



*La importancia de un banco de ensayos para mejorar el rendimiento de un motor de 4 tiempos*

*The importance of a test bench to improve the performance of a 4-stroke engine*

*A importância de uma bancada de testes para melhorar o desempenho de um motor de 4 tempos*

Juan Gabriel Ballesteros-López <sup>I</sup>  
[ejballesteros.istt@gmail.com](mailto:ejballesteros.istt@gmail.com)  
<https://orcid.org/0000-0003-1759-215X>

Orlando Vladimir Miranda-Reyes <sup>II</sup>  
[omiranda.istt@gmail.com](mailto:omiranda.istt@gmail.com)  
<https://orcid.org/0000-0003-1413-1119>

Diego Hernán Punina-Poveda <sup>III</sup>  
[dpunina.istg@gmail.com](mailto:dpunina.istg@gmail.com)  
<https://orcid.org/0000-0002-8683-5556>

Javier Milton Solís-Santamaria <sup>IV</sup>  
[jsolis.istt@gmail.com](mailto:jsolis.istt@gmail.com)  
<https://orcid.org/0000-0002-9291-1906>

**Correspondencia:** [ejballesteros.istt@gmail.com](mailto:ejballesteros.istt@gmail.com)

Ciencias Técnicas y Aplicadas  
Artículo de Investigación

\***Recibido:** 01 de Noviembre de 2021 \***Aceptado:** 18 Diciembre de 2021 \* **Publicado:** 10 de Enero de 2022

- I. Magíster En Seguridad Industrial Mención Prevención De Riesgos Y Salud Ocupacional. Universidad Nacional De Chimborazo, Ingeniero De Ejecución En Mecánica Automotriz. Escuela Politécnica Del Ejército, Docente Instituto Superior Tecnológico Tungurahua, Ambato, Ecuador.
- II. Ingeniero Automotriz, Docente Instituto Superior Tecnológico Tungurahua, Ambato, Ecuador.
- III. Ingeniero Automotriz, Docente Instituto Superior Tecnológico Tungurahua, Ambato, Ecuador.
- IV. Maestría en Ingeniería Mecánica Mención Sistemas de Transporte, Ingeniero Automotriz, Docente Instituto Superior Tecnológico Tungurahua, Ambato, Ecuador.

## Resumen

Las tecnologías forjan un constante aumento del rendimiento de diferentes componentes mecánicos, electrónicos, eléctricos, entre otros, por lo que la ciencia de la mecánica automotriz no escapa a esta realidad. El análisis al comportamiento de los motores es una de las claves para obtener un mayor rendimiento de los vehículos. Mejorar como se forma la chispa que pueda impulsar los mecanismos internos y como estos responde a los estímulos derivados de los investigadores con el fin de conseguir el punto máximo de rendimiento que serán utilizados por los usuarios, siempre será la clave para su desarrollo. Para lograr este propósito es necesario crear un banco de pruebas que evalúe y determiné cada uno de los parámetros involucrados en el rendimiento del motor. Por lo cual, el objetivo general de la investigación es analizar la importancia que tiene un banco de ensayos para mejorar el rendimiento de un motor 4 tiempos. Para poder llegar a la consecución de este objetivo es necesario poder comprender la importancia y componentes del motor 4 tiempos y descripción del banco de pruebas a través de una investigación documental. Como conclusión, los motores 4T son los principales de una gama de motores que buscan garantizar la confortabilidad del usuario en función de un rendimiento y eficiencia, por lo que la realización de un banco de pruebas determina que tan efectivo es el cumplimiento del motor o como es el comportamiento de cada uno de sus componentes cuando se modifican sus parámetros.

**Palabras Clave:** motor 4T; banco de pruebas; rendimiento; eficiencia

## Abstract

Technologies forge a constant increase in the performance of different mechanical, electronic, electrical components, among others, so the science of automotive mechanics does not escape this reality. The analysis of the behavior of the engines is one of the keys to obtain a better performance of the vehicles. Improving how the spark is formed that can drive the internal mechanisms and how they respond to stimuli derived from researchers in order to achieve the maximum performance point that will be used by users, will always be the key to their development. To achieve this purpose it is necessary to create a test bench that will evaluate and determine each of the parameters involved in the performance of the engine. Therefore, the general objective of the research is to analyze the importance of a test bench to improve the performance of a 4-stroke engine. In order to achieve this objective, it is necessary to understand

the importance and components of the 4-stroke engine and the description of the test bench through a documentary investigation. In conclusion, 4-stroke engines are the main of a range of engines that seek to guarantee user comfort based on performance and efficiency, so the performance of a test bench determines how effective the engine's compliance is or how It is the behavior of each of its components when its parameters are modified.

**Keywords:** 4T motor; test bench; performance; efficiency

## Resumo

As tecnologias forjam um aumento constante no desempenho de diferentes componentes mecânicos, eletrônicos, elétricos, entre outros, para que a ciência da mecânica automotiva não fuja dessa realidade. A análise do comportamento dos motores é uma das chaves para obter um melhor desempenho dos veículos. Melhorar como se forma a centelha que pode acionar os mecanismos internos e como estes respondem aos estímulos derivados dos pesquisadores para atingir o ponto máximo de desempenho que será utilizado pelos usuários, será sempre a chave para o seu desenvolvimento. Para atingir esse objetivo, é necessário criar uma bancada de testes que avalie e determine cada um dos parâmetros envolvidos no desempenho do motor. Portanto, o objetivo geral da pesquisa é analisar a importância de uma bancada de testes para melhorar o desempenho de um motor de 4 tempos. Para atingir este objetivo, é necessário compreender a importância e os componentes do motor 4 tempos e uma descrição da bancada de ensaios através de pesquisa documental. Em conclusão, os motores 4T são os principais numa gama de motores que procuram garantir o conforto do utilizador com base no desempenho e eficiência, pelo que a realização de uma bancada de testes determina a eficácia da conformidade do motor ou qual o comportamento de cada um dos seus componentes quando seus parâmetros são modificados.

**Palavras-chave:** motor 4T; banco de ensaio; Desempenho; eficiencia

## Introducción

Una de las grandes invenciones del ser humano ha sido la creación del automóvil, debido a que permitió acortar las distancias, así como ayuda a mejorar la calidad de vida en cada persona. La creación de este importante medio ha permitido el desarrollo colateral de otras innovaciones que han dado solución a las necesidades de una sociedad sedienta de desarrollo. En este sentido, los

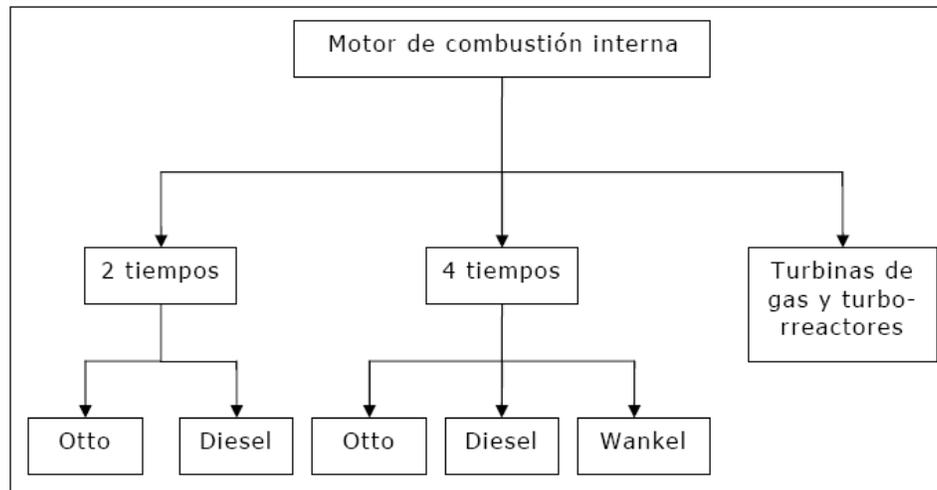
automóviles, como cualquier otro producto, siempre está en constante crecimiento gracias al desarrollo exponencial en las mejoras del mismo. Cada día nace una nueva alternativa que permite mejorar el rendimiento y el confort.

Esto corresponde a la realización de estudios sobre sus parámetros que permitirán una mejor respuesta. Dentro de las variables más significativas de los vehículos es el rendimiento del motor, el principal corazón del automóvil. Las tecnologías forjan un constante aumento de su rendimiento a través de su ingeniería, como de componentes externos que pudieran mejorar dicha necesidad. Mejorar como se forma la chispa que pueda impulsar los mecanismos internos y como estos responde a los estímulos derivados de los investigadores con el fin de conseguir el punto máximo de rendimiento que serán utilizados por los usuarios, siempre será la clave para su desarrollo.

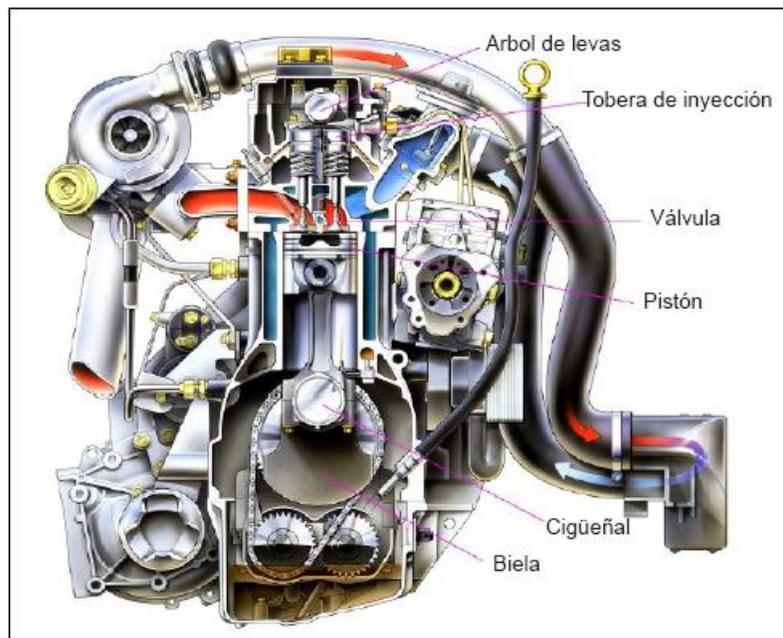
Para lograr este propósito es necesario crear un banco de pruebas que evalúe y determine cada uno de los parámetros involucrados en el rendimiento del motor. Este banco permite obtener información que servirá para controlar las variables de combustión, lubricación, temperatura, refrigeración y la búsqueda de motores que sean amigables con el medio ambiente, luego de ser uno de los principales forjadores del impacto ambiental en el planeta. Con las nuevas tecnologías se ha mejorado también la duración de estos motores, donde hoy en día con la electrónica se intenta optimizar el motor suprimiendo algunas piezas móviles que pueden causar problemas, así como que el mantenimiento del motor sea reducido (Villegas, Montseny y Celoni, 2007).

Los motores de combustión interna son los que se dividen entre grandes grupos, tal como se señala en la Figura 1. Estos motores de combustión interna tienen su puesta en funcionamiento a través de la transformación de energía química proveniente del combustible a energía mecánica con la chispa que genera el movimiento de los pistones dentro del motor. Es decir, Esto se produce por un aporte de energía externo al ciclo termodinámico, al hacer saltar una chispa en los electrodos de la bujía, debiendo producirse en el momento adecuado para conseguir que el proceso de combustión sea lo más eficiente posible (Rivera, Zambrano, & García, 2017).

Ante esta situación es importante poder evaluar como es el rendimiento del motor, en especial el de cuatro tiempos el cual se caracteriza porque realiza cuatro ciclos distintos dentro del motor al momento de combustionar la gasolina (Martínez, 2007; citado por Ortiz Sánchez y Pardo Castillo, 2019). Este motor se puede visualizar en la Figura 2.



**Figura 1.** Grupos que conforman el motor de combustión interna. Fuente: (Villegas et al., 2007)



**Figura 2.** Estructura básica de un motor de combustión interna de 4 tiempos. Fuente: (Editorialmeta, 2020)

Se compone de una cámara de combustión cilíndrica, dos conductos (de admisión y de escape) dispuestos en una de las bases que se cierran y abren convenientemente por medio de válvulas en una secuencia, un electrodo (bujía) que permite hacer saltar una chispa en el momento adecuado

para iniciar la explosión de los gases acumulados en su interior y una biela que es un elemento mecánico que es sometido a esfuerzos de tracción o compresión. Esta última pieza transmite el movimiento articulado a otras partes de la máquina. (Castillo y Prieto, 2016, p. 76)

En este sentido, la puesta en marcha y el análisis del comportamiento del motor debe provenir de un banco de pruebas que permita poder evaluar las variables que están alrededor de un mejor rendimiento. Además, permite poder desarrollar nuevas alternativas que mejoren la eficiencia del proceso. Una de los equipos que pueden determinar el funcionamiento de todas las partes es el banco de pruebas. Este equipo consta de una estructura donde se instala una máquina, con el fin de realizar ciertas pruebas y ensayos, mediante la medición de diversas variables (Mejía-Lotero y García-Ceballos, 2008). Es un sistema formado por una serie de elementos que permiten la simulación del comportamiento de un motor y sus características operativas en unas combinaciones controladas, utilizando para ello instrumentos de control y medida (Giraldo Aristizabal & Flórez Landazábal, 2015).

Por lo tanto, la investigación tiene como objetivo general analizar la importancia que tiene un banco de ensayos para mejorar el rendimiento de un motor 4 tiempos. Para poder llegar a la consecución de este objetivo es necesario poder comprender la importancia y componentes del motor 4 tiempos y descripción del banco de pruebas a través de una investigación documental.

## **Método**

Para la consecución del objetivo general se plantean dos objetivos específicos, los cuales son comprender la importancia y componentes del motor 4 tiempos y descripción del banco de pruebas. Para tal fin se determinó una metodología documental basada en la búsqueda de información a través de portales educativos de internet textos, documentos y artículos científicos publicados disponibles en la web. La investigación documental se concreta exclusivamente en la recopilación de información de diversas fuentes, con el objeto de organizarla describirla e interpretarla de acuerdo con ciertos procedimientos que garanticen confiabilidad y objetividad en la presentación de los resultados (Palella-Stracuzzi & Martins-Pestana, 2010).

## **Resultados**

### ***La importancia y componentes del motor 4 tiempos***

Uno de los componentes más importantes de los automóviles es el motor, por lo que comprender su funcionamiento es importante a la hora de poder desarrollar la efectividad de los mismos. Uno de los motores más utilizados son los de 4 tiempos, tal como se detalla en la Figura 3, el cual posee cuatro fases de funcionamiento que se describen a continuación:

Una vez que la cámara de combustión del cilindro se ha llenado con la mezcla de aire y combustible, en el tiempo de compresión ésta se comprime alcanzando una relación de compresión media de 8:1. Poco antes de que el pistón alcance su posición máxima, el denominado punto muerto superior, la mezcla se inflama mediante una chispa de la bujía. Durante la combustión se genera una enorme presión de combustión que empuja el pistón hacia abajo. En esta fase es donde se produce el verdadero trabajo del motor, por lo que este tiempo se denomina también tiempo de trabajo. Con el posterior movimiento descendente del pistón los gases de escape son impulsados a través de la válvula de salida en dirección al escape. Justo después del tiempo de escape comienza el ciclo nuevo. (Editorialmeta, s/f, p. 157)

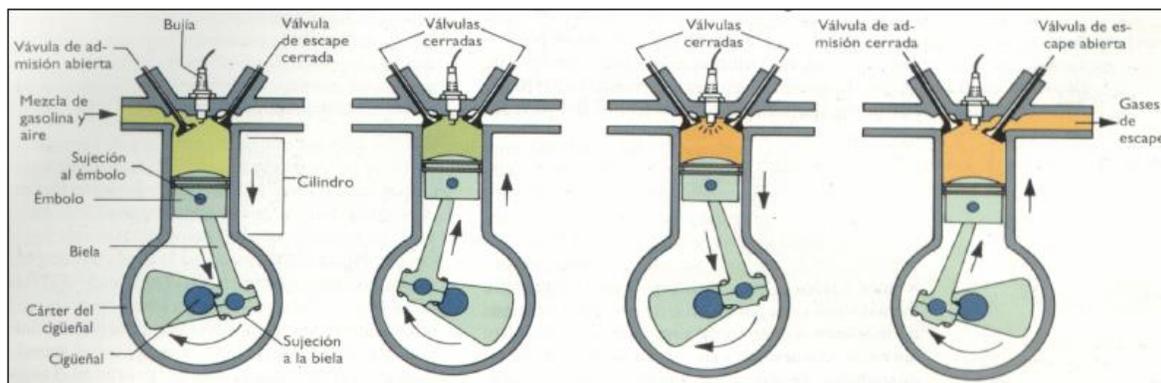


Figura 3. Motor de gasolina de 4T. Fuente: (Editorialmeta, 2020)

Cada uno de los tiempos que corresponden al motor tiene un comportamiento único los cuales se detallan en la Tabla 1. El movimiento de los pistones es consecuencia de la chispa generada en el proceso de combustión. El combustible genera unas reacciones termodinámicas que permite el movimiento del mecanismo interno del motor. La termodinámica refleja que el motor depende de la compresión que sucede internamente, donde la relación promedio es de 8 a 1, por lo que

utilizando proporciones mayores el rendimiento del motor aumenta. Sin embargo, para cumplir esta condición se requiere que el octanaje de la gasolina sea mucho mayor, lo que permitiría que el fenómeno de detonación sea menor. La eficiencia o rendimiento medio de un buen motor Otto es de un 20 a un 25%: sólo la cuarta parte de la energía calorífica se transforma en energía mecánica. (Conesa, 2011)

Del mismo modo, la energía se traslada a una serie de mecanismos como lo es la biela hacia y el cigüeñal. Los componentes del motor cuatro tiempos se distinguen a continuación:

El motor a cuatro tiempos se compone de una cámara de combustión cilíndrica, dos conductos (de admisión y de escape) dispuestos en una de las bases que se cierran y abren convenientemente por medio de válvulas en una secuencia, un electrodo (bujía) que permite hacer saltar una chispa en el momento adecuado para iniciar la explosión de los gases acumulados en su interior y una biela que es un elemento mecánico que es sometido a esfuerzos de tracción o compresión. (Castillo y Prieto, 2016, p.76)

### **Tabla 1**

Los ciclos de funcionamiento del motor de cuatro tiempos.

<b>CICLOS</b>	<b>CARACTERÍSTICAS</b>
<b>1ER TIEMPO</b> <i>Admisión</i>	En el momento que el pistón está en el punto más alto (PMS), la válvula de admisión se abre y el propio pistón por el vacío que se crea dentro del cilindro aspira la mezcla (aire y combustible) hasta llegar al punto más bajo del cilindro (PMI).
<b>2DO TIEMPO</b> <i>Compresión</i>	Después del ciclo de admisión, el pistón se encuentra en el punto más bajo (PMI), en este momento la válvula de admisión se cierra y el pistón empieza a ascender comprimiendo la mezcla hasta llegar al punto más alto del cilindro (PMS).
<b>3ER TIEMPO</b> <i>Expansión</i>	Una vez que en la carrera de compresión se ha comprimido la mezcla, la bujía hace saltar una chispa y enciende la mezcla, aumentando la presión en el cilindro y haciendo descender el pistón hacia el punto más bajo (PMI). En esta carrera de expansión es donde se realiza el trabajo útil.
<b>4TO TIEMPO</b> <i>Escape de gases</i>	Cuando el pistón llega al punto más bajo (PMI), se abre la válvula de escape y el pistón empieza a ascender empujando los gases quemados hacia el exterior. En el momento que llega al punto más alto (PMS) la válvula de escape se cierra.

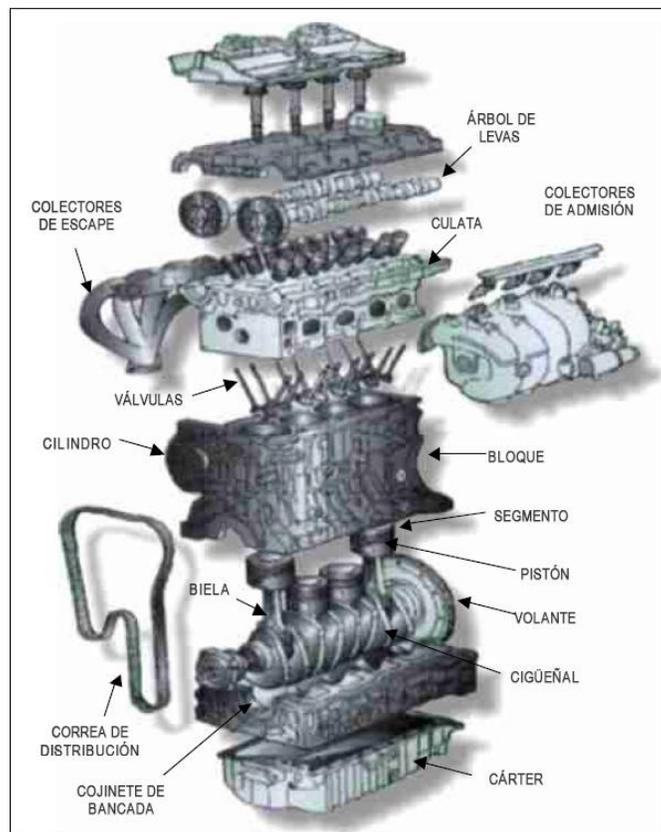
Fuente: (Ortiz Sánchez y Pardo Castillo, 2019)

Para el funcionamiento eficiente del banco de pruebas es necesario poder desarrollar las características de cada uno de los componentes del motor, con el fin de determinar la funcionalidad óptima del equipo. Los componentes del motor 4T se detallan en la Figura 4.

Una de las partes que ocupan mayor proporción es el *bloque* del motor, la cual tiene la particularidad de que en su interior se desarrolla parte importante del mecanismo del motor. Los

materiales utilizados para la construcción del bloque han de ser materiales capaces de resistir las altas temperaturas, ya que aquí se realizan también los procesos de expansión y escape de gases; asimismo, por el bloque pasa el circuito de lubricación y refrigeración (Villegas, Montseny y Celoni, 2007)

La *culata* se encuentra por encima del bloque del motor. Ella tiene la particularidad de evitar que se escapen los gases que se forman dentro del bloque y que son generados por el movimiento de los pistones y bielas. Allí se encuentran las válvulas de admisión y de escape, el eje de levas, las bujías y las cámaras de combustión, es aquí donde se encuentran todo el sistema de distribución (Villegas et al., 2007). Posee dos conductos internos: uno conectado al múltiple de admisión (para permitir que la mezcla de aire-combustible penetre en la cámara de combustión del cilindro) y otro conectado al múltiple de escape (para permitir que los gases producidos por la combustión sean expulsados al medio ambiente). (Editorialmeta, s/f)



**Figura 4.** Componentes del motor. Fuente: (Rojas, 2020)

Otro de los componentes es el *Carter*, el cual tiene como función ser el depósito del lubricante que servirá para el control de la temperatura entre los pistones y el bloque del motor. También se

encuentra el cigüeñal, los cojinetes del cigüeñal y el volante de inercia; igualmente mantiene el aceite a una buena temperatura de funcionamiento, que oscila generalmente entre los 80°C y los 90°C (Villegas et al., 2007)

De la misma forma, el *cigüeñal* es el encargado transformar el movimiento lineal ejercido por las bielas a un movimiento rotatorio que impulsa los mecanismos de transmisión. Constituye un eje con manivelas, con dos o más puntos que se apoyan en una bancada integrada en la parte superior del cárter y que queda cubierto por el bloque del motor, lo que le permite poder girar con suavidad (Editorialmeta, s/f). En consecuencia, la función del eje cigüeñal es la de recibir a través de las bielas, la fuerza de expansión de los gases en combustión y transformar el movimiento alternativo rectilíneo de los pistones en un movimiento circular continuo (Rojas, 2012).

Asimismo, el *árbol de levas* juega un papel importante en el mecanismo del motor, debido a que se encarga de abrir y cerrar las válvulas en el momento preciso. En la práctica, se trata de un árbol dotado de movimiento rotativo, sobre el cual se encuentran las levas o excéntricas, que provocan un movimiento oscilatorio del elemento causante de la distribución (Editorialmeta, s/f).

Del mismo modo, se encuentra el par *pistón-biela*, el cual tiene como funcionamiento dar el movimiento rotatorio al cigüeñal. Para que se cumpla estos mecanismos, es necesario desarrollar por separado la funcionabilidad de cada una de estos. El pistón es el encargado de darle la fuerza generada por la explosión a la biela, para que ella haga el resto (Villegas et al., 2007). Los pistones son émbolos metálicos de forma cilíndrica que se mueven en forma alternativa dentro de los cilindros del block del motor para comprimir la mezcla aire-combustible y percibir su energía (Rojas, 2012).

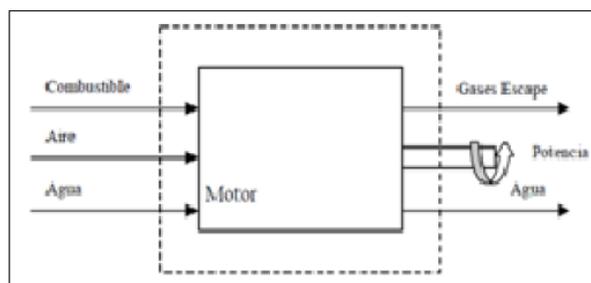
De igual forma, la *biela* está conectada al pistón y al cigüeñal, por lo que su función es la de servir de puente de lo que sucede en la parte superior, donde ocurre la explosión, y la parte inferior, de darle movimiento al cigüeñal. Esto último ocurre gracias a la transformación del movimiento lineal y alternativo del pistón en un movimiento giratorio en el cigüeñal (Editorialmeta, s/f).

### ***Descripción del banco de pruebas.***

El análisis del funcionamiento de un motor, así como describir la efectividad de cada uno de los componentes que lo conforman es de gran ayuda a lo hora de mejorar el rendimiento del mismo. Para tal fin es necesario construir un banco de pruebas que ayude a mejorar la funcionabilidad de

cada componente, con el objeto de poder realizar planes de mantenimiento que permita la mayor productividad del motor. Este banco de pruebas permite generar los conocimientos necesarios sobre la capacidad del motor en su completo funcionamiento.

En este sentido, un banco de pruebas es un sistema formado por una serie de elementos que permiten la simulación del comportamiento de un motor y sus características operativas en unas condiciones controladas, utilizando para ello una serie de instrumentos de control y otros de medida (Giraldo Aristizabal y Flórez Landazábal, 2015). En la Figura 5 se describe el funcionamiento general del banco de pruebas de un motor a través de un diagrama de bloque.



**Figura 5.** Diagrama de bloques del funcionamiento general del banco de pruebas de un motor. Fuente: (García-Pamplona, 2007; citado por Giraldo Aristizabal y Flórez Landazábal, 2015)

Para poder desarrollar un banco de pruebas efectivo es necesario que soporte todas las cargas y presiones que ocurren en todo el sistema. Andrango-Bonilla (2017) comenta que el banco de pruebas tiene la principal característica de soportar todo el peso del motor y accesorios tales como batería, sistema de alimentación, sistema de refrigeración, sistema de admisión y escape, cableado y tablero de instrumentos. Además, que posea un sistema que absorba las vibraciones que se producen debido a la existencia en el motor de fuerzas de inercia no equilibradas y de los correspondientes momentos resultantes (Mejía-Lotero y García-Ceballos, 2008).

En la Tabla 2 se detalla los componentes que debe tener el banco de pruebas para la puesta en funcionamiento.

**Tabla 2**

Componentes necesarios para el desarrollo del banco de pruebas de motor.

COMPONENTES	CARACTERÍSTICAS
<i>Chasis</i>	Su misión es la de soportar el peso del motor. Muchos bancos de prueba no incorporan los siguientes elementos: ✓ Compresor de aire comprimido. ✓ Base de aluminio del compresor del aire acondicionado. ✓ Bomba de dirección hidráulica. ✓ Base de hierro fundido de la bomba de dirección hidráulica. ✓ Sistema de embrague.
<i>Soportes</i>	Para montar y fijar el motor a la bancada.
<i>Sistema de alimentación de combustible</i>	Consta de un tanque de combustible con una bomba instalada en el interior, que envía el combustible a los inyectores a un caudal y presión determinada.
<i>Sistema de refrigeración del motor</i>	Enfriado por agua mezclada con líquido refrigerante, impulsado por una bomba interna. Se realizara el proceso de transferencia de calor mediante un radiador y un ventilador incorporado a este.
<i>Sistema de evacuación de los gases de escape</i>	Los gases de escape son enviados a la atmósfera tras pasar por un silenciador y posterior un catalizador.
<i>Panel de Control</i>	Consta de instrumentos de medición de variables de presión de aceite, temperatura de agua, voltaje, amperaje, horometro, temperatura del aceite, r.p.m. Además del switch y la perilla de aceleración.
<i>Sistema de traslación y anclaje</i>	Consta básicamente de cuatro ruedas que soportan todo el peso del sistema y lo trasladan con facilidad. Además de estos unos anclajes al suelo para que el banco sea empotrado a la hora de realizar las pruebas.

Fuente: (Mejía-Lotero y García-Ceballos, 2008; Atancuri-Pallashco, Buncay-Segarra y Matute-Chávez, 2011))

Luego, de la instalación del motor y sus componentes es necesario realizar pruebas pilotos para determinar el funcionamiento inicial del mismo, así poder constatar de que los parámetros del sistemas arrojen los valores estimados. A partir de allí, se empieza a desarrollar la importancia que tiene el banco de pruebas, la cual es determinar nuevas formas de rendimiento ajustando las variables del sistema. Del mismo modo, sirve para la capacitación de personal que estaría involucrado en el funcionamiento e motor cuatro tiempos. Dentro de las características que puede poseer un banco de pruebas se tienen:

Producción: Se utilizan para verificar los motores después del proceso de fabricación.

Investigación y desarrollo del motor o de sus componentes: en este caso, se realizan modificaciones con la finalidad de comprobar experimentalmente las mejoras desarrolladas de manera teórica.

Ensayos de aceptación y homologación de motores: cada motor nuevo ha de ser homologado antes de su comercialización, para verificar que las características teóricas se corresponden realmente con su comportamiento.

Ensayos de emisiones y consumo: este tipo de ensayos suele realizarse para verificar como la expulsión de gases CO<sub>2</sub> con el fin de determinar el impacto ambiental que estos producen.

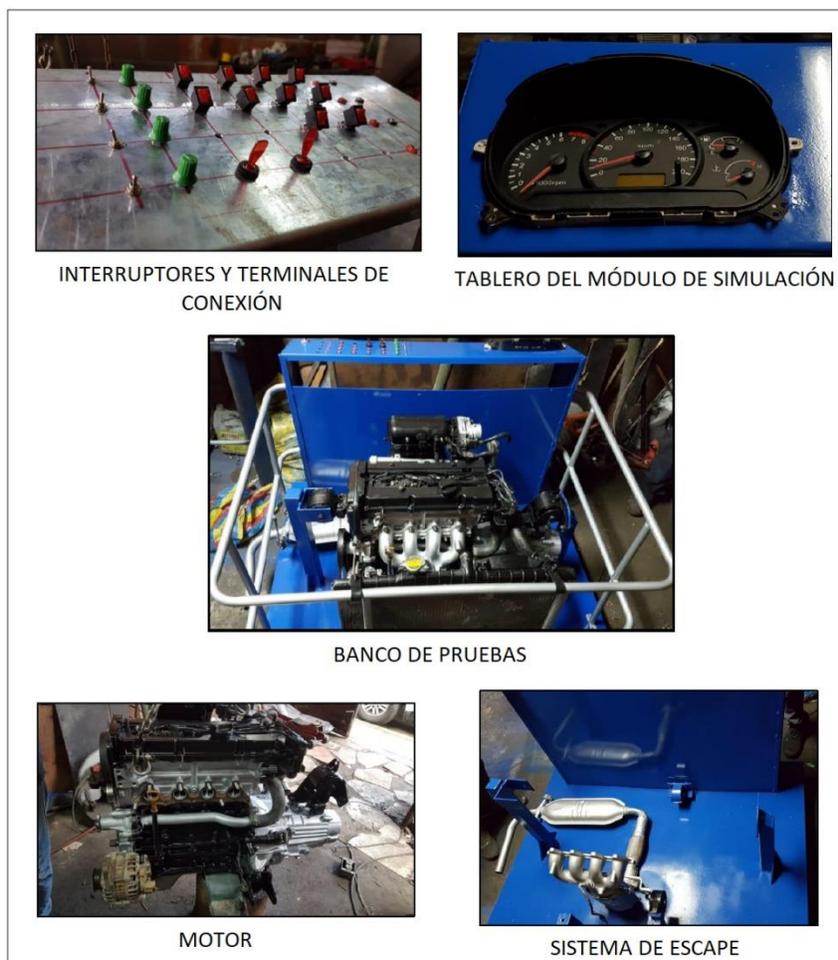
Fines pedagógicos: es habitual que los centros educativos dispongan de bancos de ensayos para realizar experimentos y contrastar los conocimientos teóricos con los resultados prácticos. (García-Pamplona, 2007; citado por Giraldo Aristizabal y Flórez Landazábal, 2015, p. 20-21)

Del mismo modo, la funcionabilidad del banco de pruebas se extiende aún más al desarrollo de potencialidad, sino también desde la visión de enseñanza-aprendizaje. El banco de pruebas puede desarrollar análisis sobre cómo es el trabajo entre cada una de las partes que lo conforman. Existen bancos de pruebas fabricados exclusivamente a la academia porque tienen mayor visualización de cada componente. Están destinados a aportar conocimientos por medio de prácticas que permitan relacionar la teoría con lo experimental, a través del acceso al motor y sus elementos para medir parámetros como temperatura, consumo de combustible, consumo de aire, revoluciones a las que trabaja, presión de los cilindros, etc (García-Pamplona, 2007; citado por Giraldo Aristizabal y Flórez Landazábal, 2015).

Dentro de las evaluaciones que se realicen a los bancos de pruebas de motor de 4 tiempos es necesario detallar la evaluación del desempeño, la cual se desprende en el análisis de desempeño del motor, el análisis del desempeño del banco de pruebas y el análisis comparativo de ambos elementos. Del primero se realiza pruebas simples y complejas al motor para conocer su potencialidad, efectividad y rendimiento, los cuales son arrojados por los demás componentes que posee el banco. En el motor se verifica el sistema eléctrico, sistema de lubricación, corrientes, presiones, etc., así como la comparación del desempeño con los valores otorgados por el fabricante, recomendaciones en normas estándar y comparativos con otros equipos que realicen la misma operación (Mejía-Lotero y García-Ceballos, 2008).

El segundo corresponde al análisis de la estructura que soporta el motor y sus componentes, las cuales deben soportar el traslado y ubicación en varios lugares. Además, se debe verificar el correcto funcionamiento del banco de pruebas mediante el comportamiento de las vibraciones,

sus apoyos y empotramientos, soportes, señales transmitidas por el motor, entre otras (Mejía-Lotero y García-Ceballos, 2008). Por último, se encuentra la relación entre el motor y el banco, donde su correcta función permitirá ofrecer respuestas eficientes y óptimas sobre el rendimiento del motor 4T en su complejidad. En la Figura 6 se distingue un banco de pruebas de motor 4T y sus componentes.



**Figura 6.** Banco de pruebas de motor 4T. Fuente: (Conforme-Tumbaco, 2018)

## Discusión y conclusiones

El poder describir y analizar diversas situaciones de componentes mecánicos, eléctricos, informáticos, comerciales, pedagógicos depende de una serie de ensayos que se le realizan a cada uno de dichos elementos. Este es el caso de un banco de pruebas. Este dispositivo permite mejorar el conocimiento de cada una de las partes que conforman la unidad y así poder desarrollar la máxima potencialidad y rendimiento del elemento. Este es el caso del banco de

pruebas del motor 4T, el cual es diseñado para desarrollar estudios sobre la complejidad de su sistema y como puede depender de otros sistemas para su correcta operatividad.

Los motores es el corazón de los automóviles debido a que su potencialidad depende del rendimiento del vehículo. Estos motores son los principales de una gama de motores que buscan garantizar la confortabilidad del usuario en función de un rendimiento y eficiencia. Los motores 4T son los más utilizados en los vehículos por lo que la realización de un banco de pruebas determina que tan efectivo es el cumplimiento del motor o como es el comportamiento de cada uno de sus componentes cuando se modifican sus parámetros.

Los bancos de prueba de motores cumplen con la estrategia de poder analizar el funcionamiento del mismo, comparar los valores estándar del fabricante y poder comprender los fenómenos de otros motores de igual comportamiento y operación. También pueden determinar las vibraciones ejercidas por el motor a la estructura del chasis y las señales reflejadas del motor a los componentes eléctricos o electrónicos. En consecuencia, el banco de pruebas de un motor 4T es un instrumento pedagógico que permite analizar y comprender la funcionabilidad del mismo, así como de sus componentes.

## Referencias

1. Andrango-Bonilla, D. N. (2017). *Construcción de un banco de pruebas para el motor J3 CRDI de Hyundai Terracan GL EX*. Guayaquil, Ecuador: Trabajo de grado para optar al título de Ingeniero en Mecánica Automotriz de la Universidad Internacional de Ecuador. Obtenido de <https://repositorio.uide.edu.ec/bitstream/37000/1927/1/T-UIDE-135.pdf>
2. Atancuri-Pallashco, J. L., Buncay-Segarra, L. A., & Matute-Chávez, J. A. (2011). *Elaboración de un banco didáctico con simulación de fallas y visualización digital de datos de funcionamiento del sistema de inyección MPFI de un motor Hyundai Accent para la capacitación*. Cuenca, Ecuador: Trabajo de grado para optar al título de Ingeniero Mecánico Automotriz de la Universidad Politécnica Salesiana. Obtenido de <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/1111/21/UPS-CT002572.pdf>
3. Castillo, L. A., & Prieto, J. L. (2016). *La simulación de un motor de cuatro tiempos. una oportunidad para el abordaje de la matemática*. Memorias Arbitradas del II Jornadas de Investigación Estudiantil de la Facultad de Humanidades y Educación de la Universidad del Zulua. Obtenido de

- [https://www.researchgate.net/profile/Luis\\_Castillo\\_B/publication/319990164\\_LA\\_SIMULACION\\_DE\\_UN\\_MOTOR\\_DE\\_CUATRO\\_TIEMPOS\\_UNA\\_OPORTUNIDAD\\_PARA\\_EL\\_ABORDAJE\\_DE\\_LA\\_MATEMATICA/links/59c54dd4a6fdccc71914dab3/](https://www.researchgate.net/profile/Luis_Castillo_B/publication/319990164_LA_SIMULACION_DE_UN_MOTOR_DE_CUATRO_TIEMPOS_UNA_OPORTUNIDAD_PARA_EL_ABORDAJE_DE_LA_MATEMATICA/links/59c54dd4a6fdccc71914dab3/)
4. Conesa, J. A. (2011). *Motor de combustión interna*. Experimentación en Ingeniería Química III. Obtenido de <http://rua.ua.es/dspace/bitstream/10045/17062/1/motorcombustioninterna.pdf>
  5. Conforme-Tumbaco, E. J. (2018). *Diseño y construcción de un banco de pruebas para el motor 1.600 cc de 16 válvulas del Hyundai Accent año 2004*. Guayaquil, Ecuador: Trabajo de grado para optar al título de Ingeniero Mecánico Automotriz de la Universidad Internacional del Ecuador. Obtenido de <https://repositorio.uide.edu.ec/bitstream/37000/2762/1/T-UIDE-204.pdf>
  6. Editorialmeta. (s/f). *El motor de gasolina: Funcionamiento, elementos, refrigeración, combustible y engrase*. Recuperado el 08 de Noviembre de 2020, de <http://www.editorialmeta.es/libros/extremadura/oficiales-conductores-extremadura-temas-1-14-paginas-de-prueba.pdf>
  7. Giraldo Aristizabal, J., & Flórez Landazábal, A. F. (2015). *Desarrollo de un banco didáctico para pruebas de laboratorio a partir de un motor diésel cuatro tiempos y cuatro cilindros en línea*. Bucaramanga, Colombia: Trabajo de grado para optar al título de Ingeniero Mecánico de la Universidad Pontificia Bolivariana. Obtenido de [https://repository.upb.edu.co/bitstream/handle/20.500.11912/2065/digital\\_24320.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repository.upb.edu.co/bitstream/handle/20.500.11912/2065/digital_24320.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
  8. Mejía-Lotero, N., & García-Ceballos, S. (2008). *Diseño y construcción de un banco de pruebas para un motor de combustión interna de Renault Twingo*. Medellín, Colombia: Trabajo de grado para optar al título de Ingeniero Mecánico de la Universidad EAFIT. Obtenido de [https://repository.eafit.edu.co/bitstream/handle/10784/4359/Nicolas\\_Mejia\\_Sebastian\\_Garcia\\_2008.pdf?sequence=7&isAllowed=y](https://repository.eafit.edu.co/bitstream/handle/10784/4359/Nicolas_Mejia_Sebastian_Garcia_2008.pdf?sequence=7&isAllowed=y)
  9. Ortiz Sánchez, D. F., & Pardo Castillo, M. C. (2019). *Evaluación del rendimiento de un motor de cuatro tiempos, usando hidrógeno como combustible*. Calceta, Ecuador: Trabajo de grado para optar al título de Ingeniero en Medio Ambiente de la Escuela Superior

Politécnica Agropecuaria de Manabí. Obtenido de  
<http://repositorio.espam.edu.ec/bitstream/42000/1005/1/TTMA51.pdf>

10. Palella-Stracuzzi, S., & Martins-Pestana, F. (2010). *Metodología de la investigación cuantitativa*. Caracas, Venezuela: FEDUPEL, Fondo Editorial de la Universidad Pedagógica Experimental Libertador.
11. Rivera, N. C., Zambrano, I., & García, C. (2017). Estudio del comportamiento de un motor ciclo otto de inyección electrónica respecto de la estequiometría de la mezcla y del adelanto al encendido para la ciudad de Cuenca. *Revista Politécnica*, 40(1), 59-67. Obtenido de <http://scielo.senescyt.gob.ec/pdf/rpolit/v40n1/2477-8990-rpolit-40-01-00059.pdf>
12. Rojas, L. (28 de Junio de 2012). *Mecánica Automotriz: Capacitación INACAP*. Obtenido de <http://www.capacitacion.inacap.cl/material/900/MECÁNICA%20AUTOMOTRIZ.doc>
13. Villegas, A. M., Montseny, I. B., & Celoni, S. (2007). *Motores de combustión interna*. Barcelona, España: IES Baix Montseny. Obtenido de [https://www.academia.edu/download/56005885/Motores\\_de\\_combustion\\_interna.pdf](https://www.academia.edu/download/56005885/Motores_de_combustion_interna.pdf)