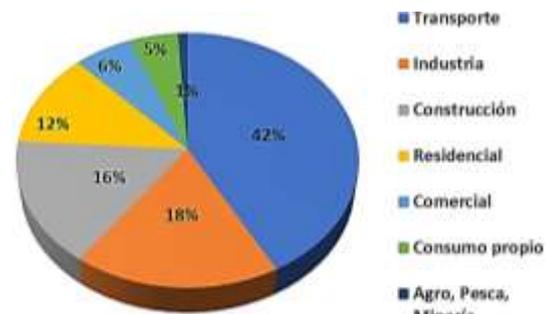


Figura 1. Demanda energética en Ecuador [11]

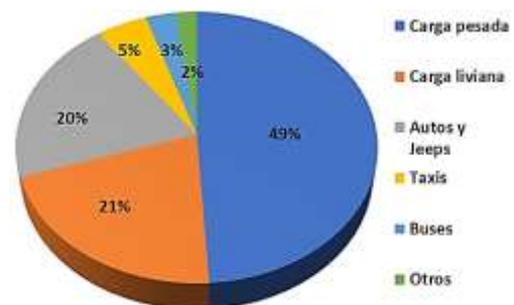


Figura 2. Consumo energético en Ecuador [11]

El combustible es un factor predominante en el desempeño de un vehículo. En el Ecuador el octanaje de la gasolina *súper* se encuentra en 92 octanos[12], la gasolina extra en 85 octanos y la gasolina Ecopaís en un rango de 85 a 89 octanos, estos valores están establecidos desde agosto del 2018[13], por lo tanto, las características del combustible local no se encuentran dentro de los rangos que sugiere la (EPA), ya que estos se hallan entre valores de 91 a 94 octanos[2]. El nivel inferior de octanaje puede alterar el rendimiento del motor y por ende el consumo de combustible, ver tabla 1.[2]

Tabla 1. Factores ambientales y características del combustible, comparación recomendada por la (EPA), y local

Factores ambientales	Unidad	(EPA)	CUENCA
Altura	msnm	0-20	2500
Presión	atm	1	0,73
Temperatura	C	20	13-18
Factores Combustible	Unidad	(EPA)	CUENCA Ecopaís
Octanaje	-	91-94	85-90
Contenido de Azufre [14]	ppm	22-24	100

Si bien a nivel internacional existen bases de datos con el consumo de combustible, estas se han obtenido ya sea, en pruebas de laboratorio, o en ruta, pero en otras condiciones, por lo que es necesario realizar pruebas de consumo a nivel local bajo parámetros de conducción normal. Con los datos a obtener se podrá comparar el rendimiento y el consumo de combustible, con esta información se podrán orientar de mejor forma políticas para definir estímulos fiscales a vehículos eficientes, impuestos a vehículos poco eficientes, focalización de subsidios, y establecer medidas de control para bajar los índices de consumo de combustible y contaminación a nivel nacional.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

2.1 Área de estudio

El presente trabajo se desarrolló en la Ciudad de Cuenca, ubicada geográficamente en el centro de la provincia del Azuay, teniendo como condiciones, en las cuales se va a realizar el estudio, las siguientes: Latitud 2°53'57" Sur y Longitud 79°00'55" Oeste; una altitud

aproximadamente de 2583 metros del nivel del mar, la temperatura promedio es de 15 °C.[15]

2.2 Selección de la metodología

El método aplicado se basó en la revisión de la literatura científica y académica relacionada con la temática del estudio con la intención de poder realizar un análisis de las herramientas utilizadas para el levantamiento de información que ayude a determinar el rendimiento de combustible.

En la revisión de la literatura se tomaron en consideración estudios académicos y estudios desarrollados por organizaciones de prestigio con relación al estudio propuesto, los cuales utilizaron el dispositivo ELM 327, para citar algunos estudios tenemos los realizados por: Min Goo Lee en el 2011 con el tema Estimation of Fuel Consumption using In-Vehicle Parameters.[16] Avner Pereira en el 2016 con el tema Vehicle driving análisis in regards to fuel consumption using Fuzzy Logic and OBD-II devices[17], para lo cual se vio viable la utilización del dispositivo ELM 327, junto con un smartphone con la aplicación Torque Pro para la recopilación de datos requeridos para determinar el rendimiento de combustible, debido a que no se cuenta con todos los instrumentos de medida, y se quiere determinar en condiciones reales de conducción.

La figura 3 muestra en un diagrama de flujo el proceso de adquisición y procesamiento de datos utilizado.



Figura 3. Diagrama de flujo del proceso de adquisición y procesamiento de datos.

2.3 Flota Vehicular

La flota seleccionada de vehículos utilizados en este estudio consta de 8, los cuales tienen un cilindraje de 1600cm³ como característica común, las especificaciones de la flota se detallan a continuación en la tabla 2.

Tabla 2. Vehículos utilizados

Marca	Modelo	Año	Cilindraje
Nissan	Versa A/C	2015	1600 cc
Hyundai	Accent	2013	1600 cc
Hyundai	Accent	2017	1600 cc
Chevrolet	Aveo Emotion	2015	1600 cc
Hyundai	Accent	2016	1600 cc
Nissan	Versa A/C	2014	1600 cc
Hyundai	Accent	2019	1600 cc
Hyundai	Accent	2013	1600 cc

2.4 Instrumentación de la flota vehicular

Se instrumentó a cada vehículo con un celular con la aplicación Torque Pro y el dispositivo ELM 327, comunicándose con el vehículo mediante el protocolo OBD II (diagnóstico a bordo); de esta manera se podrá almacenar la información del celular para su posterior procesamiento. El dispositivo ELM 327 nos brinda información como RPM (revoluciones por minuto), valor calculado de la carga, velocidad del vehículo, latitud, longitud, altura, distancia recorrida, consumo de combustible, entre otras; las cuales nos permitirán determinar el rendimiento de combustible.

Se realizó las pruebas en ruta con la instrumentación implementada en cada vehículo durante un periodo de treinta días seguidos con el fin de obtener la mayor cantidad de información posible.

2.5 Procesamiento de la información

Una vez terminada la recopilación de información mediante el dispositivo ELM 327 que realizaron los estudiantes de pre grado de la carrera de Ingeniería Automotriz de la Universidad del Azuay, se procedió a la creación de una base de datos con toda la información que arroja el dispositivo. En primera instancia se clasificaron los archivos (.csv) según el vehículo del cual provenían, en este caso seleccionando los vehículos que tienen un cilindraje de 1600cc, a continuación, se procedió con un filtro de celdas vacías o datos erróneos, lo cual se realizó

mediante una programación utilizando el programa Matlab, en el cual se filtró los recorridos de menos de un minuto de duración y también los recorridos de menos de 100 metros, se optó por este programa debido a la gran cantidad de archivos y robustez de los datos, debido a que aproximadamente se generó 19 millones de datos.

3. RESULTADOS

3.1 Distribución de recorridos

El número de recorridos se lo realizó por cada hora de trabajo de los vehículos analizados, para lo cual la distribución de datos se muestra en la siguiente figura.

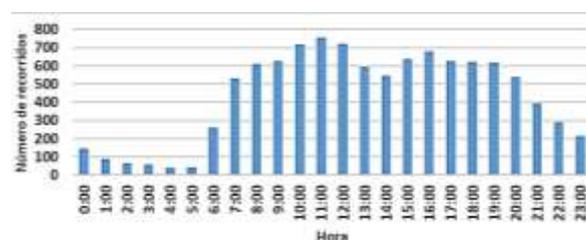


Figura 4. Distribución promedio de recorridos

3.2 Distribución de velocidades

Se analizó la distribución de velocidades promedio durante el día, de todos los vehículos analizados, teniendo como resultado durante el tiempo de estudio la siguiente gráfica.

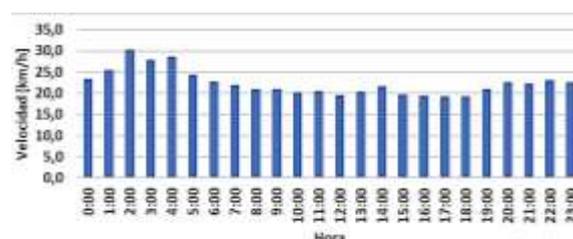


Figura 5. Distribución de velocidades promedio durante el día

3.3 Consumo de combustible

Para determinar el consumo en litros, se realizó la sumatoria de los consumos instantáneos, los cuales tenían como unidades cm³/min, para lo cual se transformó a litros/segundo, con lo cual se puede hacer la sumatoria de consumo segundo a segundo. El consumo de los vehículos estudiados bajo parámetros de conducción normal se puede evidenciar en la tabla 3.

Tabla 3. Consumo promedio

VEHÍCULO	CONSUMO (litros/recorrido)
Taxi #01	0,85
Taxi #03	1,01
Taxi #07	0,89
Taxi #09	1,13
Taxi #10	1,09
Taxi #13	0,72
Taxi #14	0,86
Taxi #16	0,89

3.4 Distribución de consumo promedio durante el día

El análisis del consumo diario de los vehículos inmersos en el estudio se lo realizó cada media hora, la siguiente gráfica representa el consumo promedio de la flota.

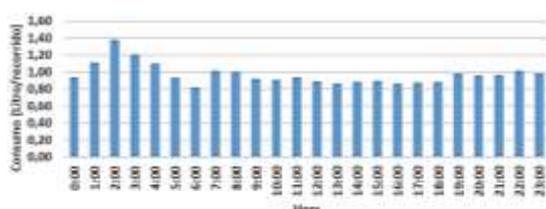


Figura 6. Distribución del consumo promedio durante el día de todos los vehículos analizados

3.5 Rendimiento

Al medir el consumo de combustible dentro de la ciudad y en laboratorio, este muestra grandes discrepancias debido a la diferencia de condiciones en la toma de los datos. El conductor cotidiano reconoce que el consumo de combustible informado por el fabricante del vehículo está por debajo del consumo de combustible alcanzado en el camino[18], debido a esto los datos recolectados fueron en la ciudad y en condiciones de manejo bajo parámetros normales.

El rendimiento promedio de combustible estimado para cada vehículo en este estudio se presenta en la tabla 4.

Tabla 4. Rendimiento promedio

VEHÍCULO	RENDIMIENTO (Km/litro)	Intervalo de confianza
Taxi #01	10,12	$\pm 0,23$
Taxi #03	10,05	$\pm 0,19$
Taxi #07	9,07	$\pm 0,17$
Taxi #09	7,68	$\pm 0,12$
Taxi #10	8,6	$\pm 0,17$
Taxi #13	10,58	$\pm 0,16$
Taxi #14	9,6	$\pm 0,22$
Taxi #16	9,14	$\pm 0,19$

3.6 Distribución de rendimiento promedio durante el día

El análisis del rendimiento diario de los vehículos inmersos en el estudio se lo realizó cada media hora para lo cual se pudo determinar que el rendimiento no tiene una variación considerable entre los vehículos analizados, lo cual se puede observar en la siguiente gráfica.

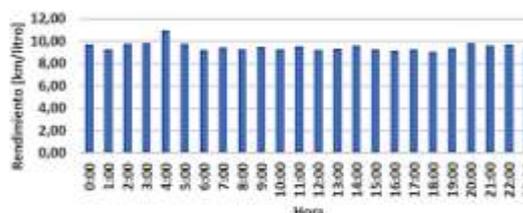


Figura 7. Rendimiento promedio durante el día de todos los vehículos analizados

4. CONCLUSIONES

Con el presente trabajo se ha realizado un aporte a la ciudad de Cuenca, mediante la creación de una base de datos del rendimiento de una flota de vehículos que funcionan como taxis, cuyo cilindraje es de 1600 cm³, la cual servirá como base para futuros estudios relacionados al mejoramiento del rendimiento, disminución del consumo y la creación de posibles políticas con miras a disminuir la contaminación que ocasionan los automóviles.

En la figura 4 se puede observar que la mayor cantidad de recorridos de los vehículos analizados se producen entre las 10:00, 11:00 y 12:00 horas, con ello, se puede afirmar que a estas horas se presenta la mayor demanda del servicio de taxi en la ciudad de Cuenca.

La velocidad promedio tiene sus picos de 02:00 a 04:00 horas, a partir de las 19:00 horas se puede observar que el patrón se incrementa con

respecto a las otras horas del día, presumiblemente debido a las condiciones de tráfico de la ciudad, de acuerdo a la figura 5.

El rendimiento de combustible entre los vehículos estudiados oscila entre los valores de 7,68 km/l y 10,58 km/l, teniendo un promedio entre todos los vehículos estudiados de 9.36 Km/l, en base a la gráfica de la figura 7 se puede observar un pico a las 04:00 horas y a partir de las 19:00 horas un incremento en el rendimiento con respecto a las otras horas del día, presumiblemente por las condiciones de tráfico.

El consumo de combustible en todos los vehículos entre las horas 7:00 y las 12:00 horas aumenta en 1% y 3,33% respectivamente con relación a la siguiente hora del día, este incremento es presumiblemente resultado del aumento en el tráfico que se experimenta en esas horas específicas dentro de la ciudad, de acuerdo a la figura 6.

En este estudio se ha podido constatar que el método empleado para medir el consumo y rendimiento del combustible es viable siempre y cuando el tamaño de la flota de vehículos sea adecuado.

5. BIBLIOGRAFÍA

- [1] A. C. Piedra, "Informe de la calidad del aire," Cuenca, 2016.
- [2] J. S. Bustos and P. A. Paredes, "Determinación del consumo de combustible de vehículos en base a los ciclos de conducción EPA FTP 75 y EPA HWFET, en dinamómetro de chasis," 2018.
- [3] F. E. Estimates, "Fuel Economy Guide," 2017.
- [4] C. Alatorre and A. Ríos, *Clima y energías*. Colombia, 2015.
- [5] H. Guang and H. Jin, "Fuel consumption model optimization based on transient correction," Elsevier Ltd, 2019.
- [6] X. Tag and C. D. X. X, "Fuel consumption and CO 2 emissions from passenger cars in Europe À Laboratory versus real-world emissions I," Elsevier Ltd, 2017.
- [7] J. L. Ulloa Masache and A. F. Velasco Vicuña, "Evaluación del consumo de combustible en vehículos, utilizando diferentes estrategias cambios de marcha.," Universidad del Azuay, 2018.
- [8] T. Vieira, A. Can, C. Parzani, B. Jeanneret, and R. Trigui, "Are vehicle trajectories simulated by dynamic traffic models relevant for estimating fuel consumption?," *Transp. Res. Part D*, vol. 24, pp. 17–26, 2013.
- [9] P. D. E. M. D. E. Cuenca, "Plan de movilidad de cuenca 2015-2025," Cuenca, 2015.
- [10] J. C. Sierra, "Estimating road transport fuel consumption in Ecuador," *Energy Policy*, vol. 92, pp. 359–368, 2016.
- [11] F. Armijos and M. Cueva, "Determinación de los factores de emisión de los buses urbanos de la ciudad de Loja en la hora de mayor tráfico vehicular, mediante una metodología indirecta," Universidad del Azuay, 2017.
- [12] E. COMERCIO and M. Pacheco, "La gasolina súper de 92 octanos se venderá en 15 días," 2018. [Online]. Available: <https://www.elcomercio.com/actualidad/aumento-octanaje-gasolinassuper-venta-gasolineras.html>. [Accessed: 12-May-2020].
- [13] EL COMERCIO and M. Pacheco, "Octanaje de las gasolinas extra y ecopais no subirá tras el alza de precio," 2018. [Online]. Available: <https://www.elcomercio.com/actualidad/octanaje-gasolinas-extra-ecopais-mantienen.html>.
- [14] Cuenca EMOV, "ANÁLISIS DE COMBUSTIBLES QUE SE COMERCIALIZAN EN EL CANTÓN CUENCA : PERÍODO MARZO-JULIO 2018."
- [15] M. Puzhi and S. Zhinin, "Simulación de los procesos psicrométricos utilizando el lenguaje de programación java," 2014.
- [16] M. G. Lee, Y. K. Park, K. K. Jung, and J. J. Yoo, "Estimation of Fuel Consumption using In-Vehicle Parameters," vol. 4, no. 4, pp. 37–46, 2011.

- [17] U. Federal, S. Cristóvão, S. Cristóvão, M. Alves, S. Cristóvão, and H. Macedo, “Vehicle driving analysis in regards to fuel consumption using Fuzzy Logic and OBD-II devices.”
- [18] L. Ntziachristos, G. Mellios, D. Tsokolis, M. Keller, and S. Hausberger, “In-use vs . type-approval fuel consumption of current passenger cars in Europe,” *Energy Policy*, vol. 67, no. 2014, pp. 403–411, 2020.