



UNIVERSIDAD DEL AZUAY
FACULTAD DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA
AUTOMOTRIZ

**Determinación del consumo de
combustible de vehículos en base a los
ciclos de conducción EPA FTP-75 y
HWFET, en dinamómetro de chasis**

Casos de estudio: Chevrolet Luv Dmax 3.0L turbo diésel,
2013, y Chevrolet Aveo activo 1.6L std 2009

Trabajo de graduación previo a la obtención del título de:
INGENIERO MECÁNICO AUTOMOTRIZ

Nombre de los autores:
SERGIO ESTEBAN LOZANO DELGADO
JOSE ALEJANDRO QUIZHPE MOGROVEJO

Nombre del Director:
DANIEL CORDERO MORENO

CUENCA-ECUADOR

2018

Dedicatoria:

El presente trabajo de tesis se la dedico a mi familia, mis padres, mis hermanos y seres queridos, por brindarme siempre su apoyo incondicional en cada uno de los pasos de mi vida.

Sergio Esteban

Dedicatoria:

A Dios, por ayudarme a llegar a este momento tan importante de mi vida. A mi madre por ser la persona quien ha estado a mi lado durante toda mi vida. A mi hijo por ser la motivación más grande para poder terminar con éxito este proyecto de tesis, ya que a su corta edad me ha enseñado y me sigue enseñando muchas cosas de la vida.

José Alejandro

AGRADECIMIENTO:

A todos los profesores de la carrera de Ingeniería Mecánica Automotriz, por sus conocimientos que nos fueron transmitidos en cada una de las clases recibidas durante el desarrollo de nuestra carrera universitaria.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

DEDICATORIAS.....	ii
AGRADECIMIENTO.....	iv
INDICE DE CONTENIDOS.....	v
INDICE DE FIGURAS.....	vi
INDICE DE TABLAS.....	vi
RESUMEN.....	viii
ABSTRACT.....	ix

1. INTRODUCCIÓN.....	1
2. MATERIALES Y METODOS.....	2
3. RESULTADOS.....	3
4. CONCLUSIONES	5
5. RECOMENDACIONES.....	5
6. REFERENCIAS	5

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Diagrama velocidad vs fuerza calculada en carretera.....	3
Figura 2. Ciclo FTP75.....	3
Figura 3. Ciclo HWFET.....	3
Figura 4. Comparativo Aveo ciclo FTP75.....	5
Figura 5. Comparativo Aveo ciclo HWFET.....	5
Figura 6. Comparativo Luv Dmax ciclo FTP75.....	5
Figura 7. Comparativo Luv Dmax ciclo HWFET.....	5

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Datos técnicos de los vehículos.....	2
Tabla 2. Instrumento de captura y almacenamiento de datos.....	3
Tabla 3. Dinamómetro de chasis.....	3
Tabla 4. Flujómetro.....	4
Tabla 5. Número de pruebas en carretera.....	4
Tabla 6. Coeficientes de carretera.....	4
Tabla 7. Coeficientes iniciales de dinamómetro.....	4
Tabla 8. Coeficientes finales de dinamómetro.....	4
Tabla 9. Coeficientes finales.....	4
Tabla 10. Datos de consumo de combustible ciclo EPAFTP75.....	4
Tabla 11. Datos de consumo de combustible ciclo HWFET.....	5

DETERMINACION 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 Chevrolet Luv Dmax 3.0 turbo diésel, 2013, y Chevrolet Aveo activo 1.6 std 2009.

RESUMEN

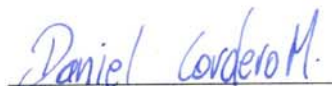
El presente trabajo tiene como fin determinar el consumo de combustible de dos de los vehículos más comercializados en Ecuador. Para esto, se calculan los coeficientes de inercia, fricción y rodadura aplicando la norma ISO 10521, en varias pruebas de desaceleración libre en carretera y en dinamómetro de chasis, dichos coeficientes simulan las cargas que soporta el vehículo en carretera. Posteriormente se reproducen los ciclos de conducción EPA FTP75 y EPA HWFET, en dinamómetro de chasis, con el flujómetro conectado a los vehículos se mide el consumo de combustible de estos. Obteniendo los siguientes resultados para Luv Dmax y Aveo activo: en ciclo urbano 10,79 [l/100km] y 5,49 [l/100km]; ciclo de carretera 7,44 [l/100km] y 3,72 [l/100km] respectivamente.

Palabras Clave—Consumo de combustible, ciclos de conducción, base de datos, dinamómetro de chasis, flujómetro.



Ing. Mateo Coello Salcedo, MSc.

Director de Escuela



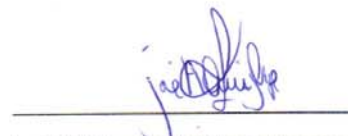
Ing. Daniel Cordero Moreno, PhD

Director del trabajo de titulación



Sergio Esteban Lozano Delgado

Autor



José Alejandro Quizhpe Mogrovejo

Autor

**DETERMINATION OF VEHICLE FUEL CONSUMPTION BASED ON EPA FTP75
AND EPA HWFET DRIVING CYCLES IN A CHASSIS DYNAMOMETER.**

Study cases: 2013 Chevrolet Luv Dmax 3.0 turbo diesel and 2009 Chevrolet Aveo Activo 1.6 std.

ABSTRACT

The objective of this study was to determine the fuel consumption of two of the most commercialized vehicles in Ecuador. For this, the coefficients of inertia, friction and rolling were calculated by applying the ISO 10521 standard in several free deceleration tests on the road and in a chassis dynamometer. These coefficients simulated the loads that the vehicle endured on the road. Subsequently, EPA FTP75 and EPA HWFET driving cycles were reproduced in a chassis dynamometer with a flow meter connected to the vehicles to measure fuel consumption. The results obtained in the urban cycle were 10.79[l/100km] for Luv Dmax and 5.49[l/100km] for Aveo Activo. The results obtained in the road cycle were 7.4[l/100km] and 3.72 [l / 100km] respectively for each vehicle.

Keywords— Fuel consumption, driving cycles, database, chassis dynamometer, flowmeter.



Ing. Mateo Coello Salcedo, MSc.

Faculty Director



Ing. Daniel Cordero Moreno, PhD

Thesis Director



Sergio Esteban Lozano Delgado

Autor



José Alejandro Quizhpe Mogrovejo

Autor



UNIVERSIDAD DEL
AZUAY
Dpto. Idiomas



Translated by
Ing. Paul Arpi

Trabajo de Titulación.

Sergio Esteban Lozano Delgado.

José Alejandro Quizhpe Mogrovejo.

Octubre, 2018

DETERMINACIÓN DEL CONSUMO DE COMBUSTIBLE DE VEHÍCULOS EN BASE A LOS CICLOS DE CONDUCCIÓN EPA FTP75 Y HWFET, EN DINAMÓMETRO DE CHASIS

Casos de estudio vehículos Chevrolet Luv Dmax 3.0 turbo
diésel, 2013 y Chevrolet Aveo activo 1.6 std 2009

INTRODUCCIÓN

El presente trabajo tiene como fin determinar el consumo de combustible de dos de los vehículos más comercializados en Ecuador. Para esto, se calculan los coeficientes de inercia, fricción y rodadura aplicando la norma ISO 10521, en varias pruebas de desaceleración libre en carretera y en dinamómetro de chasis, dichos coeficientes simulan las cargas que soporta el vehículo en carretera. Posteriormente se reproducen los ciclos de conducción EPA FTP75 y EPA HWFET, en dinamómetro de chasis, con el flujómetro conectado a los vehículos se mide el consumo de combustible de estos. Obteniendo los siguientes resultados para Luv Dmax y Aveo activo: en ciclo urbano $10,79 \left[\frac{\text{L}}{100 \text{ km}} \right]$ y $5,49 \left[\frac{\text{L}}{100 \text{ km}} \right]$; ciclo de carretera $7,44 \left[\frac{\text{L}}{100 \text{ km}} \right]$ y $3,72 \left[\frac{\text{L}}{100 \text{ km}} \right]$ respectivamente.

Determinación del consumo de combustible de vehículos en base a ciclos de conducción EPA FTP75 y HWFET, en dinamómetro de chasis

Esteban Lozano Delgado
Facultad de Ciencia y Tecnología, Ingeniería en Mecánica Automotriz.
Universidad del Azuay
Cuenca, Ecuador.
tebinero011@hotmail.com

José Quizhpe Mogrovejo
Facultad de Ciencia y Tecnología, Ingeniería en Mecánica Automotriz.
Universidad del Azuay
Cuenca, Ecuador.
joseph_barce89@hotmail.com

Daniel Cordero Moreno
Centro de Investigación y Desarrollo en Ingeniería Automotriz (ERGON).
Universidad del Azuay
Cuenca, Ecuador.
dacorderom@uazuay.edu.ec

Gustavo Álvarez
Centro de Investigación y Desarrollo en Ingeniería Automotriz (ERGON).
Universidad del Azuay
Cuenca, Ecuador
galvarezc@uazuay.edu.ec

Mateo Coello Salcedo
Centro de Investigación y Desarrollo en Ingeniería Automotriz (ERGON).
Universidad del Azuay
Cuenca, Ecuador.
mfcuello@uazuay.edu.ec

Resumen— El presente trabajo tiene como fin determinar el consumo de combustible de dos de los vehículos más comercializados en Ecuador. Para esto, se calculan los coeficientes de inercia, fricción y rodadura aplicando la norma ISO 10521, en varias pruebas de desaceleración libre en carretera y en dinamómetro de chasis, dichos coeficientes simulan las cargas que soporta el vehículo en carretera. Posteriormente se reproducen los ciclos de conducción EPA FTP75 y EPA HWFET, en dinamómetro de chasis, con el flujómetro conectado a los vehículos se mide el consumo de combustible de estos. Obteniendo los siguientes resultados para Luv Dmax y Aveo activo: en ciclo urbano 10,79 $\frac{\text{L}}{100 \text{ km}}$ y 5,49 $\frac{\text{L}}{100 \text{ km}}$; ciclo de carretera 7,44 $\frac{\text{L}}{100 \text{ km}}$ y 3,72 $\frac{\text{L}}{100 \text{ km}}$ respectivamente.

Palabras Claves— Consumo de combustible, ciclos de conducción, base de datos, dinamómetro de chasis, flujómetro.

Abstract— The objective of this study was to determine the fuel consumption of two of the most commercialized vehicles in Ecuador. For this, the coefficients of inertia, friction and rolling were calculated by applying the ISO 10521 standard in several free deceleration tests on the road and in a chassis dynamometer. These coefficients simulated the loads that the vehicle endured on the road. Subsequently, EPA FTP-75 and EPA HWFET driving cycles were reproduced in a chassis dynamometer with a flow meter connected to the vehicles to measure fuel consumption. The results obtained in the urban cycle were 10.79 $\frac{\text{L}}{100 \text{ km}}$ for Luv Dmax and 5.49 $\frac{\text{L}}{100 \text{ km}}$ for Aveo Activo. The results obtained in the road cycle were 7.4 $\frac{\text{L}}{100 \text{ km}}$ and 3.72 $\frac{\text{L}}{100 \text{ km}}$ respectively.

Keywords— Fuel consumption, driving cycles, database, chassis dynamometer, flowmeter.

I. INTRODUCCIÓN

Disponer de una base de datos del consumo de combustible de los vehículos más comercializados en una determinada ciudad o región, permite a los usuarios conocer diversos parámetros para una adecuada selección de sus vehículos, obteniendo algunos beneficios como: ahorro de dinero al elegir el vehículo más apropiado para sus necesidades y además se puede ayudar a la reducción del cambio climático con la disminución de emisión de dióxido de carbono [1]

Es por esto que alrededor del mundo existen varias instituciones encargadas de realizar la determinación de consumo de combustible de los vehículos que se comercializan en sus territorios, tales como: la EPA (Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos), INECC (Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático), IDEA (Instituto para la Diversificación y Ahorro de Energía), Ministerio de Energía de Chile, entre otros.

En Estados Unidos, la EPA para obtener el consumo de combustible, utiliza ciclos de conducción que se reproducen en dinamómetro de chasis, previo a esto es necesario determinar los coeficientes: A (Inercia), B (Fricción), C (Arrastre), los cuales simulan las cargas que soporta el vehículo en carretera. Un ciclo de conducción describe patrones típicos de manejo de una determinada región o ciudad, y relacionan la velocidad en función del tiempo de un vehículo.

Cabe recalcar que los ciclos de conducción de la EPA no son los únicos que se utilizan a nivel mundial, por ejemplo, en Bangkok, se realizó un estudio comparativo del consumo de combustible y emisiones de escape de automóviles de gasolina en dinamómetro de chasis. En este estudio se utilizaron dos ciclos de conducción: un ciclo desarrollado localmente, mediante la medición de rutas reales en la ciudad y el nuevo ciclo de conducción europeo (NEDC) que, hasta el año 2017 se utilizaba para probar los vehículos en Europa y que se sigue utilizando como el ciclo para probar automóviles registrados en Tailandia.

Los resultados mostraron que los factores de emisión de HC y CO de BDC son casi dos y cuatro veces mayores que los de NEDC, respectivamente. Aunque la diferencia en el factor de emisión de NOx es pequeña, el valor de BDC es aún mayor que el de NEDC en un 10%. Bajo BDC, el vehículo de prueba consume combustible aproximadamente un 25% más, que bajo NEDC. [2] Los valores de consumo y emisión de contaminantes dependen de la operación del vehículo.

En China se realizó el estudio “Tecnologías de vehículos, políticas de ahorro de combustible y tasas de consumo de combustible de vehículos chinos”, en el cual estimaron que las tasas de consumo de combustible en condiciones reales de operación en China durante el año 2009 son: 9 $\left[\frac{\text{L}}{100 \text{ km}}\right]$ para vehículos de pasajeros ligeros, 11.4 $\left[\frac{\text{L}}{100 \text{ km}}\right]$ para camiones livianos, 22 $\left[\frac{\text{L}}{100 \text{ km}}\right]$ para autobuses urbanos de transporte, 40 $\left[\frac{\text{L}}{100 \text{ km}}\right]$ para autobuses urbanos y 24.9 $\left[\frac{\text{L}}{100 \text{ km}}\right]$ para camiones pesados.

Estos resultados ayudan a comprender los niveles de consumo de combustible de las flotas de vehículos chinas existentes y la eficacia de las políticas para reducir el consumo de combustible en carretera, lo que puede ayudar a diseñar y evaluar las futuras políticas de eficiencia energética de los vehículos. [3] En este trabajo se observa que el rendimiento de combustible depende de que vehículo sea analizado.

En Ecuador, el número de vehículos matriculados entre los años 2008 y 2016 tuvo un crecimiento promedio anual del 10,6%. [4]. Actualmente existe un parque automotor aproximado de 2.26 millones de vehículos, siendo la marca de vehículos livianos más comercializada CHEVROLET, con un porcentaje del 36%. Azuay ocupa el tercer lugar con un número de 161164 vehículos que circulan por la provincia. [5] Así en la ciudad de Cuenca desde al año 2008 se ha implementado la revisión técnica vehicular, para obtener la documentación correspondiente para la matriculación. Esta revisión tiene como objetivos principales, mantener los niveles de emisiones contaminantes por debajo de los límites establecidos y comprobar que los vehículos que circulan cumplan con las normas técnicas y legales permitidos [6].

Por otra parte en La Universidad del Azuay, en el año 2017 llevó a cabo un estudio del consumo de combustible de 29 vehículos con el fin de crear una base de datos.

Este estudio se realizó reproduciendo ciclos de conducción de la EPA FTP-75 y HWFET, pero con parámetros que no se tomaron en cuenta:

No se determinaron los coeficientes A, B, C, que representan las fuerzas que debe vencer un vehículo cuando se encuentra en movimiento en carretera.

No se siguió el patrón de cambios dado por el ciclo de conducción que se está reproduciendo.

Es por eso que la presente investigación se enfoca en aportar nuevos datos a esta base del consumo de combustible de los vehículos que más se comercializan en Ecuador y que se ajusten a las condiciones de la ciudad de Cuenca, ya que esta se encuentra sobre los 2500 msnm.

II. METODOLOGÍA

Se empezó el presente estudio definiendo los vehículos en los cuales se llevaron a cabo las pruebas.

Estos vehículos, pertenecen a la marca más comercializada a nivel nacional, y constan, de las siguientes características en la tabla 1 [4]

TABLA 1. DATOS TECNICOS DE LOS VEHICULOS

Vehículo	Luv Dmax	Chevrolet Aveo
Año	2013	2009
Cilindros	4 en línea	4 en línea
Cilindraje	2999 cc	1958 cc
Potencia	130HP/3800rpm	106HP/5800rpm
torque	279Nm/2000rpm	145Nm/3600rpm
Combustible	Diesel	Gasolina
Masa	1850 Kg	1589 Kg

En este estudio se utilizó la norma ISO 10521, la cual consta de dos partes:

- ISO 10521-1 Método para realizar las pruebas coast down de carretera
- ISO 10521-2 Método para realizar las pruebas coast down en dinamómetro de chasis.

Esto con el fin de determinar la fuerza F, necesaria para que el vehículo venza las fuerzas que se oponen al avance del mismo.

Dicha fuerza se calcula a través de la fórmula:

$$F = \frac{1}{3.6} * (M * g) * \frac{\Delta V}{\Delta T} [N]$$

$$F=A+BV+CV^2 \text{ [N]}$$

En donde:

M = Masa del vehículo (kg)

Mr = Masa relativa. (kg)

ΔV = Diferencia de velocidad. (km/h)

ΔT = Diferencia de tiempo. (seg)

A = Coeficiente de Inercia. (N)

B = Coeficiente de Fricción. $\left(\frac{\text{N}}{\text{km/h}}\right)$

C = Coeficiente de Arrastre. $\left(\frac{\text{N}}{(\text{km/h})^2}\right)$

Se inició con la determinación de los coeficientes de carretera, At, Bt, Ct, en pruebas de desaceleración libre de carretera “coast down”, para la cual se emplean los parámetros de la norma ISO 10521 – 1, en la realización de la misma.

En la obtención de los datos en esta prueba, se emplea un GPS (equipo de posicionamiento global) (Tabla 2), el cual cuenta con las siguientes características.

TABLA. 2. INSTRUMENTO DE CAPTURA Y ALMACENAMIENTOS DE DATOS

	Resolución: 0.01km/h
	Unidades: km/h o Mph
	Frecuencia de almacenamiento: 20Hz
	Velocidad mínima: 0.1km/h
	Velocidad máxima: 1800km/h

Del cual obtenemos para este estudio, la velocidad, y el tiempo.

Dichos datos fueron procesados mediante herramientas informáticas y por medio de una regresión polinomial, método estadístico que utiliza la variable de respuesta para predecir los valores de las variables predictivas, la misma que nos ayuda a determinar los coeficientes iniciales At, Bt, y Ct, obteniendo así sus respectivos valores (fig. 1)

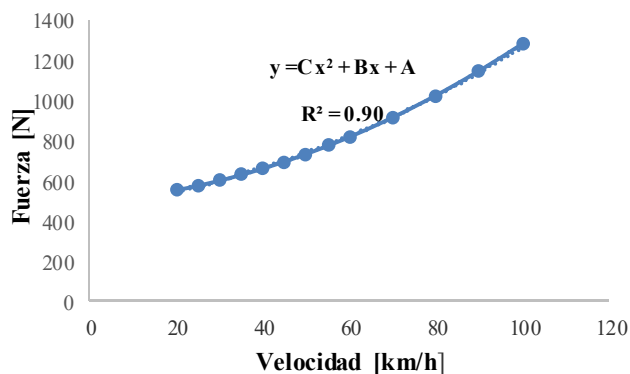


Figura 1. Diagrama velocidad vs fuerza calculada en carretera

Una vez obtenidos los valores de los coeficientes de carretera, se continúa con el cálculo de los coeficientes iniciales de dinamómetro, Ad, Bd, Cd representados en las fórmulas:

$$Ad = At*0.5$$

$$Bd = Bt*0.2$$

$$Cd = Ct$$

Con los datos determinados de los coeficientes iniciales, estos son introducidos en el dinamómetro de chasis (Tabla 3), procediendo a realizar las pruebas libres de desaceleración “coast down” en el mismo, basándose para su realización en la norma ISO 10521-2.

TABLA 3. DINAMÓMETRO DE CHASIS

	Velocidad máxima: 362 Km/h
	Potencia máxima: 1200 HP (894 kW)
	Carga máxima del eje: (3629Kg)
	Ancho de rollo: externo de 100" (254 cm)

Terminadas las pruebas de desaceleración libre en el dinamómetro de chasis, se obtienen los coeficientes de inercia, fricción y rodadura finales de dinamómetro: As, Bs, Cs. Nuevamente por medio de una regresión polinomial.

Una vez determinados estos coeficientes, se procede a calcular los coeficientes totales A, B, C, con las siguientes fórmulas:

$$A = Ad+At-As$$

$$B = Bd+Bt-Bs$$

$$C = Cd+Ct-Cs$$

Una vez obtenidos estos coeficientes, introducir los mismos en el dinamómetro de chasis, ya que estos datos simulan las fuerzas de resistencia que tendría el vehículo en la carretera, y se empieza con la reproducción de los ciclos de conducción que son normados por la EPA (Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos) (fig. 2), (fig. 3).

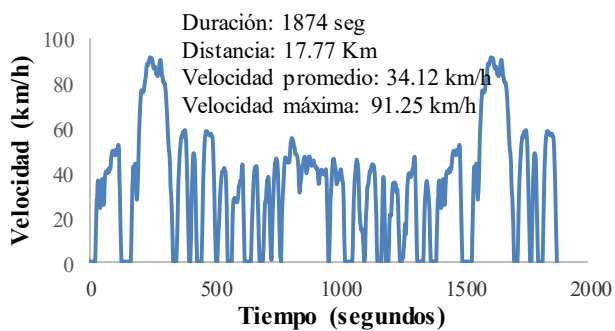


Fig. 2 Ciclo FTP75

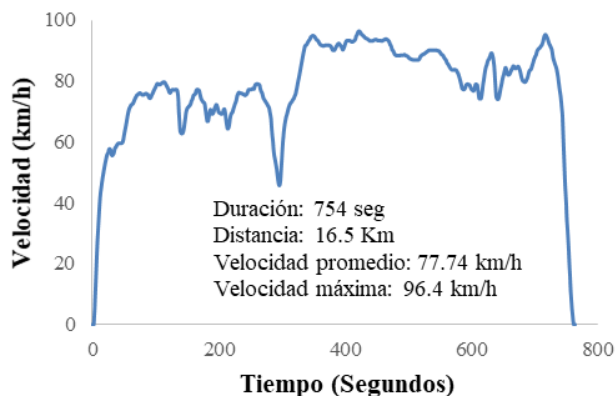


Fig. 3 Ciclo HWFET

Para este estudio se reprodujeron cuatro veces cada ciclo de conducción, obteniendo los valores promedio reales del consumo de combustible, de cada uno de los vehículos que se están analizando.

Previo a iniciar con los ciclos de conducción, se debe instalar los instrumentos que serán los encargados de proporcionar el dato de consumo de combustible, estos instrumentos son los siguientes:

Flujómetro: Este es el encargado de medir el caudal de combustible que utiliza el vehículo dentro del ciclo de conducción que se reproduce. La misma cuenta con las siguientes características (tabla 4):

TABLA 4. FLUJÓMETRO

	Rango de flujo: 0.5cc/min a 1800cc/min
	Precisión: $\pm 0.2\%$ de lectura en un rango de 200:1 ó ± 2 mv (4 μ A)
	Presión de trabajo: 210 bar (3000psi)
	Filtración recomendada: 10 micrón.
	Conexión: 1/8" NPT, #4 SAE o montaje múltiple

III. RESULTADOS / DISCUSIÓN

Para la obtención de los coeficientes A, B, C necesarios para simular las condiciones de carreta dentro de banco dinamométrico de chasis, se empezó realizando las pruebas coast down de carretera en cada uno de los vehículos; a continuación se detalla los resultados de cada uno de ellos en la tabla 5:

TABLA 5. NUMERO DE PRUEBAS EN CARRETERA

Vehículo	# Pruebas sentido 1	# Pruebas sentido 2
Luv Dmax	12	12
Aveo activo	12	12

Luego de realizar el número de pruebas coast down antes presentadas, se obtiene los valores de los coeficientes (target) At, Bt Ct, de los datos obtenidos del equipo de posicionamiento global GPS, y procesados por medio de herramientas informáticas, obteniendo los siguientes valores, como se muestra en la tabla 6:

TABLA 6. COEFICIENTES DE CARRETERA

Vehículo	At	Bt	Ct
Luv Dmax	751.507 ± 203.55	3.940 ± 3.14	0.040 ± 0.025
Aveo activo	450.104 ± 133.78	1.254 ± 2.081	0.042 ± 0.017

Obtenido el dato de los coeficientes target, se procede a sacar los coeficientes iniciales del dinamómetro Ad, Bd, Cd, para cargar en el banco dinamométrico de chasis, los cuales se presentan en la tabla 7.

TABLA 7. COEFICIENTES INICIALES DEL DINAMOMETRO

Vehículo	Ad	Bd	Cd
Luv Dmax	375.75	0.78	0.040
Aveo activo	225.05	0.25	0.042

Cargados estos datos en el dinamómetro de chasis, se procede a realizar las pruebas coast down en el mismo, obteniendo así los coeficientes finales del dinamómetro As Bs, Cs, como se indica en la tabla 8.

TABLA 8. COEFICIENTES FINALES DEL DINAMOMETRO

Vehículo	As	Bs	Cs
Luv Dmax	543.58 ± 66.74	-3.87 ± 20.05	0.102 ± 0.23
Aveo activo	260.72 ± 30.76	3.198 ± 0.961	-0.0062 ± 0.013

Finalmente se determinaron los coeficientes A (Inercia), B (fricción), C (arrastre), los cuales simularán las condiciones de carretera en el dinamómetro de chasis, estos valores se indican en la tabla 9.

TABLA 9. COEFICIENTES FINALES DEL DINAMOMETRO

Vehículos	A (Inercia)	B (Fricción)	C (Arrastre)
Luv Dmax	207.92	7.81	-0.062
Aveo activo	189.38	-1.95	0.049

Determinados los coeficientes A, B, C, se procede a realizar la reproducción de los ciclos de conducción en los vehículos, empezando por el ciclo EPA FTP-75 el cual describe un comportamiento típico de ciudad y en el cual luego de varias pruebas en ambos vehículos, se determinaron los valores que se indican en la tabla 10.

TABLA 10. DATOS DE CONSUMO DE COMBUSTIBLE CICLO EPA FTP-75.

Vehículos	Pruebas	km/L	L/100km	MPG
Luv Dmax	4	9,27 ± 0.380	10,79 ± 0.439	21,8 ± 0.892
Aveo activo	4	18,23 ± 0.729	5,49 ± 0.219	42,84 ± 1.716

Terminado el ciclo de conducción representativo de ciudad, se continúa con la reproducción del ciclo de conducción EPA HWFET, este describe un típico patrón de manejo de autopista, en el cual después de varias pruebas se determinaron los valores que se indican en la tabla 11.

TABLA 11. DATOS DE CONSUMO DE COMBUSTIBLE CICLO EPA HWFET.

Vehículos	# Pruebas	km/L	L/100KM	MPG
Luv Dmax	4	13,47 ± 1.129	7,44 ± 0.652	31,61 ± 2.712
Aveo activo	4	26,90 ± 2.285	3,72 ± 0.342	63,23 ± 5.375

IV. CONCLUSIONES

Para la obtención del consumo de combustible se reprodujo los ciclos de conducción EPA FTP75 Y EPA HWFET en dinamómetro de chasis. En este estudio se utilizó la norma ISO 10521 para determinar los coeficientes de inercia, fricción y arrastre, los cuales se emplearon para ingresarlos al dinamómetro de chasis y posteriormente reproducir los ciclos de conducción antes mencionados. Los resultados de los coeficientes calculados de la Luv Dmax y el Aveo respectivamente fueron: Coeficiente de inercia A= 583.677 y 414.434 [N], coeficiente de fricción B= 8.59 y -1.69 [N/km/h], coeficiente de arrastre C= 0.022 y 0.0902 [N/km²/h²]. Con un flujómetro se midió el consumo instantáneo de los vehículos analizados

Los resultados del rendimiento de combustible para el Aveo en el ciclo de conducción EPA FTP75 y EPA HWFET, comparando con los datos proporcionados por la EPA [8] y eco vehículos de México [9], fueron (Fig. 4):

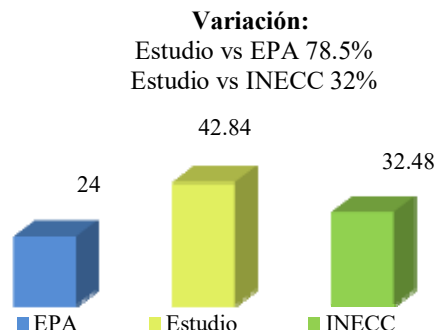


Fig. 4 Comparativo MPG Aveo ciclo FTP-75

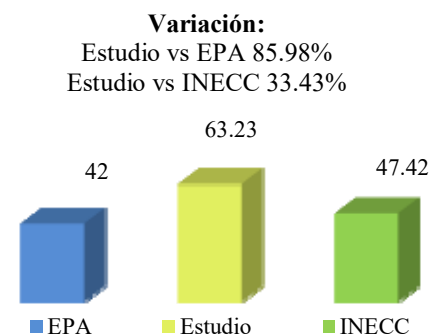


Fig. 5 Comparativo MPG Aveo ciclo HWFET

Los resultados del consumo de combustible para la Luv Dmax en el ciclo de conducción EPA FTP75 y EPA HWFET se comparó con la base de datos del Ministerio de energía en Chile, siendo esta de menor cilindrada a la que se realizó las pruebas, [10]. Y el dato de consumo de combustible dado por el fabricante [11], fueron (Fig.6) (Fig.7):

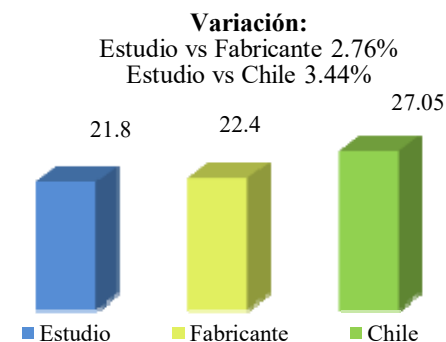


Fig. 6 Comparativo MPG Dmax ciclo FTP-75

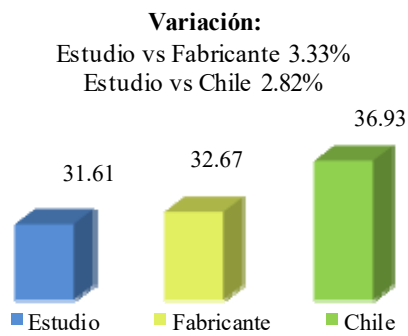


Fig. 7 Comparativo MPG Dmax ciclo FTP-75

V. RECOMENDACIONES

Mediante la aportación a la base de datos del consumo de combustible se podría aplicar leyes para mitigar los efectos por contaminación de los vehículos en nuestro país. En un futuro implementar ciclos de conducción que se ajusten a las condiciones de las ciudades del Ecuador, y poder crear una base de datos con los consumos reales en estas condiciones.

VI. AGRADECIMIENTOS

El presente trabajo de investigación, se llevó a cabo bajo la supervisión de los Ingenieros, Daniel Cordero PhD, Mateo Coello, Gustavo Álvarez, a quienes expresamos nuestros más profundos agradecimientos por la ayuda, tiempo y dedicación prestada, para la culminación exitosa de esta investigación

VII. REFERENCIAS

- [1] "Fuel Economy." [Online]. Available: <https://www.fueleconomy.gov/>. [Accessed: 01-Jul-2018].
- [2] T. NUTRAMON and C. SUPACHART, "Influence of driving cycles on exhaust emissions and fuel consumption of gasoline passenger car in Bangkok," *J. Environ. Sci.*, vol. 21, no. 5, pp. 604–611, 2009.
- [3] H. Huo, K. He, M. Wang, and Z. Yao, "Vehicle technologies, fuel-economy policies, and fuel-consumption rates of Chinese vehicles," *Energy Policy*, vol. 43, pp. 30–36, 2012.
- [4] INEC, "Anuario de estadísticas de transporte 2016," *Inf. Anu.*, pp. 1–197, 2016.
- [5] M. Automotor, "SECTOR," no. 21, 2018.
- [6] P. Vintimilla, "Análisis de resultados de la medición de emisiones de gases contaminantes de fuentes móviles a partir de la implementación de la revisión técnica vehicular en el cantón Cuenca," vol. 1, p. 102, 2015.
- [7] O. US EPA, "Dynamometer Drive Schedules."
- [8] "Compare Side-by-Side." [Online]. Available: <https://www.fueleconomy.gov/feg/Find.do?action=sbs&id=24288&id=24287>. [Accessed: 05-Sep-2018].
- [9] "INSTITUTO NACIONAL DE ECOLOGÍA Y

CAMBIO CLIMÁTICO." [Online]. Available: <http://www.ecovehiculos.gob.mx/ecovehiculos/>. [Accessed: 05-Sep-2018].

- [10] "Inicio | Consumo Vehicular." [Online]. Available: <http://www.consumovehicular.cl/inicio#/>. [Accessed: 05-Sep-2018].

- [11] "Datos y ficha técnica Isuzu D-Max 3.0 4WD Doble Cabina LS 163 CV (2007) - Arpem.com -." [Online]. Available: <https://www.arpem.com/coches/coches/isuzu/d-max/modelos-10/30d-163-ls-doble-cabina-4x4.html>. [Accessed: 05-Sep-2018].