

Universidad Internacional del Ecuador



Facultad de Ingeniería Mecánica Automotriz

Trabajo de Integración Curricular

**Artículo Investigación para la obtención del Título de Ingeniera en
Mecánica Automotriz**

**Consumo de combustible de vehículos mediante normas EPA con el uso
de dinamómetro de chasis.**

Carlos Paúl Frutos Vásquez

Pablo Sebastián Proaño Ordoñez

Director: Ing. Diego Redin Quito

Quito, enero 2022

CERTIFICACIÓN

Nosotros, **CARLOS PAUL FRUTOS VASQUEZ** y **PABLO SEBASTIAN PROAÑO ORDOÑEZ**, declaramos que somos los autores de la presente investigación y que esta es original, autentica y personal nuestro. Todos los efectos académicos y legales que se desprendan de la investigación serán de nuestra exclusiva responsabilidad.

CARLOS PAUL FRUTOS VASQUEZ
CI. 1718311242

PABLO SEBASTIAN PROAÑO ORDOÑEZ
CI. 1727151373

DIEGO REDIN QUITO

CI. 1720024734

DEDICATORIA

Este artículo realizado con mucho esfuerzo y constancia se lo quiero dedicar a mis padres, Carlos Frutos y Martha Vasquez por brindarme su apoyo incondicional en todo momento, ayudándome a pasar varios obstáculos y siendo un pilar fundamental en mi vida. A mis hermanas, mis sobrinos y especialmente mis abuelos dándome ánimos para seguir en momentos donde más lo necesitaba.

Mil gracias a todos que forman parte de mi vida y brindan su apoyo para que haya terminado mi carrera con éxito.

CARLOS PAUL FRUTOS VASQUEZ
CI. 1718311242

DEDICATORIA

Este trabajo de investigación realizado con mucha dedicación y esfuerzo está directamente dedicado a mis padres, ya que, sin su ayuda, cariño y disciplina no hubiera podido estudiar una carrera y con este artículo poder culminarla. Así como a mis hermanos por estar presentes, y a mi querida Ana Cristina por ser mi apoyo incondicional en todo momento.

PABLO SEBASTIAN PROAÑO ORDOÑEZ
CI. 1727151373

AGRADECIMIENTO

Primero quiero agradecer a Dios por permitirme cumplir los objetivos que me tracé desde que empecé esta carrera, ya que sin su ayuda y bendición nada de esto se hubiera realizado.

Agradezco a mis profesores ya que ellos fueron un pilar fundamental en mi crecimiento tanto profesional como personal, brindándome sus conocimientos y consejos para enfrentarme en un futuro al difícil camino llamado vida.

Finalmente quiero agradecer a mis amigos tanto dentro de la universidad como fuera por su apoyo y amistad y saber que siempre podré contar con ustedes.

CARLOS PAUL FRUTOS VASQUEZ
CI. 1718311242

AGRADECIMIENTO

Agradezco a todos quienes me supieron ayudar así fuera cualquier cosa, todos ellos con quien compartí las aulas de clases, a los profesores que supieron impartir su conocimiento en mí, las amistades que hice y que perduraran a lo largo de mi vida. Todas esas personas tienen mi gratitud por haber sido parte de mi vida universitaria y apoyaron a mi formación académica. Les doy las gracias porque en este trabajo investigativo, verán reflejados los frutos de su compañía.

PABLO SEBASTIAN PROAÑO ORDOÑEZ
CI. 1727151373

ÍNDICE DE CONTENIDO

CERTIFICACIÓN	iii
DEDICATORIA	iv
AGRADECIMIENTO	vi
RESUMEN	14
ABSTRACT	14
1. INTRODUCCION	15
2. FUNDAMENTACION TEORICA	17
2.1 Federal Test Procedure EPA 75	17
2.2 EPA Highway Fuel Economy Test Cycle (HWFET)	17
2.3 Norma SAE J2263/J1263	17
2.4 Dinamómetro de chasis	18
2.5 Octanaje	18
2.6 Scanner Automotriz	19
2.7 ELM 327	19
2.8 Norma MoRTH/CMVR/TAP-115/116	19
3. MATERIALES Y METODOS	19
3.1 Materiales	19
3.1.1 Vehículos	19
3.1.2 Equipos	20
3.2 Metodología	21
4. RESULTADOS Y DISCUSION	23
4.1 Procedimiento para la obtención de datos.	23
4.2 Resultados	24
4.3 Discusión	26
5. CONCLUSIONES	26
6. REFERENCIAS	27
7. ANEXOS	30

ANEXO 1 EP Petroecuador. (2020). Informe estadístico. Recuperado el 11 de mayo del 2021 desde: <https://www.eppetroecuador.ec/wpcontent/uploads/downloads/2021/03/INFORME-ESTADISTICO-DICIEMBRE2020.pdf> 30

ANEXO 2 AEADE. (2020). ANUARIO 2020. Recuperado el 11 de mayo de 2021 desde: <https://www.aeade.net/anuario/> 32

ANEXO 3 Grefa, S. (2021). Evaluación del índice de consumo de combustible utilizando un vehículo de encendido provocado con aire acondicionado en una ruta del cantón Shushufindi-Ecuador, Quito: Universidad Internacional SEK. Recuperado el 10 de mayo de 2021 desde: <http://repositorio.uisek.edu.ec/handle/123456789/4245> 34

ANEXO 4 Corcoba, V. (2014). Eco-driving: ahorro de energía basado en el comportamiento del conductor, Madrid: Universidad Carlos III de Madrid. Recuperado el 10 de mayo de 2021 desde: <http://hdl.handle.net/10016/19981> 36

ANEXO 5 EPA. (s/f). Dynamometer Drive Schedules. Recuperado el 11 de junio de 2021 desde: <https://www.epa.gov/vehicle-and-fuel-emissions-testing/dynamometer-drive-schedules39>

ANEXO 6 Gillespie, T. (1992) Fundamentals of Vehicle Dynamics. Road Loads (79-123). USA, Society of Automotive Engineers. Inc. 40

ANEXO 7 Borja, J. C. (2009). Sistema de transmisión y frenado. Principios básicos de los sistemas de transmisión en vehículos (6-15). Madrid, Macmillan Iberia, S.A. Recuperado el 11 de mayo de 2021 desde <https://elibro-net.ezbiblio.usfq.edu.ec/es/lc/usfq/titulos/101834>. 43

ANEXO 8 DieselNet. (2014). FTP-75. Recuperado el 10 de mayo del 2021 desde: <https://dieselnet.com/standards/cycles/ftp75.php> 44

ANEXO 9 DieselNet. (2000). EPA Highway Fuel Economy Test Cycle (HWFET). Recuperado el 10 de mayo del 2021 desde: <https://dieselnet.com/standards/cycles/hwfet.php>. 46

ANEXO 10 SAE INTERNATIONAL J2263. (2008). Road Load Measurement Using Onboard Anemometry and Coast down Techniques. USA. 47

ANEXO 11 SAE INTERNATIONAL J1263. (2001) Road Load Measurement and Dynamometer Simulation Using Coast down Techniques. USA. 51 ANEXO 12 Salazar, C. (2016). Estudio para la implementación de un dinamómetro de chasis modelo x, Guayaquil: UIDE. Recuperado el 10 de mayo de 2021 desde: <https://repositorio.uide.edu.ec/handle/37000/1050> 55

ANEXO 13 Saenz. (2016) DINAMÓMETROS DE RODILLOS AUTOS DE COMPETICIÓN. Recuperado el 11 de mayo de 2021 desde: <https://www.saenzdynos.com.ar/bco-rodillos-in-comp.php?lang=es> 59

ANEXO 14 Castillo-Hernández P. Análisis de las propiedades fisicoquímicas de gasolina y diésel mexicanos reformulados con Etanol <http://www.scielo.org.mx/pdf/iit/v13n3/v13n3a4.pdf> 61

ANEXO 15 Caivinagua, X. (16 de junio de 2014). Gasolina con menos octanaje en Quito y Cuenca. Diario El Comercio. Recuperado el 1 de junio del 2021 desde: <https://www.elcomercio.com/actualidad/gasolina-disminuye-octanaje-quito-cuenca-calidad.html> 64

ANEXO 16 Derco Center. (2022). Scanner automotriz: para qué sirve y cómo funciona. Recuperado el 1 de junio del 2021 desde: <https://www.dercocenter.cl/noticias/para-que-sirve-scanner-automotriz> 66

ANEXO 17 CodigosDTC. (2022). ELM327 Mini – Análisis completo. Recuperado el 1 de junio del 2021 desde: <https://codigosdtc.com/elm327-mini/> 67

ANEXO 18 Loachamin, M. (2015). Implementación de un sistema de administración remota para el proceso de obtención de datos del sistema OBD-II de un automóvil, Quito: EPN. Recuperado el 1 de junio del 2021 desde: <http://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/11866> 69

ANEXO 19 ARAI. (1991) Chassis dynamometer and resistance to progress of a vehicle measurement method on the road-simulation on a chassis dynamometer. *MoRTH/CMVR/TAP-115/116* (914-934). Recuperado el 1 de agosto de 2021 desde: https://www.araiindia.com/CMVR_TAP_Documents/TOC.htm 71

ANEXO 20 Los Autos mas vendidos en el Ecuador en 2021 (04 de noviembre de 2021)

Recuperado el 1 de diciembre de 2021 desde: <http://www.autoecuador.com/los-autos-mas-vendidos-en-ecuador-en-2021/> 74 ANEXO 21 Ruta utilizada para la técnica de coast down (aeropuerto tababela). 77

ANEXO 22 Datos de prueba coast down 79

ANEXO 23 Resultados de prueba coast down 80 ANEXO 24 Howstuffworks. (27 de septiembre de 2000). What speed should I drive to get maximum fuel efficiency?. Recuperado el 1 de junio del 2021 desde: <https://auto.howstuffworks.com/fuel-efficiency/fuel-economy/question477.htm> 81

ANEXO 25 Howstuffworks. (25 de octubre de 2000). How can I measure the drag on a car?. Recuperado el 1 de junio del 2021 desde: <https://auto.howstuffworks.com/question497.htm> 83 ANEXO 26 PROCEDIMIENTO PARA LA OBTENCIÓN DE DATOS. 85

ANEXO 27 EPA. (s/f). EPA Fuel Economy. Recuperado el 1 de junio del 2021 desde: <https://www.fueleconomy.gov/feg/Find.do?action=sbs&id=41476&id=38057> 88

ANEXO 28 Cálculos de Fuerzas que intervienen en los vehículos. 89

ANEXO 29 Datos Ciclo FTP-75 del vehículo Nissan Versa 90

ANEXO 30 Datos Ciclo FTP-75 del vehículo Hyundai Santa Fe 91

ANEXO 31 Datos Ciclo HWFET del vehículo Nissan Versa 92

ANEXO 32 Datos Ciclo HWFET del vehículo Hyundai Santa Fe 93

INDICE DE FIGURAS

Figura 1.1 Ciclos de conducción: a) EPA FTP75 y b) EPA HWFET	17
Figura 1.2. Fuerzas que intervienen en el desplazamiento del vehículo.	17
Figura 3.1. Hyundai Santa Fe 2.4L modelo 2020.	20
Figura 3.2. Nissan Versa 1.8L modelo 2019.	21
Figura 3.3. Dinamómetro Saenz modelo BPVI800.	21
Figura 3.4. Escáner OBD-II ELM327.	21
Figura 3.5. Aplicación utilizada en la registro y lectura en tiempo real de los parámetros de la ECU.	21
Figura 3.6. Calculo del área frontal.	22
Figura 3.7. Prueba de desaceleración libre.	23
Figura 3.8. Medición del consumo de combustible en dinamómetro Hyundai Santa Fe.	23
Figura 3.9. Medición del consumo de combustible en dinamómetro Nissan Versa.	23
Figura 3.10. Ciclos de Conducción WHFET	23
Figura 3.11. Ciclo de Conducción FTP75	24
Figura 4.1 Consumo de combustible ciclo FTP75 (Extra)	26
Figura 4.2 Consumo de combustible ciclo HWFET (Extra)	26
Figura 4.3. Consumo de combustible ciclo FTP75 (Super)	26
Figura 4.4. Consumo de combustible ciclo HWFET (Super)	27
INDICE DE TABLAS Tabla 1. Especificaciones Hyundai Santa Fe	¡Error! Marcador no definido.
Tabla 2. Especificaciones Nissan Versa	18
Tabla 3. Datos	19
Tabla 4. Resultados de Coeficiente de arrastre y rodadura	25
Tabla 5. Resultados de Coeficiente de arrastre y rodadura	25
Tabla 5. Datos de consumo de combustible ciclo de conducción FTP-75 con combustible Extra	25
Tabla 6. Datos de consumo de combustible ciclo de conducción HWFET con combustible Extra	25
Tabla 7. Datos de consumo de combustible ciclo de conducción FTP-75 con combustible Super	26
Tabla 8. Datos de consumo de combustible ciclo de conducción HWFET con combustible Super	26

INDICE DE ECUACIONES

Ecuación 1 Rx: fuerza de resistencia a la rodadura contra el pavimento.	17
Ecuación 2 Rg: fuerza de resistencia debido a la variación de la pendiente.	17
Ecuación 3 Ri: fuerza de resistencia a la inercia que posee un cuerpo que experimenta una variación de velocidad.	17
Ecuación 4 Fd: fuerza de arrastre	18
Ecuación 5 Fx: Sumatoria de fuerzas que un vehículo debe vencer para desplazarse y esta es el resultado de la suma de las ecuaciones [1.1], [1.2], [1.3] y [1.4].	18
Ecuación 6 Calculo del área frontal	22

CONSUMO DE COMBUSTIBLE DE VEHÍCULOS MEDIANTE NORMAS EPA CON EL USO DE DINAMÓMETRO DE CHASIS.

Ing. Diego Redin Q., Carlos Frutos V.², Pablo Proaño O.³

*Máster en Dirección de Operaciones y Seguridad Industrial - UDLA, Ingeniería Automotriz,
diredinqu@internacional.edu.ec, Quito – Ecuador*

² *Ingeniería Automotriz Universidad Internacional del Ecuador, cafrutosva@uide.edu.ec, Quito - Ecuador*

³ *Ingeniería Automotriz – Universidad Internacional del Ecuador, paproanoor@uide.edu.ec, Quito – Ecuador*

RESUMEN

Introducción: Dos vehículos que pertenecen a los segmentos más vendidos en Ecuador, se someten a ciclos de conducción que se asemejan a la vida real para medir su consumo de combustible real con los dos tipos de gasolinas presentes en el Ecuador. **Metodología:** Para esto, se realizaron ensayos de coast down para determinar la aceleración y coeficientes aerodinámicos y posteriormente utilizarlos y gracias a la ayuda de un dinamómetro de chasis para así someterlos a 2 ciclos de conducción establecidos por la EPA, mediante el escáner automotriz determinar su consumo de combustible. **Resultados:** Los resultados tabulados con un grado de exactitud gracias a datos recogidos por el escáner automotriz del consumo de combustible en una topografía como la ciudad de Quito y con las dos clases de gasolinas presentes en el Ecuador medido bajo los ciclos de conducción mencionados difiere de los datos otorgados del fabricante. **Conclusión:** A partir de los análisis realizados se determinó que existe un menor consumo de combustible de los vehículos ensayados con respecto a datos otorgados por los fabricantes en las condiciones propuestas en la ciudad de Quito y bajo los criterios de ensayo que fueron los ciclos de conducción diferentes y los dos tipos de gasolinas presentes en el país.

Palabras clave: Consumo de combustible, ciclos de conducción, dinamómetro, escáner, base de datos.

ABSTRACT

Introduction: Two vehicles that belong to the best-selling segments in Ecuador are subjected to driving cycles that resemble real life to measure their real fuel consumption with the two types of gasoline present in Ecuador. **Methodology:** For this, coast down tests were carried out to determine the acceleration and aerodynamic coefficients and later use them and, thanks to the help of a chassis dynamometer, subject them to 2 driving cycles established by the EPA, through the automotive scanner to determine their fuel consumption. **Results:** The results tabulated with a degree of accuracy thanks to data collected by the automotive scanner of fuel consumption in a topography such as the city of Quito and with the two classes of gasoline present in Ecuador measured under the mentioned driving cycles differs from the data provided by the manufacturer. **Conclusion:** From the analyzes carried out, it was determined that there is a lower fuel consumption of the vehicles tested with respect to data provided by the manufacturers in the conditions proposed in the city of Quito and under the test criteria that were the driving cycles. different and the two types of gasoline present in the country.

Keywords: Fuel consumption, driving cycles, dynamometer, scanner, database.

1. INTRODUCCION

La contaminación ambiental especialmente en el tema del aire es uno de los mayores problemas en la actualidad a nivel mundial, gracias a la quema de combustibles fósiles del sector automotriz y Ecuador no es ajeno a esta problemática ya que en el 2020 esta industria es la mayor consumidora de combustible del país con un 57.49% del total de combustible que despacha Petroecuador [1], en el mismo año la AEADE (Asociación de Empresas Automotrices del Ecuador) registro 85818 nuevos vehículos lo que representa una alta tasa de ventas teniendo en cuenta la situación sanitaria de inicios del mismo año [2]. No obstante, la cantidad de vehículos que ingresan anualmente al país afectan directamente a la contaminación del aire por lo cual el Ecuador ha tomado la normativa Euro 3 implementada a inicios de este milenio en Europa, con el fin de regular dicha contaminación, sin embargo, la mala calidad del combustible del país hace que el índice de contaminación no baje. [3]

El consumo de combustible varía según la forma de conducción, calidad del combustible, geografía del entorno, entre otros factores, esto podría disminuirse con la ayuda de Eco-driving la cual es una técnica de conducción la cual permite bajar el consumo de combustible, esto se basa en el control de las variables sobre las que puede actuar el conductor como: la velocidad, la marcha y la des/aceleración, aplicando esta técnica de conducción se puede ahorrar hasta un 25% aunque este porcentaje depende de la habilidad del conductor, el tipo de vehículo y el estado del entorno. [4]

Muchas veces se mide este consumo de manera empírica solamente gracias a la percepción que tiene el conductor de que porcentaje se acciona el pedal del acelerador

en una ruta diaria o en vías o autopistas que son conocidas por su exigencia a cualquier

vehículo. En regiones como Estados Unidos se cuenta con pruebas de manejo que asemejan ciclos de conducción de la vida real, las cuales utilizan como herramienta de medición como un dinamómetro de chasis. Dichas pruebas están normadas como la FTP75 o la HWDET, ambas pruebas realizadas por la EPA (Environmental Protection Agency) [5]. Cuando se tiene un banco de pruebas para la correcta medición del consumo de combustible de un automóvil, este consumo y la cantidad de gases contaminantes que se expulsan no tienen que superar los niveles máximos establecidos por las normas dictadas por los países que las realizan. El consumo que aparece en las fichas técnicas de ciertos vehículos es establecido con estos bancos de pruebas en entornos controlados, pero la vida real no es como estas simulaciones. Es por eso por lo que existen estos ciclos de conducción como el FTP75 para el cual se mide un ciclo de conducción variando la velocidad del vehículo por unidad de tiempo. Con lo que el vehículo es sometido a diferentes regímenes del motor, los cuales se asemejan a comportamientos reales de conducción en una ciudad. Mientras que la HWDET mide el consumo del vehículo en pruebas que asemejan un comportamiento normal de conducción en carretera.

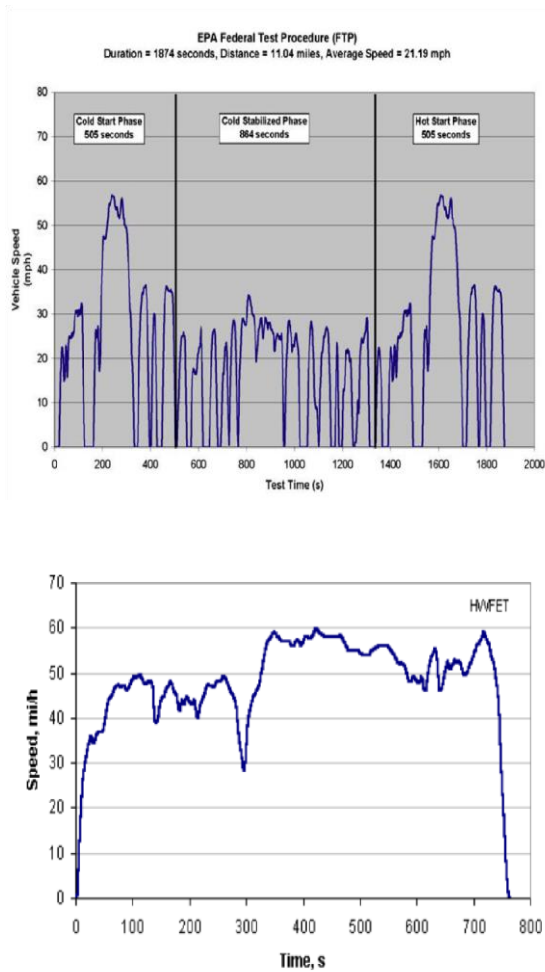


Figura 1.1 Ciclos de conducción: a) EPA FTP75 y b) EPA HWFET
Fuente: DieselNet, 2014

El estudio del presente trabajo investigativo se lo realizara simulaciones que se asemejen a las condiciones en las que las normativas estadounidenses así lo han establecido, se utiliza como herramienta principal a un dinamómetro de chasis, en el cual se puede simular regímenes de conducción variados, cuantificarlas y guardarlas en un banco de datos para su posterior estudio. Además, se tomarán datos directamente del automóvil gracias a un sistema de lectura de información de la computadora del vehículo como lo es el ELM Scanner Automotriz. Para el correcto uso del dinamómetro es necesario calcular ciertos valores que aseguran una correcta

simulación de una prueba de ruta, como lo son: coeficientes de rodadura (A), fricción (B), coeficiente aerodinámico (C). [6]

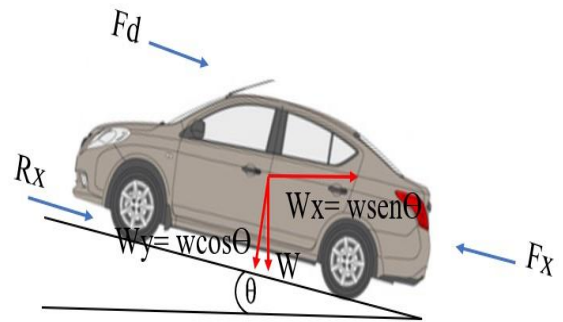


Figura 1.2. Fuerzas que intervienen en el desplazamiento del vehículo.
Fuente: Frutos, Proaño, 2021

Ecuación 1 Rx: fuerza de resistencia a la rodadura contra el pavimento.

$$\text{Ec. [1.1]}$$

Donde:

$$R_x = M \cdot g \cdot f_r \cdot \cos \theta$$

M: masa del vehículo. {kg}
g: gravedad {m/s²}

Fr: coeficiente de resistencia a la rodadura. {-}
 θ : ángulo de la via {°}

Ecuación 2 Rg: fuerza de resistencia debido a la variación de la pendiente.

$$\text{Ec. [1.2]}$$

Donde:

$$R_g = M \cdot g \cdot \sin \theta$$

M: masa del vehículo. {kg}
g: gravedad {m/s²} θ :
ángulo de la via {°}

Ecuación 3 R_i : fuerza de resistencia a la inercia que posee un cuerpo que experimenta una variación de velocidad.

Donde: $R_i = M \cdot a$

Ec. [1.3]

R_i : esta dado en función de la masa {kg} por la aceleración {m/s²}

Ecuación 4 F_d : fuerza de arrastre

$$F_d = \frac{1}{2} C_d \cdot V^2 \cdot \rho \cdot A \quad \text{Ec. [1.4]}$$

Donde: ρ : densidad del aire

{kg/m³}

A: área frontal del vehículo {m²} C_d :

coeficiente de arrastre {-}

V: la velocidad el automóvil {m/s}

Ecuación 5 F_x : Sumatoria de fuerzas que un vehículo debe vencer para desplazarse y esta es el resultado de la suma de las ecuaciones [1.1], [1.2], [1.3] y [1.4].

$$F_x = R_x + R_g + R_i + F_d \quad \text{Ec. [1.5]}$$

[7]

2. FUNDAMENTACION TEORICA

2.1 Federal Test Procedure EPA 75

Este es un procedimiento elaborado por la agencia estadounidense de protección ambiental, es frecuentemente utilizada para certificaciones emisiones y consumo de combustibles en vehículos medianos en el

país de origen de la prueba. Cabe aclarar que no es un procedimiento para motores de gran capacidad. Concretamente la FTP – 75 es una variante de la UDDS (Urban Dynamometer Driving Schedule), específicamente de la FTP – 72, en la que se añade una tercera fase de 505 segundos, idéntica a la primera fase de la FTP – 72 pero con un arranque del vehículo a temperatura de trabajo. [8]

Esta variante FTP – 75 está compuesta de tres fases, siendo estas:

- Fase de encendido en frío a temperatura ambiente (20 – 30 °C) con una duración de 505 segundos.
- Fase estable en donde se alcanza una temperatura de trabajo del motor (70 – 100 °C) y continua desde 506 hasta los 1372 segundos.
- Fase de encendido en caliente, en donde se enciende el vehículo con una temperatura de trabajo normal en el motor y presenta una duración de 505 segundos.

2.2 EPA Highway Fuel Economy Test Cycle (HWFET)

Es un ciclo de conducción realizado en un dinamómetro de chasis desarrollado por la agencia estadounidense de protección ambiental o EPA en sus siglas en inglés para la determinación del consumo de combustible en vehículos livianos que simula un comportamiento normal en carretera. Esta prueba es realizada dos veces con un tiempo de frenado máximo de 17 segundos entre pruebas, se lo realiza de esta manera para que en la primera prueba el vehículo se acondicione al ciclo de conducción y así en la segunda prueba se obtenga datos más reales del consumo de combustible. [9] Este procedimiento consta con las siguientes características:

- Duración: 765 segundos.

- Distancia total recorrida: 16.45 kilómetros.
- Velocidad promedio: 77.7 km/h.

2.3 Norma SAE J2263/J1263

La norma establece cual es el procedimiento para determinar la fuerza de carga del vehículo en carretera, para velocidades de 100 a 20 km/h, con diferentes parámetros como: altitud, temperatura, humedad relativa, velocidad del viento, presión atmosférica, inclinación de la carretera, velocidad inicial y velocidad final. Emplea el método de cuesta abajo o coast down que aplica para vehículos livianos, como resultado final se tiene un modelo de la fuerza de carga total del vehículo en función de la velocidad, la cual es asignada a fuerzas aerodinámicas o de resistencia a la rodadura. [10] [11]

2.4 Dinamómetro de chasis

Un dinamómetro es una herramienta diseñada con el propósito de realizar pruebas en un motor, y se obtiene valores como: torque, velocidad y potencia. Concretamente el dinamómetro de chasis resulta muy útil para observar y probar en su conjunto los elementos que integran un automóvil por lo que los resultados de las pruebas y ensayos obtenidos reflejan de forma más cercana al comportamiento que el vehículo tendría en condiciones normales de operación. Este equipo mide la potencia y el par motor en la rueda motriz del vehículo, los resultados obtenidos serán representados de forma gráfica mediante curvas. [12]

Algunos de los componentes básicos de un dinamómetro de chasis son los siguientes:

1. Rodillos: la cantidad de rodillos presentes en un dinamómetro de chasis varía según el uso que se le vaya a dar al mismo, existen configuraciones desde un solo rodillo de gran tamaño hasta equipos con varios juegos de rodillos. Estas son

estructuras cilíndricas las cuales van conectadas en sus ejes a una unidad de absorción de potencia y un sistema que permite registrar la velocidad de giro.

2. Sistema de inercia: es un sistema que se utiliza para simular la resistencia al avance que tendrá el vehículo en una carretera normal.
3. Dispositivos de toma de datos: consta de dos partes, una celda de carga la cual convierte la señal eléctrica en una digital y una rueda perforada en intervalos regulares la cual genera un pulso los cuales son procesados por un controlador y así se obtiene la velocidad angular del rodillo.
4. Unidad de absorción de potencia: pieza encargada de oponerse al giro de los rodillos. [13]

2.5 Octanaje

Es el valor que mide la habilidad de un combustible de soportar cierta presión en la cámara de compresión sin auto encenderse. Normalmente en un motor a gasolina, la mezcla de aire-combustible es comprimida por el pistón, justo cuando el pistón llega al máximo punto de su carrera la bujía emite una chispa que enciende la mezcla que provoca vapor y llama que se propaga por todo el cilindro. Una combinación de calor y presión pueden ocasionar que la mezcla se encienda antes del chispazo emitido por la bujía. Esta pre ignición puede ocasionar el cabeceo de los pistones dentro del cilindro lo cual puede averiar al motor permitentemente. Para medir el valor del octanaje existen tres métodos: Numero de octano (M.O.N), numero de octano investigado (R.O.N.) y numero de octanos en marcha. [14] La metodología M.O.N. es tomada como una indicación de la habilidad del combustible para evitar la auto detonación a altos regímenes del motor. R.O.N. por otra parte mide la tendencia de la auto detonación a bajos regímenes de velocidad del motor. Mientras que numero de octanos en marcha es

el método que realmente muestra el comportamiento de los combustibles en circunstancias reales de conducción, bajo esta medición en el año 2014 Petroecuador, la empresa encargada del transporte y refinamiento del crudo, entrego a la Cámara Nacional de Distribuidores de Derivados de Petróleo entrego un despacho de gasolina extra de calidad, la cual confirmaba un valor de octanaje de 85 octanos. De igual manera se lo hizo con gasolina super marcando un valor de 90 octanos. [15]

2.6 Scanner Automotriz

Es una herramienta esencial la cual es utilizada para el diagnóstico de fallas electrónicas de un vehículo, específicamente las almacenadas en la ECU (Engine Control Unit) del mismo. Esta última se encarga de regular las funciones del motor a través de distintos sensores y registra todos los errores con un código. [16]

2.7 ELM 327

Es un dispositivo electrónico el cual es utilizado para la transferencia de datos de los diagnósticos realizados por el protocolo OBD2 (On Board Diagnostics) a las ECU (Engine Control Unit) del vehículo. Con esta herramienta de diagnóstico, se podrá visualizar y registrar los datos de cómo están funcionando todos los sistemas y sensores del vehículo y ver si presentan alguna falla. [17] Características principales:

1. Opera a 12V.
2. La velocidad de su señal es de 38400 baudios.
3. Realiza la búsqueda automáticamente del protocolo OBD-II del vehículo y así mismo la comunicación con la ECU.
4. Para el sistema OBD-II trabaja con nueve modos de medición.

[18]

2.8 Norma MoRTH/CMVR/TAP-115/116

La norma establece cual es el procedimiento para la calibración y correcto uso del dinamómetro de chasis con diferentes parámetros establecidos, también indica el cálculo de diferentes fuerzas que ejercen en las diferentes pruebas a realizarse en vehículos livianos de hasta 3.5 toneladas. [19]

3. MATERIALES Y METODOS

3.1 Materiales

3.1.1 Vehículos

Gracias a datos proporcionados por la Asociación de empresas Automotrices del Ecuador (Aeade) las ventas de vehículos livianos de las categorías: SUV, automóviles y camionetas; crecieron un 252% en el año 2021 con respecto a los datos del año 2020. Siendo estas categorías las más vendidas. [20]

Debido a esto, para este estudio se utilizó 2 vehículos de diferentes categorías: SUV y SEDAN fig. 3.1 y 3.2 respectivamente con sus especificaciones.



Figura 3.1. Hyundai Santa Fe 2.4L modelo 2020.

Fuente. Frutos, Proaño, 2021 **Tabla**

1. Especificaciones Hyundai Santa Fe.

Motor	4 en línea
Código de motor	Theta II G4KE
Combustible	Gasolina
Inyección	MPI
Cilindrada	2400 cc
Válvulas	16 DOHC

Potencia (HP/rpm)	170/6000rpm
Torque (Nm/rpm)	225/4000rpm
Peso	1629kg
Consumo en Ciudad	8.93 Km/L
Consumo en Autopista	11.49 Km/L
Consumo Combinado	10.2 Km/L
Coefficiente de arrastre	0.34
Coefficiente de rodadura	0.015

Fuente. Frutos, Proaño, 2021



Figura 3.2. Nissan Versa 1.8L modelo 2019.

Fuente. Frutos, Proaño, 2021

Tabla 2. Especificaciones Nissan Versa.

Motor	4 en línea
Combustible	Gasolina
Inyección	MPI
Cilindrada	1600 cc
Válvulas	16 DOCH
Potencia (HP/rpm)	106/5600rpm
Torque (lb-ft/rpm)	105/4000rpm
Peso	1222kg
Consumo en Ciudad	10.87 Km/L
Consumo en Autopista	16.59 Km/L
Consumo Combinado	13.73 Km/L
Coefficiente de arrastre	0.32

Coefficiente de rodadura	0.015
--------------------------	-------

Fuente. Frutos, Proaño, 2021

3.1.2 Equipos



Figura 3.3. Dinamómetro Saenz modelo BPVI800.

Fuente. Frutos, Proaño, 2021



Figura 3.4. Escáner OBD-II ELM327.

Fuente. Frutos, Proaño, 2021



Figura 3.5. Aplicación utilizada en la registro y lectura en tiempo real de los parámetros de la ECU.

Fuente. Frutos, Proaño, 2021

3.2 Metodología

Una vez determinado los vehículos que serán utilizados para el presente estudio, se utilizó la metodología SAE (Asociación de Ingenieros Automotrices) con la norma SAE J2263 y SAE J1263, que utiliza la prueba de desaceleración libre o más conocida como coast down, con esto se determina la fuerza de carga de los vehículos en carretera en función de la velocidad y por lo tanto es necesario para sacar los coeficientes necesarios para ese estudio. En este trabajo se realizó la prueba con el desplazamiento de los vehículos desde una velocidad de 100km/h en marcha neutral, hasta llegar a 20km/h, con la ayuda de la interfaz OBD-II fig. 3.4 y aplicación utilizada fig. 3.5 se registró los tiempos junto con los

datos de altitud, temperatura ambiente, velocidad y distancia recorrida. Con las condiciones que dicta la norma SAE J1263 la cual recomienda una vía asfaltada o a su bien de hormigón en buen estado, lisa, seca y que no exceda el 0.5% de pendiente, por lo tanto, las pruebas se realizaron en el distrito metropolitano de Quito, carretera Alpachaca en el tramo Tababela – Aeropuerto Mariscal Sucre, con una altura de 2495msnm. Antes de realizar las pruebas tanto en campo como en el dinamómetro se obtiene el área frontal de los vehículos como se muestra en la fig. 3.6 con la ayuda de la Ec. 3.1 decretada en la norma SAE J1263, los resultados se expresan en la tabla 3.

Ecuación 6 Calculo del área frontal

$$A = (0.8) * (H101144) * (W103) \quad \text{Ec. [3.1]}$$

Donde:

H101: Altura del vehículo {in}

W103: Ancho del vehículo {in}



Figura 3.6. Calculo del área frontal.

Fuente. Frutos, Proaño, 2021

Tabla 3. Datos

	Unidad	Hyundai Santa Fe 2020 2.4L	Nissan Versa 2018 1.6L

Masa	[kg]	1629	1222
Temp ambiente	[°C]	25	25
Área frontal	[m ²]	2.577	2.046
Densidad aire	[kg/m ³]	1.225	1.225

1. Peso del vehículo.
2. Dato del OBD-II.
3. Datos obtenidos por metodología descrita.
4. Densidad del aire en Quito.

Con los coeficientes de aerodinámica y de arrastre a la rodadura, es necesario determinar los coeficientes de ajuste que se utiliza en el dinamómetro de chasis, estos se obtienen por medio de la técnica coast down, con la utilización de la misma se obtuvo el consumo instantáneo de combustible con la ayuda del equipo OBD-II y la aplicación de las fig 3.4 y fig 3.5 respectivamente. Para la obtención del consumo total de combustible se obtuvo mediante los ciclos EPA descritos anteriormente. Se realizó la prueba de cada ciclo (FTP75 y HWFET) por cada vehículo y por cada tipo de gasolina (súper y extra), con estos valores de los ensayos, para este estudio se estableció un nivel de confianza del 95% en un análisis estadístico



Figura 3.9. Medición del consumo de combustible en dinamómetro Nissan Versa.
Fuente. Frutos, Proaño, 2021

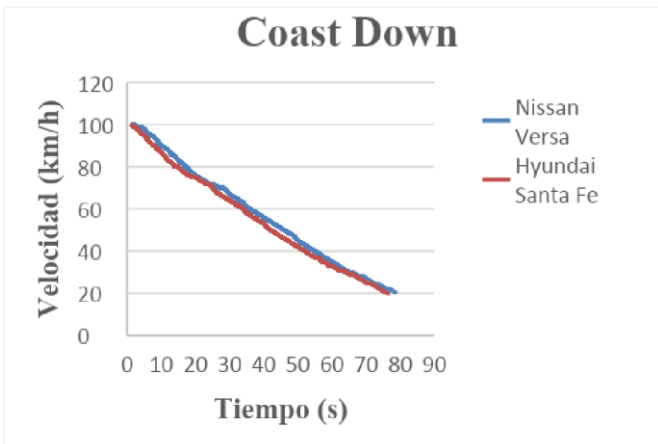


Figura 3.7. Prueba de desaceleración libre.
Fuente. Frutos, Proaño, 2021

Para la calibración y utilización del dinamómetro de chasis se utilizará la norma MoRTH/CMVR/TAP-115/116 del gobierno de la India.

Figura 3.8. Medición del consumo de combustible en dinamómetro Hyundai Santa Fe.
Fuente. Frutos, Proaño, 2021

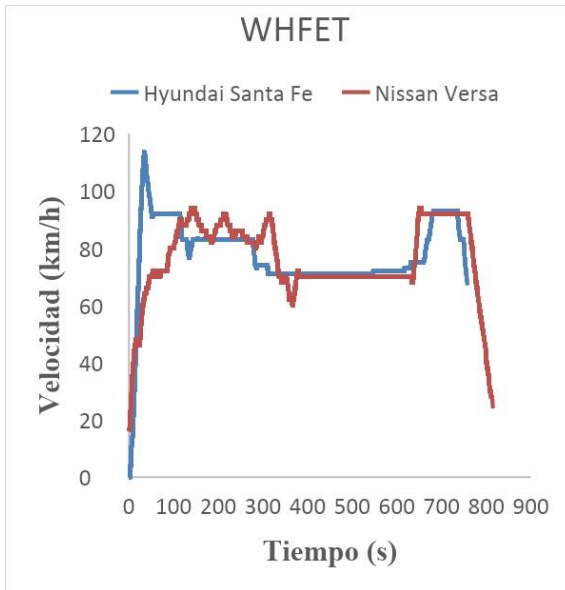


Figura 3.10. Ciclos de Conducción WHFET
Fuente: Frutos, Proaño, 2021

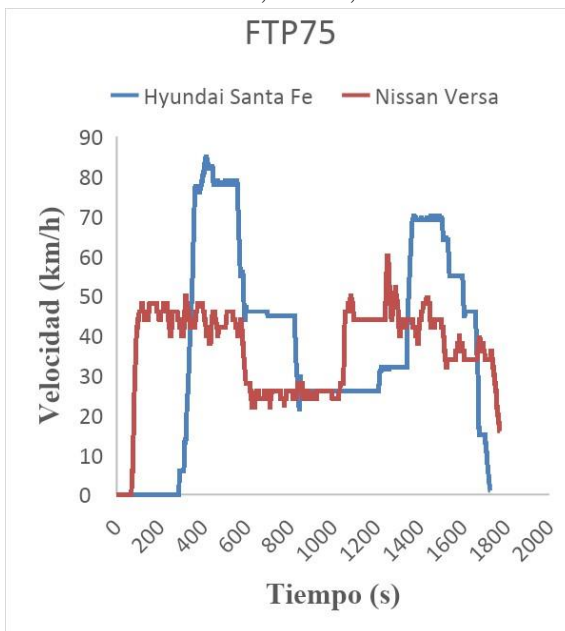


Figura 3.11. Ciclo de Conducción FTP75
Fuente: Frutos, Proaño, 2021

4. RESULTADOS Y DISCUSION

4.1 Procedimiento para la obtención de datos.

Requisitos previos para la prueba de Coast Down es el siguiente:

1. Personal capacitado y familiarizado con el procedimiento.
2. Temperatura entre 5°C a 32°C
3. No realizar la prueba en condición de niebla.
4. No realizar la prueba cuando la velocidad del viento supere los 16 km/h.
5. Carretera seca, limpia y lisa.
6. Carretera no debe superar 0.5% de inclinación o pendiente.
7. Rango de velocidades entre 120 km/h y 20 km/h.
8. Los neumáticos tendrán por lo menos un mínimo de 160 km de desgaste.
9. Los neumáticos tendrán al menos un 75% de profundidad de la banda de rodadura.
10. Los neumáticos se inflarán a la presión en frío recomendado por el fabricante.
11. La instrumentación deberá ser calibrada antes de la prueba.

Pasos para realizar las pruebas de Coast Down es el siguiente:

1. Calcular el área frontal de los vehículos utilizados.
2. Registrar el kilometraje del odómetro de cada vehículo.
3. Para la prueba todas las ventanas deben permanecer cerradas.
4. Verificar la desactivación del freno regenerativo (para vehículos híbridos).
5. Verificar que los neumáticos se encuentren inflados a la presión en frío recomendado por el fabricante.
6. Verifique y registre la velocidad a la cual se va a realizar la prueba.
7. Verifique y registre la dirección de cada recorrido a realizar.

8. Verifique y registre la velocidad y dirección del viento, para evitar ráfagas que excedan los límites de la prueba.
9. Acelere el vehículo a la velocidad máxima determinada para la prueba.
10. Colocar la transmisión en neutro y esperar que el vehículo disminuya a menos de 20 km/h.
11. Registrar el tiempo y la distancia recorrida que demora el auto en ir de 120 km/h a 20 km/h.

Pasos para realizar la puesta a punto en el dinamómetro de chasis con la norma CMVR antes de las pruebas de conducción son las siguientes:

1. El equipo de medición y precisión deben ser iguales a los utilizados en las pruebas de Coast Down.
2. Instalar el vehículo en el dinamómetro de prueba.
3. Ajustar la presión de los neumáticos (en frío) de las ruedas motrices según el fabricante del vehículo.
4. Ajustar la inercia equivalente en el dinamómetro de chasis.
5. Llevar a temperatura de funcionamiento de manera adecuada tanto el dinamómetro de chasis como el motor del vehículo a utilizarse.
6. Acelerar el vehículo a una velocidad de 10 km/h mayor que la velocidad de la prueba elegida.
7. Ajustar el freno para reproducir la potencia corregida con la utilización de los factores de ajuste.

Pasos para realizar la prueba FTP-75 en el dinamómetro de chasis es el siguiente:

1. Calcular los factores de ajuste e introducirlos en el dinamómetro de chasis.
2. Realizar la primera fase de encendido en frío, la cual se la debe realizar con una temperatura ambiente entre 20 a 30°C y su duración es de 505 segundos.
3. La segunda fase o también llamada fase de estabilización se la realizará con una duración de 867 segundos.
4. La tercera y última fase llamada fase transitoria de arranque en caliente tendrá una duración de 505 segundos.
5. Verificar y registrar los datos obtenidos tras terminar la prueba.

Pasos para realizar la prueba HWFET en el dinamómetro de chasis es el siguiente:

8. Introducir los factores de ajuste en el dinamómetro de chasis.
9. Verificar que la temperatura de motor en los vehículos que se vayan a realizar esta prueba se encuentre en temperatura normal de funcionamiento.
10. Se ejecutará 2 pruebas, una de pre acondicionamiento y otra será de donde se sacará los datos reales, estas estarán separadas por un tiempo de descanso de 17 segundos.
11. Esta prueba tendrá una duración máxima de 765 segundos.

4.2 Resultados

Para el cálculo de los coeficientes C_d y f_r se obtienen mediante los valores referenciales indicados en la tabla 1 y 2, con estos valores si obtiene una aproximación sobre las curvas de velocidades como se muestra en la figura

3.7.

Tabla 4. Resultados de Coeficiente de arrastre y rodadura.

Vehículos	Coeficientes de resistencia	
	Arrastre (Cd)	Rodadura (fr)
Hyundai Santa Fe 2.4L 2020	0.339	0.014
Nissan Versa 1.6L 2018	0.319	0.014

Fuente. Frutos, Proaño, 2021

Tabla 5. Resultados de Coeficiente de arrastre y rodadura.

Vehículos	Factores de Ajuste		
	A	B	C
Hyundai Santa Fe 2.4L 2020	7.9	-1.73	0.053
Nissan Versa 1.6L 2018	6.8	-1.69	0.046

Fuente. Frutos, Proaño, 2021

La prueba de consumo de combustible en los vehículos estudiados se determina por medio de los ciclos de conducción FTP-75 que representa una conducción normal por ciudad y en carretera se utiliza el ciclo HWFET. La EPA utiliza estos ciclos, los cuales sirvieron en este trabajo investigativo para establecer una base de datos.

El objetivo del estudio es estimar los consumos de combustible en los vehículos Nissan Versa y Hyundai Santa Fe, mediante los ciclos anteriormente mencionados en el dinamómetro de chasis con las condiciones de la ciudad de Quito, con lo cual se realizaron varias pruebas con los resultados que aparecen en las tablas 4,5,6 y 7.

Tabla 5. Datos de consumo de combustible ciclo de conducción FTP-75 con combustible Extra

Consumo de Combustible					
Vehículo	Ciclo FTP-75				
	L/100km	Km/L	MPG	L/ciclo	Gal/ciclo
Hyundai Santa Fe 2.4L	3.64	27.47	64.62	0.65±0.032	0.17±0.0085
Nissan Versa 1.6L	3.73	26.81	63.07	0.66±0.033	0.17±0.0085

Fuente. Frutos, Proaño, 2021

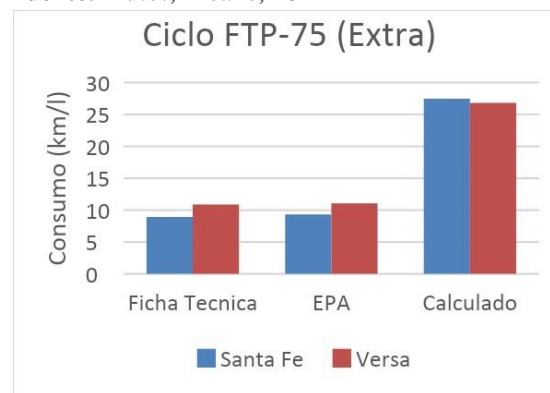


Figura 4.1 Consumo de combustible ciclo FTP75 (Extra)

Fuente: Frutos, Proaño, 2021

Tabla 6. Datos de consumo de combustible ciclo

de conducción HWFET con combustible Extra

Fuente. Frutos, Proaño, 2021

Consumo de Combustible					
Vehículo	Ciclo HWFET				
	L/100km	Km/L	MPG	L/ciclo	Gal/ciclo
Hyundai Santa Fe 2.4L	2.91	34.36	80.83	0.48±0.024	0.13±0.0065
Nissan Versa 1.6L	2.78	35.97	84.61	0.46±0.023	0.12±0.006

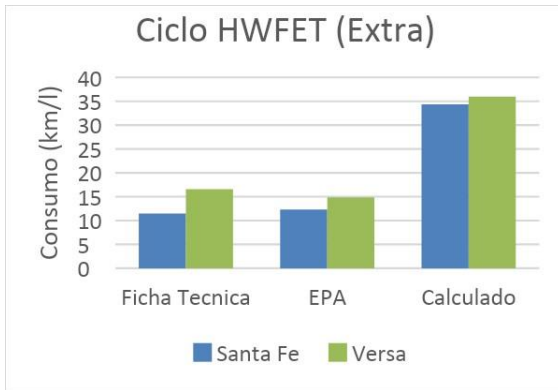


Figura 4.2 Consumo de combustible ciclo HWFET (Extra)

Fuente: Frutos, Proaño, 2021

Tabla 7. Datos de consumo de combustible ciclo de conducción FTP-75 con combustible Super

Consumo de Combustible					
Vehículo	Ciclo FTP-75				
Hyundai Santa Fe 2.4L	L/100km	Km/L	MPG	L/ciclo	Gal/ciclo
	3.47	28.82	67.79	0.62±0.031	0.16±0.008
Nissan Versa 1.6L	L/100km	Km/L	MPG	L/ciclo	Gal/ciclo
	3.55	28.17	66.26	0.69±0.035	0.18±0.009

Fuente. Frutos, Proaño, 2021

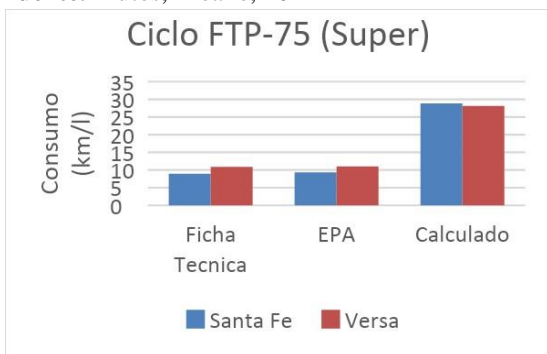


Figura 4.3. Consumo de combustible ciclo FTP75

(Super)

Fuente: Frutos, Proaño, 2021

Tabla 8. Datos de consumo de combustible ciclo de conducción HWFET con combustible Super

Consumo de Combustible					
------------------------	--	--	--	--	--

Vehículo	Ciclo HWFET				
Hyundai Santa Fe 2.4L	L/100km	Km/L	MPG	L/ciclo	Gal/ciclo
	2.77	36.1	84.92	0.46±0.023	0.12±0.006
Nissan Versa 1.6L	L/100km	Km/L	MPG	L/ciclo	Gal/ciclo
	2.64	37.88	89.1	0.44±0.022	0.11±0.005

Fuente. Frutos, Proaño, 2021

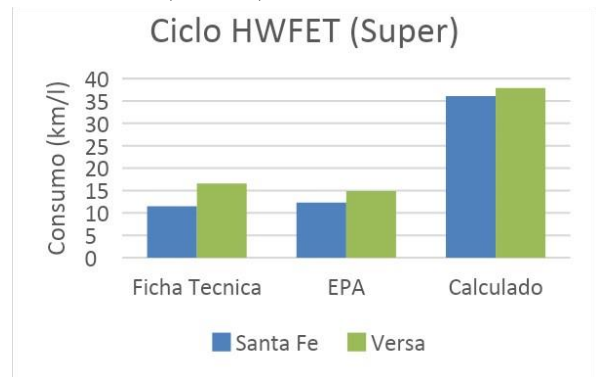


Figura 4.4. Consumo de combustible ciclo HWFET (Super)

Fuente: Frutos, Proaño, 2021

4.3 Discusión

Los ciclos de conducción presentados en el presente trabajo son representaciones de los hábitos de conducción establecidos en otro país, por lo que se debería de considerar establecer ciclos de conducción propios de nuestro país para obtener información más real.

En los vehículos analizados existen factores los cuales afectan al consumo del combustible, con esto se debería especificar un lugar donde no exista demasiada variación y así cumplir las características para la realización de las pruebas en las vías, como en la obtención de los coeficiente C_d y f_r , los cuales afectarían alejándose de los valores brindados por el fabricante con lo cual esto influye en los resultados de las pruebas de consumo de combustible, además para obtener valores más precisos con referencia a los datos que nos

brinda el fabricante se deben realizar pruebas necesarias.

Un punto importante es establecer un correcto procedimiento para la determinación en el tema de los coeficientes de ajuste que se utilizan en el dinamómetro, por lo que al momento de realizar las pruebas del consumo de combustible por medio de los ciclos de conducción EPA en el dinamómetro se debe cargar en el mismo los valores de estos coeficientes que simulan dichas cargas que el vehículo se encuentra sometido al momento de circular por una vía. Para el cálculo del consumo de combustible realizado por los ciclos antes descritos, es importante equipar los vehículos con dispositivos de medición que se encuentren correctamente certificados y calibrados bajo alguna norma para que los resultados obtenidos sean más precisos y representativos.

5. CONCLUSIONES

La base de datos sobre el consumo de combustible en las pruebas realizadas se obtuvo mediante análisis en un dinamómetro de chasis utilizando ciclos de conducción otorgados por la EPA, estos representan una típica conducta de conducción en carretera y ciudad siendo estos los ciclos FTP75 y WHFET en condiciones de laboratorio, por lo cual fueron considerados para analizar el consumo de combustible en los vehículos Nissan Versa y Hyundai Santa Fe.

La estimación del consumo de combustible en los vehículos Nissan Versa y Hyundai SantaFe teniendo en cuenta las variaciones de las condiciones geográficas de nuestro país, así como también la calidad de los combustibles utilizados para la toma de datos, varían de los valores que están

establecidas en las fichas técnicas que brindan los fabricantes. Por lo tanto, el vehículo Hyundai Santa Fe obtuvo un 82% más de consumo de combustible ya que en su ficha técnica muestra un consumo de 16.12 (km/l) mixto entre ciudad y carretera. y en el estudio se obtuvo 30.92(km/l).

De igual manera en el Nissan Versa se estimó la diferencia del consumo de combustible con los datos que otorga el fabricante en su ficha técnica, en la que obtuvo un consumo 15.4 (km/l) para un estilo de conducción mixto entre ciudad y carretera, mientras que el estudio realizado refleja un valor de 26.8 (km/l), obteniendo como resultado que el vehículo consume un 74% más en un estilo de conducción más real de lo que se especifica en su ficha técnica.

Estos resultados representan un valor alto de error en comparación con los datos representados por el fabricante, esto pudo ser por los datos de la prueba como la ubicación geográfica de la ciudad en la que se realizó la prueba en el caso de este estudio, la ciudad de Quito que posee condiciones climáticas, altitud que difieren de donde los fabricantes realizaron sus pruebas y la calidad del combustible que el país presenta. Los factores de ajuste del dinamómetro (A, B y C) que se obtuvieron no permitieron que los vehículos realicen las pruebas de conducción ya que al introducir estos datos en el dinamómetro de chasis simulando las cargas en carretera se ejercía mucha resistencia al desplazamiento, por lo tanto, no se utilizaron dichos coeficientes para la realización de las pruebas.

Finalmente, los que se obtuvieron en estas pruebas de ciclos de conducción contribuirán a la implementación de una base de datos la cual permitirá una referencia del consumo de combustible en los vehículos más populares del país.

6. REFERENCIAS

- [1] EP Petroecuador. (2020). Informe estadístico. Recuperado el 11 de mayo del 2021 desde: <https://www.eppetroecuador.ec/wp-content/uploads/downloads/2021/03/INFORME-ESTADISTICO-DICIEMBRE2020.pdf>
- [2] AEADE. (2020). ANUARIO 2020. Recuperado el 11 de mayo de 2021 desde: <https://www.aeade.net/anuario/>
- [3] Grefa, S. (2021). Evaluación del índice de consumo de combustible utilizando un vehículo de encendido provocado con aire acondicionado en una ruta del cantón Shushufindi-Ecuador, Quito: Universidad Internacional SEK. Recuperado el 10 de mayo de 2021 desde: <http://repositorio.uisek.edu.ec/handle/3456789/4245>
- [4] Corcoba, V. (2014). Eco-driving: ahorro de energía basado en el comportamiento del conductor, Madrid: Universidad Carlos III de Madrid. Recuperado el 10 de mayo de 2021 desde: <http://hdl.handle.net/10016/19981>
- [5] EPA, Dynamometer Drive Schedules, 2017.
- [6] Gillespie, T. (1992) Fundamentals of Vehicle Dynamics. *Road Loads* (79-123). USA, Society of Automotive Engineers. Inc.
- [7] Borja, J. C. (2009). Sistema de transmisión y frenado. *Principios básicos de los sistemas de transmisión en vehículos* (6-15). Madrid, Macmillan Iberia, S.A. Recuperado el 11 de mayo de 2021 desde <https://elibro-net.ezbiblio.usfq.edu.ec/es/lc/usfq/titulos/101834>
- [8] DieselNet. (2014). FTP-75. Recuperado el 10 de mayo del 2021 desde: <https://dieselnet.com/standards/cycles/ftp75.php>
- [9] DieselNet. (2000). EPA Highway Fuel Economy Test Cycle (HWFET). Recuperado el 10 de mayo del 2021 desde: <https://dieselnet.com/standards/cycles/hwfet.php>.
- [10] SAE INTERNATIONAL J2263. (2008). Road Load Measurement Using Onboard Anemometry and Coast down Techniques. USA.
- [11] SAE INTERNTIONAL J1263. (2001) Road Load Measurement and Dynamometer Simulation Using Coast down Techniques. USA.
- [12] Salazar, C. (2016). Estudio para la implementación de un dinamómetro de chasis modelo x, Guayaquil: UIDE. Recuperado el 10 de mayo de 2021 desde: <https://repositorio.uide.edu.ec/handle/37000/1050>
- [13] Saenz. (2016) DINAMÓMETROS DE RODILLOS AUTOS DE COMPETICIÓN. Recuperado el 11 de mayo de 2021 desde:

- <https://www.saenzdynos.com.ar/bcorodillos-in-comp.php?lang=es>
- [14] Castillo-Hernández P. Análisis de las propiedades fisicoquímicas de gasolina y diésel mexicanos reformulados con Etanol
<http://www.scielo.org.mx/pdf/iit/v13n3/v13n3a4.pdf>
- [15] Caivinagua, X. (16 de junio de 2014). Gasolina con menos octanaje en Quito y Cuenca. *Diario El Comercio*. Recuperado el 1 de junio del 2021 desde:
<https://www.elcomercio.com/actualidad/gasolina-disminuye-octanaje-quito-cuenca-calidad.html>
- [16] Derco Center. (2022). Scanner automotriz: para qué sirve y cómo funciona. Recuperado el 1 de junio del 2021 desde:
<https://www.dercocenter.cl/noticias/paque-sirve-scanner-automotriz>
- [17] CodigosDTC. (2022). ELM327 Mini – Análisis completo. Recuperado el 1 de junio del 2021 desde:
<https://codigosdtc.com/elm327-mini/>
- [18] Loachamin, M. (2015). Implementación de un sistema de administración remota para el proceso de obtención de datos del sistema OBD-II de un automóvil, Quito: EPN. Recuperado el 1 de junio del 2021 desde:
<http://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/11866>
- [19] ARAI. (1991) Chassis dynamometer and resistance to progress of a vehicle measurement method on the road-simulation on a chassis dynamometer. MoRTH/CMVR/TAP-115/116 (914-934). Recuperado el 1 de agosto de 2021 desde:
https://www.araiindia.com/CMVR_TAP_Documents/TOC.htm
- [20] Los Autos mas vendidos en el Ecuador en 2021 (04 de noviembre de 2021) Recuperado el 1 de diciembre de 2021 desde:
<http://www.autoecuador.com/los-autosmas-vendidos-en-ecuador-en-2021/>
- [21] EPA. (s/f). EPA Fuel Economy. Recuperado el 1 de junio del 2021 desde:
<https://www.fueleconomy.gov/feg/Find.do?action=sbs&id=41476&id=38057>
- [22] Howstuffworks. (27 de septiembre de 2000). What speed should I drive to get maximum fuel efficiency?. Recuperado el 1 de junio del 2021 desde:
<https://auto.howstuffworks.com/fuel-efficiency/fuel-economy/question477.htm>
- [23] Howstuffworks. (25 de octubre de 2000). How can I measure the drag on a car?. Recuperado el 1 de junio del 2021 desde:
<https://auto.howstuffworks.com/question497.htm>

7. ANEXOS

INTRODUCCION

ANEXO 1 EP Petroecuador. (2020). Informe estadístico. Recuperado el 11 de mayo del 2021 desde:

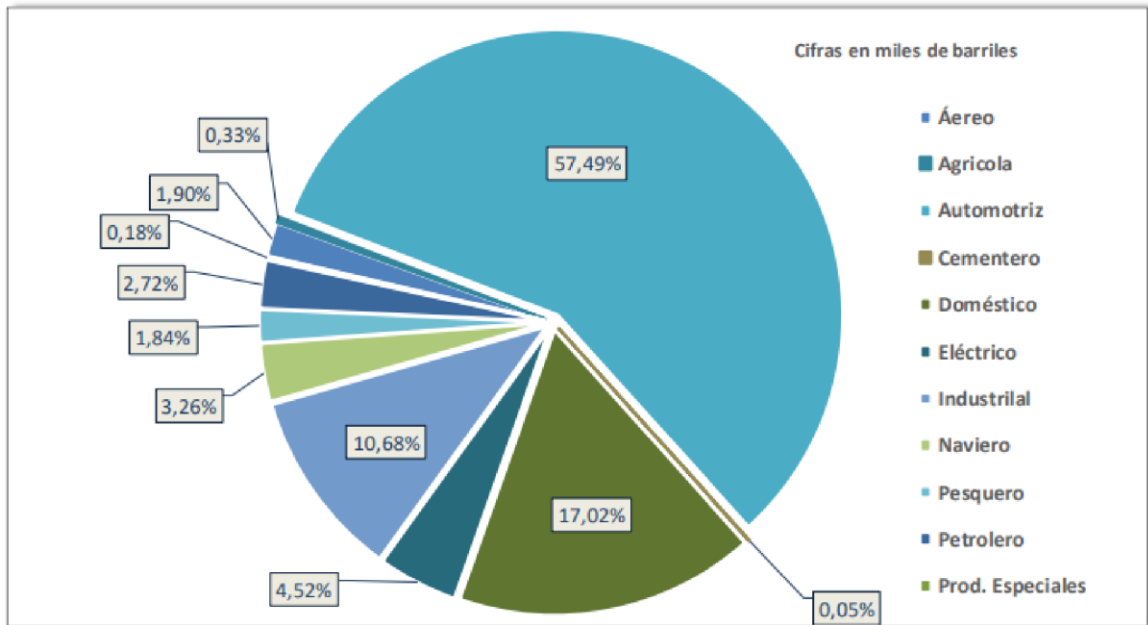
<https://www.eppetroecuador.ec/wpcontent/uploads/downloads/2021/03/INFORME-ESTADISTICO-DICIEMBRE2020.pdf>

RME-ESTADISTICO-DICIEMBRE2020.pdf



DESPACHOS DE DERIVADOS POR SECTORES

Período: Enero - Diciembre 2020



Fuente: Gerencia de Comercialización Nacional, EP PETROECUADOR.

ANEXO 2 AEADE. (2020). ANUARIO 2020. Recuperado el 11 de mayo de 2021 desde: <https://www.aeade.net/anuario/>



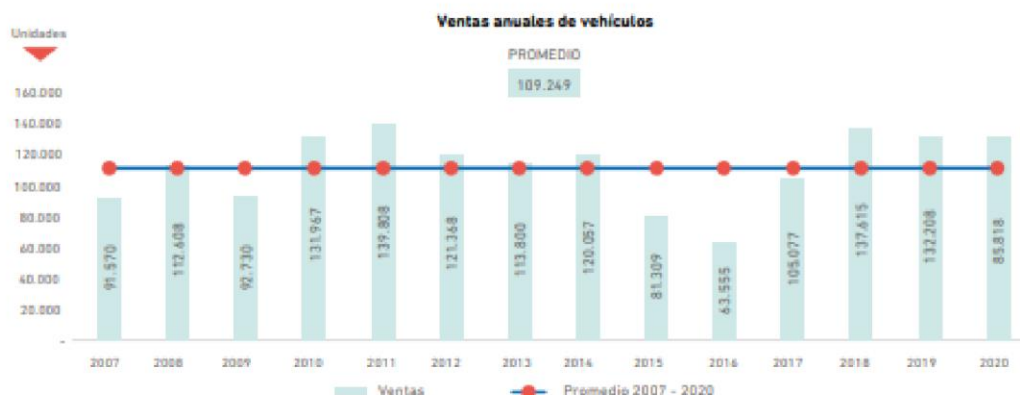
Comportamiento del mercado en el 2020

En el 2020, se vendieron 85.818 vehículos en un contexto marcado por el covid-19, lo que significó una caída del 35,1%. Durante marzo, abril y mayo el mercado estuvo cerrado debido a las medidas adoptadas por el Gobierno para evitar la propagación de la enfermedad.

Durante el 2020, el sector automotor nacional decreció un 35,1% con relación al 2019, es decir, se vendieron 85.818 vehículos en un contexto marcado por el COVID-19, lo que afectó el comercio durante los últimos tres trimestres del año.

Entre el 2007 y el 2020, en promedio, se comercializaron 109.249 unidades anuales.

Tras la reapertura comercial y la expansión del crédito automotor a través de las instituciones financieras, en el 2017, el país ex-



ANEXO 3 Grefa, S. (2021). Evaluación del índice de consumo de combustible utilizando un vehículo de encendido provocado con aire acondicionado en una ruta del cantón Shushufindi-Ecuador, Quito: Universidad Internacional SEK. Recuperado el 10 de mayo de 2021 desde: <http://repositorio.uisek.edu.ec/handle/123456789/4245>

UNIVERSIDAD INTERNACIONAL SEK

FACULTAD DE INGENIERÍA Y CIENCIAS APLICADAS

Trabajo de fin de carrera Titulado:

**“EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE CONSUMO DE COMBUSTIBLE UTILIZANDO
UN VEHÍCULO DE ENCENDIDO PROVOCADO CON AIRE ACONDICIONADO
EN UNA RUTA DEL CANTÓN SHUSHUFINDI-ECUADOR”**

Realizado por:

Shayan Fredy ~~Grefa~~ Shiguango

Director del proyecto:

Ing. Edilberto Antonio Llanes Cedeño, PhD.

Como requisito para la obtención del título de:

INGENIERO MECÁNICO AUTOMOTRIZ

QUITO, 05 de agosto del 2021

EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE CONSUMO DE COMBUSTIBLE.....

Introducción

En el país, según AEADE (2019) se registra una venta de 132 mil vehículos anuales lo que representa una alta tasa de ventas en el mercado, lo cual varía de acuerdo a la situación económica del país. No obstante, la cantidad de vehículos afecta directamente en la contaminación ambiental por lo cual el Ecuador ha tomado la normativa Euro 3 con el fin de regular la contaminación sin embargo debido a la mala calidad del combustible el índice de contaminación de los automotores ha afectado directamente al medio ambiente.

La contaminación del aire es uno de los problemas ambientales más severos en la actualidad que está presente a nivel mundial. La emisión de gases está relacionada con los hidrocarburos del tipo de combustible que se utiliza en los vehículos. Las emisiones vehiculares está reflejada por la combustión de hidrocarburos (HC), óxidos de nitrógeno (NOx), monóxido de carbono (CO) y dióxido de carbono (CO₂), lo que representa un impacto a la salud pública del país (Llanes et al., 2018). El cambio climático es evidente desde hace muchos años y cada vez provoca mayor preocupación, de tal manera que las emisiones de gases de efecto invernadero producidas ha generado mayor vulnerabilidad en las regiones cuyo caso preside en el país (GEOECUADOR, 2008).

El consumo de combustible en los vehículos representa uno de los mayores costos durante la operación vehicular. De tal modo que existe distintas investigaciones con el objetivo de conocer los componentes que perjudica en el consumo de combustible y se ha llegado a tener en cuenta puntos importantes como la velocidad, carga y el estado de la vía entre otros, estimando que el costo de operación vehicular como componente variable, representada entre

el 20 % v 60 % en costos (Posada Henao & González Calderón. 2013). De acuerdo EP

ANEXO 4 Corcoba, V. (2014). Eco-driving: ahorro de energía basado en el comportamiento del conductor, Madrid: Universidad Carlos III de Madrid. Recuperado el 10 de mayo de 2021 desde: <http://hdl.handle.net/10016/19981>



Universidad
Carlos III de Madrid
www.uc3m.es

TESIS DOCTORAL

Eco-driving: Ahorro de energía basado en el comportamiento del conductor

Autor:

Victor Corcoba Magaña

Director/es:

Mario Muñoz Organero

Tutor:

Mario Muñoz Organero

DEPARTAMENTO DE TELEMÁTICA

Leganés

Capítulo 2. Vehículos y conducción eco-eficiente (estado del arte)

En este capítulo se realiza un estudio sobre las tecnologías, metodologías y propuestas relacionadas con el ahorro energético en el vehículo. El capítulo comienza explicando el concepto de "Eco-driving" (2.1) y sus líneas de investigación. En el apartado 2.2 se muestra la normativa vigente relativa a la emisión de gases contaminantes y los ciclos de conducción que se emplean para homologar a los vehículos. En el apartado 2.3 se describen los consejos sobre conducción eficiente más frecuentes. El apartado 2.4 introduce otra solución para ahorrar combustible denominada "Eco-Routing". A continuación, en el apartado 2.5, se explica el funcionamiento del motor de combustión interna y las herramientas para determinar su rendimiento. En 2.6 se explica porque parte de la energía producida durante la combustión se pierde. El apartado 2.7 muestra los buses de comunicación existentes en los vehículos, y que son empleados en esta tesis para poder monitorizar el comportamiento del conductor. Finalmente, en el apartado 2.8, se expone cómo obtener la telemetría a través del puerto de diagnóstico del vehículo.

2.1 Eco-driving

Eco-driving es una técnica de conducción que permite ahorrar combustible con independencia de la tecnología del vehículo, y que se basa en el control de las variables sobre las que puede actuar el conductor como: la velocidad, la marcha y la des/aceleración. Aplicando esta técnica de conducción se puede ahorrar hasta un 25% [12] [13] aunque este porcentaje depende de la habilidad del conductor, el tipo de vehículo y el estado del entorno. Por ejemplo, en los vehículos híbridos el porcentaje de ahorro es menor porque parte de la energía que se desperdicia se utiliza para recargar la batería del vehículo [14].

En la literatura, hay muchos trabajos donde se demuestra que este estilo de conducción reduce el consumo de combustible y la emisión de gases contaminantes de forma considerable. En [15] los autores analizaron la influencia del estilo de conducción y del tráfico en la emisión de gases contaminantes y el consumo de combustible. Sus conclusiones fueron que, aplicando los consejos eco-driving, se puede ahorrar entre un 5% y un 25% de combustible. En [16], la Comisión para el Transporte Integrado en Reino Unido realizó un estudio sobre el impacto de las técnicas de conducción eficiente en el consumo de combustible. Los resultados mostraron un ahorro del 7% de combustible. Las pruebas fueron realizadas en Holanda durante un año y con múltiples tipos de vehículos: coches, furgonetas y autobuses.

Esta técnica de conducción tiene además efectos positivos en la seguridad. En [17] los resultados mostraron que los programas de aprendizaje sobre conducción eficiente pueden reducir los accidentes de tráfico alrededor de un 35%, el consumo de combustible un 11% y la emisión de gases contaminantes entre un 25% y un 50%. En otro estudio sobre la efectividad de los cursos de eco-driving para las furgonetas [18] se obtuvo una disminución del 40% de los accidentes y un aumento en la eficiencia del consumo de combustible del 50%.

El beneficio de los programas de formación sobre conducción eficiente ha sido demostrado en numerosas ocasiones. Sin embargo, varios autores han observado que los

efectos positivos de este aprendizaje se pierden con el tiempo [10] [19]. Los conductores tienden a volver a sus hábitos de conducción previos sino cuentan con ningún mecanismo de motivación. En la literatura existen numerosas propuestas para proveer al usuario consejos y diversos tipos de retroalimentación [20] [21]. Se ha demostrado que estas soluciones pueden influir de forma positiva en el comportamiento actual del conductor y a largo plazo [20] [22].

En el eco-driving existen diversas líneas de investigación que pueden ser clasificadas en cinco grupos:

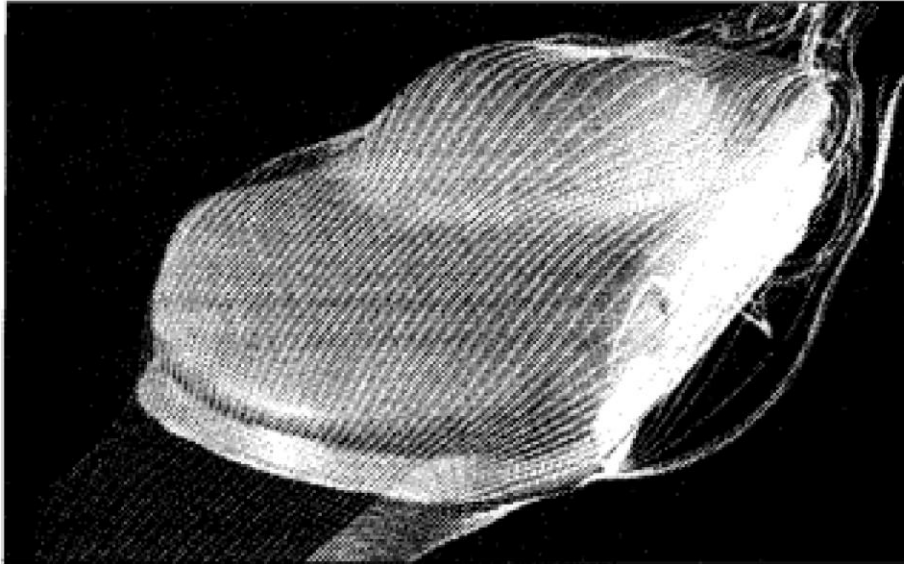
- Identificación de las variables que afectan al consumo de combustible
- Modelos para la estimación del consumo de combustible
- Modelos de control
- Métodos para motivar al conductor a ahorrar combustible
- Interfaces de usuario

ANEXO 5 EPA. (s/f). Dynamometer Drive Schedules. Recuperado el 11 de junio de 2021 desde:
[https://www.epa.gov/vehicle-and-fuel-emissions-testing/dynamometer-drive-s](https://www.epa.gov/vehicle-and-fuel-emissions-testing/dynamometer-drive-schedules)

chedules

The screenshot shows the EPA website's page for "Dynamometer Drive Schedules". At the top left is the EPA logo with the text "United States Environmental Protection Agency". To the right is a search bar labeled "Search EPA.gov". Below this is a blue navigation bar with links for "Environmental Topics", "Laws & Regulations", "Report a Violation", and "About EPA". The main heading is "Vehicle and Fuel Emissions Testing" with a "CONTACT US" link on the right. A left sidebar contains links for "Vehicle & Fuel Emissions Testing Home", "Emission Testing Laboratory", "Science & Technology Development", "Certification & Compliance Testing", and "Work With Us". The main content area features the title "Dynamometer Drive Schedules" and a section "On this page:" with five bullet points listing related documents: "EPA Vehicle Chassis Dynamometer Driving Schedules", "California EPA Air Resources Board Dynamometer Driving Schedules", "Economic Commission for Europe Dynamometer Operating Cycles", "Driving schedules specified in Japanese Technical Standards", and "Vehicle Chassis Dynamometer Shift Schedule Formatting Guidance". A paragraph at the bottom states: "This page provides the chassis dynamometer driving schedules and shift schedules used by EPA for vehicle emissions and fuel economy testing. **This page also provides detailed information on those drive schedules in addition to technical information on drive schedules used by states, Europe, and Japan for reference.**"

CHAPTER 4 ROAD LOADS



Flow field around the HSR II. (SAE Paper No. 910597.)

AERODYNAMICS

Aerodynamics makes its major impact on modern cars and trucks through its contribution to “road load.” Aerodynamic forces interact with the vehicle causing drag, lift (or down load), lateral forces, moments in roll, pitch and yaw, and noise. These impact fuel economy, handling and NVH.

The aerodynamic forces produced on a vehicle arise from two sources—form (or pressure) drag and viscous friction. First, the mechanics of air flow will be examined to explain the nature of the flow around the body of the vehicle. Then, vehicle design features will be examined to show the qualitative influence on aerodynamic performance.

Mechanics of Air Flow Around a Vehicle

The gross flow over the body of a car is governed by the relationship between velocity and pressure expressed in Bernoulli’s Equation [1,2].

Drag

Because air flow over a vehicle (or any other body for that matter) is so complex, it is necessary to develop semi-empirical models to represent the effect. Therefore, aerodynamic drag is characterized by the equation:

$$D_A = 1/2 \rho V^2 C_D A \quad (4-2)$$

where:

- C_D = Aerodynamic drag coefficient
- A = Frontal area of the vehicle
- ρ = Air density

(Note: The SAE symbol for drag, "D," is subscripted with an "A" in the text to denote it as aerodynamic drag to distinguish it from symbols used elsewhere in the text. The same convention will be used with aerodynamic lift and side force.)

The term $1/2 \rho V^2$ in the above equation is the dynamic pressure of the air, and is often referred to as the "q," typically expressed in units of pounds per square foot. The drag coefficient, C_D , is determined empirically for the car. The frontal area, A , is the scale factor taking into account the size of the car. (A half-scale model of a car, which has one-fourth of the area, will have one-fourth of the drag.) Because the size of a vehicle has a direct influence on drag, the drag properties of a car are sometimes characterized by the value of " $C_D A$."

Air Density

The air density is variable depending on temperature, pressure, and humidity conditions. At standard conditions (59°F and 29.92 inches of Hg) the density is 0.076 lb/ft^3 . As used in this equation, the air density must be expressed as mass density, obtained by dividing by the acceleration of gravity; thus the value for standard atmospheric conditions is $\rho = 0.076/32.2 = 0.00236 \text{ lb-sec}^2/\text{ft}^4$. Density at other conditions can be estimated for the prevailing pressure, P_r , and temperature, T_r , conditions by the equation:

$$\rho = 0.00236 \left(\frac{P_r}{29.92} \right) \left(\frac{519}{460 + T_r} \right) \quad (4-3a)$$

where:

- P_r = Atmospheric pressure in inches of mercury
- T_r = Air temperature in degrees Fahrenheit

In the metric system the equivalent equation for air density in kg/m^3 is:

$$\rho = 1.225 \left(\frac{P_r}{101.325} \right) \left(\frac{288.16}{273.16 + T_r} \right) \quad (4-3b)$$

where:

P_r = Atmospheric pressure in kiloPascals

T_r = Air temperature in degrees Celsius

Drag Coefficient

The drag coefficient is determined experimentally from wind tunnel tests or coast down tests. The definition of C_D comes from Eq. (4-2):

$$C_D = \frac{D_A}{\frac{1}{2} \rho V^2 A} = \frac{\text{Drag force}}{(\text{Dynamic pressure}) (\text{area})} \quad (4-4)$$

The drag coefficient varies over a broad range with different shapes. Figure 4.20 shows the coefficients for a number of shapes. In each case it is presumed that the air approaching the body has no lateral component (i.e., it is straight along the longitudinal axis of the vehicle). Note that the simple flat plate has a drag coefficient of 1.95. This coefficient means that the drag force

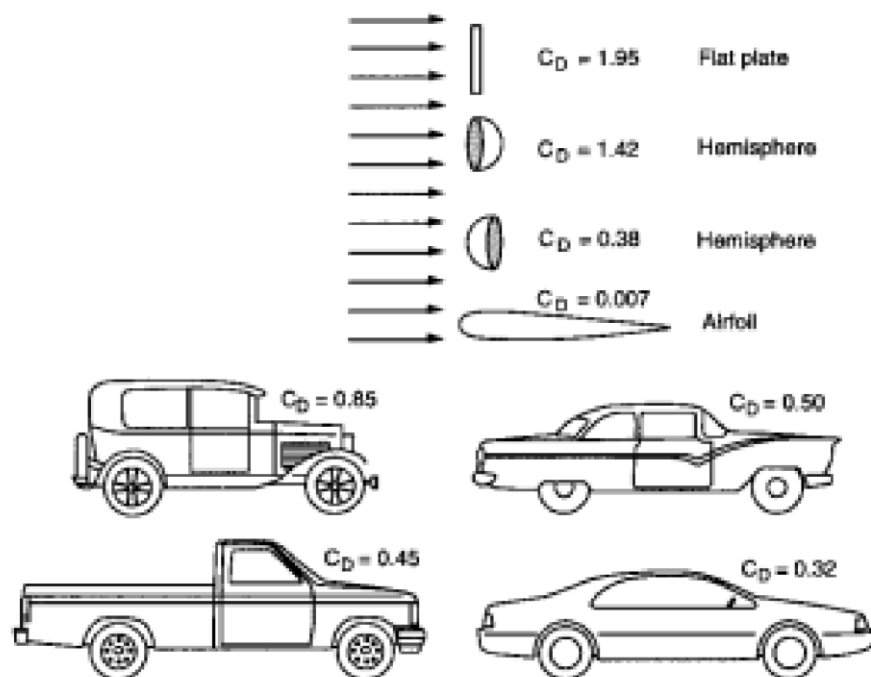


Fig. 4.20 Drag coefficients of various bodies.

ANEXO 7 Borja, J. C. (2009). Sistema de transmisión y frenado. Principios básicos de los sistemas de transmisión en vehículos (6-15). Madrid, Macmillan Iberia, S.A. Recuperado el 11 de mayo de 2021 desde <https://elibro-net.ezbiblio.usfq.edu.ec/es/lc/usfq/titulos/101834>.

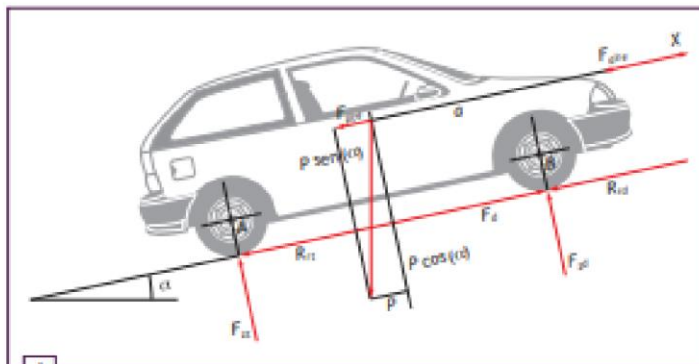
1 >> Dinámica longitudinal del vehículo

La potencia y el par de giro suministrados por el motor del vehículo se transmiten a las ruedas y producen una fuerza de impulsión que da lugar al desplazamiento del vehículo.

Esta fuerza de impulsión tiene que vencer las fuerzas resistentes que se oponen al desplazamiento del vehículo para conseguir que este avance.

Las fuerzas que actúan en el desplazamiento longitudinal son las siguientes (figura 1):

- F_d : esfuerzo de tracción de las ruedas motrices.
- F_{r1} y F_{r2} : fuerzas de reacción en las ruedas delanteras y traseras, perpendiculares al terreno y de igual magnitud que el peso que gravita sobre cada rueda.
- F_{arr} : fuerza de resistencia aerodinámica.
- F_{pa} : fuerza de resistencia debida a la pendiente.
- R_{r1} y R_{r2} : resistencia a la rodadura de las ruedas delanteras y traseras, respectivamente.



Dinámica longitudinal del vehículo.

Si aplicamos la segunda ley de Newton para el eje X de desplazamiento longitudinal, tenemos la siguiente fórmula:

$$\sum F_x = m \cdot a_x$$

El sumatorio de las fuerzas que actúan sobre un vehículo, de masa m , producirá su desplazamiento con una aceleración a_x . Por tanto, para calcular el desplazamiento se suman las fuerzas que producen el avance del vehículo y al resultado se le restan las que se oponen. Si el resultado final es positivo, el vehículo se desplazará con una determinada aceleración:

$$m \cdot a_x = F_d - R_r - F_x - a - P \text{ sen } (x)$$

Una vez que el vehículo se desplaza con una velocidad constante, la aceleración es igual a cero y las fuerzas aplicadas sobre él para desplazarlo son de la misma magnitud y de sentido contrario a las que se oponen a

Fundamentación Teórica

ANEXO 8 DieselNet. (2014). FTP-75. Recuperado el 10 de mayo del 2021 desde: <https://dieselnet.com/standards/cycles/ftp75.php>

FTP-75

Time-speed data points | 10 Hz file

The FTP-75 (Federal Test Procedure) has been used for emission certification and fuel economy testing of light-duty vehicles in the United States [2656]. The test is often referred to as simply 'FTP' (this should not be confused with the FTP test for heavy-duty engines).

The FTP-75 and the FTP-72 are two variants of the EPA Urban Dynamometer Driving Schedule (UDDS). The FTP-75 cycle is derived from the FTP-72 by adding a third phase of 505 s, identical to the first phase of FTP-72 but with a hot start. The third phase starts after the engine is stopped for 10 minutes. Thus, the entire FTP-75 cycle consists of the following segments:

1. Cold start transient phase (ambient temperature 20-30°C), 0-505 s,
2. Stabilized phase, 506-1372 s,
3. Hot soak (min 540 s, max 660 s),
4. Hot start transient phase, 0-505 s.

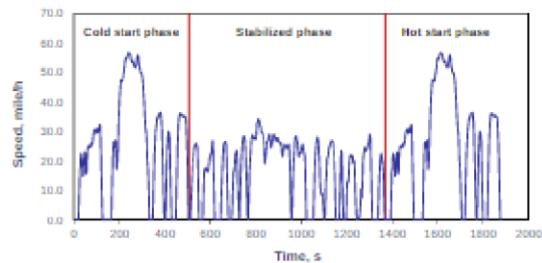


Figure 1. US EPA Urban Dynamometer Driving Schedule (FTP-75)

Emissions from each phase are collected in a separate teflon bag, analyzed and expressed in g/mile (g/km). The weighting factors are 0.43 for the cold start phase, 1.0 for the 'stabilized' phase and 0.57 for the hot start phase.

The following are some basic parameters of the cycle:

- Duration: 1877 s
- Distance traveled: 11.04 miles (17.77 km)
- Average speed: 21.2 mph (34.12 km/h).
- Maximum speed: 56.7 mph (91.25 km/h).

For emission certification, vehicles must meet the applicable FTP emission standards. From model year 2000, vehicles have to be additionally tested on two Supplemental Federal Test Procedures (SFTP) designed to address shortcomings with the FTP-75 in the representation of (1) aggressive, high speed driving (USo6), and (2) the use of air conditioning (SCo3).

CAFE fuel economy values are calculated on the basis of FTP and HWFET testing. Until model year 2007, EPA on-road fuel economy values shown on new vehicle's labels were calculated on the basis of FTP testing for the city rating, while the HWFET test was used for the highway rating. Since model year 2008, the FTP is used for the determination of the EPA on-road fuel economy ratings using the EPA 5-cycle method. The 5-cycle results are calculated based on the results of two FTP tests—one regular and one cold temperature test, run at a lab temperature of 20°F (-6.7°C)—as well as the HWFET, USo6 and SCo3.

The FTP-75 cycle is known in Australia as the ADR 37 (Australian Design Rules) cycle and in Brazil as test standard NBR6601.

A four-segment variant of the FTP-75 cycle—where the stabilized phase is run again after the completion of the hot start phase—is sometimes used in certain applications, for instance in some hybrid vehicle tests.

ANEXO 9 DieselNet. (2000). EPA Highway Fuel Economy Test Cycle (HWFET). Recuperado el 10 de mayo del 2021 desde: <https://dieselnet.com/standards/cycles/hwfet.php>.

EPA Highway Fuel Economy Test Cycle (HWFET)

Time-speed data points | 10 Hz file

The Highway Fuel Economy Test (HWFET or HFET) cycle is a chassis dynamometer driving schedule developed by the US EPA for the determination of fuel economy of light duty vehicles [40 CFR 600, subpart B]. The HWFET is used to determine the highway fuel economy rating, while the city rating is based on the FTP-75 test.

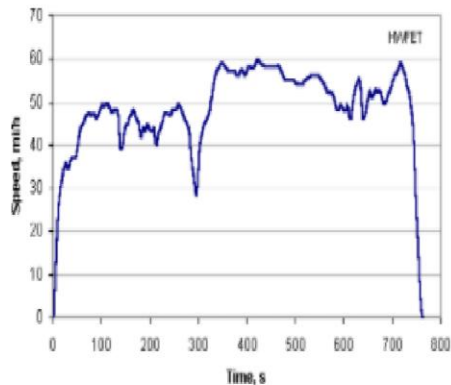


Figure 1. EPA Highway Fuel Economy Test Cycle

The test is run twice, with a break of maximum of 17 s between the runs. The first run is a vehicle preconditioning sequence, the second run is the actual test with emission measurement.

The following are some characteristic parameters of the cycle:

- Duration: 765 seconds
- Total distance: 10.26 miles (16.45 km)
- Average Speed: 48.3 mi/h (77.7 km/h)

ANEXO 10 SAE INTERNATIONAL J2263. (2008). Road Load Measurement Using Onboard Anemometry and Coast down Techniques. USA.

ETA-HTP01

Revision 2

Effective February 1, 2008

Implementation of SAE Standard J2263

"Road Load Measurement Using Onboard Anemometry and Coastdown Techniques"

Prepared by

Electric Transportation Applications

Prepared by: _____ Date: _____
Garrett Hennings

Approved by: _____ Date: _____
Donald Kasser

1. Objective

The objective of this procedure is to provide methods for obtaining road load coefficients of vehicles participating in HEV America. Testing is conducted in accordance with recommended practice SAE J2263, "Road Load Measurement Using Onboard Anemometry and Coastdown Techniques." These methods are not meant to supersede those of the testing facility, those specifically addressed by SAE Test Standards, nor of any regulatory agency which may have or exercise control over the covered activities.

2. Purpose

The purpose of this procedure is to identify acceptable methods for the implementation of the test requirements of SAE J2263, and to provide a common format for the collection and retention of data for further use with SAE J1711, "Recommended Practice for Measuring Fuel Economy and Emissions of Hybrid-Electric and Conventional Heavy-Duty Vehicles." This procedure collects and retains this data to complete testing as specified in the "HEV America Vehicle Specification."

3. Documentation

Documentation addressed by this procedure shall be consistent, easy to understand, easy to read, and readily reproducible. This documentation contains enough information to "stand alone;" in other words, it is self-contained to the extent that all individuals qualified to review it could reasonably be expected to reach a common conclusion, without the need to review additional documentation. If review of outside documents is required, then it is reasonable to expect that all individuals would need to review those documents. Review and approval of test documents shall be in accordance with ETA-HAC04, "Review of Test Results." Close-out and storage of records during and following testing activities shall be completed as described in Procedure ETA-HAC01, "Control, Close-out and Storage of Documentation."

4. Initial Conditions and Prerequisites

Prior to conduct of any portion of the testing, the following initial conditions and prerequisites should be met. Satisfactory completion of these items should be verified as complete and recorded on the Vehicle Road Load Test Data Sheet (Appendix A).

- 4.1 Personnel conducting testing under this procedure shall be familiar with the requirements of this procedure, and when applicable, the appropriate SAE Test Instructions, Administrative Control Procedures, and be certified by the Program Manager and/or Test Manager prior to commencing any testing activities.
- 4.2 Tests should be conducted at ambient temperatures between 41°F (5°C) and 95°F (35°C).

4. Initial Conditions and Prerequisites

Prior to conduct of any portion of the testing, the following initial conditions and prerequisites should be met. Satisfactory completion of these items should be verified as complete and recorded on the Vehicle Road Load Test Data Sheet (Appendix A).

- 4.1 Personnel conducting testing under this procedure shall be familiar with the requirements of this procedure, and when applicable, the appropriate SAE Test Instructions, Administrative Control Procedures, and be certified by the Program Manager and/or Test Manager prior to commencing any testing activities.
- 4.2 Tests should be conducted at ambient temperatures between 41°F (5°C) and 95°F (35°C).

- 4.3 Tests shall not be run during foggy conditions.
- 4.4 Tests shall not be conducted when wind speeds average more than 10 mph (16 km/h) (or when peak wind speeds are more than 12.3 mph (20 km/h)). The average of the component of the wind velocity parallel to the test road shall not exceed 5 mph (8 km/h).
- 4.5 Roads shall be dry, clean, smooth, and must not exceed 0.5% grade. In addition, the grade should be constant and the road should be straight since variations in grade or straightness can significantly affect results. [The road surface should be concrete or rolled asphalt (or equivalent) in good condition since rough roads can significantly affect rolling resistance.]
- 4.6 The range of speeds over which the vehicle is coasted should be as wide as possible considering the length of the straightaway. The speed interval shall include 65 MPH (80 km/h) and should include the range of 75-5 MPH
- 4.7 Vehicles should have accumulated a minimum of 300 miles (500 km) prior to this testing. Actual mileage shall be recorded prior to starting testing.
- 4.8 Tires should have accumulated a minimum of 100miles (160km) and should have at least 75% of the original tread depth remaining. **This is a deviation from SAE Standard J2263.** All tire break-in shall be performed on the test vehicle. Tread depth will be recorded in 1/32 inch increments prior to start of test.
- 4.9 Vehicle tires shall be inflated to the Supplier's recommended cold inflation pressure as specified on the tire placard, corrected for the difference between ambient temperature and tire temperature. Record the actual inflation pressure and preparation area temperature on Appendix A. [Tire pressures will be increased 1 psi for each 13°F the preparation area is higher than the test area (or 1 kPa for each 1°C).]

NOTE

Tire sizes and inflation pressures shall be in accordance with the requirements of the placard. At no time shall the tire's cold inflation pressure exceed the maximum pressure imprinted upon the tire's sidewall.

5. Test Activity Requirements

Activities necessary to complete the test are identified in the following sections. All items should be completed, whether they are required by J2263 or not. Any section which cannot be completed should be so annotated as required by ETA-HAC02, "Control of Test Conduct," along with the appropriate justification, on Appendix A. Data collection may be via a Data Acquisition System (DAS), in lieu of hand-written entries. Such data shall be transcribed in accordance with the requirements of procedures ETA-HAC02, "Control of Test Conduct," and ETA-HAC04, "Review of Test Results."

NOTE

A minimum of twelve runs shall be completed in alternating directions. The runs shall be paired in order to reduce error during data reduction. A pair consists of two consecutive runs in opposite directions.

NOTE

Unless otherwise noted, the following steps may be completed in any order.

- 5.1 Estimate the vehicle's frontal area, using the formula in Attachment A. Use the body height measurement for "Curb Weight plus 332 pounds" obtained during completion of procedure ETA-HAC06, "Receipt Inspection." Record on Appendix A. This step may be completed any time prior to data reduction.
- 5.2 Record the mileage from the odometer in Appendix A.
- 5.3 Verify the vehicle windows are closed. Record in Appendix A.
- 5.4 Verify that regenerative braking has been disengaged. Note the method by which this was done and record on Appendix A.

NOTE

If the vehicle's regenerative braking cannot be disengaged, obtain the concurrence of the Program or Test Manager prior to continuing. This shall be noted as a Test Exception.

- 5.5 Verify that the vehicle's drive train has been disengaged from the drive axle during the coast down. Note method of disengagement (clutch, electrical or mechanical neutral, etc.) Record on Appendix A.

NOTE

If the drive train cannot be disengaged from the drive axle, obtain the concurrence of the Program or Test Manager prior to continuing. This shall be noted as a Test Exception.

- 5.6 Verify vehicle tires are inflated to the Supplier's recommended cold inflation pressure as specified on the tire placard, corrected for the difference between ambient temperature and tire temperature. Record the actual inflation pressure and preparation area temperature on Appendix A. [Tire pressures shall be increased 1 psi for each 13°F the preparation area is higher than the test area (or 1 kPa for each Celsius degree).]

CAUTION

Tire sizes and inflation pressures shall be in accordance with the requirements of the placard. At no time shall the tire's

ANEXO 11 SAE INTERNATIONAL J1263. (2001) Road Load Measurement and Dynamometer Simulation Using Coast down Techniques. USA.

ETA-UTP001

Revision 0
Effective March 23, 2001

**Implementation of
SAE Standard J1263 Feb96**

**"Road Load Measurement and
Dynamometer
Simulation Using Coastdown
Techniques"**

Prepared by
Electric Transportation Applications

Prepared by: _____ Date: _____
Steven R. Ryan

Approved by: _____ Date: _____
Jada M. Clark

1.0 Objective

The objective of this procedure is to identify proper methods for the control of testing activities pursuant to the requirements of SAE J1263, "Road Load Dynamometer Simulation using Coast down Techniques." These methods are not meant to supersede those of the testing facility, those specifically addressed by SAE Test Standards, nor of any regulatory agency who may have or exercise control over the covered activities.

2.0 Purpose

The purpose of this procedure is to prescribe acceptable methods for the implementation of the test requirements of SAE J1263, and to provide a common format for the collection and retention of data for further use in SAE J1634, "Electric Vehicle Energy Consumption and Range Test Procedure". This procedure collects and retains this data to complete testing as specified in the "UEV America Technical Requirements."

3.0 Documentation

Documentation addressed by this procedure shall be consistent, easy to understand, easy to read, and readily reproducible. This documentation contains enough information to "stand alone;" in other words, it is self-contained to the extent that all individuals qualified to review it could reasonably be expected to reach a common conclusion, without the need to review additional documentation. If review of outside documents is required, then it is reasonable to expect that all individuals would need to review those documents. Review and approval of test documents shall be in accordance with ETA-UAC004, "Review of Test Results." Close-out and storage of records during and following testing activities shall be completed as described in Procedure ETA-UAC001, "Control, Close-out and Storage of Documentation."

4.0 Initial Conditions and Prerequisites

Prior to conduct of any portion of the testing, the following initial conditions and prerequisites should be met. Satisfactory completion of these items should be verified as complete and recorded on the Vehicle Road Load Test Data Sheet (Appendix A).

- 4.1 Personnel conducting testing under this procedure shall be familiar with the requirements of this procedure, and when applicable, the appropriate SAE Test Instructions, Administrative Control Procedures, and be certified by the Program Manager and/or Test Manager prior to commencing any testing activities.
- 4.2 Tests should be conducted at ambient temperatures between 30°F (-1°C) and 90°F (32°C). Data obtained at temperatures outside this range cannot be reliably adjusted to standard conditions.
- 4.3 Tests shall not be run during foggy conditions.
- 4.4 Tests shall not be conducted when wind speeds average more than 10 mph (16 km/h) (or when peak wind speeds are more than 12.3 mph (20 km/h). The average of the component of the wind velocity perpendicular to the test road may not exceed 5 mph (8 km/h).
- 4.5 Roads shall be dry, clean, smooth, and must not exceed 0.5% grade. In addition, the grade should be constant and the road should be straight since variations in grade or straightness can significantly affect results. [The road surface should be concrete or rolled asphalt (or equivalent) in good condition since rough roads can significantly affect rolling resistance.]
- 4.6 The range of speeds over which the vehicle is coasted should be as wide as possible considering the length of the straightaway. The speed interval shall include 50 MPH (80 km/h) and should include the range of 60-10 MPH (100-16 km/h). **This is a deviation from SAE Standard J1263.**
- 4.7 Tires shall have accumulated a minimum of 100 miles (160 km) through testing in accordance with ETA-UTP004 "Constant Speed Range Test" prior to this testing. Vehicles should have accumulated a minimum of 300 miles (500 km) prior to this testing. Actual mileage shall be recorded prior to starting testing. **This is a deviation from SAE Standard J1263.**
- 4.8 The tires should have at least 75% of the original tread depth remaining. All tire break-in shall be performed on the test vehicle. Tread depth will be recorded in 1/32 inch increments prior to start of test.

5.0 Testing Activity Requirements

Activities necessary to complete the test are identified in the following sections. All items should be completed, whether they are required by J1263 or not. Any section which cannot be completed should be so annotated as required by ETA-UAC002, "Control of Test Conduct," along with the appropriate justification, on Appendix A. Data collection may be via a Data Acquisition System (DAS), in lieu of hand-written entries. Such data shall be transcribed in accordance with the requirements of procedures ETA-UAC002, "Control of Test Conduct," and ETA-UAC004, "Review of Test Results."

NOTE

A minimum of twelve runs shall be completed in alternating directions. The runs shall be paired in order to reduce error during data reduction. A pair consists of two consecutive runs in opposite directions.

NOTE

Unless otherwise noted, the following steps may be completed in any order.

- 5.1 Estimate the vehicle's frontal area, using the formula in Attachment A. Use the body height measurement for "Curb Weight plus 332 pounds obtained during completion of Step 5.3.3 ETA-UAC006, "Vehicle Verification." Record on Appendix A. This step may be completed any time prior to data reduction.
- 5.2 Record the mileage from the odometer. Record on Appendix A.
- 5.3 Verify the vehicle windows are closed. Record on Appendix A.

NOTE

If the vehicle's regenerative braking cannot be disengaged, obtain the concurrence of the Program or Test Manager prior to continuing. This shall be noted as a Test Exception.

- 5.4 Verify that regenerative braking has been disengaged. Note the method by which this was done and record on Appendix A.

NOTE

If the drive train cannot be disengaged from the drive axle, obtain the concurrence of the Program or Test Manager prior to continuing. This shall be noted as a Test Exception.

- 5.5 Verify that the vehicle's drive train has been disengaged from the drive axle during the coast down. Note method of disengagement (clutch, electrical or mechanical neutral, etc.) Record on Appendix A.

ANEXO 12 Salazar, C. (2016). Estudio para la implementación de un dinamómetro de chasis modelo x, Guayaquil: UIDE. Recuperado el 10 de mayo de 2021 desde: <https://repositorio.uide.edu.ec/handle/37000/1050>



UNIVERSIDAD INTERNACIONAL DEL ECUADOR
FACULTAD DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ

TEMA:

**ESTUDIO PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UN DINAMÓMETRO
DE CHASIS MODELO X TRACCIÓN DOS RUEDAS DEL
FABRICANTE DYNOCOM EN UN TALLER AUTOMOTRIZ**

**TRABAJO DE TITULACIÓN PREVIO A LA OBTENCIÓN DE
TÍTULO DE INGENIERO EN MECÁNICA AUTOMOTRIZ**

AUTOR:

CESAR EDUARDO SALAZAR ARELLANO

GUAYAQUIL – MARZO 2016

1.3. Dinamómetro 2wd.

1.3.1. Reseña.

El dinamómetro es una herramienta mecánica que permite aplicar carga sobre un motor al proporcionarle un torque opuesto a su giro, simulando el escenario de la vida real en el que el motor debe entregar la potencia necesaria para impulsar un vehículo o producir el torque necesario para energizar una máquina. Figura 1.



FIGURA 1 Logo Dynocom de la serie 2WD

Fuente: UIDE – Talleres FIA extensión Guayaquil
Editado por: Cesar Salazar

Un dinamómetro es una herramienta de comprobaciones, proyectado para realizar pruebas en vehículos con objetivo de medir y analizar datos de rendimiento como potencia y torque, ayudando en el mantenimiento y preparación de motores. El dinamómetro reproduce un ambiente controlado y seguridad en la utilización del vehículo tanto como carreteras o en competencias. En este equipo de diagnóstico será posible verificar las condiciones de vehículos antes y después de cualquier alteración,

