



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO

FACULTAD DE MECÁNICA

CARRERA DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ

“ESTUDIO COMPARATIVO DEL EFECTO DE ADITIVOS COMERCIALES PARA COMBUSTIBLES EN LAS CURVAS CARACTERÍSTICAS DEL MOTOR E-TEC II EN UN VEHÍCULO CHEVROLET AVEO FAMILY 1500CC., A 2810 msnm”

Trabajo de titulación

Tipo: Proyecto de Investigación

Presentado para optar al grado académico de:

INGENIERO AUTOMOTRIZ

AUTOR: GEANN CARLOS ORDÓÑEZ ALCIVAR

DIRECTOR: Dr. JUAN MARCELO RAMOS F., Ms.

Riobamba – Ecuador

2021

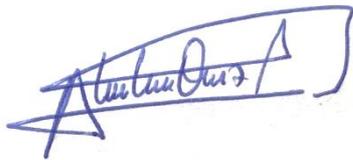
©2021, Geann Carlos Ordóñez Alcívar.

Se autoriza la reproducción total o parcial, con fines académicos, por cualquier medio o procedimiento, incluyendo la cita bibliográfica del documento, siempre y cuando se reconozca el Derecho de Autor.

Yo, Geann Carlos Ordóñez Alcívar, declaro que el presente trabajo de titulación es de mi autoría y los resultados del mismo son auténticos. Los textos en el documento que provienen de otras fuentes están debidamente citados y referenciados.

Como autor asumo la responsabilidad legal y académica de los contenidos de este trabajo de titulación; El patrimonio intelectual pertenece a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo

Riobamba, 11 de febrero de 2021



Geann Carlos Ordóñez Alcívar

050343626-3

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO

FACULTAD DE MECÁNICA

CARRERA DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ

El Tribunal del trabajo de titulación certifica que: El trabajo de titulación: Tipo: proyecto de investigación, **ESTUDIO COMPARATIVO DEL EFECTO DE ADITIVOS COMERCIALES PARA COMBUSTIBLES EN LAS CURVAS CARACTERÍSTICAS DEL MOTOR E-TEC II EN UN VEHÍCULO CHEVROLET AVEO FAMILY 1500CC., A 2810 msnm**, realizado por el señor: **GEANN CARLOS ORDÓÑEZ ALCÍVAR**, ha sido minuciosamente revisado por los Miembros del Tribunal del trabajo de titulación, el mismo que cumple con los requisitos científicos, técnicos, legales, en tal virtud el Tribunal Autoriza su presentación.

FIRMA

FECHA

Ing. José Pérez Fiallos

PRESIDENTE DEL TRIBUNAL _____

2021-02-11

Dr. Juan Macelo Ramos Flores, Ms. _____

2021-02-11

DIRECTOR/A DEL TRABAJO

DE TITULACION

Ing. Juan Carlos Castelo Valdivieso _____

2021-02-11

MIEMBRO DE TRIBUNAL

DEDICATORIA

El presente trabajo quiero dedicárselo a todas las personas que siempre me ayudaron de una u otra forma ya que sin su apoyo no hubiese podido alcanzar la meta propuesta, de culminar la carrera universitaria.

Geann

AGRADECIMIENTO

Agradezco en primer lugar a Dios, por darme la vida, salud y fuerzas para poder culminar mi carrera universitaria, aún en los peores momentos que como estudiante se sufre, lejos de la familia y de las comodidades del hogar.

De igual forma agradezco a mi toda mi familia, que ha sido un pilar fundamental en mi formación académica pero fundamentalmente humana; inculcándome siempre los mejores valores para ser la persona que soy hoy en día y agradezco especialmente a mi hermano quien siempre fue mi ejemplo a seguir y mi apoyo incondicional ante toda adversidad.

Agradezco también a mi novia la cual me acompañó muchos años de mi vida universitaria, apoyándome siempre en cada momento y aún más, en los difíciles, estoy seguro que sin ella a mi lado no hubiese podido definir y tener mis metas claras, por esta razón y muchas más, infinitamente gracias.

No puedo dejar de agradecer a mis amigos que a lo largo de la carrera universitaria con sus ocurrencias y experiencias hacen que la vida universitaria tenga el toque de alegría necesario para poder disfrutar esta etapa de la vida.

Finalmente quiero agradecer al Doctor Marcelo Ramos por ser el iniciador del siguiente tema, y al Ing. Juan Carlos Castelo. A ambos gracias por todos los conocimientos impartidos a lo largo de la carrera universitaria y para la elaboración de este proyecto.

Geann

TABLA DE CONTENIDO

ÍNDICE DE TABLAS.....	x
ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	xi
ÍNDICE DE GRÁFICO.....	xii
ÍNDICE DE ANEXOS.....	xiii
RESUMEN.....	xiv
ABSTRACT.....	xv
INTRODUCCIÓN.....	1

CAPÍTULO I

1. MARCO REFERENCIAL.....	2
1.1 Antecedentes.....	2
1.2 Planteamiento del problema.....	3
1.3 Justificación.....	3
1.4 Objetivos.....	4
1.4.1 <i>Objetivo general.</i>	4
1.4.2 <i>Objetivos específicos.</i>	4

CAPITULO II

2. MARCO TEÓRICO.....	5
2.1 Curvas características de los motores de combustión interna.....	5
2.1.1 <i>Potencia.</i>	5
2.1.2 <i>Torque.</i>	6
2.1.3 <i>Consumo específico.</i>	8

2.1.4	<i>Ciclo IM-240.</i>	9
2.1.5	<i>Presión media efectiva.</i>	12
2.2	Combustible.	13
2.2.1	<i>Gasolina.</i>	14
2.2.2	<i>Propiedades físicas de los combustibles.</i>	14
2.2.3	<i>Propiedades químicas de los combustibles.</i>	15
2.3	Aditivos.	16
2.3.1	<i>OB-506 Octane Booster – Abro.</i>	17
2.3.2	<i>Octane booster 3520 – Bardahl.</i>	18
2.3.3	<i>Octane Plus – Liqui Moly.</i>	18
2.3.4	<i>Dinamómetro.</i>	19
2.4	Encuesta.	21
2.4.1	<i>Encuesta muestral.</i>	21
2.5	Muestro Probabilístico.	22
2.5.1	<i>Muestreo aleatorio simple.</i>	22

CAPITULO III

3.	MARCO METODOLÓGICO.	23
3.1	Tipo e identificación de las variables.	23
3.1.1	<i>Variables dependientes.</i>	23
3.1.2	<i>Variables independientes.</i>	23
3.2	Hipótesis.	23
3.2.1	<i>Hipótesis general.</i>	23
3.2.2	<i>Hipotesis específicas.</i>	23

3.3	Tipo de investigación.....	24
3.4	Diseño de investigación.....	24
3.5	Método de investigación.....	25
3.6	Población de estudio.....	25
3.7	Diseño experimental.....	25
3.8	Materiales y métodos.....	26
3.8.1	<i>Vehículo para ejecución de pruebas Aveo Family 1500cc.</i>	26
3.8.2	<i>Mezclas requeridas.</i>	27
3.8.3	<i>Ensayo en el banco dinamométrico.</i>	27
3.8.4	<i>Ensayo de consumo bajo el ciclo IM-240.</i>	33

CAPITULO IV

4.	MARCO DE ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS.	36
4.1	Tabulación de resultados.....	36
4.2	Tabulación de encuestas.....	36
4.3	Tabulación de torque.....	37
4.4	Tabulación de potencia.....	38
4.4.1	<i>Potencia, aditivo A.</i>	39
4.4.2	<i>Potencia, aditivo B.</i>	40
4.4.3	<i>Potencia, aditivo C.</i>	41
4.4.4	<i>Comparativo de potencia.</i>	41
4.5	Tabulación de consumo de combustible.....	42
	CONCLUSIONES.	45

RECOMENDACIONES..... 47

GLOSARIO

BIBLIOGRAFÍA

ANEXOS

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1-2: Especificaciones del ciclo IM-240	11
Tabla 2-2: Cambios usados durante el ciclo IM-240	12
Tabla 3-2: Valores orientativos de presión media efectiva máxima de distintos tipos de motor.	13
Tabla 4-2: Condiciones de ensayo para la determinación del RON y MON en un motor CFR. 16	
Tabla 5-2: Especificaciones del dinamómetro de rodillos LPS 3000 de MAHA	21
Tabla 1-3: Especificaciones técnicas Aveo Family 1500cc.....	27
Tabla 2-3: Mezclas de combustible y aditivo	27
Tabla 1-4: Valores de torque (Nm).....	37
Tabla 2-4: Valores de potencia (Hp).....	38
Tabla 3-4: Resultados de consumo por cada mezcla.	43
Tabla 4-4: Resultados de consumo en km/gal por cada tramo del ciclo IM-240.....	44

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1-2: Descomposición de la fuerza resultantes para el cálculo del momento motor.....	7
Figura 2-2: Clasificación de los combustibles utilizables en MCIA.....	13
Figura 3-2: Aditivo de Abro OB-506.....	17
Figura 4-2: Aditivo de Bardahl 3520.....	18
Figura 5-2: Aditivo de Liqui Moly	19
Figura 1-3: Aveo Family 1500cc, en el dinamómetro de chasis LPS3000.....	28
Figura 2-3: Bomba de presión externa.....	29
Figura 3-3: Conexión de bomba de presión externa.	30
Figura 4-3: Ventilador	31
Figura 5-3: Sensor de temperatura.....	32
Figura 6-3: Equipos de conexión entre vehículo y dinamómetro de chasis.....	33
Figura 7-3: Vehículo preparado para las pruebas de consumo bajo el ciclo IM-240	35

ÍNDICE DE GRÁFICO

Gráfico 1-2: Curva característica de potencia.....	6
Gráfico 2-2: Curva del par motor a plena carga.....	8
Gráfico 3-2: Curva del par motor a plena carga.....	9
Gráfico 4-2: Ciclo IM-240	10
Gráfico 5-2: Grafica Velocidad Vs Tiempo ciclo IM-240.....	11
Gráfico 1-4: Resultados de las encuestas realizadas	36
Gráfico 2-4: Valores de torque en Nm.....	37
Gráfico 3-4: Valores de potencia (Hp).....	39
Gráfico 4-4: Potencia (Hp), Extra vs Aditivo A	39
Gráfico 5-4: Potencia (Hp), Extra vs Aditivo B.....	40
Gráfico 6-4: Potencia (Hp), Extra vs Aditivo C.....	41
Gráfico 7-4: Comparativa entre mezclas de combustible.	41
Gráfico 8-4: Valores de consumo en (km/gal).....	45

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO A: GESTIÓN DEL PROYECTO.

ANEXO B: DIAGRAMA DE GANTT

ANEXO C: LISTA DE MATERIALES USADO EN LAS PRUEBAS.

ANEXO D: LISTA DE COSTOS.

ANEXO E: EVIDENCIA DE ENCUESTAS

ANEXO F: EVIDENCIA FOTOGRÁFICA.

ANEXO G: RESULTADOS DE TORQUE Y POTENCIA CON COMBUSTIBLE EXTRA SIN ADITIVOS.

ANEXO H: RESULTADOS DE TORQUE Y POTENCIA CON COMBUSTIBLE EXTRA ADICIONADO ADITIVO A.

ANEXO I: RESULTADOS DE TORQUE Y POTENCIA CON COMBUSTIBLE EXTRA ADICIONADO ADITIVO B.

ANEXO J: RESULTADOS DE TORQUE Y POTENCIA CON COMBUSTIBLE EXTRA ADICIONADO ADITIVO C.

ANEXO K: RESULTADOS DE CONSUMO USANDO LA MEZCLA DE COMBUSTIBLE SIN ADITIVO BAJO EL CICLO IM-240.

ANEXO L: RESULTADOS DE CONSUMO USANDO LA MEZCLA DE COMBUSTIBLE CON ADITIVO A BAJO EL CICLO IM-240.

ANEXO M: RESULTADOS DE CONSUMO USANDO LA MEZCLA DE COMBUSTIBLE CON ADITIVO B BAJO EL CICLO IM-240.

ANEXO N: RESULTADOS DE CONSUMO USANDO LA MEZCLA DE COMBUSTIBLE CON ADITIVO B BAJO EL CICLO IM-240.

RESUMEN

El objetivo de este trabajo fue realizar un estudio comparativo del efecto de aditivos comerciales para combustibles en las curvas características del motor ETEC-II en un vehículo Chevrolet Aveo Family 1500cc a 2810 msnm, para lo cual, se realizaron encuestas en la zona centro de la ciudad de Riobamba, con el fin de determinar y seleccionar tres aditivos de mayor comercialización. La obtención de las curvas características del motor (torque, potencia y consumo), se realizó en un dinamómetro automotriz marca Maha modelo LPS3000, en el cual se estudiaron las tres mezclas de aditivo más combustible extra, preparadas según las instrucciones de cada fabricante. Para determinar las curvas de torque y potencia se efectuaron 3 pruebas, el consumo se obtuvo mediante el ciclo IM-240 donde se llevaron a cabo 2 pruebas con 3 corridas cada una por cada mezcla. Los resultados de las encuestas arrojaron que las marcas de los aditivos elevadores de octanaje de mayor comercialización fueron los siguientes: Abro, Liqui Moly y Bardahl, a los cuales se les identificó con los caracteres A, B, y C indistintamente. Los resultados fueron analizados respecto a la mezcla de combustible extra sin aditivo, obteniendo los siguientes resultados: en la curva de torque, la mezcla de combustible más aditivo A obtuvo el mejor resultado con un aumento del 1.2%; en la curva de potencia, la mezcla de combustible más aditivo B tuvo un aumento del 0.7% y, en el caso de consumo, la mezcla de combustible sin aditivo tuvo los mejores resultados. Se concluye que los aditivos para combustibles, si mejoran las curvas características del motor, pero no de manera sustancial en cada variable. Se recomienda estudiar el efecto de las curvas al modificar las concentraciones de aditivo en el combustible y el daño que puede provocar al medio ambiente.

Palabras clave: <TECNOLOGÍA Y CIENCIAS DE LA INGENIERÍA>, <ADITIVOS>, <COMBUSTIBLE EXTRA>, <CURVAS CARACTERÍSTICAS>, <MOTORES DE COMBUSTION INTERNA>, <MOTOR ETEC-II>



06-04-2021

0951-DBRAI-UTP-2021

ABSTRACT

The objective of this work was to carry out a comparative study of the effect of commercial additives for fuels in the characteristic curves of the ETEC-II engine in a Chevrolet Aveo Family vehicle 1500cc at 2810 masl. Its surveys were conducted in the downtown area of Riobamba city, to determine and select the three most commercialized additives. The obtaining of the characteristic curves of the motor (torque, power, and consumption), was carried out in an automotive dynamometer model LPS3000 of a Maha brand. In which the three mixtures of additive plus extra fuel were studied, prepared according to the instructions of each manufacturer. Three tests were carried out to determine the torque and power curves, the consumption was obtained through the IM-240 cycle; where two tests were implemented with three runs for each mixture. The results of the surveys showed that the brands of the fuel additives octane booster of higher commercialization were the following: Abro, Liqui Moly, and Bardahl, which were identified with the characters A, B, and C indistinctly. The results were analyzed concerning the extra fuel mixture without additive, obtaining the following results: on the torque curve, the fuel mixture plus additive A got the best result with an increase of 1.2%; on the power curve, the fuel mixture plus additive B increased by 0.7% and, in the case of consumption, the fuel mixture without additive had best results. It is concluded that the fuel additives improve the curves engine characteristics, but not substantially in each variable. It is recommended to study the effect of curves when modifying additive concentrations in the fuel and the damage that it can cause to the environment.

Keywords: <ENGINEERING SCIENCE AND TECHNOLOGY>, <ADDITIVES>, <EXTRA FUEL>, <CHARACTERISTIC CURVES>, <ENGINES OF INTERNAL COMBUSTION>, <E TEC-II ENGINE>

INTRODUCCIÓN.

La industria automotriz mejora constantemente, por lo cual la calidad del combustible es primordial para un adecuado rendimiento del motor. Mejorar la calidad del combustible incurre en obtener una mejora de las curvas características del motor.

En el Ecuador existen tres tipos de gasolinas: súper, extra y eco-país, que tienen octanajes de 92, 85 y 85 respectivamente. Estos valores son menores en comparación a las que se expenden en otros países de la región, en Perú, por ejemplo, se comercializa combustible de hasta 98 octanos, por tal razón en la actualidad los propietarios de los vehículos optan por añadir aditivos al combustible que se cree son la solución para los combustibles de bajo octanaje ya que ofrecen aumentar el mismo y así compensar esta pérdida que podría afectar al motor a largo plazo.

El octanaje o también conocido como índice de octano es la escala que mide cuán antidetonante es el combustible, es importante para el proceso de combustión de un motor, puesto que, cuando el octanaje es bajo ocurre el denominado “cascabeleo” que afecta al desempeño del mismo.

Con este antecedente en el presente trabajo se estudió cuál es el efecto real que tienen los aditivos para combustibles sobre el motor, si existe algún cambio en las curvas características; torque, potencia y consumo específico, en relación a dichas curvas obtenidas sin ningún tipo de aditivo, dicha comprobación se llevó a cabo con el uso del dinamómetro de chasis.

CAPÍTULO I

1. MARCO REFERENCIAL.

1.1 Antecedentes.

Actualmente la tecnología automotriz, con relación a épocas pasadas, ha evolucionado en aspectos como; confiabilidad, confortabilidad, diseño, materiales y particularmente mejorando el rendimiento del motor. Los motores de combustión interna con relación a los antiguos, son motores más eficientes con un bajo consumo de combustible, esto es debido a factores como; el avance de la electrónica en el campo automotriz, reemplazando componentes mecánicos por componentes electrónicos, otro aspecto importante a considerar es el downsizing automotriz lo cual nos indica que con motores sobrealimentados con una cilindrada menor, se logra obtener una mayor eficiencia y una variación importante en la curvas de torque y potencia.

Para lograr un mejor rendimiento del vehículo es necesario recordar que un factor importante es la calidad del combustible, tal que, para el motor E-TEC II del vehículo Aveo Family, el fabricante recomienda un combustible que este entre 91 a 95 octanos. En Ecuador los combustibles de mayor comercialización son los denominados Extra y Eco-país, tal como lo indica diario El Comercio en una de sus editoriales (Pacheco, 2019) “Subió la demanda de extra y eco-país, en 42,3 millones de galones, refiere Petroecuador. Este incremento se debe al aumento del precio de la gasolina súper.”. Esta es la razón por la que los combustibles antes mencionados, al tener 85 octanos, no cumplen con las especificaciones del fabricante del motor antes mencionado pudiendo producir fallas en el mismo.

Entre los diferentes tipos de aditivos destacan los aditivos para combustibles que, según indican las propias marcas, ayuda a mejorar el octanaje del combustible. Por ejemplo, una marca de aditivos reconocida a nivel mundial expresa lo siguiente: “...reduce el consumo de combustible y está ahorrando dinero. Nuestros aditivos para aceite limpian el motor por dentro, reducen el consumo de aceite y protegen ante la corrosión. Son aptos tanto para motores de gasolina como para motores diésel y ayudan a restablecer la potencia original del motor de su vehículo. Nuestros aditivos para gasolina y diésel mantienen limpio todo el sistema de combustible y garantizan la combustión y compresión óptimas.” (Liqui Moly, 2014)

Por esta razón, el usuario de un vehículo al no conseguir un combustible con el octanaje adecuado o indicado por el fabricante del vehículo, opta por el uso de aditivos que ayuden a compensar dicha reducción.

1.2 Planteamiento del problema.

Existen diferentes tipos de aditivos para el motor, entre ellos:

- Aditivos limpiadores, los se encargan de limpiar partes del motor como válvulas e inyectores
- Aditivos anti humos para motores diésel específicamente
- Aditivos para combustibles, los cuales están disponibles para motores diésel o gasolina.

En una edición del diario Metro se indica que (Metro Ecuador, 2018) “En el 2012, la gasolina extra pasó de 81 a 87 octanos y la súper subió de 90 a 92. Pero su venta duró solo dos años. La decisión para abandonar esos niveles tiene como base las resoluciones de abril del 2014 y diciembre del 2015. Actualmente la empresa estatal despacha gasolina extra de hasta 85 octanos y súper de 90”. La reducción del octanaje en el combustible extra y súper comercializados afecta a los motores produciendo el denominado “cascabeleo” según (Rolle, 2012 pág. 153) indica lo siguiente sobre el cascabeleo “ Debido a que todas las mezclas de aire y combustible tienen una temperatura a la cual entran en combustión de forma espontánea, cuando el octanaje no es el adecuado, dicha temperatura es alcanzada en el cilindro antes que la bujía encienda la mezcla y en consecuencia produce una explosión aguda, que genera un ruido denominado “cascabeleo”. Al producirse este efecto en el motor disminuye la potencia y la eficiencia del motor; por cuya razón se busca elevar el octanaje del combustible con la ayuda de aditivos. No obstante, no se dispone de evidencia o estudios que señalen el efecto real del uso de dichas sustancias sobre el comportamiento del motor.

El presente trabajo busca determinar las curvas características de un motor E-TEC II “con” y “sin” la aplicación de distintos aditivos para combustible, de tal forma que se pueda comparar su comportamiento con cada una de las mezclas de combustible más aditivo.

1.3 Justificación.

En la actualidad el avance en la química relacionada a la industria automotriz ha llevado al desarrollo de aditivos que ofrecen mejorar las propiedades del combustible y favorecer el rendimiento del motor; por ejemplo, la marca Bardahl indica: “Uno de los mayores beneficios de los aditivos de combustible es el incremento de la potencia, pues aumentan el octanaje que se obtiene directamente del combustible. Eso resulta en una mejor combustión dentro del motor, que en un corto plazo contribuye al ahorro de gasolina. A largo plazo, el desgaste del motor se ve reducido”. (Bardahl, 2014)

En el Ecuador el mercado de los aditivos para combustibles ha experimentado un incremento en los últimos años; así lo indica Diario El Comercio: “La venta de aditivos subió entre un 5 y 50% en los establecimientos consultados por este Diario, desde fines de 2018. Los dependientes atribuyen esto a que el alza del precio de la [gasolina] súper obligó a ciertos usuarios a reemplazar este combustible por extra o eco-país” (Rosales , y otros, 2019). Al hallarse una alta demanda de este producto y al conocer que existe escasa investigación sobre el efecto de los aditivos para combustibles de mayor comercialización, es útil obtener mayor información de sus efectos sobre el motor por ejemplo, al indagar en la página web del Consorcio de Bibliotecas Universitarias del Ecuador se encontraron investigaciones sobre aditivos para combustible, pero orientadas al efecto sobre emisiones; sin considerar su influencia sobre las curvas características del motor (torque, potencia y consumo específico) y sin considerar las condiciones atmosféricas diferentes, como es el caso de Riobamba.

Esta investigación permitió determinar las curvas características del motor ETEC II del vehículo Aveo Family 1500cc., al utilizar distintos aditivos comerciales, determinando qué efecto tuvieron los diferentes aditivos sobre el comportamiento y rendimiento del motor.

1.4 Objetivos.

1.4.1 *Objetivo general.*

Desarrollar un estudio comparativo del efecto de aditivos comerciales para combustibles en las curvas características del motor E-TEC II en un vehículo Chevrolet Aveo Family 1500cc., a una altura de 2810 msnm.

1.4.2 *Objetivos específicos.*

- Definir cuáles son los aditivos para combustibles de mayor demandada en la ciudad de Riobamba, mediante encuestas y entrevistas.
- Determinar mediante pruebas en un dinamómetro de chasis el efecto de los aditivos en las curvas características del motor de combustión interna al utilizar diferentes mezclas de combustibles más aditivos
- Tabular y analizar los resultados obtenidos de las curvas características del motor E-TEC II, con las distintas mezclas.

CAPITULO II

2. MARCO TEÓRICO.

2.1 Curvas características de los motores de combustión interna.

Las curvas características de los motores de combustión interna o también conocidas como curvas de rendimiento son únicas para cada motor y varían en función de los parámetros del motor como; cilindrada, relación de compresión, volumen de la cámara de combustión, etc. Estas curvas muestran la potencia, torque o par y consumo de combustible a partir de la velocidad a la que trabaja el motor. (Alvarado Chaves, 2004 pág. 72)

2.1.1 *Potencia.*

De acuerdo a (Castillo, y otros, 2017) se define a la potencia como; a qué velocidad se puede disponer del par, la potencia desarrollada en un motor depende de la relación de compresión y cilindrada, puesto que a valores más altos de estas se tiene una mayor explosión y con una mayor fuerza ejercida al pistón; también depende directamente de las revoluciones por minuto a las que gira el motor. La potencia puede ser determinada mediante la Ecuación 1

$$P = \tau * w = \frac{\tau * n}{2\pi} \quad (1)$$

Donde:

- P : Potencia del motor (kW)
- τ : Torque o par motor (N·m)
- w : Velocidad angular del eje del cigüeñal (rad/s)
- n : Revoluciones por minuto (rpm)

En el gráfico 1-2 se observa la curva característica de la potencia teniendo la velocidad máxima en función del régimen de giro, donde se visualiza el comportamiento de la curva después de llegar al punto máximo.

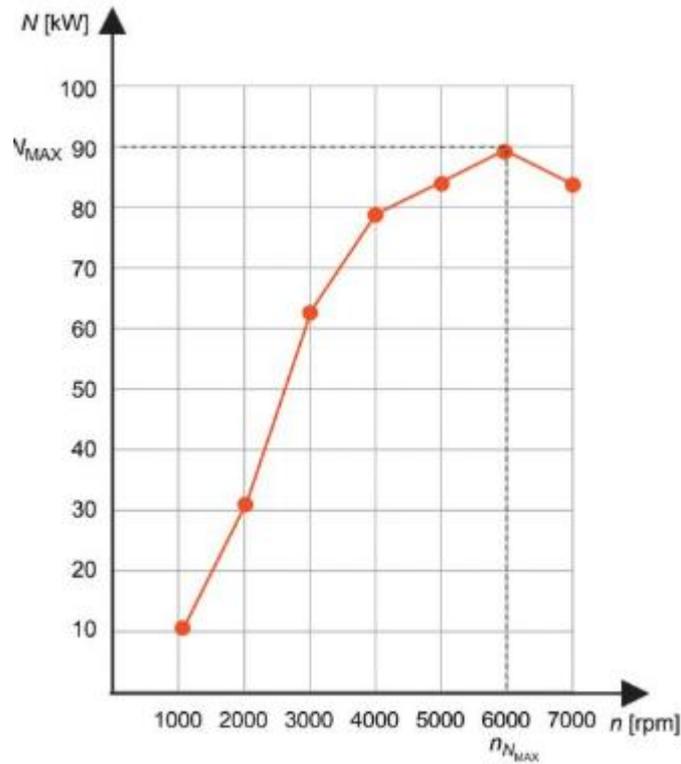


Gráfico 1-2: Curva característica de potencia.

Fuente: (Calleja Gonzáles, 2015 pág. 45)

2.1.2 Torque.

Se conoce al par motor como un esfuerzo giratorio el cual se mide en lb-ft, kg-m o N-m, a cualquier eje o engranaje que se lo haga girar tiene aplicado un par motor. Las bielas y los pistones empujan los codos del cigüeñal lo cual hace que este gire y produzca un par que posteriormente es transmitido a la caja de cambios haciendo girar los piñones, este par motor o esfuerzo giratorio por medio del tren de potencia hace que giren las ruedas propulsoras. (Crouse, 1993 pág. 677)

En la figura 1-2, se observa la descomposición de las fuerzas que interactúan en la obtención del par motor.

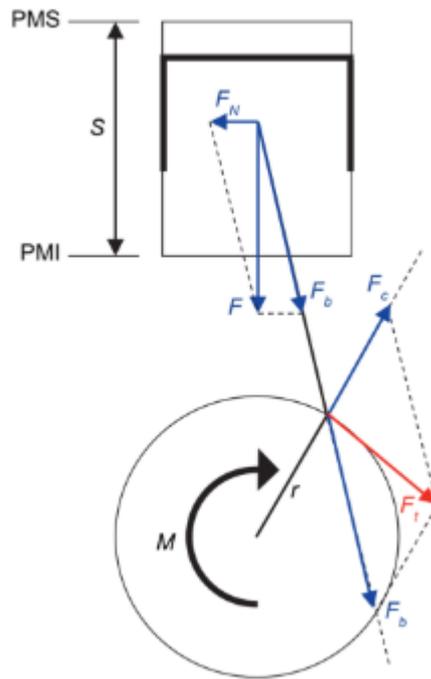


Figura 1-2: Descomposición de la fuerza resultantes para el cálculo del momento motor.

Fuente: (Calleja Gonzáles, 2015 pág. 42)

El producto de la fuerza por el radio r de la manivela determina el par motor, reflejado aritméticamente en la Ecuación (2).

$$\tau = F_b * r \quad (2)$$

- τ : Torque o par motor (N·m)
- F_b : Fuerza sobre la biela (N)
- r : Radio de la manivela del cigüeñal (m)

En el gráfico 2-2 se observa la curva característica del par motor, se encuentra el valor del máximo momento en función del régimen de giro.

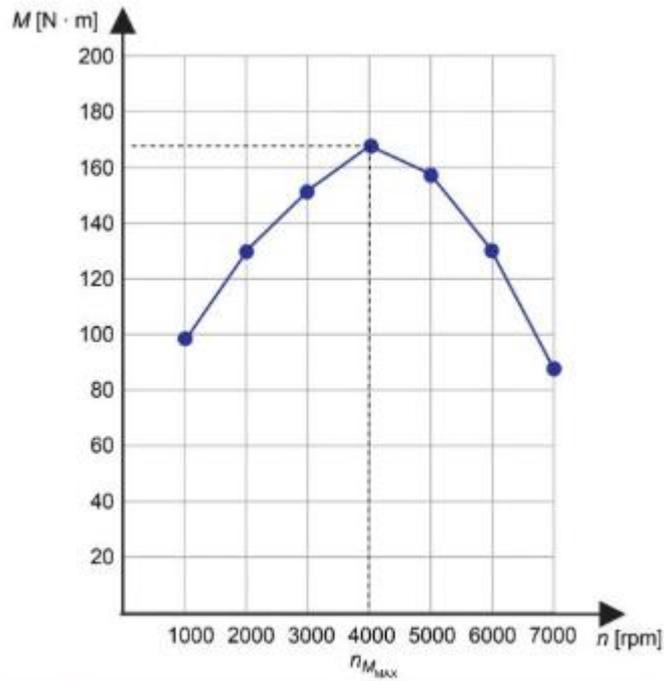


Gráfico 2-2: Curva del par motor a plena carga.

Fuente: (Calleja Gonzáles, 2015 pág. 42)

2.1.3 Consumo específico.

Se define como consumo específico el consumo de combustible en relación a la potencia producida y se representa en la Ecuación (3):

$$g_{ef} = \frac{m_f}{N_e} \quad (3)$$

Donde:

- m_f : gasto de combustible.
- N_e : Potencia efectiva.

Las unidades usadas habitualmente son g/kWH, pues expresa directamente los gramos consumidos para dar una potencia determinada en kW durante una hora. Sin embargo, g/MJ sería también una unidad válida. (F. Payri, 2011 pág. 63).

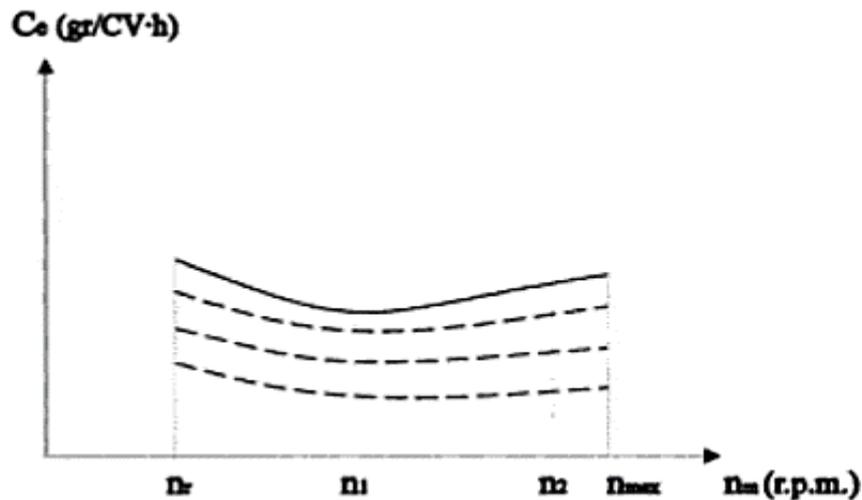


Gráfico 3-2: Curva del par motor a plena carga.

Fuente: (Calvo Martín, et al., 1997 p. 81)

Medida de consumo.

La curva de consumo específico en conjunto con los valores de potencia y régimen de funcionamiento obtenidos en un banco de prueba, determinan el régimen económico dentro del cual se obtiene el funcionamiento óptimo del motor, hablando de dos consumos fundamentales:

- El consumo horario expresado en lt/h, permite realizar cálculos de escala económico logrando así conocer su autonomía en función de la capacidad depósito.
- El consumo específico expresado en g/CV-h, permite el estudio comparativo de diversos motores con combustibles del mismo poder energético obteniendo el rendimiento útil en función del consumo de combustible. (Sánchez Gutiérrez, 2012 pág. 75).

2.1.4 Ciclo IM-240.

El ciclo IM-240, se realiza sobre un dinamómetro, es un ciclo que se caracteriza por que las pruebas no se realizan a velocidad constante ya que el vehículo se somete a aceleraciones y desaceleraciones en un recorrido de 3.2 km.

Ciclo FTP75.

El ciclo FTP75 o Federal Test Procedure se desarrolló en 1970, es empleado en Estados Unidos para que los vehículos urbanos obtengan la certificación de emisiones debido a que representan los rasgos más representativos de manejo tanto en carretera como en la ciudad. Sus principales características son:

- Recorrido de 17.77 Km.

- Tiempo de recorrido 41 minutos y 15 segundos.
- Velocidad promedio del ciclo 34.1
- Velocidad máxima del ciclo 92.1

Procedimiento.

El ciclo IM-240 es una simplificación del ciclo FTP el cual dura un total de 240 segundos, de los primeros 505 segundos del ciclo americano FTP, como se indica en el gráfico 4-2.

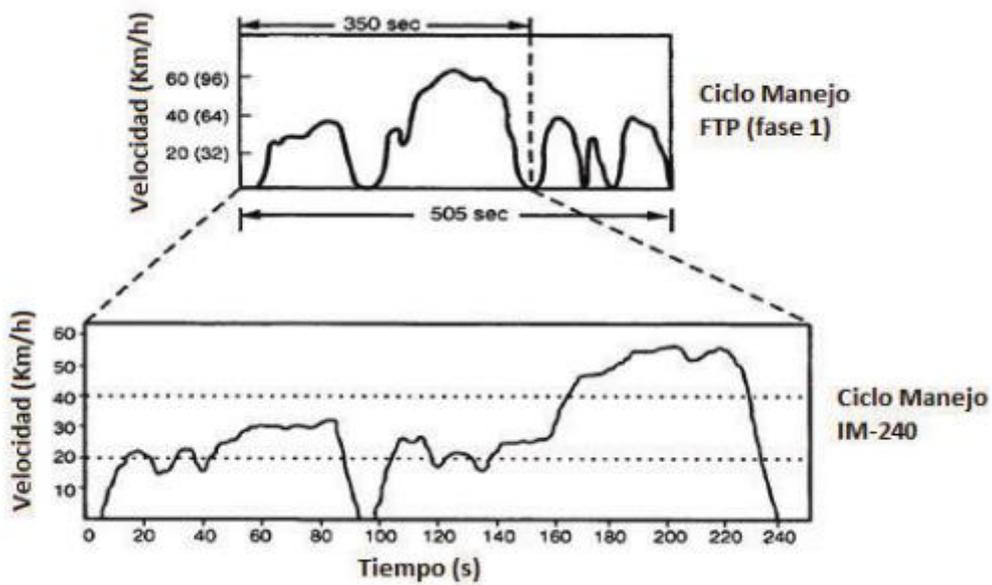


Gráfico 4-2: Ciclo IM-240

Fuente: (Recalde Rojas, y otros, 2015 pág. 15)

Para la ejecución del ciclo el motor debe estar en su temperatura optima de funcionamiento (90-92 °C), en la tabla 1-2 se detallan las especificaciones para el recorrido y en el gráfico 5-2 se observa la variación de velocidad/tiempo que describe el ciclo.

Tabla 1-2: Especificaciones del ciclo IM-240

Distancia recorrida	3.2 Km
Duración del test	240 s
Velocidad Media	30 km/h
Velocidad Máxima	92 km/h
Tiempo en ralentí	11 s (4.58 % del test)

Fuente: (Recalde Rojas, y otros, 2015 pág. 16)

Realizado por: Ordoñez, Geann, 2020

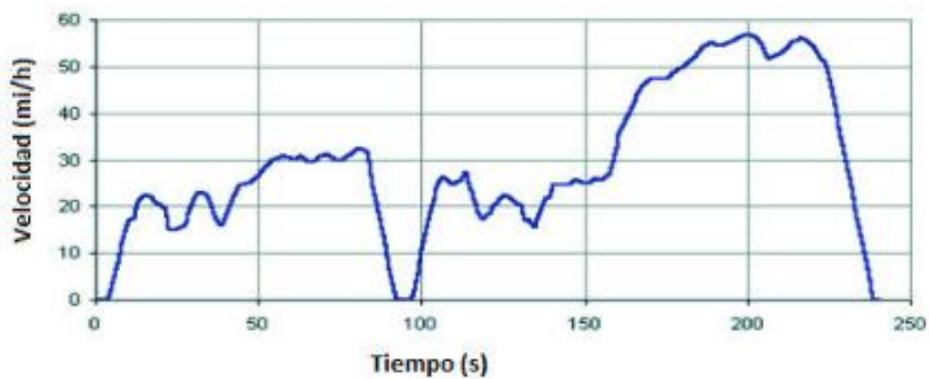


Gráfico 5-2: Grafica Velocidad Vs Tiempo ciclo IM-240

Fuente: (Recalde Rojas, y otros, 2015 pág. 16)

El cambio de marchas que el operario debe realizar se rige a la tabla 2-2, en el caso de vehículos con transmisión manual, el cambio se debe realizar cuando el vehículo llegue a la velocidad indicada, cuando el vehículo tenga 6 marchas se realiza el mismo procedimiento omitiendo la última marcha en orden ascendente.

Tabla 2-2: Cambios usados durante el ciclo IM-240

Cambio secuencial de Marchas	Velocidad en (Km/ h)	Tiempo del ciclo Nominal en Segundos
1-2	24.13	9.3
2-3	40.22	47
Desacelerar - Embragar	24.13	87.9
1-2	24.13	101.6
2-3	40.22	105.5
3-2	27.35	119
2-3	40.22	145.8
3-4	64.36	163.6
4-5	72.40	167
5-6	80.45	180
Desacelerar - Embragar	24.13	234.5

Fuente: (Recalde Rojas, y otros, 2015 pág. 17)

Realizado por: Realizado por: Ordoñez, Geann, 2020

El equipamiento necesario para realizar la prueba de consumo con el ciclo IM-240 es el siguiente.

- Dinamómetro de chasis.
- Monitor para observar el recorrido del ciclo y que el operario pueda conocer cuando debe cambiar de marcha.
- Ventilador para enfriamiento del motor.
- Bomba de presión externa.
- Matraz y probeta para medición de combustible al finalizar cada prueba.

2.1.5 Presión media efectiva.

Por analogía con la presión media indicada (pmi), se define la presión media efectiva (pme) como una presión constante que durante la carrera de expansión producirá un trabajo igual al trabajo efectivo, con lo que se puede escribir en la Ecuación (4):

$$pme = \frac{W_e}{V_T} = \frac{N_e}{i * n * V_T} \text{ (z cilindros) (4)}$$

Donde:

- W_e : Trabajo efectivo.
- V_T : Cilindrada total.
- N_e : Potencia efectiva.
- i : Número de ciclos por vuelta.

- n : Régimen de giros.

En el caso de un motor policilíndrico la pme que se obtiene es la media de todos los cilindros. (F. Payri pág. 63)

Tabla 3-2: Valores orientativos de presión media efectiva máxima de distintos tipos de motor.

	Motor MEP	PME [bar]	Motor MEC	PME [bar]
	Competición	16	Automóvil (IDI)	12
4T	Atmosféricos	13	Automóvil (DI Sobrealimentado)	23
	Sobrealimentados	17	Industrial / Vehículo pesado	23
2T	2T pequeño tamaño	12	2T gran tamaño (sobrealimentado)	25

Fuente: (F. Payri, 2011 pág. 63)

Realizado por: Ordoñez, Geann, 2020

2.2 Combustible.

Al respecto de los combustibles, Payri menciona que “Son sustancias capaces de reaccionar exotérmicamente con el oxígeno, transformando la energía asociada a su estructura molecular en energía térmica”. También los clasifica en sólidos, líquidos y gaseosos. No obstante, indica que los motores de combustión interna (MCI), por sus elevadas exigencias de velocidad de mezcla y reacción, requieren combustibles líquidos. (F. Payri, 2011 pág. 390)

Una clasificación de los combustibles utilizables en MCI es mostrada en la Figura 2-2

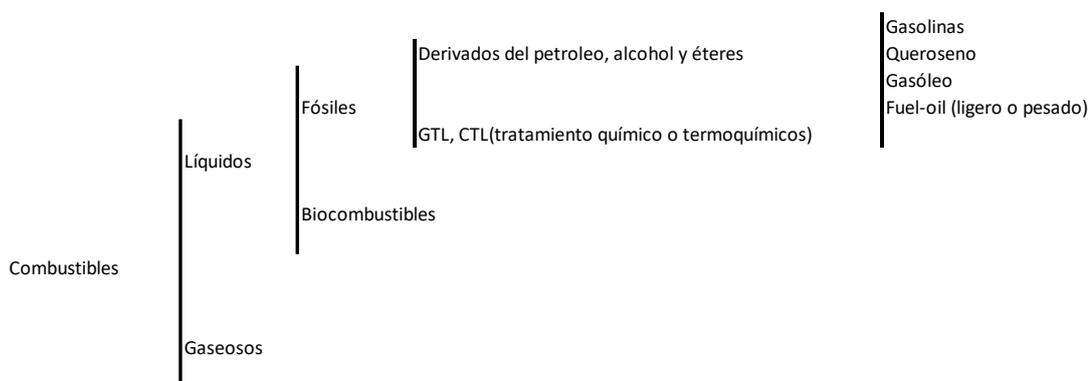


Figura 2-2: Clasificación de los combustibles utilizables en MCI.

Fuente: (F. Payri, 2011 pág. 391).

2.2.1 Gasolina.

La gasolina es un hidrocarburo (HC), constituido por partículas de hidrógeno y carbono. Cuando las moléculas de hidrógeno se combinan con el oxígeno se forma agua (H_2O), y cuando el carbono se combina con el oxígeno se forma dióxido de carbono y monóxido de carbono; si los gases, al momento de la combustión, reaccionaran de manera ideal, solo se obtendría agua y dióxido de carbono. Al ser la gasolina el combustible indispensable para los motores de encendido por chispa (MEC), es necesario conocer su composición y sus propiedades. (Calleja Gonzáles, 2015 pág. 206).

2.2.2 Propiedades físicas de los combustibles.

Volatilidad.

La volatilidad es la predisposición que tiene una sustancia líquida a evaporarse a una determinada temperatura o presión. Es una propiedad muy importante a tener en cuenta en el encendido en frío de un combustible y en los procesos de combustión donde se requiera una mezcla homogénea de aire – combustible. (Muñoz Domínguez, y otros, 2014 pág. 87).

Calor latente de vaporación.

El calor latente de vaporación es el calor que debe absorber el combustible para pasar del estado líquido a gaseoso. Esta característica también influye en el llenado de los cilindros y la potencia que desarrolla el motor. (Muñoz Domínguez, y otros, 2014 pág. 89).

Viscosidad.

Una breve definición de viscosidad es la capacidad que tiene un líquido a fluir. La viscosidad se relaciona directamente con el poder lubricante del combustible, en especial en los gasóleos y fuelóleos empleados en motores de encendido por compresión (MEP), ya que el combustible lubrica el sistema de bombeo y los inyectores. (Muñoz Domínguez, y otros, 2014 pág. 89).

Punto de cristalización.

El punto de cristalización significa la temperatura a la cual el combustible no presente problemas de bombeo o taponamiento de filtros. Es una propiedad importante para combustibles usados en reactores. (Velazco Aparacio, 2015 pág. 128).

Estabilidad térmica.

Se entiende como estabilidad térmica a la capacidad de un combustible de permanecer inalterado a altas temperaturas. Esta propiedad es crítica en casos donde el combustible cumpla la función de lubricante, caso contrario, al degradarse perdería su lubricidad. (Odetti, y otros, 2005 pág. 105).

2.2.3 *Propiedades químicas de los combustibles.*

Poder calorífico.

El poder calorífico representa la energía liberada de una reacción química, ya sea en peso o volumen de carburante. Cuando la reacción química de combustión es completa se forma dióxido de carbono (CO_2) y agua (H_2O). El poder calorífico se divide en; poder calorífico superior (PCS) y poder calorífico inferior (PCI). (Wauquier, 1994 pág. 178).

El PCS toma en cuenta el calor que procede de la condensación del agua presente de los efectos de combustión. (Heinrich, y otros, 2003 pág. 70)

El PCI no toma en cuenta el calor que procede de la condensación del agua debido a que el agua se encuentra en estado de vapor. (Rapin, y otros, 1997 pág. 127)

Dosado estequiométrico.

El dosado estequiométrico se define como la relación másica que existe entre el combustible y aire necesario para tener una combustión estequiométrica; es decir, que no sobre ni aire ni combustible. (Molina A, 2005 pág. 186).

Octanaje.

El octanaje es la medida que indica cuán antidetonante es un combustible; en otras palabras, la capacidad de soportar compresión antes de detonar. Es muy importante conocer la definición de este parámetro, ya que la mayor parte del presente trabajo se centra en la relación que existe entre el octanaje y los aditivos. Adicionalmente es importante acotar que “El índice de octano no es una medida de la “potencia” o “calidad” del combustible, es sencillamente una medida de la resistencia del combustible al cascabeleo (golpeteo) del motor causado por la combustión prematura.” (Cengel, 2012 pág. 536).

El procedimiento para determinar el número de octanos lo explica (Wauquier, 1994 pág. 193) indicando lo siguiente: “La medida de los números de octano se realiza por medio de un motor denominado Cooperative Fuel Research (CFR), el cual es un motor monocilíndrico que ostenta una estructura muy robusta con el fin de soportar detonaciones prolongadas, este motor funciona en plena admisión y bajo régimen de estación de 600 o 900 rpm dependiendo del procedimiento normalizado que se utilice.

El principio del método consiste en variar la relación de compresión del motor CFR hasta conseguir una intensidad estándar de detonaciones, controladas por un detector de presión ubicado de la cámara de combustión. El número de octano se calcula por interpolación lineal,

determinando la mezcla primaria que presenta el mismo comportamiento que el carburante de ensayo”.

Existen dos procedimientos normalizados para la obtención del número de octano sus principales diferencias son: régimen de rotación, temperatura de admisión y avance de encendido. Los métodos son detallados a continuación:

- **Método normalizado Research o F1.**

El índice correspondiente se designa por las siglas *Research Octane Number* (RON). En este procedimiento el motor gira a 600 rpm, con un avance de encendido fijo (13° giro de cigüeñal) y la mezcla carburada no presenta calentamiento. Para carburantes clásicos la precisión de la medida es de 0.3. (Wauquier, 1994 pág. 194)

- **Método normalizado Motor o F2**

En el segundo método el índice correspondiente esta designado por las siglas *Motor Octane Number* (MON). En este procedimiento el motor gira a 900 rpm, teniendo un avance variable de 14° y 26° donde la temperatura del carburante es de 149 °C y su medida en carburantes clásicos es de 0.7. (Wauquier, 1994 pág. 194)

Tabla 4-2: Condiciones de ensayo para la determinación del RON y MON en un motor CFR.

Condiciones de funcionamiento	ROM	MON
Régimen (RPM)	600	900
Avance de encendido (grados de ángulo de cigüeñal)	13	14° a 26°
Temperatura del aire de admisión (°C)	48	-
Temperatura de la mezcla carburada (°C)	-	149
Riqueza (Adaptada para alcanzar una intensidad de picado máxima)	(1,05-1,10)	(1,05-1,10)

Fuente: (Wauquier, 1994 pág. 194)

Realizado por: Ordoñez, Geann, 2020

2.3 Aditivos.

Los aditivos para combustibles son sustancias que prometen mejorar las características de estos, para que el usuario pueda así obtener un mejor rendimiento del motor. Una definición mucho más exacta es la que indica (Hoyos Rocha, y otros, 2015 pág. 14) explicando lo siguiente: “Un aditivo es una sustancia química agregada a un producto para mejorar sus propiedades, en el caso de los combustibles dicha sustancia es utilizada en pequeñas cantidades añadidas durante su elaboración por el fabricante, para cambiar las características del mismo. La mayoría de los fabricantes

afirman que sus productos de aditivos de combustibles, ofrecen dos funciones: una es la de lubricante de la mezcla, generando que los pistones tengan un recorrido más “liviano” y menos forzado, por lo que son derivados de aceites y con un origen oleaginoso en su composición; y la otra función es que actúan como un comburente de la mezcla, mejorando su combustión y aumentando su rendimiento.”

Adicional a los aditivos incorporados en el proceso de fabricación, en el mercado ecuatoriano se comercializan aditivos para combustibles pensados para añadirse directamente en el tanque de combustible. Estos últimos son los estudiados en el presente trabajo y se describen a continuación:

2.3.1 OB-506 Octane Booster – Abro.

El aditivo comercializado por la marca ABRO, en su página web indica lo siguiente: “Las ventajas que presenta el aditivo Octane Booster OB-506 de Abro son:

- Aumenta el octanaje de la gasolina.
- Disminuye el pistoneo y zumbido.
- Mejora el rendimiento total.” (Abro, 2014)



Figura 3-2: Aditivo de Abro OB-506

Fuente: (Abro, 2014 pág. 1)

2.3.2 *Octane booster 3520 – Bardahl.*

La marca Bardahl indica lo siguiente del aditivo que comercializan: “Para aumentar el rendimiento de un motor, hay que comprimir lo más posible en el cilindro la mezcla de aire con gasolina para obtener el nivel máximo de compresión. Si se utiliza una gasolina con un índice bajo de octanos, se pierde potencia y rendimiento (calentamiento excesivo, picado, autoencendido, falta de aceleración). Hoy en día cada vez más vehículos están concebidos para circular con gasolinas que tienen un índice alto de octanos. Test realizados en distintos tipos de gasolina han demostrado que el añadir OCTANE BOOSTER BARDAHL permite aumentar el índice de octanos hasta 3 o 4 unidades, lo que permite restituir las potencias originales.” (Bardahl, 2014)



Figura 4-2: Aditivo de Bardahl 3520

Fuente: (Bardahl, 2014 pág. 1)

2.3.3 *Octane Plus – Liqui Moly.*

Liqui Moly indica lo siguiente de su aditivo: “Octane Plus es una combinación de sustancias activas para auto mezcla formulada según los conocimientos más actuales sobre la tecnología de aditivos y combustibles. Octane Plus es de uso universal y, en función del RON, aumenta el octanaje (RON) del combustible en entre 2 y 4 puntos. Gracias al aumento de rendimiento del combustible, se evitan daños del motor causados por combustiones detonantes. El aumento del octanaje reduce el consumo de combustible.” (Liqui Moly, 2014)



Figura 5-2: Aditivo de Liqui Moly

Fuente: (Liqui Moly, 2014 pág. 1)

2.3.4 Dinamómetro.

El dinamómetro es la herramienta automotriz con la cual se puedan obtener las curvas de velocidad; torque y potencia y conocer el consumo del vehículo simulando el ciclo IM-240. Al respecto (Pulkrabek, 1994 págs. 53,54) menciona lo siguiente. “Los dinamómetros se utilizan para medir el par y la potencia sobre el funcionamiento del motor rangos de velocidad y carga. Hacen esto usando varios métodos para absorber salida de energía del motor, todo lo cual eventualmente termina en calor. Algunos dinamómetros absorben energía en un freno de fricción mecánica (prony freno) estos son los dinamómetros más simples, pero no son tan flexibles y precisos como otros a niveles de energía más altos.”

- **Los dinamómetros hidráulicos o fluidos:** absorben la energía del motor en el agua o el aceite bombeado a través de orificios o disipados con pérdidas viscosas en una combinación rotor-estator. Se pueden absorber grandes cantidades de energía de esta manera, lo que lo convierte en un atractivo tipo de dinamómetro para el mayor de los motores.
- **Los dinamómetros de corrientes parásitas:** usan un disco, impulsado por el motor que se está probando, girando en un campo magnético de fuerza controlada. El disco giratorio actúa como un sistema eléctrico conductor cortando las líneas de flujo magnético y produciendo corrientes de Foucault en el disco. Sin circuito externo, la energía de las corrientes inducidas se absorbe en el disco.

El dinamómetro usado fue el Maha LPS 3000, donde el fabricante lo describe de la siguiente manera; “El banco de pruebas de potencia LPS 3000/R200 para camiones de hasta 660 kW de potencia de rueda satisface los deseos en todos los campos. Además de la clásica medición de potencia con registro de la potencia del motor, par del motor, revoluciones del motor y velocidad, el LPS 3000 ofrece múltiples posibilidades de diagnóstico en la simulación de carga. La posibilidad de conexión de aparatos de medición externos, como p. ej. el analizador de gases MDO 2 LON o un analizador de consumo de combustible, completa las numerosas posibilidades de uso del banco de pruebas. Una representación clara y estructurada de los valores medidos y un manejo práctico son las principales características del software LPS 3000. Este clásico entre los bancos de potencia ha demostrado su técnica de medición precisa y robusta a lo largo de los años en la industria y los talleres. El LPS 3000/R200 para camiones está disponible con los chasis cerrados y el juego de chasis partido para el montaje en foso. El juego de chasis locos disponible opcionalmente permite las pruebas en camiones con tracción de doble eje. El dispositivo de estirado hacia abajo hidráulico (opción) se encarga de una tracción óptima de los neumáticos sobre los chasis.” (Maha Maschinenbau Haldenwang, 2013).

Las especificaciones del dinamómetro de chasis MAHA Maschinenbau Haldenwang LPS 3000 son detalladas a continuación:

Tabla 5-2: Especificaciones del dinamómetro de rodillos LPS 3000 de MAHA

	Juego de rodillos R200/1 no partido
Carga axial	15000 kg
Dimensiones juego de rodillos (Al x An x Pr)	4550 x 1100 x 625 mm
Longitud de rodillos	900 mm
Diámetro de rodillo	318 mm
Distancia entre rodillos	565 mm
Diámetro de rueda mín.	400 mm
Velocidad de prueba máx.	200 km/h
Ancho de vía mín./máx.	820 / 2620 mm
Potencia de rueda máx. estándar / reforzada	300 / 660 kW
Fuerza de tracción máx. estándar / reforzada	15000 / 25000 N
Precisión potencia de rueda +/-	2 % del valor de medición
Sistema de medición	DMS
Tensión de alimentación	400 V / 50 Hz / 63 A lento
Peso total	2350 kg
Dimensiones pupitre de comunicaciones (An x Al x Pr)	860 x 1450 x 420 mm

Fuente: (Maha Maschinenbau Haldenwang, 2013 pág. 2)

Realizado por: Ordoñez, Geann, 2020

2.4 Encuesta.

2.4.1 Encuesta muestral.

La encuesta muestral receipta información solo de una parte de la población, la cual es seleccionada para formar una muestra representativa de la misma (Pérez, 1986 pág. 189).

El modelo de encuesta aplicada para el presente trabajo se muestra en el Anexo E

- **Población.**

Se denomina población o universo a un cierto grupo de objetos o individuos que poseen en común cierto o ciertos atributos especificables que lo definan. (Grasso, 2006)

- **Intervalo de confianza.**

El intervalo de confianza o también conocido como margen de error expresa la cantidad de error de error de muestro aleatorio que puede existir en una encuesta. (Grasso, 2006)

- **Nivel de confianza.**

Es la probabilidad que indica qué tanta confianza se tendrá de que la estimación de intervalo incluya al parámetro de población. Una probabilidad más alta implica una mayor confianza. (Levin, y otros, 2004)

- **Desviación estándar.**

Es una medida absoluta de la dispersión que expresa la variación en las mismas unidades que los datos originales. (Levin, y otros, 2004)

2.5 Muestro Probabilístico.

Los muestros probabilísticos son estrategias de selección de elementos los cuales se sustentan en el principio de selección aleatoria. Lo cual en la práctica indica que todos los elementos de la población tienen una probabilidad conocida y de 0 de pertenecer a la muestra. (Vivanco, 2005)

2.5.1 Muestreo aleatorio simple.

Procedimiento de muestreo básico, se caracteriza por que la selección se realiza de un listado de la población asignándole igual probabilidad a cada elemento. (Vivanco, 2005)

CAPITULO III

3. MARCO METODOLÓGICO.

Para la obtención de las curvas características del motor ETEC II incorporado en el vehículo Aveo Family 1500cc, se realizaron las pruebas en un dinamómetro de chasis MAHA, modelo LPS 3000, el cual permite obtener de manera confiable las curvas de; torque, potencia y, adicionalmente, el consumo específico del motor simulando el ciclo IM-240. Se realizaron mediciones en el caso del combustible tipo extra sin aditivos y para el combustible mezclado con los 3 aditivos seleccionados.

3.1 Tipo e identificación de las variables.

Las variables usadas en el presente trabajo, son de tipo cuantitativa y continuas y fueron obtenidas mediante un instrumento de medida (dinamómetro de chasis).

3.1.1 *Variables dependientes.*

- Torque
- Potencia
- Consumo específico

3.1.2 *Variables independientes.*

- Aditivo A
- Aditivo B
- Aditivo C

3.2 Hipótesis.

3.2.1 *Hipótesis general.*

El uso de aditivos comerciales en combustibles modifica las curvas características del motor.

3.2.2 *Hipotesis específicas.*

1. El uso de aditivos comerciales en combustible tipo extra mejora el torque del motor ETEC II en un vehículo Chevrolet Aveo Family.
2. El uso de aditivos comerciales en combustible tipo extra mejora la potencia entregada por el motor ETEC II en un vehículo Chevrolet Aveo Family.

3. El uso de aditivos comerciales en combustible tipo extra reduce el consumo de combustible del motor ETEC II en un vehículo Chevrolet Aveo Family.

3.3 Tipo de investigación.

- El proyecto según el nivel de profundidad en el conocimiento; es de tipo descriptivo debido a que se detalla el comportamiento de las curvas características del motor con cada uno de los aditivos elegidos tomando como base los datos obtenidos en las pruebas.
- El proyecto de tesis según el tipo de datos; es de tipo cuantitativo puesto que se trabaja con valores numéricos entregados por el dinámometro en las variables de torque, potencia y consumo.
- El proyecto de tesis según las variables; es de tipo experimental, porque se tuvo control sobre una variable independiente cuya variación generó efectos sobre las variables dependientes; a saber, torque, potencia y consumo.
- El proyecto de tesis según el método lógico; es de tipo inductivo debido a que partió de varias observaciones específicas para lograr una conclusión en general.

3.4 Diseño de investigación.

La metodología aplicada en la presente investigación es de tipo experimental, se utilizaron diferentes aditivos en el combustible y se realizaron procesos de medición con el dinamómetro de chasis, obteniéndose datos tabulados que posteriormente fueron analizados mediante programas estadísticos para determinar la aceptación o rechazo de las hipótesis planteadas.

La investigación constó de las siguientes etapas.

- Determinación de las marcas comerciales de aditivos más utilizadas a nivel local a través de las encuestas realizadas, cuyo modelo se encuentra en el anexo E
- Preparación de mezclas de combustible aplicando los diferentes aditivos según la proporción recomendada por cada fabricante.
- Medición de curvas características en el dinamómetro MAHA LPS3000 siguiendo el siguiente procedimiento general:
 - Anclaje del vehículo al dinamómetro.
 - Desactivación de la bomba de combustible del vehículo.
 - Activación de la bomba de presión externa en el vehículo.

- Colocación de sensor de temperatura.
 - Conexión a puerto OBD-II, para sincronización de rpm vehículo-dinamómetro.
 - Mediciones de torque y potencia con las diferentes mezclas.
 - Medición del consumo de combustible con las diferentes mezclas en un ciclo simulado IM-240.
- Tabulación y análisis de las mediciones obtenidas del dinamómetro

3.5 Método de investigación.

El método de la investigación usado fue hipotético deductivo ya que se estudió la hipótesis planteada para concluir si los aditivos para combustible realmente modifican las curvas de velocidad del motor ETEC-II y reducen el consumo de combustible.

3.6 Población de estudio.

La población de estudio está conformada por los aditivos para combustibles con mayor consumo en la zona centro de la ciudad de Riobamba y, respecto al motor, al tipo ETEC-II utilizado en el vehículo marca Chevrolet, modelo Aveo Family.

3.7 Diseño experimental.

El modelo matemático desarrollado en trabajo de investigación indicó el comportamiento del motor ETEC-II sin aditivos más el efecto que tendrá el motor con el uso de aditivos y a su vez considerando una unidad de error, considerando como único factor el aditivo, el modelo desarrollado se expresa de la siguiente manera:

$$x_i = \alpha + \gamma_i + e_i$$

Donde:

- α : Medida base, que corresponde a las curvas características del motor sin utilizar aditivos.
- γ_i : Efecto individual de un aditivo sobre las curvas características del motor.
- e_i : Error del efecto individual, que corresponde a un efecto no explicable por el modelo matemático.

Factores de tratamiento.

Como único factor de tratamiento se tuvo la marca de aditivo.

Niveles de tratamiento.

El nivel de tratamiento correspondió a las tres marcas de aditivo preferidas a nivel local, las cuales se determinaron en base a encuestas realizadas a consumidores de aditivos en gasolineras y lubricadoras en el área céntrica de la ciudad Riobamba. Para evitar sesgos en la manipulación, medición o interpretación de resultados, se cambió la identificación de marca por las letras A, B, C de manera indistinta, cuya correspondencia los autores se reservan.

Tratamientos

En base a la combinatoria de los niveles del factor con un el número de repeticiones, se definió un total de 9 tratamientos.

Variable respuesta.

Se definieron torque, potencia y consumo específico como variables respuesta a medir en los tratamientos ejecutados.

Unidad experimental.

La unidad experimental fue el vehículo Aveo Family 1.5 STD el cual cuenta con un motor E-TEC II.

3.8 Materiales y métodos.

En la investigación se utilizaron los siguientes materiales, equipos e implementos:

- Vehículo Aveo Family STD 1.5 4x2 4P TM
- Dinamómetro de chasis MAHA LPS 3000
- Ventilador
- Matraz y probeta
- Bomba de presión externa
- Combustible tipo extra
- Aditivo A, B y C.

3.8.1 Vehículo para ejecución de pruebas Aveo Family 1500cc.

El vehículo usado en las pruebas fue un Aveo Family de 1500cc el cual dispone del motor ETEC-II, las características técnicas del vehículo para conocer los valores nominales indicados por el fabricante de detallan a continuación.

Tabla 1-3: Especificaciones técnicas Aveo Family 1500cc.

Especificaciones técnicas	
Motor	1.5 L SOCH
Válvulas	8
Numero de cilindros	4
Potencia (HP @ rpm)	83 @ 5600
Torque (Nm @ rpm)	128 @ 3000
Relación de compresión	9.5
Suspensión delantera	Independiente McPherson
Suspensión posterior	Eje de torsión
Frenos delanteros	Disco ventilado
Frenos posteriores	Tambor
Llantas	185 / 60 R14
Rines	Acero 14"
Tipo de Inyección	Inyección electrónica Multipunto

Fuente: Chevrolet, 2009

Realizado por: Ordoñez, Geann, 2020

3.8.2 Mezclas requeridas.

La mezcla para la ejecución de las pruebas fue calculada en base a 5 galones de combustible usado para cada mezcla con la recomendación del fabricante del aditivo. Obteniendo las siguientes concentraciones.

Tabla 2-3: Mezclas de combustible y aditivo

Combustible	Aditivo	Mezcla
Extra	-	Extra
Extra	A	Extra + Aditivo A (58 ml)
Extra	B	Extra + Aditivo B (89 ml)
Extra	C	Extra + Aditivo C (46 ml)

Fuente: Autor

Realizado por: Ordoñez, Geann, 2020

3.8.3 Ensayo en el banco dinamométrico.

Las pruebas en el dinamómetro de chasis se repiten para cada mezcla de combustible con aditivo, en este apartado se detalla el procedimiento realizado con el banco dinamométrico para tener los resultados de torque y potencia y consumo bajo el ciclo IM-240 del motor ETEC-II.

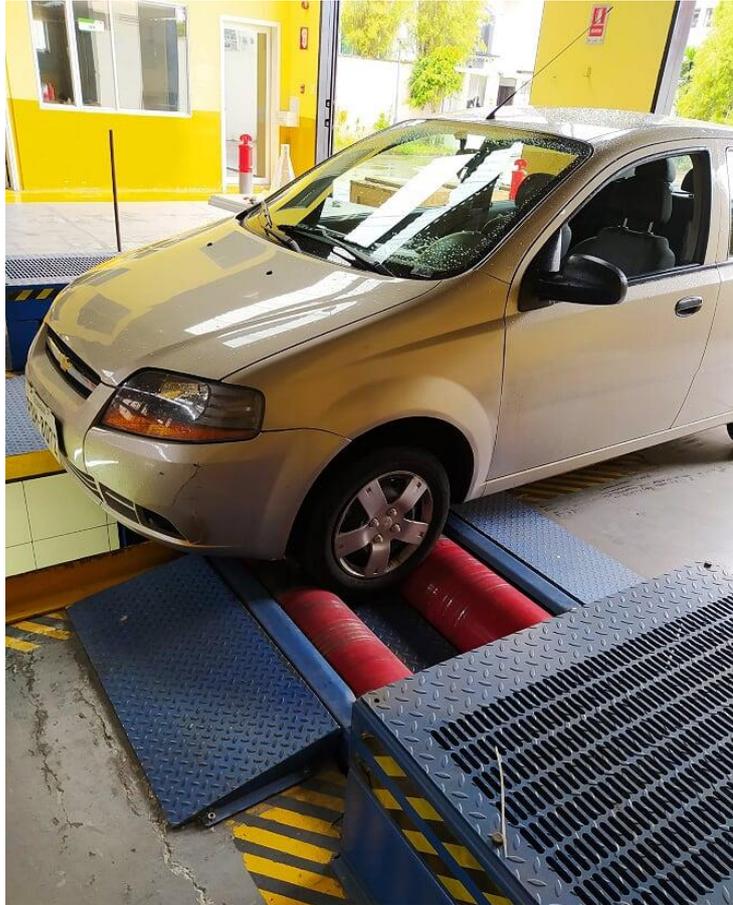


Figura 1-3: Aveo Family 1500cc, en el dinamómetro de chasis LPS3000.

Realizado por: Ordoñez, Geann, 2020

- Bomba de presión externa.

Se canceló la bomba de combustible del vehículo y se acopló una bomba de presión externa, colocada con el fin de proporcionar una mezcla de combustible tipo extra y combustible con aditivo limpia. La capacidad de dicha bomba es de 5L y es capaz de mantener la presión de 45 psi adecuada para el óptimo funcionamiento del sistema de inyección del motor.



Figura 2-3: Bomba de presión externa.

Realizado por: Ordoñez, Geann, 2020



Figura 3-3: Conexión de bomba de presión externa.

Fuente: Autor

- Ventilador.

Debido al esfuerzo que realiza el motor en las pruebas es necesario la colocación de un ventilador, el cual ayuda a la refrigeración del mismo y también simula la fricción que genera el viento en las pruebas de consumo de combustible.



Figura 4-3: Ventilador

Realizado por: Ordoñez, Geann, 2020

- Sensor de temperatura del motor.

La temperatura de funcionamiento óptima de un MCI es de 90 a 92 °C, por tal razón es necesario que el banco dinamométrico conozca en tiempo real la temperatura del motor, esto conlleva a que sea instalado un sensor de temperatura en donde está ubicada la bayoneta del aceite para que el software del dinamómetro reconozca la temperatura del motor en cada instante.

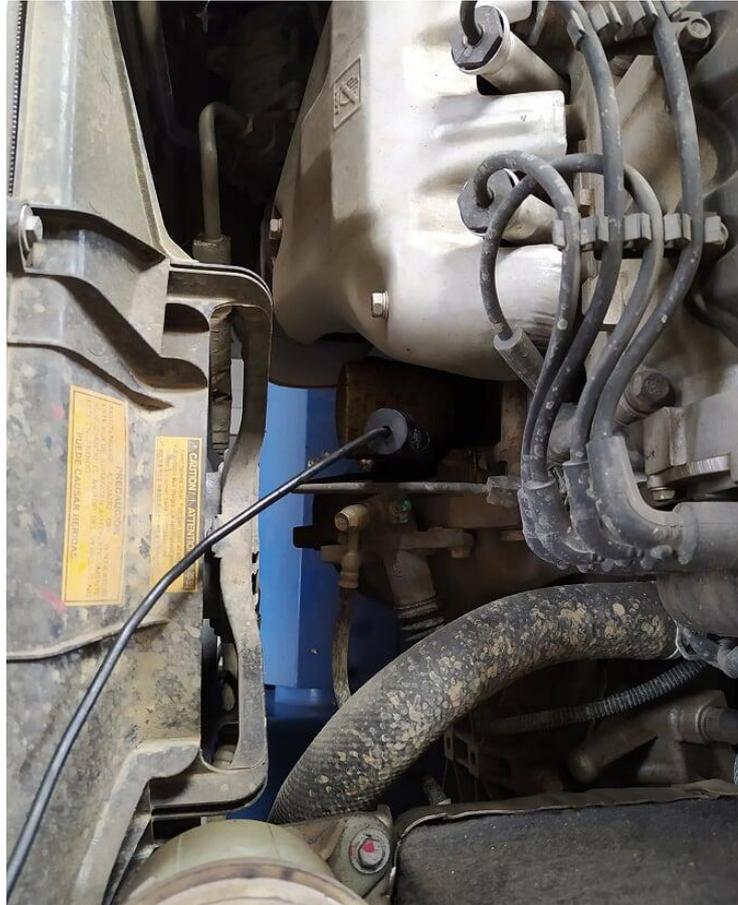


Figura 5-3: Sensor de temperatura.

Realizado por: Ordoñez, Geann, 2020

- Conexión al software del dinamómetro.

La conexión al equipo se realizó por medio del software de comunicación MAHA LPS 3000 LKW, mismo que permite gestionar el dinamómetro. Los pasos realizados fueron los siguientes:

- Conexión de transmisores de datos al vehículo y dinamómetro.
- Configuración de los parámetros de funcionamiento del software.
- Comprobación de lecturas entregadas al dinámetro; temperatura, rpm.
- Ejecución de las pruebas de potencia, torque y consumo bajo el ciclo IM-240.



Figura 6-3: Equipos de conexión entre vehículo y dinamómetro de chasis.

Realizado por: Ordoñez, Geann, 2020

3.8.4 Ensayo de consumo bajo el ciclo IM-240.

Para la obtención de datos de consumo específico bajo el ciclo IM-240, el ensayo se realizó en el banco dinamométrico, simulando el ciclo mencionado y realizando 2 tramos con 3 corridas cada uno con el combustible puro y con el combustible más aditivo, para fiabilidad de resultados. Los materiales usados para este ensayo son los siguientes:

- Matraz: Se usó un matraz de 5L el cual fue usado para llenar la bomba de presión externa y medir el consumo de combustible.
- Probeta: Se usó una probeta de 1000 ml con el fin de llenar en su totalidad el matraz de 5L con lo cual la diferencia era el consumo generado.
- Bomba de presión externa: Encargada de suministrar el combustible con la presión adecuada, se debe verificar que la presión no disminuya de 45 psi para una correcta combustión.

- Ventilador: encargado de simular la fricción que ejerce el aire a la parte frontal del vehículo.
- Banco dinamométrico: indica el tramo del ciclo IM-240, de tal forma que el operario sepa qué relación de transmisión tener en cada tramo.

El procedimiento a seguir fue llenar la bomba de presión externa con el combustible alojado en el matraz de 5000 ml, posteriormente se realiza el ensayo simulando el ciclo IM-240 en el dinamómetro el cual dura 12 minutos. El software del banco dinamométrico indica el tramo para que el conductor realice las operaciones correspondientes a aceleración y cambio de marchas para obtener un dato adecuado de consumo bajo las características del ciclo.

Al finalizar la simulación se extrajo el combustible sobrante en la bomba de presión externa y se vació en el matraz, luego se completó en su totalidad el matraz de 5000ml, y el sobrante de combustible alojado en la probeta de 1000ml indicaba el combustible consumido por el motor bajo el ciclo ya mencionado. La cantidad total de la simulación fue de 2 pruebas con 3 corridas por cada mezcla usada de tal forma que los resultados fueran fiables, para un análisis adecuado.



Figura 7-3: Vehículo preparado para las pruebas de consumo bajo el ciclo IM-240

Realizado por: Ordoñez, Geann, 2020

3.9 Instrumentos de recolección de datos.

Los instrumentos para la recolección de datos fue el banco dinamométrico el cual entregó los resultados en cada intervalo de rpm, para la gráfica y análisis de resultado. Para el consumo de combustible la recolección de datos se realizó de forma manual en Excel tabulando cada valor consumido en cada prueba bajo el ciclo IM-240.

3.10 Instrumentos para análisis de datos recopilados.

Los datos obtenidos se analizaron con los siguientes softwares.

- Excel
- OneNote
- Minitab

CAPITULO IV

4. MARCO DE ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS.

4.1 Tabulación de resultados.

El equipo de medición (dinamómetro) exportó los datos de mediciones en formato de tabla de MS OneNote, hacia la hoja de cálculo de MS Excel, para su análisis posterior. Los resultados obtenidos en las encuestas para determinar los aditivos más vendidos serán tabulados en este capítulo para su análisis.

4.2 Tabulación de encuestas.

Las encuestas fueron realizadas en la zona centro de la ciudad de Riobamba como se detalló anteriormente, se delimitó dicha zona con la ayuda de la App Google Maps de tal forma que se puedan conocer las lubricadoras, gasolineras y comercializadoras de aditivos en la zona ya asignada, posteriormente se procedió a realizar la encuesta en 20 establecimientos que se encontraban dentro del marco delimitado obteniendo los siguientes resultados.

ADITIVOS PARA COMBUSTIBLES

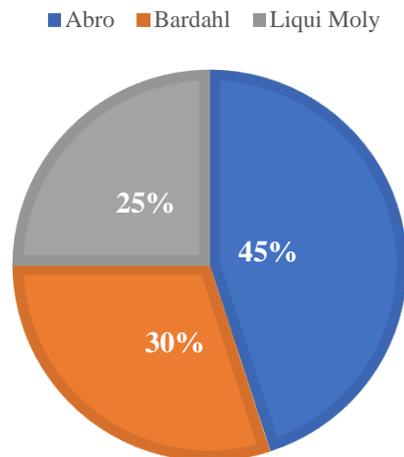


Gráfico 1-4: Resultados de las encuestas realizadas

Realizado por: Ordoñez, Geann, 2020

Como se puede observar en el gráfico 1-4 del 100% de los encuestados el 45% indicó que el aditivo más solicitado por sus clientes era de la marca Abro, subsecuentemente el 30% indicó que la marca con mayor demanda en sus establecimientos era Bardahl y solo un 25% se decidía por liqui moly.

4.3 Tabulación de torque.

A continuación, se presentan los datos de resultados obtenidos para cada nivel de tratamiento y para el combustible sin aditivos. Los valores de torque en la tabla 1-4 se encuentran en Nm.

Tabla 1-4: Valores de torque (Nm).

rpm	Combustible Extra	Combustible Extra + Aditivo A	Combustible Extra + Aditivo B	Combustible Extra + Aditivo C
2000	80.73	87.30	78.63	79.67
3000	90.08	93.58	84.80	85.37
4000	86.63	89.00	82.38	82.90
5000	78.30	82.33	75.28	74.20
5600	71.78	72.63	69.33	68.43

Fuente: Autor

Realizado por: Ordoñez, Geann, 2020

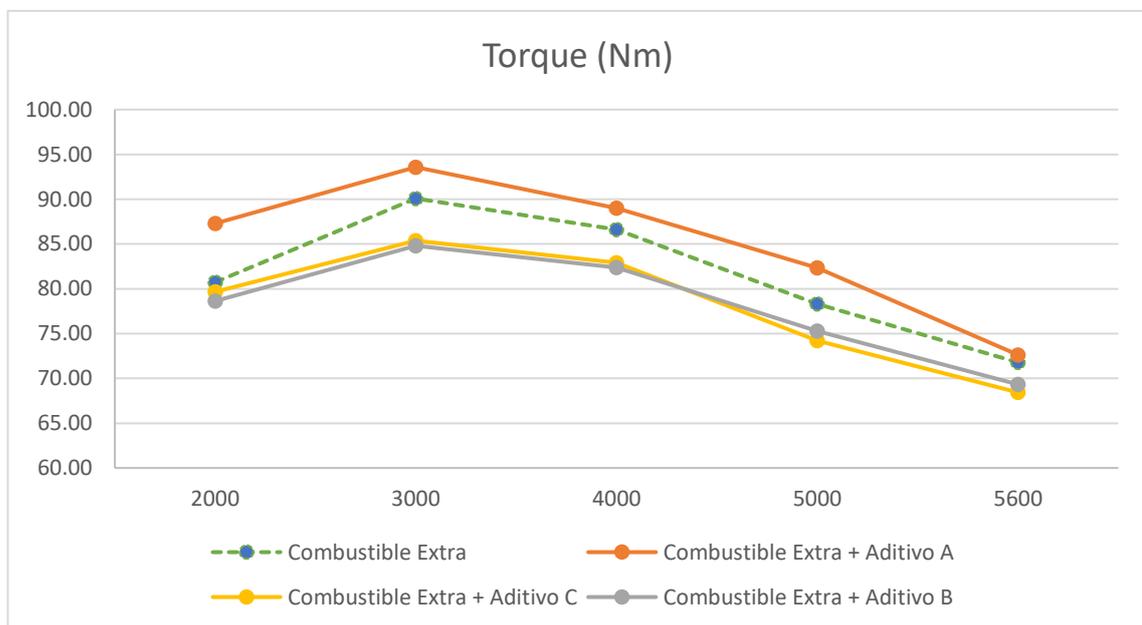


Gráfico 2-4: Valores de torque en Nm.

Realizado por: Ordoñez, Geann, 2020

Los datos de la tabla 1-4, visualizados en el gráfico 2-4 indican que el valor máximo de torque se obtiene a 3000 rpm, como lo indica el fabricante en la tabla 1-3. La mezcla de combustible tipo extra más aditivo A entregó el mayor valor de torque, con 93.58 Nm, mientras que la mezcla de combustible extra más aditivo B tuvo un valor de 84.80 Nm siendo este el más bajo. Comparando el valor del combustible base con la mezcla que obtuvo mayor torque, se observó un incremento de 3.7%, lo cual podría indicar que la mezcla obtuvo una temperatura adecuada en el momento que saltó la chispa de la bujía y subsecuentemente una mejor combustión.

4.4 Tabulación de potencia.

A continuación, se presentan los datos de resultados obtenidos para cada nivel de tratamiento y para el combustible sin aditivos. Los valores en la tabla 2-4 se encuentran en Hp.

Tabla 2-4: Valores de potencia (Hp).

rpm	Combustible Extra	Combustible Extra + Aditivo A	Combustible Extra + Aditivo B	Combustible Extra + Aditivo C
2000	20.08	20.58	20.65	20.53
3000	33.35	33.43	33.08	33.03
4000	43.00	42.53	42.95	42.77
5000	48.73	48.13	48.33	47.87
5600	49.53	48.90	49.88	49.40

Fuente: Autor

Realizado por: Ordoñez, Geann, 2020

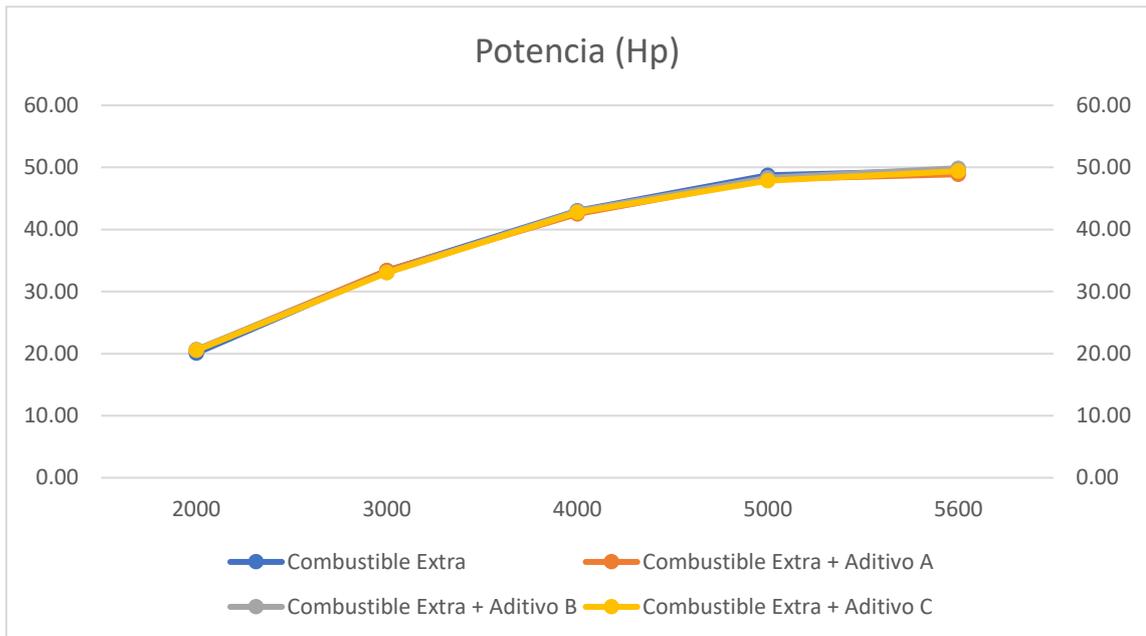


Gráfico 3-4: Valores de potencia (Hp)

Realizado por: Ordoñez, Geann, 2020

Se observa que el comportamiento de las curvas es prácticamente el mismo en cada una de ellas. Al observar el gráfico 3-4, se hace evidente que la diferencia es mínima, por lo cual se realizó una comparativa de manera individual en cada caso respecto al combustible tipo extra, obteniéndose las siguientes curvas.

4.4.1 *Potencia, aditivo A.*

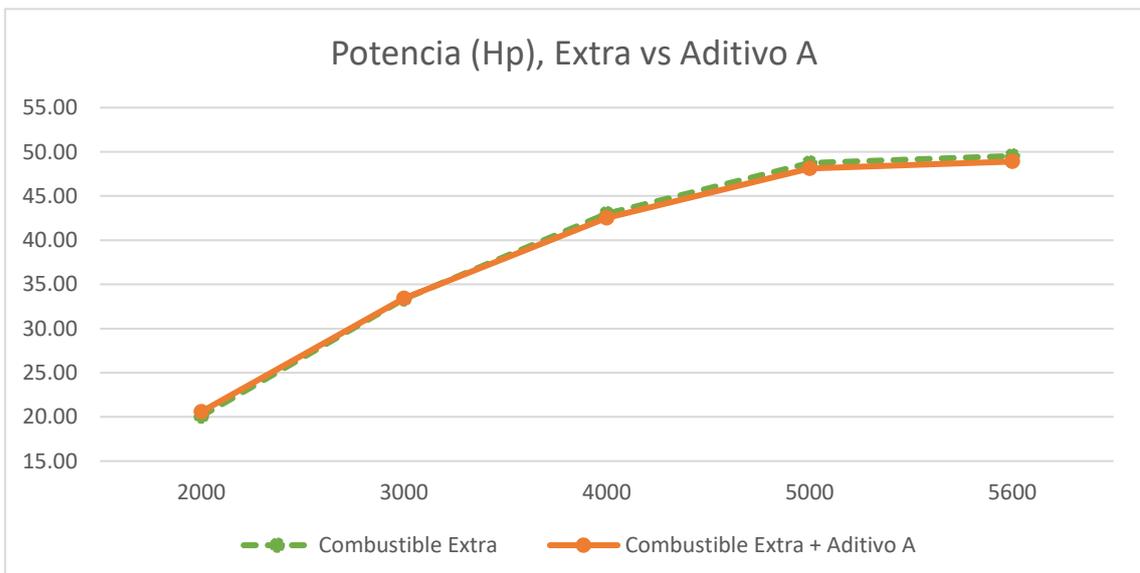


Gráfico 4-4: Potencia (Hp), Extra vs Aditivo A

Realizado por: Ordoñez, Geann, 2020

Analizando en intervalos de 1000 rpm se observa que en el primer tramo ambas coinciden prácticamente en el mismo punto, con una diferencia de 0.08 y a medida que van aumentando las rpm, la curva del combustible tipo extra va adquiriendo un valor más alto de potencia en cada punto hasta las rpm máximas.

4.4.2 Potencia, aditivo B.

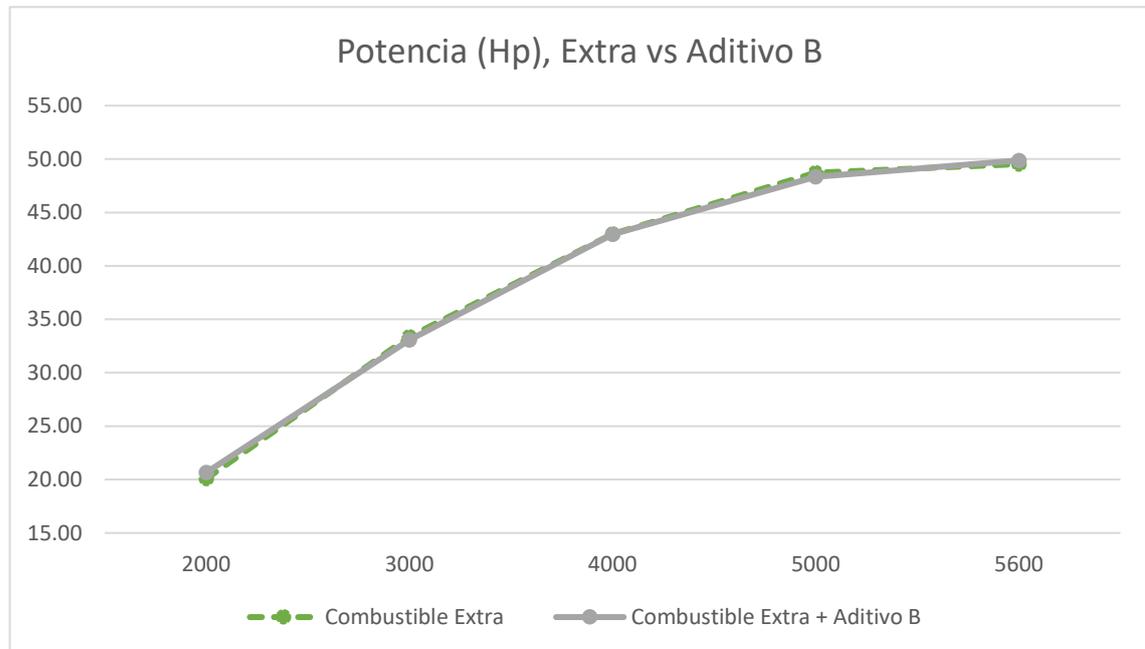


Gráfico 5-4: Potencia (Hp), Extra vs Aditivo B

Realizado por: Ordoñez, Geann, 2020

En el gráfico 5-4 se observó que a 2000 rpm el aditivo B tiene un valor de 20.65 Hp en comparación a los 20.08 Hp del combustible base sin aditivo. A medida que las rpm aumentan los valores de potencia en ambas mezclas variaron de forma inversa como se indica en la tabla 2-4 teniendo un incremento de 0.27 a 3000 rpm, de 0.05 a 4000 rpm y de 0.4 a 5000 rpm; no obstante, al llegar a las rpm máximas el aditivo B entregó el valor más alto de potencia 49.88 Hp. Al analizar estos resultados se podría aseverar que con el aditivo B se tienen mejores resultados al llegar a las rpm máximas, pero a costa del consumo de combustible.

4.4.3 Potencia, aditivo C.

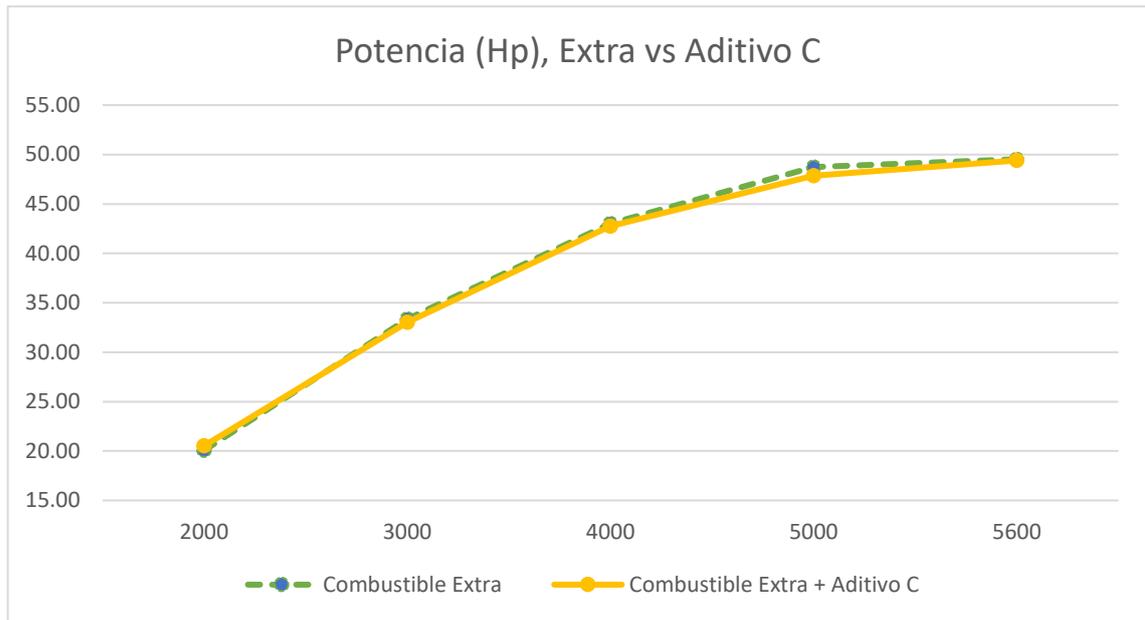


Gráfico 6-4: Potencia (Hp), Extra vs Aditivo C

Realizado por: Ordoñez, Geann, 2020

En el gráfico 6-4 se observa que, lo largo de cada tramo el combustible base presenta valores mayores, como lo detalla la tabla 2-4 a excepción de las 2000 rpm, donde el aditivo C tiene un valor de 20.53 Hp en comparación a 20.08 Hp entregados por el aditivo base.

4.4.4 Comparativo de potencia.

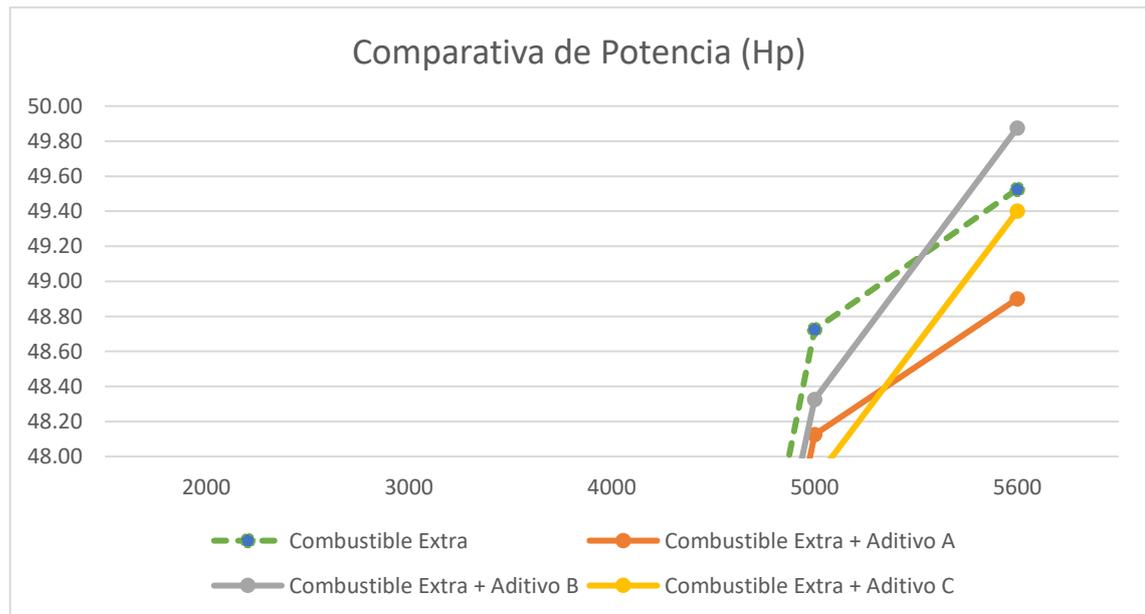


Gráfico 7-4: Comparativa entre mezclas de combustible.

Realizado por: Ordoñez, Geann, 2020

Al comparar varias curvas con el aditivo base, se observó que las diferencias eran mínimas por tal razón se optó por realizar la gráfica 12-4, la cual detalla más de cerca los valores máximos de potencia por cada mezcla a 5600 rpm. El aditivo B entregó el valor más alto con 49.88 Hp

4.5 Tabulación de consumo de combustible.

Para la determinación del consumo de combustible bajo el ciclo IM-240 se realizó las pruebas con cada mezcla de combustible y aditivo a una altura de 2810 msnm. Los datos de consumo generado por el vehículo fueron tabulando en Excel, obteniendo los siguientes resultados.

Pruebas de consumo de combustible.

En la siguiente tabla se presentan los datos obtenidos del consumo de combustible por cada mezcla.

Tabla 3-4: Resultados de consumo por cada mezcla.

Mezcla	Tramo	Ciclo	Inicio (l)	Final (l)	Distancia (km)	Consumo real (l)
Extra	1	3 veces IM- 240	5	4.35	9.6	0.65
	2	3 veces IM- 240	5	4.39	9.6	0.61
Extra + Aditivo A	1	3 veces IM- 240	5	4.35	9.6	0.65
	2	3 veces IM- 240	5	4.38	9.6	0.62
Extra + Aditivo B	1	3 veces IM- 240	5	4.35	9.6	0.65
	2	3 veces IM- 240	5	4.38	9.6	0.62
Extra + Aditivo C	1	3 veces IM- 240	5	4.36	9.6	0.64
	2	3 veces IM- 240	5	4.37	9.6	0.63

Fuente: Autor

Realizado por: Ordoñez, Geann, 2020

Consumo de combustible según los kilómetros recorridos.

En la tabla 3-4 se encuentran los datos de consumo en km/l. Para analizar cuantos kilómetros recorre el vehículo por cada galón consumido fue necesario obtener el factor de conversión de litros a galones, detallado a continuación:

$$3.785 [l] = 1 [gal]$$
$$x = \frac{1 [gal] * n[l]}{3.785 [l]}$$
$$x = n * 0.264 [gal]$$

Donde;

- x : Resultado de conversión
- n : Cantidad de consumo real en l

Una vez obtenido el factor de conversión se convirtió cada valor de litros a galones, posteriormente para tener la relación de $\frac{km}{gal}$ se utilizó la siguiente fórmula:

$$Consumo = \frac{Recorrido (km)}{x}$$

Tabla 4-4: Resultados de consumo en km/gal por cada tramo del ciclo IM-240

Mezcla	Tramo	Consumo [km/gal]	Promedio [km/gal]
Extra	1	55.91	57.64
	2	59.57	
Extra + Aditivo A	1	55.91	57.27
	2	58.61	
Extra + Aditivo B	1	55.91	57.26
	2	58.61	
Extra + Aditivo C	1	56.78	57.23
	2	57.68	

Fuente: Autor

Realizado por: Ordoñez, Geann, 2020

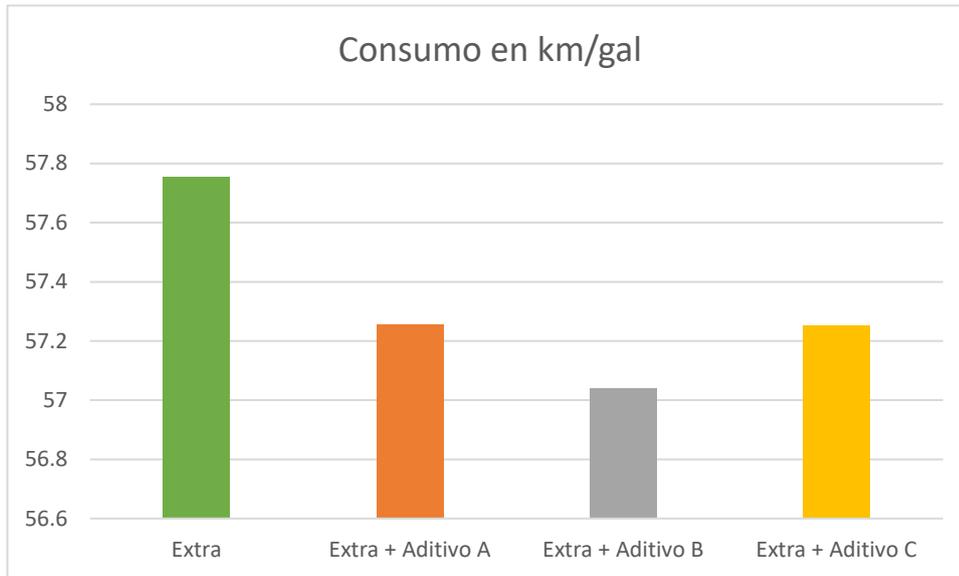


Gráfico 8-4: Valores de consumo en (km/gal)

Realizado por: Ordoñez, Geann, 2020

El gráfico 8-4 muestra de manera gráfica los valores representados en la tabla 4-4 de la columna *Promedio [km/gal]*, estos resultados indican que por un galón de combustible consumido cuantos kilómetros recorrió el vehículo. Como se aprecia en el gráfico, el combustible base es con el cual se puede recorrer la mayor cantidad de kilómetros por cada galón; no obstante, la diferencia es mínima, del orden de metros.

CONCLUSIONES.

- Realizadas las distintas pruebas en el motor E-TEC II del Aveo Family 1.5 STD, se logró obtener datos con los cuales se pudo desarrollar el estudio comparativo del efecto de aditivos comerciales para combustibles en las curvas características del motor a una altura de 2810 msnm.
- Los resultados de las encuestas realizadas en la zona urbana de la ciudad de Riobamba, determinaron que las tres marcas de mayor preferencia son: Abro, Liqui Moly y Bardahl.
- Con las pruebas realizadas en el dinamómetro del CCIVCE, se logró determinar las curvas de torque y potencia del motor E-TEC II al igual que el consumo simulando el ciclo IM-240.
- Realizada la tabulación y el análisis respectivo por cada mezcla de combustible usados para los ensayos de torque, potencia y consumo bajo el ciclo IM-240, se hallaron los siguientes valores de torque, potencia y consumo:

rpm	Combustible Extra	Combustible Extra + Aditivo A	Combustible Extra + Aditivo B	Combustible Extra + Aditivo C
Torque (Nm)				
3000	90.08	93.58	84.80	85.37
Potencia (Hp)				
5600	49.525	48.9	49.8	49.4
Consumo ciclo IM240				
	57.74	57.27	57.26	57.23

- Con el análisis de resultados se determinó que el único efecto notable es el momento de torque, con una mejora máxima del 3.8% observada en el uso del aditivo A. En el caso de potencia las mejoras son mínimas (en torno al promedio de mejora porcentual), finalmente los datos no indican una reducción significativa del consumo.
- Dentro de los aditivos estudiados, el aditivo codificado como “A” presentó una mejora aumentando un 3.8%, respecto a la mezcla sin aditivo para el caso del torque a las 3000 rpm. Las mezclas con los aditivos B y C presentaron resultados adversos en el par motor.
- En las pruebas de potencia el aditivo en estudio denominado “Aditivo B”, obtuvo mejores resultados presentando un aumento del 0.71% respecto a la mezcla sin aditivo, esto a las rpm máximas.
- Determinando el consumo de combustible bajo el ciclo IM-240, se llegó a la conclusión que la mezcla con combustible base sin aditivos obtuvo mejores resultados entregando más kilómetros por galón de consumo. En comparativa, la mezcla sin aditivo entregó 1.41 km más respecto a la mezcla con aditivo A, 2.64 km respecto a la mezcla con aditivo B y 1.43km con el aditivo C
- Revisando los resultados entregados por torque, potencia y consumo. Se logró determinar que la variación que existe en las curvas del motor E-TEC II, son mínimas en cada una (como se detalló anteriormente). Según el análisis de datos realizado en el presente trabajo, se podría obtener mayor información de esta variación con pruebas como: medición de octanaje de cada mezcla, medición del poder calorífico y estado de los componentes mecánicos relacionados en la combustión.

RECOMENDACIONES.

- Al realizar las pruebas en el banco dinamométrico es importante que el vehículo este anclado de manera correcta a los soportes existentes en la infraestructura para prevenir accidentes, de igual manera el operario al realizar las pruebas debe tener el conocimiento suficiente para evitar cualquier altercado durante la ejecución de las pruebas.
- Se debe chequear el funcionamiento y estado de todos los equipos utilizados para realizar las pruebas con el fin de que los datos y análisis obtenidos sean confiables.
- Es importante utilizar equipos de protección personal como; guantes, gafas, mascarilla y protector de oídos con el fin de prevenir algún tipo de lesiones por el ruido que genera el ventilador, motor del vehículo y la manipulación del combustible.
- Los resultados de torque y potencia que entregue el dinamómetro no deben tener una variación muy alta, en caso de existir dicha variación es necesario repetir la prueba para comprobar que el resultado no sea erróneo.
- Realizar un análisis de emisiones de gases contaminantes de tal forma que se pueda determinar cómo se presenta la combustión en cada mezcla.
- Realizar un análisis de cuál es el comportamiento químico de la mezcla si se realiza una variación de la concentración.
- Realizar un análisis de cuáles son los efectos del uso de aditivos en elementos de los vehículos relacionados en la combustión como: bujías e inyectores.
- Realizar un análisis en motores con una relación de compresión alta, de tal forma que se pueda analizar el bajo nivel de octanaje del combustible al momento de la combustión y funcionamiento del motor a través de las curvas características estudiadas en el presente trabajo.

GLOSARIO

Banco dinamométrico: Equipo automotriz cuya principal función es determinar el par y la potencia en función del régimen de giro del motor gráfica y numéricamente. (Calleja Gonzáles, 2015 pág. 137)

Calor latente de vaporación: Es el calor que debe absorber el combustible para pasar del estado líquido a gaseoso. (Muñoz Dominguez, y otros, 2014 pág. 87)

Cilindrada: Es el volumen que se genera por el desplazamiento del pistón en una carrera. (Águeda Casado, et al., 2020 p. 37)

Dosado estequiométrico: Es la relación másica que existe entre el combustible y aire necesario para tener una combustión estequiométrica. (Molina A, 2005 pág. 186)

Estabilidad térmica: Capacidad de un combustible de permanecer inalterado a altas temperatura. (Odetti, y otros, 2005 pág. 115)

IM-240: Simplificación del ciclo FTP americano el cual dura un total de 240 segundos. (Recalde Rojas, y otros, 2015 pág. 15)

Octanaje: Es la medida que indica cuán antidetonante es un combustible; en otras palabras, la capacidad de soportar compresión antes de detonar. (Rolle, 2012 pág. 153)

Par motor: Se conoce al par motor esfuerzo giratorio el cual se mide en lb-ft, kg-m o N-m, a cualquier eje o engranaje que se lo haga girar tiene aplicado un par motor. (Crouse, 1993 pág. 667)

Poder calorífico: Representa la energía liberada de una reacción química (Wauquier, 1994 pág. 178).

Potencia del motor: La velocidad al que se puede disponer del par motor (Calleja Gonzáles, 2015 pág. 45).

Punto de cristalización: Es la temperatura a la cual el combustible no presente problemas bombeo o taponamiento de filtros. (Velazco Aparacio, 2015 pág. 128)

Relación de compresión: Número que permite medir la proporción que se ha comprimido la mezcla aire combustible dentro del cilindro. (Alvarado Chaves, 2004 pág. 79)

Viscosidad: Se define como viscosidad a la capacidad que tiene un líquido a fluir. (Muñoz Dominguez, y otros, 2014 pág. 98)

Volatilidad: Es la predisposición que tiene una sustancia líquida a evaporarse a una determinada temperatura o presión. (Muñoz Dominguez, y otros, 2014 pág. 87)

BIBLIOGRAFÍA

ABRO. Abro A trusted name worldwide. [En línea] Abro, 9 de Junio de 2014. [Citado el: 18 de Diciembre de 2019.] Disponible en: <https://abro.com/product/octane-boosters/>.

ÁGUEDA CASADO, Eduardo, et al. *Mécanica del vehículo*. Madrid: Paraninfo, 2020. pág. 37.

ALVARADO CHAVES, Armando. *Maquinaria y Mecanización Agrícola*. Costa Rica: EUNED, 2004. pág. 72.

ÁNGULO, Sebastian. La venta de aditivo sube al cuidar el bolsillo del cliente. [En línea] 15 de Noviembre de 2018. [Citado el: 25 de 09 de 2019.] Disponible en: <https://www.expreso.ec/economia/aditivos-combustibles-precios-economia-ecopais-FX2473878>.

BARDAHL. Todo lo relacionado sobre aditivos ABRO [En línea] 30 de Mayo de 2014. [Citado el: 18 de Diciembre de 2019.] Disponible en: <https://bardahl-la.com/productos/aditivos-para-el-combustible/octane-boosters>.

CALLEJA GONZÁLES, David. *Motores térmicos y sus sistemas auxiliares*. Madrid - España: Paraninfo, 2015. págs. 42,45,206.

CALVO MARTÍN, Jesús; & MIRAVETE DE MARCO, Antonio. *Mécanica del automóvil*. Zaragoza - España: Servicio de publicaciones, Centro Politécnico Superior Universidad de Zaragoza, 1997. págs. 80-89.

CASTILLO, Jairo; et al. Determinación del Torque y Potencia de un Motor de Combustión Interna a Gasolina Mediante el Uso de Bujía con Sensor de Presión Adaptado y Aplicación de un Modelo Matemático. Quito : s.n., 2017. Vol. 39, 1, pág. 3. ISSN 1390-0129.

CENGEL, Yanus A. *Termodinámica*. Mexico : McGraw-Hill, 2012. pág. 536.

CROUSE, William H. *Mecánica del automovil II*. Barcelona : Marcombo, 1993. pág. 667.

F. PAYRI J.M Desantes. *Motores de combustion interna alternativos*. Valencia : Reverté, 2011. págs. 63,390,391.

GIACOSA, Dante. *Motores Endotermicos*. Barcelona : Dossat, S.A., 1979. pág. 216.

GRASSO, Livio. *Encuestas elementos para su diseño y análisis*. Córdoba : Encuentro, 2006.

HEINRICH, Burschel; et al. *LEÑA: Una fuente de energética renovable para Chile*. Santiago : Universitaria S.A, 2003. pág. 70. 956-11-1688-X.

HOYOS ROCHA, Juan Carlos; & ZAMBRANO LEON, Victor Danilo. *Análisis del funcionamiento del motor de encendido provocado, debido a la presencia de aditivos (Tesis de Postgrado)*. Escuela Politécnica Nacional. Quito : s.n., 2015. pág. 14.

LEVIN, Richard I; & RUBIN, David S. *Estadística para administración y economía*. Mexico : Pearson Educación, 2004.

LIQUIMOLY. Liqui Moly. [En línea] 5 de Mayo de 2014. [Citado el: 18 de Diciembre de 2018.] Disponible en: <https://www.liqui-moly.cl/octane-plus/p>.

- MAHA MASCHINENBAU HALDENWANG.** Bancos de potencia, funciones y pruebas de gases. [En línea] 2013. [Citado el: 20 de Agosto de 2020.] Disponible en: <https://www.maha-france.fr/images-performance-measurement-technology-lps-3000-r200.htm?rdeLocaleAttr=en>.
- METRO ECUADOR.** Ecuador vuelve a tener octanaje de gasolina Súper del 2012. [En línea] 22 de Agosto de 2018. Disponible en: <https://www.metroecuador.com.ec/ec/noticias/2018/08/22/ecuador-vuelve-octanaje-gasolina-del-2012-92.html#>.
- MOLINA A, Santiago.** *Influencia de los parámetros de inyección y la recirculación de gases de escape sobre el proceso de combustión en un motor a diesel.* Valencia : Reverté, 2005. pág. 186.
- MUÑOZ DOMINGUEZ, Marta; & ROVIRA, Antonio José.** *Máquinas Térmicas.* Madrid : Edición digital, 2014. págs. 87,89.
- ODETTI, Héctor; & BOTTANI, Eduardo.** *Introducción a la química inorgánica.* Santa Fe : UNL, 2005. 105.
- PACHECO, Mayra.** De cada 10 galones de gasolina vendidos, solo uno es de súper. [En línea] 30 de Agosto de 2019. [Citado el: 19 de 10 de 2019.] Disponible en: <https://www.elcomercio.com/actualidad/galones-gasolina-super-combustible-negocios.html>.
- PÉREZ, Rigoberto.** *Nociones básicas de estadística.* Oviedo : Servicio de publicaciones Universidad de Oviedo, 1986. pág. 189.
- PULKRABEK, Willard W.** *Engineering Fundamentals of the Internal Combustion Engine.* Platteville : s.n., 1994. págs. 53,54.
- RAPIN, P.J; & Jacquard, P.** *Instalaciones frigoríficas.* Barcelona : Marcobo, 1997. pág. 127.
- RECALDE ROJAS, Mauricio Norberto; & REVELO ARGOTI, Romel Vladimir.** Análisis de emisiones en vehículos a gasolina utilizando pruebas estacionaria y dinámica mediante ciclo IM-240. (*Tesis de Mestría*). QUITO : s.n., 2015. pág. 51.
- ROLLE, Kurt C.** *Termodinámica.* Platteville : Prentice Hall, 2012. pág. 153.
- ROSALES, José Luis; & PACHECO, Mayra.** El uso de aditivos o la mezcla de combustibles con mayor octanaje son poco efectivos. [En línea] 18 de Marzo de 2019. [Citado el: 24 de 11 de 2019.] Disponible en: <https://www.elcomercio.com/actualidad/aditivos-mezcla-combustibles-octanaje-gasolina.html>.
- SÁNCHEZ GUTIÉRREZ, Mariano.** *Mantenimiento de motores térmicos de dos y cuatro tiempos. TMVG0409.* Málaga : Innova, 2012. pág. 75.
- VELAZCO APARACIO, Francisco.** *Analizadores de proceso en línea.* Madrid : Ediciones DiazdeSantos, 2015. pág. 128.
- VIVANCO, Manuel.** *Muestro estadístico diseño y aplicaciones.* Santiago : Editorial Universitaria, 2005.
- WAUQUIER, Jean Pierre.** *El refinado del petróleo.* Paris : Technip, 1994. pág. 178.

ANEXOS

ANEXO A: Gestión del proyecto.

Lista de actividades para realizar del trabajo de titulación.

Tabla 1: Lista de actividades

Numero de actividad	Nombre	Fecha de inicio	Fecha de fin
0	Inicio	2001-10-19	2001-10-19
1	Investigación de las características técnicas del motor	2002-10-19	2022-10-19
2	Investigación de los volúmenes de mezclas requeridas según parámetros del fabricante	2023-10-19	1931-10-19
3	Uso e interpretación de datos entregados por el dinamómetro	2001-11-19	2021-11-19
4	Encuesta sobre los aditivos de mayor comercialización en Riobamba	2022-11-19	2012-12-19
5	Planificación para realización de pruebas en el CCICEV	2006-01-20	2014-01-20
6	Pruebas sin ningún aditivo	2018-06-20	2018-06-20
7	Pruebas con aditivo A	2019-06-20	2019-06-20
8	Pruebas con aditivo B	2022-06-20	2022-06-20
9	Pruebas con aditivo C	2023-06-20	2001-07-20
10	Obtención de datos para análisis de resultados	2027-07-20	2004-08-20
11	Redacción del escrito	2005-08-20	2015-09-20

12	Revisión	2016-09-20	2029-09-20
13	Autorización de impresión	1930-09-20	2002-10-20
14	Empastado e impresión	2005-10-20	2008-10-20
15	Entrega de libros	2009-10-20	2012-10-20
16	FIN	2013-10-20	2013-10-20

Fuente: Autor

Realizado por: Geann Ordóñez

ANEXO B: Diagrama de Gantt.

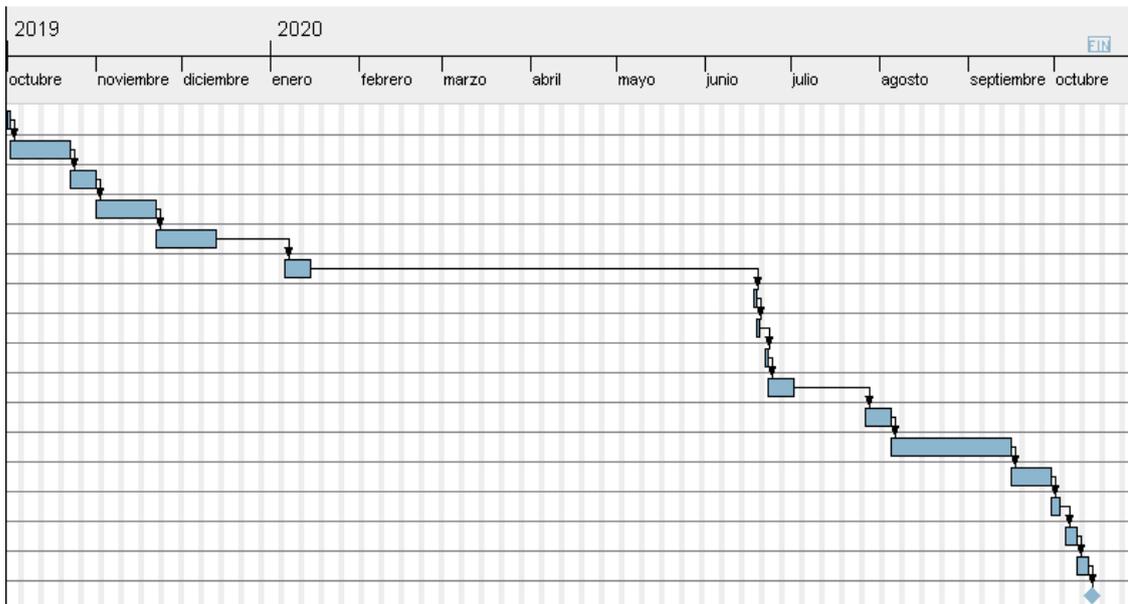


Gráfico 1: Diagrama de Gantt.

Realizado por: Geann Ordóñez. 2020

ANEXO C: Lista de materiales usado en las pruebas.

Tabla 2: Lista de materiales

Cantidad	Materiales
1	Dinamómetro Automotriz MAHA LPS 3000 LKW y accesorios
1	Vehículo Aveo Family 1500cc
1 (354 ml)	Aditivo Abro Octane Booster
1 (150 ml)	Aditivo Liqui Moly
1 (148 ml)	Aditivo Bardahl Octane booster
1 (5 gl)	Combustible tipo extra
1	Matraz
1	Probeta
1	Bomba externa
1	Kit de protección personal

Fuente: Autor

Realizado por: Geann Ordóñez

ANEXO D: Lista de costos.

Tabla 3: Costos del proyecto de investigación.

MARCA	CARACTE RÍSTICAS	DETALLE	CANT IDAD	COSTO UNITAR IO	COSTO TOTAL
CHEVRO LET	Aveo Family 1500 cc	Ensayo de Torque y Potencia	12.00	\$100.00	\$1,200.00
CHEVRO LET	Aveo Family 1500 cc	Prueba de Consumo de Combustible en Laboratorio.	12.00	\$100.00	\$1,200.00

Bardahl	Octane Booster	Aditivo para pruebas en dinamómetro	1	\$5.99	\$5.99
Liqui Moly	Octane Booster	Aditivo para pruebas en dinamómetro	1	\$7.85	\$7.85
Abro	Octane Booster	Aditivo para pruebas en dinamómetro	1	\$5.70	\$5.70
Extra	Combustible Extra	Combustible extra para preparación de mezclas	1	\$1.80	\$27.00
		Total	28.00	\$221.34	\$2,446.54

Fuente: Autor

Realizado por: Geann Ordóñez

ANEXO E: Evidencia de encuestas.

Gasolineras ubicadas en la zona centro de la ciudad.

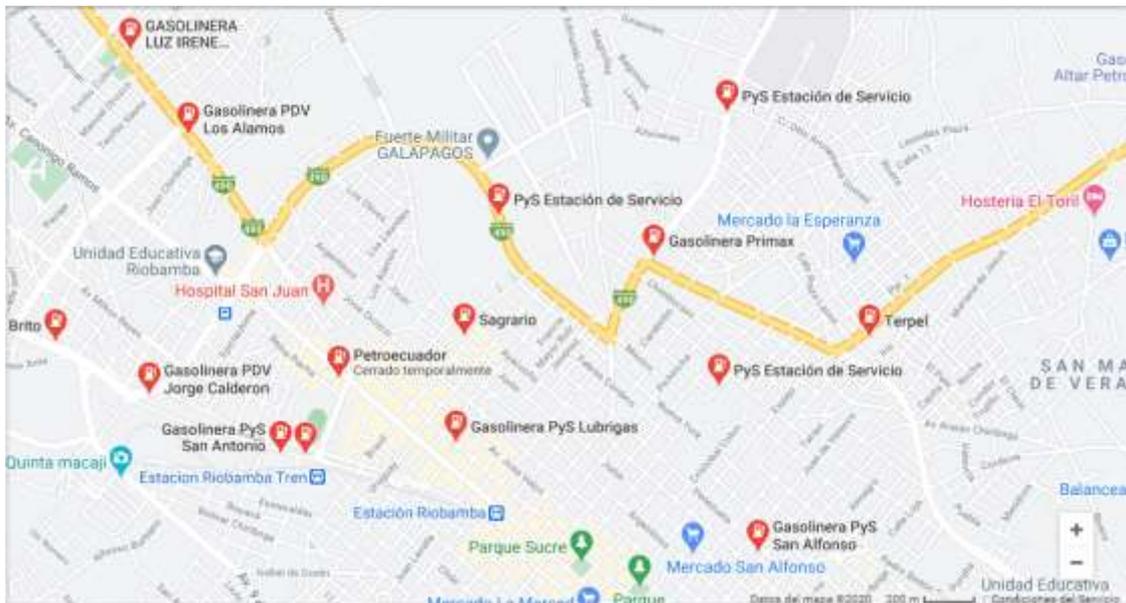


Figura 2: Selección de gasolineras según la zona escogida.

Realizado por: Geann Ordóñez. 2020

Lubricadoras ubicadas en la zona centro de la ciudad.



Figura 3: Selección de lubricadoras según la zona escogida.

Realizado por: Geann Ordóñez. 2020

Formato de encuestas.

Aditivos para combustible

Aditivos con mayor demanda Riobamba en la zona centro de Riobamba

1. Nombre del establecimiento

2. ¿Comercializa aditivos para mejora de combustible?

Marca solo un óvalo.

SI

No

3. ¿Cuál es el aditivo para combustible con mayor demanda en su establecimiento?

Figura 4: Formato de encuestas.

Realizado por: Geann Ordóñez. 2020

Resultado de encuestas.

Tabla 4: Tabulación de encuestas

Nombre del establecimiento	¿Comercializa aditivos para mejora de combustible?	Marca de aditivo
Gasolinera PS lubrigas	SI	Abro
Gasolinera Puebla	SI	Abro
Gasolinera Terpel sensación	SI	Abro
Gasolinera dooz	SI	Liqui Moly
Gasolinera los álamos	SI	Abro
Gasolinera PS San Antonio	SI	Liqui Moly

Gasolinera terpel brito	SI	Abro
Centro de balanceo y alineación liqui moly	SI	Liqui Moly
Lubricadora pits	SI	Abro
Lubricadora Fernández	SI	Bardahl
Tecnicentro importadora de llantas Riobamba	SI	Bardahl
Lubricadora Wash davada	SI	Abro
Lubricadora monkey car wash	SI	Abro
Lubricadora Tello	SI	Liqui Moly
Lubricadora Magblad	SI	Bardahl
Lubricadora buenaño	SI	Bardahl
Lubricadora el mosquito	SI	Bardahl
Lubricador reno motors	SI	Liqui Moly
Lubricadora riolubri	SI	Bardahl
Lubricadora auto spa	SI	Abro

Fuente: Autor

Realizado por: Geann Ordóñez

ANEXO F: Evidencia fotográfica.

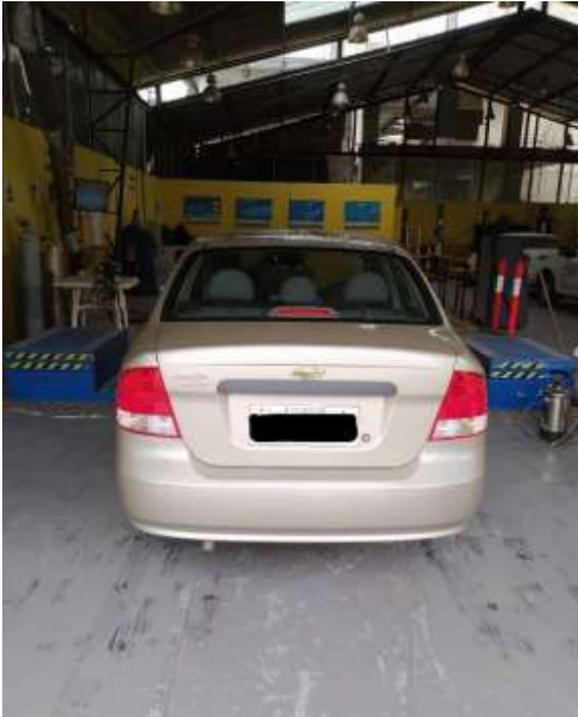


Figura 5: Aveo Family 1500cc, vehículo para realizar las pruebas.

Fuente: Geann Ordóñez. 2020



Figura 6: Aveo Family 1500cc, vehículo para realizar las pruebas acoplado en el dinamómetro.

Fuente: Geann Ordóñez. 2020



Figura 7: Sujeción del vehículo a los puntos de anclaje de la estructura del dinamómetro.

Realizado por: Geann Ordóñez. 2020



Figura 8: Alojamiento del computador y software del dinamómetro LPS 3000.

Realizado por: Geann Ordóñez. 2020



Figura 9: Equipos para transmisión de datos al software del dinamómetro.

Realizado por: Geann Ordóñez. 2020



Figura 10: Conexión del sensor de temperatura de aceite para envío de datos de la temperatura del motor al software del dinamómetro.

Realizado por: Geann Ordóñez. 2020



Figura 11: Bomba de presión externa

Realizado por: Geann Ordóñez. 2020



Figura 12: Conexión de bomba externa.

Realizado por: Geann Ordóñez. 2020



Figura 13: Ventilador

Realizado por: Geann Ordóñez. 2020



Figura 14: Matraz y probeta, para cálculo de consumo de combustible y medición de concentraciones aplicadas en la bomba externa.

Realizado por: Geann Ordóñez. 2020



Figura 15: Vehículo en ejecución de pruebas.

Realizado por: Geann Ordóñez. 2020



Figura 16: Resultado mostrado en pantalla, después de finalizar la prueba con una de las mezclas.

Realizado por: Geann Ordóñez. 2020

ANEXO G: Resultados de torque y potencia con combustible extra sin aditivos.

CCICEV		Centro de Transferencia Tecnológica para la Capacitación e Investigación en Control de Emisiones Vehiculares				
REGISTRO DE DATOS DE ENSAYO DE TORQUE Y POTENCIA						
CODIGO: CCICEV-04-00-03-ETP		Revisión 1	N°			
		Página 1 / 1	FECHA: 19 de junio de 2020			
TÉCNICOS RESPONSABLES		Fabián Iza				
OBJETIVO DE LA EVALUACIÓN		TIPO DE EVALUACIÓN				
Evaluación Inicial <input checked="" type="checkbox"/>	Evaluación Regular <input type="checkbox"/>	Prechequeo RTV* <input type="checkbox"/>				
Reevaluación <input type="checkbox"/>	Evaluación RTV** rev <input type="checkbox"/>	Evaluación Tesis <input checked="" type="checkbox"/>				
No. Visita <input type="text" value="1"/>	Otros <input type="checkbox"/>					
*RTV: Revisión Técnica Vehicular ** Los resultados ingresados en el presente documento no pueden ser utilizados para aprobar ningún proceso de RTV						
DATOS GENERALES DEL VEHICULO						
Marca	CHEVROLET	VIN Chasis / Placa:	BLATD52Y9K0293537 / PDH8072			
Modelo:	AVEO FAMILY STD 1.5 4P 4X2 TM	Kilometraje:	25432			
MOTOR (Datos del fabricante)**						
Posición de motor	DELANTERO TRANSVERSAL	No. Motor	F15S3181B40024			
No. de cilindros y disposición	4 EN LÍNEA	Versión	N/A			
Máxima Potencia (kw/rpm)	83 HP @ 5600 RPM	Máximo Torque (Nm/rpm)	128 Nm @ 3000 RPM			
Sistema de enfriamiento	REFRIGERANTE	Neumáticos	185/60 R14			
Tipo de aspiración	ATMOSFÉRICO	Transmisión (manual/automática)	MANUAL			
Cilindrada [cm3]	1498	Categoría-Subcategoría-Clase	SEDÁN			
Combustible / Fuente de energía	GASOLINA EXTRA	Año modelo vehículo	2019			
Tipo	M_1	País de origen	ECUADOR			
Tonelaje	0.325					
**Opcional en RTV						
Hora de inicio	08 h 00	Hora final	09 h 00			
Temperatura ambiente °C	17,22	Humedad Relativa (%)	62,7			
		Código equipo				
		Presión Atmosférica (hPa)	734			
RESULTADOS DEL DINAMÓMETRO DE CHASIS - TORQUE Y POTENCIA						
Parámetros	POTENCIA			TORQUE		
	kw	hp	rpm	Nm	lbf.ft	rpm
PRUEBA 1	56,9	76,3	5400	121,48	89,6	3130
PRUEBA 2	56,6	76	5610	120,40	88,8	3050
PRUEBA 3	57,3	76,9	5115	125,14	92,3	3015
Norma de Corrección	ISO 1585					
OBSERVACIONES: El combustible fue proporcionado por el solicitante.						
Los resultados obtenidos aplican única y exclusivamente al vehículo de prueba.						
Firma Responsable: 		Técnico No 1		Firma Responsable de Unidad: 		Técnico No 2
Nombres: Fabián Iza				Nombre: Ing. Diego Linoango		
Formulario de registro previsto para ensayo de torque y potencia / Los resultados aplican únicamente al ítem evaluado						

Figura 17: Resultado de torque y potencia con combustible extra.

Realizado por: Ordoñez, Geann, 2021.

ANEXO H: Resultados de torque y potencia con combustible extra adicionado aditivo A.



CCICEV

Centro de Transferencia Tecnológica
para la Capacitación e Investigación
en Control de Emisiones Vehiculares

REGISTRO DE DATOS DE ENSAYO DE TORQUE Y POTENCIA

CÓDIGO: CCICEV-04-00-03-ETP	Revisión 1	N°	CCICEV-04-00-03-2020-ETP - 063 - P2
	Página 1 / 1	FECHA:	19 de junio de 2020
TÉCNICOS RESPONSABLES		Fabián Iza	

OBJETIVO DE LA EVALUACIÓN	TIPO DE EVALUACIÓN		
Evaluación Inicial <input type="checkbox"/>	Evaluación Regular <input type="checkbox"/>	Prechequeo RTV* <input type="checkbox"/>	
Reevaluación <input checked="" type="checkbox"/>	Evaluación RTV*4 _{to} rev <input type="checkbox"/>	Evaluación Tesis <input checked="" type="checkbox"/>	
No. Visita <input type="text" value="2"/>	Otros <input type="checkbox"/>		

*RTV: Revisión Técnica Vehicular ** Los resultados expresados en el presente documento no pueden ser utilizados para aprobar ningún proceso de RTV

DATOS GENERALES DEL VEHÍCULO			
Marca	CHEVROLET	VIN Chasis / Placa:	8LATD52Y9KD393S37 / PDH6072
Modelo:	AVEO FAMILY STD 1.5 4P 4X2 TM	Kilometraje:	25461
MOTOR (Datos del fabricante)**			
Posición de motor	DELANTERO TRANSVERSAL	No. Motor	F15S3181840024
No. de cilindros y disposición	4 EN LÍNEA	Versión	N/A
Máxima Potencia (kw/rpm)	83 HP @ 5600 RPM	Máximo Torque (Nm/rpm)	128 Nm @ 3000 RPM
Sistema de enfriamiento	REFRIGERANTE	Neumáticos	185/60 R14
Tipo de aspiración	ATMOSFÉRICO		
Cilindrada (cm3)	1498	Transmisión (manual/automática)	MANUAL
Combustible / Fuente de energía	GASOLINA EXTRA + ADITIVO A	Categoría-Subcategoría-Clase	SEDÁN
Tipo	M_1	Año modelo vehículo	2019
Tonelaje	0,325	País de origen	ECUADOR

** Opcional en RTV

Hora de inicio	10 h 00	Hora final	11 h 00	Código equipo	
Temperatura ambiente °C	21,22	Humedad Relativa (%)	58,3	Presión Atmosférica (hPa)	733,6

RESULTADOS DEL DINAMÓMETRO DE CHASIS - TORQUE Y POTENCIA						
Parámetros	POTENCIA			TORQUE		
	kw	hp	rpm	Nm	lbf.ft	rpm
PRUEBA 1	81,8	82,6	5110	124,19	91,8	2940
PRUEBA 2	81,6	82,6	4915	130,70	96,4	3005
PRUEBA 3	80,8	81,6	5705	125,50	93,3	3005
Norma de Corrección	ISO 1585					

OBSERVACIONES: El combustible fue proporcionado por el solicitante.
Los resultados obtenidos aplican única y exclusivamente al vehículo de prueba.

Técnico No 1



Firma Responsables:

Nombre: Fabián Iza

Técnico No 2

Firma Responsable de Unidad:



Nombre: Ing. Diego Lincango

Formato de registro primario para ensayo de torque y potencia / Los resultados aplican únicamente al ítem evaluado

Figura 18: Resultado de torque y potencia con combustible extra más aditivo A.

Realizado por: Ordoñez, Geann, 2021.

ANEXO I: Resultados de torque y potencia con combustible extra adicionado aditivo B.



Centro de Transferencia Tecnológica
para la Capacitación e Investigación
en Control de Emisiones Vehiculares

REGISTRO DE DATOS DE ENSAYO DE TORQUE Y POTENCIA

CODIGO: CCICEV-04-00-03-ETP	Revisión: 1	N°:	CCICEV-04-00-03-2020-ETP - 063 - P3
	Página: 1 / 1	FECHA:	19 de junio de 2020
TÉCNICOS RESPONSABLES	Fabrán Iza		

OBJETIVO DE LA EVALUACIÓN	TIPO DE EVALUACIÓN	
Evaluación Inicial <input type="checkbox"/>	Evaluación Regular <input type="checkbox"/>	Prechequeo RTV* <input type="checkbox"/>
Reevaluación <input checked="" type="checkbox"/>	Evaluación RTV*4, rev <input type="checkbox"/>	Evaluación Testis <input checked="" type="checkbox"/>
No. Visita: <input type="text" value="3"/>	Otros <input type="checkbox"/>	

*RTV: Revisión Técnico Vehículo ** Los resultados expresados en el presente documento no pueden ser utilizados para aprobar ningún proceso de RTV

DATOS GENERALES DEL VEHÍCULO			
Marca	CHEVROLET	VIN Chasis / Placa:	8LATD52Y9K0303537 / PDH8072
Modelo:	AVEO FAMILY STD 1.5 4P 4X2 TM	Kilometraje:	25493
MOTOR (Datos del fabricante)**			
Posición de motor	DELANTERO TRANSVERSAL	No. Motor	F15S3161640024
No. de cilindros y disposición	4 EN LÍNEA	Versión	N/A
Máxima Potencia (kw/rpm)	83 HP @ 5600 RPM	Máximo Torque (Nm/rpm)	128 Nm @ 3000 RPM
Sistema de enfriamiento	REFRIGERANTE	Neumáticos	185/60 R14
Tipo de aspiración	ATMOSFÉRICO	Transmisión (manual/automática)	MANUAL
Cilindrada (cm3)	1498	Categoría-Subcategoría-Clase	SEDÁN
Combustible / Fuente de energía	GASOLINA EXTRA + ADITIVO B	Año modelo vehículo	2019
Tipo	M_1	País de origen	ECUADOR
Tonelaje	0,325		

**Opcional en RTV

Hora de inicio	12 h 00	Hora final	13 h 00	Código equipo	
Temperatura ambiente °C	23,22	Humedad Relativa (%)	47,7	Presión Atmosférica (hPa)	732,9

RESULTADOS DEL DINAMÓMETRO DE CHASIS - TORQUE Y POTENCIA						
Parámetros	POTENCIA			TORQUE		
	kw	hp	rpm	Nm	lbf.ft	rpm
PRUEBA 1	62,6	83,8	5650	121,21	89,4	3240
PRUEBA 2	62,8	84,2	5685	143,04	105,5	2910
PRUEBA 3	60,6	81,3	5680	78,60	57,9	2830
Norma de Corrección	ISO 1686					

OBSERVACIONES: El combustible fue proporcionado por el solicitante.
Los resultados obtenidos aplican única y exclusivamente al vehículo de prueba.

Técnico No 1

Firma Responsables: 

Nombre: Fabrán Iza

Técnico No 2

Firma Responsable de Unidad: 

Nombre: Ing. Diego Lincango

Formato de registro primario para ensayo de torque y potencia / Los resultados aplican únicamente al ítem evaluado

Figura 19: Resultado de torque y potencia con combustible extra más aditivo B.

Realizado por: Ordoñez, Geann, 2021.

ANEXO J: Resultados de torque y potencia con combustible extra adicionado aditivo C.

CCICEV		Centro de Transferencia Tecnológica para la Capacitación e Investigación en Control de Emisiones Vehiculares				
REGISTRO DE DATOS DE ENSAYO DE TORQUE Y POTENCIA						
CODIGO: CCICEV-04-00-03-ETP	Revisión 1	Nº	CCICEV-04-00-03-2020-ETP - 063 - P4			
	Página 1 / 1	FECHA:	19 de junio de 2020			
TÉCNICOS RESPONSABLES		Fabión Iza				
OBJETIVO DE LA EVALUACIÓN		TIPO DE EVALUACIÓN				
Evaluación Inicial <input type="checkbox"/>	Evaluación Regular <input type="checkbox"/>	Prechequeo RTV* <input type="checkbox"/>				
Reevaluación <input checked="" type="checkbox"/>	Evaluación RTV*4, rev <input type="checkbox"/>	Evaluación Tesis <input checked="" type="checkbox"/>				
No. Visita <input type="text" value="4"/>	Otros <input type="checkbox"/>					
*RTV: Revisión Técnica Vehicular ** Los resultados expresados en el presente documento no pueden ser utilizados para aprobar ningún proceso de RTV						
DATOS GENERALES DEL VEHÍCULO						
Marca	CHEVROLET	VIN Chasis / Placa:	8LATD52Y9K0393537 / PDH8072			
Modelo:	AVEO FAMILY STD 1.5 4P 4X2 TM	Kilometraje:	25524			
MOTOR (Datos del fabricante)**						
Posición de motor	DELANTERO TRANSVERSAL	No. Motor	F15S3181840024			
No. de cilindros y disposición	4 EN LÍNEA	Versión	N/A			
Máxima Potencia (kw/rpm)	83 HP @ 5600 RPM	Máximo Torque (Nm/rpm)	128 Nm @ 3000 RPM			
Sistema de enfriamiento	REFRIGERANTE	Neumáticos	185/60 R14			
Tipo de aspiración	ATMOSFÉRICO	Transmisión (manual/automática)	MANUAL			
Cilindrada [cm3]	1498	Categoría-Subcategoría-Clase	SEDÁN			
Combustible / Fuente de energía	GASOLINA EXTRA + ADITIVO C	Año modelo vehículo	2019			
Tipo	M_1	País de origen	ECUADOR			
Tonelaje	0,325					
**Opcional en RTV						
Hora de inicio	14 h 00	Hora final	15 h 00			
Temperatura ambiente °C	24,00	Humedad Relativa (%)	39,8			
		Presión Atmosférica (hPa)	731,6			
RESULTADOS DEL DINAMÓMETRO DE CHASIS - TORQUE Y POTENCIA						
Parámetros	POTENCIA			TORQUE		
	kw	hp	rpm	Nm	lbf.ft	rpm
PRUEBA 1	53,1	71,2	5615	116,46	85,9	2910
PRUEBA 2	56,7	74,7	5680	116,87	86,2	2905
PRUEBA 3	55	73,8	5680	118,50	87,4	2905
Norma de Corrección	ISO 1685					
OBSERVACIONES: <u>El combustible fue proporcionado por el solicitante.</u>						
<u>Los resultados obtenidos aplican única y exclusivamente al vehículo de prueba.</u>						
Firma Responsable:			Técnico No 2	Firma Responsable de Unidad: 		
Nombre:	Fabión Iza			Nombre: Ing. Diego Lincango		
Formulario de registro estándar para ensayo de torque y potencia / Los resultados aplican únicamente al ítem evaluado						

Figura 20: Resultado de torque y potencia con combustible extra más aditivo B.

Realizado por: Ordoñez, Geann, 2021.

ANEXO K: Resultados de consumo usando la mezcla de combustible sin aditivo bajo el ciclo IM-240.



Centro de Transferencia Tecnológica
para la Capacitación e Investigación
en Control de Emisiones Vehiculares

REGISTRO DE DATOS DE PRUEBA DE CONSUMO DE COMBUSTIBLE EN LABORATORIO

CODIGO: CCICEV-04-00-03-CCL	Revisión 1	N°	CCICEV-04-00-03-2020-CCL - 063 - P1
	Página 1 / 1	FECHA:	19 de junio de 2020
TÉCNICOS RESPONSABLES	Fabián Iza		

OBJETIVO DE LA EVALUACIÓN	TIPO DE EVALUACIÓN	
Evaluación Inicial <input checked="" type="checkbox"/>	Evaluación Regular <input type="checkbox"/>	Prechequeo RTV* <input type="checkbox"/>
Reevaluación <input type="checkbox"/>	Evaluación RTV*4 ^{ta} rev <input type="checkbox"/>	Evaluación Tesis <input checked="" type="checkbox"/>
No. Visita <input type="text" value="1"/>	Otros <input type="checkbox"/>	

*RTV: Revisión Técnica Vehicular ** Los resultados expresados en el presente documento no pueden ser utilizados para aprobar ningún proceso de RTV

DATOS GENERALES DEL VEHÍCULO

Marca	CHEVROLET	VIN Chasis / Placa:	8LATD52Y9K0393537 / PDH8072
Modelo:	AVEO FAMILY STD 1.5 4P 4X2 TM	Kilometraje:	25442

MOTOR (Datos del fabricante)**

Posición de motor	DELANTERO TRANSVERSAL	No. Motor	F15S3181840024
No. de cilindros y disposición	4 EN LÍNEA	Versión	N/A
Maxima Potencia (kw/rpm)	83 HP @ 5600 RPM	Máximo Torque (Nm/rpm)	128 Nm @ 3000 RPM
Sistema de enfriamiento	REFRIGERANTE	Tipo de aspiración	ATMOSFÉRICO
Cilindrada [cm3]	1498	Transmisión (manual/automatica)	MANUAL
Combustible / Fuente de energía	GASOLINA EXTRA	Categoría-Subcategoría-Clase	SEDÁN
Tipo	M_1	Año modelo vehículo	2019
Tonelaje	0,325	País de origen	ECUADOR

**Opcional en RTV

Hora de inicio	09 h 00	Hora final	10 h 00	Código equipo
Altitud inicial	2819	Altitud final	2819	

RESULTADOS OBTENIDOS EN LA PRUEBA

TRAMOS	CICLO	INICIO [L]	FINAL [L]	DISTANCIA [km]
1	3 veces IM-240	5	4,35	9,8
2	3 veces IM-240	5	4,39	9,8
3	-	-	-	-

Rendimiento Tramo 1 [km/gal]	55,91
Rendimiento Tramo 2 [km/gal]	59,57
Rendimiento Tramo 3 [km/gal]	-

Rendimiento total [km/gal]	57,74
----------------------------	-------

OBSERVACIONES: El combustible fue proporcionado por el solicitante.

Los resultados obtenidos aplican única y exclusivamente al vehículo de prueba.

Técnico No 1

Firma Responsables:

Nombre: Fabián Iza

Técnico No 2

Firma Responsable de Unidad:

Nombre: Ing. Diego Lincango

Formato de registro primario para pruebas de consumo de combustible en laboratorio / Los resultados aplican únicamente al ítem evaluado

Figura 21: Resultado de consumo simulando el ciclo IM-240.

Realizado por: Ordoñez, Geann, 2021.

ANEXO L: Resultados de consumo usando la mezcla de combustible con aditivo a bajo el ciclo IM-240.



Centro de Transferencia Tecnológica
para la Capacitación e Investigación
en Control de Emisiones Vehiculares

REGISTRO DE DATOS DE PRUEBA DE CONSUMO DE COMBUSTIBLE EN LABORATORIO

CODIGO: CCICEV-04-00-03-CCL	Revisión 1	N°	CCICEV-04-00-03-2020-CCL - 063 - P2
	Página 1 / 1	FECHA:	19 de junio de 2020
TÉCNICOS RESPONSABLES	Fabián Iza		

OBJETIVO DE LA EVALUACIÓN	TIPO DE EVALUACIÓN	
Evaluación Inicial <input type="checkbox"/>	Evaluación Regular <input type="checkbox"/>	Prechequeo RTV* <input type="checkbox"/>
Reevaluación <input checked="" type="checkbox"/>	Evaluación RTV*4, rev <input type="checkbox"/>	Evaluación Tests <input checked="" type="checkbox"/>
No. Visita <input type="text" value="2"/>	Otros <input type="checkbox"/>	

*RTV: Revisión Técnica Vehicular ** Los resultados expresados en el presente documento no pueden ser utilizados para aprobar ningún proceso de RTV

DATOS GENERALES DEL VEHÍCULO

Marca	CHEVROLET	VIN Chasis / Placa:	8LATD52Y9K0393537 / PDH8072
Modelo:	AVEO FAMILY STD 1.5 4P 4X2 TM	Kilometraje:	25473
MOTOR (Datos del fabricante)**			
Posición de motor	DELANTERO TRANSVERSAL	No. Motor	F15S3181840024
No de cilindros y disposición	4 EN LÍNEA	Versión	N/A
Máxima Potencia (kw/rpm)	83 HP @ 5000 RPM	Máximo Torque (Nm/rpm)	126 Nm @ 3000 RPM
Sistema de enfriamiento	REFRIGERANTE	Tipo de aspiración	ATMOSFÉRICO
Cilindrada [cm3]	1498	Transmisión (manual/automatica)	MANUAL
Combustible / Fuente de energía	GASOLINA EXTRA + ADITIVO A	Categoría-Subcategoría-Clase	SEDÁN
Tipo	M_1	Año modelo vehículo	2019
Tonelaje	0,325	País de origen	ECUADOR

**Opcional en RTV

Hora de Inicio	11 h 00	Hora final	12 h 00	Código equipo	
Altitud Inicial	2819	Altitud final	2819		
RESULTADOS OBTENIDOS EN LA PRUEBA					
TRAMOS	CICLO	INICIO [L]	FINAL [L]	DISTANCIA [km]	
1	3 veces IM-240	6	4,35	8,8	
2	3 veces IM-240	6	4,38	9,8	
3	-	-	-	-	

Rendimiento Tramo 1 [km/gal]	65,81	Rendimiento total [km/gal]
Rendimiento Tramo 2 [km/gal]	68,81	57,28
Rendimiento Tramo 3 [km/gal]	-	

OBSERVACIONES: El combustible fue proporcionado por el solicitante.

Los resultados obtenidos aplican única y exclusivamente al vehículo de prueba.

Técnico No 1

Firma Responsables: 

Nombre: Fabián Iza

Técnico No 2

Firma Responsable de Unidad: 

Nombre: Ing. Diego Lincango

Firmado de registro número para pruebas de consumo de combustible en laboratorio / Los resultados aplican únicamente al ítem evaluado

Figura 22: Resultado de consumo simulando el ciclo IM-240.

Realizado por: Ordoñez, Geann, 2021.

ANEXO M: Resultados de consumo usando la mezcla de combustible con aditivo B bajo el ciclo IM-240.



Centro de Transferencia Tecnológica
para la Capacitación e Investigación
en Control de Emisiones Vehiculares

REGISTRO DE DATOS DE PRUEBA DE CONSUMO DE COMBUSTIBLE EN LABORATORIO

CODIGO: CCICEV-04-00-03-CCL	Revisión 1	N°	CCICEV-04-00-03-2020-CCL - 063 - P3
	Página 1 / 1	FECHA:	19 de junio de 2020
TÉCNICOS RESPONSABLES		Fabían Iza	

OBJETIVO DE LA EVALUACIÓN	TIPO DE EVALUACIÓN		
Evaluación Inicial <input type="checkbox"/>	Evaluación Regular <input type="checkbox"/>	Prechequeo RTV* <input type="checkbox"/>	
Reevaluación <input checked="" type="checkbox"/>	Evaluación RTV*4 ^a rev <input type="checkbox"/>	Evaluación Tesis <input checked="" type="checkbox"/>	
No. Visita <input type="text" value="3"/>	Otros <input type="checkbox"/>		

*RTV: Revisión Técnica Vehicular ** Los resultados expresados en el presente documento no pueden ser utilizados para aprobar ningún proceso de RTV

DATOS GENERALES DEL VEHICULO			
Marca	CHEVROLET	VIN Chasis / Placa:	8LATD52Y9K0393537 / PDH8072
Modelo:	AVEO FAMILY STD 1.5 4P 4X2 TM	Kilometraje:	25505
MOTOR (Datos del fabricante)**			
Posición de motor	DELANTERO TRANSVERSAL	No. Motor	F15S3181840024
No. de cilindros y disposición	4 EN LÍNEA	Versión	N/A
Maxima Potencia (kw/rpm)	83 HP @ 5600 RPM	Máximo Torque (Nm/rpm)	128 Nm @ 3000 RPM
Sistema de enfriamiento	REFRIGERANTE	Tipo de aspiración	ATMOSFÉRICO
Cilindrada [cm3]	1498	Transmisión (manual/automatica)	MANUAL
Combustible / Fuente de energía	GASOLINA EXTRA + ADITIVO B	Categoría-Subcategoría-Clase	SEDÁN
Tipo	M_1	Año modelo vehículo	2019
Tonelaje	0,325	País de origen	ECUADOR

**Opcional en RTV

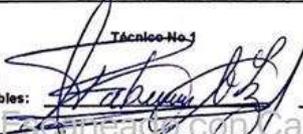
Hora de inicio	13 h 00	Hora final	14 h 00	Código equipo	
Altitud inicial	2819	Altitud final	2819		
RESULTADOS OBTENIDOS EN LA PRUEBA					
TRAMOS	CICLO	INICIO [L]	FINAL [L]	DISTANCIA [km]	
1	3 veces IM-240	5	4,35	9,8	
2	3 veces IM-240	5	4,38	9,9	
3	-	-	-	-	

Rendimiento Tramo 1 [km/gal]	58,81
Rendimiento Tramo 2 [km/gal]	58,81
Rendimiento Tramo 3 [km/gal]	-
Rendimiento total [km/gal]	57,26

OBSERVACIONES: El combustible fue proporcionado por el solicitante.

Los resultados obtenidos aplican única y exclusivamente al vehículo de prueba.

Técnico No. 1

Firma Responsables: 

Nombre: Fabían Iza

Técnico No 2

Firma Responsable de Unidad: 

Nombre: Ing. Diego Lincango

Formato de registro primario para pruebas de consumo de combustible en laboratorio / Los resultados aplican únicamente al ítem evaluado

Figura 23: Resultado de consumo simulando el ciclo IM-240.

Realizado por: Ordoñez, Geann, 2021

ANEXO N: Resultados de consumo usando la mezcla de combustible con aditivo B bajo el ciclo IM-240.



Centro de Transferencia Tecnológica
para la Capacitación e Investigación
en Control de Emisiones Vehiculares

REGISTRO DE DATOS DE PRUEBA DE CONSUMO DE COMBUSTIBLE EN LABORATORIO

CODIGO: CCICEV-04-00-03-CCL	Revisión 1	N°	CCICEV-04-00-03-2020-CCL - 063 - P4
	Página 1 / 1	FECHA:	19 de Junio de 2020
TÉCNICOS RESPONSABLES		Fabían Iza	

OBJETIVO DE LA EVALUACIÓN	TIPO DE EVALUACIÓN
Evaluación Inicial <input type="checkbox"/>	Evaluación Regular <input type="checkbox"/>
Reevaluación <input checked="" type="checkbox"/>	Prechequeo RTV* <input type="checkbox"/>
No. Visita <input type="text" value="4"/>	Evaluación RTV*4, rev <input type="checkbox"/>
	Evaluación Tesis <input checked="" type="checkbox"/>
	Otros <input type="checkbox"/>

*RTV: Revisión Técnica Vehicular ** Los resultados expresados en el presente documento no pueden ser utilizados para aprobar ningún proceso de RTV

DATOS GENERALES DEL VEHÍCULO			
Marca	CHEVROLET	VIN Chasis / Placa:	8LATD52Y9K0393537 / PDH8072
Modelo:	AVEO FAMILY STD 1.5 4P 4X2 TM	Kilometraje:	25534
MOTOR (Datos del fabricante)**			
Posición de motor	DELANTERO TRANSVERSAL	No. Motor	F15S3181840024
No. de cilindros y disposición	4 EN LÍNEA	Versión	N/A
Máxima Potencia (kw/rpm)	83 HP @ 5600 RPM	Máximo Torque (Nm/rpm)	128 Nm @ 3000 RPM
Sistema de enfriamiento	REFRIGERANTE	Tipo de aspiración	ATMOSFÉRICO
Cilindrada [cm3]	1498	Transmisión (manual/automática)	MANUAL
Combustible / Fuente de energía	GASOLINA EXTRA + ADITIVO C	Categoría-Subcategoría-Clase	SEDÁN
Tipo	M_1	Año modelo vehículo	2019
Tonelaje	0,325	País de origen	ECUADOR

**Opcional en RTV

Hora de inicio	15 h 00	Hora final	16 h 00	Código equipo	
Altitud inicial	2819	Altitud final	2819		

RESULTADOS OBTENIDOS EN LA PRUEBA				
TRAMOS	CICLO	INICIO [Lq]	FINAL [Lq]	DISTANCIA [km]
1	3 veces IM-240	5	4,56	9,8
2	3 veces IM-240	5	4,37	9,8
3	-	-	-	-

Rendimiento Tramo 1 [km/gal]	56,78
Rendimiento Tramo 2 [km/gal]	57,66
Rendimiento Tramo 3 [km/gal]	-

Rendimiento total [km/gal]	57,23
----------------------------	-------

OBSERVACIONES: El combustible fue proporcionado por el solicitante.

Los resultados obtenidos aplican única y exclusivamente al vehículo de prueba.

Técnico No 1

Firma Responsable: 

Fabían Iza

Técnico No 2

Firma Responsable de Unidad: 

Nombre: Ing. Diego Lincango

Formato de registro primario para pruebas de consumo de combustible en laboratorio / Los resultados aplican únicamente al ítem evaluado

Figura 24: Resultado de consumo simulando el ciclo IM-240.

Realizado por: Ordoñez, Geann, 2021.



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE
CHIMBORAZO
DIRECCIÓN DE BIBLIOTECAS Y RECURSOS
PARA EL APRENDIZAJE Y LA INVESTIGACIÓN



UNIDAD DE PROCESOS TÉCNICOS
REVISIÓN DE NORMAS TÉCNICAS, RESUMEN Y BIBLIOGRAFÍA

Fecha de entrega: 08 / 06 / 2021

INFORMACIÓN DEL AUTOR/A (S)
Nombres – Apellidos: Geann Carlos Ordóñez Alcivar
INFORMACIÓN INSTITUCIONAL
Facultad: Mecánica
Carrera: Ingeniería Automotriz
Título a optar: Ingeniero Automotriz
f. Analista de Biblioteca responsable: Ing. CPA. Jhonatan Rodrigo Parreño Uquillas. MBA.  08-06-2021 0951-DBRAI-UTP-2021