

Informe N° 2:

# Desarme y medidas de componentes de un motor de combustión interna

Laboratorio de Máquinas (ICM 557)

Segundo Semestre 2020

Profesores: Cristóbal Galleguillos

Tomas Herrera

Ayudante: Ignacio Ramos

Paralelo: 1

Nombre: 6818

## Resumen

Los Motores de Encendido por Compresión (MEC) se encienden por auto-ignición del combustible debido a altas temperaturas, a diferencia del motor Motor de Encendido por Chispa (MECH) que se enciende bombeando el combustible en un sistema de ingesta donde el combustible se mezcla con aire antes de entrar al cilindro del motor.

Se puede apreciar un nivel de ovalidad al medir la camisa del cilindro, la cual debe corregirse para que no existan problemas posteriores. En cambio, los valores medidos de diámetro y ancho del muñón se encuentran dentro del rango que el fabricante permite, sin presentar problemas de ovalidad.

# Índice

Resumen .....	2
Índice .....	3
Introducción .....	4
Objetivos.....	5
Metodología/Procedimientos.....	6
Resultados.....	7
Conclusión.....	14
Referencias .....	15

## Introducción

Se realizará un estudio de los motores de combustión interna, tanto MEC como MECH. Se procederá a reconocer los componentes de dichos motores, y sus principales diferencias.

Además se realizará la comparación de medidas de catálogo de un motor Deutz F3L912 con unas mediciones realizadas manualmente, y se analizarán las diferencias de estas medidas.

## Objetivos

1. Reconocer componentes y piezas de un motor de combustión interna.
2. Reconocer las principales diferencias entre un MECH y un MEC.
3. Medir componentes del motor Deutz F3L912: Cigüeñal y camisa del cilindro.
4. Contrastar mediciones con las especificaciones del manual del motor.

## Metodología/Procedimientos.

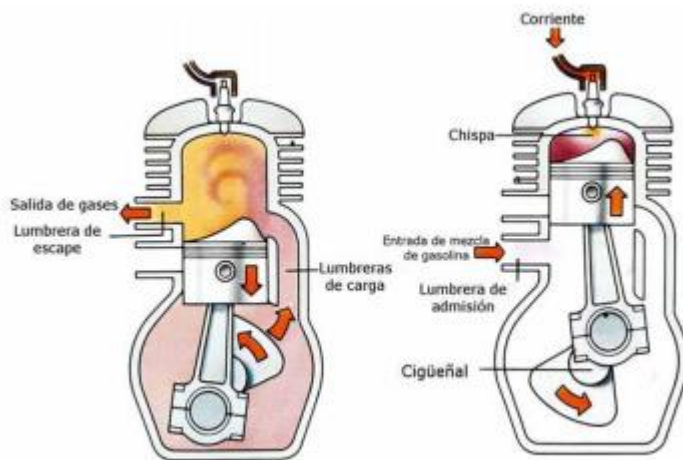
Todos los procedimientos de medición de componentes fueron realizados en laboratorios anteriores.

Estas medidas serán comparadas con las indicadas en el manual del fabricante.

Resultados.

1) Responda con detalle las siguientes preguntas:

1.1) Mostrar en una imagen los principales componentes de un motor MECH y MEC. (Comentar las diferencias apreciables a la vista).



MECH



MEC

### Diferencias fundamentales entre MEC y MEP

La característica fundamental que diferencia a los MEP de los MEC es, de acuerdo con su nombre, el proceso de encendido de la mezcla aire combustible, y la subsecuente evolución de la combustión. El resto de diferencias entre estos

motores, a menudo muy importantes, son realmente consecuencia de esa característica fundamental.

El autoencendido de la mezcla en los MEC obliga a conseguir una temperatura elevada en la cámara de combustión, y a evitar que el combustible esté mucho tiempo en contacto con el aire, para evitar el encendido espontáneo sin control, por lo que el proceso de mezcla debe realizarse hacia el final de la carrera de compresión inyectando el combustible en la propia cámara de combustión. Este hecho impone duras exigencias al sistema de inyección, que debe contribuir a formar la mezcla en un período corto del ciclo. Por otro lado, el proceso de formación de la mezcla permite controlar la carga del motor simplemente variando la cantidad de combustible inyectado, sin modificar la cantidad de aire admitido. Asimismo, el combustible debe cumplir con unos requisitos específicos impuestos por el sistema de inyección y por la necesidad de auto encenderse con facilidad.

En el caso de los MEP, el encendido se provoca por aporte de energía del exterior en un punto de la cámara de combustión, desde donde se inicia la propagación de un frente de llama. Para ello es necesario conseguir una mezcla homogénea en todo el volumen de la cámara de combustión, y que se encuentre dentro de los límites de inflamabilidad. Ello obliga a realizar el proceso de mezcla muy pronto en el ciclo, generalmente durante la carrera de admisión, y a impedir que el combustible se auto encienda durante la carrera de compresión, limitando la temperatura de la mezcla en el cilindro. La exigencia de una mezcla aire-combustible homogénea en los límites de inflamabilidad obliga a que la regulación de la carga se haga controlando tanto la masa de combustible aportado, como la masa de aire admitido, obligando normalmente a estrangular el flujo en el conducto de admisión.

Estos hechos motivan la existencia de diferencias importantes entre los MEP y los MEC, respecto al modo de formar la mezcla aire combustible, a cómo se regula la carga, al tipo de cámaras de combustión, al tipo de combustible empleado y finalmente a los valores de potencia específica y rendimiento que pueden conseguir.

## **1.2) ¿Cuáles son las principales ventajas y desventajas de los MCI con respecto a otros tipos de motores que usted conoce?**

Los motores de combustión interna alternativos han dominado sin seria competencia en un amplio campo de aplicaciones debido a las grandes ventajas que presentan frente a otros tipos de motores, entre las que se pueden destacar las siguientes:

### **Rendimiento**

El rendimiento global del motor, o rendimiento efectivo, puede tomar valores muy dispares, dependiendo del tipo de motor y sobre todo de sus condiciones de operación. En algunos motores, el valor máximo de este rendimiento puede alcanzar el 55%, referido a la energía disponible en el combustible. Aunque esta cifra pueda parecer pequeña, comparada con otros motores (eléctricos, por ejemplo), no lo es tanto en términos relativos, considerando las limitaciones termodinámicas y si se compara con otros motores térmicos, como la turbina de gas.

Por otro lado, el valor del rendimiento del MCIA es menos sensible a variaciones en el régimen y la carga que el de otras plantas motrices. En las turbinas de gas o de vapor, su régimen de giro afecta al movimiento del fluido sobre los elementos que constituyen el motor (álabes de compresor y turbina) por lo que su rendimiento se modifica apreciablemente.



## Potencia

A diferencia de otros motores térmicos, que solamente están bien adaptados a grandes potencias, los MCIA se pueden construir para suministrar un amplio rango de potencia, que va desde valores de decenas de Watios hasta varias decenas de Megawatios, lo que permite que su campo de aplicación sea muy amplio.

## Combustibles

Aunque los combustibles idóneos para MCIA deben ser de relativa alta calidad, este motor puede funcionar empleando combustibles de muy diferente naturaleza, tanto en fase líquida como en fase gaseosa, o incluso en fase sólida si el combustible está finamente pulverizado. Esto permite que el motor se adapte a la disponibilidad de un tipo u otro de combustible y le confiere un gran potencial para usar combustibles alternativos. Una gran ventaja de los combustibles líquidos aptos para MCIA es su gran poder calorífico referido a su volumen, lo que le confiere al MCIA una gran autonomía cuando se emplea en vehículos.

**Comente acerca de los anillos que posee un pistón, piense en términos de forma, material, función, etc.**

## Segmentos:

Las funciones que deben desarrollar los segmentos pueden resumirse en tres:

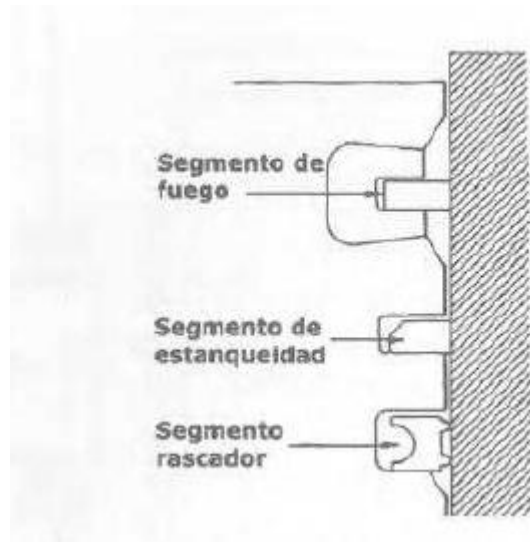
- Asegurar la estanqueidad a los gases.
- Evacuar calor del pistón hacia el cilindro.
- Asegurar la estanqueidad al aceite.

Para complementar estas funciones de junta de estanqueidad metálica, el segmento debe ejercer una fuerza elástica radial sobre la pared del cilindro para garantizar el contacto permanente entre ambas superficies.

Las funciones mencionadas anteriormente están encomendadas a dos tipos de segmentos.

Segmentos de estanqueidad o de compresión, que realizan fundamentalmente las dos primeras funciones antes enunciadas. El primero de estos segmentos suele conocerse como segmento de fuego, siendo particularmente crítico su funcionamiento.

Segmentos rascadores, estos segmentos son también conocidos como segmentos de engrase, lo cual es incorrecto ya que su función es arañar el aceite de las paredes del cilindro para que no llegue a la cámara de combustión.



## FORMAS CONSTRUCTIVAS DE LOS SEGMENTOS DE ESTANQUEIDAD

Para cumplir las funciones que tienen encomendadas estos segmentos, deben cumplir las siguientes soluciones geométricas:

**Segmento rectangular:** Se utilizan como segmentos de fuego, puesto que la superficie de contacto con el cilindro es elevada, lo que facilita la estanqueidad y la evacuación del calor. Sin embargo presentan el inconveniente de un mal asentamiento con las paredes del cilindro.





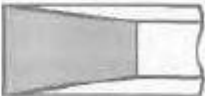
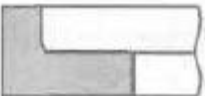
**Segmento con chaflán interior:** El corte o escalon provoca un desequilibrio de las tensiones que actúan sobre el segmento, lo que hace que se tuerza ligeramente y adopte una posición de cuña respecto al cilindro durante las carreras descendentes; esto le permite contribuir en el rascado del aceite del cilindro durante la carrera de admisión. En las carreras de compresión y escape el segmento tiende a deslizarse por encima de la película de aceite, con lo que no bombea aceite hacia la cámara de combustión. Finalmente, en la carrera de expansión la presión de los gases hace que desaparezca su ligera torsión, y el contacto entre el segmento y el cilindro se efectúa a lo largo de una mayor superficie. No se suelen emplear como segmentos de fuego, debido a que la superficie de contacto con el cilindro es reducida, y por tanto la capacidad de transmitir calor es también baja.

**Segmento de uña:** Su funcionamiento es análogo al de los segmentos de chaflán interior. Generalmente se coloca como segundo segmento de compresión.

**Segmento conico exterior:** se monta con su base mayor en la parte inferior, siendo su funcionamiento muy semejante a los segmentos con chaflán interior. Debido a su pequeña superficie de contacto se adaptan muy rápido al cilindro durante el periodo de rodaje.

Segmento trapezoidal: es un segmento complejo de mecanizar. Se utilizan cuando hay tendencia al engomado debido a la oxidación del aceite en la ranura, por su capacidad para eliminar los residuos asfálticos y carbonosos. También se aplica como segmento de fuego en pistones sometidos a elevada carga térmica.

Segmento en L: Se utiliza como segmento de fuego, pues reaccionan rápidamente a la presión de los gases garantizando un buen cierre. Están situados en el borde superior del pistón, y tienen la ventaja de ser segmentos muy seguros contra las vibraciones. Se utilizan mayoritariamente en MEP de dos tiempos.

Tipo de segmento	Forma geométrica
Rectangular	
Con chaflán interior	
De uña	
Cónico exterior	
Trapezoidal	
En L	

### Segmentos rascadores

Pueden ser o bien de una sola pieza fundida o bien de varias piezas. Se distinguen de los anteriores por llevar orificios o ranuras para evacuar el aceite.

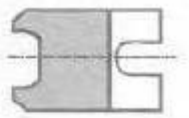
Las configuraciones geométricas más utilizadas en los segmentos rascadores de aceite son:

Segmento con chaflanes exteriores, es un anillo con ranura en el centro y con las

superficies de contacto biseladas para aumentar la presión en los bordes que rozan con el cilindro. la zona de contacto generalmente esta cromada.

Segmentos de doble rail, están formados por tres piezas, garantizándose el cierre de los railes contra el alojamiento del piston y contra las paredes del cilindro por un tensor. Se fabrican la chapa de acero estampada y son utilizados fundamentalmente por los fabricantes americanos.

Segmentos con expansor, en estos segmentos la presión contra el cilindro viene favorecida por un muelle. Las dos superficies de contacto tienen forma troncocónica o de uña para facilitar el rascado del aceite, y en muchos casos estas superficies se encuentran cromadas para alargar la vida del segmento.

Tipo de segmento	Forma geométrica
Con chaflanes exteriores opuestos	
Con chaflanes exteriores paralelos	
Con doble rail	
Con resorte expansor de lámina	
Con resorte expansor tubular	

## MATERIALES DE LOS SEGMENTOS

En general se emplean fundiciones especiales con composiciones del tipo 3,5% C, 1,5-4,5% Si, 0,6%Mn, 0,3-0,99%p, que en ocasiones llevan otros metales como Cr, Mo, Ti, Va, etc., aleados. Es importante que el material sea homogéneo para garantizar una presión uniforme sobre las paredes del cilindro.

Para evitar desgastes en el segmento pueden emplearse revestimientos superficiales

como por ejemplo el cromado, que aumenta apreciablemente la dureza superficial del mismo. El problema del segmento cromado es que por su propia dureza superficial tiene un periodo rodaje más largo. Sin embargo, como ya se ha indicado al estudiar los cilindros, presenta la ventaja de disminuir el coeficiente de rozamiento y eliminar las microsoldaduras o gripado. Su empleo está muy extendido fundamentalmente en el segmento de fuego. Otro tratamiento superficial también empleado es el revestimiento con molibdeno.

### **1.1) ¿Qué es el ovalamiento u ovalidad en un MCI?**

El ovalamiento es la diferencia de diámetro que tiene el cilindro a la misma altura, como resultado de fuerzas laterales de empuje generadas durante la combustión sobre el pistón. Esta diferencia de diámetro puede medirse utilizando un tipo de reloj comparador llamado alesómetro.

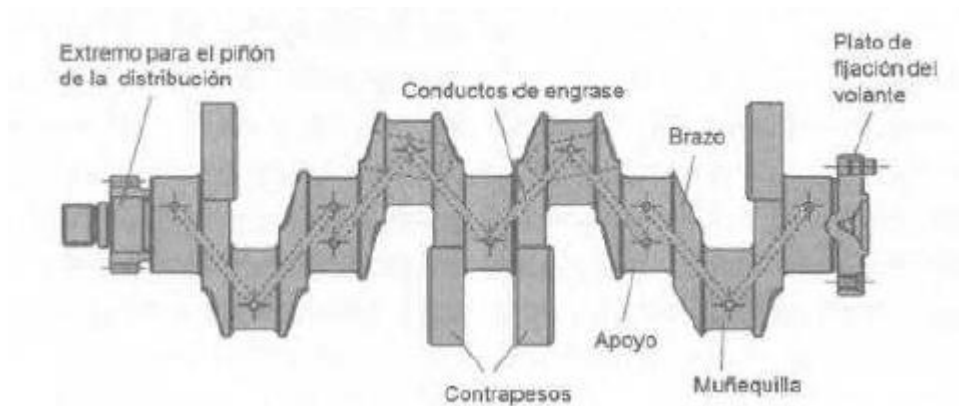
### **1.2) Comente acerca de la función de los siguientes elementos de un MCI: Eje leva, Eje cigüeñal, alternador, motor de arranque o partida, embrague.**

#### **Arbol de levas**

Los árboles de levas son elementos esbeltos que, como su propio nombre indica, contienen las levas encargadas de gobernar la apertura y cierre de las válvulas de admisión y escape de los motores. Estos elementos deben tener gran rigidez y contar con suficiente resistencia para absorber los esfuerzos flectores y de torsión a los que se ven sometidos. Deben asimismo resistir las cargas producidas por las vibraciones que genera su propio funcionamiento. En general, el árbol de levas es accionado por el cigüeñal del motor mediante elementos de transmisión, estos elementos pueden ser cadenas, correas dentadas o engranajes. En numerosas ocasiones, tiene asignadas otras funciones tales como el accionamiento de la bomba de combustible o aceite, el distribuidor de encendido o la bomba de vacío, para ello se mecanizan en el propio árbol piñones, levas adicionales o diversos sistemas de conexión para los elementos adicionales que necesita arrastrar.

#### **Cigüeñal**

El cigüeñal es el encargado, a través de la biela, de transformar el movimiento alternativo de los pistones en un movimiento rotativo que suministre el par útil de tracción del motor. Esencialmente, un cigüeñal es un árbol acodado con los codos decalados entre sí un cierto ángulo, que depende fundamentalmente de aspectos como el tipo de ciclo de trabajo (2T ó 4T), el número de cilindros y la disposición de los mismos. Atendiendo a su montaje en la bancada, se puede considerar al cigüeñal como una viga apoyada en diferentes puntos sometidos a esfuerzos de flexión y torsión alternados.



En los extremos del cigüeñal se acoplan el volante de inercia a un lado y los elementos de transmisión de potencia para la distribución y los sistemas auxiliares al otro, como se muestra en la figura indicándose las partes que lo integran.

**Alternador:** Es una máquina eléctrica capaz de generar energía eléctrica a partir de energía mecánica, generalmente obtenida por un mecanismo de arrastre desde un motor de combustión interna, tanto alternativo, como turbina de gas.

**Motor de Arranque:** Es un motor eléctrico alimentado con corriente continua con imanes. Es de tamaño reducido y se emplea para facilitar el encendido de MCI, ya que vence la resistencia inicial de los componentes cinemáticos del motor al arrancar. Por lo general suele tener 2 CV de potencia, 12V y entre 120 y 200 A.

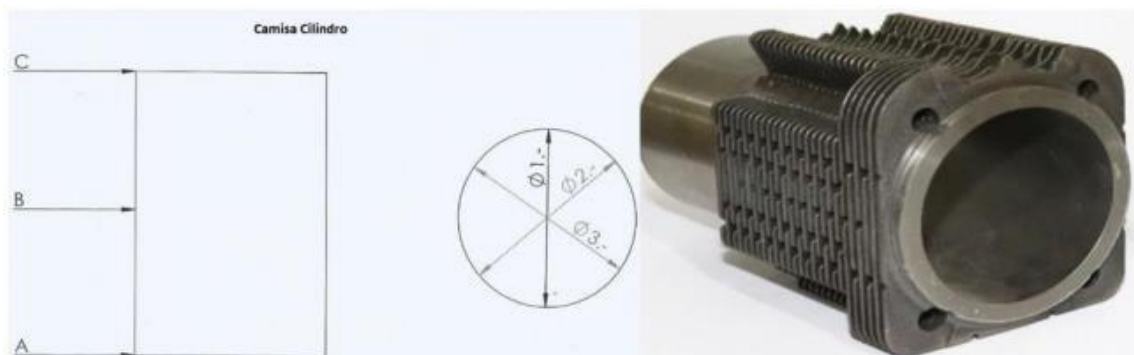
**Embrague:** Su función es sencilla y necesaria ya que acopla y desacopla el giro del motor, liberando el movimiento a través de sus engranajes. De esta forma, se vence la inercia y se produce el movimiento. Existen de 3 tipos: de fricción, hidráulico y magnético. Además, permite un arranque suave, minimizando las vibraciones y sacudidas inherentes al motor de combustión interna.

### **1.3) ¿Qué es la sobre medida o rectificación de metales en un MCI?**

Los motores de combustión interna con el tiempo de uso sufren desgaste en las partes internas que están en constante movimiento. Además, estas partes internas pueden sufrir daños debido al mal uso del motor, por ejemplo, un exceso de revoluciones, mal paso de los cambios, etc. Es por este motivo que existe sobre medida de material en los MCI, de esta forma, estos pueden llevarse a mantenimiento para que una persona especializada decida si es necesario o no rectificar alguna parte.

2) Medidas que se han tomado en laboratorios anteriores en diversos componentes del motor en estudio Deutz F3L912, su tarea es comparar con los valores indicados por el manual del fabricante y comentar a qué motivo podrían atribuirse las diferencias encontradas.

2.1) Camisa Cilindro: En las figuras siguientes se indican las mediciones a realizar y las tablas para registrar los valores medidos.

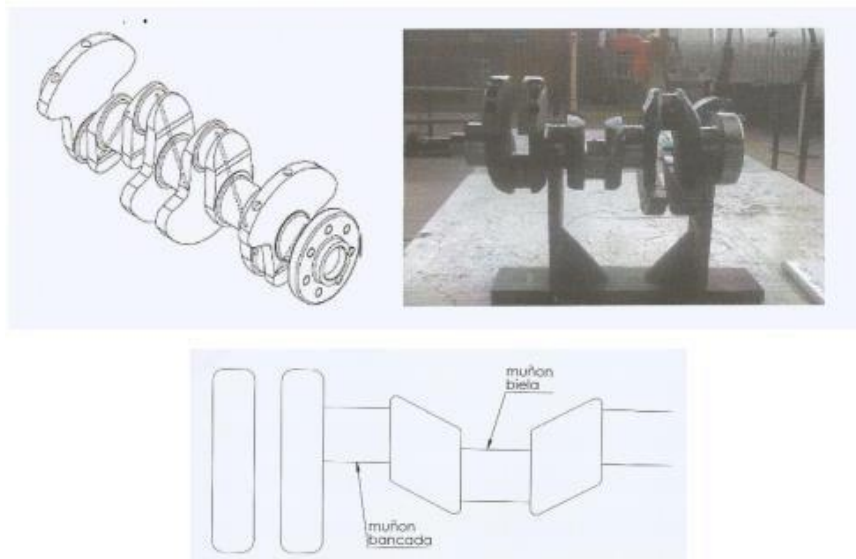


Diámetro superior A [mm]	Posición	Valor Medido	Valor Manual	Diferencia
	0º	100.05	100.032	-0.018
	120º	100.04	100.032	-0.008
	240º	100.04	100.032	-0.008
Diámetro intermedio B [mm]	Posición	Valor Medido	Valor Manual	Diferencia
	0º	100.03	100.032	0.002
	120º	100.02	100.032	0.012
	240º	100.03	100.032	0.002
Diámetro inferior C [mm]	Posición	Valor Medido	Valor Manual	Diferencia
	0º	100.02	100.032	0.012
	120º	100.03	100.032	0.002
	240º	100.03	100.032	0.002

La mayor diferencia de medida se produce en el diámetro superior (0.018mm). En las secciones intermedias e inferiores, las diferencias son menores y no se produce ovalamiento, estando dentro del límite recomendado por el fabricante. Esta diferencia se podría explicar al desgaste que se produce en esta pieza debido a su constante utilización.



**2.2) Cigüeñal:** Mediciones a realizar y las tablas para registrar los valores medidos.



Medición	Valor Medido	Valor Manual	Diferencia
Diámetro muñón biela 0° [mm]	59.94	59.96	0.02
Diámetro muñón bancada 0° [mm]	69.96	69.99	0.03
Diámetro muñón biela 90° [mm]	59.95	59.96	0.01
Diámetro muñón bancada 90° [mm]	69.97	69.99	0.02
Ancho muñón biela 0° [mm]	37.02	37.025	0.005
Ancho muñón bancada 0° [mm]	36.99	37.025	0.035
Ancho muñón biela 90° [mm]	37.01	37.025	0.015
Ancho muñón bancada 90° [mm]	36.99	37.025	0.035

La mayor diferencia del diámetro del muñón se produce en la bancada (0.03mm), y la mayor diferencia del ancho del muñón se produce también en la bancada (0.035mm). Esta pieza sufre particularmente de desgaste, ya que se encuentra en constante movimiento y a distintas revoluciones.

## Conclusión.

La ovalidad presente en el diámetro superior A de la Camisa Cilindro es pequeña, pero aun así debe ser corregida mediante mandrinado o bruñido, pues se recomienda que no vaya a superar las 5 centésimas, debido a que esto podría provocar estanqueidad, permitiendo que gases ingresen a la parte baja del motor.

Mediciones en el muñón indicaron valores dentro del rango permitido. No hay presencia de ovalidad, y tampoco se puede verificar valores de excentricidad, debido a la falta de datos necesarios para hacer los cálculos. Se recomienda respetar siempre la holgura indicada por el fabricante, para evitar cárteres desgastados o muñones con errores de geometría.

## Referencias.

<https://como-funciona.co/un-motor-de-4-tiempos/>

<https://sites.google.com/site/partesjonathanpalacios21012/>

<https://www.actualidadmotor.com/>

-Mediciones indicadas de laboratorios anteriores en el aula virtual.