



UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA EQUINOCCIAL
Sede Santo Domingo

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA E INDUSTRIAS
CARRERA DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ

Informe del proyecto técnico para obtener el título de:
INGENIERO AUTOMOTRIZ

**COMPARACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS DE EFICIENCIA DE UN
MOTOR RENAULT CLIO 1400CC 16 VÁLVULAS AL VARIAR
SECUENCIALMENTE ELEMENTOS POSIBLES DE TRUCAJE PARA
COMPETICIÓN.**

Autor

FREDDY RODRIGO TOLEDO VENEGAS

Director

ING. ELVIS PATRICIO GUALOTUÑA QUISHPE, *MSc.*

Santo Domingo de los Tsáchilas – Ecuador

Julio – 2017

COMPARACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS DE EFICIENCIA DE UN MOTOR RENAULT CLIO 1400CC 16 VÁLVULAS AL VARIAR SECUENCIALMENTE ELEMENTOS POSIBLES DE TRUCAJE PARA COMPETICIÓN.

Ing. Elvis Patricio Gualotuña Quishpe, *MsC.*

DIRECTOR

APROBADO

Ing. Karina Cecibel Cuenca Tinoco, *MsC.*

PRESIDENTA DEL TRIBUNAL

Ing. Manuel Arturo Falconí Borja, *MsC.*

MIEMBRO DEL TRIBUNAL

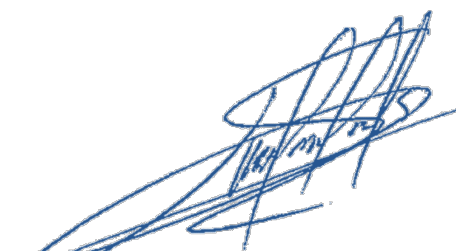
Ing. Jorge Patricio Vega Peñafiel, *MsC.*

MIEMBRO DEL TRIBUNAL

Santo Domingo.....de de 2017

Autor:	FREDDY RODRIGO TOLEDO VENEGAS
Institución:	UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA EQUINOCCIAL
Título:	COMPARACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS DE EFICIENCIA DE UN MOTOR RENAULT CLIO 1400CC 16 VÁLVULAS AL VARIAR SECUENCIALMENTE ELEMENTOS POSIBLES DE TRUCAJE PARA COMPETICIÓN.
Fecha:	JULIO, 2017

El contenido del presente trabajo está bajo la responsabilidad del autor y no ha sido plagiado



Freddy Rodrigo Toledo Venegas
C.I. 2300114408

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA EQUINOCCIAL
SEDE SANTO DOMINGO

Santo Domingo, 27 de julio de 2017.

Señor Ingeniero

Manuel Arturo Falconí Borja

**COORDINADOR DE LA CARRERA DE
INGENIERÍA AUTOMOTRIZ UTE SD**

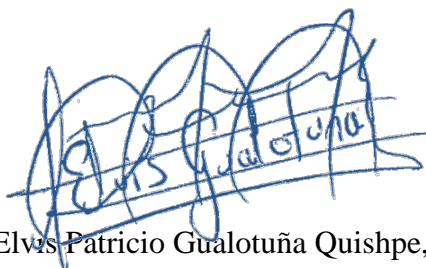
Presente.-

Señor Coordinador:

Mediante la presente tengo a bien informar que el trabajo investigativo realizado por el señor *FREDDY RODRIGO TOLEDO VENEGAS*, cuyo título es “*COMPARACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS DE EFICIENCIA DE UN MOTOR RENAULT CLIO 1400CC 16 VÁLVULAS AL VARIAR SECUENCIALMENTE ELEMENTOS POSIBLES DE TRUCAJE PARA COMPETICIÓN.*”; ha sido elaborado bajo mi supervisión y revisado en todas sus partes, *el mismo que no ha sido plagiado*, por lo cual autorizo su respectiva presentación.

Particular que informo para fines pertinentes.

Cordialmente,



Ing. Elvis Patricio Gualotuña Quishpe, *MsC.*

**DIRECTOR DEL TRABAJO
DE TITULACIÓN**

Dedicatoria

Al regalo más grande que Dios me ha dado, mis padres, por ser mi guía y razón de vida.

A mis hermanos, por ser mi modelo de superación y estar presentes con su apoyo moral y psicológico en las situaciones más adversas.

A mis compañeros, docentes y aquellas personas que contribuyeron a acercarme a mi objetivo.

Freddy Rodrigo Toledo Venegas

Agradecimiento

A la Universidad Tecnológica Equinoccial, por permitirme ser parte de ella y culminar mi carrera.

A mi director de tesis, Ing. Elvis Gualotuña, por brindarme la oportunidad de compartir su conocimiento científico.

Al Ing. Arturo Falconí, director de carrera, por su disponibilidad y colaboración ante toda eventualidad.

A mis padres y hermanos que supieron depositar su confianza e inculcarme los senderos de lo profesional.

A los que influyeron en el transcurso de mi preparación académica.

Este logro es en gran parte gracias a ustedes.

Freddy Rodrigo Toledo Venegas

FORMULARIO DE REGISTRO BIBLIOGRÁFICO

PROYECTO DE TITULACIÓN

DATOS DE CONTACTO	
CÉDULA DE IDENTIDAD:	230011440-8
APELLIDO Y NOMBRES:	Toledo Venegas Freddy Rodrigo
DIRECCIÓN:	Coop. Santa Martha #2
EMAIL:	fred-alejandro@hotmail.es
TELÉFONO FIJO:	3702 075
TELÉFONO MOVIL:	0994091431

DATOS DE LA OBRA	
TÍTULO:	Comparación de las características de eficiencia de un motor Renault Clio 1400cc 16 válvulas al variar secuencialmente elementos posibles de trucaje para competición.
AUTOR O AUTORES:	Toledo Venegas Freddy Rodrigo
FECHA DE ENTREGA DEL PROYECTO DE TITULACIÓN:	Julio de 2017
DIRECTOR DEL PROYECTO DE TITULACIÓN:	Ing. Elvis Gualotuña Quishpe, <i>MSc</i>
PROGRAMA	PREGRADO <input checked="" type="checkbox"/> POSGRADO <input type="checkbox"/>
TÍTULO POR EL QUE OPTA:	Ingeniero automotriz
RESUMEN:	El presente proyecto técnico se enfoca en comparar las características de eficiencia del motor Renault Clío 1400cc, al variar elementos posibles de trucaje para competición, el cual se lo realiza con el objetivo primordial de mejorar las características de

funcionamiento general y el nivel competitivo del vehículo, en el sentido de modificar el motor estándar y mediante un proceso de trucaje alcanzar valores y características de eficiencia superiores.

Para determinar el estado de funcionamiento del motor en condición estándar, se realizó una primera prueba mediante el uso de un equipo dinamómetro del cual se obtuvo información inicial del vehículo, así como las gráficas de torque y potencia.

Se continuó con el estudio de los componentes del motor en los que se posibilite su trucaje, así como la obtención de cálculos del motor en condiciones estándar y los que se establecerían al momento de modificar los componentes.

Finalmente, para comparar el desempeño del motor luego de haber implementado las respectivas modificaciones, se requirió la realización de una segunda prueba de dinamómetro que permitió obtener las curvas características de torque y potencia del motor Renault, las mismas que se utilizan para deducir los efectos producidos por el proceso de trucado, las mismas que resultaron favorables.

PALABRAS CLAVES:	Trucaje, dinamómetro, cálculos del motor, ciclos del motor, aumento de potencia.
ABSTRACT:	<p>The present technical project focuses on comparing the efficiency characteristics of the Renault Clio 1400cc engine, by varying possible fixing elements for competition, which is done with the primary objective of improving the overall performance characteristics and the competitive level of the vehicle, In the sense of modifying the standard motor and through a process of trickle to reach values and characteristics of superior efficiency. In order to determine the state of operation of the engine in standard condition, a first test of operation was made using dynamometer equipment the same one that at different revolutions obtained initial information of the conditions of general operation of the vehicle, as well as the graphs of Torque and power. The study of the components of the engine in which it is possible to trick, as well as the obtaining of calculations of the engine in standard conditions and those that would be established at the moment of modifying the components in order to obtain a greater efficiency in the Renault engine. Finally, to compare the performance of the engine after having</p>

	<p>implemented the respective modifications, it was necessary to carry out a second dynamometer test that allowed to obtain the characteristic curves of torque and power of the Renault engine, the same ones that are used to deduce the produced effects By the process of trucking, when analyzing and establishing the results obtained it can be stated that the established modifications contributed to a remarkable improvement in the performance of the engine in different revolutions.</p>
<p>KEYWORDS</p>	<p>trick, dynamometer, engine calculations, engine cycles, power increase.</p>

Se autoriza la publicación de este Proyecto de Titulación en el Repositorio Digital de la Institución.



TOLEDO VENEGAS FREDDY RODRIGO

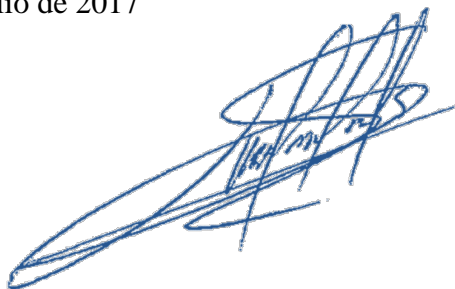
CI. 2300114408

DECLARACIÓN Y AUTORIZACIÓN

Yo, **TOLEDO VENEGAS FREDDY RODRIGO**, CI 2300114408 autor del proyecto titulado: **Comparación de las características de eficiencia de un motor Renault Clio 1400cc 16 válvulas al variar secuencialmente elementos posibles de trucaje para competición**, previo a la obtención del título de **INGENIERO AUTOMOTRIZ** en la Universidad Tecnológica Equinoccial.

1. Declaro tener pleno conocimiento de la obligación que tienen las Instituciones de Educación Superior, de conformidad con el Artículo 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior, de entregar a la SENESCYT en formato digital una copia del referido trabajo de graduación para que sea integrado al Sistema Nacional de información de la Educación Superior del Ecuador para su difusión pública respetando los derechos de autor.
2. Autorizo a la BIBLIOTECA de la Universidad Tecnológica Equinoccial a tener una copia del referido trabajo de graduación con el propósito de generar un Repositorio que democratice la información, respetando las políticas de propiedad intelectual vigentes.

Santo Domingo, 27 de julio de 2017



TOLEDO VENEGAS FREDDY RODRIGO

CI. 2300114408

ÍNDICE DE CONTENIDO

Contenido	Pág.
Portada.....	I
Sustentación y aprobación de los integrantes del tribunal.....	II
Responsabilidad del autor.....	III
Aprobación del director.....	IV
Dedicatoria.....	V
Agradecimiento.....	VI
Formulario de biblioteca.....	VII
Declaración y Autorización.....	XI
Índice de contenido.....	XII
Índice de tablas.....	XIII
Índice de figuras.....	XIV
I INTRODUCCIÓN.....	1
II MARCO REFERENCIAL.....	4
III METODOLOGÍA.....	21
3.1 Contenido técnico.....	22
3.2 Análisis económico.....	39
IV ANÁLISIS DE RESULTADOS.....	41
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	46
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	48
ANEXOS.....	50

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Características del vehículo	23
Tabla 2. Especificaciones del motor.	24
Tabla 3. Condiciones de la prueba	25
Tabla 4. Datos obtenidos del vehículo sin modificaciones	26
Tabla 5. Datos obtenidos del vehículo con modificaciones	34
Tabla 6. Costos de la investigación.....	40

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Motor de combustión.....	4
Figura 2. Tiempo de admisión	5
Figura 3. Tiempo de compresión	6
Figura 4. Tiempo de explosión	7
Figura 5. Tiempo de escape	7
Figura 6. Diagrama presión-volumen motor Otto.....	8
Figura 7. Cruce de válvulas.....	10
Figura 8. Curvas características del motor.....	10
Figura 9. Torque de un motor	11
Figura 10. Potencia mecánica	12
Figura 11. Capacidad volumétrica	16
Figura 12. Aumento de presión media efectiva	17
Figura 13. Aligeramiento de masas.....	18
Figura 14. Componentes del equipo dinamómetro	20
Figura 15. Prueba en dinamómetro – Renault Clio de serie	22
Figura 16. Grafica potencia vs. Rpm (serie)	28
Figura 17. Grafica torque vs. Rpm (serie).....	28
Figura 18. Grafica relación aire-combustible vs. Rpm (serie).	29
Figura 19. Prueba vehículo (modificado).....	34
Figura 20. Grafica potencia vs. Rpm (modificado).....	36
Figura 21. Grafica torque vs. Rpm (modificado).....	36
Figura 22. Grafica relación aire combustible vs. Rpm (modificado).....	37
Figura 23. Curvas de potencia (serie y modificado)	41
Figura 24. Curvas de torque (serie y modificado).....	43
Figura 25. Curvas relación A/F (serie y modificado)	44

I INTRODUCCIÓN

El automóvil, desde su creación se ha convertido en una de las invenciones más importantes de la humanidad. Hasta hoy en día, donde existe una gran cantidad y variedad de fabricantes e inclusive clasificaciones según su comportamiento y diseño, su apropiado funcionamiento se basa en un conjunto de sistemas y mecanismos, siendo su principal componente sin duda el motor donde su principal función es generar la energía necesaria para que un conjunto de piezas tengan funcionamiento.

En la actualidad, los motores de combustión interna (MCI) utilizados en automóviles de fabricación de serie, permiten realizar ciertas modificaciones o mejoras a los diversos componentes en los que se basa su funcionamiento, con la finalidad de aumentar potencia y mejorar el aprovechamiento del mismo.

Este procedimiento es denominado “trucar”, el cual se posibilita debido a que todos los constructores del ámbito automovilístico han sobredimensionado sus creaciones con el fin de obtener márgenes de seguridad y confiabilidad en condiciones de funcionamiento adversas o extremas, dichos márgenes al momento de modificar o trucar deben ser reducidos a un mínimo aceptable con el fin de preservar su vida útil, rendimiento y fiabilidad, siendo intervenidas características primordiales como el aumento del volumen de la cilindrada, aumento del régimen de giro “rpm”, aumento de relación de compresión y el mejoramiento de la carburación para conseguir una mayor presión media efectiva.

En el país, el trucaje de motores es cada día más evidente en el campo automotriz, principalmente en automóviles destinados a la competición, en los cuales se busca un rendimiento con mayor eficiencia, lo cual es posible al aumentar las prestaciones de la máquina, cambiando o simplemente retocando ciertos elementos.

El *problema técnico* del presente proyecto se enmarca en la necesidad de mejorar la eficiencia del motor de combustión interna mediante la aplicación de procesos de trucaje a determinados componentes que viabilicen el desarrollo de una mayor prestación del vehículo.

Por medio de esta problemática se fomenta la comparación de las características de eficiencia al variar secuencialmente elementos posibles de trucaje para competición brindando información al sector automotriz sobre las modificaciones que se pueden realizar a los elementos que conforman el motor de combustión interna de construcción en serie, específicamente del vehículo Renault Clio.

Mediante el constante crecimiento del trucaje de motores en el campo automotriz es importante conocer los posibles elementos a modificar para obtener una mayor potencia, parte de la iniciativa frente a esta necesidad es la comparación de las características de eficiencia de un motor Renault Clío 1400cc al variar secuencialmente elementos posibles de trucaje el cual ayudará a determinar la importancia del correcto análisis del motor para elegir los elementos a modificar y así obtener un importante resultado manteniendo la fiabilidad de dicho motor.

El conocimiento teórico del problema técnico y cuál es la necesidad de resolverlo es que al realizar el estudio de las características de eficiencia del motor Renault Clio de fabricación de serie, y al realizarle un procedimiento de trucaje a sus componentes principales de funcionamiento en la Universidad Tecnológica Equinoccial sede Santo Domingo se ayudará a fomentar las técnicas de trucaje en el campo automotriz y motivará a sus estudiantes a realizar nuevas comparaciones de las características de eficiencia.

Objetivo general

Comparar las características de eficiencia de un motor Renault Clio 1400cc 16 válvulas al variar secuencialmente elementos posibles de trucaje para competición.

Objetivos específicos

- Identificar componentes y características de funcionamiento del Motor de Combustión Interna (MCI).
- Determinar elementos posibles a trucar del motor Renault Clio 1400cc para obtener una correcta fiabilidad y comportamiento.
- Analizar el rendimiento del motor de serie con respecto a un motor modificado, utilizando gráficas obtenidas en un dinamómetro.

Se realizó inicialmente un estudio previo, respecto a las características, componentes y funcionamiento general del vehículo Renault Clio 1400cc, recurriendo a fuentes literarias, recursos y material bibliográfico especializado.

Los métodos utilizados para comparar las características de eficiencia del motor Renault Clio 1400cc, estuvieron basados en la aplicación del método científico de investigación, que a continuación se proceden a describir.

El método de inducción – deducción, se utilizó a partir del análisis de la información recopilada, que viabilizó una valoración global de los elementos que componen el motor del vehículo, con el fin de deducir las características más generales dentro del proceso de trucado.

Con el método de análisis y síntesis, fué posible determinar situaciones claves de influencia que se genera en el funcionamiento del motor, a consecuencia de modificar o trucar uno o varios componentes.

Además, se utilizaron el método de ensayo y prueba de eficiencia de un motor, específicamente en la utilización de un dinamómetro, el cual es un procedimiento que produce un resultado de prueba como operación técnica, consistiendo en la determinación de una o más características de funcionamiento mediante la obtención de resultados cuantitativos.

II MARCO REFERENCIAL

El motor de cuatro tiempos

El motor de cuatro tiempos o motor de combustión, es un conjunto de componentes perfectamente sincronizados que transforman la energía química de un combustible en energía calorífica, que a su vez proporciona la energía mecánica necesaria para mover el vehículo. Esta transformación se realiza en el interior del cilindro, quemando el combustible debidamente dosificado y preparado. Para conseguir esta transformación de energía, se deben realizar cuatro operaciones distintas y de forma progresiva, admisión, compresión, explosión y escape (Alonso, Sistemas de transmisión y frenado, 2014).

Cada una de estas operaciones se realizan dentro de un cilindro (Figura 1), (Arias-Paz) las posiciones extremas donde se puede mover el pistón se denominan punto muerto superior (PMS) y punto muerto inferior (PMI), cuyo desplazamiento entre estos puntos es llamado tiempo, y al ser cuatro los necesarios para realizar el ciclo completo, el cigüeñal dará dos vueltas completas, pues téngase en cuenta que cada carrera corresponde a media vuelta en el cigüeñal (180° de giro) y el recorrido del pistón inicia siempre en el PMS (Alonso, Sistemas de transmisión y frenado, 2014).

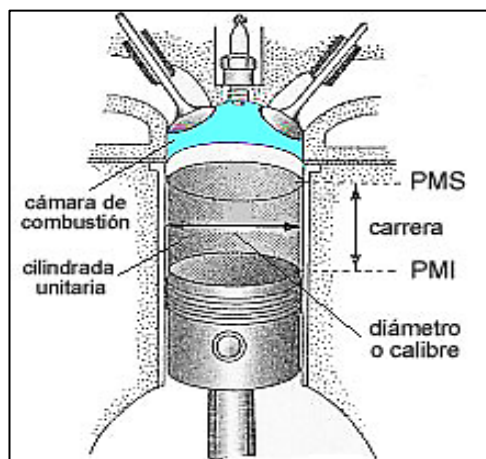


Figura 1. Motor de combustión

Fuente: (aficionadosalamecanica.com. Estudio del motor)

Primer tiempo del motor: Admisión

El pistón comienza un movimiento, descendente, entre el PMS y el PMI. El cigüeñal girará media vuelta (180°) mientras que el pistón, al estar cerrada la válvula de

escape y abierta la de admisión, genera un vacío que succiona la mezcla carburada llenando con ella el cilindro (Figura 2). Cuando el pistón alcance el punto muerto inferior, la válvula de admisión permanecerá cerrada (Arias-Paz M. Manual Arias Paz del automovil, 2004)

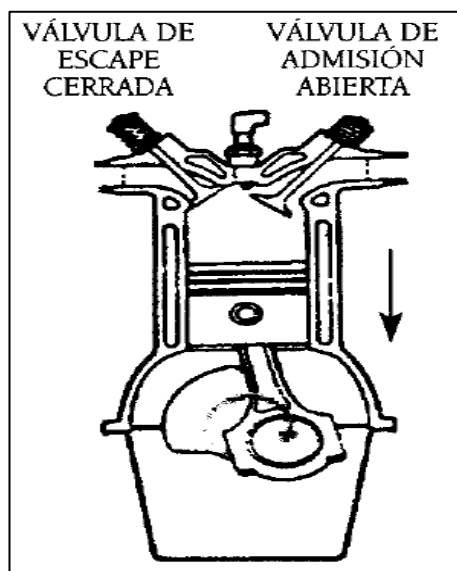


Figura 2. Tiempo de admisión

Fuente: (Arias-Paz. Manual Arias-Paz del automóvil)

Segundo tiempo del motor: Compresión

El pistón retorna del PMI al PMS permaneciendo las dos válvulas de admisión y escape cerradas. En el recorrido del pistón, comprime progresivamente la mezcla carburada obteniendo cada vez menos espacio (Figura 3), hasta ocupar el lugar de la cámara de compresión, a su vez aumentando la temperatura y dando el cigüeñal otra media vuelta (Arias-Paz M. Manual Arias Paz del automovil, 2004).

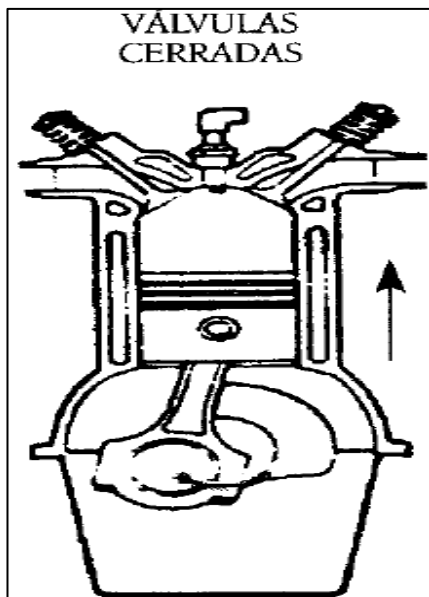


Figura 3. Tiempo de compresión

Fuente: (Arias-Paz. Manual Arias-Paz del automóvil)

Tercer tiempo del motor: Explosión

Estando los gases comprimidos en la cámara de compresión, con el pistón en el PMS, el sistema eléctrico del vehículo a través de la bujía (motor Otto) genera un salto de chispa que produce la explosión de la mezcla, esta explosión a su vez empuja enérgicamente al pistón haciéndolo descender hasta el PMI, (Figura 4).

En el momento de combustión, la presión de los gases en el interior de los cilindros alcanza y supera los 45 Kg/cm² y la temperatura de estos gases puede superar los 950° C.

Las válvulas, durante este tiempo, se han mantenido cerradas y el cigüeñal ha realizado 180° más de giro. A este tiempo se le llama tiempo motor o de trabajo, pues en él se consigue la fuerza que realmente moverá el vehículo (Arias-Paz M. Manual Arias Paz del automovil, 2004).

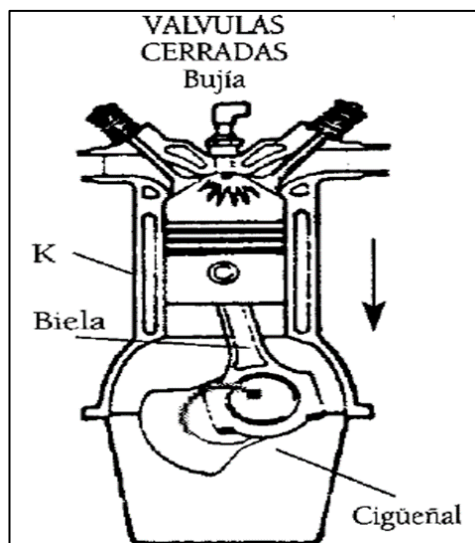


Figura 4. Tiempo de explosión

Fuente: (Arias-Paz. Manual Arias-Paz del automóvil)

Cuarto tiempo del motor: Escape

El pistón asciende desde el P.M.I. al P.M.S, la válvula de escape se abre y la admisión se mantiene cerrada. Durante este tiempo se produce la expulsión de los gases quemados en la explosión, dejando libre el cilindro para la admisión de una nueva cantidad de mezcla (Figura 5).

El cigüeñal habrá girado otra media vuelta y completado el ciclo de cuatro tiempos, (Arias-Paz, 2004).

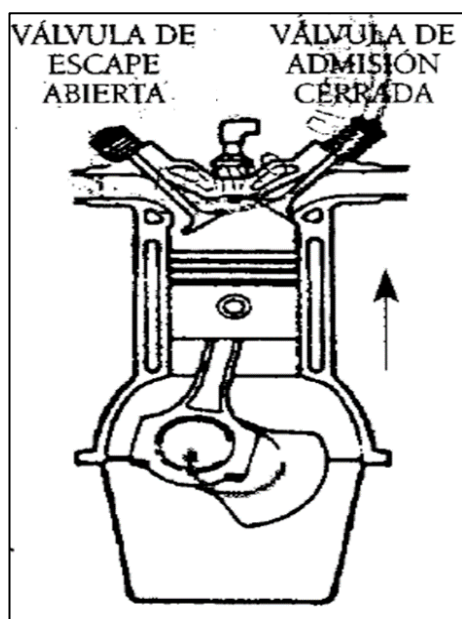


Figura 5. Tiempo de escape

Fuente: (Arias-Paz. Manual Arias-Paz del automóvil)

Ciclo real de un motor cuatro tiempos.

(Arias-Paz, 2004) El funcionamiento real de un motor de combustión interna no se realiza con exactitud y de acuerdo con el ciclo teórico antes descrito, debido a que existen pérdidas de presión, de calor y el llenado no siempre es completo, por lo que el rendimiento es menor.

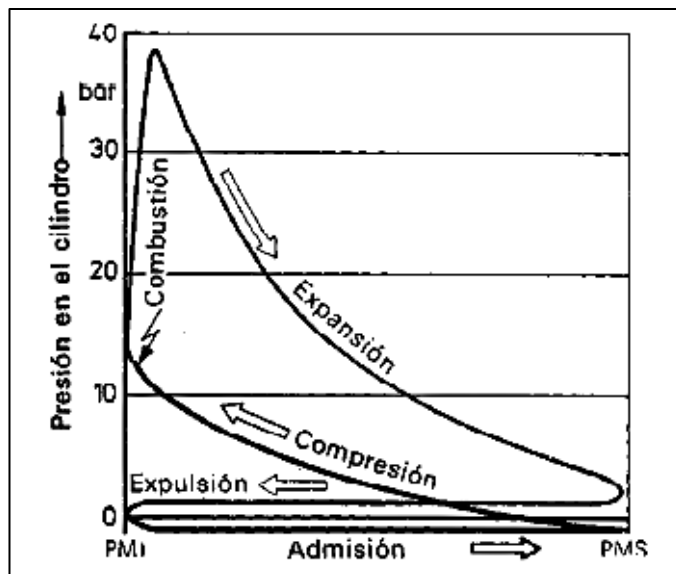


Figura 6. Diagrama presión-volumen motor Otto
Fuente: (Gerschler. H. Tecnología del automóvil GTZ)

Admisión.

Durante este tiempo (Figura 6), el llenado del cilindro no se produce a presión atmosférica, sino a un valor menor.

Por muy bien que se ajusten los segmentos, el vacío que produce el pistón no es perfecto, además el recorrido de los gases está sujeto a roces en las paredes del colector de admisión que hacen que el llenado no sea exacto.

Para remediar en parte dicha pérdida, la válvula de admisión se abre antes de que el pistón alcance el PMS, denominándose adelanto a la apertura de la válvula de admisión (AAA) (Figura 7), unos 20° aproximadamente del giro del cigüeñal antes de finalizar el tiempo de escape, así la mezcla empieza a entrar antes en el cilindro, incluso aun después de pasar el pistón por el PMI.

Incluso se mantiene abierta la válvula de admisión denominándose retraso al cierre de la válvula de admisión (RCA), al iniciar el tiempo de compresión, así la inercia adquirida por los gases, hace que sigan entrando aun cuando el pistón sube haciendo compresión.

Compresión.

Los gases que han ingresado al cilindro son reducidos a la cámara de compresión, las pérdidas de calor que se producen hace que la presión disminuya con respecto al ciclo teórico (Figura 6).

Explosión o combustión.

La chispa de encendido salta antes de que el pistón llegue al PMS del tiempo de compresión. Hay que considerar que la explosión no es instantánea, tarda un cierto tiempo.

Con el objeto de que la expansión de los gases se aproveche al máximo, se hace saltar la chispa unos grados de giro antes de que el pistón llegue al PMS (Figura 6), así mientras se comunica la explosión a toda la mezcla contenida en el cilindro, el pistón se sitúa en el PMS empezando a bajar en el momento ideal para recibir la onda expansiva.

Escape.

Es general en todos los motores de combustión existe un cierto adelanto a la apertura de la válvula de escape (AAE) (Figura 7), por lo que se logra iniciar esta etapa a una presión mucho menor, casi a la presión atmosférica, por ello el vaciado del cilindro se hace en forma mucho más eficiente.

El ciclo real del motor de cuatro tiempos, la apertura y cierre de las válvulas no coincide con los puntos muertos del pistón (Figura 6).

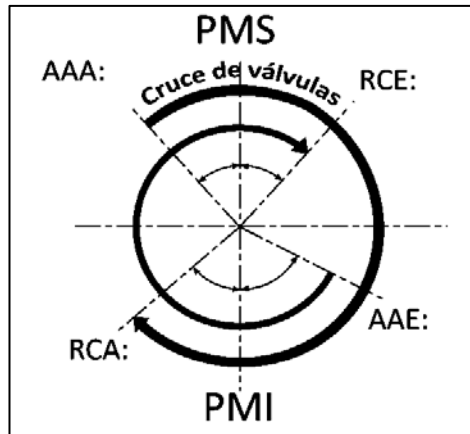


Figura 7. Cruce de válvulas

Fuente: (moto125.cc. La distribución)

En este punto se produce el cruce de válvulas o traslape al adelantar la apertura de la válvula de admisión y al retrasar el cierre de la válvula de escape (RCE).

Beneficiando al estar las dos válvulas abiertas durante un cierto período de tiempo, se produce el barrido de la cámara de combustión, es decir, la mezcla fresca que entra al cilindro barre los gases de escape que aún quedan dentro de él.

Curvas características del motor.

La característica de un motor, se deduce de los valores de potencia, momento o torque y consumo específico de combustible medidos en un banco de pruebas para velocidades distintas (Figura 8).

Si se llevan esos valores como ordenadas sobre los números de revoluciones, resulta mediante unión de esos puntos correspondientes las curvas que se llaman características del motor, los cuales no son constantes para todo su rango de trabajo.

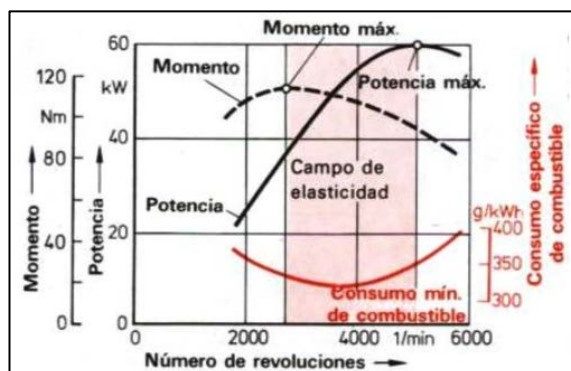


Figura 8. Curvas características del motor

Fuente: (Gerschler. H. Tecnología del automóvil GTZ)

En el trazado de la curva se puede sacar el torque y potencia máxima, así como el consumo específico de combustible mínimo para el número de revoluciones que interese.

Entre el torque y potencia máxima se tiene el campo de elasticidad del motor, en esta zona la potencia es compensada por medio del torque creciente, y cuando el torque comienza a decaer la potencia se compensa por medio del aumento régimen de giro.

La caída del torque se produce porque al incrementar el régimen de giro los rozamientos aumentan y el rendimiento volumétrico disminuye.

Parámetros de funcionamiento del motor.

Contempla algunos de los parámetros comúnmente usados para caracterizar un motor de combustión interna, los factores más importantes para un diseñador y usuario de un motor que involucran el funcionamiento general del vehículo.

Torque.

Indica la fuerza torsional que es capaz de suministrar el motor desde su eje principal (Figura 9). Generalizando se puede decir que el torque es la medida del trabajo que es capaz de realizar el motor.

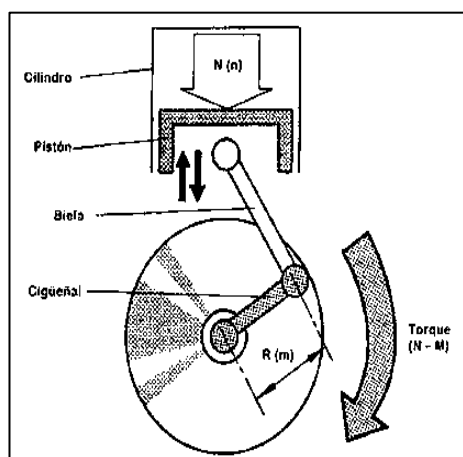


Figura 9. Torque de un motor

Fuente: (talleresyrepuestos.com. Torque y potencia de un motor)

En un motor de combustión interna, la fuerza se produce por la explosión de la mezcla (aire / combustible) dentro del cilindro; esta explosión que se aplica sobre la

cabeza del pistón, se transmite a través de la biela hacia el cigüeñal que transforma el movimiento vertical en rotatorio. El torque se mide mayormente en newton/ metros (N/m).

Potencia.

La potencia depende directamente del par y de la velocidad de giro (rpm). Si se aumenta cualquiera de las dos o las dos, aumenta la potencia.

En un motor la potencia indica la cantidad de trabajo que se puede realizar en un determinado tiempo, la misma se expresa en caballos de fuerza (Hp) o Kilovatios (Kw) (Figura 10).

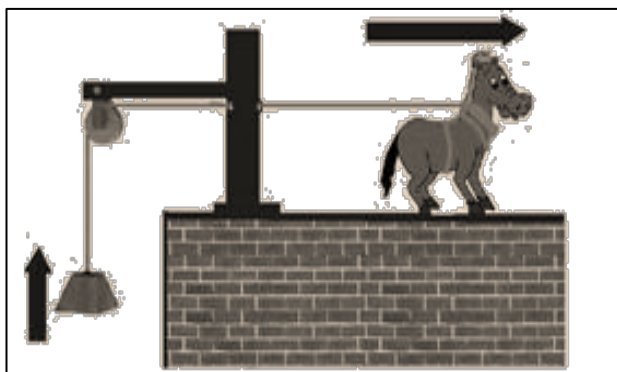


Figura 10. Potencia mecánica

Fuente: (talleresyrepuestos.com. Torque y potencia de un motor)

Potencia al freno.

Es la obtenida en el eje de salida del motor, viene a ser la fuerza verdadera que impulsa el automóvil, esta fuerza es medida en el dinamómetro.

Potencia indicada.

Es la potencia realmente desarrollada en el interior del cilindro por el proceso de combustión.

Potencia por fricción.

Es la potencia utilizada para vencer los rozamientos entre las partes mecánicas en movimiento y accionar los accesorios del motor. Resulta de la diferencia entre la potencia indicada y la potencia al freno.

Potencia por cilindrada.

Indica la máxima potencia útil que da el motor por cada litro de cilindrada.

Peso por unidad de potencia.

Indica que peso tiene el motor por unidad, es decir por cada Kw de su mayor potencia útil.

Presión media efectiva al freno.

Es la presión teórica constante que se ejerce durante la carrera de explosión del motor para producir una potencia igual a la del freno.

Consumo másico de aire.

Es la masa de aire que ingresa al cilindro.

Consumo másico de combustible.

Es la rapidez de consumo de combustible del motor en masa.

Relación aire – combustible.

Indica la relación entre la cantidad de aire utilizado en la combustión y la cantidad de combustible quemado.

Consumo específico de combustible.

Este parámetro determina con cuanta eficiencia se convierte el combustible en trabajo.

Rendimiento térmico.

Demuestra el grado de aprovechamiento del poder calorífico del combustible

Rendimiento volumétrico.

Determina la efectividad con la que se realiza el llenado del cilindro con carga fresca.

Fórmulas específicas

Se utilizan para realizar cálculos matemáticos, con el cual se puede obtener los datos fundamentales para el trazado de las curvas específicas del motor. Las fórmulas descritas a continuación, son específicas para el modelo de dinamómetro Dynomiter.

Cilindrada unitaria.

La cilindrada unitaria abarca al volumen comprendido entre las posiciones que realiza el pistón en su funcionamiento, cuando ocupa el PMS (punto muerto superior) Y el PMI (punto muerto inferior).

$$C_u = \frac{3,1416 * D^2 * C}{4} \text{ [Cm}^3\text{]}$$

Donde:

- D: diámetro del cilindro en cm
- C: carrera del pistón en cm

Velocidad media del pistón.

Es la velocidad media con la que el pistón recorre desde el PMS (punto muerto superior) al PMI (punto muerto inferior).

$$V_p = \frac{C * n}{30000} \text{ [m/s]} \qquad n = \frac{V_p * 30000}{C} \text{ [Rpm]}$$

Donde:

- C: carrera del pistón en milímetros.
- n: número de revoluciones máximas del motor.

Relación de compresión.

Es el número que permite medir la proporción en volumen, que se ha comprimido la mezcla de aire-combustible dentro de la cámara de combustión de un cilindro.

$$R_c = \frac{C_u + V_c}{V_c}$$

Donde:

- Cu: cilindrada unitaria
- Vc: volumen de la cámara de combustión.

Rectificado del plano del cabezote.

El cálculo de la rectificación del cabezote es una de las variables que más influyen en el rendimiento del motor por lo cual es importante no sobrepasar los límites permisibles.

$$X = \frac{C}{Rc1 - 1} - \frac{C}{Rc2 - 1} \text{ [mm]}$$

Donde:

- C: carrera del pistón en milímetros.
- Rc₁: volumen de la cámara de combustión.
- Rc₂: volumen de la nueva cámara de combustión.

Torque.

Es el momento de fuerza que ejerce un motor sobre el eje de transmisión de potencia.

$$Tq = \frac{Pe * 716}{Rpm} \text{ [Kg - m]}$$

Donde:

- Pe: potencia efectiva en CV.
- RPM: revoluciones por minuto.

Potencia.

Es la cantidad de trabajo efectuado por unidad de tiempo.

$$Pot. = \frac{Pm * Rpm}{716} \text{ [CV]}$$

Donde:

- Pm: par motor en kg - m
- RPM: revoluciones por minuto.

Caminos para el aumento de potencia.

El motor de combustión interna de cuatro tiempos necesita mezclar una cantidad importante de oxígeno con el combustible para permitir que la combustión se realice en el interior de la cámara de combustión (Guillieri, 2005).

Para aumentar la potencia es necesario conseguir aumentar el consumo de aire mezclado debidamente con el combustible.

Por todo esto se puede aumentar la potencia solamente llevando a cabo alguna -o todas- de las siguientes posibilidades.

- Por aumento de la cilindrada.
- Por aumento de la presión media efectiva.
- Por aumento del régimen de giro.

En todas ellas existe aumento del consumo de aire.

Por aumento de la cilindrada

Por el aumento de cilindrada se consigue mayor potencia puesto que cuanto mayor sea la capacidad volumétrica de un motor, mayor será la cantidad de aire y combustible que llenará las cámaras de combustión, por lo tanto habrá mayor consumo de aire (Figura 11).

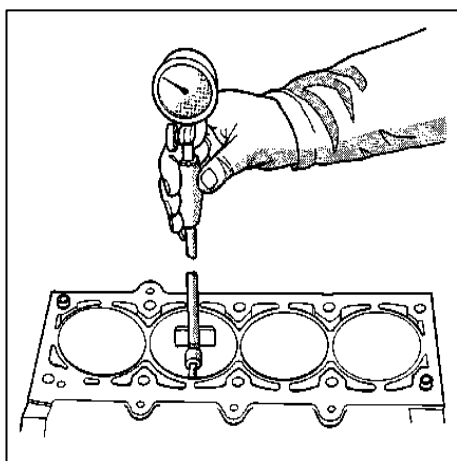


Figura 11. Capacidad volumétrica

Fuente: (Vimos, L. Repotenciación de un motor Datsun 1200cc)

Para aumentar la cilindrada existen tres caminos:

- Aumentar el diámetro del cilindro.
- Aumentar la carrera del pistón.
- Aumentar el número de cilindros (cosa improbable).

En cualquiera de los tres casos se obtiene mayor consumo de aire a igualdad de régimen de giro, de modo que en todos ellos se esperarí­a el aumento de potencia con respecto al motor del que se parte.

Ahora bien, el aumento de la cilindrada no siempre es aplicable fácilmente en todos los motores, ya que habría que modificar el block del motor y/o el cigüeñal, para lo cual sería necesario analizar cada motor en particular.

Por aumento de la presión media efectiva

La presión media efectiva se puede definir como el valor promedio de las presiones que se establecen en el interior de la cámara de combustión (Figura 12), mientras ésta se está produciendo.

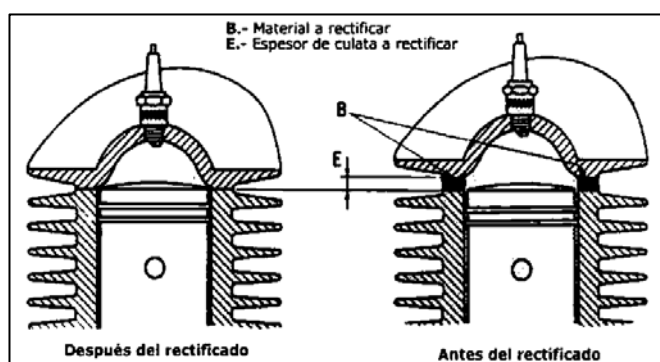


Figura 12. Aumento de presión media efectiva

Fuente: (Vimos, L. Repotenciación de un motor Datsun 1200cc)

Dadas las características básicas que determinan el funcionamiento de un motor de explosión, la cantidad de energía calórica liberada en el momento de la explosión es tanto mayor cuanto mayor es la temperatura absoluta alcanzada en el momento del encendido de la mezcla.

Si se obtiene una considerable elevación de la presión en el interior de la cámara de combustión, se consigue como resultado un aumento considerable de potencia en el motor.

Generalmente para aumentar la presión media efectiva se utilizan los siguientes procedimientos:

- Aumentar la relación de compresión.
- Aumentar la entrada de la mezcla.
- Mejorar las condiciones de funcionamiento de las válvulas y sus conductos.

Por aumento del régimen de giro.

Para lograr aumentar la potencia del motor también se lo puede someter a un aumento en el régimen superior al que está diseñado.

Esto dará como resultado un mayor consumo de aire, porque si en un minuto es capaz de girar 1.000 R.P.M. más rápido de lo estipulado habrá consumido mayor cantidad de la mezcla aire -combustible, y de esta forma se obtendría una notable mejora en la potencia con la misma cilindrada.

Para aumentar el régimen de giro el método más usado es de aligerar las masas (Figura 13) que están en movimiento en el funcionamiento del motor, desde el volante de éste, cigüeñal, bielas y pistones, hasta la distribución y las válvulas.

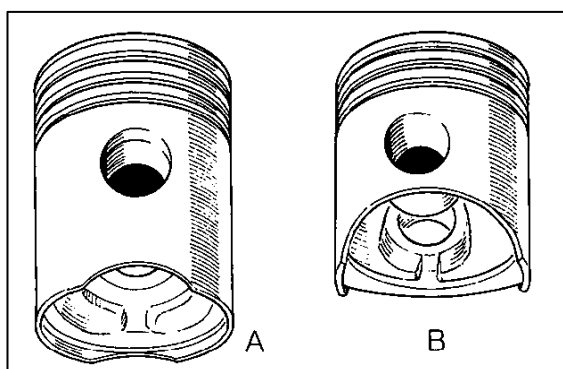


Figura 13. Aligeramiento de masas

Fuente: (Gillieri, S. Preparación de motores de serie para competición)

Sin embargo, esto es muy comprometido, porque consiste en el rebaje y eliminación de todas las partes de material que son más susceptibles de desecharse o despreciarse y que hacen que la pieza pese menos, por lo tanto que esté más sometida a los esfuerzos de inercia, efecto que crece extraordinariamente con el aumento de rotación.

Pero también presenta el peligro de debilitar las piezas si no se hace el rebaje de material en los lugares adecuados para lo cual existen piezas construidas en otros materiales más livianos con mayor resistencia como son las bielas de titanio, pistones forjados más livianos, etc.

Métodos para determinar la potencia de un motor

Existen varios métodos para determinar la potencia generada por un motor, los más utilizados generalmente son dos, mediante el sistema SAE y mediante el sistema DIM los cuales se describen a continuación.

- **Sistema SAE**

Es un sistema de medición americano donde se omite todos los accesorios que puedan consumir esfuerzo del motor (bomba de agua, ventilador, alternador, etc.), además cada medición se realiza en intervalos de 200 rpm, donde se efectúan ajustes de carburación y encendido, este es el valor máximo de potencia (Potencia bruta).

- **Sistema DIM**

El sistema alemán hace las pruebas con todos los accesorios instalados, sin ajuste alguno de la carburación o encendido, el valor obtenido por este sistema es la potencia neta.

Eficiencia de motores

En términos técnicos, la eficiencia de un motor se deduce como la relación entre la potencia real y la teórica.

La potencia teórica, es producto de la combustión que se genera en el interior de los cilindros, en cambio la potencia real es la que se obtiene en el eje de salida y se ve limitada por varios factores como la pérdida de energía por la fricción y la refrigeración, entre otros. Esta potencia real, se la obtiene al realizar un proceso de comprobación del motor en un equipo dinamómetro con los componentes que integran el vehículo

Equipo dinamómetro

Existen dos tipos principales de dinamómetros, la diferencia entre ellos radica en que sirven para probar potencia en el motor o en la salida de las ruedas.

Los dinamómetros que miden la potencia en el motor se conoce previsiblemente un dinamómetro del motor, mientras uno que mide la potencia de las ruedas se conoce como un dinamómetro de chasis.

Los dinamómetros de chasis ofrecen una medida más exacta del estado real del poder que se está transmitiendo por las ruedas en la velocidad.

Con un equipo dinamómetro (Figura 14), se puede determinar si el motor de un vehículo cumple con las especificaciones señaladas por el fabricante, de igual forma, evaluar la influencia de modificaciones mecánicas o electrónicas (trucaje), sobre el rendimiento del motor, sin tener que desmontarlo.

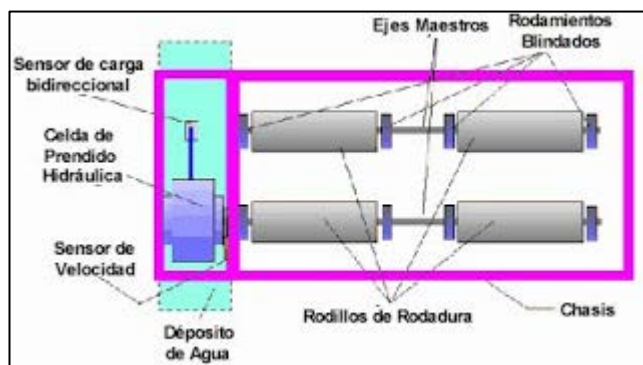


Figura 14. Componentes del equipo dinamómetro
Fuente: (dinamometros.blogspot.com. ¿Qué es el dinamómetro?)

La configuración básica de un dinamómetro de chasis consta de una rampa y la plataforma sobre la cual se coloca un auto, además cuenta con uno o varios rodillos debajo de las ruedas motrices que les permiten girar el vehículo y mantenerlo seguro en todo momento.

La mayoría de los dinamómetros tienen sólo un par de estos rodillos, lo que significa que los vehículos de tracción en las cuatro ruedas no se pondrán a prueba correctamente.

III METODOLOGÍA

El desarrollo del proyecto se sustentara en la aplicación de métodos científicos de investigación, específicamente en el método experimental, deductivo y ensayo.

Método deductivo

Es un método científico de razonamiento que consiste en tomar conclusiones generales para explicaciones particulares. El método se inicia con el análisis de los postulados, teoremas, leyes, principios, etcétera, de aplicación universal y de comprobada validez, para aplicarlos a soluciones o hechos particulares.

Para este proyecto resulta de gran ayuda e importancia al momento de recopilar información de fuentes literarias afines al trucaje y procedimientos realizados que se puedan relacionar a las necesidades a desarrollar en el proceso de modificar los componentes principales del motor Renault.

Además mediante un razonamiento lógico lograr determinar los cálculos matemáticos que se adecuen a determinar la opción más indicada al momento de truca el motor del vehículo

Método experimental

Es un método científico que proclama la libertad de la mente y del pensamiento. El investigador controla deliberadamente las variables para delimitar relaciones entre ellas. En este método se recopilan datos para comparar las mediciones de comportamiento de un grupo control, con las mediciones de un grupo experimental.

Resulta de gran utilidad al disponer de los conocimientos adquiridos en las aulas de nuestra universidad así como en el taller de ingeniería automotriz y poner en práctica en la realización de este proyecto, específicamente al momento de realizar las respectivas variaciones de los elementos que componen el motor del vehículo.

Método de ensayo

El método de ensayo, también conocido como prueba y error, permite la obtención de conocimiento, tanto proporcional como porcentual, mediante la realización de

pruebas y funcionamiento. Consiste en experimentar una alternativa y verificar si funciona. Si es así, se tiene una solución, en caso contrario se intenta una alternativa diferente.

En este proyecto se lo utilizó para comprobar el estado funcional y en la obtención de los parámetros de funcionamiento del vehículo Renault Clio, mediante el uso de un equipo dinamómetro que permitió obtener dichos datos para luego poder interpretarlos a través de gráficas de potencia, torque y relación aire combustible.

3.1 Contenido técnico

El siguiente apartado toma como referencia lo estudiado en el marco teórico, por lo que se adaptó al estudio y comparación de las características de eficiencia del motor Renault Clio 1400cc 16 válvulas al variar secuencialmente elementos posibles de trucaje para competición, teniendo en cuenta además prestaciones y características del vehículo a estudiar.

Condiciones iniciales del vehículo

A continuación se presenta las características principales del vehículo Renault Clio, el mismo que fue evaluado mediante un procedimiento de comprobación de sus características de funcionamiento (Figura 15) mediante un dinamómetro en la ciudad de Quito – Ecuador, cuyas características se presentan a continuación.



Figura 15. Prueba en dinamómetro – Renault Clio de serie
Fuente: (Autor)

Características del dinamómetro.

Para comprobar el nuevo desempeño del vehículo se realizó en un modelo de dinamómetro denominado Dyno-miter, fabricado por la empresa Dyno-Shop Inc., ubicada en West Columbia, Carolina del Sur.

Utiliza un solo rodillo que mide la potencia que llega a las ruedas del vehículo en que se encuentra instalado el motor de interés.

Como la potencia que llega a las ruedas de un vehículo es la potencia del motor transmitida a través de la caja de velocidades y los ejes, habría que tomar en cuenta las pérdidas de estos sistemas para saber la potencia entregada en el cigüeñal, que es el punto donde el dinamómetro Dynomiter mide la potencia generada, cuyos valores generados se aplican directamente en las fórmulas descritas anteriormente en el apartado del marco teórico.

Finalmente, las características de funcionamiento son entregadas por medio de un módulo de adquisición de datos denominado Dynamax-Pro, que genera las curvas características del motor y necesarias para el estudio.

Características del vehículo

Los datos indicados en la tabla 1, han sido tomados desde el fabricante, los cuales son obtenidos en condiciones de funcionamiento a nivel del mar.

Tabla 1. Características del vehículo

Característica	Descripción
Modelo de vehículo	Renault Clio A712 16V
Posición del motor	Delantera – transversal
Tracción	Delantera
Número de velocidades	5
Suspensión delantera	Independiente
Suspensión trasera	Semi-independiente, eje transversal de torsión
Frenos delanteros	Discos ventilados (260mm)
Frenos traseros	Tambor(203mm)

Tabla 1 (cont.)

Neumáticos	185 / 60 R15 84 H
Distancia entre ejes (mm)	2575
Largo (milímetros)	3986
Ancho (milímetros)	1707
Alto (milímetros)	1496
Peso (Kg)	1040
Capacidad combustible (litros)	55
Combustible	Gasolina

Especificaciones del motor

La tabla 2, indica las características de funcionamiento del motor Renault 1400cc.

Tabla 2. Especificaciones del motor.

Característica	Descripción
Número de cilindros	4 en línea
Cilindrada (cc)	1390
Diámetro (mm)	79.5
Carrera (mm)	70.0
Relación de compresión	10.0 : 1
Orden de encendido	1 – 3 – 4 - 2
Válvulas por cilindro	4
Distribución	Doble árbol de levas en culata.
Alimentación	Inyección indirecta multipunto secuencial
Potencia (HP) / rpm	96 / 6000
Par (Nm) / rpm	127 / 4250

Condiciones de prueba

Se presentan a continuación una descripción de las características de funcionamiento y situación geográfica (Tabla 3), al momento de realizar la prueba en el dinamómetro del vehículo Renault Clio.

Tabla 3. Condiciones de la prueba

Característica	Descripción
Método de prueba	SAE
Aceleración (%)	100
Velocidad	Variable
Presión barométrica (kPa)	71,55
Humedad relativa (%)	43
Temperatura ambiente (°C)	26
Combustible	Súper 92 octanos
Sistema de escape	Estándar
Bujías	NGK BKR5E
Calibración de bujías (mm)	0,7
Calibración válvula de admisión (mm)	0,25
Calibración válvula de escape (mm)	0,3
Avance de encendido (°)	8
Cilindrada total (CC)	1390

En la tabla 3, se incluyeron los datos recogidos directamente del dinamómetro, estos son valores primarios del vehículo de serie, los cuales han sido dados por el fabricante en condiciones ideales de funcionamiento y a nivel del mar.

Para este análisis se debe considerar la situación geográfica, principalmente la altura, y esta aproximado a un 10% de pérdida por cada 1000 metros sobre el nivel del mar, por lo cual, al realizar estas pruebas por sobre los 2700 msnm (altura de Quito), se puede deducir que las pérdidas oscila en un 30% a la indicada por el fabricante.

Datos obtenidos en el dinamómetro.

Vehículo de serie

La siguiente tabla (Tabla 4), muestra los valores de torque, potencia y relación aire combustible con relación a las revoluciones, tomados del dinamómetro y el vehículo en condiciones estándar.

Tabla 4. Datos obtenidos del vehículo sin modificaciones

RPM (RPM)	Potencia (HP)	AFR (A/F)	Torque (ft/lb)
2200,00	15,89	12,07	36,86
2300,00	28,20	13,09	62,65
2400,00	28,01	13,07	61,88
2500,00	31,62	13,38	64,46
2600,00	30,70	13,38	62,56
2700,00	33,44	12,92	63,25
2800,00	36,15	12,92	65,98
2900,00	35,62	12,78	64,98
3000,00	38,12	12,83	65,05
3100,00	38,30	12,92	65,32
3200,00	41,80	12,97	66,99
3300,00	42,13	12,96	65,51
3400,00	41,88	12,95	65,14
3500,00	45,42	12,96	66,68
3600,00	45,05	13,11	66,14
3700,00	46,08	13,19	65,83
3800,00	47,43	13,18	65,96
3900,00	51,18	13,24	67,62
4000,00	52,78	13,24	68,03
4100,00	51,79	13,27	66,75
4200,00	57,44	13,27	70,58
4300,00	55,68	12,98	68,38
4400,00	60,19	12,64	70,63
4500,00	58,75	12,39	68,93
4600,00	59,69	12,40	68,53
4700,00	63,30	12,12	69,63
4800,00	62,03	11,95	68,24
4900,00	65,38	11,95	69,06
5000,00	64,48	11,66	68,10
5100,00	67,63	11,66	68,71
5200,00	66,84	11,57	67,88
5300,00	69,48	11,67	67,96
5400,00	68,99	11,66	67,47
5500,00	70,89	11,67	66,88

Tabla 4 (cont.)

5600,00	70,56	11,67	66,57
5700,00	70,38	11,71	65,26
5800,00	70,58	11,70	64,32
5900,00	71,00	11,66	63,62
6000,00	73,09	11,65	63,36
6100,00	72,69	11,65	63,01
6200,00	72,81	11,66	62,11
6300,00	73,87	11,68	62,01
6400,00	73,13	11,71	60,45
6500,00	74,16	11,75	60,36
6600,00	74,35	11,73	59,61
6700,00	74,63	11,74	58,94
6800,00	74,50	11,76	57,98

Para interpretar los datos que se muestran en la tabla anterior, es conveniente situarlos en una gráfica que indique los valores obtenidos en ejes de coordenadas X, Y. Las gráficas que se muestran a continuación (Figura 16, 17, 18) se enfocan específicamente en tres parámetros de funcionamiento del motor en las que se determina la potencia alcanzada, el torque máximo y la relación aire combustible que ha ingresado a los cilindros.

Grafica de potencia (Vehículo de serie)

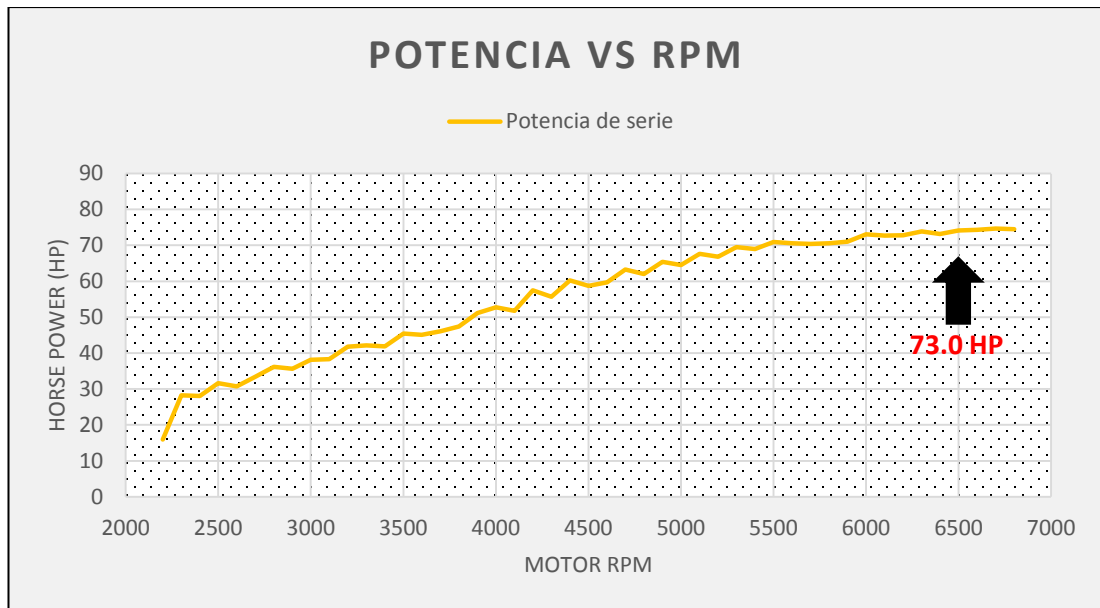


Figura 16. Grafica potencia vs. Rpm (serie)

Fuente: (Autor)

En la gráfica de potencia vs rpm (Figura 16), se observa un incremento progresivo en sus valores, sin pérdidas aparentes, alcanzando como valor más alto 73 HP a 6500 rpm.

Considerando las pérdidas por altura, se encuentra dentro del rango de pérdida esperado.

Grafica de torque (Vehículo de serie)

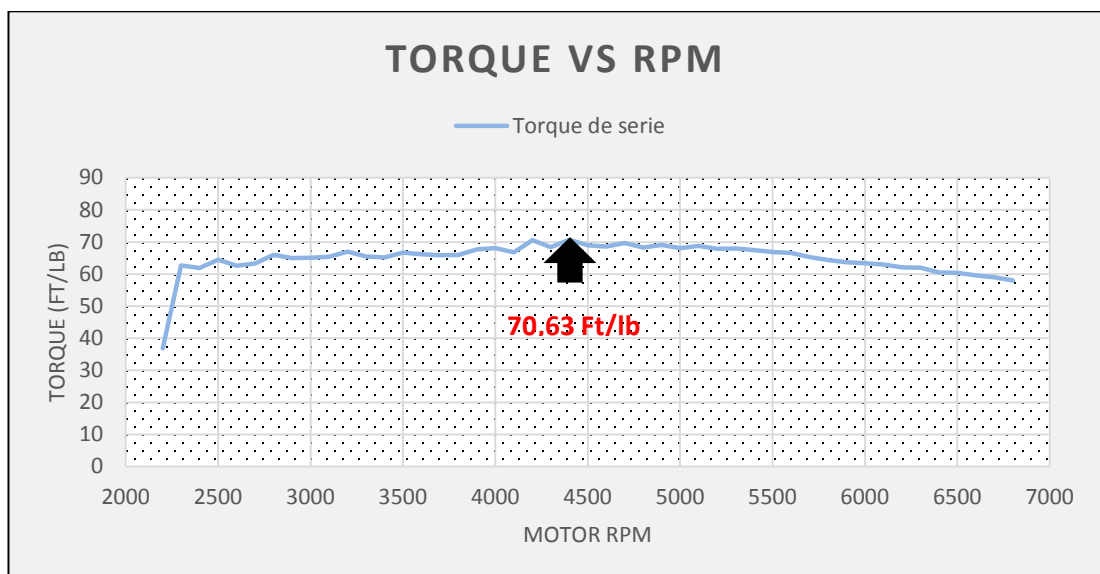


Figura 17. Grafica torque vs. Rpm (serie)

Fuente: (Autor)

En esta grafica en la que se representa el torque (Figura 17), se observa que se mantiene con pocas variaciones hasta las 4400 rpm, alcanzando un valor máximo de 70,63 ft/lb. Desde ese punto comienza un decremento progresivo importante al incrementar el número de revoluciones por minuto.

Grafica de relación aire-combustible (Vehículo de serie).

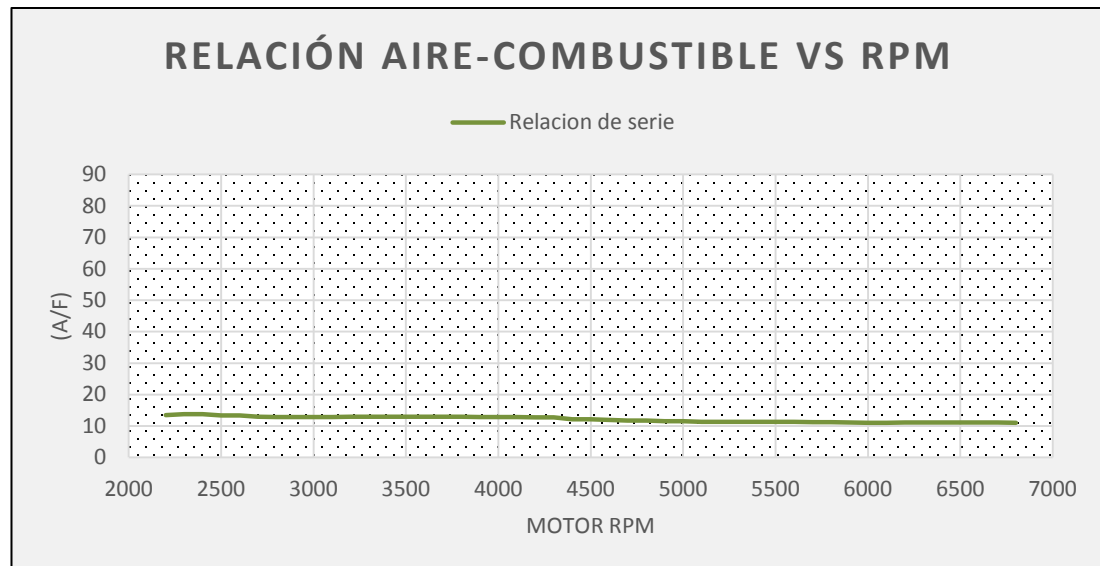


Figura 18. Grafica relación aire-combustible vs. Rpm (serie).

Fuente: (Autor)

En la figura 18, de relación aire combustible (Figura 18), se distingue un decremento de baja magnitud conforme aumenta el régimen del motor, convirtiéndose en una mezcla más rica al incrementar las rpm.

Cálculos del motor.

Los cálculos del motor se enfocan en obtener resultados de las características de funcionamiento inicial del vehículo, sin modificaciones.

Cilindrada unitaria.

Para determinar la cantidad de mezcla que puede ocupar cada cilindro del motor, se utiliza la siguiente ecuación matemática Ec. 1.

$$Cu = \frac{\pi * D^2 * C}{4}$$

Ecuación 1

Donde:

- Cu: Cilindrada unitaria
- π : Constante Pi.

- D: diámetro del cilindro en cm.
- C: carrera del pistón en cm.

Dada la fórmula Ec1, es preciso reemplazar las variables con los datos reales obtenidos en el motor.

$$Cu = \frac{\pi * (7,94cm)^2 * 7cm}{4}$$

$$Cu = 346,6 Cm^3$$

Cilindrada total.

El valor obtenido en la ecuación Ec1, representa el volumen de cada cilindro del motor, por lo que para determinar la cilindrada total es necesario conocer el número de cilindros que lo conforman y se expresa mediante la siguiente ecuación.

$$CT = Cu * i$$

Ecuación 2

Donde:

- i: Número de cilindros

En este caso, el motor del vehículo Renault Clio viene equipado con un total de 4 cilindros.

$$CT = 346,6 Cm^3 * 4$$

$$CT = 1386,4 Cm^3$$

Se ha obtenido, la cilindrada total del motor.

Relación de compresión.

El cálculo de relación de compresión se obtiene mediante la siguiente expresión matemática.

$$Rc = \frac{Cu + Vc}{Vc}$$

Ecuación 3

Donde:

- Rc: Relación de compresión.
- Vc: Volumen de cámara de compresión

Reemplazando los valores ya obtenidos en Ec1, y conociendo por medición, que el volumen de la cámara de compresión es 38 cm^3 .

$$Rc = \frac{346,6 \text{ Cm}^3 + 38.5 \text{ Cm}^3}{38.5 \text{ Cm}^3}$$

$$Rc = 10,003$$

El valor obtenido indica que el motor posee una relación de compresión de 10:1 (diez a uno), concordando con las especificaciones del fabricante.

Cálculos para modificaciones.

Se calcularon las características a modificar en el motor del vehículo Renault Clio utilizado en esta investigación, dichos cálculos se realizaron de forma secuencial a las modificaciones a efectuar en el motor, iniciando por aumentar la relación de compresión y el aumento de cilindrada con la ubicación de pistones de mayor diámetro.

Aumento de relación de compresión.

Se pretende aumentar inicialmente la relación de compresión en un 10%. Para ello, se aplica la siguiente fórmula.

$$IRc = \frac{\%i * Rc}{100}$$

Ecuación 4

Donde:

- IRc: Incremento de relación de compresión.
- %i: Porcentaje de incremento.

Reemplazando valores, se obtiene.

$$IRc = \frac{10\% * 10,003}{100\%}$$

$$IRc = 1,0003$$

Para mejorar en 10% R_c , se debe aumentar la relación de compresión en 1,003. De esta forma la nueva relación de compresión se expresaría reemplazando los datos obtenidos en las ecuaciones Ec3 y Ec4.

$$R_{c2} = R_c + IR_c$$

Ecuación 5

$$R_{c2} = 10,003 + 1,0003$$

$$\mathbf{R_{c2} = 11,003}$$

Este procedimiento se lo puede lograr reduciendo el volumen de la cámara de combustión, para ello es necesario determinar en nuevo volumen al que debería quedar. La siguiente formula indica el nuevo valor de debe tomar la cámara de combustión.

$$V_{c2} = \frac{C_u}{R_{c2} - 1}$$

Ecuación 6

Donde:

- V_{c2} : Volumen de cámara nuevo.
- R_{c2} : Relación de compresión nueva.

Reemplazando valores, obtenemos

$$V_{c2} = \frac{346,6 \text{ Cm}^3}{11,003 - 1}$$

$$\mathbf{V_{c2} = 34,65 \text{ Cm}^3}$$

Este será el nuevo volumen que ocupar la cámara de combustión para mejorar en 10% la relación de compresión del motor.

La práctica más apropiada para reducir el volumen de las cámaras de los cilindros es mediante la reducción de material del cabezote o comúnmente conocido como cepillado.

La siguiente formula el valor a disminuir en el área del cabezote, utilizando resultados ya obtenidos en Ec3 y Ec5.

$$x = \frac{C}{R_c - 1} - \frac{C}{R_{c2} - 1}$$

Ecuación 7

Donde:

- X: Longitud a reducir del cabezote.

$$x = \frac{7 \text{ Cm}}{10,003-1} - \frac{7 \text{ Cm}}{11,003-1}$$

$$x = 0,064 \text{ cm}$$

Este sería la longitud a reducir en la sección horizontal del cabezote.

Aumento de cilindrada.

Para el siguiente apartado, se pretende incorporar al motor, pistones con diámetro superior a los que ya lo integran, para lo cual es necesario aumentar simultáneamente el diámetro de los cilindros, los cuales se establecerían en 8,1 cm, lo cual permitirá un mayor volumen de llenado.

Utilizando la formula ya establecida para calcular la cilindrada unitaria, Ec1 y total, Ec2, con los nuevos datos del motor.

$$Cu2 = \frac{\pi * (8,1\text{cm})^2 * 7\text{cm}}{4}$$

$$Cu2 = 360,71 \text{ Cm}^3$$

Ahora, para calcular la nueva cilindrada total, se multiplica el valor obtenido por el número de cilindros, en este caso cuatro (4).

$$CT2 = 360,71 \text{ Cm}^3 * 4$$

$$CT2 = 1442,84 \text{ Cm}^3$$

El valor obtenido representa la nueva cilindrada total del motor.

Cálculos con modificaciones.

Anteriormente se había calculado un aumento en la relación de compresión, con lo que se obtuvo un nuevo valor del volumen de la cámara de compresión, además se aumentó las dimensiones de los cilindros, aumentando la cilindrada total.

A continuación se indican los nuevos parámetros a los que funcionaria el motor, enfocados en la obtención de la relación de compresión final.

$$RcF = \frac{360,71 \text{ Cm}^3 + 34,65 \text{ Cm}^3}{34,65 \text{ Cm}^3}$$

$$RcF = 11,41$$

El valor obtenido, indica que ha habido un aumento de relación de compresión final y se establece en 11,41:1, (Once punto cuarenta y uno a uno).

Vehículo modificado

El siguiente apartado, indica las situación de comprobación del vehículo Renault Clio 1400cc (Figura 19) mediante prueba de dinamómetro, que muestra el nuevo comportamiento del motor y las mejoras de desempeño y funcionamiento producto del proceso de trucado de algunos de sus componentes principales de funcionamiento.



Figura 19. Prueba vehículo (modificado)

Fuente: (Autor)

Datos obtenidos.

Tabla generada (Tabla 5) por el dinamómetro de prueba con el vehículo modificado sus componentes.

Tabla 5. Datos obtenidos del vehículo con modificaciones.

RPM (RPM)	Potencia (HP)	AFR (A/F)	Torque (ft/lb)
2200,00	24,88	12,07	57,90
2300,00	28,02	13,09	62,16
2400,00	27,75	13,07	61,33
2500,00	30,95	13,38	63,11
2600,00	30,20	13,38	61,59

Tabla 5 (cont.)

2700,00	34,90	12,92	66,03
2800,00	34,05	12,92	64,36
2900,00	38,21	12,78	67,41
3000,00	38,57	12,83	65,81
3100,00	39,78	12,92	65,78
3200,00	41,90	12,97	67,17
3300,00	40,80	12,96	65,39
3400,00	45,50	12,95	68,71
3500,00	44,22	12,96	66,75
3600,00	47,95	13,11	68,47
3700,00	49,54	13,19	68,87
3800,00	48,95	13,18	68,04
3900,00	54,01	13,24	71,30
4000,00	52,59	13,24	69,41
4100,00	56,54	13,27	71,06
4200,00	55,96	13,27	70,30
4300,00	60,36	12,98	72,40
4400,00	61,71	12,64	72,36
4500,00	62,62	12,39	71,86
4600,00	61,15	12,40	70,16
4700,00	63,05	12,12	69,35
4800,00	65,19	11,95	70,25
4900,00	63,88	11,95	68,84
5000,00	67,44	11,66	69,84
5100,00	66,25	11,66	68,59
5200,00	70,37	11,57	70,11
5300,00	71,48	11,67	69,89
5400,00	71,25	11,66	69,66
5500,00	72,65	11,67	69,74
5600,00	73,69	11,67	69,48
5700,00	74,00	11,71	68,56
5800,00	74,25	11,70	67,62
5900,00	74,70	11,66	66,88
6000,00	75,26	11,65	66,28
6100,00	76,01	11,65	65,84
6200,00	76,85	11,66	65,51
6300,00	77,90	11,68	65,34
6400,00	78,55	11,71	64,87
6500,00	79,51	11,75	64,66
6600,00	79,34	11,73	63,55
6700,00	80,34	11,74	63,39
6800,00	79,22	11,76	61,61

Grafica de potencia (Vehículo modificado)

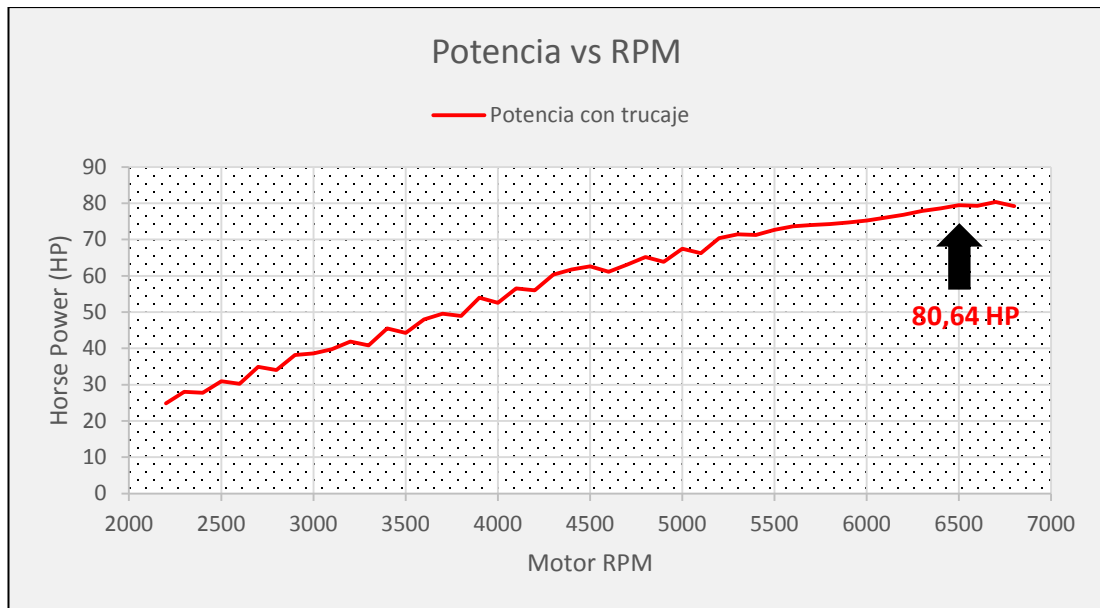


Figura 20. Grafica potencia vs. Rpm (modificado)

Fuente: (Autor)

Al igual que en la prueba del vehículo sin haber modificado los componentes del motor, el aumento de potencia es progresivo al aumentar las revoluciones del motor, aunque en este caso el valor máximo alcanzado es de 80,64 HP a 6500 rpm (Figura 20).

Grafica de torque (Vehículo modificado)

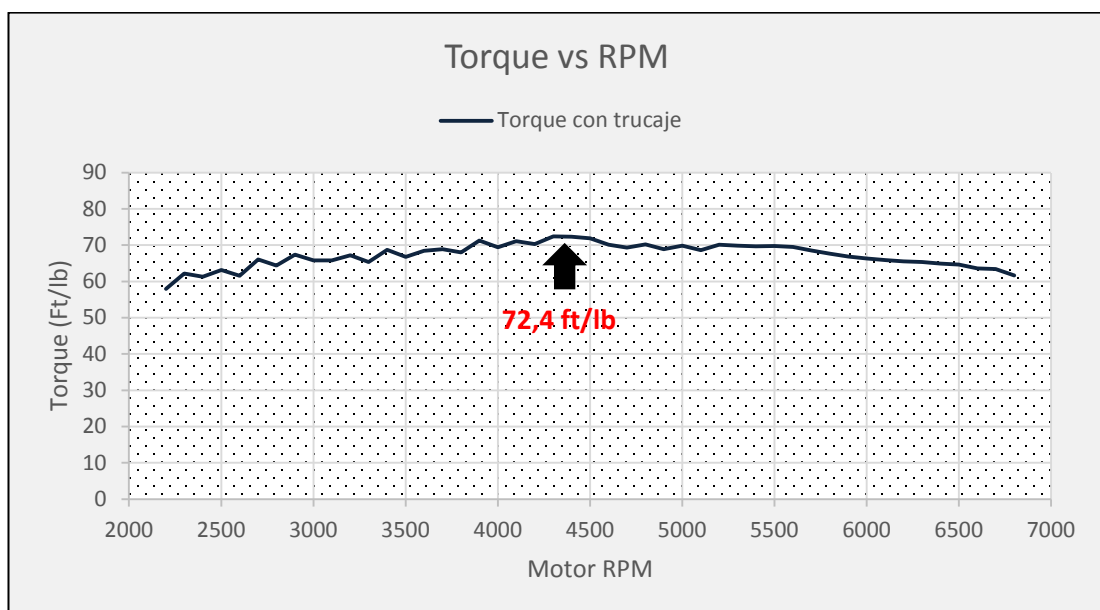


Figura 21. Grafica torque vs. Rpm (modificado)

Fuente: (Autor)

Al igual que en la gráfica del motor de serie, su descenso comienza al superar las 4400 rpm, alcanzando como valor máximo 72,4 Ft/lb (Figura 21).

Grafica de relación aire combustible (Vehículo modificado)

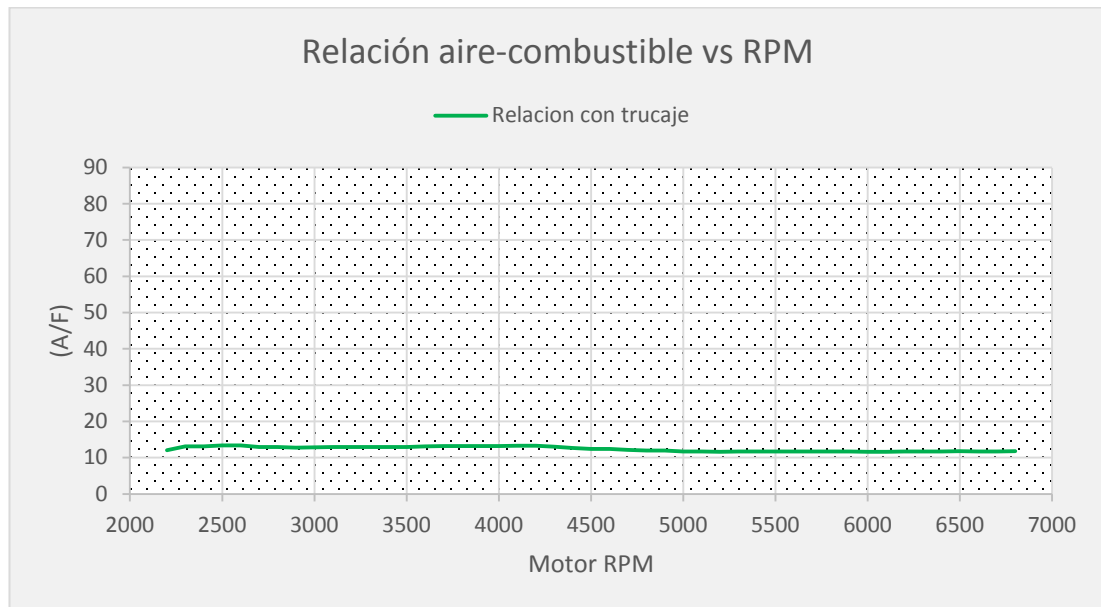


Figura 22. Grafica relación aire combustible vs. Rpm (modificado)

Fuente: (Autor)

En esta figura (Figura 22) se mantiene la tendencia con similar mezcla aire combustible que en el vehículo de serie.

Calculo de potencia (Vehículo de serie)

Para calcular la potencia del motor, se debe hacer referencia a la siguiente ecuación matemática.

$$Pot = \frac{T * RPM}{716}$$

Ecuación 8

Donde:

- Pot: Potencia (Cv)
- T: Torque (Kg/m).
- RPM: Revoluciones por minuto

Si bien, los datos obtenidos previamente (Tabla 4), se expresan en diferentes unidades a las que permite la fórmula Ec8, se debe transformarlos a las nuevas

unidades, teniendo en cuenta el número de revoluciones a las que se necesita calcular.

Datos:

- $T = 60,36 \text{ Ft/lb} = 8,35 \text{ Kg/m}$
- $\text{RPM} = 6500 \text{ rpm}$

Con la conversión ya realizada a 6500 rpm, que es el valor más alto que ha alcanzado, se procede a reemplazar datos en la Ec8.

$$Pot = \frac{8,35 \text{ Kg/m} * 6500}{716}$$

$$Pot = 75,8 \text{ Cv}$$

$$Pot = 74,76 \text{ HP}$$

Calculo de potencia (Vehículo modificado)

Para realizar el cálculo, se utiliza la ecuación Ec8, ya utilizada y reemplazamos datos luego de convertirlas a las unidades necesarias.

Datos:

- $T = 64,66 \text{ Ft/lb} = 8,94 \text{ Kg/m}$
- $\text{RPM} = 6500 \text{ rpm}$

$$Pot = \frac{8,94 \text{ Kg/m} * 6500}{716}$$

$$Pot = 81,16 \text{ Cv}$$

$$Pot = 80,05 \text{ HP}$$

Calculo de eficiencia vehículo de serie.

Para calcular la eficiencia de un motor se utiliza la siguiente ecuación.

$$Ef = \frac{Pot. u}{Pot. t} * 100$$

Ecuación 9

Donde:

- Ef: Eficiencia (%).
- Pot. u: Potencia útil
- Pot. t: Potencia teórica

Los datos a utilizar en Ec9, se basan en información indicada por el fabricante en la ficha técnica del vehículo (Potencia teórica) y los obtenidos mediante el proceso de comprobación en el dinamómetro (Potencia útil) como valores máximos. Se reemplaza y realiza el cálculo.

$$Ef = \frac{74,76 \text{ HP}}{96 \text{ HP}} * 100$$

$$Ef = 77,88 \%$$

Calculo de eficiencia vehículo modificado.

Reemplazando datos utilizando en Ec9, ya utilizada anteriormente.

$$Ef = \frac{80,05 \text{ HP}}{96 \text{ HP}} * 100$$

$$Ef = 83,39 \%$$

Mejora en eficiencia

Para determinar el porcentaje mejorado en eficiencia, comparando el vehículo de serie y trucado, se obtiene el siguiente resultado.

$$Eft = Ef (\text{modificado}) - Ef (\text{serie})$$

$$Eft = 83,39 - 77,88$$

$$Ef = 5,51 \%$$

3.2 Análisis económico

En este apartado se describe los costos producto de investigación y comparar las características de eficiencia del motor Renault Clio 1400cc 16 válvulas al variar secuencialmente elementos posibles de trucaje para competición.

Tabla 6. Costos de la investigación

Ítem	Costo Unitario	Costo total
Derechos de tesis	\$ 1064	\$ 1064
Equipo de cómputo	\$ 1500	\$ 1500
Papelería	\$ 50	\$ 50
Copias	\$ 50	\$ 50
Impresiones	\$ 50	\$ 50
Anillado	\$ 20	\$ 20
Internet	\$ 20/mes	\$ 80
Movilización	\$ 30/mes	\$ 120
Energía eléctrica	\$ 20/mes	\$ 80
Horas de trabajo	\$ 350/mes	\$ 1400
Capacitación particular	\$ 200/mes	\$ 800
Varios	\$ 500	\$ 500
Total		\$ 4.714

IV ANÁLISIS DE RESULTADOS

Según los datos obtenidos en las pruebas realizadas al vehículo Renault Clio 16 válvulas 1400cc mediante pruebas en dinamómetro, de igual forma en las respectivas modificaciones y cálculos obtenidos en el transcurso de la realización del presente proyecto técnico, se procede a realzar los respectivos análisis.

Se ha tenido en cuenta las dos situaciones a las que se realizaron prueba al vehículo, las cuales han sido en condición del motor estándar y en condición del motor modificado o trucado.

Análisis de graficas de potencia.

En la figura 23, se indica las curvas de potencia generadas en el dinamómetro, en condiciones del motor estándar (color verde) y el motor en condición modificado (color rojo).

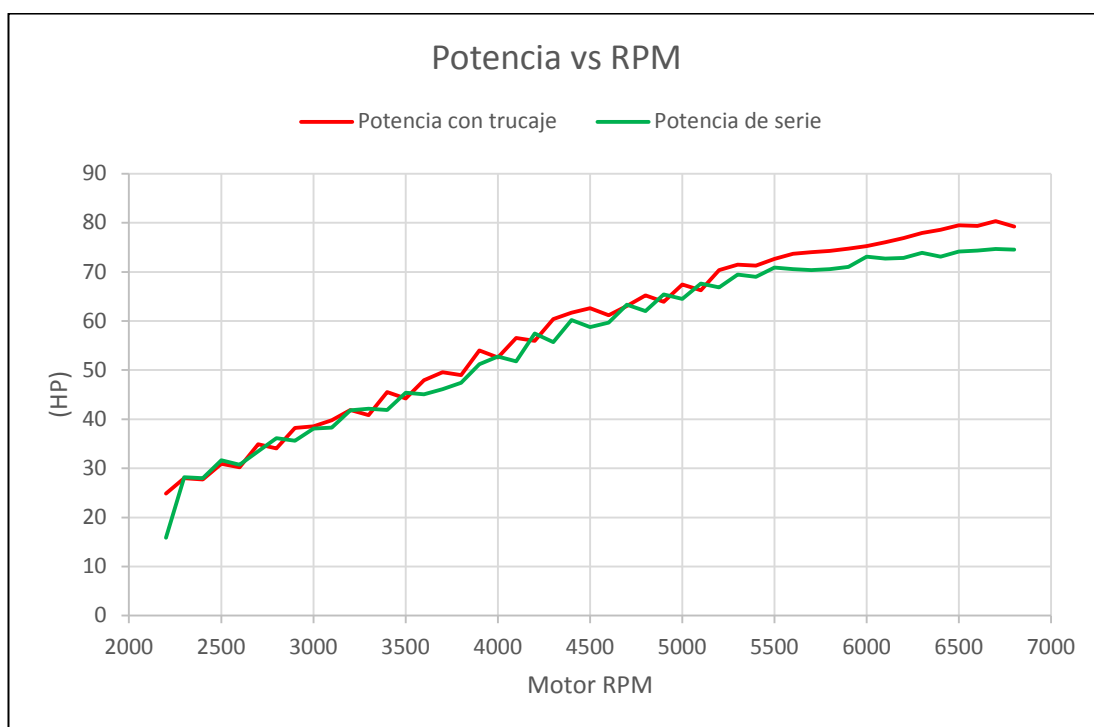


Figura 23. Curvas de potencia (serie y modificado)

Fuente: (Autor)

En la figura (figura 23), se relaciona las revoluciones de trabajo del motor (motor rpm) en el eje X, y la potencia (HP) en el eje Y, determinándose un rango estimado de revoluciones desde 2200 rpm como valor mínimo y 6600 rpm como valor máximo, momento del corte de inyección.

Siguiendo la secuencia en aumento de revoluciones por minuto del motor, se aprecia en las gráficas generadas un incremento progresivo de potencia, en las dos condiciones de prueba tanto en el motor de serie como en el motor trucado aparentemente sin pérdidas considerables.

La potencia máxima generada por el motor en condición estándar se estableció en 73 HP a 6500 rpm, mientras que al momento de realizar la misma prueba, aunque en esta ocasión con el motor modificado se logró un valor máximo de 80,64 HP a las mismas 6500 rpm.

Fácilmente es deducible que al realizar la prueba de potencia con el motor modificado se obtuvo un valor más elevado que en condiciones estándar, específicamente superior en 7,63 HP, lo cual indica una mejora considerable de potencia producto del trabajo de trucado realizado al motor.

Análisis de graficas de torque.

En la figura 24, se indica las curvas de torque generadas en el dinamómetro, en condiciones del motor estándar (color anaranjado) y el motor en condición modificado (color negro).

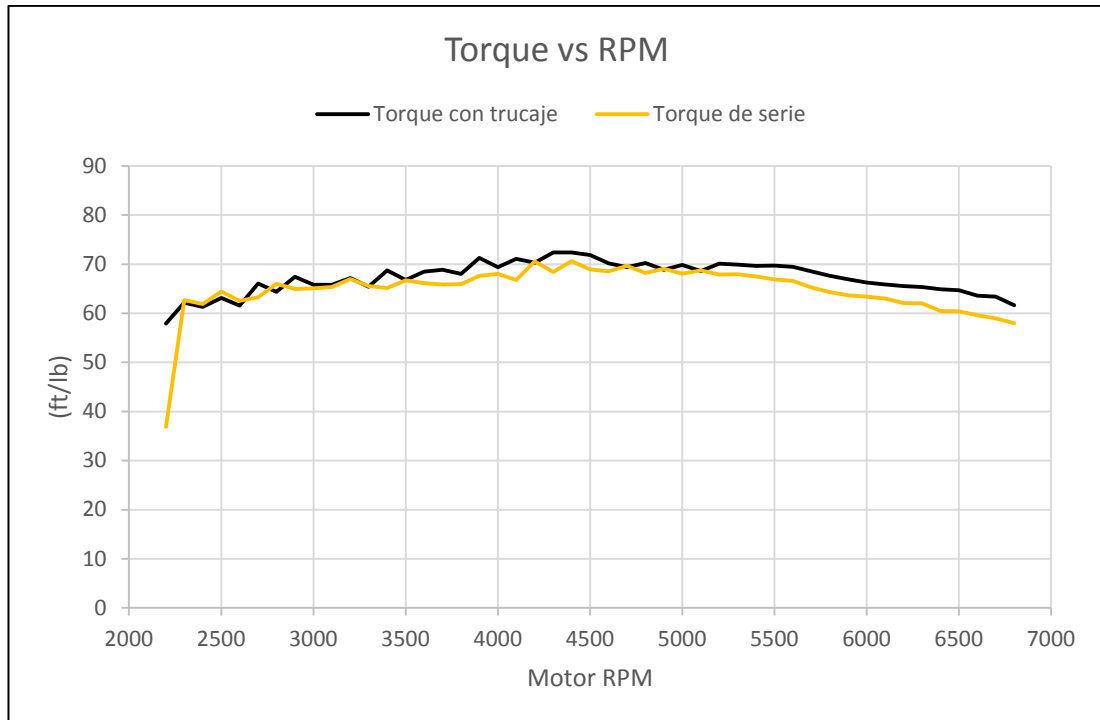


Figura 24. Curvas de torque (serie y modificado)

Fuente: (Autor)

En la (figura 24), se relaciona las revoluciones de trabajo del motor (motor rpm) en el eje X, y el torque (Ft/lb) en el eje Y, determinándose un rango estimado de revoluciones desde 2200 rpm como valor mínimo y 6600 rpm como valor máximo, momento del corte de inyección.

Siguiendo la secuencia en aumento de revoluciones por minuto del motor, se aprecia un incremento progresivo de torque hasta alcanzar las 4400 rpm aproximadamente, en las dos condiciones de prueba tanto en el motor de serie como en el motor trucado. Luego de este punto se inicia un descenso considerable, seguramente producto de que a mayores revoluciones, las pérdidas por fricción y demás condiciones que afectan el funcionamiento óptimo del motor son más elevadas.

El torque máximo generado por el motor en condición estándar se estableció en 70,63 Ft/lb a 4400 rpm, mientras que al momento de realizar la misma prueba, con el motor modificado se logró un valor máximo de 72,4 Ft/lb a las mismas 4400 rpm.

Se puede apreciar que al realizar la prueba de torque con el motor modificado se obtuvo un valor más elevado que en condiciones estándar, mejorando en 1,77 Ft/lb.

Análisis de graficas de relación A/F.

En la figura 25, se indica las curvas de relación aire-combustible generadas por una sonda lambda conectada al vehículo, en condiciones del motor estándar (color verde) y el motor en condición modificado (color café).

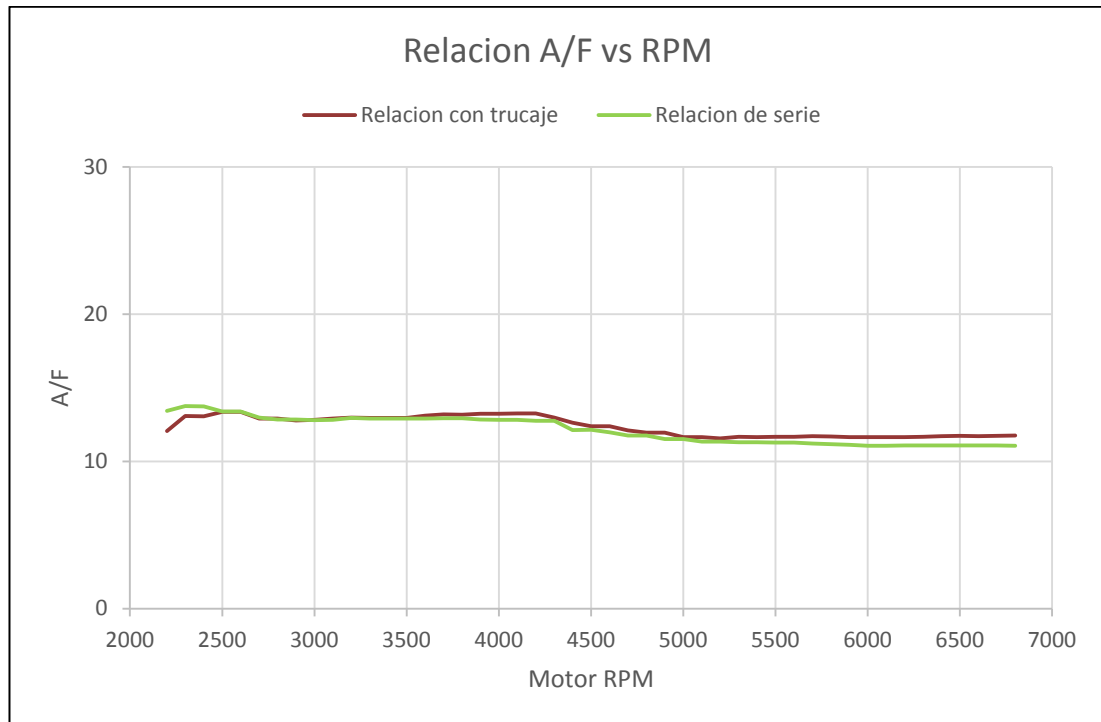


Figura 25. Curvas relación A/F (serie y modificado)

Fuente: (Autor)

En la (figura 25), se relaciona las revoluciones de trabajo del motor (motor rpm) en el eje X, y la relación aire combustible (A/F) en el eje Y, determinándose un rango estimado de revoluciones desde 2200 rpm como valor mínimo y 6600 rpm como valor máximo, momento del corte de inyección.

Al aumentar las revoluciones por minuto del motor, no se aprecian variaciones considerables en las dos condiciones de prueba tanto en el motor de serie como en el motor trucado, prácticamente se mantiene la misma gráfica.

Las gráficas indican la relación aire combustible o mezcla estequiometría que ha ingresado a los cilindros para realizar el proceso de combustión, la ideal se establece en 14,7g de aire y 1g de combustible, aunque lo que indican las gráficas se aproxima a 13g de aire por 1g de combustible, lo que se determinaría como mezcla rica. Se

debe tener en cuenta que la unidad electrónica del vehículo es la encargada de gestionar y controlar la relación de mezcla.

Análisis de cálculos y modificaciones.

- La relación de compresión inicial, indicaba un valor de 10:1 en el motor estándar, mediante el proceso de aumento de relación de compresión se logró determinar por cálculos que la nueva relación de compresión para el motor modificado se establecería en 11,41: 1, lo que indica al momento de funcionar, se obtendrá un mejor aprovechamiento del motor y mejora de potencia práctica.
- El diámetro de los cilindros se incrementó de 79,5 mm a 81 mm, lo que muestra un mayor ingreso de volumen de mezcla al motor y por consiguiente se reflejara en mejorar la potencia.
- Los cálculos de potencia útil en el vehículo de serie, logro 74,76 HP de valor máximo, y en la prueba con el vehículo trucado 80,04 HP, lo que corrobora lo indicado en la prueba mediante dinamómetro de incremento de potencia.
- La eficiencia en los cálculos con el vehículo de serie se obtuvo un 77,88 %, mientras que con el vehículo modificado se logró una eficiencia de 83,39 %, lo que indica una mejora de 5,51% en aprovechamiento del motor en condición modificado.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones

- Se realizó un estudio de material bibliográfico en cuanto a los componentes principales del motor y técnicas de trucaje a los que pueden ser sometidos dichos componentes, así como las funciones que realizan para el correcto desempeño del motor.
- Se comprendió los valores de tolerancias de fabricación con las cuales se pretende reducir sin perder rendimiento y confiabilidad principalmente y el efecto que produce modificar un componente del motor.
- Conocidas ciertas temáticas de trucaje, se propuso una serie de opciones que podrían adecuarse para que el proceso de modificación de los componentes del motor logre sus objetivos, como el aumento de relación compresión, aumento de cilindrada o incrementar los regímenes de giro del motor.
- Según el desarrollo del estudio, desde el momento de realizar la prueba del vehículo Renault Clio en el dinamómetro, se supo que por cuestiones geográficas, específicamente la altura habría una reducción de aproximadamente el 30% de las especificaciones entregadas por el fabricante debido a que por cada 1000 msnm se reduce el 10% de sus prestaciones y al encontrarse la ciudad de Quito por sobre los 2700 msnm, los valores generados estaban dentro del rango esperado.
- Debido a que la preparación o trucaje del motor del vehículo Renault Clio para competición se ha realizado en temas separados, no se profundiza en los procedimientos de modificación en los componentes del motor, ya que en este informe técnico solo se compara el vehículo en condiciones de serie y en condiciones de ya trucado.
- El proceso de comprobación del vehículo Renault Clio y generación de valores que posteriormente se traducen en gráficas de funcionamiento, se las realizó en dos oportunidades, siendo una primera comprobación la que permitiría determinar el estado del vehículo a condición estándar. Posteriormente, luego de realizar el respectivo trucaje a los componentes

del motor, se hizo una nueva comprobación en la cual reflejaron el efecto que produjeron dichas modificaciones, en la cual se obtuvo valores superiores que en condiciones estándar.

- Al adquirir mejoras de desempeño en el vehículo, comprueba que las modificaciones realizadas están encaminadas a optimizar las características de funcionamiento del vehículo en general.

Recomendaciones

- Las mejoras al vehículo Renault Clio que se le han realizado han tenido un efecto positivo en sus prestaciones, pero aún se puede mejorar más como interviniendo en su sistema eléctrico y electrónico, incluso mediante la adaptación de un turbo que permita un mejor llenado de los cilindros y consecuentemente aumentar más su potencia.
- El objetivo del vehículo Renault Clio al cual se le realizaron trabajos de trucaje es la competencia, por lo que adaptarle una caja de velocidades de competencia generaría un impacto positivo en las prestaciones de dicho vehículo.
- Implementar un sistemas de suspensión adecuado para competir sería indispensable, ya que hasta el momento solo se le han realizado modificaciones del motor, pero al vehículo lo conforman diversos sistemas que al ser modificados conllevarían a mejorar el desempeño general y a ganar carreras.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

De libros

- Alonso, J. (2008). *Técnicas del automóvil, Chasis*. España: Paraninfo.
- Gerschler, H. (1980). *GTZ Tecnología del automóvil*. España: Reverte
- Sanchez, M. (2012). *Mantenimiento de motores térmicos de dos y cuatro tiempos*. España: ICEditorial.
- Alonso, J. (2014). *Sistemas de transmisión y frenado*. Madrid: Paraninfo.
- Crouse, W. (1993). *Mecánica del automóvil*. España: Marcombo.
- Arias-Paz, M. (2004). *Manual Arias-Paz del automóvil*. España, Dossat SL.
- Thiessen, F. Dales, D. (1996). *Manual técnico automotriz – operación, mantenimiento y servicio, Tomo 1*. Mexico: Prentice-Hall
- Arrollo, J. (1996). *Los frenos en el automovil*. España: Ceac.
- Crouse, W (1996). *Motors del automóvil*. Mexico: Alfaomega.
- Alonso, J. (2010). *Tecnología del automóvil*. España: Paraninfo.
- Calvo, J. (1997). *Mecánica del automóvil actual*. España: Servicio de publicaciones UZ.
- Pérez, J. (2011). *Técnicas del Automóvil*. España: Paraninfo.
- Leeming, D. (1998). *El motor del automóvil – conocimientos básicos*. España: Marcombo.
- Gonzales, D. (2015). *Motores térmicos y sus sistemas auxiliares*. España: Paraninfo.
- Orovio, M. (2010). *Tecnología del automóvil*. España: Paraninfo.
- Bosch. (1996). *Manual de la técnica del automóvil* (Tercera ed.). España: Reverte SA.
- Manual Ceac del automóvil. (2004). España: Ceac.
- Vizan, G. *Estructuras del vehículo*. Editex.
- Marti, A. (1990). *Inyección electrónica en motores a gasolina*. España: Marcombo.
- Gilardi, J. (1985). *Motores de combustión interna*. Perú: Editoriales IICA
- Gilardi, J. (1985). *Diagnóstico de fallas en motores de combustión*. Perú: Editoriales IICA
- Vizan, G. *Elementos estructurales del vehículo. Transporte y mantenimiento de vehículos*. Editex.
- Robira, A. (2015). *Motores de combustión interna*. España: UNED.

Alvares, J. (2005). Motores alternativos de combustión. España: Edicions UPC.

Tesis

Samaniego, G. Samaniego, C. (2006). *Comparación de las características de eficiencia de un motor Suzuki Forza G10 SOHC al variar secuencialmente elementos posibles de trucaje para competición a través de un banco de pruebas*. (Tesis inédita de grado). Escuela Politécnica del Ejército, Latacunga, Ecuador.

Martinez, F. Romero, D. (2012). *Preparación y repotenciación del motor de un vehículo Suzuki Forza 993 cm³ para competición*. (Tesis inédita de grado). Escuela Politécnica del Ejército, Latacunga, Ecuador.

Urresta, P. Andrango, D. (2012). *Preparación de un motor 1.6 de un auto Chevrolet Corsa para competencias de rally*. (Tesis inédita de grado). Universidad Internacional del Ecuador, Quito, Ecuador.


Pozo, H. Cabezas, O. (2014). *Repotenciación y preparación para competencia de un motor de combustión interna, marca mini Austin de origen inglés en su respectiva carrocería*. (Tesis inédita de grado). Universidad Internacional del Ecuador, Quito, Ecuador.

Murillo, J. (2016). *Estudio de las curvas características de motor del vehículo Chevrolet Sail 2012 con el uso de hidrógeno como combustible* “(Tesis inédita de grado). Universidad Internacional del Ecuador, Guayaquil, Ecuador.

Artículos científicos de internet

Saiz, J. (2013). *Elementos mecánicos transmisores del movimiento*. Consultado 17 de junio del 2017 de: http://profemjesus.webcindario.com/tecnologia_industrial_1/1_mecanismos_transmision.pdf

ANEXOS

DYNomite Dynamometer Test Results	
Dinamyca Competicion	
	
Pasaje Godoy E152 E Isaac Albeniz Quito-Ecuador Phone : 59322411805	
Filename: C:\Program Files (x86)\DYNOMITE\MAX\Burst\Dinamyca Competicion\Andres Santos #1064 on 2017-01-25 @ 15:57 Test Run Name: <u>Andres Santos #1064 on 2017-01-25 @ 15:57-00</u> Date: <u>1/25/2017</u> Test Run By: <u>Adam Escobedo</u> Time: <u>3:57 PM</u> Name: <u>Andres Santos</u> Engine's Test Hours: <u>19497</u> Vehicle: <u>Renault clio 1600</u> Engine Type: <u>BT Four Stroke Otto</u>	
Engine	
Engine Make: <u>Renault</u> Engine Model: <u>A712</u> Engine Serial #: <u>11Y</u> Engine Description: Advertised Power: <u>95.00</u> Hp @ <u>6000</u> RPM Piston Description:	Compression Ratio: <u>10.000</u> :1 Rod Length: <u>144.0</u> mm Bore: <u>73.50</u> mm Stroke: <u>70.00</u> mm Displacement: <u>1390</u> cc
Weather	
Air Temperature: <u>26</u> Degree C Barometric Pressure: <u>71.55</u> kPa Relative Humidity: <u>43</u> % Vapor Pressure: <u>0.435</u> in Hg Relative Air Density: <u>0.761</u> Friction Compensation: <u>100.00</u> %	Temperature Correction Factor: <u>1.022</u> Barometric Correction Factor: <u>1.284</u> Humidity Correction Factor: <u>1.015</u> Final Correction Factor: <u>1.407</u> Correction Method: <u>SAE</u> Mechanical Efficiency: <u>Calculated ME</u> % Weather Source: <u>Weather Station</u>
Inertia	
Inertia Compensation: <u>#2- INERTIA ONLY!</u>	
Vehicle	
VIN/Serial Number: Vehicle Description: Weight: <u>1000</u> kg Coast Down: <u>0.050</u> G's @ Coast of <u>55.00</u> mi/hr Roller Diameter: <u>12.00</u> inches	Tire Diameter: <u>56.00</u> cm Speedometer Source: <u>#0- Shaft RPM</u> Acceleration Source: <u>#0- Speedometer</u> Accelerometer Pitch Compensation: <u>1.000</u> Axle Ratio: <u>0.355</u>
Fuel	
Fuel Description: <u>OEM</u> Fuel Pressure: <u>0</u> PSI AFR Source: <u>#7- User AFR Source</u>	Octane: <u>0</u> Specific Gravity: <u>0.730</u> Calculate Fuel Flow Method: <u>#0- Use Fuel/A</u>

Características del vehículo

Dinamyca Competicion
 Pasaje Godoy E152 E Isaac Albeniz
 Quito-ECuador
 Phone : 59322411805

RPM (RPM)	Est Hp (Hp)	Boost (PSI)	AFR (AF)	Est Tq (Nms)
2200	24.65	-4.133	12.07	57.50
2300	25.62	-4.133	12.09	62.16
2400	27.75	-4.133	12.07	63.33
2500	30.55	-4.133	12.08	63.11
2600	30.20	-4.133	12.28	62.59
2700	34.80	-4.133	12.92	66.02
2800	34.05	-4.133	12.92	64.36
2900	38.21	-4.133	12.78	67.62
3000	38.57	-4.133	12.93	65.91
3100	39.78	-4.133	12.92	65.78
3200	41.90	-4.133	12.97	67.17
3300	40.80	-4.133	12.96	65.33
3400	45.50	-4.133	12.95	69.71
3500	44.22	-4.133	12.90	66.75
3600	47.93	-4.133	13.11	68.47
3700	49.54	-4.133	13.19	68.87
3800	49.95	-4.133	13.18	68.08
3900	54.01	-4.133	13.24	71.30
4000	52.59	-4.133	13.24	69.41
4100	56.54	-4.133	13.27	71.06
4200	55.36	-4.133	13.27	70.20
4300	60.36	-4.133	12.98	72.40
4400	62.71	-4.133	12.64	72.30
4500	62.62	-4.133	12.39	71.86
4600	62.15	-4.133	12.40	70.16
4700	65.05	-4.144	12.12	69.35
4800	65.18	-4.132	11.95	75.25
4900	61.88	-4.133	11.95	68.04
5000	67.44	-4.133	11.66	63.04
5100	66.25	-4.133	11.66	68.53
5200	70.37	-4.133	11.57	70.11
5300	72.49	-4.132	11.67	69.89
5400	72.23	-4.133	11.66	69.64
5500	72.65	-4.133	11.67	69.74
5600	73.69	-4.133	11.67	69.40
5700	74.60	-4.132	11.71	68.56
5800	74.25	-4.132	11.70	67.60
5900	74.70	-4.133	11.66	66.86
6000	75.26	-4.132	11.65	66.28
6100	74.61	-4.133	11.65	65.54
6200	76.45	-4.133	11.64	65.51
6300	77.90	-4.133	11.68	65.34
6400	78.55	-4.133	11.72	64.97
6500	78.51	-4.133	11.75	64.65
6600	79.24	-4.132	11.73	63.55
6700	80.34	-4.133	11.74	63.29
6800	79.22	-4.132	11.74	61.61

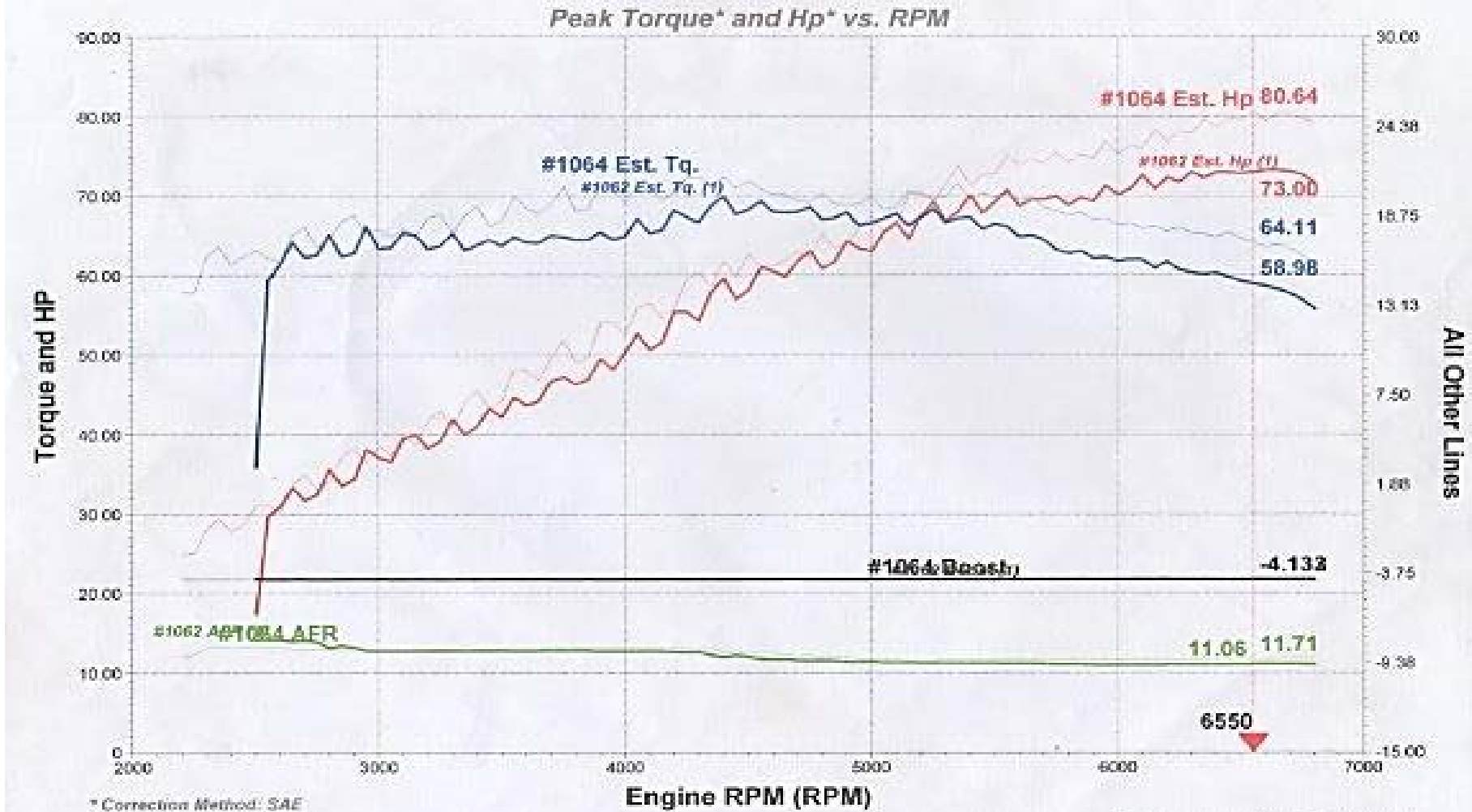
Tabla generada por dinamómetro (vehículo de serie)

Dinamyca Competicion
 Pasaje Godoy E152 E Isaac Albeniz
 Quito-ECuador
 Phone : 50322411805

RPM (RPM)	Est. Hp (Pa)	Base (PS)	AFR (A/F)	Est. Tq (ft-lb)
2200	15.63	-4.132	13.44	34.01
2300	16.20	-4.133	13.74	35.63
2400	16.01	-4.135	13.74	35.88
2500	16.42	-4.130	13.79	36.44
2600	16.70	-4.132	13.79	37.54
2700	17.44	-4.132	13.90	39.25
2800	18.19	-4.132	13.64	40.76
2900	18.62	-4.132	13.64	41.76
3000	19.12	-4.132	12.81	43.15
3100	19.70	-4.132	12.82	43.32
3200	21.50	-4.132	12.30	44.94
3300	22.33	-4.132	12.91	45.51
3400	21.68	-4.132	12.92	45.14
3500	23.42	-4.132	12.92	46.60
3600	24.00	-4.132	12.92	46.14
3700	24.00	-4.132	12.92	46.89
3800	24.42	-4.132	12.92	47.94
3900	25.18	-4.132	12.84	47.42
4000	25.79	-4.132	12.83	48.02
4100	26.79	-4.132	12.82	48.73
4200	27.44	-4.132	12.77	49.58
4300	28.68	-4.132	12.76	49.38
4400	29.19	-4.132	12.14	50.43
4500	29.75	-4.132	12.10	50.93
4600	30.89	-4.132	11.97	50.23
4700	31.30	-4.132	11.77	50.62
4800	32.03	-4.132	11.77	50.24
4900	33.20	-4.132	11.82	49.06
5000	34.40	-4.132	11.82	48.10
5100	35.63	-4.132	11.79	48.71
5200	36.84	-4.132	11.74	47.89
5300	38.40	-4.132	11.71	47.96
5400	39.99	-4.132	11.31	47.47
5500	40.89	-4.132	11.28	46.88
5600	40.94	-4.132	11.28	46.97
5700	40.30	-4.132	11.22	45.94
5800	40.58	-4.132	11.18	44.22
5900	41.60	-4.132	11.14	43.02
6000	41.89	-4.132	11.04	43.38
6100	42.45	-4.132	11.07	43.01
6200	42.81	-4.132	11.09	42.11
6300	42.87	-4.132	11.09	42.01
6400	42.12	-4.132	11.10	40.45
6500	44.16	-4.132	11.09	40.34
6600	44.35	-4.132	11.10	39.82
6700	44.63	-4.132	11.09	38.94
6800	44.40	-4.132	11.06	37.98

Tabla generada por dinamómetro (vehículo modificado)

DYNOMITE test "Andres Santos #1064 on 2017-01-25 @ 15-57-06" by Dinamyca Competition





Vehículo de proyecto técnico.