

DETERMINACIÓN DEL TORQUE Y POTENCIA DEL MOTOR DAEWOO SOHC 1.5 LT UTILIZANDO MATERIALES TERMOPLÁSTICOS EN EL COLECTOR DE ADMISIÓN.

DETERMINATION OF THE TORQUE AND POWER OF THE DAEWOO SOHC ENGINE 1.5 LT USING THERMOPLASTIC MATERIALS IN THE ADMISSION COLLECTOR.

Juan Ortiz¹, Carlos Calderón², Víctor Zambrano³, José Quiroz⁴

¹Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, Facultad de Ingeniería Automotriz, Latacunga, Ecuador
Jcortiz2@espe.edu.ec¹, cfcalderson@espe.edu.ec², vdzambrano@espe.edu.ec³, jlquiroz@espe.edu.ec⁴

Revista Energía Mecánica Innovación y Futuro, VII Edición 2018, No. 7 (14)

RESUMEN

La investigación se basó en determinar el torque y potencia de un motor Daewoo SOHC 1.5 lt. al cambiar el múltiple de admisión estándar por otros de material termoplástico, se realiza la modelación en el Software CAD e impresión en la impresora 3D del colector de admisión en tres diferentes materiales termoplásticos ABS (Acrilonitrilo Butadieno Estireno), PLA (Ácido Poliláctico) y PET (Polietileno Tereftalato).

Se implementa cada uno de los múltiples y se realizaron las pruebas de torque, potencia bajo las mismas condiciones para cada tipo de colector de admisión, se presentan los diagramas de torque y potencia, se tabulan los datos obtenidos para generar un registro de las variaciones de los parámetros característicos del motor SOHC en función de los tres diferentes materiales y se determina que material ayuda a mejorar las características del motor.

Palabras clave:

ABS (acrilonitrilo butadieno estireno), Múltiple de admisión, PET (polietileno tereftalato), PLA (ácido poliláctico), Potencia, Torque.

ABSTRACT

The investigation is based on determining the torque and power of a Daewoo SOHC engine 1.5 lt. When changing the standard admission manifold for others of thermoplastic material, the modeling is done in the CAD Software and printing in the 3D printer of the intake manifold in three different thermoplastic materials ABS (Acrylonitrile Butadiene Styrene), PLA (Polylactic Acid) and PET (Polyethylene Terephthalate).

Each of the manifolds is implemented and torque, power under the same conditions for each type of intake manifold, torque and power diagrams are presented, data are tabulated for Generate a register of the variations of the characteristic parameters of the SOHC engine according to the three different materials and determines which material helps to improve the characteristics of the engine, this research is developed in the Laboratory of Internal Combustion Engines of the University of The Armed Forces ESPE Extension Latacunga.

Keywords:

Knock sensor, accelerometer, microphone, transient events, temporal window, frequency spectrum, crankshaft and camshaft.

1. INTRODUCCIÓN

La falta de aprovechamiento de los materiales termoplásticos como el ABS (Acrilonitrilo Butadieno Estireno), PLA (Ácido Poliláctico) y PET (Polietileno Tereftalato) para replicar piezas automotrices generan una dependencia excesiva de los materiales tradicionales metálicos para la fabricación en piezas automotrices, el presente proyecto permitirá establecer si es posible utilizar repuestos alternos fabricados con materiales termoplásticos.

El avance de la tecnología y la falta de equipos para la construcción de autopartes direccionan a nuevas investigaciones que permitan variar el mercado automotor, incentivando a la línea de investigación en el Ecuador.

Los múltiples metálicos que se encuentran en el mercado automotriz presentan una mayor resistencia al flujo de aire, haciendo que el desempeño del motor se vea afectado al no tener un llenado eficiente en la cámara de combustión.

El desconocimiento de nuevas técnicas de fabricación de autopartes hace que en el Ecuador se importen los repuestos de diferentes países. Al investigar sobre materiales alternos y su fabricación se apoya al cambio de la matriz productiva y conlleva a generar nuevas fuentes de trabajo.

La investigación se origina por la necesidad de los propietarios de vehículos por tener una alternativa diferente para adquirir un componente de un motor de combustión interna, como es el caso del colector de admisión.

En la actualidad se dispone de la tecnología que permite fabricar componentes de un vehículo en materiales termoplásticos, y se puede determinar si los nuevos materiales en un vehículo de combustión interna mantienen o mejoran las características mecánicas del motor, bajo las condiciones de funcionamiento normal.

Las características inherentes de los termoplásticos han sido las principales cualidades para su uso en vehículos, estos incluyen peso ligero, menores costos para grandes volúmenes y la posibilidad de ser fabricado como un componente complejo único.

Los múltiples de admisión son diseñados para reducir en lo posible el rozamiento del aire, para asegurar un flujo con un mínimo de turbulencias para evitar

pérdidas y condensaciones, al utilizar termoplásticos se reduce la rugosidad, ya que su superficie es lisa, por lo tanto, la turbulencia y condensación será menor que al utilizar un material metálico como el aluminio que tiene un coeficiente de rugosidad de SCOBAY de 0.40.

2. MÉTODOS Y MATERIALES

2.1 Par motor

La fuerza de la explosión producida en un motor durante el proceso de combustión enviará rápidamente el pistón hacia su PMI. Esto generará el movimiento rotacional del cigüeñal por la acción de la biela. Esta fuerza rotacional se llama par motor. [1]

Se debe considerar que, a mayor poder explosivo dentro del cilindro, mayor será el resultado del par motor, y mayor la fuerza generada por él. Cuando el cigüeñal gira, realiza ese giro en un determinado lapso. [1]

Si el par motor es el resultado de la fuerza que ejerce la explosión de la mezcla sobre el giro del cigüeñal, la potencia es el resultado de dicho par motor realizado en un determinado lapso. [1]

$$\text{Par} = F \cdot d \quad (1)$$

F= Fuerza. [N]

d= Distancia. [m]

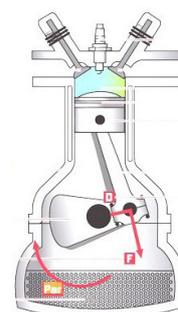


Figura 1. Representación par motor

En los motores de combustión, la curva de par empieza siendo ascendente hasta llegar a las revoluciones donde el motor rinde el par máximo, que es el punto de diseño óptimo. A partir de ese momento, el par comienza a disminuir progresivamente. [2]

En la figura 2 se representa en el eje horizontal las revoluciones por minuto (r. p. m.) del régimen giro (n)

del motor y en el eje vertical el par (T) que proporciona durante todo su rango de funcionamiento. En los motores de combustión, la curva de par empieza siendo ascendente hasta llegar a las revoluciones donde el motor rinde el par máximo (T1), que es el punto de diseño óptimo. A partir de ese momento, el par comienza a disminuir progresivamente. [3]

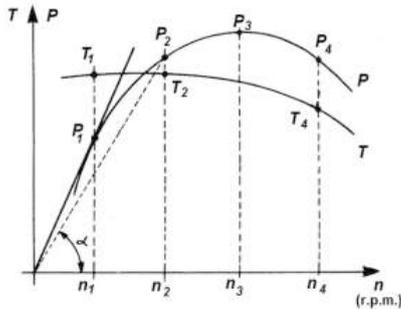


Figura 2. Curva del par motor y potencia

2.2. Potencia del motor

Potencia efectiva del motor

Es la potencia que se tiene en las ruedas, y es menor al valor de la potencia indicada debido a las pérdidas que tienen lugar hasta la salida al eje de tracción. Se la puede obtener midiendo con máquinas frenantes apropiadas o matemáticamente. [4]

$$Ne = (2 \cdot p_{me} \cdot V_h \cdot n \cdot i) / (10^3 \cdot \tau) \quad (2)$$

- Ne = potencia efectiva del motor (KW)
- pme = presión media efectiva (Pa)
- Vh = volumen del cilindro (m³)
- n = frecuencia de rotación del motor (r.p.s)
- i = número de cilindros
- τ = número de tiempos del motor

Potencia indicada

La potencia es el trabajo o la energía desarrollada en la unidad de tiempo. En el caso de un motor, la potencia se desarrolla durante el desplazamiento del vehículo y a diferentes estados de carga a una cierta velocidad. [5]

$$P = T/t \quad (3)$$

- P= Potencia. [Watt]
- T= Trabajo. [Joule]
- t= Tiempo. [s]

En la figura 3, la potencia que puede ofrecer un motor de combustión interna aumenta conforme sube de régimen de giro, hasta un máximo que se alcanza cuando gira a n (r. p. m.). En estas condiciones, aunque se acelere más la velocidad del motor, este no es capaz de entregar más potencia dado que la curva entra en su tramo descendente. El límite máximo de revoluciones a la que puede girar el motor lo marca nmax, establecido por las propias limitaciones de los elementos mecánicos que lo constituyen. [3]

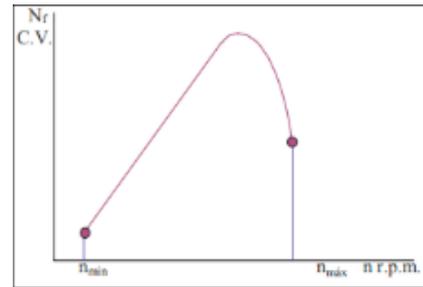


Figura 3. Curva de potencia

2.3 MÉTODOS

La metodología que se usó en esta investigación es la siguiente:



Figura 4. Cuadro metodológico

El banco dinamométrico tiene la propiedad de generarle al motor del vehículo una resistencia a la tracción del mismo mediante un freno que contrarresta el par motor en forma dinámica y permite absorber la potencia y transformarla en calor por ejemplo para un freno hidráulico. El calor resultante se transfiere el agua y permite que las pruebas sean de una duración suficiente.

La medición se realiza con una celda de carga adosada al estator del freno y el cálculo de potencia se completa con las RPM que se leen del eje del freno. [4]

Características del dinamómetro de rodillos

Tabla 1. Características del dinamómetro motorroll

Alcance de revoluciones	20000 RPM
Brazo de palanca	256 mm
Alcance de potencia	200 HP - 150 KW
Tipo de dinamómetro	Rodillos
Sensor de velocidad	Óptico
Electrónica utilizada	Interfaz Motorroll con conexión a pc.
Diámetro de rodillos	165 mm
Tipo de freno	Hidráulico

Software del dinamómetro

Toda la información obtenida desde el módulo de adquisición de datos se despliega en un software que funciona bajo Windows. Se los puede visualizar en tiempo real o como un informe con valores instantáneos, máximos, promedios, así como las curvas de potencia y torque del motor. Estos valores puedes compararlos para medir las diferencias ante cualquier cambio o alteración que se haya hecho al motor.

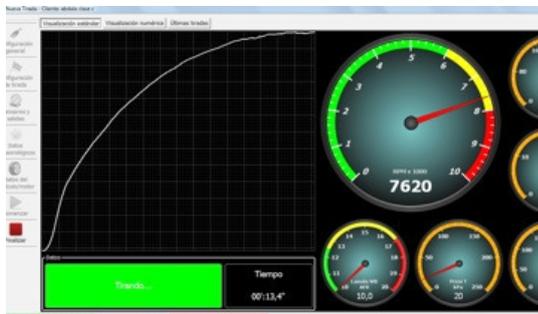


Figura 5. Software del dinamómetro

Múltiple de ABS (Acrilonitrilo Butadieno Estireno)

El ABS es un copolímero perteneciente a la familia de los Polímeros de Estireno y debe su nombre a los tres monómeros utilizados para su fabricación. Acrilonitrilo, Butadieno y Estireno. [5]

Al combinar tres monómeros, cada uno de ellos confiere sus propiedades sin afectar las otras:

Acrilonitrilo: Imparte resistencia química, estabilidad térmica, dureza superficial y resistencia al envejecimiento.

Butadieno: Proporciona resistencia al impacto, tenacidad y retención de propiedades a bajas temperaturas.

Estireno: Contribuye con brillo, rigidez y facilidad de procesamiento.

La composición de los monómeros de ABS varía en función del proceso de polimerización que se utilice siendo los rangos más comunes los siguientes:

Acrilonitrilo	25 - 35%
Butadieno	15 - 30%
Estireno	45 - 55%



Figura 6. Múltiple de material ABS

Múltiple de PLA (Ácido poliláctico)

El PLA es un polímero biodegradable, tiene su origen en el almidón proveniente de vegetales como: maíz, yuca, trigo, remolacha o caña de azúcar, lo que facilita su fuente de extracción alejándola de los procesos de transformación de los hidrocarburos que caracterizan la obtención de otros polímeros.

De esa forma se asegura una reinserción natural a lo largo de su ciclo de vida, al contrario que plásticos derivados de hidrocarburos como el ABS.



Figura 7. Múltiple de material PLA

Múltiple de PET (Polietileno tereftalato)

El PET es un Poliéster Termoplástico y se produce a partir de dos compuestos principalmente: Ácido Terftálico y Etilenglicol.

Pertenece al grupo de los materiales sintéticos denominados poliésteres y a partir de 1946 se lo empezó a utilizar industrialmente. [5]

La aplicación principal en el mercado del PET son los envases rígidos, a partir de 1976.



Figura 8. Múltiple de material PET

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Pruebas de torque y potencia

Antes de realizar las respectivas pruebas estándar y con los diferentes múltiples termoplásticos, se realizó el mantenimiento del motor, el cual consta de cambio de filtro de aire, cambio de filtro de combustible, reemplazo de bujías y cables de bujías, limpieza de inyectores.

Una vez calibrado el software del dinamómetro y tomando las respectivas consideraciones de seguridad y ubicación del vehículo, se procede a encender el ventilador y el motor para que llegue a su temperatura normal de funcionamiento.

Se procede a acelerar el vehículo hasta que llegue a la cuarta velocidad que es donde tiene una relación más cercana a 1:1 y se acelera a fondo, el software se auto inicia de acuerdo a la calibración que se puso anteriormente y corta la prueba al llegar a 5500 rpm obteniendo la siguiente curva.

3.1. Curva del torque y potencia con el colector de admisión estándar.

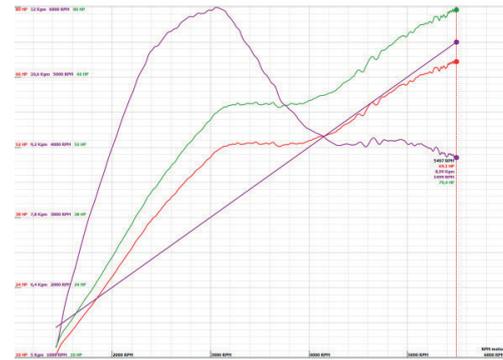


Figura 9. Torque y potencia con el múltiple estándar.

Tabla 2 Datos obtenidos prueba estándar

Aceleración	100 %
Combustible	Gasolina extra
Marcha de la prueba	Cuarta velocidad
Tiempo de aceleración	20,82 seg.
Potencia del motor	79,6 hp
Revoluciones de corte	5501 rpm
Torque máximo	11,99 Kgm
Potencia efectiva medida	69,2 hp

3.2. Curva del torque y potencia con el colector de admisión ABS.

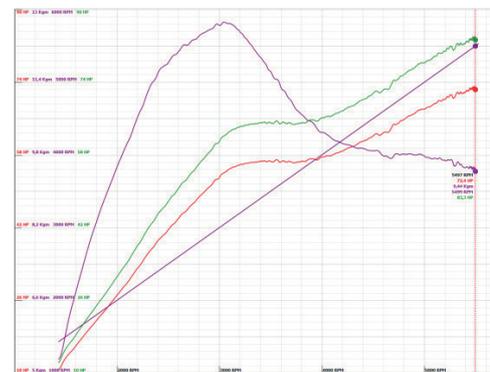


Figura 10. Torque y potencia con el múltiple ABS.

Tabla 3. Datos obtenidos prueba con ABS

Aceleración	100 %
Combustible	Gasolina extra
Marcha de la prueba	Cuarta velocidad
Tiempo de aceleración	25,68 seg.
Potencia del motor	84,1 hp
Revoluciones de corte	5494 rpm
Torque máximo	12,73 Kgm
Potencia efectiva medida	73,1 hp

3.3. Curva del torque y potencia con el colector de admisión PLA.

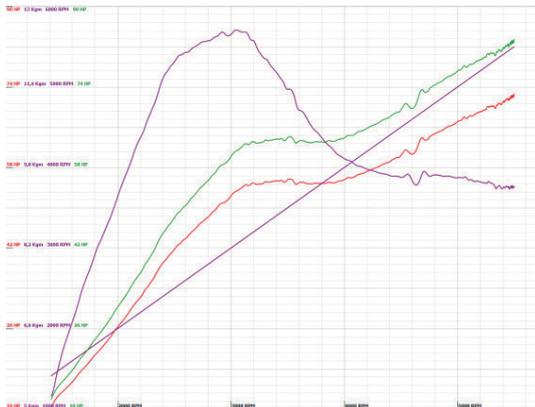


Figura 11. Torque y potencia con el múltiple PLA.

Tabla 4. Datos obtenidos de la prueba con PLA.

Aceleración	100 %
Combustible	Gasolina extra
Marcha de la prueba	Cuarta velocidad
Tiempo de aceleración	24,92 seg.
Potencia del motor	83,4 hp
Revoluciones de corte	5501 rpm
Torque máximo	12,54 Kgm
Potencia efectiva medida	72,6 hp

3.4. Curva del torque y potencia con el colector de admisión PET.

Al encender el vehículo para que alcance a su temperatura normal de funcionamiento y proceder a realizar la prueba dinamométrica, el múltiple de material PET no resistió la temperatura que se transmitió del motor hacia el múltiple a través de los pernos que se encuentran en los cilindros número dos y tres. [6]

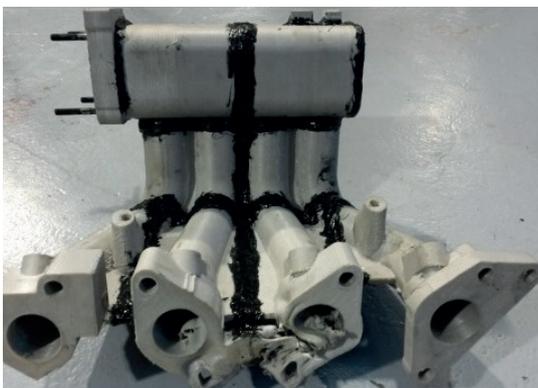


Figura 12. Deformación del múltiple PET en los cilindros dos y

Como se mencionó anteriormente el múltiple de material PET se deformó antes de realizar las primeras pruebas, por los que no se lo tomará en cuenta para los análisis.

3.5. Potencia

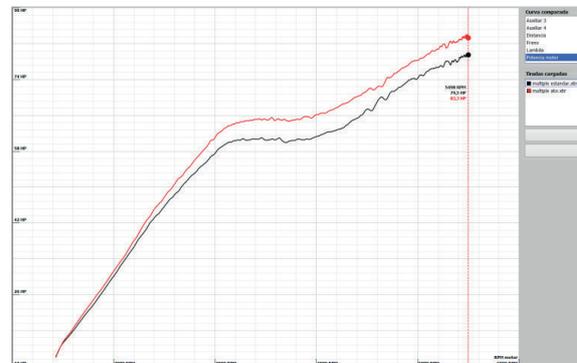


Figura 13. Comparación de potencia estándar vs ABS

Donde el color rojo representa la curva del múltiple de material ABS y el color negro el colector estándar.

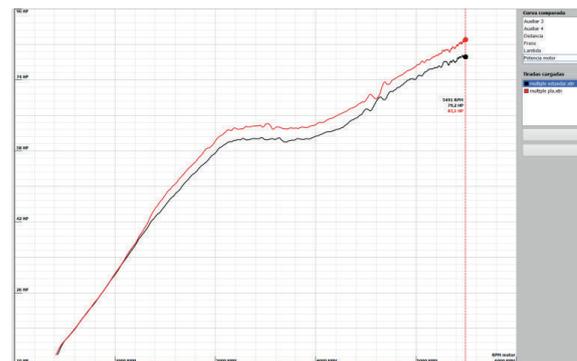


Figura 14. Comparación de potencia estándar vs PLA

Donde el color rojo representa la curva del múltiple de material PLA y el color negro el colector estándar.

Tabla 5. Potencia obtenida de los diferentes múltiples.

Múltiple de admisión	Tiempo de prueba	RPM del motor	Potencia del motor
Estándar	20,82 seg	5501	79,6 hp
ABS	25,68 seg	5494	84,1 hp
PLA	24,92 seg	5501	83,4 hp

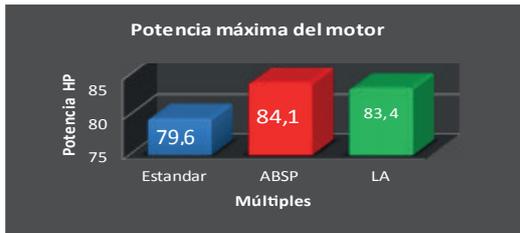


Figura 15. Comparación de las potencias del motor

La potencia del motor con los múltiplos de material termoplástico tuvo un incremento de 4,5 hp para el de ABS lo que representa un 5,65 % y de 3,8 hp para el de PLA que es un 4,77 % en comparación con el estándar, por motivo de que los materiales no transfieren el calor y el aire a la salida del múltiple se encuentra más frío y tiene una mayor densidad, haciendo que entre una cantidad mayor de aire al motor y tenga un mejor llenado. [7]

También los múltiplos de ABS y PLA presentan superficies más lisas que el de aluminio, haciendo que cuando se acelere a fondo el aire que entra al motor encuentre menos resistencia, por lo que su llenado es más eficiente.

3.6. Torque

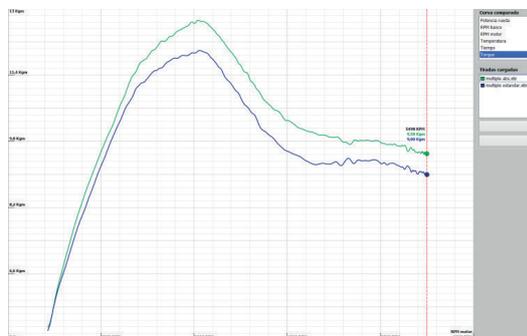


Figura 16. Comparación de torque estándar vs ABS

Donde el color verde representa la curva del múltiple del material ABS y el color azul el colector estándar. [8]

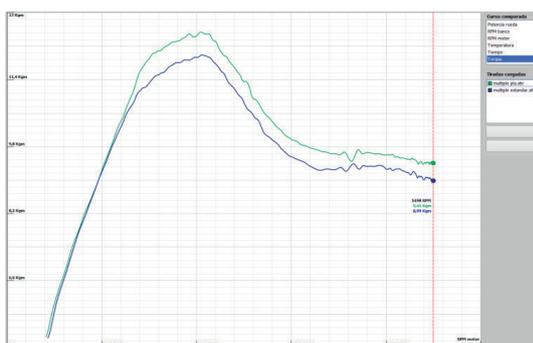


Figura 17. Comparación de torque estándar vs PLA

Donde el color verde representa la curva del múltiple de material PLA y el color azul el colector estándar.

Tabla 6. Torque obtenido de los diferentes múltiplos.

Múltiple de admisión	Tiempo de prueba	RPM del motor	Torque del motor
Estándar	20,82 seg	5501	117,58 Nm
ABS	25,68 seg	5494	124,84 Nm
PLA	24,92 seg	5501	122,98 Nm

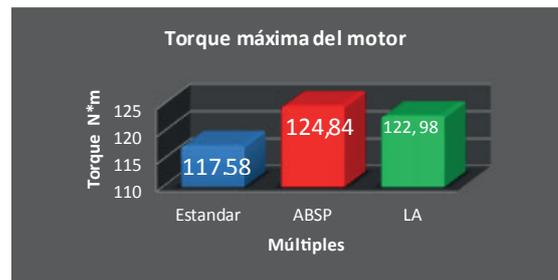


Figura 18. Comparación de los torques del motor

El torque del motor con los múltiplos de material termoplástico tuvo un aumento de 7,26 Nm para el de ABS lo que representa un 6,17 % y de 5,4 Nm para el de PLA que es un 4,59 % en relación con el estándar, recordando que el torque es directamente proporcional a la potencia, se justifica que a mayor potencia, mayor será el torque. Como se puede ver en las figuras 190 y 191, hay más torque desde el inicio de las pruebas en ambas comparaciones. [9]

4. CONCLUSIONES

Se construyó diferentes colectores de admisión, en una impresora 3D de material ABS (Acrilonitrilo Butadieno Estireno), PLA (Ácido Poliláctico) y PET (Polietileno Tereftalato) para comprobar los parámetros mecánicos del motor DAEWOO SOHC con respecto al fabricante.

Se realizó las pruebas para determinar la potencia y torque del motor DAEWOO SOHC del vehículo Chevrolet Aveo Family 1.5 lt. cuando se utilizó los diferentes tipos de colectores fabricados.

La temperatura de funcionamiento del colector de admisión termoplástico ABS es mucho más baja que el colector de aluminio (43 y 68 °C) respectivamente, lo cual es muy oportuno, ya que así el aire que ingresan

a los cilindros para la combustión entra más frío, y así se tiene mayor masa de aire en los cilindros.

La temperatura de fusión del termoplástico ABS es de 250 °C, lo cual evita que el colector de admisión resista la temperatura de funcionamiento del motor que es aproximadamente 95 °C.

La potencia obtenida por los colectores de admisión ABS, PLA y estándar, fueron 84.1, 83.4 y 79.6 HP respectivamente; en lo cual se puede concluir que, si se obtiene una mayor potencia utilizando el colector de admisión ABS, y su diferencia con el estándar es de 4.5 HP. El porcentaje en incremento es de 5.65%.

En relación al torque con el termoplástico ABS se obtuvo 124.84 Nm, y con el colector estándar 117.58 Nm, lo que indica que el torque también aumento considerablemente, y el vehículo por tal tendrá mejores rendimientos en carretera con pendientes con ángulos muy pronunciados. El porcentaje en incremento es de 6.17%.

5. REFERENCIAS

- [1]. Pesis, Hernán. (2015). Motos: motores de 2 y 4 tiempos, Fox Andina. (pág. 73). Buenos Aires.
- [2]. Heywood, J. (1998). Internal combustion engine fundamentals, McGraw-Hill. New York.
- [3]. Rodríguez, Hermenegildo. Ingemecánica. (30 de Mayo de 2017). Obtenido de <http://ingemecanica.com/tutorialsemanal/tutorialn63.html>
- [4]. Mena, Luis. (2011). Compilador de ejercicios de motores de combustión intera Diesel-Gasolina. Nueva Aurora. (págs. 48). Ecuador, Quito.
- [5]. Sánchez, Mariano. (2012). Mantenimiento de motores térmicos de dos y cuatro tiempos. Innova. Málaga.
- [6]. Motorroll, Argentina. (18 de Julio de 2015). Motorroll. Obtenido de <http://www.motorroll.com/>

- [7]. Hoechst. (1997). Enciclopedia del plástico. Impi (pág. 155). México.
- [8]. Castro. dima3d. (17 de Febrero de 2015). Obtenido de <http://www.dima3d.com/pla-material-interes-y-consejos-de-impression-3/>
- [9]. PET. Tecnología de los Plásticos. Fabricación de Piezas Automotrices con el Mejor Termoplástico. (30 de Mayo de 2011). Obtenido de <http://tecnologiadelosplasticos.blogspot.com/2011/05/pet.html>
- [10]. Accudyno. (08 de Enero de 2017). Accudyno PRO. Obtenido de <http://www.accudyno.com/accudyno-pro/>
- [11]. Montes, M., Muñoz, M., & Rovira, A. (2014). Ingeniería térmica. UNED. Madrid, España.

6. BIOGRAFÍA



Juan Carlos Ortiz Reyes nació en Latacunga, Ecuador, el 6 de mayo de 1993, culminó sus estudios secundarios en el Centro Educativo Quevedo ext. de la Academia Naval Guayaquil en el 2010 graduándose de bachiller en Ciencias Físicas y Matemáticas, es Ingeniero Automotriz en la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE. Realizo asesoramiento en mecánica y electromecánica de vehículo.



Calderón Carlos, nació en La Joya de los Sachas provincia de Orellana en Ecuador. Graduado en la carrera de Ingeniería Automotriz en la Universidad De Las Fuerzas Armadas – ESPE en la ciudad de Latacunga, Ecuador. Actualmente es jefe de adquisiciones y materiales.



Víctor Zambrano, nació en la ciudad de Quito, Ecuador. Es Ingeniero Automotriz, Máster en Gestión de la Producción, estudios de posgrado en Autotrónica, Sistemas Automotrices, Actualmente desempeña el cargo de Director de carrera de Ingeniería Automotriz en la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE.



³José Quiroz, Ingeniero Automotriz, Magíster en Gestión de Energías, Diploma Superior en Autotrónica, Diploma Superior en Gestión para el aprendizaje universitario. Jefe de Laboratorio de Autotrónica, Docente de la Universidad de Fuerzas Armadas ESPE – Departamento de Ciencias de la Energía y Mecánica.

REGISTRO DE LA PUBLICACIÓN	
Fecha recepción	24 julio 2018
Fecha aceptación	18 septiembre 2018